



**Universidade Estadual de Campinas  
Instituto de Geociência**

**Análise de Microfilos de Licófitas e Palinomorfos  
associados às camadas de carvão da Formação  
Rio Bonito, em Figueira, PR (Permiano Inferior,  
Bacia do Paraná, Brasil)**

Aluna: Isadora Marchetti

Orientadora: Profa. Dra. Fresia S. Ricardi Branco

**Campinas  
Junho - 2013**

“Ela virá, a revolução conquistará a todos o direito  
não somente ao pão mas, também, à poesia”  
(Leon Trotsky)

“Por um mundo onde sejamos socialmente iguais,  
humanamente diferentes e totalmente livres”  
(Rosa Luxemburgo)

“Isso de ser exatamente o que se é ainda vai nos levar além”  
(Paulo Leminski)

# Agradecimentos

A minha mãe por me fazer sentir todos os dias o que é amor.

Ao meu pai por me ensinar com tanta convicção à necessidade de um mundo igualitário e justo.

A minha avó por seu imenso carinho e simplicidade.

Aos amigos queridos, em especial, Bill, Marco, Grace, Turcão, Livia, Leticia, Felipe, Ju, Vivi, Juninho, Rodrigo, Bel, Tassia, Gustavo pelas risadas compartilhadas.

As minhas irmãs Mayra, Helena, Ligia pelos sonhos e sons.

Aos meus irmãos Felipe, Leonardo e Henrique por existirem.

A minha orientadora Fresia, pela amizade, paciência, inteligência e orientação.

A Érica, pela sua grande ajuda na elaboração deste trabalho.

Ao Vitor por sua disponibilidade e gentileza.

A todos os trabalhadores da UNICAMP por carregar nas costas o peso dessa instituição.

A todos os trabalhadores do mundo por carregar nas costas o peso desse sistema.

Aos professores pela geologia, em especial, ao professor Ticiano.

Ao meu companheiro Magrão, por dividir uma vida comigo.

## SUMÁRIO

Resumo.....	1
1. Introdução.....	2
2. Objetivo e Justificativas.....	3
3. Área de estudo.....	4
4. Materiais e Métodos.....	5
4.1 Análises Bibliográficas.....	5
4.2 Trabalhos de campo.....	5
4.3 Trabalhos de laboratório.....	5
5. Contexto geológico.....	10
5.1 A Bacia do Paraná.....	10
5.2 - Formação Rio Bonito.....	13
5.2.1 - Membro Triunfo.....	15
5.2.2 - Membro Paraguaçu.....	15
5.2.3 - Membro Siderópolis.....	16
5.3 Caracterização do carvão de Figueira.....	16
6. Palinoestratigrafia das formações permianas.....	17
7. Paleoflora.....	20
8. Resultados.....	22
8.1 Palinologia.....	22
8.1.1 Composição do conjunto paleontológico.....	22
8.1.2 Descrição sistemática.....	23
8.2 Microfilos.....	31
8.2.1 Descrição sistemática.....	31
9. Discussão dos resultados.....	34
9.1 Características gerais dos conjuntos palinológicos.....	34
9.2 Correlações palinoestratigráficas.....	36
9.3 Comparações com outras assembléias.....	38
9.4 Descrição dos microfilos de licófitas.....	39
9.5 Aspectos paleoambientais.....	40
10. Conclusão.....	43
Referencias Bibliográficas.....	44
Anexos.....	51

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.....</b>	<b>3</b>
Mapa da localização da área de estudo – Figueira (PR), destaque para a mina estudada. Modificado e adaptado de Ricardi-Branco e Ricardi (2003).	
<b>Figura 2.....</b>	<b>6</b>
Coluna estratigráfica e perfil (furo de sondagem) do afloramento, com indicação dos níveis amostrados. Modificado e adaptado de Mori e Souza, (2010).	
<b>Figura 3.....</b>	<b>9</b>
Desenho esquemático da coluna do MEV (disponível em: <a href="http://fap.if.usp.br/~lff/mev.htm">http://fap.if.usp.br/~lff/mev.htm</a> ).	
<b>Figura 4.....</b>	<b>10</b>
Compartimentos geológicos do Estado do Paraná e disposição das Supersequências dentro da Bacia do Paraná Modificado e adaptado de Campaner (2005).	
<b>Figura 5.....</b>	<b>14</b>
A - Regressão; B - Aumento do nível do mar, erosão dos depósitos de antepraia e deposição de areia sobre os depósitos de turfa. Modificado e adaptado de Holz, 2010.	
<b>Figura 6.....</b>	<b>19</b>
Correlação das principais palinozonas do Paleozóico Superior da Bacia do Paraná. Adaptado e Modificado de Souza et. al., (2003).	
<b>Figura 7.....</b>	<b>37</b>
Paliozonas e datações radiométricas obtidos para os depósitos do Paleozóico Superior.	
<b>Figura 8.....</b>	<b>40</b>
Montagem de um microfio observado Lam - DP1/566, mostrando como foi a sua anatomia em corte transversal próximo da sua base.	
<b>Figura 9.....</b>	<b>42</b>
Quadro dos <i>taxa</i> estudados e suas afinidades botânicas. Ao lado representação artística do paleambiente sugerido: A – algas, L – licófitas e F – filicófitas. Modificado e adaptado de Pereira, 2006	
<b>Estampa III.....</b>	<b>32</b>
Siltito carbonoso com abundantes fragmentos de microfios, coletados no rejeito da Mina 07.	
<b>Estampa IV: .....</b>	<b>33</b>
Microfios em corte transversal.	

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> .....	<b>7</b>
Organização das amostras coletadas em campo, seus respectivos números de laboratório e números das lâminas preparadas.	
<b>Tabela 2</b> .....	<b>8</b>
Organização das amostras coletadas em campo e suas respectivas lâminas petrográficas	
<b>Tabela 3</b> .....	<b>35</b>
Distribuição por nível estratigráfico e abundância dos espécimes analisados. Na coluna “figura”, os números são correspondente as ilustrações dos espécimes localizadas nas estampas I e II na secção anexos.	
<b>Tabela 4</b> .....	<b>38</b>
Quadro comparativo entre as espécies do presente trabalho, com outras espécies da mesma região.	

## Resumo

Foram realizadas análises palinológicas e descrição de microfílos de licófitas a partir de cinco amostras da Formação Rio Bonito (4 de carvão e 1 de siltito), porção inferior do Grupo Guatá (Permiano Inferior da Bacia do Paraná). As amostras foram coletadas na Mina 07, administrada pela Companhia Carbonífera do Cambuí, localizado no município de Figueira, Estado do Paraná.

Para o estudo palinológico as amostras dos 5 níveis foram processadas. Com o resíduo gerado delas foram elaboradas lâminas palinológicas de todos os níveis. Para o estudo dos microfílos preservados no siltito foram elaboradas lâminas petrográficas e também realizados estudos em amostras de mão. As lâminas dos palinomorfos foram observadas em microscópio biológico e fotografadas. A sistemática consistiu na observação das características morfológicas básicas dos palinomorfos, medição e agrupação de formas semelhantes para posterior comparação com o material publicado na literatura. Os microfílos foram descritos com base nas análises realizadas em microscópio estereoscópico e no MEV, as quais permitiram a sua descrição taxônomica.

Entre todos os níveis é notável a presença de fitoclastos (p. ex. traqueides) e matéria orgânica amorfa. No entanto também foram observados contrastes quantitativos e qualitativos dos palinomorfos e de suas respectivas espécies. No total foram identificadas 19 espécies, dentre as quais: 9 esporos, 1 megasporo, 7 grãos de pólen, 1 espécie microplanctônica, além de um *taxon* atribuído a fungos. O intervalo de interesse corresponde à Zona *Vittatina costabilis*. Os microfílos são muito semelhantes aos já descritos na literatura, o que reforça a idéia de biodiversidade baixa para as licófitas da área. Com relação ao paleoambiente, os resultados mostraram que os níveis foram depositados em ambiente costeiro, lacustre/pantanosos, com influência marinha. Os depósitos são caracterizados por elementos oriundos da paleovegetação próxima ao local de deposição, com traços minoritários de elementos alóctones.

## 1.Introdução

A sequência sedimentar neopaleozóica da Bacia do Paraná registra um episódio importante da história do paleocontinente Gondwana, a saber: sua migração para latitudes de temperatura mais amenas ao norte. Os depósitos sedimentares associados à migração possibilitaram o conhecimento de uma fase pós-glacial marcada por uma intensa alteração climática na passagem do Carbonífero para o Permiano. A deglaciação influenciou diretamente o aumento do nível do mar (Lavina e Lopes, 1997; Milani, et al., 2007), agente deposicional inicial do Grupo Guatá.

O conteúdo fossilífero desta sequência denominada como “Superquência Gondwana I” (Milani, 1997; Milani e Zálan, 1999) é amplo e diversificado, composto principalmente por macrofósseis vegetais, invertebrados (moluscos, insetos, dentre outros), vertebrados e palinórfos (Smaniotto *et al.*, 2006). Destacam-se os estudos das microfloras através da palinologia (Daemon e Quadros, 1970; Saad, 1977; Sudaram, 1980; Souza, 2000, 2006, Souza e Marques Toigo, 2003; Mori e Souza, 2010) por oferecerem grandes resoluções, aprimoramentos bioestratigráficos e interpretações paleoambientais, paleoclimáticas e paleoecológicas.

No contexto pós-glacial, na paleoflora do Grupo Guatá evidencia-se a Formação Rio Bonito, em virtude de suas extensas camadas de carvão e importância econômica, concentradas principalmente no sul da Bacia do Paraná.

Este trabalho retoma o estudo palinológico, entendendo-o como uma ferramenta principal para correlações de unidades palinobioestratigráficas, e descreve taxonomicamente macrofósseis de microfílos de licófitas. Com o estabelecimento das devidas relações entre ambos, postula incrementar e correlacionar, as biozonas pré-estabelecidas e contribuir para o conhecimento das comunidades vegetais neopaleozoicas da Bacia do Paraná.

A definição morfológica dos macrofósseis de licófitas permianos possibilita comparações com fósseis correlatos da Bacia do Paraná e de outras localidades do Gondwana, além de fornecer subsídios para o entendimento da evolução da espécie durante o tempo geológico.



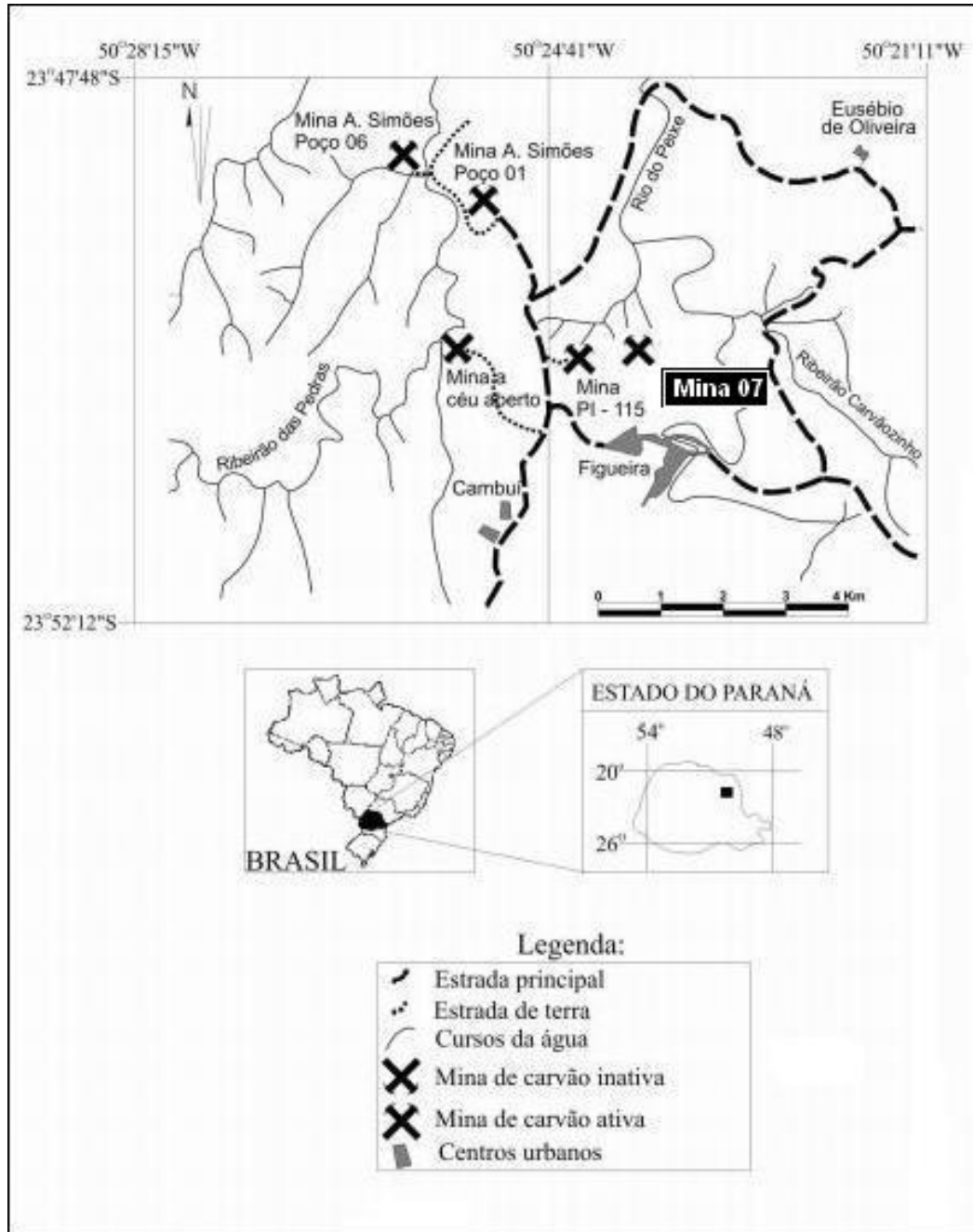
## **2.Objetivo e Justificativas**

Analisar os microfósseis de licófitas e palinomorfos associados aos níveis estratigráficos amostrados (Formação Rio Bonito) da mina 07 da Companhia Carbonífera do Cambuí, Figueira, PR, com a finalidade de: aprimorar o conhecimento paleobotânico da Formação Rio Bonito da Bacia do Paraná; contribuir para o levantamento de dados a cerca da evolução ambiental localmente; acrescentar dados ao conhecimento palinológico dos níveis de carvão e contribuir para o seu posicionamento bioestratigráfico.

O entendimento do paleambiente e do paleoclima da Formação Rio Bonito mostra-se de grande importância, pois em seus depósitos está registrado, um episódio histórico de alterações climáticas, em consequência da migração Gondwânica, que modificou totalmente as dinâmicas ambientais anteriores. Considerando isto, a autora justifica seu trabalho uma vez que considera antagônico a escassez de estudos mais recentes na formação de interesse e sua importância geológica.

### 3. Área de estudo

A área escolhida para estudo localiza-se no Estado do Paraná, no Município de Figueira, nos campos de lavra da Companhia Carbonífera do Cambuí (Figura 1).



**Figura 1:** Mapa da localização da área de estudo – Figueira (PR), destaque para a mina estudada. Modificado e adaptado de Ricardi-Branco e Ricardi (2003).

## **4. Materias e Métodos**

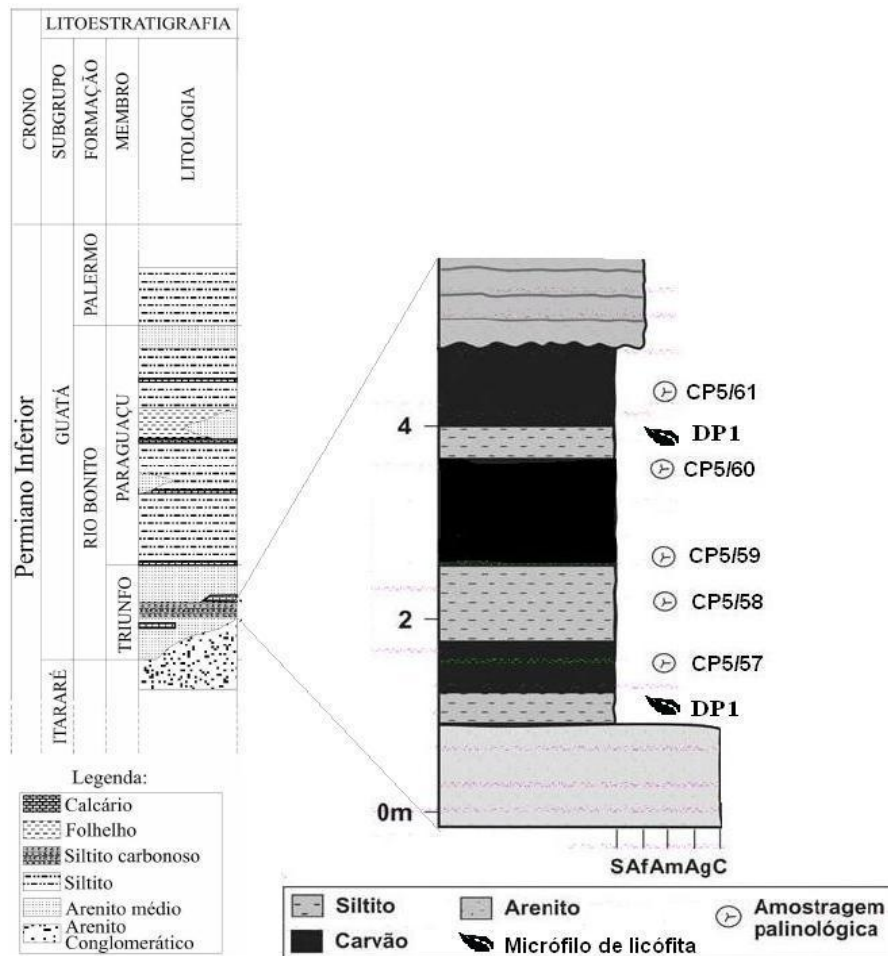
### **4.1 Análises bibliográfica**

O trabalho consistiu da pesquisa bibliografia específica, tanto para o conteúdo paleontológico quanto para a geologia com fins de estruturação do tema proposto. Progressivamente buscou-se na literatura conhecimentos sobre palinologia, taxonomia de licófitas e eventos geológicos relacionados ao Eopermiano na Bacia do Paraná e bacias correlatas. Cabe ressaltar que a utilização da literatura especializada ocorreu ao longo de todo o trabalho, seja para paleopalinologia, bioestratigrafia e discussão dos resultados.

### **4.2 Trabalhos de campo**

A coleta das amostras estudadas realizou-se na Mina 07 e no seu rejeito, em trabalho de campo coordenado pela Profa. Dra. Fresia Ricardi-Branco, nos anos de 2010, 2012 e 2013. Todas as amostras analisadas, tanto para os estudos de microfósseis (microfilos) como de microfósseis (palinomorfos) foram numeradas, embaladas e incluídas no Acervo de Paleontologia no Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Foram coletadas 5 amostras, cada uma relacionada a um nível estratigráfico para os estudos de palinologia, estas encontram-se na Coleção de Palinologia CP5 baixo os números 57, 58, 59, 60 e 61.

As amostras contendo microfósseis encontram-se na Coleção de Paleobotânica (CP1) baixo os números 133 e 564 à 568. O perfil litoestratigráfico com a indicação dos níveis amostrados é apresentado na figura 2.



**Figura 2:** Coluna estratigráfica e perfil do afloramento, com indicação dos níveis amostrados. Modificado e adaptado de Mori e Souza, (2010).

### 4.3 Trabalhos de Laboratório

#### Palinomorfos

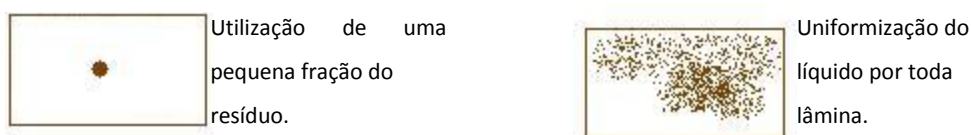
A primeira etapa no processamento das amostras para separação do resíduo palinológico consistiu no tratamento das amostras de carvão e siltito no Laboratório de Paleontologia e Hidrogeologia (IGe/UNICAMP), utilizando o método proposto por Bruch e Pross (1999), específico para amostras de sedimentos orgânicos (lignitos), descrito a seguir:

- aplicação de 100 ml de HNO (concentração 30%), até o material ser parcialmente desintegrado ou facilmente quebrável;
- aplicação de água destilada, durante 24 horas;
- lavagem do resíduo com água destilada por diversas vezes;

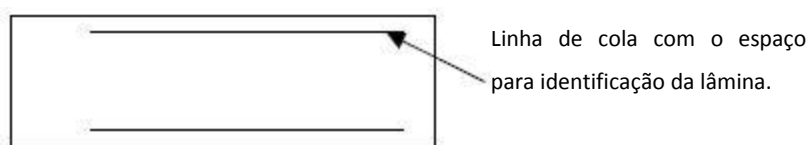
-aplicação de KOH (concentração 10%), até que o líquido adquira uma coloração amarronzada;

-aplicação de água destilada e lavagem do resíduo, até que a água da lavagem adquira coloração clara.

Ao fim do processo, o resíduo foi peneirado na fração 25 e 250 um e armazenado em recipientes de vidro de 10ml. Com o material foram preparadas as lamínulas, através da homogeneização do resíduo dos recipientes, coleta de uma pequena fração e uniformização do líquido em goma sintética (*Cellosize*) na lamínula.



Após a secagem, foram desenhadas duas linhas de cola *Entellan* nas lâminas de vidro, para posterior colagem das lamínulas, de modo a não proporcionar a formação de bolhas de ar entre a lâmina e lamínula.



Para cada nível foram confeccionadas 3 lâminas. Todas as lâminas são referenciadas na tabela 1.

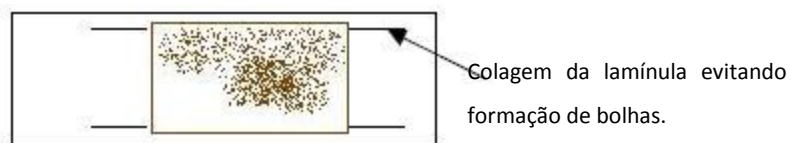


Tabela 1: Organização das amostras coletadas em campo, seus respectivos números de laboratório e números das lâminas preparadas.

Amostra	Nº de laboratório	Lâminas
Camada inferior de carvão	CP5/57	CP5/57A; CP5/57B; CP5/57C
Camada de siltito carbonoso	CP5/58	CP5/58A; CP5/58B; CP5/58C
Base da camada intermediária de carvão	CP5/59	CP5/59A; CP5/59B; CP5/59C
Topo da camada intermediária de carvão	CP5/60	CP5/60A; CP5/60B; CP5/60C
Camada superior de carvão	CP5/61	CP5/61A; CP5/61B; CP5/61C

A leitura das laminas foi realizada no microscópio biológico Zeiss, Axio Imager A1 com o aumento de 1000x utilizando óleo de imersão. Todos os palinomorfos encontrados foram fotografados, incluindo polens, esporos, cutículas dispersas, fragmentos de lignificados, etc. Com a finalização da leitura, para cada nível, os palinomorfos foram sistematicamente agrupados através de suas morfologias semelhantes (escultura, formato, marca trilete). A partir das características básicas, medições, descrição e comparação com a literatura especializada os palinomorfos foram determinados.

### Micrófilos de licófitas

Os microfósseis estudados tratam-se de compressões de micrófilos de licófitas preservados frontalmente ou longitudinalmente em siltitos carbonosos. Com a finalidade de estudar a morfologia externa e seção transversal dos microfílos foram confeccionadas lâminas delgadas, estas e as respectivas amostras encontram-se relacionadas na tabela 2.

**Tabela 2:** Organização das amostras coletadas em campo e suas respectivas lâminas petrográficas

Amostra	Lâmina
CP1/564	DP1/ 564
CP1/565	DP1/ 565
CP1/566	DP1/ 566
CP1/567	DP1/ 567
CP1/568	DP1/ 568
CP1/133	DP1/133

Exemplares de microfílos no siltito foram analisados em microscópio estereoscópio Zeiss Stemi DV4 (aumento de 8 a 32 x) e fotografados pela câmera acoplada AXIO CAM. Também foram realizadas fotografias com a câmera CANON EOS T3 com lente Macro.

O último método do trabalho consistiu em análises por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para complementar a descrição da anatomia dos microfílos presentes nas lâminas delgadas. Primeiramente a lâmina foi limpa com acetona para

remover resíduos. Posteriormente, com as lâminas prontas, iniciou-se a varredura digital, controlada por meio do software Labbok, desenvolvido pela Carl Zeiss localizado no Laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Geociências da UNICAMP

Neste trabalho foi utilizado o detector de elétrons retroespalhados, que dá ênfase nas diferenças composicionais para adquirir as imagens e o detector de elétrons secundários, cujo sinal reflete melhor o relevo superficial fornecendo imagens para estudos de caracterização morfológica. A figura 3 detalha as estruturas do MEV.

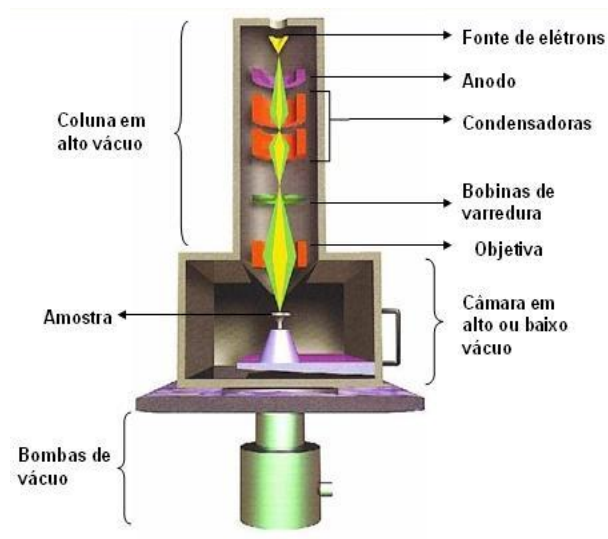


Figura 3: Desenho esquemático da coluna do MEV (disponível em: <http://fap.if.usp.br/~lff/mev.htm>)

## 5. Contexto geológico

### 5.1 A Bacia do Paraná

A região estudada situa-se no contexto estratigráfico da Bacia do Paraná (Figura 4), uma bacia intracratônica de extensão regional sul, sudeste, centro oeste brasileiro e porções do Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai.

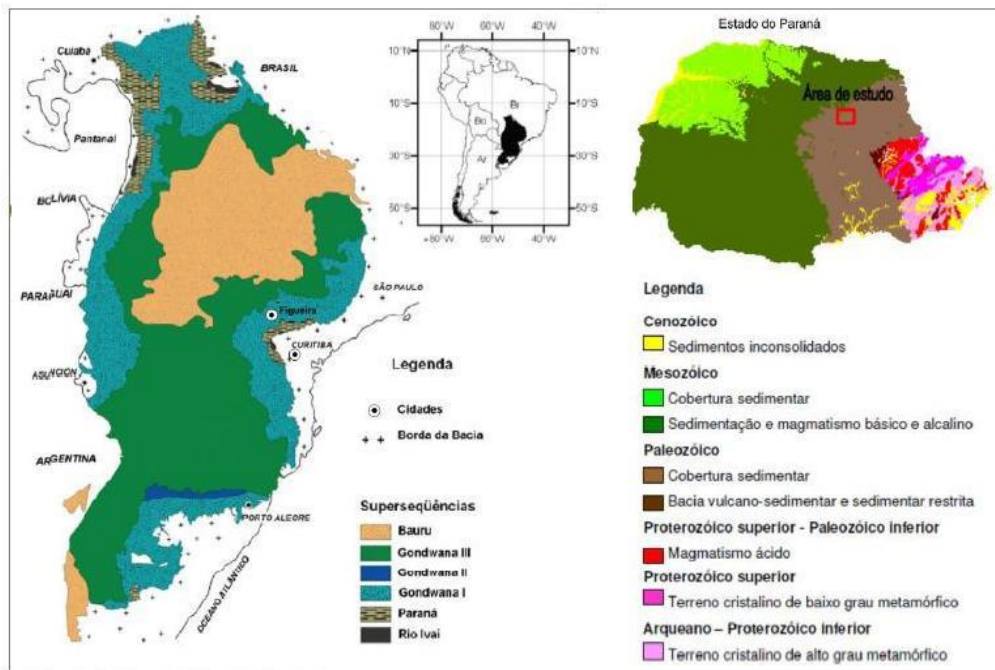


Figura 4: Compartimentos geológicos do Estado do Paraná e disposição das Superseqüências dentro da Bacia do Paraná. Modificado adaptado de Campaner (2005).

Durante o Fanezóico a dinâmica colisional da borda leste do Gondwana com o Panthalassa, gerou uma série de episódios orogênicos (Ramos *et al*, 1986). A análise integrada da subsidência da bacia, confrontada as grandes orogêneses, revelou a relação da criação de espaços deposicionais com os referidos episódios (Milani *et al*, 2007). Outra proposta para a evolução da Bacia do Paraná, foi realizada por Zalán *et al*, (1990), a qual a contração térmica que sucedeu os fenômenos tectonomagmáticos do Ciclo Brasileiro seria um importante mecanismo ligado à implantação da sinéclise da Bacia do Paraná.

Assim, neste tópico, apresenta-se uma síntese evolutiva da bacia, embasada em uma revisão bibliográfica de aspectos descritos por Milani *et al*, (2007), que organizou



os eventos geológicos em grupos denominados Megassequências de acordo com intervalo de tempo ao qual são relacionados.

**I) Megassequência Rio Avaí:** o primeiro ciclo de sedimentação fanerozóica, está depositado sobre o embasamento cratônico consolidado após os fenômenos da Orogenia Brasiliana (Almeida e Hasui, et al. 1984). Durante o Ordoviciano zonas de fraquezas foram reativadas sob o campo compressional da borda continental devido a Orogenia Oclóyca (Ramos *et al.*, 1986) estabelecendo assim, o espaço de acomodação sedimentar. Três unidades compõem o Grupo Rio Avaí: Formação Alta Garças, Formação Iapó e Formação Vila Maria (Assine *et al.*, 1994). Acredita-se que o ambiente deposicional seja predominantemente marinho.

**II) Supersequência Paraná:** esta supersequência devoniana se sobrepõe aos estratos Ordovicianos-Silurianos do Grupo Rio-Avaí ou diretamente sobre os litotipos do embasamento. Um expressivo hiato Devoniano é atribuído primordialmente a fatores tectônicos ligados à Orogenia Herciniana (Zalán, 1991; López-Gamundí e Rossello, 1993). Contudo, a paleoposição em altas latitudes da placa gondwânica durante o Devoniano terminal e Eocarbonífero (Caputo e Crowell, 1985; Caputo et al. 2008), possibilitou o desenvolvimento de calotas de gelo em áreas próximas e também sobre parte da Bacia do Paraná, provavelmente rebaixando o nível do mar. Tais condições explicariam a atual inexistência de um registro Mississipiano na bacia. É consensual a divisão do Grupo Paraná, em formações Furnas e Ponta Grossa. A Supersequência Paraná representa o segundo ciclo Regressivo- Transgressivo da Bacia.

**III) Supersequência Gondwana I:** registra uma ampla variedade de ambientes deposicionais, começando com uma sedimentação glacial Neocaobonífera e evoluindo para um amplo e árido domínio de campos de dunas eólicas no interior do continente no início do Mesozóico, ou seja, representa um ciclo transgressivo-regressivo completo, fruto da invasão e posterior saída do Panthalassa sobre o interior do Gondwana. Esta unidade estratigráfica é subdividida em Grupo Itararé, Formação Aquidauana, Grupo Guatá, Grupo Passa Dois, Formação Pirambóia e Formação Sanga Cabral, que em escala temporal posicionam-se no Carbonífero até o Permiano.

Inicialmente no Grupo Itararé e Formação Aquidauana a sedimentação glaciogênica é predominante (Rocha-Campos, 1967), com a migração do Gondwana para norte e a conseqüente transgressão Permiana (Lavina e Lopes, 1986), inicia-se o degelo e a deposição do pacote pós-glacial representado pelo Grupo Guatá. Em sua

base encontra-se a Formação Rio Bonito formada em ambiente de frente deltaica (Northfleet et al., 1969). O Grupo Passa Dois documenta um momento singular da evolução da Bacia, pois na Formação Irati uma efetiva restrição à circulação de águas entre a sinéclise e o oceano Panthalassa culminou por desenvolver um contexto ambiental hipersalino na bacia interior. Sob tais condições, acumularam-se carbonatos e evaporitos na porção norte, e folhelhos betuminosos na porção sul (Milani *et al.*, 2007). As Formações Pirambóia e Sanga Cabral do topo da sequência apresentam depósitos continentais fluviais e eólicos, desta forma o caráter de bacia intracratônica vai então paulatinamente sendo assumido, e a bacia acaba sendo aprisionada no árido interior continental do Gondwana mesozóico.

**IV) Supersequência Gondwana II e III:** A chegada do Triássico assistiu a uma distensão generalizada na porção sul do paleocontinente Gondwana (Uliana e Biddle, 1988). O conteúdo fossilífero desses estratos, na forma de uma importante associação de vertebrados, possui grande identidade com a paleofauna presente em seções sedimentares da Argentina e África do Sul (Barberena *et al.*, 1991). Segundo Milani *et al.*, (2007), o conjunto de atributos da Supersequência Gondwana II permite uma interpretação de que a subsidência meso-neotriássica da Bacia do Paraná poderia estar relacionada ao desenvolvimento de grábens distensivos assimétricos, acomodando-se a drenagem fluvial sobre a rampa flexural deste sistema, com mergulho regional do substrato para norte na porção gaúcha e para sul em uma calha uruguaia análoga, enquanto que os pelitos lacustres teriam se acumulado junto às porções mais subsidentes.

No Eocretáceo, a crosta terrestre foi submetida a um colossal fendilhamento, associado à magmatismo basáltico. Neste evento rompeu o megacontinente Gondwana e iniciou-se a evolução do oceano Atlântico Sul. A Supersequência Gondwana III está contextualizada segundo Milani *et al.*, (2007), neste evento, e compreende o intervalo do registro estratigráfico da Bacia do Paraná em que se posicionam os litotipos eólicos da Formação Botucatu e os basaltos da Formação Serra Geral.

**V) Supersequência Bauru:** formada pelos grupos crono-correlatos Caiuá e Bauru (passagem lateral gradual e interdigitada), além de rochas vulcânicas alcalinas intercaladas, os Analcimitos Taiúva (Fernandes e Coimbra 2000). A sedimentação na Bacia Bauru ocorreu em condições semi-áridas, úmidas nas margens e desérticas no interior da bacia, predominando depósitos de leques aluviais e sistemas fluviais

entrelaçados distributários. Durante sua deposição houve dois períodos de maior intensidade de eventos intrusivos de natureza alcalina: 87-80 Ma e 70- 60 Ma (Almeida e Melo, 1981). Seu registro é caracterizado por corpos intrusivos que pontuam as molduras da bacia, mais freqüentes nas bordas setentrionais. No interior da bacia essa atividade ígnea foi registrada como sismitos em pacotes sedimentares, assim como na intensa silicificação de arenitos em áreas de intersecção de feições tectônicas regionais de direção SW-NE com o Arco de Ponta Grossa, na porção sul da bacia (Fernandes et al. 1993).

## **5.2 Formação Rio Bonito**

A Formação Rio Bonito foi subdividida por Schneider *et al.* (1974), em Membro Triunfo, Membro Paraguaçu e Membro Siderópolis, no entanto esta subdivisão é válida apenas nos estados do Paraná e Santa Catarina, a Formação não é dividida nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul devido a não identificação do Membro Paraguaçu. A Formação Rio Bonito segundo Holz *et al.*, (2010), se sobrepõe aos depósitos glaciomarinhas do Grupo Itararé, sendo caracterizada por litotipos como conglomerados, arenitos, pelitos e pelitos carbonosos associados ao carvão.

Os membros formaram-se em ambientes sedimentares distintos sendo, o Membro Triunfo composto por arenitos costeiros e fluviais, Membro Paraguaçu por siltitos, argilitos e arenitos finos marinhos e o Membro Siderópolis por arenitos costeiros e fluviais (Iannuzzi, 2010).

As camadas de carvão localizam-se na porção meridional da Bacia do Paraná. Devido ao seu grande significado na geologia econômica da região Sul do País inspiraram diversos estudos com diferentes temas, principalmente nas cidades Bonito, Barro Branco, Candiota. Contudo, os depósitos, geralmente, são pouco espessos (menores que 0,5m) e lateralmente descontínuos. Segundo Holz, (1998) as camadas de carvão associam-se lateralmente a arenitos quartzosos e argilitos maciços ou laminados. As estruturas sedimentares presentes nos arenitos são estratificação cruzada, plano paralela, do tipo flaser e cruzada Hummocky. A partir dessa associação de facies Holz (2003), propôs que o ambiente de deposição estaria relacionado ao modelo de ilha barreira (Figura 5), contextualizado dentro de um sistema fluvio-deltaico.

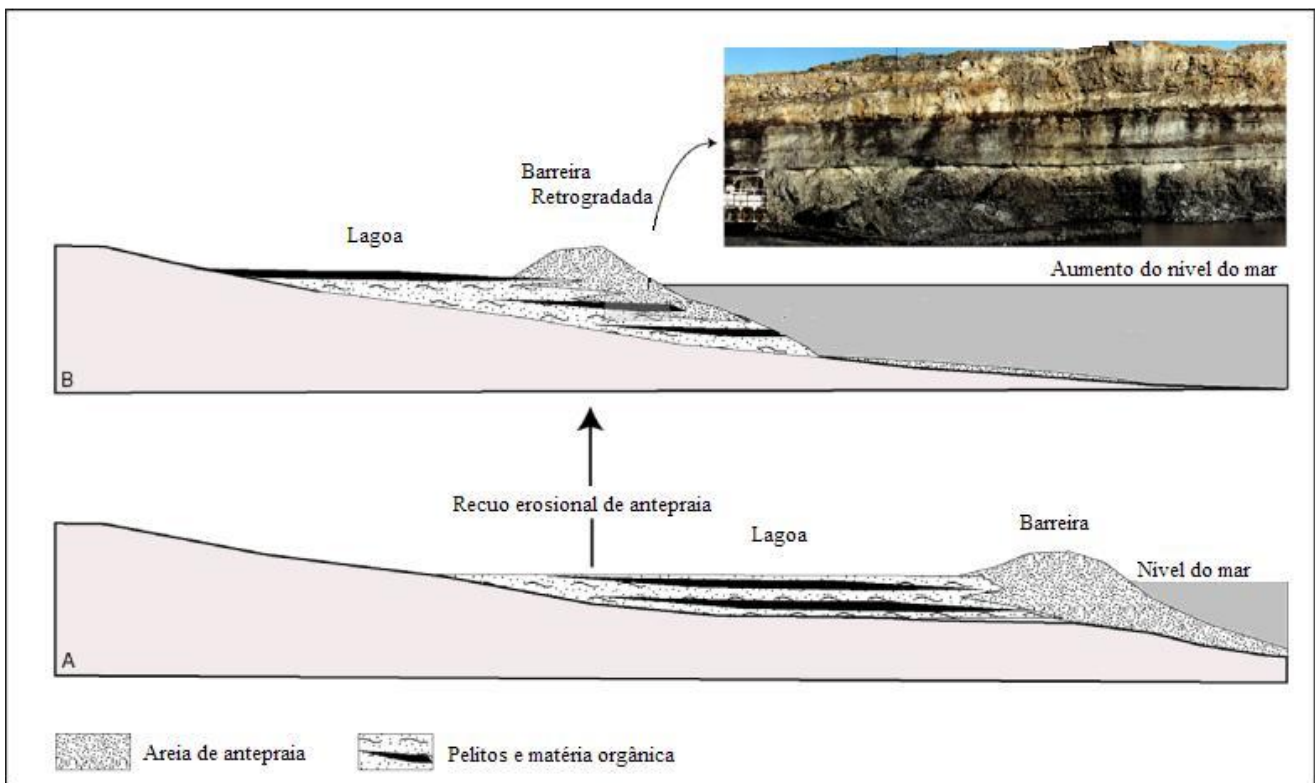


Figura 5: A - Regressão; B - Aumento do nível do mar, erosão dos depósitos de antepraia e deposição de areia sobre os depósitos de turfa. Retirado de Holz, 2010.

Alguns autores elaboraram teorias mais amplas relacionando a gênese da formação com a evolução da bacia, entre eles, vale a pena citar: Milani (1997), domínio de sedimentação costeira, transicional, progressivamente afogado no seu topo pela subida do mar e pontuado por progradações arenosas do continente segundo ciclos de mais alta frequência, configurando uma clara tendência de expansão da superfície da bacia; Zalán *et al.*, (1990 e 1991), deposição de lobos deltaicos, influenciada pelo comportamento tectônico dos elementos estruturais de direção NE (zona de falhas de Lacinha-Cubatão) e Santos *et al.*, (1996) mudanças isostáticas na margem leste da bacia, que acompanharam o retrocesso das geleiras com o fim da glaciação permo-carbonífera, influenciaram a deposição da formação.

Estudos detalhados sobre estratigrafia de sequencia na Formação Rio Bonito realizados por Holz (1999, 2003) e Holz *et al.*, (2006), no Rio grande do Sul e em Santa Catarina, indicam que a Formação engloba duas sequencias deposicionais delimitas por limites de sequencias. O primeiro limite (SB3) separa os arenitos e argilitos glaciais marinhos do Grupo Itararé dos arenitos fluviais deltaicos da Formação Rio Bonito (França, 1993; Alves and Ade, 1996; Holz, 1997; Milani *et al.*, 1998). O segundo (SB4) encontra-se no topo da Formação Rio Bonito entre os depósitos marinhos do Membro Paraguaçu e os depósitos fluvio-costeiros do Membro Siderópolis.

Guerra-Sommer *et al.*, (2008) dataram em dois lugares distintos Tonstein intercalados a camadas de carvão. Para a região carbonífera de Candiota (RS) chegaram a idade de  $288.4 \pm 2.6$  Ma e  $293 \pm 3.5$  Ma (U/Pb) (Eosakmariano). No município de Arroio dos Ratos (RS) dataram zircão em Tonstein de  $285.4 \pm 8.6$  Ma e  $288.76 \pm 1.4$  Ma. A partir dessas datações elaboraram um intervalo médio de  $290.6 \pm 1.5$  Ma, correspondente ao Sakmariano inicial. Recentemente trabalhos de datação em zircão utilizando SHRIMP obtiveram  $279,9 \pm 4.8$  Ma (Rocha-Campos *et al.*, 2007) para camadas da Formação Irati, posicionando esta unidade no Artinskiano tardio. Mori *et al.*, (2012) a partir da datação em zircões de um nível de tonstein aflorante em Candiota (RS), pelo método U-Pb LA-ICP-MS, chegaram a idade de  $281,4 \pm 3,4$  Ma colocando a porção superior da Formação Rio Bonito no Artinskiano inicial. Estes dados não entram em conflito com a idade obtida por Santos *et al.*, (2006) de  $278,4 \pm 2,2$  Ma para a Formação Irati posicionada estratigraficamente acima da Formação Rio Bonito. Desta forma, atualmente, o intervalo considerado para a Formação Rio Bonito posiciona-se entre o Sakmariano inicial até o Artinskiano inicial.

### **5.2.1 - Membro Triunfo**

O Membro Triunfo contém os níveis de carvão. Sua litologia é composta por arenitos de granulação fina à média, subordinadamente ocorrem camadas de siltitos, argilitos, folhelhos carbonosos e leitos de carvão. A facie de deposição predominante é fluvio-deltaico (Medeiros e Thomaz Filho, 1973). Os depósitos deste membro encontram-se bem desenvolvidos desde o sul de Santa Catarina até o nordeste do Paraná. Na região Sul, os sedimentos assentam-se sobre a Formação Rio do Sul (Grupo Itararé - Schneider *et al.*, 1974). Ao norte, no Paraná, o membro adelgaça-se e assenta-se diretamente sobre aquele que é considerado como o último diamictito do Grupo Itararé, para logo desaparecer por acunhamento no estado de São Paulo (Aborange e Lopes, 1986).

### **5.2.2 - Membro Paraguauçu**

Constituído essencialmente por siltitos cinza-esverdeados, bioturbados, por vezes laminados e carbonáticos, com intercalação de folhelho cinza e arenitos muito finos a finos e lenticulares (Medeiros e Thomaz Filho, 1973). Este membro pode ser considerado como produto de uma sedimentação em um ambiente marinho raso,

resultante de um evento transgressivo que alcançou grandes extensões na bacia e que cobriu as últimas progradações deltaicas do Membro Triunfo (Medeiros, 1993).

### **5.2.3 - Membro Siderópolis**

Constituído essencialmente por arenitos com intercalações de camadas de siltito cinza, leitos e camadas de carvão e siltitos carbonosos. Segundo os autores Aborraga & Lopes (1986) este membro foi depositado em um ambiente litorâneo que progradou sobre a sequência marinha do Membro Paraguaçu. Este membro não foi descrito na região de Figueira (Soares e Cava, 1982).

### **5.3 Caracterização do carvão de Figueira**

A jazida de Figueira representa cerca de 1% das reservas medidas no Brasil, sendo considerada uma jazida de pequeno porte e o carvão como energético médio (Borba, 1989). Algumas características dos carvões de Figueira (Soares e Cava, 1982; Aborraga e Yamamoto, 1982; Lenz e Ramos, 1985) estão descritas abaixo:

- pequena espessura, raramente superior a um metro, e descontinuidade lateral;
- alto teor de enxofre (8%), o que denota a influência marinha na sua diagênese (McCabe, 1984) e que qualifica esse carvão como minério de enxofre;
- predominância alternada de vitrênio e durênio, com intercalação de folhelho carbonoso, por vezes piritizado;
- pode ser classificado como carvão betuminoso alto volátil, que nas proximidades de intrusões magmáticas se eleva até semi-antracitoso;
- carvão autóctone e/ou hipoautóctone caracterizado pela presença frequente de paleossolos abaixo da camada de carvão (lapa), contendo raízes.

## 6. Palinostratigrafia das Formações Permianas

A palinologia mostra-se um importante método tanto no âmbito da bioestratigrafia, quanto para o entendimento da paleoflora. Diversos autores (Daemon & Quadros, 1970; Saad, 1977; Arai, 1980; Sundaram, 1980; Marques-Toigo 1988, 1991; Souza, 2000, 2006 e Mori *et al*, 2012) utilizam-se dessa ferramenta para compor zoneamentos que possibilitam correlações palinofossilíferas diversas. Para uma contextualização palinoestratigráfica na porção permiana da Bacia do Paraná alguns zoneamentos serão descritos abaixo, a escolha de tais publicações levaram em conta a abrangência geográfica, amostragem estratigráfica e estudos relacionáveis com a Formação Rio Bonito, uma vez que esta é de extrema relevância para o presente trabalho, pois todos os exemplares fósseis estudados foram relacionados a ela.

Daemon & Quadros (1970) *apud* Longhim (2007) a partir de amostras de poços e afloramentos localizados nos estados do sul da Bacia do Paraná, englobando desde Grupo Itararé até a Formação Teresina, descreveram polens monossacados, bissacados, monoletes e monocolpados estabelecendo uma divisão para o Paleozóico Superior em intervalos e subintervalos denominados G, H, I, J, K e L. Posteriormente, Daemom (1981), através da comparação entre as espécies guias e outras correlatas em regiões distintas do globo organizou os intervalos estabelecidos com a geocronologia, de forma que o intervalo G equivale ao Carbonífero Superior, H ao Sakmariano/Artinskiano, I e J ao Kunguriano, K e L ao Kazaniano.

Com base em análises quantitativas e qualitativas de polens, algas e esporos provenientes de amostras coletadas no Estado de São Paulo, Saad (1977), estabeleceu as assembleias Microflora I, II e III relacionadas respectivamente às porções inferior, intermediária e superior do então denominado Sub Grupo Itararé, atualmente Grupo Itararé. As assembleias foram diferenciadas devido à progressiva diminuição na quantidade de esporos, aumento na quantidade de polens e determinados gêneros restritos a uma das Microfloras.

Arai (1980 *apud* Souza, 2000) reconheceu 42 gêneros de esporos em amostras neopaleozóicas da Bacia do Paraná, propondo uma divisão em seis unidades diferenciadas, sendo elas Pré-Striatiti, Protohaploxypinus, Vittatina II e Vittatina I, Striatiti Superior e Lueckisporites, baseadas no aumento de polens teniados e decréscimo de esporos triletes sucessivamente.

A partir de amostras coletadas no estado de São Paulo, do Grupo Itararé, e nos estados do Paraná e Santa Catarina, da Formação Rio Bonito, duas assembléias palinológicas distintas foram propostas por Sundaram (1980 apud Souza, 2000): Palizona A composta por esporos triletes (70%-80%) e polens monossacados (20%); Palizona B composta por polens bissacados (60%-65%) e esporos triletes (20%).

Souza (2000) propôs dois novos zoneamentos com base nas assembléias palinológicas observadas em amostras coletadas na borda nordeste da Bacia do Paraná referentes à parte intermediária e inferior do Grupo Itararé. Para a Zona *Ahrensisporites cristatus* de idade Westfaliana, o autor descreveu polens monossacados de simetria radial ou bilateral e esporos triletes. Para a Zona *Potonieisporites neglectus* posicionada no intervalo Westfaliano-Stephaniano, destacou a presença de novas espécies *Crucisaccites monoletus* e *Scheuringipollenites maximus*.

Posteriormente Souza e Marques-Toigo (2003, 2005 apud Mori e Souza, 2010) integram seus biozoneamentos e modificaram o nome da Zona *Potonieisporites neglectus* para *Crusaccites monoletus*, devido a uma espécie que marca os limites inferior e superior da biozona. De acordo com eles a sucessão neopaleozóica da Bacia do Paraná compreende quatro zonas de intervalo, nomeadas da seguinte forma: zonas *Ahrensisporites cristatus* (ZAc), *Crucisaccites monoletus* (ZCm), *Vittatina costabilis* (ZVc) e *Lueckisporites virkkiae* (Zlv). Dos níveis basais até o topo da Formação Rio Bonito o zoneamento proposto é a ZVc. Esta zona é dividida em duas unidades, Subzona *Protohaploxypinus goraiensis*, a qual é reconhecida também nas camadas de carvão, e na Subzona *Hamiapollenites karroensis*, definida principalmente pela restrição da espécie que nomeia a unidade e pelo primeiro aparecimento das espécies *Striatopodocarpites fusus* e *Staurosaccites cordubensis*. Neregato, (2007) e Neregato *et al.*, (2008 apud Mori *et al.*, 2011) reconheceram a partir de assembleias palinológicas na Formação Rio dos Rastos a Zlv, desta forma a relacionaram com topo da Formação Rio Bonito até a Base da Formação Rio do Rasto.

Recentemente, Mori *et al.*, (2011), analisaram uma secção com oito níveis distintos (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8), entre a Formação Rio Bonito e Palermo, no Estado do Rio Grande do Sul. A partir das análises das assembléias palinomórficas contidas nas amostras, relacionaram C1/C2 a Zvc e C4 à C8 a Zlv, embasados nas delimitações de Souza e Marques Toigo (2003, 2005) e Souza, (2006). No entanto, colocaram a necessidade de aprimoramentos e considerações sobre os biozoneamentos



aceitos atualmente. A presença de espécies restritas a Zvc (*Converrucosisporites confluens*, *Granulatisporites autoamericanus*, *Hamiapollenites fusiformis*, *Illinites unicus* e *Protohaploxypinus goraiensis*) juntamente com espécies que marcam o início da Zvl (*Lueckisporites virkkiae* e *Weylandites lucifer*), mostrou a necessidade de ampliar verticalmente a existência das espécies restritas a Zvc para níveis superiores e/ou espécies que delimitam a base de Zlv ter registro mais baixo. Os autores consideraram que esse comportamento das assembléias pode estar relacionado a uma faixa de transição palinoestratigráfica, porém julgaram a necessidade de novos estudos. Na figura 6 são apresentados os zoneamentos de maior relevância para este trabalho, conforme as proposições de cada autor (s) e suas correlações.

Daemon e Quadros (1970)		Marques-Toigo (1988, 1991)		Souza e Marques-Toigo (2001,2003), Souza (2006), Neregato et. al., (2008)	
L	L <sub>3</sub>	Lueckisporites virkkiae Interval Zone		Lueckisporites virkkiae Interval Zone	
	L <sub>2</sub>				
	L <sub>1</sub>				
K		Cannanoropollis korbaensis Interval Zone		Vittatina costabilis Interval Zone	
J					
I	I <sub>2</sub> +I <sub>3</sub> +I <sub>4</sub>				
	I <sub>1</sub>	Caheniasaccites ovatus Subzone	Protohaploxypinus goraiensis Subzone		
H	H <sub>3</sub>	Protohaploxy-pinus goraiensis Subzone		Crucisaccites monoletus Interval Zone	
	H <sub>2</sub>				
	H <sub>1</sub>				
G				Ahrensisporites cristatus Interval Zone	

Figura 6: Correlação das principais palinozonas do Paleozóico Superior da Bacia do Paraná. Adaptado e modificado de Souza *et al.*, (2003).

## 7. Paleoflora

Vários trabalhos de cunho paleobotânico foram realizados na Formação Rio Bonito, principalmente devido à presença do carvão. Morrone e Daemon (1985) e Della Favera *et al.*, (1993) relacionam a gênese dos depósitos de turfa a extensos pântanos protegidos por barreiras.

Este tópico desenvolve uma breve síntese sobre a Paleoflora de Figueira, com foco nos macrofósseis de licófitas, objeto de estudo do presente trabalho.

A Flora de Figueira é composta principalmente por abundantes folhas de pecopterídeas (*Pecopteris spp.*, *Asterotheca derbyi*), folhas, caules e sementes (*Sphenophyllum brasiliensis*, *Annularia spp.*), caules e microfósseis de licófitas (*Brasilodendron sp.*), folhas de coníferas (*Paranocladus spp.*, *Buriadiafigueirensis*), folhas de glossopterídeas (*Glossopteris spp.*, *Gangamopteris obovata*), Read (1941) e Ricardi-Branco and Rösler (2004).

De acordo com Ricardi-Branco e Rösler (2004), existem pelo menos três comunidades vegetais diferenciadas preservadas nos siltitos carbonosos de Figueira: I – Comunidade Vegetal de Pântano composta por elementos autóctones (Licófitas da espécie *Brasilodendron* e megasporos *Lagenosporites*). Samambaias e Esfenófitas aparecem de forma secundária. A comunidade é marcada pela baixa diversidade de espécies; II – Comunidade de Planície de Inundação formada por elementos parautóctones, (esfenófitas da espécie *Sphenophyllum brasiliensis*), samambaias das espécies *Sphenopteris* e *Pecopteris* e glossopterídeas da espécie *Glossopteris communis*; III – Comunidade Vegetal de Terrenos Elevados composta por plantas alóctones (*Paranocladus* e *Buriadia*). As *Paranocladus* foram associadas a ambientes aluviais, as *Buriadia* a ambientes longe da costa. As teorias a cerca do habitat das plantas preservadas nos siltitos foram realizadas com base na sua abundância relativa e partes preservadas nas amostras (Ricardi-Branco e Rösler, 2004).

Os siltitos carbonosos e camadas de carvão que contém os fósseis citados acima pertencem ao Membro Triunfo (Della Favera *et al.*; 1993, Ricardi-Branco and Ricardi, 2003, Ricardi-Branco e Rösler, 2004). Este trabalho corrobora com esse posicionamento.

A Flora de Figueira tem a idade atribuída entre o intervalo Sakmariano-Artinskiano devido a sua associação com a Zona *Vittatina costabilis* (Holz *et al.*, 2010).

Em relação às licófitas, são plantas vasculares sem sementes representantes de uma linha evolutiva que se estende desde o Devoniano até os dias atuais. Os depósitos de carvão carboníferos e permianos são formados predominantemente por plantas dessa ordem. As ordens atuais de licofitas constituem-se de ervas, porém as ordens extintas incluíam árvores de grande e pequeno porte. Uma característica marcante dessas plantas são as folhas denominadas de microfilos.

De acordo com Ricardi-Branco e Ricardi (2003), as duas espécies de licofitas descritas na Bacia do Paraná são: *Brasilodendron pedroanum* Chalner *et al.* e *Lycopodiopsis derbyi* Renault. A primeira foi definida a partir de compressões-impressões, enquanto *Lycopodiopsis derbyi* foram descritas a partir de exemplares permineralizados.

Entre os trabalhos de importância significativa de descrição dessas espécies estão Jasper & Guerra-Sommer, (1998), Alarcon, (1998) e Bernardes-de-Oliveira & Alarcon, (1999). O trabalho de Ricardi-Branco *et al.*, (2002) apresenta um estudo sistemático de uma grande quantidade de megasporos, este como tantos outros trabalhos corroboram com a constatação da baixa diversidade das espécies da Flora de Figueira (Oliveira, 1927; Read, 1941; Rösler, 1972).

Anderson & Anderson (1985) afirmam que as licófitas e pteridófitas são dominantes após a fase de glaciação e Dimichele & Phillips (1985) descreveram algumas espécies de licófitas como pioneiras. Desta forma, Ricardi-Branco e Ricardi (2003), concluíram que a presença de fósseis dessas plantas pode servir como indicativo de melhorias nas condições paleoambientais e de paleoclima.

## **8. Resultados**

### **8.1 Palinologia**

#### **8.1.1 Composição do conjunto paleontológico**

##### **ESPOROS**

###### **Esporos Triletes Lisos**

*Leiotriletes virkkii* Tiwari, 1965

*Punctatisporites gretenses* Ibrahim, 1933

*Punctatisporites lucidulus* Playford et Helby, 1968

*Dictyophyllidites* sp.

###### **Esporos Triletes Retusóides**

*Retusotriletes* sp.

###### **Esporos Triletes Ornamentados**

*Granulatisporites triconvexus* Staplin, 1960

*Cyclogranisporites* sp.

###### **Esporos Triletes Cingulicavados**

*Lundbladispora riobonitensis* (Marques-Toigo et Pons) Marques-Toigo et Picarelli, 1984

*Cristatisporites* sp.

##### **GRÃOS DE PÓLEN**

###### **Grãos de pólen monocolpado**

*Cycadopites* sp.

###### **Grãos de pólen monossacado**

*Distriomonosaccites* sp.

*Divarisaccus* sp.

###### **Grãos de pólen bissacado teniado**

*Illinites unicus* (Kosanke) Jansonius e Hills 1976

*Protohaploxylinus goraiensis* (Potonié et LeLe) Hart, 1964

*Protohaploxylinus limpidus* (Balme et Hennely) Balme et Playford, 1967

###### **Grãos de pólen poliplicados**

*Vittatina* sp.

###### **Megásporo**

*Lagenosporites* cf. *L. triumfensis* Arai and Rösler, 1984

### Alga

*Tetraporina punctata* (Tiwari & Navale) Kar & Bose, 1976

### Fungo

*Portalites gondwanensis* Nahuys, Alpern *et* Ybert 1968

#### **8.1.2 Descrição sistemática**

Para a descrição dos palinomorfos foram adotadas padronizações clássicas da palinologia, os agrupamentos seguiram a sistemática de Playford e Dettmann (1996). Os *taxa* foram agrupados por afinidade botânica (esporos, polens, algas e fungos) e por similaridade morfológica.

A morfologia dos palinomorfos (exina, marca trilete, escultura, abertura, formato do saci) e dimensões foram descritas e registradas. Posteriormente, para a determinação dos gêneros e espécies, os *taxa* já registrados em publicações foram revisados. Desta forma, o conjunto de informações registradas foi comparado com as descrições originais, evitando assim, a multiplicação de *taxa*. A diagnose final foi estabelecida a partir da descrição, mantendo sempre a sistemática e conteúdo dos trabalhos originais de proposição das espécies. Quando ausentes na literatura, foram acrescentadas algumas características, como medidas e aspectos de detalhe, com a finalidade de especificar o conjunto palinológico estudado.

A distribuição estratigráfica foi mensurada a partir de registros prévios da Bacia do Paraná, com base na literatura específica mais recente (Souza, 2000; Longhim, 2003; Smaniotto *et al.*, 2006; Penney e Stephenson, 2008; Mori e Souza, 2010). As imagens dos *taxa* descritos encontram-se nos anexos, estampas I e II.

Anteturma PROXIMEGERMINANTES Potonié, 1970

Turma TRILETES (Reinsch) Dettmann, 1963

Suprasubturma ACAVATITRILETES (Lüder) Dettmann, 1963

Subturma AZONOTRILETES (Lüder) Dettmann, 1963

Infraturma LAEVIGATI (Bennie & Kidston) Potonié, 1970

**Gênero *Leiotriletes* (Naumova) Potonié *et* Kremp, 1956**

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

**Afinidade botânica:** Pteridophyta-Filicopsida

***Leiotriletes virkkii* Tiwari, 1965**

Estampa I, Figura 1

**Descrição:** Esporo radial trilete, isopolar, contorno equatorial triangular, lados retos, levemente convexos a ângulos arredondados. Raio da marca trilete retos e finos. Exina fina e lisa.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 36-40  $\mu\text{m}$  (2 espécimes)

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Marques-Toigo 1988; Mori e Souza, 2010).

**Gênero *Punctatisporites* (Ibrahim) Potonié et Kremp, 1954**

**Espécie-tipo:** *Punctatidporites punctatus* Ibrahim, 1933

**Afinidade botânica:** PTERIDOPHYTA-FILICOPSIDA

***Punctatisporites gretensis* Balme et Hennelly, 1956**

Estampa I, Figura 2

**Descrição:** Esporo radial trilete, isopolar, contorno equatorial circular a sub-circular, margem lisa. Raio da marca trilete retos, levemente sinuosos e acompanhado por lábios. Exina fina e lisa.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 50-60  $\mu\text{m}$  (2 espécimes)

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Marques-Toigo 1988; Piccoli *et al.*, 1991).

***Punctatisporites lucidulus* Playford et Helby, 1968**

Estampa I, Figura 3

**Descrição:** Esporo radial trilete, isopolar, contorno equatorial circular a sub-circular. Raio da marca trilete retos, alcançando 4/5-5/5 do raio total, acompanhado por lábios. Exina fina, com fina e densa intragranulação.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 32-35  $\mu\text{m}$  (5 espécimes)

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Marques-Toigo, 1988)

**Gênero *Dictyophyllidites* (COUPER, 1958) DETTMANN, 1963.**

***Dictyophyllidites* sp.**

Estampa I, Figura 4

**Descrição:** Esporo radial trilete, isopolar, contorno equatorial triangular. Raio da marca trilete retos, alcançando 3/5 do raio total, com estruturas bordais em todo a sua extensão. Exina fina e lisa.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 30-40 µm (8 espécimes)

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Souza, *et al.*; 2003)

Infraturma *RETUSOTRILETI* Strel, 1964

**Gênero *Retusotriletes* (Naumova) Strel, 1964**

**Espécie-tipo:** *Retusotriletes simplex* Naumova, 1953.

**Afinidade botânica:** PTERIDOPHYTA-PSILOPSIDA

*Retusotriletes sp.*

Estampa I, Figura 5

**Descrição:** Esporo radial trilete; contorno equatorial circular a subcircular . Raios da marca trilete simples, alcançando até 3/5 da margem equatorial do espora. Área de contato escurecida na região equatorial. Exina fina e lisa.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 15-20µm (2 espécimes)

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Marques-Toigo, 1988; Mori e Souza, 2010)

Infraturma APICULATI (Bennie *et* Kidston) Potonié, 1956

Subinfraturma GRANULATI Dybová *et* Jachowicz, 1957

**Gênero *Granulatisporites* Ibrahim, 1933 *emend.* Potonié *et* Kremp, 1954**

**Espécie-tipo:** *Granulatisporites granulatus* Ibrahim, 1933.

**Afinidade botânica:** PTERIDOPHYTA-FILICOPSIDA

*Granulatisporites triconvexus* Staplin, 1960

Estampa I, Figura 6

**Descrição:** espora radial trilete; contorno equatorial triangular; lados convexos e ângulos arredondados, isopolar. Raios da marca trilete acompanhado de lábios espessos, levemente sinuosos, alcançando até pelo menos 4/5 do raio do espora. Exina fina, ornamentada distalmente por grânulos, distribuídos densamente.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 20µm (1 espécime), largura do lábios 3 mm.

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Burjack, 1978).

**Gênero** *Cyclogranisporites* **Ibrahim**

**Espécie-tipo:** *Cyclogranisporites leopoldi* (Kremp) **Potonié et Kremp, 1954**

**Afinidade botânica:** PTERIDOPHYTA-FILICOPSIDA

*Cyclogranisporites* **sp.**

Estampa I, Figura 7

**Descrição:** Esporo radial trilete; contorno equatorial circular. Raios da marca trilete retos e simples, alcançando até pelo menos 3/5 do raio do espora. Exina fina, densamente ornamentada.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 45-50 µm (2 espécime).

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Mori e Souza, 2010)

Suprasubturma LAMINATITRILETES Smith *et* Butterworth, 1967

Subturma ZONOLAMINATITRILETES Smith *et* Butterworth, 1967

Infraturma CINGULICAVATI Smith *et* Butterworth, 1967

**Gênero** *Lundbladispota* (Balme) **Playford, 1965**

**Espécie-tipo:** *Lundbladispota wilmotti* (Balme) Playford 1965.

**Afinidade botânica:** PPTERIDOPHYTA-LYCOPSIDA.

*Lundbladispota riobonitensis* (Marques-Toigo *et* Pons) Marques-Toigo *et* Picarelli,  
1984

Estampa I, Figura 8

**Descrição:** Esporo radial trilete, contorno equatorial subtriangular a triangular, com ângulos arredondados e lados ligeiramente côncavos, anisopolar. Raios da marca trilete finos e retos. Face proximal do corpo central menos escabrada; face distal do corpo central totalmente escabrada com aparência esponjosa. Cíngulo espessado, com projeções espiniformes, margem com elementos coniformes.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 40-60 µm (5 espécime).

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Marques-Toigo 1988; Mori e Souza, 2010).



**Gênero** *Cristatisporites* (Potonié et Kremp) Butterworth et al., 1964

**Espécie-tipo:** *Cristatisporites indignabundus* (Potonié et Kremp, 1954) Staplin et Jansonius, 1964.

**Afinidade botânica:** PTERIDOPHYTA-LYCOPSIDA

*Cristatisporites sp.*

Estampa I, Figura 9

**Descrição:** Esporo radial trilete, cavado, cingulado, contorno equatorial subcircular a subtriangular, ângulos amplamente arredondados. Raios da marca trilete finos alcançando a margem interna do cingulo. Corpo central fracamente delimitado. Exoexina densamente ornamentada por elementos espiniformes e alguns cones.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 45–60 µm (20 espécimes)

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Marques-Toigo, 1988; Mori e Souza, 2010).

Infraturma Triletesacciti Leschik, 1955

*Cycadopites sp.*

Estampa II, Figura 1

**Descrição:** grão de pólen monossacado, longitudinalmente alongado. Heteropolar e simetria bilateral. Exibe uma abertura bem definida (monocolpado). Corpo central contorno haploxilonóide a levemente diploxilonóide. Corpo central não distinto.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 30µm, (4 espécimes).

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Penney et al., 2008).

? *Distriomonosaccites sp.*

Estampa II, Figura 2

**Descrição:** grão de pólen monossacado, simetria radial, de contorno ovalado, presença de pregas radiais. Corpo central pouco diferenciado do saccus, fracamente definido.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 42 µm (1 espécime)

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Mori e Souza, 2010).

Infraturma VESICULOMONORADITI PANT, 1954

**Gênero *Divarisaccus* Venkatachala et Kar, 1966**

**Espécie-tipo:** *Divarisaccus lelei* Venkatachala et Kar, 1966.

**Afinidade botânica:** Sem referências

***Divarisaccus* sp.**

Estampa II, Figura 3

**Descrição:** grão de pólen monossacado, de contorno ovalado e margem ondulada, simetria bilateral, Corpo central elipsoidal, alongado longitudinalmente. Marca monolete não visível. Pregas contínuas, bilaterais e subparalelas, alongadas longitudinalmente, que ultrapassam o corpo central.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 80 µm (1 espécime).

Infraturma STRIATITI Pant, 1954

**Afinidade botânica:** Glossopteridophyta

***Illinites unicus* (Kosanke) Jansonius et Hills 1976**

Estampa II, Figura 4

**Descrição:** grão de pólen bissacado. Corpo central circular e tenias pouco visível. Sacci semi-circulares, maiores que o corpo central.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 70 µm (1 espécime).

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Smaniotto *et al.*, 2006; Mori e Souza, 2010).

**Gênero *Protohaploxypinus* Samoilovich emend. Hart, 1964**

**Espécie-tipo:** *Protohaploxypinus latissimus* (Lüber et Waltz) Samoilovich, 1953.

**Afinidade botânica:** PTERIDOSPERMALES

***Protohaploxypinus goraiensis* (Potonié et LeLe) Hart, 1964**

Estampa II, Figura 5

**Descrição:** grão de pólen bissacado, contorno haploxilonóide, ovalado, alongado longitudinalmente. Corpo central de contorno subcircular a ovalado; face proximal apresentando

8 a 10 tenias longitudinais. Marca monolete não visível. Raízes distais associadas a duas pregas semilunares no corpo central, transversais, delimitando cúpula.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 96 µm (1 espécime).

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Daemon e Quadros, 1970; Marques-Toigo, 1988).

*Protohaploxypinus limpidus* (Balme *et* Hennely) Balme *et* Playford, 1967

Estampa II, Figuras 6 e 7

**Descrição:** grão de pólen bissacado, contorno haploxilonóide a levemente diploxilonóide. Corpo central subovalado. Face proximal apresentando 4 a 7 tenias. Marca monolete não visível. *Sacci* semi-lanares, intrareticulados.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 60-70 µm (2 espécime).

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Marques-Toigo, 1988).

Turma Plicates Naumova e Pontinié, 1960

Subturma Costates Pontinié, 1970

Infraturma Costati, Jansonius, 1962

**Gênero *Vittatina* (Luber) Wilson, 1962**

**Espécie-tipo:** *Vittatina subsaccata* Samoilovich, 1953.

**Afinidade Botânica:** Coniferales; Pteridospermales-Gnetales

*Vittatina sp.*

Estampa II, Figura 8

**Descrição:** grão de polén poliplicado, ausência de ténias, simetria bilateral, isopolar, sem abertura.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 46 µm (1 espécime).

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Marques-Toigo, 1988).

Anteturma Megasporites Pant, 1962

Turma Triletes Reinsch emend. Potonié and Kremp, 1954

Suprasubturma Lagenotriletes Potonié and Kremp, 1957

Subturma Gulati Bharadwaj, 1957

**Gênero *Lagenosporites* Potonié and Kremp, 1955**

**Afinidade Botânica:** PTERIDOPHYTA-LYCOPSIDA

***Lagenisporites cf l. triumfensis* Arai and Rösler, 1984**

Estampa II, Figura 9

**Descrição:** Megásporos triletes gulados, arredondados a ovalados em compressões polares. Gula piramidal, ápice agudo. Raios triletes grossos retos. Cristas arcuadas bem marcadas, confluências dos raios triletes com as cristas arcuadas, marcadas por proeminências ou aurículas laterais, bem desenvolvidas.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 68 µm (5 espécimes).

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Marques-Toigo, 1988), (Ricardi-Branco, et al., 2002)

**Observação:** devido à preservação regular não possível distinguir a ornamentação, o tamanho do exemplar é menor que o tamanho médio dos descritos para a espécie, porem a morfologia, presença de gulas e cristas arcuadas permite correlacionar com a espécie, mas por essas razões é preferível classificar como confer

Classe SYGNEMAPHYCEAE

Ordem ZYGNEMATALES

Família ZYGNEMATACEAE [Kützing, 1898]

**Gênero *Tetraporina* (Naumova) Naumova emend. Lündgren, 1980**

**Espécie-tipo:** *Tetraporina antiquua* Naumova, 1950.

***Tetraporina punctata* (Tiwari et Navale) Kar & Bose, 1976**

Estampa II, Figura 12

**Descrição:** alete; contorno retangular com ângulos amplamente arredondados; lados levemente côncavos e retos. Exina fina e lisa. Abertura arredondada nos vértices, acompanhada de espessamento marginal.

**Dimensões:** eixo longitudinal 84 µm (1 espécime).

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Longhim, 2003; Smaniotto et al., 2006; Mori e Souza, 2010)

**Gênero:** *Portalites* Hemer e Nygreen, 1967

**Espécie-tipo:** *Portalites confertus* Hemer et Nygreen, 1967

***Portalites gondwanensis* Nahuys, Alpern et Ybert 1968**

Estampa II, Figura 13

**Descrição:** Corpo de contorno circular a subcircular. Parede externa com aspecto esponjosa e escabrada, ausência de estruturas.

**Dimensões:** Diâmetro equatorial 52 µm (40 espécimes).

**Distribuição:** Formação Rio Bonito (Smaniotto *et al.*, 2006; Mori e Souza, 2010)

## **8.2 Micrófilos**

### **8.2.1 Descrição sistemática**

Phylum Tracheophyta (*sensu* Stewart and Rothwell, 1993)

Sub-Phylum Lycophytina (*sensu* DiMichele and Bateman, 1996)

Class Lycopsidea (*sensu* DiMichele and Bateman, 1996)

Ordem Isoetales (*sensu* DiMichele and Bateman, 1996)

Extampa III e IV

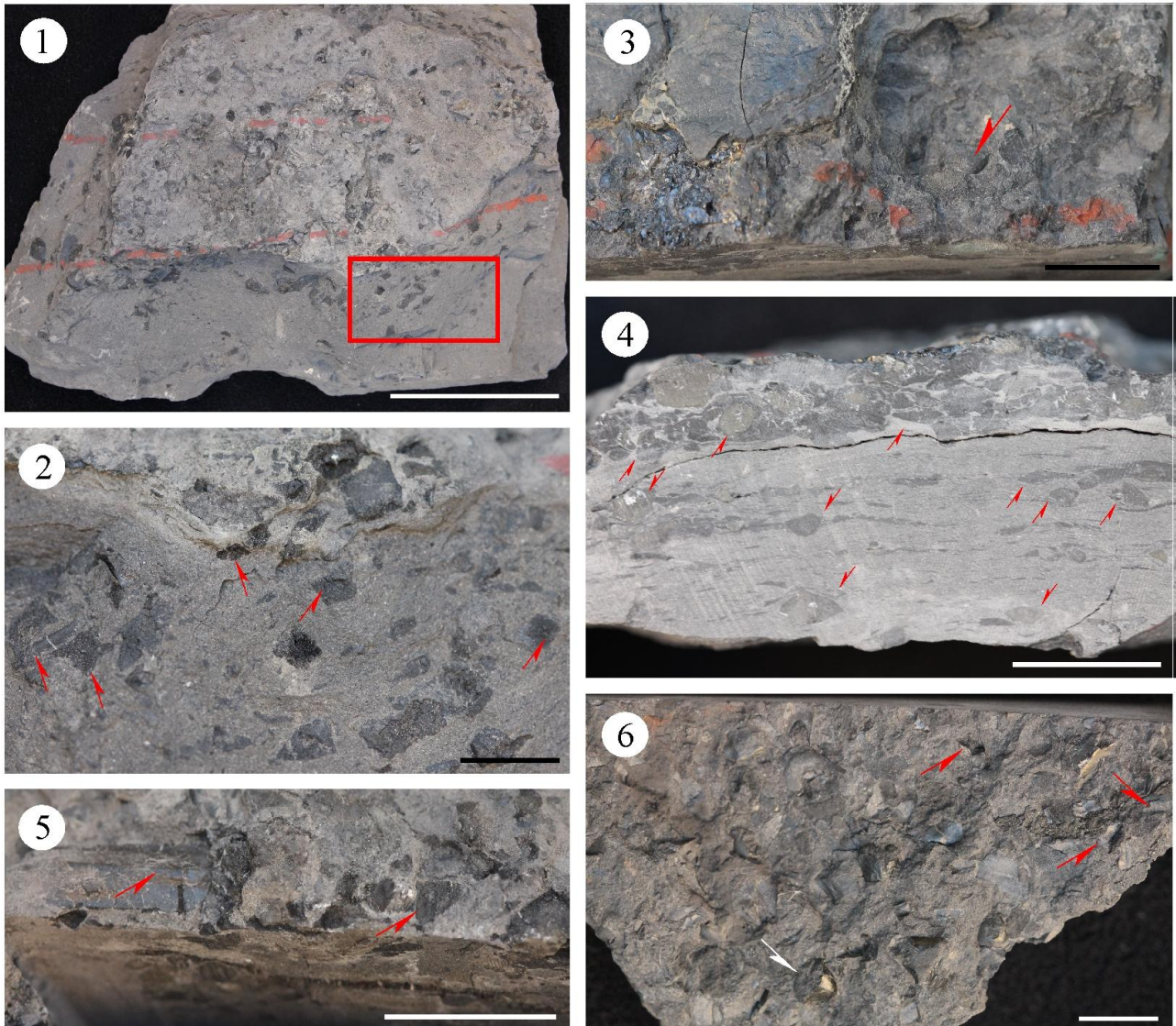
**Material estudado:** CP1/ 133, 564, 565, 566, 567 e 568. Lam - DP1/ 133, 564, 565, 566, 567 e 568

**Horizonte estratigráfico:** Formação Rio Bonito, Figueira, Estado do Paraná, Brasil.

**Aspectos morfológicos:** microfilos isolados e fragmentados com comprimento variáveis de 4,0 a 20,0 mm, largura 3,5 a 6,5 mm e espessura de 1,0 a 2,5 mm (Estampa III). Lamina séssil linear-lanceolada, simétrica, porção proximal mais larga, afinando-se em direção ao ápice. Margem com excrescências (Estampa IV-1). Nervura central proeminente na fase adaxial (Estampa III, fig. 5). Seção transversal convexa, porção proximal com imaginação profunda na face abaxial (Estampa IV, fig. 1) desaparecendo paulatinamente em direção ao ápice e asas finas na face adaxial, ambas as superfícies convexas, feixe vascular central de forma ovalada (Estampa IV, figs. 4 e 5).

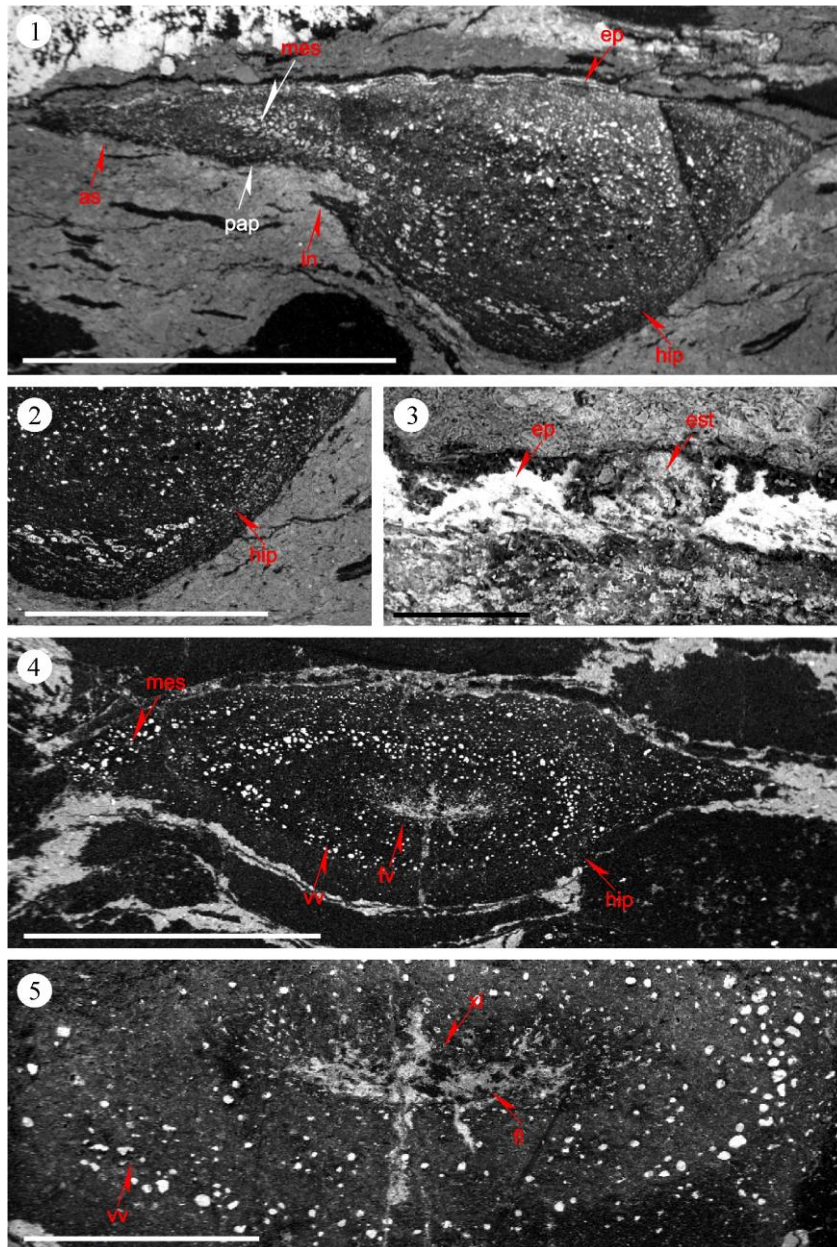
**Aspectos anatômicos:** Secção transversal - epiderme delgada com uma fileira de células alongadas em ambas as faces, epiderme da face abaxial com papilas. Estômatos em fileiras e submersos na face adaxial (Estampa IV, figs. 1 e 3). Hipoderme presente em ambas as faces, composta por varias fileiras de células, possivelmente 4 (Estampa IV, figs. 1, 3 e 4). Mesofilo homogêneo indiferenciado e compacto (Estampa IV, fig. 2).

Feixe vascular perixilemático rodeado por bainha vascular composta por até 5 fileiras de células (Estampa IV, figs. 4 e 5).



Estampa III: Siltito carbonoso com abundantes fragmentos de microfílos, coletados no rejeito da Mina 07. 1. Vista geral da amostra CP1/567, Barra de escala = 5cm; 2. Detalhe de 1, as setas indicam microfílos em corte transversal, Barra de escala = 1cm; 3. Vista geral da amostra CP1/565, Barra de escala = 1cm; 4. Vista em corte da amostra CP1/565, as setas indicam numerosos microfílos. Barra de escala = 1cm; 5. Detalhe da porção mediana de um microfílo na amostras CP1/564, notar que se trata da face adaxial da lamina pela presença clara da nervura mediana, as setas indicam numerosos microfílos. Barra de escala = 1cm; 6. Vista da amostra CP1/133, as setas indicam numerosos microfílos, seta branca indica a base de um microfílo. Barra de escala = 1cm.





Estampa IV: Microfilos em corte transversal. 1- Exemplar de microfilo com asa (as), invaginação (in), estômato (ep) submerso na epiderme, epiderme (ep) delgada com papilas (pap), hipoderme (hip) e mesofilo (mes) preservados (Lam - DP1/566). Barra de escala = 2mm; 2. Detalhe da anterior da face abaxial com mesofilo indica por seta. Barra de escala = 1mm; 3. Estomato submerso na face adaxial detalhe de 1, as setas indicam estômato (est) e epiderme (ep). Barra de escala = 100 $\mu$ m; 4. Exemplar de microfilo com o feixe vascular (fv) preservado, as setas indicam também a hipoderme (hip), o mesofilo (mes) e a bainha vascular (vv) rodeando do feixe vascular. (Lam – DP1/ 564). Barra de escala = 2mm; 5. Detalhe da anterior com destaque para o feixe vascular perixilemático, as setas indicam o xilema (xi), o floema (fl) e a bainha vascular (vv) que os envolve. Barra de escala = 500 $\mu$ m.

## 9. Discussão dos resultados

### 9.1 Características gerais dos conjuntos palinológicos

Observando as lâminas foi possível constatar que os palinomorfos, independente do nível analisado, apresentam características comuns: degradação e abundância em matéria orgânica associada. Quando observado o conjunto palinológico, constata-se uma grande quantidade numérica de palinomorfos, porém pouco diversificado em espécies.

Em termos gerais, foram registradas e estudadas 184 espécimes de palinomorfos, com 85 esporos, 13 grãos de pólen, 1 alga, 40 fungos, 4 esporangios, 5 megasporos, sendo o restante composto por matéria orgânica amorfa e fitoclastos (p. ex. traqueídes). Especificamente, foram verificadas e classificadas 10 espécies de esporos, 8 espécies de polens, 1 espécie de megasporo e 2 formas relacionadas a elementos constituintes do microplâncton.

Em relação às análises por nível, diferenças quantitativas e qualitativas do conjunto podem ser enumeradas. As amostras do siltito e do nível superior de carvão apresentam uma grande quantidade de espécimes de esporos, destaque para os gêneros *Dictyophyllidites* e *Cristatiporites* encontrados em grandes quantidades em ambos. Os gêneros *Punctatisporites* e *Lundbladispota* aparecem nos dois níveis, só que nesse caso, o primeiro em grande quantidade no siltito e o segundo em grande quantidade na amostra correspondente ao nível superior de carvão. Os gêneros *Leiotriletes*, *Retusotriletes*, *Granulatisporites*, *Cyclogranisporites* são encontrados de maneira subordinada. Para o conjunto de grãos de pólen, a configuração é mais restrita, apenas no siltito nota-se diversidade de gênero (*Illinites*, *Vittatina*, *Fusacolpites*, *Protohaploxypinus*, *Divarisaccus* e *Distriomonosaccites*), no entanto em baixas proporções. Os gêneros de grãos de pólen encontrados no nível superior foram *Cycadopites* e *Protohaploxypinus*. Os níveis inferior e intermediário são compostos majoritariamente por matéria orgânica amorfa e fitoclastos (traqueíde). No nível inferior o conjunto palinomórfico é composto principalmente por fragmento de traqueíde e *Portalites gondwanensis*, todavia poucos indivíduos de esporos (*Cyclogranisporites*) foram identificados. O nível intermediário apresenta características semelhantes ao nível



inferior, exceto por uma menor quantidade de *Portalites gondwanensis* e pela presença de esporos do gênero *Retusotriletes*.

Formas associadas a algas são frequentemente descritas para a Formação Rio Bonito, nesse trabalho um espécime foi encontrado no siltito.

Cabe ressaltar que a espécie mais abundante no conjunto palinológico foi o fungo *Portalites gondwanensis*.

Na tabela 3 são apresentadas as distribuições de cada espécie por nível estratigráfico na seção estudada.

Tabela 3: Distribuição por nível estratigráfico e abundância das espécimes analisadas. Na coluna “figura”, os números são correspondentes as ilustrações das espécies localizadas nas estampas I e II na seção anexos.

Figura	Taxa	Quantidade de espécimes por nível				
		N.Inferior	Siltito	N.I. Base	N.I. Topo	N. Superior
I-1	<i>Leiotriletes virkkii</i>					2
I-2	<i>Punctatisporites gretensis</i>		1			1
I-3	<i>Punctatisporites lucidulos</i>		5			
I-4	<i>Dictyophyllidites sp.</i>		4			4
I-5	<i>Retusotriletes sp.</i>		1		1	1
I-6	<i>Granulatisporites triconvexus</i>		1			
I-7	<i>Cyclogranisporites sp.</i>	1				1
I-8	<i>Lundbladispota riobonitensis</i>		1			4
I-9	<i>Cristatisporites sp.</i>		2			18
II-1	<i>Cycadopites sp.</i>					4
II-2	<i>Distriomonosaccite sp.</i>		2			
II-3	<i>Divarisaccus sp.</i>		1			
II-4	<i>Illinites unicus</i>		1			
II-5	<i>Protohaploxypinus goraiensis</i>		1			
II-6/7	<i>Protohaploxypinus limpidus</i>		1			1
II-8	<i>Vitattina sp.</i>		1			
II-9	Megásporos					5
II-12	<i>Tetraporina punctata</i>		1			
II-13	<i>Portalites gondwanensis</i>	21	4	5	4	6

## 9.2 Correlações Palinoestratigráficas

Este trabalho não teve como objetivo elaborar o posicionamento cronobioestratigráfico da sequência amostral, uma vez que, a mesma representa um ambiente deposicional onde os grãos de pólen, principais *taxa* utilizados nos zoneamentos, são pouco abundantes. No entanto, foi possível correlacionar os exemplares identificados com as zonas bioestratigráficas vigentes na bacia (Souza e Marques-Toigo 2003, 2005; Souza, 2000, 2006), o que se mostra interessante, pois segundo Daemon e Quadros (1970), o conteúdo palinológico da Bacia do Paraná não apresentam grandes diferenciações laterais no Neopaleozóico.

Para a Formação Rio Bonito, no Estado do Paraná, são reconhecidas apenas duas zonas: Zona *Vittatina costabilis* e Zona *Lueckisporites virkkiae* (Souza e Marques-Toigo, 2001, 2003; Souza, 2006; Neregato *et. al.*, 2008). A primeira é dividida nas subzonas *Protohaploxypinus goraiensis* e *Hamiapollenites karroensis*, devido a diferenças dos exemplares palinológicos encontrados em cada uma.

As amostras do nível inferior e nível intermediário de carvão são empobrecidas de espécimes e os poucos esporos encontrados são caracterizados por amplo alcance estratigráfico, dificultando as devidas correlações, portanto apenas o nível superior e o siltito são relevantes para essa discussão. A presença de *Illinites unicus* e *Protohaploxypinus goraiensis* no siltito submete a um posicionamento bioestratigráfico na subzona *Protohaploxypinus goraiensis*. Essa correlação foi possível não apenas pela presença dos *taxa* característicos citados acima, mas também pela ausência de espécies índices da Subzona *Hamiapollenites karroensis* e da zona posterior *Lueckisporites virkkiae*, assim o posicionamento fica restrito a Zona *Vittatina costabilis*. O nível superior de carvão provavelmente possui um caráter transicional para Subzona *Hamiapollenites karroensis*, devido ao desaparecimento dos *taxa* que marcam os limites da subzona anterior (p. ex. *Illinites unicus*, *Protohaploxypinus goraiensis* e *Vittatina sp.*)

O SB4 de Holz *et al.* (2006) corresponde ao limite estratigráfico das unidades Rio Bonito e Palermo, na região de Figueira. Durante a transgressão marinha, os depósitos do topo da Formação Rio Bonito podem ter sido erodidos e retrabalhados, e posteriormente sobreposto pelos depósitos de antepraia da Formação Palermo, isto explicaria a ausência da Subzona *Hamiapollenites karroensis*.

As associações palinológicas registradas no atual trabalho são típicas para Formação Rio Bonito, do intervalo correspondente a Zona *Vittatina costabilis* (Souza e Marques-Toigo 2003, 2005; Souza, 2000, 2006).

Alguns autores, Santos *et al.*, (2006), Guerra-Sommer *et al.*(2008), Mori *et al.*(2012), realizaram datações radiométricas na Formação Rio Bonito e Formação Irati, visando aprimoramentos na biocronoestratigrafia. O intervalo da idade de maior consenso para a Formação Rio Bonito é entre o Sakmariiano inicial até o Artinskiano médio, no entanto os trabalhos citados apresentam idades variantes (ver contexto geológico), o que denota a necessidade de estudos mais detalhados. Na figura 7 ilustra as principais datações realizadas relacionadas aos biozoneamentos propostos.

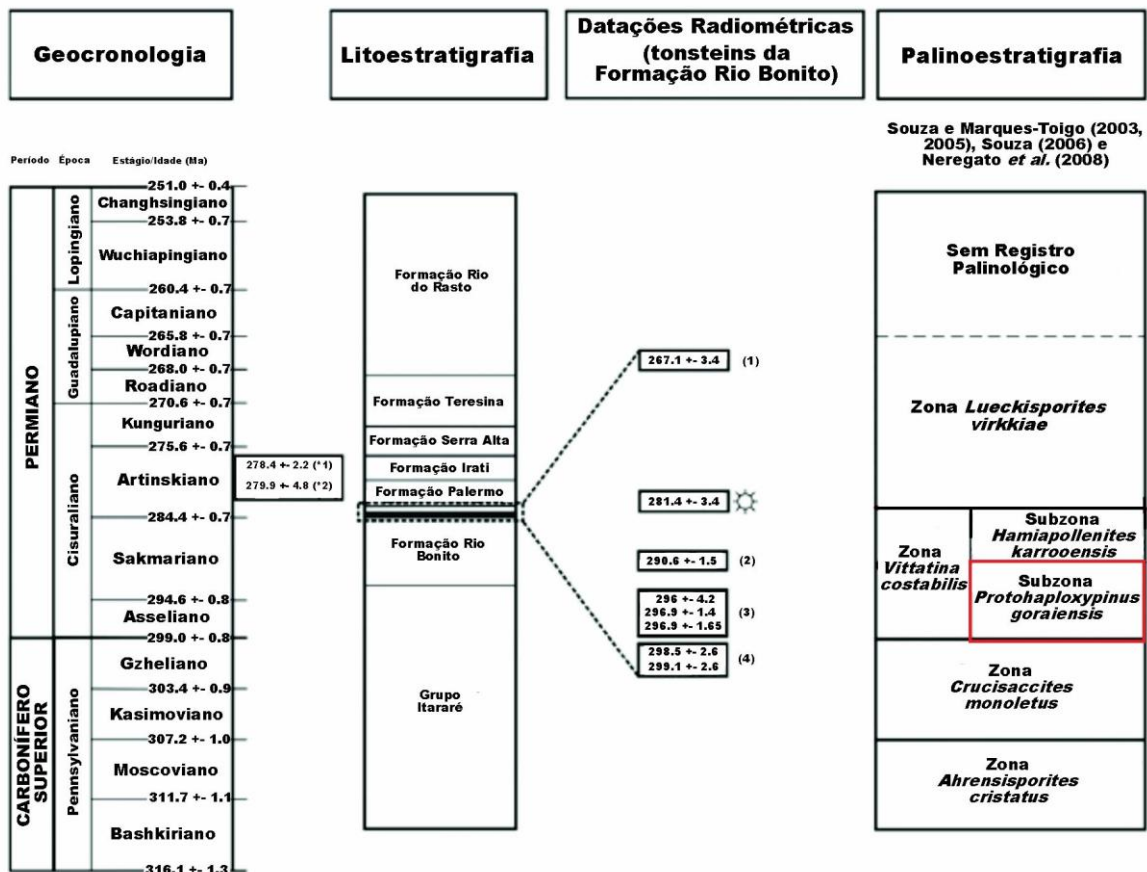


Figura 7: Paliozonas e datações radiométricas obtidos para os depósitos do Paleozóico Superior. Em vermelho, o posicionamento sugerido neste trabalho. Os numeros correspondem: (2) Guerra-Sommer *et al.* (2008); (3) Guerra-Sommer *et al.* (2005, 2008); (☼) Mori *et al.*, (2011). Para a Formação Irati (\*1): Santos *et al.*, 2006; (\*2) : Rocha- Campos *et al.*, 2006, 2007). Modificado e Adaptado de Mori *et al.*, (2011).

### 9.3 Comparações com outras assembléias

As associações palinomórficas encontradas neste trabalho exibem conteúdo parecido com outros estudos realizados na região de Figueira (Pereira, 2006; Cortez *et al.*, 2007), no que tange a listagem das espécies. Uma das propostas deste tópico baseia-se em comparar o conteúdo quantitativo de cada assembléia, uma vez que, as diferenças composicionais são esperadas devido à variações paleoecológicas locais e diferenças em níveis amostrais. A comparação entre as espécies presentes em cada estudo está resumida na tabela 4.

Tabela 4: Quadro comparativo entre as espécies do presente trabalho, com outras espécies da mesma região.

Taxa	Cortez, <i>et al</i> (2007)	Pereira (2006)
<i>Leiotriletes</i>	X	
<i>Punctatisporites</i>	X	X
<i>Dictyophylidites</i>		
<i>Retusotriletes</i>		X
<i>Granulatisporites</i>	X	X
<i>Cyclogranisporites</i>	X	X
<i>Lundbladispora</i>	X	X
<i>Cristatisporites</i>	X	X
<i>Cycadopites</i>	X	
<i>Distriomonosaccite</i>		
<i>Divarisaccus</i>	X	
<i>Illinites</i>		
<i>Protohaploxypinus</i>	X	
<i>Vitattina</i>		
Megasporos		
<i>Tetraporina punctata</i>	X	X
<i>Portalites gondwanensis</i>	X	X

As considerações sobre o posicionamento paliestratigráfico apresentadas aqui são iguais a dos autores citados, os quais posicionam seus níveis estudados totalmente na *Subzona Protohaploxypinus goraiensis*.

No entanto, conjuntos palinológicos da Formação Rio Bonito documentados em outro local da Bacia do Paraná (e.g., Mori e Souza, 2010) não concordam com o posicionamento da Formação Rio Bonito apenas para ZVc, como proposto aqui. Para

eles a formação está posicionada em um intervalo da Zvc até uma faixa transicional com a Zlv. Esta diferença pode ser resultado da análise de secções diferentes, ou seja, a estudada neste trabalho pode estar em uma posição estratigráfica abaixo. Outra possibilidade é que amostras coletadas em locais distintos ou um menor número de amostras pode omitir alguns aspectos, aumentando as dificuldades de correlação entre estudos de mesma localidade

#### **9.4 Descrição dos Microfilos de licófitas**

Microfilos semelhantes em morfologia externa e anatomia aos estudados foram descritos por Ricardi-Branco (1998) e Ricardi-Branco e Ricardi (2003), esses espécimes foram coletados em outras frentes de lavras, atualmente desativadas, que correspondiam às minas Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poços 01 e 06). Ricardi-Branco e Ricardi (2003) não realizaram nos siltitos carbonosos estudos em MEV e lâminas petrográficas. Assim, a presente pesquisa vem aportar mais detalhes acerca desses abundantes fósseis associados às camadas de carvão e á camada de silito carbonoso.

Na Bacia do Paraná existem vários trabalhos sobre microfilos (Krausel, 1961, Chaloner et al., 1979; Faria e Ricardi-Branco, 2010), cujos registros são abundantes do Carbonífero ao Permiano, associados aos ciclos glacial/interglacial (Grupo Itararé-camada de carvão do Monte Mor, SP) e pós-glacial (Formação Rio Bonito – camadas de carvão de Figueira, PR, Candiota, RS, etc.). Bem como nas formações Corumbataí (Piracicaba, Bofete, SP) e Teresina (afloramento de Rio Preto – PR, Canoinhas, SC). Comparando com os espécimes descritos por Ricardi-Branco e Ricardi (2003) vemos que os microfilos apresentam uma anatomia muito semelhante, aqui completamos com a descrição de exemplares com asas da face adaxial preservadas, igual as invaginações da base abaxial, bem como um possível estômato submerso. Também foram detalhadas as porções concernentes ao mesofilo e hipoderme, confirmada a presença de papilas na epiderme abaxial. Uma vez que, alguns dos exemplares apresentavam excelente preservação da sua forma e anatomia foi possível construir uma proposta de como seria a porção basal de um microfilo em corte transversal, como mostrada na Figura 8. Cabe ressaltar, que os fragmentos presentes nas amostras apresentam características semelhantes, o que permitir interpretá-los como pertencentes a um mesmo tipo de planta, fato que os estudos anteriores já indicaram. A baixa diversidade de espécies, também é verificada nas frentes de lavra de Figueira, pela presença de caules de

licófitas todos pertencentes a espécie *Brasilodendron pedraonum* (Chaloner et al., 1979).

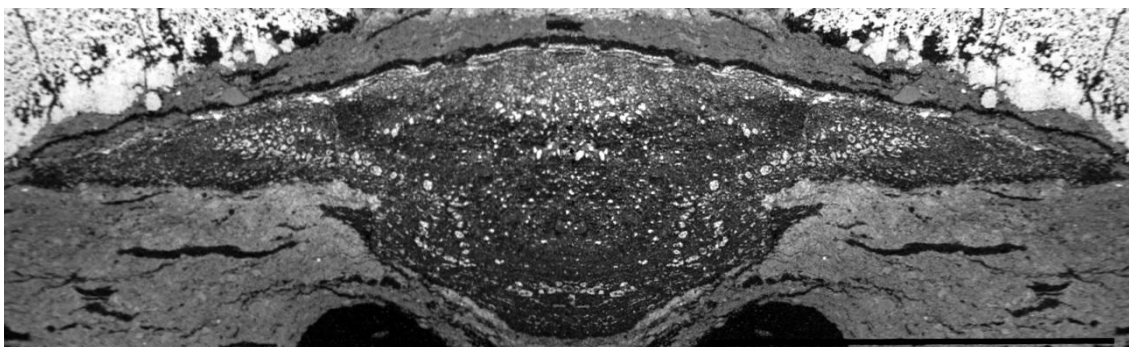


Figura 8: Montagem de um microfilo, no registro fóssil foi preservado apenas metade do microfilo. Lam - DP1/566, mostrando como foi a anatomia em corte transversal próxima da sua base. Barra de escala =

### 9.5 Aspectos paleoambientais

A análise paleoambiental dos níveis estratigráficos foi embasada na: (I) organização dos palinomorfos em grupos de mesma afinidade florística; (II) na abundância relativa desses grupos; (III) nas características dos paleoambientes das comunidades vegetais a que os grupos foram relacionados. Este tópico propõe apenas uma discussão sobre a paleoflora da região, uma vez que não foi realizado um estudo fácies e quantitativamente a amostra não atingiu a contagem recomendada de 200 espécimes. No conjunto amostral foram encontradas apenas 184 espécimes. A afinidade botânica de cada taxa está apresentada na figura 10.

Para um melhor entendimento do paleoambiente, tangendo a distribuição espacial das espécies, os gêneros, taxonomia (morfologia, estruturas), características adquiridas (grau de preservação, tamanho) e afinidade botânica dos palinomorfos e dos microfilos foram relacionados. Com a verificação de tais aspectos, diferentes comunidades vegetais foram propostas (descritas a baixo), inspiradas no trabalho de Ricardi-Branco e Rösler, (2004).

(I) Comunidade autóctone: representados pelas algas (*Tetraporina punctata*) e fungos (*Portalites gondwanienses*). A presença de esporos de Zignemataceae e de fungos, remete a corpos de água calmos, com relativa estagnação (Smaniotto, 2006). Estes elementos viviam submersos nas águas do pântanos Eopermianos.

(II) Comunidade parautóctones: representados pelos esporos triletes (*Leiotriletes*, *Punctatisporites*, *Dictyophylidites*, *Retusotriletes*, *Granulatisporites*, *Cyclogranisporites*, *Lundbladispóra*, *Cristatisporites*), megásporos e micrófilos,

pertencentes aos grupos vegetais das Psilófitas, Licófitas e Filicófitas (Ver figura 11). As Psilófitas e Licófitas, são plantas características hidrófilas-higrófilas, que habitam ambientes aquáticos doces, de terras baixas, totalmente ou parcialmente inundados (Souza, 2000). Essa comunidade caracteriza-se resistente a condições ambientais estressantes, visto que tolerava as constantes inundações do ambiente. Provavelmente estas espécies habitavam o pântano que originou os depósitos de turfa. As Filicófitas correspondem a grupos vegetais higrófilos-mesófilos, que ocupavam áreas marginais dos pântanos e lugares secos da planície de inundação.

(III) Comunidade alóctone: compreendem os grãos de pólen (monossacados, bissacados) e fitoclastos (traqueides), representando a vegetação arbustiva/arbórea. Esta comunidade habitava terras altas, distantes do sitio deposicional. Os polens e traqueides foram depositados por vias fluviais ou eólicas, quando bem desenvolvidos grãos de pólen podem ser transportados por longas distancias da área fonte (Longhim, 2003).

Em relação a aspectos quantitativos do conjunto palinológico verifica-se uma grande quantidade de matéria orgânica amorfa em todos os níveis, além de fitoclastos (traqueídes). Os palinomorfos dominantes na assembléia são os esporos triletes cingulicavados (e.g., *Cristatiporites*, *Lunbladispora*), ambos relacionados ao grupo vegetal das licófitas e os fungos (*Portalites gondwanienses*). Uma representação do paleoambiente encontra-se na figura 9.

Do ponto de vista paleoecológico, não há diferença entre os níveis estratigráficos amostrados. Os fitoclastos e a matéria orgânica estão presentes em todos os níveis. A presença de algas Zignematacea e fungos, bem como a afinidade botânica da maioria dos esporos e microfilos com o grupo das licófitas, corroboram com o paleoambiente de baixa energia lacustre/pantanososo. A fragmentação dos fitoclastos e preservação regular dos polens (ausência de corpo central, ténias pouco visíveis, asas quebradas) provavelmente estão relacionadas com o longo transporte até o ambiente dominado pelas licófitas. Por outro lado, esta preservação regular é uma característica da maioria dos palinomorfos descritos. A condição de baixa energia do pântano e a preservação regular dos palinomorfos parecem incoerentes porem, o sistema ilha-barreira (Holz, 2003) explica o desgaste do conjunto amostral e a manutenção do ambiente pantanososo. Embora as ingressões marinhas fossem impedidas pelo sistema, o mesmo não impedia que eventuais elevações do nível do mar associadas a eventos de alta energia durante tempestades entrassem. A influência marinha eventual não era suficiente para modificar

as características ambientais de pântano, mantendo assim suas comunidades vegetais e dinâmicas, mas era suficiente para retrabalhar os palinomorfos.

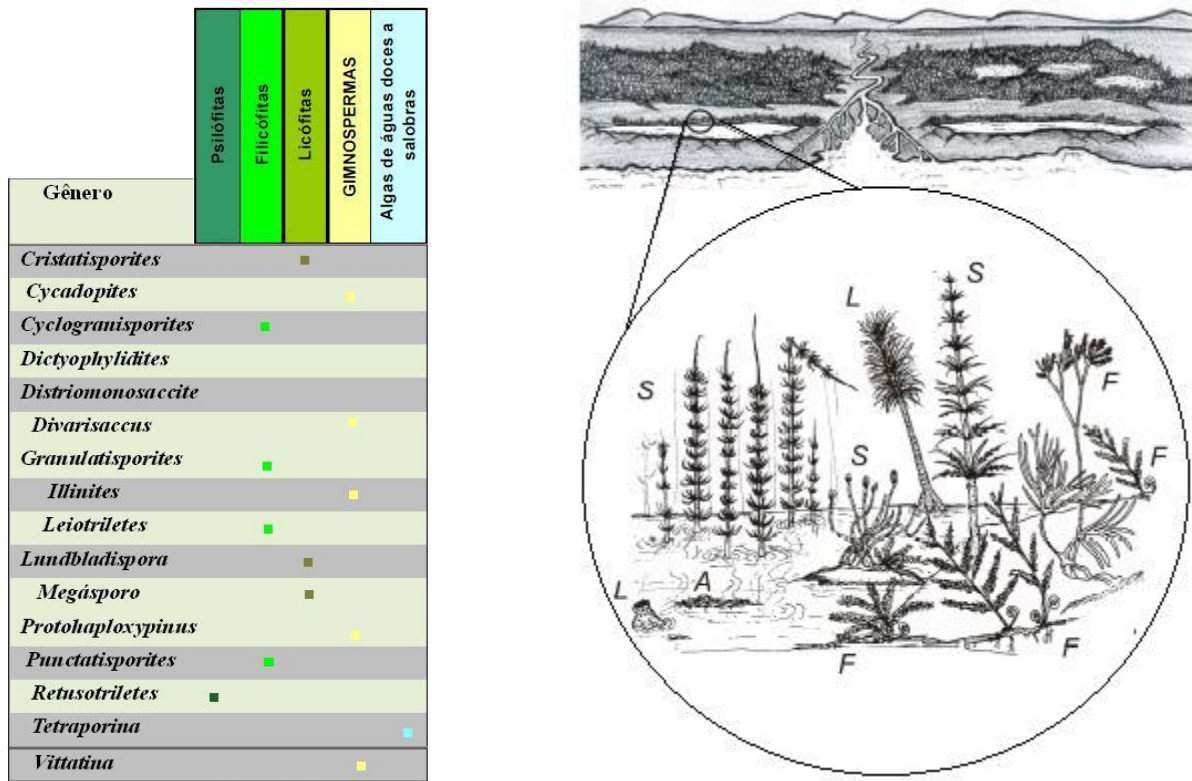


Figura 9: Quadro dos *taxa* estudados e suas afinidades botânicas. Ao lado representação artística do paleambiente sugerido A – algas, L – licófitas e F – filicófitas. Modificado e adaptado de Pereira, 2006.



## 10. Conclusão

Este trabalho sugere que os níveis estudados da Formação Rio Bonito em Figueira (PR) estão associados à Zona *Vittatina costabilis*, representada pela Subzona *Protohaploxypinus goraiensis* (nível inferior, siltito, nível intermediário)

A relação dos níveis com o biozoneamento foi baseada no aparecimento e desaparecimento das espécies guias, quais sejam *Illinites unicus* e *Protohaploxypinus goraiensis* restritos ao siltito no nível inferior.

Para explicar a ausência de elementos marcantes da Subzona *Hamiapollenites Karrooensis* em níveis que correspondem ao topo da Formação Rio Bonito, formulou-se uma hipótese: (I) o estabelecimento das fácies costeiras da Formação Palermo erodiu e retrabalhou os depósitos resultando na ausência de espécies guias da referida subzona.

A presença de fungos e algas atribuídas às Zignematacea, a dominância de esporos de plantas higrófilas, a escassa presença de grãos de pólen e a regular preservação dos fitoclastos, corroboram para o modelo ilha barreira de baixa energia, de águas represadas, sem influência marinha direta, porém com algumas incursões marinhas durante eventos de tempestade.

A descrição dos microfósseis estabeleceu que todas as formas preservadas poderiam estar relacionadas a espécie *Brasilodendron pedraonum* do grupo das licófitas. Essa informação, associada a configuração do conjunto palinológico abundante em esporos de Pteridófitas e restrita à outros grupos vegetais, demonstra a baixa diversidade de espécies no paleoambiente, condicionada pelo meio estressante dos ambientes inundados.

## Referencias Bibliográficas

Aborrage, A. M. & Yamamoto, K. 1982. Projeto Carvão na área de Amando Simões. Relatório Final. DNPM/CPRM. v.1, 38p.

Aborrage, A.M. & Lopes, R.C. 1986. Projeto borda leste da bacia do Paraná: integração geológica e avaliação econômica. Relatório DNPM/CPRM. p. 159.

Alarcon, C.M. 1998. Licófitas da Formação Corumbataí, Grupo Passa Dois, Neopermiano, Bacia do Paraná, na região de Ártemis, Município de Piracicaba, SP, Brasil. Programa de Ciências Biológicas, Universidade de Guarulhos, Dissertação de Mestrado, 97p.

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. 1984. O embasamento da Plataforma Sul Americana. In: O Precambriano do Brasil, p. 1-5. Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 378p.

Alves, R.G., Ade, M.V.B., 1996. Sequence stratigraphy and organic petrography applied to the study of Candiota Coalfield, RS, South Brazil. *International Journal of Coal Geology* 30, 231–248.

Almeida, F. F. M.; Melo, M. S. A. Bacia do Paraná e o vulcanismo mesozóico. In: Instituto de Pesquisa Tecnológico do Estado de São Paulo IPT. Mapa Geológico do Estado de São Paulo, São Paulo: IPT, 1981, v.1, p.46-81. Escala 1:500.000.

Anderson, J. & Anderson, H. 1985. *Palaeoflora of southern Africa: Prodrum of south african megaflores Devonian to Lower Cretaceous*. 1a ed. Rotterdam. A. A. Balkema. 423 p.

Arai, M. 1980. Contribuição dos pólenes estriados na bioestratigrafia neopaleozóica da parte NE da Bacia do Paraná. *Boletim IG-USP*, 11: 125–134.

Assine, M. L.; Soares, P. C.; Milani, E. J. Seqüências tectono-sedimentares mesopaleozóicas da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-89, 1994.

Barbarema, M. C.; Araújo, D. C.; Lavina, E. L.; Faccini, U. F. The evidence for close paleofaunistic affinity between South America and Africa, as indicated by Late Permian and Triassic tetrapods. In: *International Gondwana Symposium*, 7.; 1991, São Paulo. Proceedings. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1991. p. 455-467.

Bernardes-de-Oliveira, M.E.C & Alarcon, C.M. 1999. Licófitas neopaleozóicas na Bacia do Paraná (Brasil) I – Avaliação Estratigráfica geral com ênfase em *Lycopodiopsis derbyi* Renault. *Revista Universidade de Guarulhos, Geociências*, 4(1):35–49.

- Borba, P.E.M., Ulhôa, M.B., Souza, L.O.B. 1989. Utilização de carvão de Santa Catarina na fabricação de coque. In: SEMC, Congresso Brasileiro de Carvão, 2, Porto Alegre, Anais, 395-409.
- Brush, A.A. & Pross, J. 1999. Palynomorph extraction from peat, lignite and coal. In: Jones, T.P. & Rowe, N.P. (eds.) Fossil Plants and Spores: modern techniques. Geological Society, p. 26-30.
- Burjack, M.I.A. - 1978 - Estudo palinológico da jazida Carbonífera de Charqueadas, Rio Grande do Sul. Goiânia, Ed. Universidade de Goiás, 204p.
- Campaner, V.P. – O carvão do município de Figueira-PR: da mineração à utilização. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, em Geografia, da Universidade Estadual de Londrina., 81.p. (2005).
- Caputo, M. V.; Crowell, J. C. Migration of glacial centers across Gondwana during Paleozoic Era. Geological Society of America Bulletin, Boulder, 96, p. 1020-1036, 1985.
- Caputo, M. V.; Melo, J. H. G.; Streeb, M.; Isbell, J. L. Late Devonian and Early Carboniferous glacial records of South America. In: FIELDING, C. R.; FRANK, T. D.; ISBELL, J. L. (Ed.). Resolving the Late Paleozoic ice age in time and space. Boulder: Geological Society of América, 2008. p. 161-173. Special Paper, 441.
- Chaloner, W.G., Leistikow, K.V., Hill, A., 1979. *Brasilodendron* gen. nov. and *B. pedroanum* (Carruthers) comb. nov., a permian lycopod from Brazil. Rev. Palaeobot. Palynol. 28, 117–136.
- Cortez, I., Prandi, L. P., Pereira, C. M. e Ricardi-Branco, F. 2007. Paleopalinologia da Mina Amando Simões – Membro Triunfo (Permiano Inferior), Rio Bonito, Figueira, Paraná, Brasil. Paleontologia: Cenário da Vida. Pag 524-532.
- Daemon, R.F. & Quadros, L.P. 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 24, Brasília, 1970. Anais, Brasília, S.B.G., p. 359–412.
- Della Favera, J. C.; Chaves, H.; Pereira, H.; Bergamaschi, S.; Reis, C. C.; Lima, M. F. & Pereira, S. D. 1993. Geologia da área Figueira-Sapopema. Convênio UERL/CPRM. 89P.
- Dimichele, W.A. & Phillips, T.L. 1985. Arborecent lycopod reproduction and paleoecology in coal-swamp environment of Late Middle Pennsylvanian age. (Herrin Coal, Illinois, USA). Review Palaeobotany and Palynology, 41(1/2):1-26.

Falcon, R.M.S., 1975. Palyno-stratigraphy of the Lower Karoo sequence in the central Sebungwe District, Mid-Zambezi Basin, Rhodesia. *Paleontologia Africana* 18, 1–29.

Faria, R. S., Ricardi-Branco, F. S. 2010. *Lepidophylloides corumbataensis* sp. Nov. from the Guadalupian in the Paraná Basin, Southern Brazil. *Review of the Palaeobotany and Palynology* 160 (2010) 135–142.

Fernandes, L. A.; Coimbra, A. M. 2000. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 723-734, 2000.

Fernandes, L. A.; Coimbra, A. M.; Brandtner, M. Silicificação hidrotermal neocretácea na porção meridional da Bacia Bauru. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 19-26, 1993

França, A.B., 1993. Glaciation and tectonics in an active intracratonic basin: the Late Palaeozoic Itararé group, Parana Basin, Brazil. *Sedimentology* 40 (1), 1–25.

Guerra-Sommer, M., Cazzulo-Klepzig, M., Santos, J.O.S., Hartmann, L.A., Ketzer, J.M., Formoso, M.L.L., 2008a. Radiometric age determination of tonstein and stratigraphic constraints for the Lower Permian coal succession in southern Paraná Basin, Brazil. *International Journal of Coal Geology* 74, 13–27.

Holz, M., 1997. Early Permian Sequence stratigraphy and paleophysiography of the Paraná Basin in northeastern Rio Grande do Sul state, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 69 (4), 521–543

Holz, M., 1998. The Eo-Permian coal seams of the Paraná Basin in southernmost Brazil: an analysis of the depositional conditions using sequence stratigraphy concepts. *International Journal of Coal Geology* 36, 141–163.

Holz, M., 1999. Early Permian sequence stratigraphy and the palaeophysiographic evolution of the Paraná Basin in southernmost Brazil. *Journal of African Earth Sciences* 29 (1), 51–61.

Holz, M., 2003. Sequence stratigraphy of a lagoonal estuarine system – an example from the lower Permian Rio Bonito Formation, Paraná Basin, Brazil. *Sedimentary Geology*, Amsterdam 162 (3–4), 301–327.

Holz, M., Kuchle, J., Philipp, R.P., Bischoff, A.P., Arima, N., 2006. Hierarchy of tectonic control on stratigraphic signatures: base-level changes during the Early Permian in the Paraná Basin, southernmost Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 22, 185–204.

Holz, M., França, A.B., Souza, P.A., Iannuzzi, R., Rohn, R., 2010. A stratigraphic chart of the Late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. *Journal of South American Earth Sciences* 29, 381–399.

Iannuzzi, R., 2010. The flora of Early Permian coal measures from the Paraná Basin in Brazil: A review. In: *International Journal of Coal Geology* 83 229–247.

Jasper, A. & Guerra-Sommer, S. 1998. Licófitas cormofíticas arborescentes do afloramento Quitéria, Formação Rio Bonito (Bacia do Paraná), RS. *Pesquisas*, 25(1):43-60.

Jones, M.J. e Truswell, E.M. 1992. Late Carboniferous and Early Permian palynostratigraphy of the Joe Joe Group, Southern Galilee Basin, Queensland, and implications for Gondwanan stratigraphy. *Journal of Australian Geology and Geophysics* 13: 143-185.

Kräusel, R., 1961. *Lycopodiopsis derbyi* Renault und einige andere Lycopodiales aus den Gondwana-Schichten. *Palaeontographica (B)* 109, 62–92.

Lavina, E. L.; Lopes, R. C. A transgressão marinha do Permiano Inferior e a evolução paleogeográfica do Supergrupo Tubarão no Estado do Rio Grande do Sul. *Paula Coutiana*, Porto Alegre, n. 1, p. 51-103, 1986.

Lenz, G. R. & Ramos, B. W. 1985. Combustíveis fósseis sólidos no Brasil: Carvão, linhito, turfo e rochas oleígenas. In: Schobbenhaus, A. (coordenador). *Principais depósitos minerais do Brasil. V. 1: Recursos minerais energéticos*. DNPM/CVRD. Brasília. P. 3-37.

Lindström, S. 1995. Early Permian palynostratigraphy of the northern Heimefrontfjella mountain-range, Dronning Maud Land, Antarctica. *Review of Palaeobotany and Palynology* 89: 359-415.

Longhim, M. E. 2003. *Palinologia do Grupo Itararé em Salto, Estado de São Paulo (bacia do Paraná, Carbonífero Superior)*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Estadual, Dissertação de Mestrado, 127p.

López-Gamundí, O. R.; Rossello, E. A. Devonian- Carboniferous unconformity in Argentina and its relation to Eo-Hercynian orogeny in Southern South America. *Geologische Rundschau*, Stuttgart, v. 82, p. 136-147, 1993.

Marques-Toigo, M. 1988. *Palinologia, bioestratigrafia e paleoecologia do Neopaleozóico da bacia do Paraná nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, 259 p.

Marques-Toigo, M., 1991. Palynobiostatigraphy of the Southern Brazilian Neopaleozoic, Gondwana sequence. *Proc. Internat. Gondwana Symp.* São Paulo, p. 503– 515

Medeiros, R. A. e Thoma Filho, A. 1973. Fácies e ambientes deposicionais da Formação Rio Bonito. In: Congresso Brasileiro de Geologia 27. Aracaju, 1973. Anais. Aracaju, S.B.G., v.3, p.3-12.

Milani, E. J. 1997. Evolução tectonoestratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-oriental. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, 167 p.

Milani, E.J., Faccini, U.F., Scherer, C.M.S., Araújo, L.M., Cupertino, J.A., 1998. Sequences and stratigraphy hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), vol. 29. Boletim do Instituto de Geociências/USP, Southern Brazil, pp. 125–173.

Milani, E.J. & Zalán, P.V. 1999. An outline of the geology and petroleum systems of the Paleozoic interior basins of South America. Episodes, 22:199-205

Milani, E. J., Melo, J. H. G., Souza, P. A., Fernandes, L. A., França, A. B.5. Bacia do Paraná. B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, maio/nov. 2007.

Mori, A.L.O., Souza, P.A., 2010. Palinologia das formações Rio Bonito e Palermo (Permiano Inferior, Bacia do Paraná) em Candiota, Rio Grande do Sul, Brasil: novos dados e implicações bioestratigráficas. Ameghiniana 47, 45–60.

Mori, A.L.O., Souza, P. A., Marques, J. C., Lopes, R. C. A new U–Pb zircon age dating and palynological data from a Lower Permian section of the southernmost Paraná Basin, Brazil: Biochronostratigraphical and geochronological implications for Gondwanan correlations. Gondwana Research 21 (2012) 654–669.

Neregato, R. 2007. 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). Master Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional, Universidade Estadual Paulista. 107p.

Neregato, R., Souza, P.A., Rohn, R., 2008. Registros palinológicos inéditos nas formações Teresina e Rio do Rasto (Permiano, Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná): Implicações biocronoestratigráficas e paleoambientais. Pesquisas em Geociências 35, 9–21.

Northfleet, A. A.; Medeiros, R. A.; Muhlmann, H. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. Boletim Técnico da PETROBRAS, Rio de Janeiro, v.12, n.3, p. 291-346, jul./set. 1969.

Oliveira, E. de 1927. Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. Monographia, 6:1-172.

Penney, A. R.; Stepunson, M. H. A High Resolution Palynozonation for the al Khlata Formation (Pennsylvanian to Lower Permian), South Oman. *Palynology*, 32 (2008): 213–229 Marques-Toigo, M., 1991. Palynobiostratigraphy of the Southern Brazilian Neopaleozoic, Gondwana sequence. *Proc. Internat. Gondwana Symp. São Paulo*, p. 503– 515.

Pereira, C.M. 2006. Palinologia da Mina Amando Simões – Poço 06. Membro Triunfo (Permiano Inferior), Formação Rio Bonito, região do Município de Figueira, Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso. Campinas – SP. 55p.

Ramos, V. A.; Jordan, T. E.; Allmendinger, R. W.; Mpodpzis, C.; Kay, J. M.; Cortés, J. M.; Palma, M. Paleozoic terranes of the central Argentine- Chilean Andes. *Tectonics*, Washington, v. 5, n. 6, p. 855-880, 1986.

Read, C.B., 1941. Plantas fósseis do Neo-Paleozóico do Paraná e Santa Catarina. Monografias da Divisão de Geologia e Mineralogia, 12. Ministério da Agricultura do Brasil, Rio de Janeiro

Ricardi-Branco, F. 1998. Tafloflora gondvânica do Membro Triunfo Formação Rio Bonito (Eopermiano), no Município de Figueira, PR. Programa pós-graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 182 p.

Ricardi-Branco, F.; Arai, M. & Rösler, O. 2002. Megaspores from coals of the Triunfo Member, Rio Bonito Formation (Lower Permian), northeastern Paraná State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 74(3):491-504.

Ricardi-Branco, F., de Ricardi, M.T., 2003. Licófitas da Formação Rio Bonito (Permiano Inferior, Bacia do Paraná), Nordeste do Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 6, 19–28.

Ricardi-Branco, F., Rösler, O., 2004. The paleoflora of Figueira in the context of neopaleozoic of Paraná Basin, Brasil. *Terrae* 1 (1), 11–18.

Rocha-Campos, A. C. The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, J. J. (Ed.). *Problems in Brazilian Devonian geology*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1967. p. 27-102.

Rocha-Campos, A.C., Basei, M.A.S., Nutman, A.P., Santos, P.R. dos, 2007. SHRIMP U–Pb zircons ages of the late Paleozoic sedimentary sequence, Paraná Basin, Brazil. 4º Simpósio sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, Rio de Janeiro, Brasil: Boletim de Resumos, p. 33.

Rösler, O. 1972. Flora da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo São Paulo, Tese de Doutorado, 130 p.

Saad, A.R. 1977. Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo, Brazil. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 154p.

Santos, R.V., Souza, P.A., de Alvarenga, C.J.S., Dantas, E.L., Pimentel, M.M., de Oliveira, C.G., de Araújo, L.M., 2006. Shrimp U–Pb zircon dating and palynology of bentonitic layers from the Permian Irati Formation, Paraná Basin, Brazil. *Gondwana Research* 9, 456–463.

Smaniotto P. L., Fischer, V. T., Souza, P. A., Iannuzzi, R. 2006. Palinologia do Morro do Papaléo, Mariana Pimentel (Permiano Inferior, Bacia do Paraná), Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista bras. Paleont.* 9(3): 311-322

Schneider, R. L.; Muhlmann, H.; Tommasi, E.; Medeiros, R. A.; Daemon, R. F.; Nogueira, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: 28., 1974, Porto Alegre. *Anais do Congresso. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v. 1, p. 41-65.*

Soares, P.C. & Cava, L.T. 1982. Faciologia e potencial carbonífero da Formação Rio Bonito no norte do Estado do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia 32, 1982. *Anais, Salvador, S.B.G., v. 3, p. 1120-1134.*

Souza, P.A. 2000. Palibioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Carbonífero/Permiano, na porção nordeste da bacia do Paraná (SP/PR, Brasil). Programa de pós-graduação em Geologia sedimentar. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo 299p.

Souza, P.A. & Marques-Toigo, M. 2003. An overview on the palynostratigraphy of the Upper Paleozoic strata of the Brazilian Parana Basin. *Revista do Museo Argentino de Ciencias Naturales, Nueva Serie* 5: 205–214.

Souza, P. A.; Petri, S.; Dino, R.; 2003. P.A. Souza, S. Petri, R. Dino: Late Carboniferous palynology, Itararé Subgroup, Paraná Basin, Brazil 39 Late Carboniferous Palynology From The Itararé Subgroup (Paraná Basin) at Araçoiaba da Serra, São Paulo State, Brazil. *Palynology, Volume 27 — 2003*

Souza, P.A. e Marques-Toigo, M. 2005. Progress on the palynostratigraphy of the Permian strata in Rio Grande do Sul State, Paraná Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 77: 353-365.

Souza, P.A. 2006. Late Carboniferous palynostratigraphy of the Itararé Subgroup, northeastern Paraná Basin, Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology.* 138: 9-29.

Sundaram, D., 1980. Observações palinológicas sobre alguns sedimentos do Gondwana Inferior da Bacia do Paraná, Brasil. *Boletim IGUSP, 11: 135–142.*



Uliana, M. A.; Biddle, K. Mesozoic-Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South America. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 18, p. 172-190, 1988.

Zalán, P. V.; Wolff, S.; Astolfi, M. A. M.; Vieira, I. S.; Conceição, J. C. J.; Appi, V. T.; Santos Neto, E. V.; Cerqueira, J. R.; Marques, A. The Paraná Basin, Brazil. In: LEIGHTON, M. W.; KOLATA, D. R.; OLTZ, D. F.; EIDEL, J. J. (Ed.). *Interior cratonic basins*. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 1990. p. 681-708. (AAPG. Memoir, 51).

Zalán, P. V. Influence of Pre-Andean orogenies on the Paleozoic intracratonic basins of South America. In: SIMPÓSIO BOLIVARIANO: EXPLORACIÓN PETROLERA EN LAS CUENCAS SUBANDINAS, 4., 1991, Bogotá. *Memórias*. Bogota : Asociacion Colombiana de Geologos y Geofisicos del Petroleo, 1991. Trabalho 7.

## Anexo

### Estampa I

Figura 1. *Leiotriletes virkkii*

Lâmina CP5/61b.

Figura 2. *Punctatidporites punctatus* Ibrahim, 1933

Lâmina CP5/58a.

Figura 3. *Punctatisporites lucidulus* Playford e Helby, 1968

Lâmina CP5/61b.

Figura 4. *Dictyophyllidites* sp

Lâmina CP5/61c.

Figura 5. *Retusotriletes* sp.

Lâmina CP5/60c.

Figura 6. *Granulatisporites triconvexus* Staplin, 1960

Lâmina CP5/58c.

Figura 7. *Cyclogranisporites* sp Lâmina

CP5/57a.

Figura 8. *Lundbladispora riobonitensis* (Marques-Toigo e Pons) Marques-Toigo e

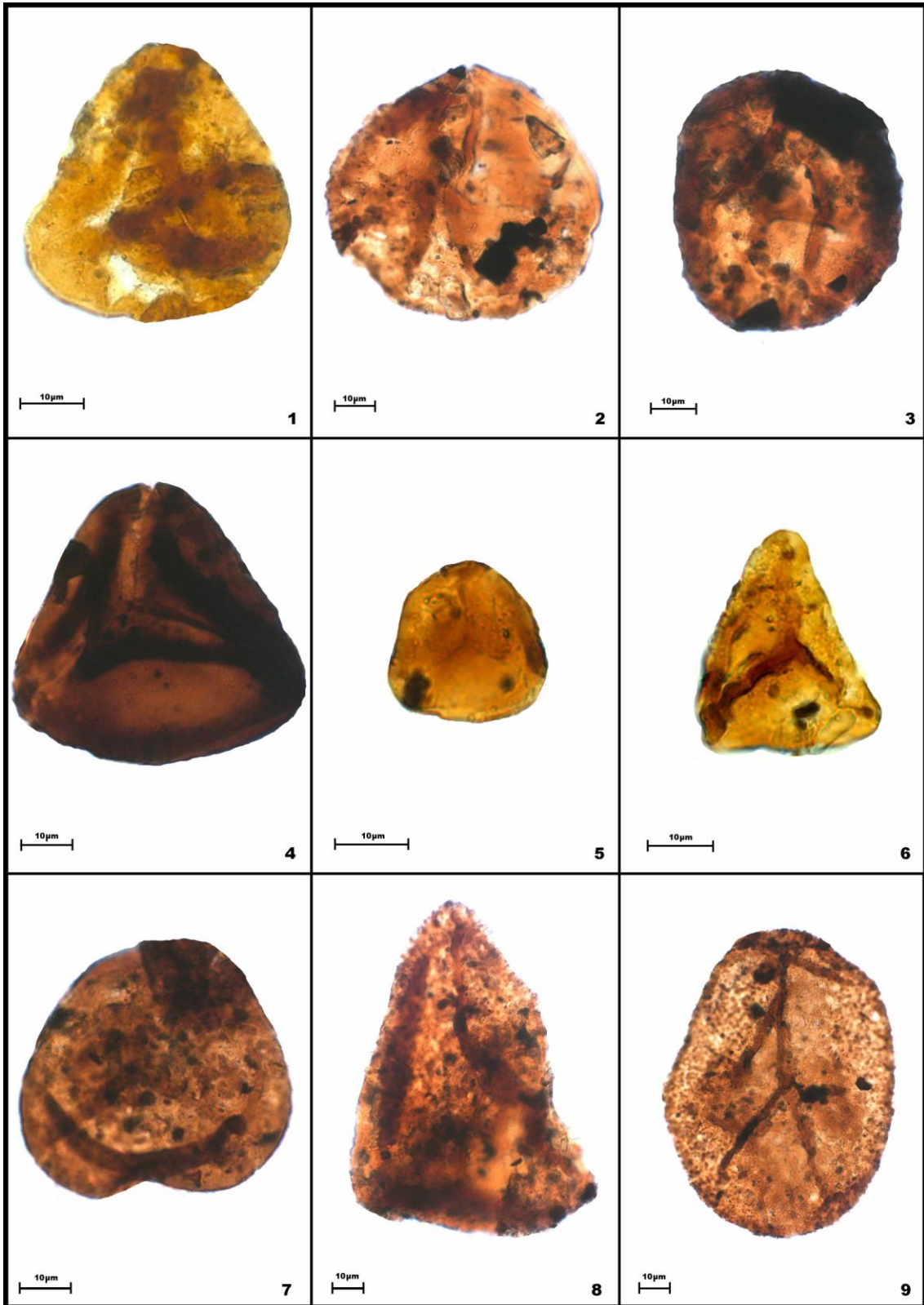
Picarelli, 1984

Lâmina CP5/61b.

Figura 9. *Cristatisporites* sp.

Lâmina CP5/61c.

# Estampa I



## Estampa II

Figura 1. *Cycadopites* sp.  
Lâmina CP5/61a.

Figura 2. *Distriomonosaccites* sp.  
Lâmina CP5/58b.

Figura 3. *Divarisaccus* sp.  
Lâmina CP5/58b.

Figura 4. *Illinites unicus* (Kosanke) Jansonius e Hills 1976  
Lâmina CP5/58c.

Figura 5. *Protohaploxypinus goraiensis* (Potonié e LeLe) Hart, 1964  
Lâmina CP5/58b.

Figura 6. *Protohaploxypinus limpidus* (Balme e Hennely) Balme e Playford, 1967  
Lâmina CP5/58c.

Figura 7. *Protohaploxypinus limpidus* (Balme e Hennely) Balme e Playford, 1967  
CP5/58a.

Figura 8. *Vittatina* sp.  
Lâmina CP5/58b.

Figura 9. Megásporo  
Lâmina CP5/61c

Figura 10. Esporangio  
Lâmina CP5/59c.

Figura 11. Traqueíde  
Lâmina CP5/60a.

Figura 12. *Tetraporina punctata* (Tiwari & Navale) Kar & Bose, 1976  
CP5/58b.

Figura 13. *Portalites gondwanensis* Nahuys, Alpern e Ybert 1968  
Lâmina CP5/61b.

## Estampa II

