**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**TAFOFLORA GONDVÂNICA DO MEMBRO TRIUNFO
FORMAÇÃO RIO BONITO (EOPERMIANO), NO
MUNICÍPIO DE FIGUEIRA, PR.**

Fresia Soledad Ricardi Torres Branco

Orientador: Prof. Dr. Oscar Rösler

TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar

**SÃO PAULO
1997**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**TAFOLORA GONDVÂNICA DO MEMBRO TRIUNFO
FORMAÇÃO RIO BONITO (EOPERMIANO), NO
MUNICÍPIO DE FIGUEIRA, PR**

FRESIA SOLEDAD RICARDI TORRES BRANCO

Orientador: Prof. Dr. Oscar Rösler

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO JULGADORA

	Nome	Assinatura
Presidente:	Prof. Dr. Oscar Rösler	
Examinadores:	Prof ^a Dr ^a Ana Maria Giuliette	
	Dr ^a Diana Mussa	
	Prof ^a Dr ^a Mary Elizabeth C.B.de Oliveira	
	Prof ^a Dr ^a Rosemarie Rohn	

SÃO PAULO
1990

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**TAFOFLORA GONDVÂNICA DO MEMBRO TRIUNFO
FORMAÇÃO RIO BONITO (EOPERMIANO), NO
MUNICÍPIO DE FIGUEIRA, PR.**

Fresia Soledad Ricardi Torres Branco

Orientador: Prof. Dr. Oscar Rösler

TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004866

SÃO PAULO
1997

RESUMO:

No presente trabalho procurou-se obter informações paleoambientais, paleoecológicas e paleoclimáticas por meio do estudo dos aspectos fisionômicos e epidérmicos, presentes nos fitofósseis da taoflora da região de Figueira (Município de Figueira, PR), pertencente ao Membro Triunfo da Formação Rio Bonito.

O material estudado encontra-se carbonificado o que permitiu o estudo das cutículas principalmente de folha e sementes. Os exemplares foram coletados em três etapas de campo nos rejeitos dos campos de lavra da Companhia Carbonífera do Cambuí.

As espécies identificadas após o estudo sistemático pertencem ao grupo das licófitas e a gimnospermas da ordem Voltziales. Nas licófitas foi incluída a espécie Cf. *Brasilodendron pedroanum* Chaloner *et al.*, tendo sido relacionados quatro níveis diferentes de decorticação, partindo com o aqui considerado como o mais externo ou Nível β até o Nível ϵ . Da mesma forma foram estudados micrófilos isolados de licófitas pertencentes, possivelmente, à espécie de caule Cf. *Brasilodendron pedroanum*. Ainda dentro das licófitas foi possível estudar abundantes exemplares de megásporos pertencentes às espécies *Lagenosporites triunfensis* Arai *et* Rösler, *Lagenosporites scutiformis* Trindade, *Sublagenicula* cf. *S. brasiliensis* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz *et al.* e *Setosisporites* cf. *S. furcatus* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz *et al.*, sendo *Lagenosporites triunfensis* amplamente dominante.

As gimnospermas da ordem Voltziales encontram-se representadas pelos gêneros endêmicos do Gondvana *Paranocladus* e *Buriadia*. Para a espécie *Paranocladus dusenii* Florin foram descritas pela primeira vez ramos heterófilos e estróbilos femininos, sendo os ramos dessa espécie muito freqüentes na assembléia. Por meio de estudos epidérmicos foi estabelecida a relação entre a semente paltispérmica, aqui denominada *Paranospermum cambuiense* e *Paranocladus dusenii*, sendo possível, desta forma, reconstruir a planta.

O gênero *Buriadia* encontra-se representado, na taoflora da região de Figueira, pela espécie *B. figueirensis* sp. nov., embora seus fósseis sejam escassos.

Com base nos resultados concluiu-se que a taoflora estudada possui grandes semelhanças com as taofloras eopermianas encontradas no Estado do Paraná, no Membro Triunfo da Formação Rio Bonito. Assim, floras com as mesmas características da estudada podem ter integrado uma vegetação homogênea ao longo da paleolinha de costa do mar, hoje inferido, pelos depósitos do Membro Triunfo, pelo menos no Estado do Paraná.

Na taoflora estudada encontram-se representadas, de forma muito geral, três comunidades vegetais: uma comunidade de pântano, composta principalmente por Cf. *Brasilodendron pedroanum* e esfenófitas, uma comunidade localizada na planície de inundação composta, entre outros, por glossopterídeas e uma comunidade de terrenos mais elevados ou menos freqüentemente inundados, dominada por coníferas como *Paranocladus dusenii* e *Buriadia figueirensis*.

A idade da taoflora da região de Figueira, pode ser considerada dentro do intervalo topo do Sakmariano - Artinskiano, uma vez que nela estão presentes espécies em comum com paleofloras mais antigas, como a de Monte Mor, SP. O regime climático no qual desenvolveu-se a taoflora estudada foi sazonal com estações bem marcadas.

As comparações com outras taofloras conhecidas para o Eopermiano no Gondvana mostram maiores afinidades com as das bacias do Paganzo e de Tepuel-Genoa, na Argentina. Para a África do Sul são encontradas semelhanças, em termos de comunidades vegetais presentes, mas que em termos de composição, com as paleofloras do Ecca Médio. As relações com as taofloras eopermianas da Austrália, Índia e Antárticas são pouco significativas.

ABSTRACT:

In these research, we intended to achieve paleoenvironmental, paleoecological and paleoclimatic information, by means of physiognomic and epidermical studies of the taoflora present in the shales of the upper layer of the Triunfo Member coal bed of the Rio Bonito Formation, that outcrops in the Figueira Municipality, Paraná State, Brazil.

The material here studied were charcoal fossils, that enable the study of cuticles, mainly of leaves and seeds. The samples were collected in the three phases in the field, located in the coal mining fields of the Cambuí Coal Mining Company.

The species that were identified belong the Lycophytes and the Gymnosperms of the order Voltziales. The species Cf. *Brasilodendron pedroanum* Chaloner *et al.* was included among the Lycophytes, to which four different levels of decortication were related, from the one considered here the most external layer (Level β), to the Level ϵ . Isolated Lycophyte microphytes were studied as well; possibly belonging to the stem species previously mentioned. Additionally, a large number of Lycophyte megaspores were studied, belonging to the following species: *Lagenosporites triunfensis* Arai *et* Rösler, *Lagenosporites scutiformis* Trindade, *Sublagenicula* cf. *S. brasiliensis* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz *et al.* and *Setosporites* cf. *S. furcatus* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz *et al.*, of these, *Lagenosporites triunfensis* was the dominating species.

The Gymnosperms of the order Voltziales are represented by the endemic Gondwana genera *Paranocladus* and *Buriadia*. Numerous heterophyllous branches and female strobils are described here for first time for the species *Paranocladus dusenii* Florin. With the use of anatomical studies, it was also possible to relate the platyspermic seed of *Paranospermum cambuiense* gen. *et* sp. nov. to *Paranocladus dusenii*, therefore, it constitutes the first reconstructed genera of the Neopaleozoic Voltziales of Brazil. The genera *Buriadia* is represented by the species *B. figueirensis* sp. nov. with a low frequency of fossils.

Based on the paleobotanical studies, it was possible to conclude that the taoflora of the Figueira region bears great similarities with the taofloras found in the

State of Paraná during the Early Permian, in the Triunfo Member, Rio Bonito Formation. Thus, this type of flora may have constituted a homogeneous vegetation during that period, all along the paleoline of the coast of the Paraná Basin.

Three basic kinds of vegetation communities can be characterized in the flora there studied: a swamp community, constituted mainly by *Cf. Brasilodendron pedroanum* and sphenophytes; a community located in the flooded lowland constituted predominantly of glossopterids and a community of more elevated terrains or less frequently flooded, dominated by Voltziales such as *Paranocladus dusenii* and *Buriadia figuerensis*.

Concerning the age of the taoflora of Figueira, it can be placed between the Late Sakmarian – Artinskian interval, due the presence of species in common with the Late Carboniferous taoflora of Monte Mor, São Paulo State. The taoflora here studied probably grew in a temperate climate with well marked seasons.

Comparisons made with other taofloras of the same age, known for the Gondwana, indicate close affinities with the Paganzo and the Tepuel-Genoa basins in Argentina. In terms of vegetation communities, there also links between the South of Africa with the paleofloras found in the Middle Ecca. The relationships with the Early Permian taofloras of Australia, India and Antarctica were not very significant.

TAFOFLORA GONDVÂNICA DO MEMBRO TRIUNFO, FORMAÇÃO RIO BONITO (EOPERMIANO), NO MUNICÍPIO DE FIGUEIRA, PR.

ÍNDICE :

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Objetivos	2
1.2 - Delimitação do enfoque proposto	3
1.3 - Agradecimentos	3
2 - MÉTODOS E TÉCNICAS ADOTADAS	5
2.1 - Área de estudo	5
2.2 - O material utilizado	5
2.3 - Metodologia e técnicas	10
2.3.1 - Análise de macrofósseis vegetais	10
2.3.2 - Estudo morfológico de cutículas	10
2.3.3 - Estudo sistemático dos megásporos	11
2.3.4 - Estudo dos micrófilos de licófitas	12
2.3.5 - Estudo dos caules de licófitas	13
3 - ASPECTOS GEOLÓGICOS	16
3.1 - A bacia do Paraná	16
3.2 - A Formação Rio Bonito	19
3.2.1 - Membro Triunfo ou intervalo basal	20
3.2.2 - Membro Paraguaçu ou intervalo médio	21
3.2.3 - Membro Siderópolis ou intervalo superior	22

3.3 - O carvão na Formação Rio Bonito	22
3.4 - Geologia da Formação Rio Bonito na região de Figueira	27
3.5 - Características do carvão na região de Figueira	30
4 - FLORAS NEOPALEOZOÍCAS DA PORÇÃO BRASILEIRA DA BACIA DO PARANÁ ASSOCIADAS A FORMAÇÕES COM ESTRATOS DE CARVÃO	33
4.1 - Considerações preliminares	33
4.2 - Megafósseis e megásporos	34
4.2.1 - São Paulo	34
4.2.2 - Paraná	36
4.2.3 - Santa Catarina	43
4.2.4 - Rio Grande do Sul	45
4.3 - Integração e análise crítica das informações obtidas dos macro e microfósseis.	50
5 - ESTUDO SISTEMÁTICO	52
LICOPSIDA	52
Lepidodendrales	52
Lycopodiopsidaceae	52
<i>Cf. Brasilodendron pedroanum</i> Chaloner <i>et al.</i>	52
INSERTAE SEDIS	67
Micrófilos de licófitas	76

MEGASPORITES	76
Gulati	76
<i>Lagenosporites triunfensis</i> Arai et Rösler	76
<i>Lagenosporites scutiformis</i> Trindade	80
<i>Sublagenicula</i> cf. <i>S. brasiliensis</i> (Dijkstra) Dybová-Jachowicz et al.	83
<i>Setosporites</i> cf. <i>S. furcatus</i> (Dijkstra) Dybová-Jachowicz et al.	85
GYMNOSPERMOSIDA	88
Voltziales	88
Buriadiaceae	88
<i>Buriadia figueirensis</i> sp. nov.	88
<i>Paranocladus dusenii</i> Florin	98
<i>Paranospermum cambuiense</i> gen. et sp. nov.	115
6 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	126
6.1 - Integração dos taxons estudados ao conhecimento da paleobotânica da região de Figueira	126
6.2 - A tafoflora da região de Figueira no âmbito da vegetação neopaleozóica do Gondvana sul-ocidental	132
6.2.1 - Relações com a vegetação da porção brasileira da bacia do Paraná	132
6.2.2 - Relações com a vegetação das bacias de Paganzo e Tepuel-Genoa	135
6.2.3 - Relações com a vegetação dos outros continentes gondvânicos	139

6.3 - Considerações sobre a idade da taoflora da região de Figueira	141
6.4 - Paleoecologia das comunidades vegetais associadas à camada de carvão	142
6.4.1 - Considerações preliminares	142
6.4.2 - Proposta paleoecológica para as comunidades vegetais da taoflora estudada.	148
6.5 - Considerações paleoclimáticas	153
6.6 - Definição de possíveis implicações evolutivas dos taxons estudados	155
7 – CONCLUSÕES	156
8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	158
ESTAMPAS	

INDICE DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS:

FIGURAS:

Figura 1: Mapa região de Figueira e localização das três minas estudadas	6
Figura 2: Coluna estratigráfica das unidades neopaleozóicas bacia do Paraná.	18
Figura 3: Distribuição das principais jazidas de carvão permianas da bacia do Paraná	24
Figura 4: Mapa geológico da região de Figueira	26
Figura 5: Coluna estratigráfica da Formação Rio Bonito na região de Figueira	29
Figura 6: Desenho do espécime GP/3E 7010a, mostrando as almofadas foliares do Nível ε de Cf. <i>Brasilodendron pedroanum</i> Chaloner <i>et al.</i>	61
Figura 7: Reconstrução de um micrófilo	71
Figura 8: Desenho esquemático de um corte transversal do exemplar GP/3E 5947	73
Figura 9: Reconstituição artística de <i>Paranocladus dusenii</i> Florin	103
Figura 10: Desenho esquemático de <i>Paranospermum cambuiense</i> gen. et sp. nov.	119
Figura 11 Distribuição das principais bacias gondvânicas durante o intervalo Neocarbonífero – Eopermiano	138
Figura 12: Distribuição das paleocomunidades vegetais sugeridas para a região de Figueira durante o Eopermiano	150

FOTOGRAFIAS:

Fotografia 1: Mina Amando Simões. Entrada do Poço 01	8
Fotografia 2: Mina Amando Simões. Entrada do Poço 06	8
Fotografia 3: Entrada da mina em plano inclinado 115	8
Fotografia 4: Mina Amando Simões. Rejeito Geral	9
Fotografia 5: Mina Amando Simões. Rejeito Geral	9
Fotografia 6: Mina PI - 115. Rejeito	9

Fotografia 7: Camada de carvão na mina PI - 115	32
Fotografia 8: Camada de carvão no Afloramento de Areia Branca	32
TABELAS:	
Tabela 1: Amostras obtidas por meio de maceração com Solução de Schulze, de acordo as duas técnicas utilizadas	14
Tabela 2: Principais taofloras neopaleozóicas associadas a estratos de carvão na porção oriental da bacia do Paraná	38
Tabela 3: Megásporos associados aos estratos de carvão neopaleozóicos da porção oriental da bacia do Paraná	46
Tabela 4: Características dos diferentes níveis de decorticação	54
Tabela 5: Licófitas encontradas no Neopaleozóico da bacia do Paraná	56
Tabela 6: Dimensões de <i>Sublagenicula brasiliensis</i> mencionadas na literatura e as dos exemplares de Figueira	74
Tabela 7: Comparação entre as espécies de <i>Buriadia</i> sem estudos cuticulares	92
Tabela 8: Comparação entre as espécies de <i>Buriadia</i> com estudos cuticulares	95
Tabela 9: Comparação entre a espécie de <i>Paranocladus</i> estudada e as outras ocorrências do gênero no Brasil	107
Tabela 10: Comparação entre a espécie de <i>Paranocladus</i> estudada e as outras ocorrências do gênero a nível mundial	111
Tabela 11: Sementes afins com <i>Paranospermum cambuiense</i> sem estudos de cutículas	121
Tabela 12: Sementes afins com <i>Paranospermum cambuiense</i> com estudos cuticulares	123
Tabela 13: Evolução dos conhecimentos paleobotânicos no presente século na região de Figueira, PR.	127
Tabela 14: Espécies de megásporos encontrados por amostra e local de procedência	129
Tabela 15: Elementos presentes na taoflora da região de Figueira	132

1 - INTRODUÇÃO:

Através dos estudos paleontológicos é possível obter uma idéia de como foi a história da vida em nosso planeta. O Permiano, dentro desse contexto, revela-se como um período interessante de ser estudado, uma vez que marca o fim de uma etapa na história da vida. No transcurso do Permiano, no paleocontinente de Gondvana, desenvolveu-se uma rica Província Florística caracterizada pela presença, entre outros, do gênero *Glossopteris*.

Neste trabalho procurou-se estudar um intervalo de tempo no início desse período, no qual grandes florestas desenvolveram-se nas margens do mar epicontinental, hoje representado pela Bacia do Paraná. Essas comunidades vegetais representam o florescimento da vegetação após o fim de um longo período glacial, assim como o estabelecimento da Flora de *Glossopteris* na Bacia do Paraná.

Graças a ocorrência de camadas de carvão, desde cedo foi despertado interesse pelo estudo das floras associadas a essas camadas, nos estados do sul do Brasil. Assim desde o início do século se têm notícias sobre as taofloras do nordeste do Estado do Paraná, localizadas na atualmente denominada região de Figueira. O presente estudo apresenta uma revisão acerca dos elementos presentes em tal taoflora, dando ênfase aos estudos cuticulares, de Votziales, assim como das licófitas encontradas.

A extração, bem como a confecção das lâminas estudadas foi realizada nos Laboratórios do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências e do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP. Grande parte dos estudos cuticulares realizados foi feita no Laboratório de Anatomia Vegetal do Centro Jardim Botânico de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, sob a orientação da Profa. Margarita Torres de Ricardi, durante um estágio realizado no segundo semestre de 1995. A observação, assim como as descrições das espécies estudadas foram feitas também no Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências, da USP.

1.1 - Objetivos:

A presente pesquisa tem como principal finalidade o estudo da taoflora encontrada na área de Figueira, com ênfase no material associado às camadas de carvão da Formação Rio Bonito, presentes nos campos de lavra da Companhia Carbonífera do Cambuí.

Os objetivos deste estudo podem ser resumidos da seguinte forma:

1 - Estudo sistemático:

1.1 - Definição sistemática dos exemplares pertencentes ao grupo das coníferas, incluindo o estudo das cutículas de folhas, estróbilos e sementes.

1.2 - Definição sistemática dos exemplares pertencentes ao grupo das licófitas, incluindo o estudo dos micrófilos.

1.3 - Definição sistemática dos exemplares de megásporos associados aos megafósseis.

2 - Complementação dos dados obtidos com os de outras pesquisas paleobotânicas realizadas nas minas de carvão do nordeste do Estado do Paraná.

3 - Avaliação das condições ambientais e climáticas nas quais desenvolveu-se a flora estudada, com base nas informações paleobotânicas e geológicas.

4 - Comparação da flora estudada (megafósseis e megásporos) com as outras conhecidas para o Eopermiano no Sul do Brasil, Argentina, bem como nos demais continentes do Gondwana.

5 - Definição da paleofitogeografia da área durante o Eopermiano.

6 - Definição de possíveis implicações evolutivas dos táxons estudados.

1.2 - Delimitação do enfoque proposto :

Exclusão do estudo dos pólenes e micrósporos associados a camadas de carvão e dos taxons anteriormente citados para a área, cujos megafósseis não foram encontrados no decorrer das coletas efetuadas no presente projeto.

1.3 - Agradecimentos:

Agradeço a todos que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

ao meu orientador Prof. Dr. Oscar Rösler pelo apoio e entusiasmo na elaboração deste projeto de pesquisa; assim como pela amizade recebida;

à Prof.a. Margarita Torres de Ricardi pelo apoio e orientação no estudo dos aspectos epidérmicos e anatômicos da taoflora;

à Profa. Dra Mary Elizabeth C. Bernardes de Oliveira pelo estímulo, atenção e apoio recebidos em muitos momentos de dúvida paleobotânica, assim como na ajuda da realização das fotografias em MEV, juntamente com a Profa. Ana Flora Mandarin de Lacerda;

ao Prof. Dr. Paulo Roberto dos Santos pelo apoio e atenção recebidos na elaboração da geologia;

ao Prof. Dr. Samuel Murgel Branco, pela colaboração recebida na confecção dos desenhos e reconstituições da taoflora estudada, assim como pelo apoio e estímulos, à bióloga Wilma Cardinale Branco, pelas correções e sugestões recebidas no momento da elaboração do texto e ao geólogo Fábio Cardinale Branco, pela colaboração nos trabalhos de campo, compreensão e apoio, recebidos no transcurso de toda a pesquisa;

ao Prof. Dr. Aristides de Almeida Rocha por haver permitido a utilização do Laboratório de Análise de Águas do Departamento, de Saúde Ambiental e à Técnica Maria do Carmo pelo auxílio recebido no laboratório;

ao Palinólogo Mitsuru Arai do CEMPES/PETROBRÁS, pelo auxílio no estudo dos megásporos;

à técnica Verônica Gabriel Santos na impregnação das amostras para realização das seções delgadas dos micrófilos e ao pessoal técnico da laminação pela elaboração das seções finas;

à Companhia Carbonífera do Cambuí e Equipe Diretiva e Técnica de Figueira, pelo apoio no campo, assim como por haver permitido a coleta e visita irrestrita aos campos de lavra e rejeitos; à FAPESP por haver financiado esta pesquisa através do Projeto de Auxílio à Pesquisa nº 94/5999-3 e ao CNPq pela concessão de uma Bolsa de Nível Doutorado.

2 - MÉTODOS E TÉCNICAS ADOTADAS :

2.1 - Área de estudo :

A área de onde provém o material fóssil em estudo situa-se no nordeste do Estado do Paraná, no Município de Figueira, próximo ao povoado de Figueira, nos campos de lavra da Companhia Carbonífera do Cambuí (coordenadas UTM 7368 - 7360 N e 556 - 564 E). As coletas foram realizadas nos rejeitos das minas Amando Simões (poços 01 e 06), Plano Inclinado 115 e no Rejeito Geral (Figura 1).

O acesso a partir de São Paulo pode ser feito, inicialmente, através da Rodovia Castello Branco, via Espírito Santo do Turvo até Ourinhos, em seguida pela Rodovia BR-175 até o município de Ibaiti e finalmente, pela estrada Ibaiti - Figueira, num percurso total de 520 Km.

2.2 - O material utilizado :

Para realizar o estudo proposto e a fim de recoletar material foram realizadas três etapas de campo:

1 - A primeira etapa, nos dias 02 a 07 de abril de 1995, na qual desenvolveram-se as seguintes atividades:

- Coleta de fitofósseis nos rejeitos das minas Amando Simões (poços 01, 06 e rejeito geral) e Plano Inclinado 115 (fotografias 1 a 6).

- Visita ao interior e frentes de lavra das minas Amando Simões, Poço 01 e Poço 06, ambos a 130 metros de profundidade, e PI - 115, a 80 metros de profundidade, com objetivo de conhecer os leitos dos quais vem sendo extraído o carvão e coletar amostras de rocha a cada dez centímetros, nas frentes de lavra. Estas poderão, em estudos posteriores, fornecer dados palinológicos.

Figura 1: Mapa da região de Figueira e localização das três minas estudadas

- Tentativas de visita às minas abandonadas próximas a Figueira para avaliar a possibilidade de se coletarem fitofósseis. As minas visitadas foram Areia Branca, abandonada na década de 70 e Barra Tatapuí (ou Taquara) abandonada há mais de 30 anos. Essa possibilidade foi rejeitada, uma vez que as entradas das minas encontram-se atualmente fechadas, estando a vegetação à sua volta já bastante recuperada.

Foi também visitado um afloramento (no Córrego Carvãozinho) da camada de carvão com a finalidade de verificar a possibilidade de coletar fitofósseis, o que não foi possível devido ao elevado grau de alteração em que se encontra (Figura 1).

2 - A segunda etapa teve lugar nos dias 18 a 21 de outubro de 1995, quando foram coletados fitofósseis no rejeito do PI - 115, assim como na Mina Amando Simões (Poço 06 e rejeito geral – fotografias 3 a 6).

3 - A terceira etapa teve lugar entre os dias 22 a 24 de Julho de 1997, tendo sido coletados fitofósseis no rejeito geral (fotografias 4 e 5). Foi feita uma visita ao interior da mina Plano Inclinado 115, onde foram coletadas amostras de carvão da frente de lavra, com um intervalo de dez centímetros, as quais poderão ser analisadas posteriormente.

As amostras coletadas correspondem a um siltito carbonoso, de cor cinza, maciço a levemente estratificado, onde os restos vegetais aparecem carbonificados. Entre os fósseis encontrados há ramos, folhas, estróbilos, sementes, caules de licófitas, micrófilos isolados, megásporos e escamas de peixes paleoniscídeos.

As amostras foram inicialmente numeradas segundo o sistema adotado para a coleção científica do IG - USP, na coleção de 3E (entrada, paleobotânica):

- primeira coleta: do número GP/3E 5889 até o 5950;
- segunda coleta: do número GP/3E5951 até o 6011;
- terceira coleta: do número GP/3E 6982 até o 7011, perfazendo um total de 150 amostras.

Fotografia 1: Mina Amando Simões
Entrada do poço 01

Fotografia 2: Mina Amando Simões
Entrada do poço 06

Fotografia 3: Entrada da mina em
plano inclinado 115

Fotografia 4: Mina Amando Simões
Rejeito Geral

Fotografia 5: Mina Amando Simões
Rejeito Geral

Fotografia 6: Mina PI-115

2.3 - Metodologia e técnicas :

2.3.1 - Análise de macrofósseis vegetais:

São selecionados no laboratório os melhores exemplares. Para tanto, é considerada, no caso de ramos e folhas, a boa preservação da nervação, a presença de ápice, base, pecíolo etc. No caso de sementes, é considerada boa preservação, a presença de corpo central, da asa etc. Para os caules de licófitas é levada em conta a boa preservação das almofadas foliares, feixe vascular, etc.

O material é inicialmente submetido a uma análise visual e, posteriormente, com o auxílio de microscópio estereoscópico, minuciosamente examinado, sendo os melhores espécimes descritos, desenhados e fotografados, de modo a serem comparados com a bibliografia específica .

2.3.2 - Estudo morfológico das cutículas:

Foi seguida a técnica sugerida por Fittipaldi (1981) e Fittipaldi & Rösler (1982), onde inicialmente, as cutículas são separadas no campo, retiradas do sedimento com o auxílio de um pincel, e imersas em uma solução de Schulze (ácido nítrico + solução saturada de clorato de potássio) a 5%. É necessário que esse procedimento seja efetuado em campo, pois assim evitam-se problemas de ressecamento da película carbonosa, reduzindo-se também, a possibilidade de danos do material durante o transporte.

No laboratório, os fragmentos são mergulhados em solução de Schulze a 50% ou 25% por um período de cinco a sete dias, a fim de que se processe a oxidação e conseqüente diafanização da fração orgânica carbonificada (maceração).

O processo, anteriormente descrito, foi seguido principalmente com o material da primeira coleta, tendo sido maceradas 22 cutículas de amostras diferentes (Tabela 1). Posteriormente, para a obtenção de fragmentos de cutícula maiores, dos quais seria possível obter mais informação, foi feita a maceração de blocos pequenos (aprox. 30 g) de silito, técnica sugerida por Fittipaldi & Rösler (1982), Clement-Westerhof

(1984), Kerp & Barthel (1993) entre outros. Nesse processo, os blocos são mergulhados, diretamente, na solução de Schulze, durante um período de 5 a 6 dias (Tabela 1).

As películas resultantes do processo são retiradas da solução de Schulze e imersas por alguns minutos em solução de hidróxido de potássio a 10%, de modo a solubilizar toda a matéria carbonosa restante. Em seguida, o material é lavado em água destilada a fim de retirar a solução de hidróxido de potássio.

Na etapa seguinte, o material é montado em lâminas, utilizando-se para tal, o processo padrão, que envolve a fixação das películas por meio de Celosize e Entellan, recobrimo-se o material com uma lamínula.

Após a preparação, o material é observado num microscópio, sendo os melhores fragmentos de cutículas fotografados, desenhados em câmara clara, descritos e comparados com a literatura específica.

A maceração em bloco mostrou-se extremamente útil não apenas na extração de cutículas, mas também na obtenção de megásporos. Este processo foi feito sobre 45 blocos de 22 amostras, obtendo-se cutículas de coníferas (*Paranocladus*, *Buriadia* e *Paranospermum*), licófitas (micrófilos), assim como micrófilos carbonificados e um total de 352 megásporos .

Foram preparadas 44 lâminas com cutículas de *Paranocladus* (25 de folhas escamiformes, 11 de folhas linear-lanceoladas, 6 do estróbilo), 6 de *Buriadia*, 8 de *Paranospermum* e 5 de cutículas de licófitas.

2.3.3 - Estudo sistemático dos megásporos:

Uma vez macerados, pelo processo acima descrito, os megásporos são retirados da rocha por meio de um pincel e lavados com água destilada. A seguir, são mergulhados em ácido fluorídrico a 20% por um período de 24 horas, a fim de dissolver os grãos de sílica ainda aderidos à sua superfície externa devido a escultura

da exina. A secagem é feita à temperatura ambiente sobre um vidro de relógio, devidamente identificado com o número da amostra da qual foram retirados.

O passo seguinte é a montagem em microscópio estereoscópico dos megásporos em lâmina seca, sugerida por Sommer (1953) e Arai & Rösler (1984), selecionando em lâminas diferentes as espécies presentes em cada amostra, levando em consideração seu grau de preservação (inteiros ou quebrados) e o plano em que foram achatados (equatorial ou polar). Logo após, os megásporos são descritos, desenhados e fotografados, a fim de permitir sua correta classificação.

Foram extraídos um total de 352 megásporos a partir de 15 amostras processadas, sendo 5 amostras coletadas no PI - 115, 5 na Mina Amando Simões (duas amostras do Poço 01 e três no Poço 06) e 5 no rejeito geral.

2.3.4 - Estudo dos micrófilos de licófitas:

Numerosos micrófilos carbonificados em três dimensões foram obtidos no processo de maceração em bloco descrito no item b.2. Embora estejam isolados do caule, é interessante o seu estudo, pois possuem a morfologia preservada. Micrófilos semelhantes foram observados também no carvão e incluídos neste estudo. A fim de realizar um estudo morfológico, preparamos o material pela seguinte técnica:

Os exemplares são aquecidos em estufa a 40°C e posteriormente embebidos em resina sintética (300 ml de Resina T - 208 + 120 ml de Monômero de Estireno + 6 gotas de catalisador). As amostras são deixadas secar até ficarem sólidas, à temperatura ambiente e posteriormente em estufa a 60 °C, durante três semanas. Completado o processo, são preparadas seções delgadas dos blocos obtidos, em sentido transversal ao micrófilo e montadas em lâminas petrográficas.

Foram impregnados 2 micrófilos isolados (GP/3E 5947) e feitas 2 lâminas petrográficas de cada um. Da mesma forma, 3 blocos de carvão (GP/3E 5927 a - b) foram impregnados e preparadas 9 lâminas petrográficas.

É importante destacar o fato de ser esta a primeira vez em que é utilizada esta técnica no estudo de fósseis, tendo sido obtidos excelentes resultados. Inicialmente as lâminas foram observadas em microscópio e posteriormente descritas, desenhadas, fotografadas e comparadas com a literatura apropriada.

2.3.5 - Estudo dos caules de licófitas:

Para melhor descrição e compreensão dos diferentes níveis decorticados de caules de licófitas foram efetuados moldes em látex, de acordo com a seguinte técnica:

uma vez limpas as impressões caulinares portadoras de cicatrizes foliares, são aplicadas camadas sucessivas de látex líquido, até que estas atinjam uma espessura de aproximadamente 5 mm. Após a secagem, o molde é retirado com cuidado, obtendo-se, desta forma, uma réplica, em negativo, da impressão (e portanto em positivo do caule original), o que facilita o estudo e descrição de características como tipo de almofada, micrófilo, feixe vascular, etc.

Tabela 1: Amostras obtidas por meio de maceração com Solução de Schulze, de acordo as duas técnicas utilizadas.

Amostras	Intervalo do processo	Cutícula retirada no campo	Concentração da S. Schulze	D	E	Exemplares procurados	Exemplares obtidos
GP/3E 5893	16/05/95 - 23/05	<i>Paranocladus</i>	50%	4	-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5895 a	16/05/95 - 23/05	<i>Paranocladus</i>		2	-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5909	16/05/95 - 23/05	microfiló		2	-		cutícula
GP/3E 5915	16/05/95 - 23/05	<i>Paranocladus</i>		2	-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5921	16/05/95 - 23/05	<i>Paranocladus</i>		2	-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5921	16/05/95 - 23/05	<i>Paranocladus</i>		1	-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5923	16/05/95 - 23/05	<i>Paranocladus</i>		1	-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5941 aC	16/05/95 - 23/05	<i>Paranocladus</i>		3	-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5941 b	16/05/95 - 23/05	<i>Paranocladus</i>		8	-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5895 b	07/06/95 - 14/06	-	início 25% último dia 50%	12	X	<i>Paranocladus</i>	<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5892 a	20/06/95 - 27/06	<i>Paranocladus</i>	início 25% últimos 2 dia 50%		-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5896	20/06/95 - 27/06	<i>Paranocladus</i>			-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5907 b	20/06/95 - 27/06	<i>Paranocladus</i>			-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5909	20/06/95 - 27/06	microfiló		2	-		cutícula
GP/3E 5913	20/06/95 - 27/06	microfiló			-		-
GP/3E 5935 aA	20/06/95 - 27/06	<i>Paranocladus</i>			-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5940	20/06/95 - 27/06	<i>Paranocladus</i>			-		<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5906 a	21/07/95 - 26/07	<i>Paranocladus</i>	início 50% últimos 4 dias 25%		-		-
GP/3E 5906 c	21/07/95 - 26/07	<i>Paranocladus</i>			-		-
GP/3E 5923 aA	21/07/95 - 26/07	-		6	X	<i>Paranocladus</i>	<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5923 bB	21/07/95 - 26/07	-		3	X	<i>Paranocladus</i>	<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5923 aC	21/07/95 - 26/07	-			X	<i>Paranocladus</i>	megáporos
GP/3E 5923 aD	21/07/95 - 26/07	-			X	<i>Paranocladus</i>	megáporos
GP/3E 5926	21/07/95 - 26/07	microfiló			-		-
GP/3E 5934 a	21/07/95 - 26/07	<i>Glossopteris</i>			-		<i>Glossopteris</i>
GP/3E 5934 b	21/07/95 - 26/07	<i>Glossopteris</i>			-		<i>Glossopteris</i>
GP/3E 5947	21/07/95 - 26/07	microfiló			-		microfiló
GP/3E 5891 e	28/07/95 - 02/08	-	início 50% últimos 5 dias 25%		X	<i>P.</i> e megáporos	megáporos e <i>P.</i>
GP/3E 5895 a	28/07/95 - 02/08	-		4	X	<i>Buriadia</i>	<i>Buriadia</i> e 2 sementes
GP/3E 5908 b	28/07/95 - 02/08	-		1	X	semente	semente e <i>P.</i>
GP/3E 5923 bB	28/07/95 - 02/08	-			X	megáporos	megáporos e <i>P.</i>

Legenda: D = Lâminas montadas apartir do material obtido após a maceração.

E = Amostras maceradas em blocos.

Amostras	Intervalo do processo	Cutícula retirada no campo	Concentração da S. Schulze	D	E	Exemplares procurados	Exemplares obtidos
GP/3E 3188	12/09/95 - 19/09	-	início 50% últimos 5 dias 25%	2	X	semente	2 sementes e megásporos
GP/3E 5895 c	12/09/95 - 19/09	-		1	X	semente	semente
GP/3E 5896	12/09/95 - 19/09	-		1	X	semente	sementes e megásporos
GP/3E 5896	12/09/95 - 19/09	-			X	megásporos	megásporos
GP/3E 5896	12/09/95 - 19/09	-			X	megásporos	-
GP/3E 5896	12/09/95 - 19/09	-			X	megásporos	megásporos
GP/3E 5909	12/09/95 - 19/09	-			X	fragmentos	-
GP/3E 5923 bA	12/09/95 - 19/09	-		2	X	<i>Paranocladus</i>	<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5923 bB	12/09/95 - 19/09	-		1	X	<i>Paranocladus</i>	<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5936 bB	22/09/95 - 27/09	-	50%	1	X	megásporos	megásporos, P. e sementes
GP/3E 5941 cA	22/09/95 - 27/09	-			X	megásporos	-
GP/3E 5941 cB	22/09/95 - 27/09	-		1	X	<i>Paranocladus</i>	<i>Paranocladus</i>
GP/3E 5941 cC	22/09/95 - 27/09	-		1	X	megásporos	<i>Paranocladus</i>
GP/3E 3191	05/10/95 - 11/10	-	50%		X	megásporos	megásporos e semente
GP/3E 3682	05/10/95 - 11/10	-			X	semente	-
GP/3E 5925 bA	05/10/95 - 11/10	-			X	megásporos	megásporos
GP/3E 5925 bB	05/10/95 - 11/10	-			X	semente	megásporos
GP/3E 5930 aC	05/10/95 - 11/10	-			X	megásporos	megásporos e semente
GP/3E 5930 cB	05/10/95 - 11/10	-			X	megásporos	-
GP/3E 5913	09/02/96 - 14/02	-	50%		X	micrófilo	-
GP/3E 5914	09/02/96 - 14/02	-			X	megásporos	megásporos
GP/3E 5945 b	09/02/96 - 14/02	-			X	megásporos	-
GP/3E 5967	09/02/96 - 14/02	-			X	micrófilo	megásporos
GP/3E 5974 a	09/02/96 - 14/02	-		1	X	<i>Buriadia</i>	<i>Buriadia</i> e semente
GP/3E 5974 b	09/02/96 - 14/02	-		1	X	<i>Buriadia</i>	-
GP/3E 5982	09/02/96 - 14/02	-		1	X	megásporos	semente, megásporos e micrófilo.
		-					
GP/3E 5990	09/02/96 - 14/02	-			X	megásporos	megásporos
GP/3E 6011c	09/02/96 - 14/02	-			X	semente	semente e megásporos
GP/3E 5909	06/03/96 - 13/03	-	50%		X	micrófilo	micrófilo
GP/3E 5909	06/03/96 - 13/03	-			X	micrófilo	micrófilo
GP/3E 5909	06/03/96 - 13/03	-			X	micrófilo	micrófilo
GP/3E 5909	06/03/96 - 13/03	-			X	micrófilo	micrófilo
GP/3E 5909	06/03/96 - 13/03	-			X	micrófilo	micrófilo
GP/3E 5990	06/03/96 - 13/03	-			X	micrófilo e megásporos	micrófilo

Legenda: D = Lâminas montadas a partir do material obtido após a maceração.

E = Amostras maceradas em blocos.

3 - ASPECTOS GEOLÓGICOS

3.1 - A bacia do Paraná.

A região de Figueira está situada na porção oriental da bacia do Paraná, ao nordeste do arco de Ponta Grossa. Devido a essa localização a região foi influenciada por uma série de eventos geológicos que afetaram a bacia através da sua história. Por este motivo, iniciaremos o capítulo fazendo uma breve resenha sobre a bacia do Paraná.

A bacia do Paraná é uma grande bacia intracratônica, de idade paleozóica-mesozóica, com área aproximada de 150.000.000 Km² (Landin & Fulfaro, 1972; Frakes & Crowell, 1972; Petri & Fulfaro, 1981; Castro, 1988, Zalán *et al.*, 1990 e 1991). Estende-se pelo Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina e, possivelmente, existiram algumas conexões na sua porção sul com as bacias do Chaco-Paraná e de Paganzo (Zalán *et al.*, 1990 e 1991). Limita-se a NE, NW, W e S por arcos estruturais paralelos às suas bordas. Na borda leste o limite estaria representado pelo arco Afrobrasiliano, rompido durante a separação da África no Mesozóico (Petri & Fulfaro, 1981) e hoje constituído pela Serra do Mar (Zalán *et al.*, 1991). A bacia atualmente apresenta limites erosivos e uma forma ovóide, embora esta forma, bem como seus limites, tenham variado amplamente através da sua história. A atual região geral do arco de Ponta Grossa e o arco do Rio Grande, por exemplo, influenciaram na configuração da bacia no Paleozóico, criando duas reentrâncias na margem leste. A porção brasileira da bacia do Paraná possui 1.100.000 Km², distribuídos nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul na porção oriental e nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e sul de Goiás na porção ocidental, sendo também incluída uma pequena parte do Estado de Minas Gerais (Triângulo Mineiro - Petri & Fulfaro, 1981; Zalán *et al.*, 1991).

A história da bacia do Paraná (Zalán *et al.*, 1991) iniciou-se no Ordoviciano Superior - Siluriano Inferior na crosta continental do recém formado Gondvana. Petri & Fulfaro (1981) indicam que a subsidência desta bacia foi moderada no Siluriano e

máxima no Devoniano, tendo sido o seu desaparecimento gradual até o fim do Mesozóico. O tectonismo também tem sido considerado como um agente importante na história geológica da bacia.

A história sedimentar da porção brasileira da bacia do Paraná é bastante interessante. Embora seja objeto de controvérsias até o presente, sua sequência litoestratigráfica pode ser resumida na coluna apresentada na Figura 2, estando os fósseis estudados nesta tese englobados no terceiro pacote:

- este intervalo é composto por sedimentos de idade carbonífera - permiana, embora autores como Milani *et al.* (1994) estendam essa idade até o Eotriássico. As unidades litoestratigráficas ali reconhecidas referem-se aos subgrupos Itararé (Santos *et al.* 1996), Guatá (formações Rio Bonito e Palermo) do Grupo Tubarão (Rocha-Campos, 1967) e o Grupo Passa Dois (formações Irati, Teresina e Rio do Rasto). Castro (1988) propôs a divisão desse pacote em cinco fases diferentes de sedimentação, dentre elas a primeira e segunda fases representam as de maior interesse para o presente estudo.

- A primeira, associada ao desenvolvimento da glaciação, é representada pelo Subgrupo Itararé, onde está contido o maior e mais extenso registro da glaciação paleozóica conhecido para o Gondvana (Santos *et al.*, 1996). No presente trabalho preferimos as designação de Subgrupo Itararé e de Subgrupo Guatá, conforme proposta por Rocha-Campos (1967).
- A segunda fase, associada à sedimentação pós-glacial, é representada pela sedimentação predominantemente, deltaica da Formação Rio Bonito, na qual estão incluídos os fósseis estudados.

Figura 2: Coluna estratigráfica das unidades neopaleozóicas da Bacia do Paraná

Período	Época	Idade	Unidades			LITOLOGIA	Ambiente
			Grupo	sub-grupo	Formação		
Triássico	Scytiano	Noriano	Passa Dois	Corumbá	Pirambóia		Santa Maria
		Carniano			Rosário do Sul		
		Ladiniano					
		Anisiano					
Permiano	Neo	Tatariano	Passa Dois	Corumbá	Rio do Rasto	M. Pelado	
					Teresina	Serrinha	
		Kazaniano			Saia		
					Irati	Assistência	
	Eo	Kunguriano	Guatá	Aquadana	Palermo	Siderópolis	
					Rio Bonito	Paraguacu	
		Artinskiano				Trinão	
					Taciba	Chapéu do Sul	
		Sakmariano				Rio do Sul	
						R. Segredo	
	Asseliano		Itararé			C. do Tenente	
Carbonífero	Stephaniano		Itararé			Tarabai	
	Westphaliano						
	Namuriano						

Modificado de Millani *et al.* (1994)

LEGENDA

Calcário
 Folhelho
 Siltito
 Arenito
 Diamictito
 Diabásio
 Dolomita

3.2 - A Formação Rio Bonito.

Discutiremos a seguir, resumidamente, alguns aspectos relacionados com a geologia da Formação Rio Bonito, na qual estão contidas as camadas ora estudadas.

Os sedimentos pós-glaciais da Formação Rio Bonito estão distribuídos na porção oriental da bacia do Paraná, nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Figura 3), sendo, possivelmente, correlacionáveis com os da Formação Tres Islas no Uruguai (Santa Ana & Veroslavsky, 1993). Com relação à idade, Milani *et al.* (1994) posicionaram-na no intervalo Artinskiano-Kunguriano.

Esta formação depositou-se sobre os sedimentos do Subgrupo Itararé, sendo o contato em Santa Catarina, no sul do Paraná e no nordeste do Rio Grande do Sul, gradacional e localmente abrupto (Aborraga & Lopes, 1986). O contato superior da Formação Rio Bonito com a Formação Palermo é facilmente identificado em subsuperfície pela presença de arenitos, porém de difícil caracterização em superfície, quando não ocorrem os arenitos do intervalo superior da Formação Rio Bonito (Medeiros & Thomaz Filho, 1973), como acontece principalmente em Santa Catarina e no Paraná.

Zalán *et al.* (1990 e 1991) acreditam que a deposição de lobos deltaicos, assim como de carvão na Formação Rio Bonito, foi influenciada pelo comportamento tectônico dos elementos estruturais de direção NE (zona de falhas de Lancinha-Cubatão). Dessa forma, a Formação Rio Bonito pode ser vista, segundo esses autores, como a resposta deposicional à elevação da margem da bacia em consequência da orogênese Tardiherciniana. Santos *et al.* (1996) alegaram que não é possível negar a influência, na deposição dessa Formação, de mudanças isostáticas na margem leste da bacia, que acompanharam o retrocesso das geleiras com o fim da glaciação permocarbonífera. Os deltas da Formação Rio Bonito desenvolveram, possivelmente, uma forma lobada, abrangendo extensa área, dominados pelo sistema fluvial, devido à grande quantidade de sedimentos que foram transportados. Nesses deltas existiu um predomínio de fases construtivas acompanhando a progradação da linha de costa com

direção oeste (Medeiros & Thomaz Filho, 1973; Medeiros, 1993). As planícies costeiras estendiam-se desde o Rio Grande do Sul, passando pelo sul de Santa Catarina até o norte do Paraná, cortando irregularmente, desta forma, a atual faixa de afloramentos das antigas linhas de costa (Medeiros & Thomaz Filho, 1973). Acredita-se que onde hoje ocorrem os depósitos de carvão existiram regiões com vegetação costeira de pântano.

A Formação Rio Bonito foi dividida em três membros (Medeiros & Thomaz Filho, 1973; Medeiros, 1993) denominados, da base para o topo, Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis, especialmente bem desenvolvidos em Santa Catarina e no sul do Paraná. No Rio Grande do Sul, ela apresenta características faciológicas diferentes por ter sido, possivelmente, depositada em um ambiente predominantemente continental a litorâneo. De um modo geral, Aboarrage & Lopes (1986) e Lopes *et al.* (1986) indicam que a leste de Osório a Formação apresenta três conjuntos litológicos, que ocorrem tanto em associação vertical, como lateralmente interdigitados ou mesmo isolados.

3.2.1 - Membro Triunfo ou intervalo basal.

É constituído essencialmente por arenitos finos a médios com abundância de estratificações cruzadas de pequeno a médio porte, apresentando granodecrescência ascendente. Camadas de siltitos e folhelhos carbonosos são encontrados por toda a faixa aflorante. Nos estados do Paraná e Santa Catarina são encontradas camadas de carvão*. Acredita-se que este membro abranja fácies de diversos sistemas deposicionais, predominando o flúvio-deltaico (Medeiros & Thomaz Filho, 1973; Medeiros, 1993). Durante sua construção, canais de rios meandrantess, com sentido oeste, atingiam a costa formando distributários pertencentes a planícies deltáicas

* Segundo Aboarrage & Lopes (1986) a designação de "camada de carvão" aplica-se a um pacote sedimentar contendo carvão de espessura total mínima de 0,20m, correspondendo o carvão a 40% ou mais da espessura total, enquanto que o termo "leito de carvão" é reservado aos pacotes de espessura superior a 1cm e inferior a 20cm. Deste modo, sempre que não houver referências a tais características, ou quando estas apresentarem-se muito variadas, utilizaremos o termo genérico de "níveis de carvão".

(Medeiros & Thomaz Filho, 1973). Entre os distributários originaram-se depósitos de carvão e folhelhos carbonosos (Figura 2).

Os depósitos do Membro Triunfo encontram-se bem desenvolvidos desde o sul de Santa Catarina até o nordeste do Paraná. No Estado de São Paulo, as fácies do Membro Triunfo não são encontradas, possivelmente por: a) ter sido esta região mais elevada na época; b) por persistência da glaciação (Santos, 1987) c) e/ou por ter sofrido erosão posterior.

Na região Sul, os sedimentos deste Membro assentam-se sobre os da Formação Rio do Sul (Subgrupo Itararé - Schneider *et al.*, 1974). O contato é representado pela progradação dos terrígenos grossos do Membro Triunfo sobre os sedimentos finos da parte superior da Formação Rio do Sul. Este contato é especialmente nítido no leste de Santa Catarina (Castro, 1980). Ao norte, no Paraná, o Membro Triunfo adelgaça-se e assenta-se diretamente sobre aquele que é considerado como último diamictito do Subgrupo Itararé, para logo desaparecer por acunhamento no Estado de São Paulo (Aborridge & Lopes, 1986).

3.2.2 - Membro Paraguaçu ou intervalo médio.

É constituído essencialmente por siltitos cinza-esverdeados, bioturbados, por vezes laminados, com intercalações de folhelho cinza e arenitos muito finos a finos e lenticulares (Medeiros & Thomaz Filho, 1973). Também são freqüentes camadas delgadas de calcário. Este membro pode ser considerado como produto da sedimentação num ambiente marinho raso, resultante de um evento transgressivo que alcançou grandes extensões na bacia e que cobriu as últimas progradações deltáicas do Membro Triunfo (Medeiros, 1993).

Em direção ao Estado de São Paulo, o Membro Paraguaçu apresenta siltitos arroxeados que se assentam discordantemente sobre o Subgrupo Itararé, e são incluídos na porção basal da Formação Tatuí (Medeiros, 1993). A partir de Santa Catarina, em direção ao Rio Grande do Sul, este membro se acunha, desaparecendo por interdigitação com os sedimentos do Membro Triunfo (Aborridge & Lopes, 1986);

3.2.3 - Membro Siderópolis ou intervalo superior.

É constituído essencialmente por arenitos com intercalações de camadas de siltitos cinza, leitos e camadas de carvão e siltitos carbonosos. Autores como Medeiros & Thomaz Filho(1973) e Aborraga & Lopes (1986) acreditam que este Membro tenha sido depositado em um ambiente litorâneo que progradou sobre a seqüência marinha do Membro Paraguaçu. Aqui os arenitos têm sido interpretados como depósitos de barras e barreiras, com interdigitações de sedimentos flúvio-deltaicos. Os sedimentos carbonosos teriam sido originados em lagunas, posteriormente recobertas por areias litorâneas.

Os leitos de carvão são abundantes neste intervalo (Figura 2). O Membro Siderópolis persiste lateralmente a partir de Santa Catarina, em direção ao Paraná, até a região de São Mateus do Sul, onde se acunha dentro dos sedimentos pelíticos do Membro Paraguaçu (Aborraga & Lopes, 1986). Situação semelhante é encontrada em direção ao Rio Grande do Sul, onde os últimos registros deste Membro são encontrados na região de Osório.

3.3 - O carvão na Formação Rio Bonito

Neste item serão rapidamente analisadas as ocorrências de carvão de origem pós glacial, registradas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Não serão consideradas as camadas de carvão de origem interglacial incluídas no Subgrupo Itararé, ocorrentes no nordeste da bacia do Paraná no Estado de São Paulo (Monte Mor, Cerquilha, etc.).

Existe uma clara diferenciação (Mackowsky, 1968; Lenz & Ramos, 1985; Hobday, 1987) entre as bacias carboníferas do Gondvana e as dos outros continentes neopaleozóicos (p. ex. Laurasia). As jazidas carboníferas do Gondvana se caracterizam por terem sido formadas, principalmente, em áreas estáveis (p. ex. bacias do Paraná e Karoo), em depressões rasas de subsidência variável e por estarem associadas a mudanças na vegetação (periglacial a pântanos e bosques decíduos da flora de *Glossopteris*). As camadas de carvão são geralmente horizontais, não tendo sido

afetadas por falhamentos pós-deposicionais; apresentam grande extensão lateral em relação à pequena espessura e, frequentemente, são observados sedimentos de origem glacial (diamictitos) na porção basal da seção. Outra diferença marcante é que, provavelmente, os carvões gondvânicos se formaram em climas temperados, de forma contrária aos do Laurasia, formados em climas tropicais no decorrer do Carbonífero.

As jazidas de carvão da Formação Rio Bonito estão concentradas no flanco leste da bacia do Paraná (Figura 3), dentro de uma faixa de direção nordeste/sudeste nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. De forma geral elas ocorrem isoladas, aumentando em número de norte a sul e não apresentando sincronia na sua deposição. Suas características principais são:

- número reduzido de camadas de carvão;
- camadas constituídas por intercalações de carvão e siltitos carbonosos, de difícil separação;
- elevado teor de matéria mineral (p. ex. enxofre) igualmente distribuído em termos regionais, em todas as camadas. Contudo, segundo Corrêa da Silva (1991) a quantidade de enxofre decresce nas jazidas sul-rio-grandenses, em relação às do Estado do Paraná.

As principais jazidas de carvão (Lenz & Ramos, 1985; Aboarrage & Lopes, 1986; Corrêa da Silva, 1991 - Figura 3) estão distribuídas geograficamente da seguinte forma:

- Paraná: Figueira-Sapopema;
- Santa Catarina: Sul Catarinense e
- Rio Grande do Sul: Grandes jazidas em Santa Terezinha, Morungaba-Chico-Lomã, Charqueadas, Leão, Iruí, Capané e Grande Candiota. Jazidas de pequeno e médio porte em Gravataí Oeste, Arroio dos Ratos, Faxinal, Água Boa, Cerro de Roque (Sul do Leão) e Pântano Grande.

Figura 3: Distribuição das principais jazidas de carvão permianas da Bacia do Paraná

Modificado de Aborrrage & Lopes (1986) e Corrêa da Silva (1991)

A jazida de São Sepé é atualmente incluída na Formação Palermo, por Bortoluzzi & Veiga (1981), embora alguns autores ainda a considerem dentro da Formação Rio Bonito.

Marques-Toigo & Corrêa da Silva (1984), realizaram estudos palinológicos e de petrologia de carvão em amostras provenientes de jazidas localizadas no Rio Grande do Sul (Candiota, Iruí, Leão, Charqueadas e Gravataí), em Santa Catarina (Jazida Catarinense) e no Paraná (Reserva).

Esses autores reconheceram a presença de quatro fácies de pântano, as quais foram interpretadas como resultado das variações dos tipos de vegetação e do nível d'água. As fácies mais comumente encontradas nos carvões sul brasileiros foram as denominadas de pântano aberto e de pântano limno-telmático (semi-aquático). Marques-Toigo & Corrêa da Silva (1984) caracterizaram estas duas últimas fácies citadas basicamente por:

- carvões ricos em minerais e em detritos orgânicos atribuídos a plantas arbustivas (pteridófitas e gimnospermas) e herbáceas (pteridófitas), associadas com algas, no primeiro caso (pântano aberto); e
- carvões desenvolvidos entre os níveis máximo e mínimo da água, tendo sido originados por plantas arbustivas e herbáceas associadas com algas, no segundo caso (pântano limno-telmático).

Marques-Toigo & Corrêa da Silva (1984) concluíram também que, devido à predominância de condições subaquáticas na origem do carvão, este podia ser considerado como hipoautóctone. Contudo, a presença raízes na lapa da camada de carvão, indicaria uma origem autóctone.

Figura4 : Mapa geológico da região de Figueira²⁶

MINAS

1 Amando Simões	3 Taquara
2 Plano Inclinado	4 Areia Branca

3.4 - Geologia da Formação Rio Bonito na região de Figueira.

A região onde estão localizadas as minas de carvão, situa-se na faixa oriental da bacia Sedimentar do Paraná, a nordeste do arco de Ponta Grossa. A sucessão litoestratigráfica Neopaleozóica ali aflorante se inicia, na base, com o Subgrupo Itararé (diamictito), continuando com as formações Rio Bonito (membros Triunfo e Paraguaçu), Palermo, Iratí, Serra Alta e Teresina (Figura 4).

Durante o Mesozóico, por efeito de tectonismo, a região foi fraturada e falhada. São comuns fraturas e falhas normais de pequeno porte, orientadas geralmente na direção NW-SE, as quais encontram-se preenchidas por diques de diabásio pertencentes à Formação Serra Geral.

Na Figura 4, mostramos o mapa geológico da área, onde aparecem as principais unidades litológicas, a estruturação geral e a localização das principais minas de carvão.

Os sedimentos da Formação Rio Bonito na região em estudo repousam discordantemente sobre o que é considerado, para fins práticos, o último diamictito da sequência sedimentar do Subgrupo Itararé, e são recobertos concordantemente pela Formação Palermo (Figura 5).

Aqui, a Formação apresenta-se estratigraficamente incompleta, estando ausente o Membro Siderópolis (Soares & Cava, 1982). No tocante à espessura, ela oscila entre 105 e 111m, medidos em diferentes furos de sondagem feitos nesta região (Aboarrage & Yamamoto, 1982).

O Membro Triunfo, com uma espessura de 15 a 30m na área de Figueira (Morrone & Daemon, 1985), apresenta uma porção basal composta principalmente por arenitos médios a grossos com intercalações de conglomerados. Esse intervalo é seguido por arenitos muito finos a médios, com intercalações de siltitos, camadas e leitos de carvão, bem como argilitos, folhelhos e alguns leitos de calcários (Soares & Cava, 1982; Aboarrage & Yamamoto, 1982; Morrone & Daemon, 1985 – Figura 5).

No geral, os arenitos, siltitos e argilitos são de cor cinza. Na porção conglomerática basal, as estruturas sedimentares não são muito freqüentes, destacando-se uma diminuição da granulometria de leste para oeste da área, tendo sido este interpretado como o sentido geral do transporte, tendência esta também observada nos arenitos (Soares & Cava, 1982 entre outros). É neste membro que se encontra a jazida de carvão explorada pela Companhia Carbonífera do Cambuí, estudada neste trabalho.

A região de Figueira é caracterizada pela ocorrência de carvão dentro de uma associação litológica caracterizada como silito-carvão-silito. Diversos autores (Leinz, 1940; Soares & Cava, 1982; Morrone & Daemon, 1985; Della Favera *et al.*, 1993) sugerem ter sido o ambiente de deposição constituído por uma planície deltáica, com extensas áreas alagadiças, recobertas por vegetação e protegida por barreiras arenosas (?). A deposição da turfa ocorreu nas áreas interdistributárias, em pântanos e lagoas. Essa planície pertenceria a um sistema deltáico desenvolvido na área, com direção E-W, no Eopermiano.

O máximo acúmulo dos restos vegetais, provalvemente aconteceu num período de calma tectônica (Soares & Cava, 1982; Morrone & Daemon, 1985; Aboarrage & Lopes, 1986; Della Favera *et al.*, 1993). Posteriormente, o deslocamento da drenagem, influenciado pela subsidência da bacia, teria acabado com a deposição da turfa, estando caracterizada a região nesse intervalo por sedimentos costeiros progradantes, seguidos de cálcarios e pelitos.

Os fitofósseis estudados provêm da camada de silito imediatamente superior à camada de carvão, considerada como capa (estéril). Essa camada foi, provavelmente, depositada sob as mesmas condições ambientais que o carvão (Rösler & Fittipaldi, 1981), estando a capa inserida no mesmo contexto diagenético responsável pela formação do restante do pacote sedimentar (silito-carvão-silito).

O Membro Paraguaçu, com espessura média de 80m na região de Figueira, é composto por siltitos argilosos e arenosos, argilitos, folhelhos e arenitos finos, com intercalações de camadas de calcário cinza claro. No topo da seqüência ocorre geralmente bioturbação, mascarando as estruturas primárias (Pizzato & Silva, 1983). Os sedimentos deste membro recobrem totalmente o Membro Triunfo (Soares & Cava, 1982).

Em geral os siltitos são de cor cinza esverdeada e marrom, compactos, com laminação paralela, ondulada e estratificação rítmica. Os arenitos são, principalmente, de cor verde, de granulação fina a muito fina, com estruturas sedimentares, quando presentes, onduladas e cruzadas. Os calcários são predominantemente argilosos, de estrutura maciça ou com finas intercalações irregulares de siltitos e argilitos (Soares & Cava, 1982; Aboarrage & Yamamoto, 1982; Pizzato & Silva, 1983).

O Membro Paraguaçu tem sido considerado como depositado dentro de um sistema de avanço da planície de marés e da plataforma carbonática, como continuação da transgressão marinha (Soares & Cava, 1982).

3.5 - Características do carvão na região de Figueira.

As ocorrências de carvão na região de Figueira têm como características principais (Soares & Cava, 1982; Aboarrage & Yamamoto, 1982; Lenz & Ramos, 1985 – fotografias 7 e 8):

- a - pequena espessura, raramente superior a um metro, e descontinuidade lateral;
- b - alto teor de enxofre (8%), o que denota a influência marinha na sua diagênese (McCabe, 1984) e que qualifica esse carvão também como um minério de enxofre. Esta característica é comum a todas as camadas de carvão encontradas no Paraná;
- c - predominância alternada de vitrênio e durênio, e com intercalações de folhelho carbonoso, fortemente piritizado.

- d - pode ser classificado como carvão betuminoso alto volátil, que nas proximidades de intrusões magmáticas se eleva até semi-antracitoso;
- e - carvão autóctone e/ou hipoaútóctone caracterizado pela presença freqüente de paleo-solos abaixo da camada de carvão (lapa), contendo raízes.

Na região de Figueira, associada aos sedimentos do Membro Triunfo, ocorre uma jazida de urânio. Acredita-se que sua mineralização esteja ligada a arenitos, siltitos, siltitos carbonosos e carvão (Morrone & Daemon, 1985; Santos, 1991). O ambiente da mineralização do urânio foi o mesmo sugerido para a deposição da jazida de carvão, uma vez que um importante fator para a mineralização foi o grande acúmulo de detritos orgânicos (plantas) e a posterior formação do carvão. Santos (1991) assinala a semelhança existente entre as ocorrências de urânio de Figueira e as localizadas na África do Sul, em Springbok Flats no Transvaal (Grupo Eccu) e em Beaufort West (Grupo Beaufort Inferior), no que diz respeito ao ambiente da mineralização e aos elementos associados, tais como Mo (predominante), V, Pb, Zn, Cu e As.

Fotografia 7: Camada de carvão
na mina PI-115

Fotografia 8: Camada de carvão no
Afloramento de Areia Branca

4 - FLORAS NEOPALEOZÓICAS DA PORÇÃO BRASILEIRA DA BACIA DO PARANÁ ASSOCIADAS A FORMAÇÕES COM ESTRATOS DE CARVÃO.

Nesta seção analisaremos os trabalhos relacionados com a porção brasileira da bacia do Paraná, uma vez que as taofloras e assembléias de megásporos aqui encontradas, são sem dúvidas as que mais se assemelham àquelas por nós estudadas.

4.1 - Considerações preliminares.

As camadas e/ou estratos de carvão do Neopaleozóico, na porção oriental da bacia do Paraná, são conhecidas desde o fim do século passado. Elas estão englobadas atualmente dentro do Grupo Tubarão, estando associadas a um interglacial, no fim do Neocarbonífero e à pós-glaciação no Eopermiano (Martini & Rocha-Campos, 1991). Neste século, muitas das taofloras encontradas junto a essas camadas foram estudadas (Tabela 2) resultando em diversas correlações e posicionamentos bioestratigráficos (Mendes, 1952; Barbosa, 1958; Rigby 1970; Dolianiti, 1972; Rösler, 1978; Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 1993) entre outros). Com relação às assembléias de megásporos, estas ocorrem freqüentemente associadas ao carvão, na maioria das vezes junto aos restos macroscópicos, razão pela qual essas ocorrências serão analisadas em conjunto. Desta forma, espera-se ter uma visão mais fiel da realidade das formações vegetais estudadas.

Podemos organizar o conhecimento obtido até agora com relação às taofloras (incluem-se aqui macrorestos e megásporos), considerando a sua posição estratigráfica (idade), composição e o meio abiótico, da seguinte forma.

Partindo do fenômeno global que se desenvolveu na paleogeografia durante o Neopaleozóico, sabemos que o paleocontinente de Gondwana possuía uma deriva com sentido norte (Scotese & Mckerrow, 1990). Essa deriva permitiu que a porção sul-ocidental do Gondwana alcançasse latitudes próximas aos 40° - 50° S no Eopermiano. Essa posição influenciou as áreas até então afetadas pela glaciação, as

quais começaram vagarosamente a experimentar uma melhoria nas condições climáticas. A bacia do Paraná, até então afetada pela glaciação iniciou um lento processo de reaquecimento. Na porção brasileira da bacia do Paraná, uma vez acabada a glaciação, desenvolveram-se grandes sistemas deltaicos, de norte a sul (Paraná - Santa Catarina - Rio Grande do Sul), os quais propiciaram a deposição das principais jazidas de carvão. Embora também durante os interglaciais tenham sido depositados níveis de carvão, como no caso de Monte Mor, SP. Popp & Soares (1984), reafirmando essa idéia, sugeriram que o desenvolvimento de turfeiras estivesse relacionado a condições climáticas, florísticas e geológicas que não foram simultaneamente favoráveis em toda a bacia.

4.2 - Megafósseis e megásporos.

Considerando as variações de norte para sul, analisaremos as principais taofloras e assembléias de megásporos associadas a níveis de carvão, na bacia do Paraná. Para facilitar essa análise foram elaboradas duas tabelas. A primeira (Tabela 2) apresenta as localidades das taofloras e os fitofósseis nelas encontrados, sendo aí citadas as referências bibliográficas jugadas mais relevantes. Algumas taofloras foram consideradas em conjunto (p. ex. Taoflora de Figueira). Uma vez que se trata de ocorrências fitofossilíferas localizadas numa região circunscrita, geologicamente contemporâneas, de posicionamento estratigráfico compatível e que contém assembléias, possivelmente, relacionadas. As denominações dadas referencem-se à localidade de maior importância dentro do conjunto. Na Tabela 3, foram indicadas as localidades onde se encontram os megásporos e as espécies, sendo da mesma forma indicadas as referências consideradas mais relevantes.

4.2.1 - São Paulo.

No Estado de São Paulo encontramos as taofloras de Monte Mor, Buri e Itapeva, sendo também mencionadas na literatura (Bernardes de Oliveira *et al.*, 1978; Millan *et al.*, 1980c) a ocorrência de fitofósseis em Salto e Cesário Lange. Essas taofloras têm sido interpretadas como as mais antigas dentro do Subgrupo Itararé e

associadas a um período interglacial no qual houve expansão da vegetação (? periglacial - Rösler, 1978; Rohn & Rösler, 1987). Estas taofloras são consideradas precursoras das associações que posteriormente se depositaram no resto da bacia, ou seja documentaram uma flora Pré-*Glossopteris*..

A taoflora de Monte Mor é principalmente integrada (Millan, 1972, 1974, 1975 e 1987a) por licófitas, esfenófitas, Cordaitales e coníferas (Tabela 2), sendo a mais variada em espécies. Enquanto que para Burí somente foi noticiada a presença de *Nothoracopteris* sp. (Rösler & Perinotto, 1985) e em Itapeva, a de *Botrychiopsis plantiana* (Carruthers) Archangelsky et Arrondo (Millan, 1987b).

Cabe destacar que embora a taoflora de Monte Mor seja importante dentro do Neopaleozóico, carece de estudos recentes. Millan (1972, 1980 e 1987a) menciona a ocorrência de freqüentes caules de licófitas entre os quais fora reconhecida *Brasilodendron pedroanum*, embora o autor tenha estudado exemplares decorticados e não tenham sido realizados estudos cuticulares, indispensáveis na identificação dessa espécie. Por essa razão consideramos urgente a realização uma revisão sistemática, à luz do avanço nos conhecimentos paleobotânicos e paleofitogeográficos.

Em Monte Mor os megásporos ocorrem associados aos megáfósseis vegetais e sua diversidade (oito espécies – Trindade, 1970) indica a presença de várias espécies de lepidodendraceas. As espécies dominantes são *Sublagenicula brasiliensis* (50% de 2000 espécimes) e *Lagenosporites scutiformis* (22,5%) (Tabela 3).

A presença de megásporos indicaria a origem autóctone das licófitas encontradas na taoflora e sua importância na formação da turfa, embora note-se a ausência de uma análise paleoecológica mais aprofundada de toda a taoflora. O ambiente de deposição para todo o conjunto (Trindade, 1970) foi considerado como sendo tranquilo e pantanoso. Trindade (1970) com base na constelação de megásporos indicou uma idade neocarbonífera, coincidindo com a idade sugerida pelos megáfósseis, da mesma forma que para Burí (Trindade, 1959b).

Ainda no Estado de São Paulo, no Eopermiano, a taoflora de Cerquilha, apresenta elementos mais característicos de uma Flora de *Glossopteris* primitiva (Rohn & Rösler, 1987). A posição estratigráfica da camada de carvão aqui encontrada, tem gerado polêmicas. Martini & Rocha-Campos (1991) interpretaram os carvões de Cerquilha como pertencentes a uma fase interglacial, ainda dentro do Subgrupo Itararé. Outros autores como Fulfaro *et al.* (1991) posicionaram a camada de carvão dentro da Formação Tietê considerada como pós-glacial e correlacionável com a Formação Rio Bonito. Seja interglacial ou pós-glacial, a origem dos níveis de carvão de Cerquilha na época da sua deposição, a variação nos taxa indica uma amenização climática, com respeito às taofloras antes mencionadas. Na taoflora de Cerquilha estão reunidos os afloramentos do Sítio Itapema (Millan, 1977 e 1987a; Millan & Dolianiti, 1977, 1979, 1980a, 1980b e 1981; Rohn, 1987) , da estrada da antiga Mina e as ocorrências de raízes *in situ* no Bairro Aliança e Mato Seco (Perinotto & Rösler, 1987). Esta taoflora é composta principalmente por esfenófitas, protoglossopterídeas do gênero *Rubidgea* (Tabela 2), Cordaitales, sementes platispérmicas e algumas gangamopterídeas e glossopterídeas, até agora não identificadas. Essa assembléia ter-se-ia depositado num paleoambiente costeiro pantanoso, reforçado pela presença de esfenófitas e pelo alto conteúdo de enxofre (30%) no carvão (Lenz & Ramos, 1985). Da mesma forma que para a taoflora de Monte Mor, não foi realizada ainda para esta taoflora uma reconstituição paleoambiental mais apurada.

A maior parte dos fitofósseis encontrados nas taofloras do Estado de São Paulo, possuem estudos da morfologia externa de partes estéreis. Somente para Cerquilha foi descrita uma estrutura fértil, possivelmente associada às glossopterídeas, a qual foi designada como "fertiliger tipo brasilóide" (Millan & Dolianiti, 1980b).

4.2.2 - Paraná.

Seguindo ao sul na bacia do Paraná encontramos no Estado homônimo camadas de carvão associadas ao Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, muitas

delas já exploradas economicamente, embora atualmente apenas as minas da região de Figueira (nordeste do Estado) continuem sendo exploradas.

Na área de Ribeirão Novo, Município de Wenceslau Brás (nordeste do Estado), Guerra-Sommer *et al.* (1981a) indicaram a ocorrência de uma taoflora associada a leitos isolados de carvão, dividindo o conjunto (Tabela 2) em duas assembléias:

- Assembléia A: composta por *Botrychiopsis plantiana* e *Paracalamites* sp.
- Assembléia B: composta por *Cordaites* sp. e sementes dispersas dos gêneros *Cordaicarpus*, *Samaropsis* e *Cornucarpus*.

Nesta taoflora registra-se a única ocorrência do gênero *Botrychiopsis* no Paraná. Sua presença poderia sugerir ser esta a taoflora mais antiga (Sakmariano - Artinskiano) dentro da Formação Rio Bonito neste Estado. Os autores acreditam que o reduzido número de espécies talvez se deva ao ambiente restrito no qual a vegetação habitava.

Na região de Figueira, vêm sendo estudados, desde início do século, diversos afloramentos ricos em fitofósseis, os quais são conhecidos como as taofloras da Fazenda Cambuhy, do Rio Carvãozinho, de Barra Bonita (próxima a Ibaiti), da mina da Companhia do Rio do Peixe (posteriormente mina Campo da Brasileira) e da mina de Areia Branca.

Essas ocorrências podem ser reunidas dentro da taoflora de Figueira, uma vez que se encontram próximas e estão associadas à mesma camada de carvão, da porção inferior do Membro Triunfo.

O primeiro autor a coletar e mais tarde ilustrar fitofósseis da região foi Oliveira (1927), posteriormente Florin (1940) e Read (1941), realizaram estudos sistemáticos nas coleções de Oliveira.

Principais taofloras neopaleozóicas associadas a estratos de carvão na porção oriental da Bacia do Paraná

[illegible]

[illegible]

ESTADO	S P				PR					S C				R S						
Posição litoestratigráfica e idade	ICS	ICS	ICS	XPI	BA	BA	BA	BA	BA	BH	BH	BH	BH	PI	PI	PI	PI	BA	BA	BA
Números de referência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LOCALIDADE	Monte Mor	Buri	Itapeva	Cerquilha	Ribeirão Novo	Figueira*	Patrimônio	S. J. do Triunfo	T. Soares	Rio da Estiva	Irapuá**	Treviso	L. Müller	M. Papaleo Inf.	Loc. de Faxinal	F. Goulart	A. Velho	Candiota***	Arroio Irupua	M. Pimentel****
FITOFÓSSEIS																				
<i>Samaropsis rigbyi</i>																				
<i>Samaropsis dolianitii</i>																				
<i>Samaropsis seixasii</i>																				
<i>Samaropsis barcellosa</i>																				
<i>Samaropsis bainhensis</i>																				
<i>Samaropsis cricumensis</i>																				
<i>Samaropsis mendesii</i>																				
<i>Samaropsis moreirana</i>																				
<i>Samaropsis millaniana</i>																				
<i>Samaropsis yoshidae</i>																				
<i>Samaropsis thomasi</i>																				
<i>Samaropsis</i> sp. A																				
<i>Samaropsis</i> sp. B																				
<i>Cordaicarpus barbosanus</i>																				
<i>Cordaicarpus oliveiranus</i>																				
<i>Cordaicarpus irapuensis</i>																				
<i>Cordaicarpus rocha-camposii</i>																				
<i>Cordaicarpus zeilleri</i>																				
<i>Cordaicarpus</i> sp. A																				
<i>Cordaicarpus</i> sp. B																				
<i>Eucerospermum nitens</i>																				
<i>Platycardia</i> sp.																				
raízes "in situ"																				

Legenda:

Posição litoestratigráfica e idade:

- Subgrupo Itararé:

ICS: Neocarbonífero

IPI: Eopermiano (Sackmariano-Artinskiano)

- ?Formação Tietê

XPI: Eopermiano.

- Subgrupo Guatá:

- Formação Rio Bonito:

BA: Eopermiano (Artinskiano)

BH: Eopermiano (Artinskiano- ?Kunguriano)

BK: Eopermiano (Kunguriano)

Símbolos:

#: estudo de cutículas feitos

P. duseii: espécie estudada neste trabalho

Read (1941): Referência significativa para a taoflora, quando mais de um estudo.

Taofloras tomadas em conjunto:

Figueira*: Afloramentos de Fazenda Cambuy, Rio das Pedras, Ribeirão da Barra Bonita, O. Pereira, Minas de Carvão Areia Branca, C. da Brasileira e Amando Simões.

Irapuá** (Camada Irapuá): Afloramentos de Bainha, Bairro 20, Hospital e São Marcos.

Candiota***: Afloramentos de arroios Candiota e Jaraguá, Mina de Carvão de Candiota

M. Pimentel****: Afloramentos de Arroio dos Ratos e São Jerônimo, fazendas Diamantino e Julho Souza, Morro Papaleo (Parte Superior), Pantano Grande e áreas de Quiteria e Várzea do Capivarita.

Referências bibliográficas:

São Paulo:

- 1.- Millan (1972, 1974, 1975 e 1994) e Rohn & Rösler (1987).
- 2.- Rösler & Perinotto (1985).
- 3.- Millan (1987b).

Paraná:

- 4.- Millan (1977 e 1994); Perinotto & Rösler (1987) e Rohn (1987).
- 5.- Guerra-Sommer et al. (1980).
- 6.- Oliveira (19)27; Florin (1940); Read (1941); Rösler (1972); Fittipaldi (1981); Fittipaldi & Rösler (1978) e Castro (1985).
- 7.- Lundqvist (1919) (apud. Rösler, 1972) e Florin (1940).
- 8.- Rösler (1972 e 1979).
- 9.- Oliveira (1927); Florin (1940); Dolianiti (1954a) e Rösler (1972)

Sta. Catarina:

- 10.- Rösler (1975b).
- 11.- Yoshida (1968); Millan (1969a e 1969b); Rigby (1972a); Bernardes de Oliveira (1977 a 1980a); Bernardes de Oliveira-Babinski (1988); Bernardes de Oliveira & Carvalho (1978); Bernardes de Oliveira & Yoshida (1981).

Rio. G. do Sul:

- 12.- Read (1941) e Lejal-Nicol & Bernardes de Oliveira (1977).
- 13.- White (1908) e Rigby (1972b).
- 14.- Correa da Silva & Arrondo (1977) e Cazzulo-Klepzig et al. (1980).
- 15.- Guerra-Sommer et al. (1980).
- 16.- Andreis et al. (1980).
- 17.- Cazzulo-Klepzig et al. (1980).
- 18.- Lundqvist (1919); Chaloner et al. (1979) e Guerra-Sommer & Bortoluzzi (1982).
- 19.- White (1908).
- 20.- Guerra-Sommer & Klippel (1985); Pasqualini et al. (1986); Guerra-Sommer (1989a) e Piccoli (1991)
- 21.- Guerra-Sommer (1987, 1989b e 1992); Guerra-Sommer et al. (1989a) e Dias & G-Sommer (1994).

Gerais para o Rio G. do Sul: Dohms, 1977 e Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer (1984 e 1985).

Geral: Rigby (1970) e Rösler (1978, 1984 e 1990) e Ordem sistemática segundo: Meyen (1987), Gidfford & Foster (1988) e Stewart (1993).

Na década de setenta, Rösler (1972) voltou a coletar e estudar amostras dos afloramentos clássicos (Fazenda Cambuhy, Rio Carvãozinho e Barra Bonita) e da Mina Campo da Brasileira. Anos mais tarde, Castro (1985) estudou uma assembléia, previamente coletada por Elias Dolianiti na da Mina de Areia Branca, próxima ao atual Campo Amando Simões.

Ao reunir as espécies encontradas por esses autores (Tabela 2), observamos que a taoflora de Figueira é constituída por:

- caules de licófitas em vários níveis de decorticação (?*Brasilodendron pedroanum* Chaloner *et al.*),
- esfenófitas (*Sphenophyllum brasiliensis* Rösler, *Phyllothea* sp., *Annularia occidentalis* Rösler e *Paracalamites australis* Rigby),
- pteridófitas (*Asterotheca derbyi* Rösler e *Pecopteris cambuhyensis* (Read) Rösler, *Sphenopteris lobifolia* Morris e *Sphenopteris* sp.),
- glossopterídeas (*Glossopteris communis* Feistmantel, *Glossopteris* cf. *G. ampla* Brongniart, *G. angustifolia* var. *taeniopteroides* e *Glossopteris* sp.),
- gimnospermas (*Paranocladus duseinii* Florin, *Paranocladus* ? *fallax* Florin e ? *Buriadia* sp.),
- sementes platispérmicas.

Esta flora foi definida como um estágio de consolidação da Flora de *Glossopteris*, onde desaparecem elementos mais antigos como *Botrychiopsis* (Rösler, 1978; Rohn & Rösler 1987). Através dela evidencia-se uma melhoria das condições climáticas, como na taoflora de Cerquilho (Rösler, 1978). Outras variáveis ambientais (p. ex. umidade, tipo de solo etc.), também podem ter influenciado na diferenciação da composição dessas taofloras, conforme sugerido por Rösler (1993). É possível afirmar, pelas evidências sedimentológicas da região, que a assembléia teria sido depositada numa planície deltaica (Cava & Soares, 1981; Soares & Cava, 1982; Morrone & Daemon, 1985; Della Favera *et al.* 1993). Embora referida como pertencente ao Eopermiano (possivelmente Artinskiano), a idade da taoflora ainda merece uma revisão, uma vez que a mesma apresenta afinidades mais claras com a

Tafoflora de Monte Mor do que com a de Cerquilho. Da mesma forma torna-se necessária uma análise paleoambiental e paleoclimática mais apurada.

Com base nos fitofósseis encontrados na região de Figueira foram realizados estudos cuticulares de coníferas e de *Glossopteris* (Florin, 1940; Fittipaldi, 1981; Fittipaldi & Rösler, 1978 e 1985). Florin (1940) foi o primeiro a estudar cutículas fósseis de partes estéreis de coníferas até então classificadas como *Brachyphyllum australe* Feistmantel. O autor concluiu que, pelas características da epiderme, encontrava-se em presença de um novo gênero, o qual denominou como *Paranocladus*, com duas espécies *P. duseii* (com características epidérmicas) e *P. ? fallax*. Fittipaldi (1981) e Fittipaldi & Rösler (1978 e 1985) estudaram e caracterizaram as cutículas de *Glossopteris communis* e de *P. ? fallax* juntamente com cutículas dispersas, possivelmente pertencentes a sementes e licófitas.

A única notícia sobre a ocorrência de megásporos na região de Figueira foi mencionada por Leinz (1940), que ilustrou um exemplar não identificado (? *Sublagenicula brasiliensis*, Estampa VI, Fig. 1, p. 65), obtido do carvão da localidade de Rio Carvãozinho.

Na localidade de Patrimônio, situada a aproximadamente 80 Km ao W-NW de Jaguariáiva, os fitofósseis foram estudados por Lundqvist (1919 - *apud* Rösler, 1972). Pela análise da composição da tafoflora (Tabela 2) conclui-se que esta possui muita semelhança com a descrita para a região de Figueira. Atualmente desconhece-se a localização desse Afloramento. Dolianiti (1948) situa essa localidade perto de Cambuí (atual Figueira).

Na localidade de Marins, situada na porção central do Estado, Guerra-Sommer *et al.* (1981b) indicaram a presença de fitofósseis numa ocorrência isolada de carvão. Essa tafoflora é composta por esfenófitas (*Annularia* sp., *Paracalamites* sp., *Mesocalamites* sp. e *Phyllothea* sp.), *Glossopteris* sp., *Cordaites* sp. e sementes platispérmicas. Os autores interpretaram a associação como representativa de depósitos de pântano com predominância de vegetação arbórea, do Eopermiano. É importante que seja feito um estudo sistemático mais aprimorado dessa tafoflora.

Na região de Teixeira Soares e São João do Triunfo, ao sul do Estado, tem sido descrita uma taoflora (Dolianiti, 1954a; Rösler, 1972, 1975a, 1976 e 1979; Rigby, 1970) de composição semelhante às discutidas para Figueira, Patrimônio e Marins, diferenciando-se apenas pela presença de *Glossopteris orbicularis* Feistmantel e da semente *Cordaicarpus oliveranus* (White) Millan, em Teixeira Soares. Uma vez que estas cinco assembléias pertencem à porção basal da Formação Rio Bonito e são semelhantes em composição conclui-se que elas possam ter sido sincrônicas e habitado o mesmo tipo de ambiente. Na literatura não aparecem maiores especulações sobre o assunto após, Rösler (1978).

Em S. J. do Triunfo, foi estudada por Arai & Rösler (1984) uma constelação de megásporos, associados a megafósseis. A assembléia é dominada pelo gênero *Lagenosporites* (Tabela 3), sendo a espécie mais freqüente *L. scutiformis* (47,7 % em 48 espécimes) seguida por *L. triumfensis* (4,25%). Com base no grande tamanho de alguns megásporos (> 2000 µm), na presença de raízes *in situ* e frondes preservadas, os autores propõem que grande parte da composição fossilífera seja autóctone e representante de uma flora de licófitas pouco diversificada. Popp (1983) sugeriu tratar-se de um ambiente pantanoso com diques marginais e canais abandonados.

4.2.3 - Santa Catarina.

Rösler (1975b) deu a conhecer o Afloramento denominado Rio da Estiva (? Membro Paraguaçu, Formação Rio Bonito). O autor mencionou a ocorrência abundante de sementes, folhas grandes de *Glossopteris* e frutificações, além de caules associados a leitos carbonosos, atribuindo-lhes uma idade eopermiana. Até o presente, apesar da presença de frutificações inéditas, possivelmente relacionadas às glossopterídeas, não existem estudos sistemáticos referente à taoflora em questão.

Nesse Estado e associadas às camadas de carvão Irapuá, Barro Branco e Treviso do Membro Siderópolis da Formação Rio Bonito, vem sendo mencionada desde o início deste século, a presença de taofloras muito diversificadas. Aqui verifica-se um aumento das glossopterídeas com relação às gangamopterídeas e a proliferação das esfenófitas, o que indicaria o estabelecimento de uma vegetação

relativamente abundante (Rohn & Rösler, 1987) e de uma Flora de *Glossopteris* pura. Esta flora estaria aliada tanto a eficientes agentes de transporte quanto a eficientes ambientes de deposição dos órgãos vegetais, que permitiram boa fossilização.

White (1908) estudou fitofósseis possivelmente coletados em Lauro Müller. Rigby (1972b), de posse de novas coleções provenientes das áreas estudadas por White (1908) e exemplares da localidade de Barro Branco (Tabela 2), retomou o estudo dessas taofloras, chegando à conclusão de que toda a associação paleoflorística presente na bacia do Paraná, sugeriria um clima temperado frio. Contudo, o autor não propôs um esquema da distribuição espacial dos taxons estudados.

Para Criciúma (camada Irapuá), Dolianiti (1946, 1948, 1952, 1953a, 1953b e 1953d, 1954c e 1954d, 1956a e 1956b, 1971) estudou exemplares coletados no Afloramento localizado na subida do Bainha. Trindade (1959b, 1960) mencionou a presença, nesse Afloramento, dos megásporos *Lagenosporites brasiliensis* (= *Sublagenicula*), *Lagenosporites sinuatus* e de exemplares mal preservados de *Trileites*. Para o Afloramento de subida do Bainha também foi indicada a presença das coníferas *Buriadia* sp e *Brasilocladus acicularis* Yoshida (Yoshida, 1968; Bernardes de Oliveira & Yoshida, 1981), assim como de sementes associadas (Tabela 2). Neste mesmo local e em Lauro Müller, Millan (1967, 1969a e 1969b e 1971) realizou estudos de sementes platispérmicas e de outros fitofósseis. Rigby (1972a), com base em amostras de caules de esfenófitas procedentes de Criciúma, descreveu uma nova família, à qual denominou Notocalamitaceae.

Bernardes de Oliveira (1977, 1978, 1980a e 1980b), Bernardes de Oliveira-Babinski (1988), entre outros, estudaram a assembléia de fitofósseis associada à camada Irapuá. Essa assembléia foi coletada em quatro afloramentos diferentes, tendo sido dois já citados na literatura (Bainha e São Marcos) e dois novos (Bairro 20 e Hospital). Estes dois últimos e o de Bainha se localizam na Cidade de Criciúma, enquanto que o de São Marcos fica na cidade homônima. A paleoflora estudada

(Tabela 2) revelou-se dominada por *Glossopteris* e sementes (*Cordaicarpus*), seguidas de *Gangamopteris*, cordaitófitas (*Noeggerathiopsis*), pteridófitas (*Sphenopteris*, *Neomariopteris*, etc.), esfenófitas (*Paracalamites*, *Notocalamites*, *Phyllotheca* e uma frutificação), coníferas menos abundantes (*Brasilocladus* e *Buriadia*) e algumas frutificações associadas a *Glossopteridales*.

Com relação à idade da paleoflora associada à Camada Irapuá, Bernardes de Oliveira (1977, 1980a) indicou Artinskiano podendo chegar ao limite com o Kunguriano, coincidindo com recentes estudos de palinomorfos (Sarkis & Dias, 1995). As camadas de carvão do Membro Siderópolis ter-se-iam originado em ambientes de águas calmas como lagunas e mangues costeiros, num clima temperado (Rigby 1972b; Popp & Soares, 1984; Oliveira-Babinski, 1988).

Tais ambientes são semelhantes aos já discutidos para o Paraná, embora as taofloras do Membros Siderópolis sejam mais modernas.

Read (1941) estudou exemplares associados à camada de carvão Irapuá (Tabela 2) em Treviso. Com base em impressões de caules de licófitas Lejal - Nicol & Bernardes de Oliveira (1979) descreveram nessa mesma localidade a espécie *Cyclodendron brasiliensis*.

No Estado de Santa Catarina, Dijkstra (1956) estudou amostras de carvão de procedência incerta (? camada de carvão de Barro Branco - Tabela 3). O autor situou no Permiano as amostras por ele estudadas e indicou a presença de espécies em comum entre Brasil e Índia. Pant & Srivastava (1962), de posse das amostras estudadas por Dijkstra (1956), criaram novas espécies não aceitas em estudos posteriores (Trindade & Sommer, 1966).

4.2.4 - Rio Grande do Sul.

Por último, no Estado do Rio Grande do Sul, encontramos paleofloras associadas ao Subgrupo Itararé e à Formação Rio Bonito. Embora elas apresentem diferenças a nível de gêneros e espécies encontrados, com relação às taofloras já discutidas, tal fato talvez possa ser explicado simplesmente pela presença de nichos ecológicos distintos (Guerra-Sommer, 1989a), não significando, necessariamente,

Tabela 3:

Megásporos associados aos estratos de carvão neopaleozóicas da porção oriental da Bacia do Paraná.

ESTADO	S P		P R		SC	RS				
Posição litoestratigráfica e idade	ICS	ICS	BA	BA	BH	BH	BH	BH	BH	PN
Número de referência	1	1	2	3	4	5	6	7	8	
LOCALIDADE	Monte Mor	Buri	Figueira *	S. João do Triunfo	Barro Branco **	Charqueadas	M. Arroio dos Ratos	Mina do Leão	Mina de Candiota	São Sepé
MEGÁSPOROS										
<i>Sublagenicula brasiliensis</i>										
<i>Sublagenicula brasiliensis</i> var. <i>minor</i>										
<i>Sublagenicula</i> cf. <i>S. brasiliensis</i>										
<i>Lagenosporites sinuatus</i>										
<i>Lagenosporites scutiformis</i>										
<i>Lagenosporites triunfensis</i>										
<i>Lagenosporites tripartites</i>										
<i>Lagenosporites candiotensis</i>										
<i>Lagenosporites</i> sp. A										
<i>Lagenosporites</i> spp.										
<i>Trileites labiosus</i>										
<i>Trileites nitens</i>										
<i>Trileites ?nitens</i>										
<i>Trileites trivalis</i>										
<i>Trileites vulgatus</i>										
<i>Duosporites trivedii</i>										
<i>Duosporites tenuis</i>										
<i>Duosporites endosporitiferus</i>										
<i>Setosisporites furcatus</i>										
<i>Setosisporites</i> cf. <i>S. furcatus</i>										
<i>Cystosporites</i> sp.										

Legenda:

Posição litoestratigráfica e idade:

- Subgrupo Itararé:

ICS: Neocarbonífero

- Subgrupo Guatá:

Formação Rio Bonito:

BA: Eopermiano (Artinskiano)

BH: Eopermiano (Artinskiano-Kunguriano)

Formação Palermo:

PN: Eopermiano (Kunguriano)

Símbolos:

- Figueira*: Megásporos encontrados no presente estudo.

- Barro Branco**: Megásporos encontrados por Dijkstra (1956), Trindade (1959, 1960) e Pant & Srivastava (1962) referidos a essa camada de carvão, com procedência duvidosa.

Referências bibliográficas:

- 1.- Trindade (1970).
 - 2.- Arai & Rösler, 1984.
 - 3.- Dijkstra (1956); Trindade (1959, 1960) e Pant & Srivastava (1962).
 - 4.- Trindade (1964).
 - 5.- Trindade (1966a).
 - 6.- Trindade (1962).
 - 7.- Dijkstra (1956); Pant & Srivastava (1962) e Marques-Toigo et al. (1975).
 - 8.- Cauduro & Zingano (1965) e Bortoluzzi & Veiga (1981).
- Gerais: Trindade (1959a, 1959b, 1960); Trindade & Sommer (1966) e Bharadwaj & Tiwari (1970).

tratar-se de casos isolados, conforme proposto por alguns autores (p. ex. Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 1993).

As taofloras do Subgrupo Itararé são encontradas nas localidades de Acampamento Velho (Dolianiti, 1953c e 1954b; Dohms, 1977; Cazzulo-Klepzig *et al.*, 1980) e Morro Papaleo (ou Mariana Pimentel - Dohms, 1977; Corrêa da Silva & Arrondo, 1977; Cazzulo-Klepzig *et al.*, 1980). Na última afloram, nos níveis superiores, taofloras incluídas na Formação Rio Bonito. Cabe destacar que nos trabalhos seria importante esclarecer melhor as localidades e posições estratigráficas das camadas uma vez que muitas vezes é difícil identificar o local e a Formação à qual taofloras pertencem.

São também mencionadas as localidades de Passo do Salso (Dohms, 1977), Faxinal (Guerra-Sommer *et al.*, 1980), Fazenda Goulart (Andreis *et al.*, 1980) e Cambai Grande (Cazzulo-Klepzig *et al.*, 1980) onde foram encontrados braquiópodes e moluscos.

As paleofloras referidas, tomadas em conjunto, (Tabela 2) caracterizam uma Flora de *Glossopteris* primitiva, pela presença de *Botrychiopsis*, remanescente do Neocarbonífero e pela primeira aparição de *Glossopteris*, junto a *Rubidgea* e *Gangamopteris*. Também estão presentes *Paracalamites*, *Phyllothea*, *Cordaites* e *Buriadia*. Estas taofloras, provavelmente, se desenvolveram em clima frio, correspondendo a uma vegetação periglacial, do Sackmariano-Artinskiano (Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, 1984 e 1985). Ao confrontar essas assembléias com aquelas de Monte Mor e Cerquilho no Estado de São Paulo e Ribeirão Novo no Estado do Paraná, observamos maiores semelhanças com Cerquilho.

Das paleofloras pertencentes à Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul têm-se notícias desde o século passado, uma vez que elas estão freqüentemente associadas a camadas de carvão, que desde cedo despertaram interesse na sua exploração.

A paleoflora mais antiga (Artinskiano) da Formação Rio Bonito, nesse Estado, é encontrada na área de Mariana Pimentel (Pasqualini *et al.* 1986; Guerra-Sommer,

1989a; Piccoli *et al.*, 1991; Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 1993). Essa taoflora apresenta composição semelhante às descritas para o Subgrupo Itararé (Tabela 2). A associação seria representante de ambientes higrófilos e meso-higrófilos (Guerra-Sommer, 1989a), localizados dentro de um sistema deltaico (Pascualini *et al.*, 1986).

A paleoflora encontrada na área de Candiota, do Artinskiano-Kunguriano, (Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 1993) foi estudada em princípios deste século por Lundqvist (1919 - *apud* Dohms, 1977), autor que efetuou o estudo mais completo até o momento (Tabela 2). Considerando-se o avanço dos conhecimentos paleobotânicos e surgimento de novas metodologias de trabalho, é importante a realização de novos estudos.

Na área de Candiota é freqüente a ocorrência de licófitas, associadas ao carvão, as quais foram estudadas por Carruthers (1869) que descreveu *Flemingites pedroanus*, espécie posteriormente re combinada por Zeiller (1895), Edwards (1952) e Kräusel (1961). Chaloner *et al.* (1979), estudaram o holótipo descrito por Carruthers (*op. cit.*) e com base no estudo das cutículas de micrófilos e caules, descreveram a espécie *Brasilodendron pedroanum*. Também em Candiota, Guerra-Sommer & Bortoluzzi (1982) descreveram uma nova espécie de conífera, a partir de cutículas de folhas obtidas na capa do carvão, a qual foi incluída no gênero *Buriadia* e denominada *B. isophylla*.

Por último, a flora mais jovem (Kunguriano) associada a camadas de carvão na Formação Rio Bonito no Estado foi estudada por Guerra-Sommer *et al.* (1983), Guerra-Sommer (1987, 1989b, 1992) e Dias & Guerra-Sommer (1994) na jazida de Faxinal (Tabela 2). Aqui as glossopterídeas são dominantes, seguidas por Cordaitales (*Rufloria gondwanensis* Guerra-Sommer), *Sphenopteris*, sementes incluídas no gênero *Platicardia* e da frutificação *Plumsteadia sennes* Rigby. Esta taoflora tendo sido correlacionada com a associação da Camada Irapuá.

Acredita-se (Guerra-Sommer, 1989a; Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 1993; Piccoli *et al.*, 1991) que as taofloras de Candiota e de Faxinal desenvolveram-se em ambientes como pântanos e lagos, sob condições climáticas mais amenas que as evidenciadas pelas taofloras encontradas no Subgrupo Itararé neste Estado.

Carruthers (1869) foi o primeiro a mencionar megásporos gondwânicos para o Brasil, em amostras de Candiota. Mais tarde, Zeiller (1895) mencionou a presença de "macrósporos" e Lundqvist (*apud* Trindade, 1966b) ilustrou megásporos encontrados nas amostras de Candiota.

Dijkstra (1956), foi o primeiro a dar um tratamento sistemático aos megásporos encontrados nas amostras de Butia e Candiota. O autor concluiu que os sedimentos estudados possuem idade eopermiana. A partir dessas amostras Dijkstra (1956) descreveu sete espécies novas (*Trileites vulgaris*, *T. tenuis*, *T. endosporitiferus*, *T. brasiliensis*, *T. furcatus* e *Cystosporites* sp.). Posteriormente, muitas dessas espécies foram recombinaadas em novos gêneros (Piérart & Dijkstra, 1961; Piérart, 1984 - Tabela 3).

A maior contribuição ao conhecimento dos megásporos no Rio Grande do Sul foi dada pelos trabalhos de Trindade (1959a, 1959b, 1960, 1962, 1964, 1966a e 1971; Trindade & Sommer, 1966), que estudou e classificou exemplares das minas de Charqueadas, do Leão e de Arroio dos Ratos (Tabela 3). Trindade (1971), atribuiu às constelações de megásporos uma idade máxima neocarbonífera, discordando de outros autores, embora atualmente seja aceita uma idade no Eopermiano.

Cauduro & Zingano (1965) analisaram amostras de argilito silicificado coletadas num Afloramento localizado a 23 Km de São Sepé, incluído posteriormente por Bortoluzzi & Veiga (1981) na Formação Palermo. Cauduro & Zingano (1965) identificaram nove espécies de megásporos. Nesse trabalho foi proposta a espécie *L. brasiliensis* var. *minor*, sendo também indicada a semelhança entre o material estudado nesse Estado e em Santa Catarina e a idade eopermiana corroborada (Tabela 3).

Por último Marques-Toigo *et al.* (1975) deram a conhecer dados palinológicos da capa do carvão de Candiota, incluindo os megásporos (Tabela 3). Baseados na assembléia microflorística estes autores concluíram que a capa das camadas Candiota superior e inferior, provavelmente, tenham sido originadas por material autóctone (pteridófitas) e hipoautóctone (Cordaitales, Glossopteridales, entre outros).

4.3 - Integração e análise crítica das informações obtidas dos macro e microfósseis.

Uma vez expostas as principais taofloras associadas com níveis de carvão neopaleozóicos da bacia do Paraná, torna-se possível fazer uma síntese dos principais conhecimento obtidos:

2.a - Analisando-se, por exemplo, a seqüência Monte Mor, Cerquilho, Figueira - S. J. do Triunfo, taoflora Irapuá, Candiota, Faxinal, etc. fica evidente ter ocorrido uma melhoria climática, que permitiu o desenvolvimento e evolução da Flora de *Glossopteris* na bacia do Paraná.

O último modelo de sucessão entre as principais taofloras encontradas na bacia foi o de Rösler (1978).

2.b - Ao analisar a composição das taofloras estudadas para os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, é possível pensar que nelas estejam presentes elementos de mais de uma comunidade vegetal.

2.c - Embora se conheçam constelações de megásporos desde o Neocarbonífero ao Eopermiano (Artinskiano-Kunguriano), observamos que existem elementos comuns à maioria delas (p. ex. *Sublagenicula brasiliensis*, *Lagenosporites sinuatus*, *Trileites trivalis* e *Duosporites endosporitiferous*), mas pouco se tem especulado a respeito da evolução dessas constelações. Também é importante assinalar que, apesar de terem sido identificadas mais de 20 espécies de megásporos, são desconhecidas as espécies de licófitas relacionadas aos megásporos.

2.d - Até o presente, existem pouquíssimas espécies de licófitas relativamente bem definidas para o Neopaleozóico da bacia do Paraná (*Brasilodendron pedroanum*, *Ciclodendron brasiliensis* Lejal-Nicol et Bernardes de Oliveira e *Lycopodiopsis derbyi* Renault), embora as licófitas tenham sido importantes componentes das turfeiras neopaleozóicas e seus fósseis sejam abundantes. É urgente ampliar os conhecimentos sobre as licófitas, incluindo no estudo micrófilos, cutículas, estruturas reprodutivas, caracterização dos diferentes níveis de decorticação referíveis a uma espécie, assim como realizar interpretações paleoecológicas.

3.e - Escassos estudos cuticulares têm sido realizados. Tais estudos incluem principalmente cutículas de folhas de *Glossopteris* (Fittipaldi, 1981 e Fittipaldi & Rösler, 1985; Guerra-Sommer, 1987 e 1992), de coníferas (Florin, 1940; Fittipaldi & Rösler, 1978; Guerra-Sommer & Bortoluzzi, 1982) e de uma espécie de Cordaitales (Guerra-Sommer, 1987 e 1989b).

Sem dúvida, um aumento dos estudos cuticulares, incluindo cutículas de sementes e frutificações, contribuiria para o melhor conhecimento e classificação das espécies e de sua evolução, além de fornecer dados paleoclimáticos e paleoambientais mais apurados.

3.f - As ocorrências de estruturas reprodutivas são escassas nas taofloras antes relacionadas. Até o momento, são conhecidas apenas frutificações de glossopterídeas e uma de esfenófita, desconhecendo-se os estróbilos das coníferas, embora tenham sido mencionadas mais de 28 espécies de sementes.

3.g - É necessária a realização de novas coletas, especialmente nos campos de lavra, uma vez que com o avanço dos mesmos, podem surgir assembléias distintas das conhecidas e/ou completar as já estudadas. Outro problema relacionado com a coleta de material é a criação de novas espécies com base em poucos exemplares.

Por último, é recomendável a realização do levantamento dos afloramentos conhecidos até o momento, de modo a posicioná-los espacialmente de maneira correta. Além disso, é importante que se procurem novos afloramentos, uma vez que muitos dos descobertos no início do século se encontram perdidos (como no caso de Patrimônio no Paraná).

5 - ESTUDO SISTEMÁTICO.

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos após o estudo sistemático das amostras. Para a organização foram seguidas as classificações do Reino Vegetal sugeridas por Meyen (1987), Gifford & Foster (1988) e Stewart & Rothwell (1993).

LICOPSIDA

Lepidodendrales

Lycopodiopsidaceae

Brasilodendron Chaloner, Leistikow *et* Hill, 1979.

Brasilodendron pedroanum Chaloner, Leistikow *et* Hill, 1979.

Cf. *Brasilodendron pedroanum* Chaloner, Leistikow *et* Hill.

Estampa I, figs. 1 a 5; Estampa II, figs. 1 a 4. Figura do texto 6 e Tabela 4.

Exemplares estudados:

Nível β : GP/3E 5951 a - b; 5998 a - b e 6982

Nível γ : GP/3E 5910; 5945 a; 5969; 5991 a - b; 5992; 5993 e 6003.

Nível δ : GP/3E 5913; 5914 a - b; 5944; 5945 b; 5953; 5993 a - b; 5996 a₁ - a₂ e b; 6011; 6015 e 6016.

Nível ϵ : GP/3E 5917 a - b e cC; 5924; 5925; 5945 E; 5961 a - b; 5971 a; 5976; 5979 a - b; 5983; 6010 a e 7010 a - b.

Procedência: minas de carvão Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poços 01 e 06), Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, Figueira, PR.

Idade: Eopermiano.

Descrição:

Compressões-impressões de fragmentos de caules em diferentes estágios de decorticação. Tamanhos: comprimento entre 1,5 - 35,0cm; largura 2,1cm a mais de 16,5cm. Filotaxia lepidodendróide. Almofadas foliares fusiformes com dimensões entre 9,8 - 26,7mm para o comprimento e 6,9 - 9,9mm para a largura; extremidades superior levemente levantada e inferior deprimida, ambas suavemente sigmoides.

Feixe vascular bem marcado e freqüentemente ovalado, com 1,0mm no eixo maior, sem evidências de lígula ou paricnos.

Discussão:

Foram analisadas um total de 31 amostras, das quais 7 apresentavam molde e contramolde. Cabe destacar que todos os exemplares estudados pertenciam a camadas internas da córtex, não tendo sido encontrado nenhum que mostrasse a parte externa do caule. Para os exemplares GP/3E 5914 a; 5951 b; 5976; 5979 b; 5991 b; 5992 e 6015 foram confeccionados moldes de látex.

O conjunto de espécimes estudados representa as características do caule em quatro diferentes níveis de decorticação (Est. II, figs. 1 a 4). Para a denominação dos referidos níveis foram empregadas letras minúsculas do alfabeto grego, começando pela letra β (mais externo) até a letra ε , tendo sido deixada a letra α para denominar um nível mais externo que possa ser descrito em futuros estudos. Dessa forma os níveis podem ser descritos segundo o esquema indicado na Tabela 4.

As dimensões das almofadas foliares foram, principalmente, obtidas nos níveis β e γ (Est. I, figs. 1 e 2), uma vez que nos níveis mais internos (δ e ε) os extremos das almofadas desaparecem sendo difícil a delimitação das mesmas (Est. I, fig. 3). O ângulo de filotaxia é, de aproximadamente 41° , medido para o Nível β .

É importante mencionar que o exemplar 5944, embora incluído no nível ε , é o único que apresenta almofadas foliares menores, com aproximadamente 13,5mm de comprimento e 3,8mm de largura, pertencendo a um caule de 37,0mm de largura. Ao comparar o exemplar 5944 com o resto da assembléia estudada é possível supor que esse pertença a uma ramificação e não ao caule principal, como acredita-se acontecer com a maioria dos exemplares, devido ao grande tamanho das almofadas foliares. Outra exceção, diz respeito à amostra 5969 (Nível γ), na qual se observa uma mudança gradual de tamanho e de forma das almofadas foliares (p. ex. Est. I, fig. 5). Neste caso, almofadas da porção inferior do caule são mais compridas (p. ex.

Nível α	Nível β	Nível γ	Nível δ	Nível ϵ
?
?	<p>Almofada foliar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fusiforme. - Extremidades superior e inferior claramente visíveis e bem definidas. - Feixe vascular bem marcado e rodeado por dobras do tecido circundante. 	<p>Almofada foliar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fusiforme. - Extremidades superior e inferior visíveis. - Feixe vascular bem marcado e dobras do tecido circundante ainda visíveis. 	<p>Almofada foliar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fusiforme. - Extremidades superior e inferior debilmente marcadas e nem sempre visíveis, sendo difícil a delimitação dos extremos superior e inferior das almofadas foliares pertencentes a uma mesma ortóstica. - Feixe vascular bem marcado. - Costelas do tipo <i>Knorria</i> começam a ser encontradas. 	<p>Almofada foliar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Possivelmente fusiforme. - Extremidades superior e inferior ausentes. - Feixe vascular marcado. - Costelas do tipo <i>Knorria</i> freqüentemente encontradas.

Tabela 4: Características dos diferentes níveis de decorticação.

19,8mm) que as da porção superior (p. ex. 9,8mm), embora a largura apresente uma variação menor, podendo a amostra 5969 representar a parte do caule relativa à interface do crescimento anual.

Apenas oito exemplares apresentaram interáreas ou espaços entre as almofadas foliares, a saber GP/3E 5910; 5917; 5924; 5944; 5951 a - b; 5992; 5996 a - b e 6015. Cinco desses exemplares pertencentes aos níveis mais interiores, não sendo confiável a sua presença podendo, a origem das interáreas, estar relacionada com crescimento secundário ou expansão lateral, como já foi indicado por diversos autores (Thomas, 1970; Thomas & Watson, 1976, entre outros).

É interessante mencionar que alguns dos caules estudados parecem apresentar início de decomposição quando foram fossilizados, razão pela qual existem exemplares (p. ex. 5910) referentes ao Nível γ que à primeira vista apresentam poucas características desse nível, embora uma análise detalhada permita sua inclusão no mesmo.

O conhecimento, até agora reunido, sobre as poucas espécies de licófitas encontradas nas formações neopaleozóicas da bacia do Paraná, é ainda confuso. Como têm sido indicado anteriormente por autores como Bernardes de Oliveira-Babinski & Sommer (1984), Sommer & Trindade (1966), seria necessária uma revisão dos exemplares mencionados na literatura, uma vez que Kräusel (1961) foi o único até agora em fazê-lo. Também são necessárias novas coletas, onde seja possível realizar estudos relacionando os diferentes níveis de decorticação, sem deixar de lado os estudo cuticulares e anatômicos.

Ao comparar as amostras, estudadas com as espécies referidas para a porção brasileira da bacia do Paraná, foi necessária extrema cautela, pois para uma mesma espécie tem sido referidos caules com características diferentes, como é o caso de *Brasilodendron pedroanum*. Para facilitar essa análise foi confeccionada a Tabela 5, na qual

Tabela 5: Licófitas encontradas no Neopaleozóico da bacia do Paraná.

Localidade		São Paulo	Paraná	Santa Catarina	Rio Grande do Sul
Unidade Litoestratigráfica					
GRUPO PASSA DOIS		<i>Lycopodiopsis derbyi</i> e micrófilos isolados (17 e 19) ; micrófilos petrificados (18); <i>Lycopodiophloios</i> sp. (19)	<i>Lycopodiopsis derbyi</i> e micrófilos (16) ? <i>Lycopodiopsis derbyi</i> (15) ? <i>Lycopodiopsis</i> sp. (11 e 12)	Micrófilos permineralizados (16)	<i>Lycopodiopsis</i> sp. (14) <i>Lycopodiophloios dolianitii</i> (13)
GRUPO TUBARÃO	Formação Palermo				Caules de licófitas (10)
	Formação Rio Bonito		? <i>Brasilodendron pedroanum</i> (5) (= <i>Lycopodiopsis pedroanus</i>) Cf. <i>Brasilodendron pedroanum</i> e micrófilos carbonificados (6) Caules de licófitas (4)	<i>Cyclodendron brasiliensis</i> (7) <i>Brasilodendron pedroanum</i> (8) ? <i>Lycopodiopsis</i> sp. (9) Caules de licófitas (4)	<i>Brasilodendron pedroanum</i> (8)
	Subgrupo Itararé	? <i>Brasilodendron</i> sp. (1) (= <i>Brasilodendron pedroanum</i>) <i>Bumbudendron millani</i> (2) (= <i>Lycopodiopsis</i> sp. A) ? <i>Lycopodiopsis derbyi</i> (3) Caules de licófitas (4) (= <i>Lepidodendron pedroanus</i>)			

LEGENDA E COMENTÁRIOS:

- (1) Material descrito por Millan (1972 e 1980) proveniente de Monte Mor, emenda sugerida por Bernardes de Oliveira & Sommer (1984).
- (2) Material descrito por Millan (1972) proveniente de Monte Mor, re combinado por Arrondo & Petriella (1979 e 1985).
- (3) Material descrito por Millan (1972) proveniente de Monte Mor, considerado duvidoso neste trabalho.
- (4) Material descrito por Millan (1972 e 1985) proveniente de Monte Mor e material descrito por Read (1941) originários da região de Figueira e de Treviso, possivelmente de *Leptophloemum*.
- (5) Material descrito por Read (1941) proveniente de Cambuí, e exemplares ilustrados por Rösler (1972) da mesma localidade.
- (6) Presente estudo.
- (7) Material descrito por Lejal-Nicol & Bernardes de Oliveira (1979) proveniente de Treviso.
- (8) Material descrito e re combinado por Chaloner *et al.* (1979) como *Brasilodendron pedroanum*, a partir dos seguintes exemplares:
 - a- White (1908) como *Sigillaria brardii*, posteriormente reclassificada por Kräusel (1961) como *Lycopodiopsis pedroanus*, provindo de Treviso, SC.
 - b- Read (1941) como *Lepidodendron pedroanum*, provindo de Treviso, SC.
 - c- Zeiller (1895) como *Lepidodendron pedroanum* e *Lepidophloios laricinus*, provindo de Arroios Ratos, RS.
 - d- Lundquist (1919) como *Sigillaria brardii*, provindo de Arroio dos Cachorros (Loc. A), RS (*apud*. Guerra-Sommer, 1987). Material que posteriormente foi reclassificado como *Lycopodiopsis pedroanus* por Kräusel (1961).
- (9) Material estudado por White (1908) provindo de Lauro Müller, classificado como *Sigillaria australis*. Posteriormente, após novas coletas reclassificado por Rigby (1972b).
- (10) Material mencionado por Bortoluzzi & Veiga (1981) para o Afloramento de São Sepé, RS.
- (11) Material mencionado por Kräusel (1961), obtido na localidade de Joaquim Távora, PR.
- (12) Caules noticiados por Bernardes de Oliveira-Babinski & Rösler (1984) para Fluviópolis, PR.
- (13) Material descrito por Kräusel (1961) para Cerro Chato, RS.
- (14) Material descrito por Kräusel (1961) para Cerro Chato, RS.
- (15) Material determinado por Kräusel (1961) com base nas amostra estudadas por Maack (1947) obtidas em Prudentópolis, SC.
- (16) Material citado por Rohn (1994) para o Paraná e Santa Catarina.
- (17) Amostras estudadas por White (1908) e Kräusel (1961) obtidas em Bofete, SP.
- (18) Micrófilos mencionados por Bernardes de Oliveira-Babinski (1985), encontradas em Piracicaba, SP.
- (19) Amostras coletadas por Rigby (1968) em Laras, SP.

estão sintetizados os taxa, os trabalhos onde são mencionados e os locais onde foram encontrados.

Para a porção brasileira da bacia do Paraná existem duas espécies definidas com base em critérios anatômicos: *Brasilodendron pedroanum* e *Lycopodiopsis derbyi*. Ambas possuem uma distribuição espacial relativamente ampla, sendo as formas relacionadas à primeira freqüentemente encontradas na Formação Rio Bonito, embora a presença dessa espécie associada a *Lycopodiopsis derbyi* (considerada como duvidosa) tenha sido citada para o Subgrupo Itararé no Estado de São Paulo (Millan, 1972), na localidade de Monte Mor. A espécie *Lycopodiopsis derbyi* possui uma distribuição temporal praticamente restrita ao Grupo Passa Dois.

Em relação às outras espécies mencionadas na Tabela 5 para a Formação Rio Bonito, *Bumbudendron millani* até agora só foi encontrada, no Brasil, em Monte Mor e a espécie *Cyclodendron brasiliensis* ainda continua restrita a Santa Catarina. No Rio Grande do Sul para a Formação Palreio, Bortoluzzi & Veiga (1981) mencionam, no Afloramento de São Sepé, a presença de abundantes caules de licófitas, sem prestar atenção na sistemática. No grupo Passa Dois, além de *L. derbyi*, também são encontradas as espécies *Lycopodiophloios dolianitii* e *Lycopodiopsis* sp., ambas propostas por Kräusel (1961) a partir de amostras provenientes de Cerro Chato, RS.

As amostras estudadas apresentam, sem lugar a dúvidas, grandes semelhanças com *Brasilodendron pedroanum* no que diz respeito à forma e disposição das almofadas foliares, à situação do feixe vascular, na porção media da almofada (Thomas & Meyen, 1984) e à ausência de evidências de lígula ou paricnos. A maior diferença está no tamanho das almofadas foliares, tendo as de Figueira entre 2 e 6,5 vezes o tamanho (9,8 - 26,7mm x 6,9 - 9,9mm) das do holótipo da espécie (4,0 x 2,4mm). Esta diferença pode ser explicada, pois é muito provável que o fragmento de caule estudado por Chaloner *et al.* (1979) pertença a um ramo superior da planta e os fragmentos por nós estudados, a uma porção do caule principal, de maiores

dimensões. No campo foram observados exemplares com largura superior a 35 cm, o que faz pensar no tamanho avantajado dessas licófitas.

O maior obstáculo ao se tentar correlacionar as amostras estudadas com *B. pedroanum* refere-se ao desconhecimento da porção mais externa do córtex (Nível α) em nossos exemplares, uma vez que *Brasilodendron pedroanum* foi descrito com base nessa porção e nas características da epiderme das folhas e das almofadas foliares. Dessa forma, e levando em consideração o tamanho, optou-se por classificar os caules estudados como Cf. *Brasilodendron pedroanum* Chaloner *et al.*

Outro gênero de licófitas, com o qual os exemplares de Figueira têm semelhança, é *Bumbudendron* Archangelsky *et al.* Essa semelhança está na forma da almofada foliar e na ausência de lígula. A almofada foliar, em ambos casos, é fusiforme com extremidades agudas, embora no caso do material estudado as extremidades sejam suavemente sigmóides enquanto que em *Bumbudendron* são retas. A diferença fundamental é a ausência da lâmina intrafoliar na almofada foliar de nosso material, carácter marcante em *Bumbudendron* (Archangelsky *et al.*, 1981). A lâmina intrafoliar (intrafoliar blader) pode, segundo Archangelsky *et al.* (1981), ser interpretada como um substituto do paricnos, encontrado nas licófitas do hemisfério norte. Outra diferença importante diz respeito à posição do feixe vascular o qual, no material estudado, situa-se aproximadamente na porção média da almofada foliar enquanto que em *Bumbudendron* fica no terço superior da mesma. Com relação ao tamanho, não há dúvida de que o material aqui referido é muito maior, chegando em alguns exemplares a representar o dobro do tamanho. Pelas diferenças expostas não é possível incluir os exemplares de Figueira no gênero *Bumbudendron*.

Quanto à região de Figueira, já em trabalhos anteriores havia sido mencionada a presença abundante de caules de licófitas. Estes podem ser separados em dois grupos:

a.- Trabalhos onde são mencionados caules semelhantes aos aqui estudados:

- Oliveira (1927) reproduz partes de caules, nas páginas 62 e 64 que correspondem a um mesmo exemplar, muito semelhante aos aqui descritos, possivelmente pertencente ao Nível δ .

- Read (1941) descreve *Lepidodendron pedroanum* para Cambuí. Após nossa pesquisa, acreditamos que o autor tenha incluído duas ou mais espécies diferentes sob esse nome. O exemplar representado na Estampa 8, fig. 2, assemelha-se aos aqui estudados e, possivelmente, corresponda ao Nível ϵ .

- Rösler (1972) menciona a ocorrência abundante de caules de licófitas na área, sem entrar em detalhes. A Estampa 1, figs. 1, 3, e 4 mostra exemplares classificados como *Lepidodendron pedroanus* que são semelhantes aos estudados, possivelmente correspondendo aos níveis mais internos (δ e ϵ). A fig. 2 da Estampa 1, classificada como *Lycopodiopsis* sp., também é semelhante aos exemplares estudados.

b.- Trabalho onde são mencionados caules diferentes dos aqui estudados:

- Read (1941) mostra na Estampa 8, figs. 3 e 6, caules de licófitas diferentes dos estudados, possuindo almofadas foliares quadrangulares, diferentes das fusiformes características de *Brasilodendron pedroanum*.

Para o Estado de São Paulo, Millan (1972 e 1980) cita a ocorrência de freqüentes caules de licófitas no Afloramento de Monte Mor, entre os quais foi reconhecida *Brasilodendron pedroanum*. Millan (1980) descreveu os caules como pertencentes ao nível externo da córtex, embora as figuras e fotos (p. ex. Estampa 1, figs. 1, 3, 4, 7 e 8; Estampa 2, fig. 1) apresentadas no trabalho sejam, sem dúvida, de impressões de caules decorticados, pertencentes a ramos da porção superior da planta.

Com relação as demais ocorrências de *B. pedroanum* no Brasil, mencionadas na literatura (Tabela 5) para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, anteriores a criação do gênero *Brasilodendron*, acredita-se não seja necessária sua discussão e comparação com o material estudado, uma vez que Chaloner *et al.* (1979) passaram-nas para a sinonímia.

Figura 6:
Desenho do espécime GP/3E 7010a, mostrando as almofadas foliares do
Nível ε de Cf. *Brasilodendron pedroanum* Chaloner *et al.*

Comparando-se os exemplares estudados com *Cyclodendron brasiliensis* Lejal-Nicol et Bernardes de Oliveira e ?*Lycopodiopsis* sp., encontrados nos sedimentos da Formação Rio Bonito, verificou-se que os mesmos diferem de Cf. *Brasilodendron pedroanum*, no caso da primeira espécie, principalmente na forma e tamanho das almofadas foliares. *C. brasiliensis* ostenta almofadas foliares rombicas de ângulos suaves (Lejal-Nicol & Bernardes de Oliveira, 1979), as quais contrastam com as das amostras de Figueira, sigmoidais de ângulos agudos e de maior tamanho. Com relação a ?*Lycopodiopsis* sp. mencionada por Rigby (1972b) para Lauro Müller, esse material segundo Rigby (1972b) não possui caracteres taxonômicos visíveis, sendo impossível sua comparação com as amostras de Figueira.

A espécie *Lycopodiopsis derbyi* também não possui semelhanças com as amostras de Figueira, uma vez que as almofadas foliares são tipicamente rombicas e menores que as estudadas.

Além do Brasil, na América do Sul, tem sido mencionada a ocorrência de caules de licófitas na Argentina em camadas do Neocarbonífero ao Eopermiano. Nas bacias de Paganzo e de Rio Blanco, localizadas no noroeste do país (províncias de Córdoba, San Luis, La Rioja, San Juan e Catamarca), encontramos a presença de várias espécies de licófitas, algumas delas também existentes no Brasil, como *Brasilodendron pedroanum*, *Bumbudendron millani* e *Lycopodiopsis derbyi*. As espécies *Bumbudendron paganzianum* Archangelsky et al., *Bumbudendron nitidum* Archangelsky et al., *Bumbudendron versiforme* Gutierrez et al., *Malanzania nana* Archangelsky et al. e *Sanluisia casarii* Césari et al., até agora somente foram encontradas na Argentina (Arrondo & Petriella, 1979 e 1985; Archangelsky et al., 1981; Gutierrez et al., 1986; Césari et al., 1995 etc.).

É recomendável a classificação de *Brasilodendron pedroanum* como Cf., uma vez que os exemplares argentinos carecem de estudos cuticulares e, na maioria dos trabalhos, a classificação foi feita sobre amostras decorticadas. Essa espécie foi mencionada por Arrondo & Petriella (1979), Césari (1983), Archangelsky & Cúneo

(1991) entre outros, nas formações Tupe e Jejenes, na bacia do Paganzo. A taoflora associada com *Brasilodendron pedroanum* na Formação Tupe, foi incluída por Archangelsky & Cúneo (1991) na denominada Zona de NBG (*Nothoracopteris-Botrychiopsis-Ginkgophyllum*) que corresponde, aproximadamente, ao Neocarbonífero. A taoflora encontrada na Formação Jejenes foi incluída dentro de uma Zona de Intervalo entre as zonas de NBG e a de *Gangamopteris*. A Zona de Intervalo é considerada como índice da mudança florística ocorrido perto do discutível limite Carbonífero/Permiano (Archangelsky & Cúneo, 1991). A espécie *Lycopodiopsis derbyi*, foi mencionada por Césari (1983) para a Formação Tupe, embora seja possível trate-se de outra espécie

Na bacia da Patagônia, localizada ao sul da Argentina (províncias de Chubut e Santa Cruz) tem sido referida a presença de caules de licófitas de grandes dimensões (40 a 60 cms de diâmetro) por Cúneo & Andreis (1983) e de *Lycopodiopsis derbyi* (Arrondo & Petriella, 1979), na Formação Nueva Lubecka, Eopermiano. Trata-se, no primeiro caso, de caules de grande tamanho fossilizados em posição de vida, embora não tenha sido possível classificá-los, devido à deficiente preservação das almofadas foliares. Também no Permiano da bacia do Paganzo, em camadas da Formação Cerro Agua Negra, têm sido encontrados caules de licófitas iguais aos descritos para a Patagônia (Azcuy *et al.*, 1987)

No Peru, para Carbonífero Médio, na Formação Paracas tem sido mencionada (Alleman & Pfefferkorn, 1988), a presença abundante de grandes caules de licófitas (maiores de 60cm), classificados como *Tomiodendron* sp. O que sugere, a existência de um clima temperado cálido, nessa região, durante o Carbonífero Médio. Em estudos anteriores, esses caules haviam sido incluídos nos gêneros *Lepidodendron*, *Lepidodendropsis* e *Bumbudendron* (Jongmans, 1954 e Archangelsky *et al.*, 1981). Também têm sido encontrados caules de licófitas classificados como *Cyclostigma pacifica*, embora Archangelsky *et al.* (1981), os consideram como pertencentes a outro gênero.

Nos demais continentes integrantes da porção austral do Gondwana, não foi até agora registrada a ocorrência de caules de licófitas semelhantes a *Brasilodendron pedroanum*. No Norte da África, durante o Neodevoniano e o Eocarbonífero, existiram muitas espécies de licófitas que foram encontradas (Lejal-Nicol & Boureau, 1973 e Lejal-Nicol, 1985) na Líbia, as quais apresentam relações com aquelas descritas para América do Sul, especialmente para Argentina. No Neocarbonífero registra-se uma mudança nas assembléias de fitofósseis, as quais apresentam fortes semelhanças com as encontradas na Província Florística Euro-americana (Lejal-Nicol, 1985).

No Sul da África, em sedimentos do Ecca Médio, Eopermiano, encontramos a presença dois gêneros bem definidos, sobre os quais existem estudos cuticulares e de estruturas reprodutivas. São eles: *Cyclodendron* Kräusel e *Azaniadendron* Rayner (Kräusel, 1961; Rayner, 1985 e 1986, Anderson & Anderson, 1985), com as espécies *Cyclodendron leslii* Kräusel e *Azaniadendron fertile* Rayner. Estudos anteriores (Edwards, 1952 e Plumstead, 1973) mencionaram a possível presença de *Lycopodiopsis derbyi*, mas essas amostras foram incluídas dentro da espécie *Azaniadendron fertile*, assim como outras classificadas como *Lycopodiopsis pedroanus*. Além dos gêneros mencionados, parecem estar presentes *Haplostigma* Seward e *Leptophloemum* Dawson (Anderson & Anderson, 1985), embora muitas das identificações relativas a estes gêneros não sejam muito seguras por terem se baseado apenas no estudo de impressões. Anderson & Anderson (1985) assinalam que as licófitas e as pteridófitas são dominantes nas assembléias de megafósseis da fase seguinte ao fim da glaciação, encontradas na África do Sul.

Com relação a *Cyclodendron* e *Azaniadendron* é interessante mencionar que existem alguns caracteres em comum com *Brasilodendron*: nenhum deles possui lígula ou paricnos evidente (Chaloner *et al.*, 1979; Rayner, 1985 e 1986). Outra semelhança, está no fato das espécies *Cyclodendron leslii*, *Azaniadendron fertile* e *Brasilodendron pedroanum* possivelmente terem possuído um hábito arbóreo.

Ainda no continente africano Høeg & Bose (1960) descreveram espécimes fragmentários de caules e de folhas isoladas, provenientes da Serie Lukuga, no Zaire, que classificaram como *Cyclodendron leslii*. Høeg & Bose (1960) conseguiram extrair cutículas dos caules, caracterizadas por possuírem células epidérmicas muito grandes e poligonais, de paredes anticlinais retas.

Na Índia (Surange, 1975 e Pant, 1996), as licófitas são escassas nas assembléias de megafósseis do Permiano. Somente tem sido registrada a presença de *Cyclodendron leslii* no andar Karharbari, embora duvidosa, e no “Barren Measures”. Embora as assembléias palinológicas (micrósporos e megásporos) evidenciem um número maior de licófitas do que o sugerido pelos megafósseis vegetais (Bharadwaj & Tiwari, 1970; Rohn & Rösler, 1987). Na Austrália as licófitas aparentemente foram escassas durante o Eopermiano, sendo mais freqüentes no Neocarbonífero, na denominada Flora de *Rhacopteris*, onde encontramos espécies como *Cyclostigma australe* (Morris, 1975).

Ao procurar estabelecer comparações entre as licófitas encontradas no Gondvana e aquelas conhecidas em outras províncias florísticas, como p. ex. Angárica, durante o Neopaleozóico, temos que levar em consideração que as licófitas, no hemisfério norte, alcançam o clímax no Carbonífero, para praticamente desaparecer no Eopermiano, embora nesse período as plantas desse grupo sejam comuns a muitas das assembléias de megafósseis da Província Florística de Gondvana, especialmente da América do Sul e do Sul da África (Rohn & Rösler, 1987).

Com relação às licófitas da Província Angárica, observamos, serem elas liguladas e em, muitos casos (como os gêneros *Tomiodendron*, *Angarodendron*, etc) possuírem um tecido que se corresponde com o aerenquima intrafoliar ou paricnos, presente nas espécies de *Lepidodendron* da Província Euro-americana (Meyen, 1976 e 1987). O único gênero de licófitas do Gondvana a apresentar este tecido ou lamina intrafoliar é *Bumbudendron* (Archangelsky *et al.*, 1981). Outra característica comum às licófitas angáricas e às gondvânicas diz respeito à ausência de um sistema radicular

semelhante ao do tipo *Stigmara* (Meyen, 1987). Quanto aos demais gêneros definidos (*Brasilodendron*, *Cyclostigma*, *Azaniadendron*, etc) do Gondvana não encontramos maiores pontos em comum, uma vez que as almofadas foliares das licófitas do Gondvana são extremamente simples (ou muito simplificadas?) em comparação às das licófitas angáricas.

Têm sido propostas algumas correlações entre *Brasilodendron* e *Ulodendron*. Chaloner *et al.* (1979) discutem essa possibilidade, concluindo que embora ambos os gêneros possuam como característica folhas perenes, a nível cuticular existem profundas diferenças. As diferenças estão na abundância de estômatos na almofada foliar de *Ulodendron* comparada à sua ausência na de *Brasilodendron* e na disposição caótica dos estômatos nos micrófilos do primeiro, em contraposição às constantes, duas fileiras de estômatos na face abaxial de *Brasilodendron*.

INSERTAE SEDIS

Micrófilos de Licófitas

Estampa III, figs. 1 a 6; Estampa IV, figs. 1 a 8; Estampa V, figs. 1 a 4, 6 e 8, desenhos 5 e 7. Figuras do texto 7 e 8.

Exemplares estudados:

a.- Micrófilos carbonificados no siltito:

a.1- Micrófilos isolados da matriz: GP/3E 5909¹ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

a.2- Cortes transversais: GP/3E 5947.

Lâminas 1, 2, 3 e 4.

b.- Micrófilos no carvão:

b.1- Micrófilos no carvão: GP/3E 5904 e 5927.

b.2 Cortes transversais: GP/3E 5927 a – b.

Lâminas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

c.- Cutícula: GP/3E 5909

Lâminas 1, 2, 3 e 4.

Procedência: Minas de carvão Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poços 01 e 06), Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, Figueira, PR.

Idade: Eopermiano

Descrição:

a) Aspectos fisionômicos: Fragmentos isolados de micrófilos, com comprimento de 4,0 a 20,0 mm, largura de 3,5 a 6,5mm e espessura¹ de 1,0 a. 2,5mm. Forma cônica, simétricos, porção proximal mais larga, afinando-se paulatinamente até o ápice, ápice desconhecido. Margens com excrescências. Nervura reta e fortemente marcada na face superior. Secção transversal rômbrica, faces superior e inferior côncavas, feixe vascular representado por uma cavidade ovalada na porção central.

¹ Consideramos comprimento a maior dimensão do micrófilo. Largura e espessura correspondem a medidas tomadas na secção transversal, sendo a primeira a maior medida e a segunda, a menor.

b) Aspectos morfológicos:

b.1 - Seção transversal.

Epiderme delgada. Mesófilo composto na face superior por um tecido compacto, de células alongadas, possivelmente relacionado a um tecido em paliçada ou clorênquima e na face inferior por um tecido laxo.

Protoestelo formado por um xilema central de margens dentadas, rodeado por dois anéis de tecido. O interno corresponde a um parênquima floemático e o externo ao tecido de transfusão. Tecido de transfusão formado por 3 a 5 camadas de células polimorfas, poliédricas de 4 a 7 faces, de paredes anticlinais retas e dimensões variáveis.

b.2 - Epiderme.

Epiderme abaxial: composta por células retangulares de $50,0\mu\text{m}$ de comprimento e $18,0\mu\text{m}$ de largura. Paredes anticlinais grossas de $2,8\mu\text{m}$, espessadas nos extremos e levemente sinuosas; paredes terminais inclinadas, pontuadas. Papilas presentes perto das margens. Estômatos deprimidos, rodeados de duas células paralelas às células oclusivas e dispostos em fileiras longitudinais, possivelmente em duas criptas estomatóferas.

Epiderme adaxial: constituída de células isodiamétricas de $31,0\mu\text{m}$ de comprimento e $24,0\mu\text{m}$ de largura, polimorfas e poliédricas de 4 a 6 lados, com paredes espessas e levemente onduladas. Papilas presentes na maioria das células. Estômatos não encontrados.

Discussão:

Foram estudados um total de oito fragmentos isolados pertencentes a micrófilos de licófitas (Est. III, fig. 1), todos eles carbonificadose muito frágeis quebrando-se, freqüentemente, na extração do sedimento e/ou no estudo. Nos fragmentos, a anatomia se encontra perfeitamente preservada. Pelo mesmo processo

de maceração em bloco, foi possível a obtenção da cutícula de um fragmento de micrófilo (Est. V). Acredita-se que a falta de maior número de cutículas para o estudo se deva ao fato de serem elas extremamente delicadas e delgadas, fato também constatado por outros autores como Chaloner *et al.* (1979), Thomas & Masarati (1982), Rayner (1986), etc. Da mesma forma, foram encontrados micrófilos, de aparência e tamanho semelhantes aos obtidos por meio de maceração em bloco, em pedaços de carvão coletados nas minas. Uma vez que esses micrófilos apresentavam-se, freqüentemente, menos fragmentados foram também incluídos no estudo, a fim de se ter uma idéia mais detalhada. Assim, efetuaram-se estudos da sua morfologia interna e externa e, posteriormente, ao comparar os resultados com os obtidos a partir do estudo dos fragmentos de micrófilos extraídos da capa, concluiu-se que ambos pertenciam a um mesmo tipo.

Os fragmentos estudados pertencem, na maioria dos casos, às porções basal e média (Est. III, figs. 2 e 3), tendo sido somente observada a porção apical nos micrófilos encontrados no carvão, os quais atingem comprimentos de até 20,0mm ou mais. Para ambos tipos de amostras foram efetuados cortes transversais em diferentes partes da lâmina a fim de observar as variações anatômicas da base até a porção apical.

Através do estudo dos cortes transversais, foi observado que as porções laterais da lâmina estavam ausentes, situação que não se repetia nos cortes transversais dos micrófilos das secções finas de carvão (Est. IV, figs. 7 e 8). A falta das porções laterais pode ser explicada pelo transporte e pela ação de decompositores, uma vez que o ambiente de deposição da capa foi, possivelmente, mais oxigenado, que o que deu origem à camada de carvão. É interessante mencionar que nas rochas das quais foram extraídos os micrófilos, também estavam presentes grandes quantidades de fragmentos de cutícula (p. ex. cutículas de *Paranocladus duseinii* Florin) e outros pequenos restos vegetais, evidenciando transporte.

É provável que a epiderme seja composta por mais de uma fileira de células; a hipoderme não foi observada (Est. III, figs. 4 e 5. Fig. tex. 8). O estelo presente nos micrófilos estudados é do tipo mais simples, denominado de protoestelo (Est. IV, figs. 4, 5 e 6). Neles as bordas dentadas do xilema central podem corresponder ao primeiro tecido diferenciado ou protoxilema (Figura 8). Ao redor do xilema central existe um parênquima semelhante ao floema, uma vez que no grupo das licófitas o floema não estava totalmente diferenciado morfológicamente, embora o fosse funcionalmente, foi denominado de parênquima floemático (Est. IV, fig. 6). Por último, circundando o parênquima floemático está presente um anel de células bem definidas que podem ser relacionadas com um tecido de transfusão. Caso este tecido seja semelhante ao das atuais gimnospermas, poderia ser composto por traqueídes mortas e células parenquimáticas vivas, correspondendo, as células com menos de quatro lados, às traqueídes e as com mais, às células parenquimáticas.

Na bacia do Paraná, até o presente, existem poucos estudos de micrófilos, embora micrófilos ou folhas de licófitas sejam muitas vezes encontrados unidos aos caules ou isolados (Tabela 5, Caules de licófitas na bacia do Paraná). Eles estão presentes principalmente nas assembléias da Formação Rio Bonito e do Grupo Passa Dois (formações Teresina e Corumbataí).

No holótipo de *Brasilodendron pedroanum* é possível observar os micrófilos unidos ao caule. A descrição dessa espécie é um dos poucos trabalhos a assinalar essa característica, embora micrófilos semelhantes também apareçam nas amostras estudadas por Read (1941) para Cambuí e Treviso, sem que seja feita qualquer descrição deles. Kraüsel (1961) e Sommer & Trindade (1966) mencionam que os micrófilos dessa espécie possuem uma base ampla afinando-se rapidamente em direção ao ápice. Kraüsel (1961) e Sommer & Trindade (1966) afirmam também que as folhas de *Lycopodiopsis pedroanus* (= *Brasilodendron pedroanum*) possuem um tamanho menor que as de *Lycopodiopsis derbyi*. No estudo realizado por Millan (1972 e 1980) para a taoflora de Monte Mor (Subgrupo Itararé) foi possível observar micrófilos unidos

Figura 7:
Reconstituição de um micrófilo

aos caules. O autor, ao caracterizar as folhas, repete a descrição feita por Kraüsel (1961) e Sommer & Trindade (1966), acrescentando somente as dimensões de dois micrófilos.

Abundantes micrófilos têm sido encontrados associados à espécie *Lycopodiopsis derbyi* na porção brasileira da bacia do Paraná, em camadas do Grupo Passa Dois (Tabela 5). Em geral apresentam-se permineralizados e fragmentados, possuem forma aciculada, secções transversais rômbricas ou triangulares e comprimento variável (25,0mm ou maiores). Exemplos semelhantes a esses foram estudados por Bernardes de Oliveira-Babinski (1985), a partir de amostras procedentes de Piracicaba, Formação Corumbataí. Kraüsel (1961) e Sommer & Trindade (1966) mencionam também a presença de micrófilos junto a *Lycopodiophloios*, no Rio Grande do Sul, os quais foram usados como um dos caracteres diferenciais entre este gênero e *Cyclodendron*, sendo os micrófilos de *Lycopodiophloios dolianitii* Kraüsel descritos como delicados, tão compridos (10,0cm de comprimento e 1,0mm de largura) quanto os de *Lycopodiopsis derbyi* e com secção transversal arredondada. Rohn (1994) menciona a ocorrência de micrófilos isolados (impressões e permineralizados por sílica) em várias localidades dos estados do Paraná e Santa Catarina, em camadas da Formação Teresina.

Ao comparar os exemplares estudados com aqueles citados na literatura, encontramos algumas semelhanças com *Brasilodendron pedroanum*. Dessa forma, a nível cuticular vemos que as células epidérmicas em *Brasilodendron pedroanum* são retangulares, da mesma forma que no material estudado, embora as células nas amostras de Figueira sejam menores (50,0 x 18,0µm contra 100,0 x 25,0µm em *Brasilodendron pedroanum*). Outra semelhança reside no fato do material estudado apresentar estômatos submersos na face abaxial, aparentemente dispostos em fileiras e margens com excrescências, da mesma forma que em *Brasilodendron pedroanum*.

Figura 8: Desenho esquemático de um corte transversal do exemplar GP/3E 5947

Embora existam semelhanças com esta espécie, é preferível não referir o material estudado a *Brasilodendron pedroanum* até contar com exemplares em que possam ser observados micrófilos como os aqui descritos, unidos ao caule. Seguindo o mesmo raciocínio e levando em consideração o fato de não existirem semelhanças com outros micrófilos isolados até agora encontrados na bacia do Paraná ou fora dela, é preferível considerar as amostras estudadas como micrófilos de licófitas, sem afinidade específica.

Thomas (1970) estudou as epidermes da maioria das espécies de *Lepidodendron*, incluindo a *Lycopodiopsis pedroanus* (= *Brasilodendron pedroanum*) por ter sido essa espécie inicialmente incluída em *Lepidodendron*. Thomas (1970) encontrou células epidérmicas de maiores dimensões do que as apresentadas pelas espécies do gênero *Lepidodendron* e paredes anticlinais mais grossas, sendo também a distribuição dos estômatos diferente.

Para Argentina foram descritos os micrófilos da espécie *Sanluisia casaii* por Césari *et al.* (1995). No Sul da África apesar de terem sido feitas varias tentativas Rayner (1986) não conseguiu obter cutículas dos micrófilos de *Azaniadendron fertile*. De *Cyclodendron leslii* somente são conhecidos detalhes da morfologia externa nos micrófilos, que foram descritos como lineares (80,0 x 4,0mm), de ápice agudo e com uma simples nervura central (Anderson & Anderson, 1985), embora no Zaire, Høeg & Bose (1960) descrevam fragmentos de micrófilos isolados, possivelmente relacionados com *Cyclodendron leslii*, encontrados nas camadas de carvão da Série Lukuga (Eopermiano), sobre os quais foram realizados estudos cuticulares. As cutículas foram descritas como muito finas com células epidérmicas pequenas e de paredes anticlinais retas.

Por último, com base em estudos de micrófilos da Província Florística Euro-americana, têm se obtido interessantes resultados que permitem possuir um maior conhecimento sobre as licófitas.

Seguindo os trabalhos de Graham (1935), Thomas (1970, 1974, 1977 e Thomas & Masarati, 1982) e DiMichele (1979 e 1981) entre outros, sabe-se que os gêneros *Lepidodendron*, *Lepidophloios*, *Sublepidophloios*, *Ulodendron*, *Bothrodendron* e *Sigillaria* possuem caracteres epidérmicos muito similares. Todos eles apresentam, freqüentemente, estômatos submersos, células epidérmicas de paredes anticlinais retas e ausência de células especializadas como tricomas ou glândulas, embora a nível específico algumas diferenças possam ser estabelecidas. Como por exemplo a diferença na disposição das células epidérmicas que permite separar as espécies de *Lepidodendron* em dois grupos diferentes (Thomas & Masarati, 1982).

Graham (1935) estudou micrófilos isolados de licófitas arborescentes, diferenciando, com base em critérios anatômicos, diferenciou dezessete espécies. Em linhas gerais verificou que há variações no tipo do feixe vascular e na forma do tecido fotossintetizador. A maioria das amostras estudadas apresentaram a hipoderme e o tecido de transfusão fortemente desenvolvido. Os estômatos encontrados nessas amostras foram similares em forma e estrutura e semelhantes aos das licófitas atuais. Graham (1935) concluiu que a existência de uma hipoderme espessa, de um tecido de transfusão bem desenvolvido e de estômatos submersos, na maioria das amostras estudadas, em termos paleoambientais indicavam características xerofíticas embora com diferentes graus.

As compressões de micrófilos isolados, que carecem de estudos cuticulares, são incluídos no gênero *Lepidophylloides*, uma vez que é difícil ter certeza se um micrófilo provém de *Lepidodendron*, *Lepidophloios*, *Sigillaria* ou de qualquer outra licófitas arborescente (Stewart, 1985), uma vez que todos esses gêneros possuem folhas com uma nervura central não ramificada.

Anteturma **Megasporites** Pant, 1962

Turma **Triletes** (Reinsch) Potonie *et* Kremp, 1954.

Suprasubturma **Lagenotriletes** Potonie *et* Kremp, 1957

Subturma **Gulati** Bharadwaj, 1957

Gênero *Lagenosporites* Potonie *et* Kremp, 1955

Lagenosporites triunfensis Arai *et* Rösler, 1984

Lagenosporites triunfensis Arai *et* Rösler

Estampa VI, figs. 1 a 4.

Amostras estudadas:

a) Vista Equatorial:

PI-115 = GP/3E 5891 (1), 5895 (6), 5896 (17), 5917 (1) , 5967 (1) e 5974 (1)

AS-O1 =GP/3E 3188 (1),

AS-O6 =GP/3E 5913 (1), 5914 (4) e 5982 (7).

RG =GP/3E 5923 b (21), 5925 (5), 5930 (19), 5936 (2) e 6011 c (9).

Lâminas: L- 1a, L - 1b e L - 1c.

b) Vista Polar:

PI-115 = GP/3E 5895 (1), 5896 (1) e 5967 (1).

AS-O6 =GP/3E 5914 (1) e 5982 (5).

RG =GP/3E 5923 b (9), 5925 (1), 5930 (5) e 6011 (3).

Lâmina: L - 1d.

c) Abortados:

RG =GP/3E 5925 (1) e 5930 (2).

Lâmina = L. 1e

d) Abertos: Lâmina = L - 1f.

Procedência: Minas de carvão Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poços 01 e 06), Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, Figueira, PR.

Idade: Eopermiano

Descrição:

Megásporos triletes gulados, arredondados a ovalados em compressões polares e ligeiramente prolate em compressões laterais. Gula piramidal, ápice agudo. Raios triletes grossos retos ou ligeiramente ondulados. Cristas arcuadas bem marcadas, confluências dos raios triletes com as cristas arcuadas, marcadas por proeminências ou aurículas laterais, bem desenvolvidas. Área de contato com ornamentação psilate, área distal com ornamentação baculate.

Dimensões:

a) Vista Equatorial: 1267 (2060) 2689 μ m x 1044 (1663) 2133 μ m. Gula 556 (814) 1333 μ m x 800 (1114) 1606 μ m. Raio Trilete 578 (836) 1111 μ m. Crista Arcuada 844 (1038) 1222 μ m. Proeminência Triangular 156 (236) 400 μ m x 133 (220) 312 μ m. Baculate 11 (27) 44 μ m.

b) Vista Polar: Diâmetro Equatorial 1133 (1646) 1955 μ m. Gula 444 (592) 756 μ m x 711 (895) 1000 μ m. Raio Trilete 556 (698) 778 μ m. Proeminência Triangular 178 (222) 267 μ m x 133 (224) 356 μ m. Baculate 11 (22) 44 μ m.

Discussão:

Foram observados 123 megásporos completos, dos quais 96 apresentam achatamento lateral (vista equatorial, Est. VI, figs. 1 e 2) e 27 achatamento proximal-distal (vista polar, Est. VI, figs. 3 e 4). Entre os megásporos obtidos na maceração há 36 que apresentam afinidades com os aqui descritos, embora possuam a gula aberta. Não foram medidos, uma vez que na literatura sempre as dimensões são referidas a

exemplares sem germinar. Os megásporos aqui descritos são os mais abundantes dentro da assembléia estudada, representando 67%.

As dimensões mais freqüentes nos exemplares com compressão lateral estão nos intervalos de 2000 - 2400 μ m (49 exemplares) para o comprimento e 1400 - 1800 μ m (54 exemplares) para a largura. O diâmetro equatorial mais freqüente nos exemplares com compressão proximal-distal está no intervalo 1400 - 1800 μ m (17 exemplares).

Dentre os megásporos obtidos nas amostras GP/3E 5925 b e 5930 foram encontrados três exemplares com tamanhos inferiores aos dos outros aqui referidos, mas com as mesmas características. Acredita-se que estes representem formas abortadas, como fora sugerido por Dijkstra (1956) para alguns exemplares de *Triletes brasiliensis* de dimensões reduzidas. Assim, na amostra 5925 b foi encontrado um exemplar com 1178 μ m de comprimento e 1244 μ m de largura e na 5930 dois exemplares, sendo um deles com 956 μ m de comprimento e 667 μ m de largura e o outro ligeiramente maior, com 1333 μ m de comprimento e 933 μ m de largura.

Os exemplares estudados são os primeiros desta espécie a serem registrados na região de Figueira. Eles apresentam grande semelhança com a espécie *L. triunfensis* descrita para o Afloramento de S. J. do Triunfo (Formação Rio Bonito) por Arai & Rösler (1984), até o momento somente encontrada nesse local. A maior diferença entre os megásporos aqui descritos e *L. triunfensis* está no tamanho, sendo os das minas de Figueira, em geral, maiores (1267 - 2689 μ m x 1044 - 2133 μ m) que *L. triunfensis* (1280 - 1800 μ m x 1250 - 1800 μ m). Esta diferença de tamanho pode ser esperada, uma vez que o total de espécimes medidos neste estudo foi de 123 enquanto que Arai & Rösler (1984) contaram somente com 4 exemplares. Assim é possível pensar que a assembléia estudada represente melhor as variações de tamanho dentro da espécie. As demais características como forma, gula, crista arcuada, ornamentação, etc. juntamente com às dimensões encontradas, permitem classificar os megásporos com *Lagenosporites triunfensis*.

A espécie *L. triunfensis*, mostra semelhança com *L. scutiformis* Trindade, diferenciando-se principalmente na ornamentação do hemisfério distal (Arai & Rösler, 1984), o qual é apico-capillate a baculate no primeiro caso e liso no segundo (Trindade, 1970). Arai & Rösler (1984) também consideraram o tamanho como uma diferença importante entre ambas as espécies. Entretanto, após o estudo realizado, acredita-se que este parâmetro não possa ser utilizado, uma vez que *L. triunfensis* apresentou medidas semelhantes às de *L. scutiformis* (1400 - 2600µm x 900 - 2100µm), sendo preferível considerar a ornamentação do hemisfério distal como a principal diferença.

Nos últimos anos, a nível mundial, têm sido propostas novas classificações para os megásporos gulados (Dybova-Jachowicz *et al.*, 1979). Estas modificações fundamentam-se no tipo de gula e muitas espécies, antes incluídas no gênero *Lagenosporites*, foram transferidas para o gênero *Sublagenicula*, no qual foram incluídos os megásporos subgulados. *L. triunfensis*, segundo esse sistema, possui um tipo de gula denominado de angulígula característico do gênero *Auritolagenicula*. Tal gênero possui um biocrom que vai desde o Neodevoniano até o fim do Namuriano A. Por outro lado, as espécies do gênero *Auritolagenicula* também se caracterizam por apresentar uma exina espessa e mais ou menos densamente ornamentada. Os exemplares estudados não possuem essa característica, sendo difícil, desta forma, classificá-los segundo o sistema proposto por Dybova-Jachowicz *et al.* (1979), preferindo manter os megásporos estudados dentro do gênero *Lagenosporites*, com o qual apresentam maiores afinidades.

A espécie *L. triunfensis*, por enquanto, não apresenta semelhanças com nenhuma outra espécie de megásporos descrita para o Brasil ou Argentina, embora megásporos encontrados na Bacia de Illizi (Argélia) do Namuriano Inferior (Candilier *et al.*, 1982), apresentam semelhanças no que se refere à forma e ao tipo de gula. Ao confrontar *Auritolagenicula spinolosa* Candilier, Coquel *et* Loboziak e *Auritolagenicula baculata* Candilier, Coquel *et* Loboziak com os exemplares estudados é possível

observar diferenças no tamanho e na ornamentação da área de contato e do hemisfério distal, sendo que *A. spinulata* (1360 - 1800 x 1240 - 1680), e *A. baculata* (800 - 1100 x 700 - 800) são menores que *L. triumphensis*. A espécie *A. spinulata* apresenta-se ornamentada, tanto na superfície de contato como no hemisfério distal, por compridos espinhos ao contrario de *L. triumphensis* que possui o hemisfério distal baculate. Da mesma forma *A. baculata* tem o hemisfério distal irregularmente coberto por espinhos.

Fora do Gondvana, verificamos que a espécie *Auritolagenicula auricula* Wisnlow (= *Triletes auritulus*) descrita para o Mississipiano Inferior de Ohio, U. S. A., por Wisnlow (1962) apresenta pequenas semelhanças com o material de Figueira, na forma e tipo de gula, diferindo na ornamentação e forma das proeminências triangulares

Lagenosporites scutiformis Trindade, 1970

Lagenosporites scutiformis Trindade.

Estampa VI, figs. 5 e 6.

Amostras estudadas:

a) Vista Equatorial:

PI-115 = GP/3E 5895 (3), 5896 (6) 5917 (1) e 5967 (1)

AS-O6 = GP/3E 5914 (1) e 5982 (2).

RG =GP/3E 5923 b (3), 5925 (2), 5930 (4), 5936 (2) e 6011 (2).

Lâminas: L- 2a, L -2b.

b) Vista Polar:

PI-115 = GP/3E 5896 (3).

RG =GP/3E 5923b (1), 5925 (1),5930 (2).

Lâmina: L - 2c.

c) Abertos: $Lâmina = L - 2d$.

Procedência: Minas de carvão Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poços 01 e 06), Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, Figueira, PR.

Idade: Eopermiano.

Descrição:

Megásporos triletes gulados, arredondados a ovalados em compressões polares e prolate em compressões laterais. Gula piramidal, ápice agudo. Raios triletes retos e grossos. Cristas arcuadas notórias, confluências dos raios triletes com as cristas arcuadas marcadas por proeminências ou aurículas laterais bem desenvolvidas. Área de contato com ornamentação psilate, área distal com ornamentação granulate a scabrate.

Dimensões:

a) Vista Equatorial: 1622 (2070) 2511 μ m x 1177 (1584) 1956 μ m. Gula 667 (863) 1111 μ m x 889 (1063) 1178 μ m. Raio Trilete 600 (765) 933 μ m. Crista Arcuada 800 (1000) 1222 μ m. Proeminência Triangular 222 (273) 378 μ m x 133 (203) 267 μ m.

b) Vista Polar: Diâmetro Equatorial 1133 (1767) 2022 μ m. Gula 668 (689) 711 μ m x 778 (929) 1000 μ m. Raio Trilete 600 (772) 889 μ m. Proeminência Triangular 222 (253) 311 μ m x 200 (222) 268 μ m.

Discussão:

Foram estudados 34 megásporos, dos quais 27 apresentam achatamento lateral (Est. VI, figs. 5 e 6) e 7 proximal-distal. Os exemplares descritos correspondem a 18% da assembléia estudada, constituindo a segunda espécie mais abundante.

As dimensões mais freqüentes, nos exemplares achatados lateralmente, se distribuem nos intervalos 1800 - 2200 μ m (16 exemplares) no comprimento e 1400 -

1800 μ m (14 exemplares) na largura. O diâmetro equatorial mais freqüente está no intervalo 1800 - 2100 μ m (4 exemplares).

Os exemplares, ora discutidos, assemelham-se notavelmente na forma, dimensões, ornamentação da exina e outras características com a espécie *Lagenosporites scutiformis* Trindade, razão pela qual acredita-se pertencerem a essa espécie. A espécie *Lagenosporites scutiformis* foi anteriormente encontrada no Sítio da Mina (Subgrupo Itararé), Monte Mor, Estado de São Paulo (Trindade, 1970), e no Afloramento de S. J. do Triunfo (Formação Rio Bonito) no Estado do Paraná (Arai & Rösler, 1984).

Da mesma forma que Arai & Rösler (1984), também encontramos alguns exemplares com achatamento proximal-distal, o qual não foi encontrado nos exemplares descritos por Trindade (1970) para o Sítio da Mina.

Como foi discutido para a espécie *L. triumfensis* verificou-se que a maior diferença entre ambas as espécies, está na ornamentação da exina do hemisfério distal, a qual é baculate em *L. triumfensis* e psilate a scabrate em *L. scutiformis*. Da mesma forma que para *L. triumfensis*, segundo a classificação proposta por Dybova-Jachowicz *et al.* (1979) para os megásporos gulados, *L. scutiformis* pode ser incluída no gênero *Auritolagenicula* por apresentar angulígula, mas ao possuir *L. scutiformis* o hemisfério distal psilate a scabrate não é possível a sua classificação dentro de *Auritolagenicula*.

Trindade (1970) e Arai & Rösler (1984) mencionam a semelhança entre *L. scutiformis*, *Auritolagenicula angulata* (=Lagenicula) e *L. triumfensis*, sendo a principal diferença entre elas o tamanho e a ornamentação da exina, que é lisa em *Auritolagenicula angulata*. A espécie *Auritolagenicula angulata* ocorre no Eocarbonífero do Egito, América do Norte e Polônia, podendo existir entre elas alguma relação, que somente poderá ser confirmada quando se conhecerem as ocorrências destas espécies em localidades e tempos intermediários.

Gênero *Sublagenicula* (Potonie et Kremp) Dybová-Jachowicz,
Jachowicz, Karczewska, Lachkar, Loboziak, Piérart, Turnau et
Zoldani, 1979.

Sublagenicula. brasiliensis (Dijkstra) Dybová-Jachowicz, Jachowicz,
Karczewska, Lachkar, Loboziak, Piérart, Turnau et Zoldani, 1979.

Sublagenicula cf. *S. brasiliensis* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz, Jachowicz,
Karczewska, Lachkar, Loboziak, Piérart, Turnau e Zoldani.

Estampa VI, figs. 7 e 8.

Amostras estudadas:

Vista Equatorial:

PI-115 = GP/3E 5896 (4).

AS-O1 = GP/3E 3191 (1).

RG = GP/3E 5930 (2)

Lâmina: L- 3.

Procedência: Minas de carvão Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poço
01), Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, Figueira, PR.

Idade: Eopermiano.

Descrição:

Megásporos triletes, subgulados, prolate em compressões laterais. Raios triletes
retos. Cristas arcuadas pouco definidas na maioria dos exemplares, confluências dos
raios triletes com as cristas arcuadas marcadas por pequenas aurículas triangulares.
Área de contato com ornamentação psilate e área distal scabrate a psilate.

Dimensões:

Vista Equatorial: 1556 (1850) 2156µm x 1400 (1658) 1911µm. Gula 556 (716)
800µm. Crista Arcuada 844 (866) 1111µm.

Discussão:

Foram analisados um total de 7 megásporos, todos comprimidos lateralmente (Est. VI, figs. 7 e 8). O comprimento varia entre 1500 - 1900 μ m em quatro dos megásporos estudados.

Os megásporos estudados assemelham-se com a espécie *Sublagenicula brasiliensis* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz *et al.*, no que refere à forma, gula, ornamentação da exina, raios triletes e crista arcuada, embora as dimensões sejam maiores do que as dos exemplares mencionados na literatura (Tabela 6), tanto para o Brasil (Dijkstra, 1956; Piérart & Dijkstra, 1961; Trindade, 1959b, 1962 e 1970; Cauduro & Zingano, 1965; Marques-Toigo *et al.*, 1975), como para a Argentina (Spinner, 1969; Archangelsky *et al.*, 1989; Cúneo *et al.*, 1991; Garcia, 1995) e Sul África (Pant & Sivrastrava, 1962). Leinz (1940) na Estampa VI, Fig. 1, p. 65, mostra um megásporo obtido do carvão do Rio Carvãozinho (região de Figueira) o qual é semelhante a esta espécie, sendo essa a única referência anterior conhecida de megásporos na área de estudo.

Tabela 6: Dimensões de *Sublagenicula brasiliensis* mencionadas na literatura e as dos exemplares de Figueira.

	Comprimento (μ m)	Largura (μ m)
Figueira	1556 - 2156	1400 - 1911
Brasil	575 - 1530	760 - 1400
Argentina	600 - 1378	400 - 978
África do Sul	585 - 1780	458 - 1425

Com base na notável diferença de tamanho entre os exemplares estudados e os mencionados na literatura, optou-se por referir os megásporos encontrados nos campos de lavra da Companhia Carbonífera do Cambuí como *Sublagenicula* cf. *S.brasiliensis*.

É interessante destacar que essa notável diferença nos tamanhos pode estar relacionada a variações climáticas, ecológicas ou intraespecíficas, uma vez que, *Sublagenicula brasiliensis* possui ampla distribuição, tanto espacial como temporal. É encontrada no Eocarbonífero do Chade, Nigéria e Egito e no Carbonífero ou no Permiano da Argentina, Brasil, África do Sul e Austrália. Com base nessas características Piérart (1962, 1975, 1981 e 1984) salientou a possibilidade da espécie formar parte do grupo dos "megásporos transgressivos" (junto a *Setosisporites furcatus*, entre outros), os quais teriam migrado dentro das áreas habitadas pela Flora de *Glossopteris*, provenientes de regiões adjacentes ao limite da glaciação durante o Carbonífero.

Gênero *Setosisporites* (Potonie et Kremp) Dybová-Jachowicz,
Jachowicz, Karczewska, Lachkar, Loboziak, Piérart, Turnau et
Zoldani, 1979.

Setosisporites furcatus (Dijkstra) Dybová-Jachowicz, Jachowicz,
Karczewska, Lachkar, Loboziak, Piérart, Turnau et Zoldani, 1979.

Setosisporites cf. *S. furcatus* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz, Jachowicz, Karczewska,
Lachkar, Loboziak, Piérart, Turnau e Zoldani.

Estampa VI, fig. 9.

Amostras estudadas:

Vista Equatorial:

PI-115 = GP/3E 5896 (1).

RG = GP/3E 5936 (2)

Lâmina: L- 5.

Procedência: Minas de carvão Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poço 01), Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, Figueira, PR.

Idade: Eopermiano.

Descrição:

Megásporos triletes, subgulados, prolate em compressões laterais. Raios triletes retos e suaves. Cristas arcuadas tênues. Área de contato com ornamentação psilate e área distal baculate.

Dimensões:

Vista Equatorial: 1689-1933 μ m x 1667 - 1867 μ m. Raio Trilete 511 - 1000 μ m. Baculate 22 μ m.

Discussão:

Foram estudados 3 exemplares (Est. VI, fig. 9), dois dos quais mal preservados. As dimensões mais confiáveis são do exemplar obtido da amostra 5896, uma vez que este encontra-se bastante bem preservado, possuindo comprimento de 1689 μ m e largura de 1667 μ m.

Após o estudo e comparação dos exemplares com a bibliografia, concluiu-se que apresentam semelhanças com *Setosisporites* sp., mencionado por Trindade (1970) para Monte Mor, no que se refere ao tamanho (1800 x 1600 μ m para Monte Mor), embora entre os exemplares existam diferenças na ornamentação da exina sendo capillate, em ambos os hemisférios em *Setosisporites* sp.

O material estudado apresenta também semelhanças com *Setosisporites furcatus* no que diz respeito à forma, tipo de gula e ornamentação da exina em ambos hemisférios, embora, como no caso de *S. brasiliensis*, os exemplares de Figueira sejam maiores que os espécimes desta espécie até agora referidos para o Brasil, sendo o tamanho dos exemplares de 440 - 1215 μ m no comprimento (Dijkstra, 1956; Piérart &

Dijkstra, 1961; Trindade, 1960; Pant & Srivastava, 1962; Cauduro & Zingano, 1965; Marques-Toigo *et al.*, 1975). Com relação aos exemplares de *S. furcatus* encontrados na Índia (Bharadwaj & Tiwari, 1970), a diferença no tamanho é aproximadamente em 300µm em favor dos megásporos descritos.

Sem dúvida, os megásporos estudados podem ser classificados como *Setosisporites* sendo *S. furcatus* a espécie com a qual apresentam maiores semelhanças, embora por a sua significativa diferença de tamanho, preferiu-se classificá-los como *Setosisporites* cf. *S. furcatus*.

GIMNOSPERMOPSIDA

Voltziales

Buriadiaceae

Buriadia Seward et Sahni, 1920*Buriadia figueirensis*

Estampa VII, figs. 1 a 4 e 6, desenhos 5 e 7.

Holótipo: GP/3E 5895 a - b e 5978 a - b.

Parátipos: GP/3E 5938 aA, 5960, 5974, 6009, 6011 aA - bA, 6011 aB - bB, 6011 cA - bC e 6011 cB.

Lâminas estudadas: 30 - 34; 36 - 38 e 46 - 47

Derivatio nominis: epíteto específico derivado da região de Figueira, na qual estão localizadas as minas das quais foram obtidas as amostras.

Estrato-tipo: Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, Eopermiano.

Procedência: Minas de carvão Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poços 01 e 06), PR.

Diagnose:

a) Aspectos fisionômicos: Caules estéreis de penúltima e última ordens, com mais de 95,0mm e até 19,0mm de comprimento, largura 3,0 a 10,0mm (6,0 mais freqüente), cobertos por folhas homomórficas; maior concentração de folhas na porção apical.

Folhas dispostas em espiral, bifaciais, lineares, falciformes e levemente superpostas; com dimensões de 7,0 a 54,0mm no comprimento e de 0,5 - 1,5 - 2,0 mm da base até o ápice na largura. Ápices agudos, bases decorrentes, margens inteiras. Emergindo em ângulos agudo dos caules. Nervura central bem marcada e com

presença de pelos longos e grossos. Nervuras de segunda ordem levemente marcadas e paralelas à nervura mediana, localizadas por baixo das zonas costais.

b) Aspectos Epidérmicos:

b.1 - Face adaxial: Epiderme adaxial formada por células alongadas, angulosas e poliédricas com 4 - 5 faces, dimensões $63,0\mu\text{m}$ de comprimento e $20,0\mu\text{m}$ de largura. Paredes anticlinais retas, finas e com pontuaduras. Paredes periclinais com papilas e poros.

Estômatos submersos, monocíclicos e dispostos em bandas nas zonas intercostais. Células subsidiárias em número de 4 - 6, maiores que as demais células epidérmicas e com papilas terminais.

b.2 - Face abaxial: Epiderme abaxial formada de células isodiamétricas e poliédricas com 4 - 7 faces, dimensões $32,0\mu\text{m}$ de comprimento e $25,0\mu\text{m}$ de largura. Paredes anticlinais levemente onduladas e finas. Paredes periclinais com papilas e poros. Estômatos não observados.

Discussão:

Dos espécimes estudados (11) só GP/3E 5895 a - b corresponde a um caule de penúltima ordem com dois pequenos ramos na porção distal (Est. VII, fig. 3). As folhas, em todos os casos estudados (25), são compridas e estreitas sendo possível diferenciar os maiores comprimentos ($54,0$; $34,0$; $30,0$; $28,0\text{mm}$ etc.) nos caules com largura no intervalo $10,0 - 7,0\text{mm}$. As folhas com comprimento entre $27,0 - 7,0\text{mm}$ são comuns nos caules com largura entre $6,0 - 3,0\text{mm}$, pertencendo a porções apicais dos mesmos. Com frequência as folhas mais compridas encontram-se fraturadas, sendo em folhas completas a relação média comprimento - largura igual a 16:1. A largura das folhas ($2,0 - 1,5 - 0,5\text{mm}$) é constante, não dependendo do comprimento.

As folhas possivelmente sejam aciculadas e grossas. Os ápices em todas as folhas observadas são agudos e aparentemente arrematados num pequeno mucrom.

Não foram observados ápices bifurcados. Com relação à porção decorrente da base, essa possui uma forma rombóide.

Foram observados estômatos somente na face adaxial, encontrando-se os mesmos submersos, possivelmente como parte de uma estratégia da planta para evitar a excessiva transpiração. Esta estratégia pode ter sido consequência do déficit hídrico, causado pelo regime climático com invernos ou pela posição geomorfológica ocupada por estas coníferas, do mesmo modo que *Paranocladus dusenii* Florin.

Como uma característica importante desta espécie encontramos que a área das células subsidiárias é 50 a 100% maior que a observada nas demais células epidérmicas (Est. VII, fig. 4 e desenho 4), apresentando-se sempre arrematadas por grossas papilas cutinizadas. As paredes anticlinais são bastante finas, exibindo uma espessura de 1,5-1,0µm, fato que dificultou em parte a obtenção de cutículas para o estudo. É possível que parte dos poros presentes nas faces adaxial e abaxial pertençam a bases de papilas.

Com base na forma, disposição e tamanho das folhas, assim como nos caracteres observados na epiderme, como estômatos monocíclicos submersos, presentes só na face adaxial e células subsidiárias arrematadas por papilas, os espécimes acima descritos podem ser incluídos no gênero de coníferas gondvânicas *Buriadia* Seward *et* Sahni. Cabe destacar que esta é a primeira vez a serem estudadas cutículas de *Buriadia* nas minas de Figueira

O gênero *Buriadia* foi criado por Seward & Sahni (1920) para designar ramos estéreis com folhas de ápices agudos, por vezes bífidos ou multivididos, procedentes das camadas Karharbari em Buriadih, Índia. Esses ramos haviam sido inicialmente descritos por Feistmantel (1879 e 1882) como *Voltzia heterophylla*. Seward & Sahni (1920) também observaram algumas características da epiderme (Tabela 8).

A presença do gênero *Buriadia* na área de estudo foi citada por Read (1941), mas o exemplar por ele ilustrado é o mesmo que o indicado por Oliveira (1927) como *Voltzia* sp. para a localidade de Teixeira Soares, Paraná. Tendo sido Eusebio de Oliveira o coletor do material, acredita-se que a localidade verdadeira seja Teixeira

Soares. Desta forma os exemplares de *Buriadia* aqui estudados são os primeiros a serem referidos com segurança para a região de Figueira (Cambuí).

Dentro da Formação Rio Bonito, também em camadas associadas a carvão, tem sido mencionada a presença de *Buriadia* para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Para Santa Catarina White (1908), ao estudar as amostras providas da localidade de Lauro Müller, descreveu *Voltzia* ? sp., baseado em pequenos fragmentos de ramos. White (1908) indicou também sua possível relação com *V. heterophylla*, descrita por Feistmantel para a Índia. Muitos anos depois, autores como Yoshida (1968) e Bernardes de Oliveira (1977), ao estudar exemplares coletados em Criciúma, encontraram ramos possivelmente associados com *Buriadia* (Tabela 7).

Num trabalho posterior, Bernardes de Oliveira & Yoshida (1981) criaram a espécie *Buriadia mendesi*, passando para a sinonímia o material estudado por White (1908) e outras ocorrências do gênero no Rio Grande do Sul, mencionadas por Lundqvist (*apud* Bernardes de Oliveira & Yoshida, 1981) e Corrêa da Silva & Arrondo (1977). A espécie *Buriadia mendesi* foi estabelecida com base na morfologia externa de ramos estéreis, os quais apresentavam folhas homomórficas e falciformes bastante longas (Tabela 7).

No Estado do Rio Grande do Sul, Lundqvist em 1919 (*apud* Florin, 1940) mencionou a ocorrência, na Mina de Candiota, de ?*Voltzia heterophylla*. Florin (1940) estudou as cutículas do material de Lundqvist incluindo-o na espécie *Buriadia heterophylla* (Tabela 8), junto com exemplares mencionados por White (1908) e Oliveira (1927).

Ao estabelecer comparações entre os espécimes aqui estudados e *Buriadia mendesi* Bernardes de Oliveira *et* Yoshida, observamos semelhanças na disposição espiralada das folhas, na forma e nos ápices, embora existam diferenças no tamanho, sendo as folhas aqui descritas maiores (Tabela 7). Com relação aos aspectos epidérmicos, Bernardes de Oliveira & Yoshida (1981) mencionaram que esses eram desconhecidos, embora tenham passado à sinonímia o material de Lundqvist,

Pais	BRASIL				ÍNDIA	
Espécie	<i>Buriadia figueirensis</i> sp. nov.	<i>Buriadia</i> sp.	<i>Buriadia mendesi</i> Bernardes de Oliveira et Yoshida (= <i>Buriadia</i> sp.)	<i>Buriadia heterophylla</i> (Feistmantel) Seward et Sahni	<i>Voltzia heterophylla</i> Feistmantel	<i>Buriadia heterophylla</i> (Feistmantel) Seward et Sahni
Sinonímia						
Localização	Figueira, PR	Teixeira Soares ou Cambuí, PR	Criciúma, SC	Sítio da Mina, Monte Mor, SP	Buriadih	Buriadih
Litoestratigrafia	Formação Rio Bonito	Formação Rio Bonito	Formação Rio Bonito	Subgrupo Itararé	Serie Karharbari	Serie Karharbari
Autor	Presente estudo	Read (1941)	Bernardes de Oliveira & Yoshida (1981)	Millan (1972 e 1974)	Feistmantel (1879 e 1882)	Seward & Sahni (1920)
Nº de ordens de ramos	2	1	2	1	2	2
Largura dos ramos (mm)	8,0 - 3,0	2	?	3,0 - 1,5	?	?
Características das Folhas Aspectos Fisionômicos	- Homomórficas, disp. espiralada, falciformes, bifaciais, decorrentes, ápices agudos, margens inteiras, lineares, - Nervura central reta, bem marcada e coberta por pelos. Nervuras de segunda ordem paralelas à nervura central.	- Numerosas folhas, naturalmente lanceoladas, decorrentes e com poucos detalhes preservados.	- Folhas homomórficas, falciformes e linear-cuneiformes, inteiras, ápices agudos, espiraladamente dispostas, bifaciais e convexas. - Emergentes em ângulos de 50° - 60° - Decorrentes e maiores na porção, distal.	- Folhas decorrentes, bifaciais, dispostas espiraladamente em todas as direcções, linear a linear-cuneiforme. - Simples ou bifurcadas nos ápices. - Feixe de nervura com uma dicotomia.	- Folhas dispostas espiraladamente, escamas presentes deixadas pelas folhas caídas. - Folhas compridas ápices agudos, bi ou multivididos.	- Ramos estéreis, folhas dispostas espiraladamente, variando consideravelmente em forma e tamanho. Lineares acuminadas, ápice bifurcado frequente, lâmina decorrente. - Uninervadas.
Dimensões das folhas (mm)	54,0 - 7,0 x 2,0 - 1,5	10,0 - 9,0 x 1,0	10,0 x 1,5	8,0 - 6,0 x 1,5 - 0,5	?	?
Óvulos	?	?	?	Óvulos ceseis, platispermicos, inseridos (?) lateralmente na região axilar das folhas.	?	?

Tabela 7: Comparação entre as espécie de *Buriadia* sem estudos cuticulares.

posteriormente estudado anatomicamente por Florin (1940) e classificado como *Buriadia heterophylla*. Florin (1940) mencionou, ao descrever a epiderme, a presença de um aparelho estomático haploqueílico e monocíclico, com 5 - 6 células subsidiárias, cada uma terminada numa papila e células epidérmicas de paredes anticlinais retas. Esse autor, também acrescentou que a única diferença entre as amostras brasileiras e as da Índia, estava na presença de ápices com uma ou mais bifurcações, nas folhas de *Buriadia heterophylla* encontradas na Índia.

Pant & Nautiyal (1967) estudaram também a morfologia interna assim como a estrutura reprodutiva feminina de *Buriadia heterophylla*, completando dessa forma, os conhecimentos obtidos até a data (Tabela 8). Pant & Nautiyal (1967) descobriram que as folhas de *Buriadia* podem ser bi ou trifaciais assim como observaram a ocorrência de estômatos só numa das faces, concordando com as demais características assinaladas por Florin (1940).

Os exemplares aqui estudados apresentam semelhanças morfológicas com *Buriadia heterophylla* (Feistmantel) Seward *et* Sahni. Essa semelhança está na presença de um aparelho estomático monocíclico e papiloso apenas na face adaxial, além de células epidérmicas poliédricas e alongadas de paredes anticlinais retas com pontuaduras, bem como a ocorrência de abundantes papilas. As diferenças são encontradas no número de células subsidiárias, sendo que *B. heterophylla* possui de 5 - 7 contra 5 - 6 do material estudado e no tamanho as células subsidiárias, o qual é 50 - 100% maior em área que o das outras células epidérmicas no material estudado. Em *B. heterophylla* as células subsidiárias são iguais ou menores do que as demais células da epiderme. Outra diferença está no menor tamanho das células epidérmicas de ambas as faces dos exemplares de Figueira (p. ex. face abaxial 32,0 x 25,0µm) em relação a *B. heterophylla* (p. ex. face abaxial 179,0 - 65,0 x 36,0 - 16,0µm). Pelas diferenças encontradas ao comparar o material estudado e a espécie *Buriadia heterophylla* (Feistmantel) Seward *et* Sahni acredita-se que o primeiro não pertença a esta espécie.

Guerra-Sommer & Bortoluzzi (1982) criaram a espécie *Buriadia isophylla* com base em estudos dos caracteres externos e epidérmicos, a partir de ramos encontrados entre dois bancos de carvão da Camada Candiota, Formação Rio Bonito, no Rio Grande do Sul (Tabela 8). Guerra-Sommer & Bortoluzzi (1982) mencionaram que existe semelhança entre *B. isophylla* e *B. mendesi* Bernardes de Oliveira et Yoshida, uma vez que Bernardes de Oliveira & Yoshida (1981) incluíram o material de Candiota, estudado por Lundqvist nesta espécie, embora não possa ser comprovada na falta de características epidérmicas em *B. mendesi*.

Entre o material estudado e *Buriadia isophylla* Guerra-Sommer et Bortoluzzi existem características em comum como: células epidérmicas alongadas de paredes anticlinais retas com pontuaduras, estômatos haploqueílicos monocíclicos dispostos em bandas e células subsidiárias com papilas. As principais diferenças entre ambas, podem ser resumidas no menor tamanho das células epidérmicas dos exemplares estudados e na presença de estômatos de 5 - 6 células subsidiárias contra 4 - 5 de *B. isophylla*.

Guerra-Sommer & Bortoluzzi (1982) não mencionam o tamanho das células subsidiárias, mas pelo que pode ser inferido, das ilustrações (Est. II, figs. 3 e 4), o tamanho dessas células é, possivelmente, igual ao das outras células epidérmicas, não sendo possível incluir o material estudado nessa espécie.

Uma vez que os espécimes de *Buriadia* provenientes das camadas da Formação Rio Bonito, na área de Figueira, possuem diferenças significativas, como foi visto nos aspectos fisionômicos e epidérmicos das folhas, que as distinguem das outras espécies do gênero, consideramos possível a criação de uma nova espécie denominada *Buriadia figueirensis*. O nome é dado em razão da região geográfica onde foi encontrado o material tipo da espécie, no Estado do Paraná.

A espécie *B. heterophylla* também foi encontrada, no Brasil, no Subgrupo Itararé, nas localidades do Sítio da Mina de Monte Mor, Estado de São Paulo (Millan, 1972 e

País	B R A S I L				Í N D I A
	<i>Buriadia figueirensis</i> sp. nov.	<i>Buriadia heterophylla</i> (Feistmantel) Seward et Sahni (=? <i>Voltzia heterophylla</i>)	<i>Buriadia heterophylla</i> (Feistmantel) Seward et Sahni	<i>Buriadia isophylla</i> Guerra-Sommer et Bortoluzzi	<i>Buriadia heterophylla</i> (Feistmantel) Seward et Sahni
Sinonímia					
Localização	Figueira, PR	Candiota, RS (Amstras estudadas por Lundqvist, 1919)	várias localidades	Candiota, RS	Camadas de carvão Giridih
Litoestratigrafia	Formação Rio Bonito	Formação Rio Bonito	várias formações	Formação Rio Bonito	Sistema Karharbari
Autor	Presente estudo	Florin (1940)	Florin (1940)	Guerra-Sommer & Bortoluzzi (1982)	Pant & Nautiyal (1967)
Nº de ordens de ramos	2	?	2	2	várias ordens
Largura (mm)	8,0 - 3,0	?	4,0 - 1,4	3,0 - 1,0	ordens superiores maior de 27,0
Características das Folhas 1.- Aspectos Fisionômicos	- Homomórficas, disp. espiralada, falciformes, bifaciais, decorrentes, ápices agudos, margens inteiras, lineares, - Nervura central reta marcada e coberta por pelos. Nervuras de segunda ordem paralelas à nervura central.	- Folhas lanceoladas, mais largas acima da base, afinando-se até o ápice agudo, concavo-convexas. - Uninervadas. Tal vez dimórficas e folhas superiores alongadas	- Folhas disp. laxa e espiraladamente, bifaciais, encurvadas, patentes até ascendentes, decorrentes, ápices uma ou mais vezes dividido, ápice obtusos e agudo.	- Folhas dips. em espirais contritas, densamente imbricadas, simples, lanceoladas-retas, decorrentes, ápices obtusos e agudos. - Folhas menores nos ápices dos ramos. - Bifaciais e trifaciais.	- Folhas de três tipos: simples indivisas, com ápice bidivido e multividido. - Folhas cuneadas, decorrentes, bifaciais e trifaciais. - Folhas simples mais frequentes.
Dimensões das folhas (mm)	54,0 - 7,0 x 2,0 - 1,5	?	Ordem superior: 35,0 x 7,0 - 3,0 Ordem inferior: 25,0 - 10,0 x 2,5 - 1,5	5,0 - 1,0	Bífidas mais de 15,0 x 0,5 Multivididas mais de 26,0
2.- Aspectos Epidérmicos	- Face adaxial: - Células epidérmicas compridas e angulosas de 63,0 x 20,0 microns, poliédricas de 4 - 5 faces. - Paredes anticlinais B17 finas com puntuaduras. Periclinais com papilas e poros. - Estômatos submersos dispostos em bandas, com 5 - 6 células subsidiárias maiores às outras células epidérmicas e com papilas terminais. - Face abaxial: - Células epidérmicas poliédricas de 4 - 6 faces, isodiamétricas 32,0 x 25,0 microns. #NOME? Periclinais com papilas e poros. - Aestomatífera.	- Epiderme: - Células epidérmicas moderadamente alongadas. - Estômatos haploquéricos ou anficíclicos com 5 - 6 células sub. Estômatos ordenados em bandas irregulares, células subsidiárias com papilas arredondadas.	- Epiderme: - Células epidérmicas de paredes anticlinais retas e planas e por vezes com uma papila cuticular. - Aparelho estomático em bandas de estômatos ordenados laxa e irregularmente. - Estômatos haploquéricos ou anficíclicos, com 5 - 6 células sub., 2 polares e cada uma com uma papila.	- Face adaxial: - Banda estomatífera irregular e zonas não estomatíferas com células rectangulares e células das margens com papilas. - Estômatos haploquéricos, monocíclicos ou anficíclicos de 4 - 5 células subsidiárias com papilas convergentes tampando o poro. - Face abaxial: - Células epidérmicas de contornos alongados e 87,0 - 31,0 x 24,0 - 12,0 microns. - Paredes anticlinais retas, com puntuaduras e pelos nas margens. - Aestomatífera.	- Face adaxial: - Células epidérmicas poligonais e irregularmente dispostas. - O número de papilas decresce para o ápice da folha. - Estômatos haploquéricos, monocíclicos ou anficíclicos, com 5 - 7 células subsidiárias, com papilas densas. - Face abaxial: - Células epidérmicas alongadas dispostas em bandas longitudinais com 179,0 - 65,0 x 36,0 - 16,0 microns, papilas ocasionais. - Paredes anticlinais retas e irregulares. - Aestomatífera.
Ovulos					- Ovulos solitários e anatropos.
Semente					- Semente plástispérmica e oval.

Tabela 8: Comparação entre as espécie de *Buriadia* com estudos cuticulares.

1974) e de Mariana Pimentel (Sakmariano - Artinskiano), Município de Guaíba, no Rio Grande do Sul (Corrêa da Silva & Arrondo, 1977).

A idade da taoflora de Monte Mor tem sido indicada como sendo Neocarbonífero (Millan, 1972 e 1974) com base na sua composição, e na assembléia de megásporos associada (Trindade, 1970), sendo essa a ocorrência mais antiga do gênero *Buriadia* no Brasil, uma vez que as taofloras de Figueira, Criciúma e Candiota são incluídas dentro do Eopermiano.

Com relação a *Buriadia heterophylla* encontrada no Subgrupo Itararé, somente discutiremos os espécimes de Monte Mor, pois após o estudo de Bernardes de Oliveira & Yoshida (1981) os exemplares dessa espécie, mencionados por Corrêa da Silva & Arrondo (1977) foram sinonimizados com *B. mendesi*. Millan (1972 e 1974) apesar de não ter realizado estudos das cutículas, classificou os exemplares como *B. heterophylla*. Cabe ressaltar que esses são os únicos encontrados fora da Índia, que apresentam folhas de ápices bifurcados e sementes ou óvulos ceseis, platispérmicos e inseridos lateralmente ou aparentemente à região axilar das folhas. Millan (1972 e 1974) menciona que esta espécie é pouco abundante na assembléia de Monte Mor. Bernardes de Oliveira & Yoshida (1981) concluíram que os espécimes de *B. heterophylla* em Monte Mor representariam, provavelmente, os últimos estágios desta espécie no Gondvana brasileiro, atribuindo às outras espécies de *Buriadia* possuidoras de folhas homomórficas e nervuras indivisas, um carácter mais evoluído.

Fora do Brasil e Índia o gênero *Buriadia* também foi observado na Argentina no Piso Bonetense por Archangelsky (1971), mais tarde sinonimizado por Cúneo (1985) com *Genoites patagonica* Feruglio. Este gênero também foi incluído dentro da família Buriadiaceae, apesar de não contar com estudos cuticulares. O gênero *Genoites* foi criado por Feruglio (1942) para designar ramos de folhas heteromórficas, decorrentes, lineares uninervadas ou dicotomizadas, a partir de amostras provenientes da Província de Chubut, Formação Rio Genoa (Eopermiano). Feruglio (1942) diferenciou *Genoites* de *Buriadia* pelo fato de o primeiro possuir folhas com o nervo

médio mais proeminente e mais profundamente bipartidas, bem como pela ausência de folhas multipartidas. Anos depois Cúneo (1985) coletou e estudou amostras de *Genoites* descrevendo o aparelho reprodutivo, que consiste em óvulos e folhas de disposição laxa, sem maiores diferenças com os ramos estéreis. Concluiu, que *Buriadia* e *Genoites* pertenciam a uma mesma família pela semelhança entre os aparelhos reprodutivos de ambos, destacando-se a falta de estróbilos.

Ao comparar *Buriadia* com outros gêneros de coníferas gondvânicas observamos, que com *Paranocladus*, há semelhanças por ambos possuírem estômatos submersos, rodeados de células subsidiárias arrematadas por papilas, mas como é indicado na discussão de *Paranocladus*, diferenciam-se por *Buriadia* apresentar estômatos somente na face adaxial, sendo *Paranocladus* anfiestomático.

Comparando-se com os gêneros *Krauselcladus* e *Brasilocladus* verifica-se que o primeiro possui folhas de forma diferente com ápices arredondados, embora sejam longas em ambos casos. *Brasilocladus* se distingue de *Buriadia* pelo aspecto mais aciculado e ereto de suas folhas (Bernardes de Oliveira & Yoshida, 1981). Outras comparações carecem de sentido na falta de detalhes epidérmicos em *Krauselcladus* e *Brasilocladus*.

Por último é importante mencionar que Pant & Nautiyal (1967) encontraram sementes que ocorriam em curtos pedicelos junto às folhas e não em estróbilos como na maioria das gimnospermas. Estas sementes ou óvulos estavam inseridas de forma invertida (anatropa), além de possuir uma micrópila curva e proeminente, estando a coberta da semente e o nucelo fundidos na base da semente. Pant & Nautiyal (1967) sugeriram que este tipo de óvulos poderia indicar uma conífera primitiva e criaram a família Buriadiaceae. Meyen (1987) sugeriu tratar-se de outra linhagem de coníferas diferente das conhecidas para o hemisfério Norte durante o Permiano. Mais recentemente Pant (1982 e 1996) mencionou que possivelmente as coníferas relacionadas com *Buriadia* pertençam a linhas mais primitivas que as de *Lebachia* e *Ernestiodendron*.

Voltziales

Paranocladus Florin, 1940.

Paranocladus duseinii Florin, 1940.

Paranocladus duseinii.

Estampa VIII, figs. 1 a 8. Estampa IX, figs. 1 a 8; desenho 2. Estampa X, figs. 1 a 4; desenhos 5 e 6. Estampa XI, figs. 1, 6 e 7; desenhos 2, 4 e 5. Estampa XII, figs. 1 a 3 e 6; desenhos 4 e 5. Estampa XIII, figs. 1 a 3; desenho 4. Estampa XIV, figs. 1,2 e 4, desenhos 3 e 5. Figura do texto 9.

Sinonímia:

Lepidodendron Oliveira, 1927, p. 58, Est. s/n, figs. s/n

Paranocladus duseinii Florin. Florin, 1940, p. 320 - 321. Est. CLXV/CLXVI, figs. 7 a 19.

Brachyphyllum cf. *B. ? australe* Feistmantel. Read, 1941, p. 94, Est. 6, figs. 6 e 8.

Paranocladus ? fallax Florin. Rösler, 1972, p. 81, Est. 2, figs. 10 e 11

Paranocladus ? fallax Florin. Millan, 1972, p. 80, Est. 10, figs. 3, 4 e 5

Paranocladus ? fallax Florin. Millan, 1974, p. 128, Est. 1, figs. 3, 4 e 5.

Paranocladus ? fallax Florin. Fittipaldi & Rösler, 1978, p.111, Est. I, figs. 1, 2, 3, 4, 5 e 7.

Paranocladus ? fallax Florin. Castro, 1985, p. 551.

Exemplares estudados: GP/3E 5889 aA - aB; 5889 aB - bB; 5889 cA - cB; 5890; 5891 e; 5892 a; 5893; 5895 a - b; 5896; 5906 a - c; 5907 b; 5908 b - c; 5915 a - b; 5921; 5923 aA - aD, 5923 bA - bB; 5928 b; 5935 aA; 5936 aA - aB; 5936 bA - bB; 5939 aA - bB; 5940; aA - aC e aE; 5941 a - b ;

5941 cB; 5954 a; 5963 a; 5966 a - b; 5971 aA - aB; 5997 a - b; 6007 aA - aB; 6007 e 6015 a

Estróbilos isolados: GP/3E 6004 aB - b e 6005 a - b.

Lâminas estudadas: 1 a 24.

Procedência: Minas de carvão Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poços 01 e 06), Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, Figueira, PR.

Idade: Eopermiano.

Descrição:

a) Aspectos fisionômicos: Impressões carbonificadas de ramos, comumente fragmentados, possivelmente pertencentes a seis ordens. Densamente cobertos por folhas heterófilas, de maior tamanho nas ordens superiores e menores nas inferiores.

Ramos de ordens superiores, com largura no intervalo 8,0 a 38,0mm e comprimento superior a 46,0mm, recobertos de folhas linear-lanceoladas de 10,0 a 27,0mm de comprimento. Ramos de ordens inferiores, com largura no intervalo 2,0 a 7,0mm e comprimento superior a 5,0mm, recobertos por folhas escamiformes de 3,0 a 8,0mm de comprimento.

Ramos unidos, geralmente, nas ordens inferiores emergindo em ângulos de 45°, dispostos em forma elíptica.

Folhas com disposição espiralada, largura constante de 2,0 a 2,5mm na base; 1,5mm na porção média e 0,5 a 1,0mm no ápice, simétricas, base decorrente, ápice agudo e rematado num pequeno mucrôm, bordas retas. Nervura central bem diferenciada, nervuras secundárias menos acentuadas, dispostas paralelamente à nervura central e localizadas abaixo das zonas costais. Pelos unicelulares distribuídos nas bordas e sobre o nervo médio.

Folhas linear-lanceoladas, emergindo num ângulo fortemente agudo e falcadas aos lados do caule.

Estróbilos femininos terminais, imaturos com dimensões de 23,5 a 26,0mm de comprimento e 18,3 a 20,0mm de largura, conectados organicamente a caules de última ordem, recobertos por folhas semelhantes às do caule na porção mais inferior, com dimensões de 5,0 a 6,0mm de comprimento e 1,0 a 2,0mm de largura. Espinhos observados nos lados dos estróbilos, com 0,5mm de comprimento. Possíveis brácteas de forma rombóide com disposição espiralada.

Estróbilo feminino maduro, com dimensões de 63,9mm de comprimento e 50,6mm de largura, conectado organicamente a um caule de última ordem. Parte exterior recoberta por brácteas rombóides rematadas por um espinho e dispostas em espiral, com dimensões de 9,7mm para o comprimento e 7,2mm para a largura.

b) Aspectos epidérmicos:

b.1 - Ambos os tipos de folhas.

b.1.1 - Face abaxial: Ambos os tipos de folhas anfiestomáticas. Com células epidérmicas polimorfos, poliédricas de 4 a 6 lados orientadas em diferentes sentidos, de paredes anticlinaes bastante onduladas, embora mais finas que as das células das faces adaxiaes (1,5 a 2,0 μm). Com dimensões nas folhas linear-lanceoladas de 38,0 a 60,0 μm de comprimento por 18,0 μm de largura e nas folhas escamiformes de 26,0 μm de comprimento por 17,0 μm de largura. Papilas e pelos presentes.

b.2 - Folhas linear-lanceoladas.

b.2.1 - Face adaxial: Zonas costais e intercostais claramente definidas pela forma e disposição das células. Nas zonas costais, as células estão distribuídas em bandas paralelas à superfície da lâmina. Células retangulares, todas com tamanho de 65,0 μm de comprimento e 23,0 μm de largura. Paredes anticlinaes levemente onduladas, espessadas (2,0 a 2,5 μm) e com pontuações. Paredes periclinaes levemente inclinadas, com maior abundância de pontuações que as anticlinaes. Zonas intercostais com células dispostas irregularmente, polimorfos, poliédricas de 4 a 7 lados, isodiamétricas com 40,0 μm de comprimento e 30,0 μm de largura; com paredes

onduladas e mais finas e com maior número de pontuações que as células das zonas costais.

Ambas as zonas com papilas cuticulares arredondadas ou alargadas assemelhando-se a pelos curtos, distribuídas irregularmente, sendo mais abundantes na base da folha. Presença de numerosos poros possivelmente pertencentes a bases de pelos.

Estômatos submersos haploqueílicos ou monocíclicos de 4 a 6 (2 polares - 1 ou 2 laterais); células subsidiárias de tamanhos semelhantes às das células da epiderme. Células subsidiárias com papilas terminais protetoras das células oclusivas. Estômatos distribuídos nas zonas intercostais em fileiras de um (por vezes descontínuas com estômatos muito próximos), orientados longitudinalmente ou levemente oblíquos.

b.3 - Folhas escamiformes.

b.3.1 - Face adaxial: Epiderme de estrutura mais uniforme, constituída de células retangulares de tamanho semelhante às das zonas costais nas folhas linear-lanceoladas ($65,0 \times 23,0\mu\text{m}$), embora de paredes anticlinais mais onduladas, grossas ($3,0$ a $3,5\mu\text{m}$) e com maior número de pontuações.

Papilas cuticulares e poros presentes. Estômatos submersos haploqueílicos ou monocíclicos com igual disposição e orientação que os das folhas linear-lanceoladas..

Discussão:

Em termos gerais as amostras estão caracterizadas por apresentarem grande homogeneidade, sendo mais abundantes os exemplares com folhas escamiformes, os quais, juntamente com os caules de licófitas, dominam a assembléia estudada.

Os espécimes 5908c e 5939 aA - bB podem ser interpretados como estróbilos femininos numa etapa muito precoce de desenvolvimento, estando recobertos por folhas pequenas semelhantes às já descritas. Ambos estão em posição terminal, possuem forma ovalada e dimensões entre $14,0$ a $15,5\text{mm}$ para o comprimento e $4,0$ a $6,0\text{ mm}$ para a largura. Há possibilidade de ambos pertencerem a brotos vegetativos

da mesma forma que o da amostra 5941 aB, situado no ramo superior ao estróbilo feminino (Est. IX, figs. 1 e 3, desenho 2). Oliveira (1927) cita como *Lepidodendron* um espécime com um estróbilo imaturo semelhante aos encontrados em Figueira, proveniente da localidade de Rio Carvãozinho, próxima à área de estudo.

Os espécimes 6004 aB - b e 6005 a - b pertencem a estróbilos femininos isolados muito semelhantes aos descritos como imaturos (Est. IX, fig. 8). O primeiro (6004 aB - b) possui dimensões de 26,0mm de comprimento e 18,0mm de largura na porção mais larga, forma ovalada e espinhos laterais, embora apresente um sulco mediano que o divide do ápice à base, fato este não observado nos outros estróbilos. A amostra 6005 a - b é, possivelmente, um fragmento da porção basal.

O exemplar 6015 representa um pequeno estróbilo (12,2mm de comprimento) diferente dos anteriores o qual, embora isolado, fica junto a ramos de *Paranocladus dusenii* Florin. A principal diferença está no seu pequeno tamanho (7,0mm) e forma curva das brácteas, as quais estão unidas a um eixo, diminuindo paulatinamente em tamanho em direção ao ápice. Por suas características, o exemplar 6015 poderia ser considerado um estróbilo masculino, apresentando alguma semelhança com os descritos por Archangelsky & Cúneo (1987) para a espécie *Ferugliocladus patagonicus*, embora o aqui descrito seja menor.

Com referência ao padrão de nervura, acredita-se que não possa ser considerado uninervado, como foi indicado por Florin (1940) e Millan (1972 e 1974) pois este é característico de plantas com protoestelo (sem medula - Gifford & Foster, 1988). Nas gimnospermas o estelo é do tipo sifonostelo (com medula) sendo sempre macrofilico, ou seja, com mais de uma nervura nas folhas. Desta forma é possível encontrar a nervura central bem marcada e as demais ordens menos acentuadas, como no presente caso. Com a fossilização as nervuras mais acentuadas ficaram melhor conservadas, dando a aparência de serem uninervadas (micrófilos).

Figura 9:
Reconstituição artística de *Paranocladus duseinii* Florin.
a = adulta
b = jovem

Com relação à morfologia interna das folhas, a presença, na face abaxial da base das folhas linear-lanceoladas, de diversas papilas curtas e alongadas poderia indicar uma seqüência nos tamanhos, indo desde papila cuticular até pelo unicelular (Est. XI, fig. 6; Est. XII, figs. 3 e 6, desenho 5). Por outro lado, a abundância de papilas pode ter duas diferentes explicações:

- a - poderia tratar-se de uma estratégia para maior captação de luz pelas zonas mais delgadas da epiderme, levando em consideração a espessura das paredes anticlinais, ou
- b - a abundância de pelos ou papilas na base das folhas propiciaria a retenção de água, reforçada pelo forte imbricamento das folhas e a presença de estômatos submersos.

Na espécie estudada (possivelmente também em *Buriadia figueirensis*) todas as adaptações para evitar a perda de água, poderia ser consequência do déficit hídrico causado pelo inverno, considerando a latitude da área em estudo (entre os 40° e 45° de latitude sul) durante o Eopermiano e/ou da posição geomorfológica onde elas habitavam.

Associados às cutículas estudadas, foram encontrados quatro tipos diferentes de pólenes bissacados. Estes foram temporariamente denominados sp. 1, sp. 2, sp.3 e sp. 4; sendo dois deles no estróbilo feminino 5941 a (Lam. 14 e 15) e os restantes em ramos (5928 b, Lam. 9 e 5923 bA, Lam. 11), bem como quatro diferentes micrósporos. A espécie 1 foi encontrada (Est. XV, fig. 5) simultaneamente no estróbilo, no caule e na micrópila de *Paranaospermum cambuiense* (GP/3E 5895 b e GP/3E 5936), o que faz pensar que este, possivelmente, seja o pólen do material em discussão.

A morfologia externa dos ramos com somente folhas escamiformes tem semelhança com o gênero de coníferas gondvânico *Paranocladus* Florin, descrito originalmente para Teixeira Soares, no Estado do Paraná, a partir de amostras

erroneamente atribuídas à Formação Iratí (Florin, 1940). Com base na cutícula das folhas, os exemplares estudados foram classificados como *Paranocladus duseinii* Florin, espécie com a qual apresentam grande semelhança. As amostras estudadas diferenciam-se somente pelo fato de o material original não possuir folhas heterófilas, aqui descritas pela primeira vez, embora a morfologia interna das folhas linear-lanceoladas seja muito semelhante às das folhas escamiformes. Outra diferença está na presença, nos exemplares de Figueira, de pelos e papilas na cutícula das folhas os quais, segundo Florin (1940), não foram observados nos exemplares por ele descritos.

A presença de *Paranocladus* no Estado do Paraná, em camadas da Formação Rio Bonito (Eopermiano) vem sendo mencionada desde o início do século. Lundqvist em 1919 (apud. Rösler, 1972) descreveu amostras da espécie *Brachyphyllum australe* Feistmantel, coletadas em “Patrimônio” (perto de Cambuí ou atual Figueira). Oliveira (1927) mostrou exemplares de *Lepidodendron* das localidades de Teixeira Soares e de Rio Carvãozinho (região de Figueira) e por último Read (1941) estudou amostras que classificou como *B. australe*, coletadas anteriormente por Euzebio de Oliveira em Cambuí, Rio das Pedras e Teixeira Soares (Tabela 9).

Florin (1940) ao estudar exemplares de coníferas provenientes de Teixeira Soares, criou o gênero *Paranocladus* com base nos exemplares da sua espécie tipo *P. duseinii*, caracterizada em estudos fisionômicos e cuticulares. A outra espécie proposta por Florin (*op. cit.*) foi *P. ? fallax* usada para amostras nas quais não fosse possível fazer estudos cuticulares, mas morfologicamente muito similar a *P. duseinii*. Florin (1940) passou para a sinonímia os exemplares citados por Lundqvist e Oliveira incluindo-os dentro de *P. ? fallax*. Rösler (1972) coletou e estudou exemplares de *P. ? fallax* das minas de carvão de Figueira (Campo da Brasileira). Castro (1985) estudou amostras dessa espécie coletadas por Dolianiti na Mina, hoje desativada, de Areia Branca, localizada nas proximidades de Figueira (Tabela 9).

No Brasil, fora do Estado do Paraná, a única ocorrência de *Paranocladus* mencionada na literatura, foi registrada no Estado de São Paulo, na localidade do Sítio

da antiga Mina de carvão de Monte Mor (Subgrupo Itararé, Neocarbonífero). Os exemplares foram estudados por Millan (1972 e 1974) que os classificou como *P. ? fallax*, por carecerem de detalhes epidérmicos. Os espécimes encontrados por Oliveira (1927) e estudados por Florin (1940) e Read (1941), assim como os citados por Rösler (1972), Castro (1985) e Millan (1972 e 1974) são bastante semelhantes morfológicamente com os ramos de ordens inferiores por nós estudados, podendo tratar-se de um mesmo tipo de planta (Tabela 9).

Autores como Dolianiti (1948), Barbosa (1958) e Rigby (1970) entre outros, citam a presença de *Paranocladus* nas áreas antes mencionadas, mas somente com base nos estudos sistemáticos já discutidos.

Para a Argentina foram descritas por Feruglio (1934, 1951) as espécies *Paranocladus hallei* e *Paranocladus patagonicus*, inicialmente classificadas pelo autor no gênero *Elatocladus*, com base em exemplares da Formação Río Genoa (Eopermiano), Província de Chubut. Archangelsky & Cúneo (1987) estudaram alguns dos exemplares do material descrito por Feruglio e realizaram novas coletas em Chubut (bacia Tepuel-Genoa) e na Província de La Rioja (bacia do Paganzo), na Formação Arroyo Totoral (Eopermiano), em uma localidade antes estudada por Archangelsky & Arrondo (1973) na qual havia sido encontrado *P. ? fallax*. A partir desse estudo, contando com estróbilos femininos e masculinos, bem como com sementes, Archangelsky & Cúneo (1987) descreveram os gêneros *Ugartecladus*, com a espécie tipo *U. genoensis* e *Ferugliocladus*, com duas espécies *F. riojanus* e *F. patagonicus*. Ambos os gêneros foram incluídos na nova família Ferugliocladaeae. Desta forma *Paranocladus hallei* e os exemplares de *P. ? fallax* (possivelmente os mencionados por Archangelsky & Arrondo, 1973) foram considerados como ramos estéreis de *Ugartecladus genoensis* ou em uma espécie muito próxima. A espécie *Paranocladus patagonicus* foi incluída em *Ferugliocladus patagonicus*. A semente antes conhecida como *Eucerospermum nitens* foi considerada por Archangelsky & Cúneo (1987) como a semente de *Ferugliocladus patagonicus*.

Pais	BRASIL				
Espécie	<i>Paranocladus dusenii</i> Florin	<i>Paranocladus dusenii</i> Florin	<i>Paranocladus ? fallax</i> Florin	<i>Paranocladus ? fallax</i> Florin (= <i>Brachyphyllum austale</i>)	<i>Paranocladus ? fallax</i> Florin
Simonimia					
Localização	Figueira, PR	Teixeira Soares, PR	Patrimônio, PR.	Teixeira Soares e Cambuí (Figueira), PR	Monte Mor, SP
Litoestratigrafia	Formação Rio Bonito	Formação Rio Bonito	Formação Rio Bonito	Formação Rio Bonito	Subgrupo Itararé
Autor	Presente estudo	Florin (1940)	Florin (1940)	Read (1941)	Millan (1972 e 1974)
Nº de ordens de ramos	6	2	2	vários	2
Dimensões dos ramos (largura em mm)	Ordens superiores 38,0 - 8,0 Ordens inferiores 7,0 - 2,0	6,5 - 3,0	6,5 - 3,0	últimas ordens 4,0 - 3,0	6,0 - 4,0
Características das Folhas					
1.- Aspectos fisionômicos	- Heterófilas, maiores em r. de ordens sup. e menores em r. de ordens inf. - Maiores linear-lanceoladas e menores escamiformes. - Disposição espiralada, imbricadas, decorrentes, ápice agudo. - Padrão de nervura paralelo.	- Homomórficas. - Triangulares a triangular-lineares - Disposição espiralada, imbricadas, decorrentes, ápice agudo, bifaciais e côncavas face abaxial. - Padrão de nervura uninervado.	- Homomórficas. - Triangulares a triangular-lineares - Disposição espiralada, imbricadas, decorrentes, ápice agudo, bifaciais e côncavas face abaxial. - Padrão de nervura uninervado.	- Homomórficas. - Escamiformes e estreitamente compridas. - Disposição espiralada, imbricadas e ápice agudo.	- Homomórficas. - Triangulares e inteiras. - Disposição espiralada, bifaciais e decorrentes. - Padrão de nervura provavelmente uninervado.
Dimensões das folhas (mm)	Maiores: 27,0 - 10,0 x 2,5 - 1,5 Menores: 8,0 - 3,0 x 2,1 - 1,5	8,0 - 4,0 x 2,0 - 1,2	8,0 - 4,0 x 2,0 - 1,2	2,0 ou maiores	7,0 - 5,0 x 1,05
2.- Aspectos Epidérmicos	- Anfiestomáticas. - F. abaxial: Células epidérmicas polimorfas, de 4 - 6 lados, p. anticlinais onduladas e grossas, frequentes papilas. Estômatos: submersos monocíclicos, com 4 - 6 c. subsidiárias papilosas e distribuídos em bandas. - F. adaxial: Zonas costais e intercostais bem definidas, c. epidérmicas alongadas, P. anticlinais onduladas e grossas e pontuaduras, frequentes papilas. Estômatos: como na face abaxial.	- Anfiestomáticas. - F. abaxial: Células epidérmicas basais grossas Estômatos: submersos monocíclicos, com 4 - 6 c. subsidiárias papilosas e distribuídos em bandas. Margens basais dentadas, papilas. não observadas. - F. adaxial: Zonas costais e intercostais bem definidas, papilas pouco desenvolvidas Estômatos: como na face abaxial.			
Estróbilos femininos	- Terminais, localizados nos ramos de última ordem. - Ovalados, porção inferior recoberta por folhas escamiformes. - Brácteas rematadas um espinho				
Dimensões dos estróbilos femininos (mm)	Maduro: 63,0 x 50,3 Imaturo: 26,0 x 19,0				

Tabela 9: Comparação entre a espécie de *Paranocladus* estudada e as outras ocorrências do gênero no Brasil.

O material estudado é classificado como *Paranocladus dusenii* sem dúvida apresenta semelhanças com *Ugartecladus genoensis* (= *Paranocladus hallei*) na disposição, forma, ápice e base das folhas escamiformes, embora a espécie argentina seja homófila e *P. dusenii* heterófila. As folhas de *U. genoensis* possuem dimensões (8,0 x 2,5mm), semelhantes às das folhas escamiformes (8,0 - 3,0mm x 2,5 - 1,5mm) aqui descritas, mas em nenhum caso compatíveis com as folhas encontradas nos ramos de ordens superiores. Os estróbilos femininos maduros de *Ugartecladus genoensis* são menores que o aqui descrito no mesmo estágio (Tabela 10). A semente, provável, dessa espécie mencionada por Archangelsky & Cúneo (1987) difere completamente da encontrada no estróbilo feminino estudado a nível anatômico (ver *Paranospermum cambuiense*).

O material por nós estudado também possui caracteres em comum com *Ferugliocladus* na disposição, forma, base e ápice das folhas, assim como na ocorrência de cicatrizes basais nos caules de ordem superior, diferenciando-se pelo fato de *P. dusenii* ser heterófila e as duas espécies de *Ferugliocladus* não (Tabela 10). Os estróbilos femininos de *F. riojanus* e *F. patagonicus* diferem dos aqui descritos no tamanho e forma, embora todos apresentem brácteas de ápices rematados por espinhos.

A semente *Eucerospermum nitens* Feruglio encontrada nos estróbilos femininos de *F. patagonicus*, não pode ser comparada com as sementes aqui estudadas uma vez que ela foi identificada com critérios epidérmicos e a estudada por Archangelsky & Cúneo (1987) não. Como já foi discutido anteriormente um possível estróbilo masculino foi identificado nos exemplares de Figueira, o qual apresenta semelhança com os de *F. patagonicus*, embora seja bem menor.

As comparações entre as espécies argentinas (*Ugartecladus genoensis*, *F. riojanus* e *F. patagonicus*) e *P. dusenii* só podem ser realizadas com base na morfologia externa, uma vez que praticamente inexistem estudos cuticulares nas primeiras. Uma diferença adicional que pode ser mencionada entre *Ugartecladus*, *Ferugliocladus* e *P. dusenii*, está no tipo de polem que é monossacado nos dois primeiros e possivelmente bissacado

na espécie em questão. Embora não possa ser descartado completamente o fato de poderem existir nexos de parentesco entre as espécies mencionadas e *P. dusenii*, eles somente serão comprovados quando se conhecerem detalhes das cutículas de folhas e sementes, em todas as espécies.

A espécie *P. ? fallax* também foi mencionada para a Argentina na Província de Córdoba, em camadas da Formação Tasa Cuna (Eopermiano – Tabela 10) por Leguizamón (1972). Entre esses exemplares e os estudados existem semelhanças com os ramos de ordens inferiores. Um provável estróbilo feminino encontrado por Archangelsky & Arrondo (1973) tem semelhança com os espécimes 5908 c e 5939 aA - bB e o figurado por Oliveira (1927) (Tabela 9).

Fora da América do Sul o gênero *Paranocladus* foi referido para a Índia, onde Surange & Lele (1956) descreveram a espécie *P. indica* a partir de fitofósseis coletados em camadas pertencentes ao Sistema Talchir, expostas num Afloramento do Rio Johilla (23°20'50" de latitude e 81°2'43" de longitude). *P. indica* assemelha-se, na forma, às folhas menores do material de Figueira. Na descrição original dessa espécie, não foram incluídos outros parâmetros que permitam a comparação (Tabela 10).

Os estudos cuticulares feitos em *Paranocladus* são escassos. Podem ser mencionados os trabalhos de Florin (1940) já discutido, e o de Fittipaldi & Rösler (1978), tendo sido estes últimos, os autores dos primeiros estudos cuticulares em material morfológicamente atribuído a *P. ? fallax*. As estruturas identificadas por Fittipaldi & Rösler (1978) nas faces abaxial e adaxial, foram também identificadas no presente estudo, nas folhas escamiformes, motivo pelo qual acredita-se pertencerem a *P. dusenii*.

Fittipaldi & Rösler (1978) mencionam a presença de aberturas na face abaxial, que segundo os autores poderiam ser atribuídas a estômatos, mas é bem possível que pertençam à base de pelos ou papilas, como é indicado aqui, da mesma forma que por Florin (1944) e Kerp & Barthel (1993). Desse modo os poros rodeados por uma roseta de células podem ser atribuídos a bases de pelos e os poros menores,

localizados dentro de uma célula só a bases de papilas (Est. XII, fotos 1 e 3; desenho 5).

Archangelsky & Cúneo (1987) mencionam apenas que *Ferugliocladus patagonicus* possui estômatos ovais, com seis células subsidiárias, indistintamente orientados e dispersos. Com base nessas poucas características é bastante difícil estabelecer comparações com *P. dusenii*.

Florin (1940) incluiu *Paranocladus* dentro da família Lebachiaceae (ou Walchiaceae de Clement-Westerhof, 1984 ou Utrechiaceae em Taylor & Taylor, 1993). Por apresentar esse gênero caracteres considerados primitivos dentro do grupo das coníferas, como hábito monopodial, ramos arranjados de forma regular e folhas dispostas espiraladamente, entre outros. Meyen (1987) mencionou, ao descrever Lebachiaceae, que uma das características primitivas da família é representada pela diminuição do tamanho das folhas na medida em que os caules são mais estreitos, assim como brácteas similares às folhas, embora usualmente de maior tamanho. Essas características foram observadas no material de Figueira. Em trabalho posterior, Meyen (1997) discutiu novamente a sistemática das coníferas neopaleozóicas, propondo a criação de novas famílias e subfamílias com base principalmente nas características das estruturas reprodutivas femininas (posição dos óvulos, número de brácteas estéreis, etc.).

Meyen (1997) sugeriu a inclusão de *Parananocladus* dentro de Buriadiaceae, por se tratar de uma conífera gondvânica. Uma vez que no presente estudo foram encontrados estróbilos unidos a ramos de *Paranocladus*, descartamos essa possibilidade. Archangelsky & Cúneo (1987) mencionaram a possibilidade de *Paranocladus* pertencer a Ferugliocladaeae. Embora possam existir afinidades entre os gêneros de Ferugliocladaeae (*Ugartecladus* e *Ferugliocladus*) e *Paranocladus*, acredita-se mais conveniente não incluir *Paranocladus* nem Ferugliocladaeae nem dentro de outra família neopaleozóica, até conhecer mais detalhes do estróbilo feminino, assim como da epiderme das espécies de Ferugliocladaeae.

País	BRASIL	ARGENTINA			ÍNDIA
Espécie	<i>Paranocladus dusenii</i> Florin	<i>Ugartecladus genoensis</i> Archangelsky et Cúneo (= <i>Paranocladus ? hallei</i> Feruglio e <i>Paranocladus ? fallax</i> Florin)	<i>Ferrugliocladus patagonicus</i> Archangelsky et Cúneo (= <i>Paranocladus patagonicus</i> Feruglio)	<i>Paranocladus ? fallax</i> Florin	<i>Paranocladus ? indica</i> Surange et Lele
Sinonímia					
Localização	Figueira, PR	Chubut La Rioja	Chubut	Cordova	Rio Johilla
Litoestratigrafia	Formação Rio Bonito	formações Rio Genoa e Arroyo Totoral	Formação Rio Genoa	Formação Tasa Cuna	Sistema Talchir
Autor	Presente estudo	Feruglio (1934 e 1954), Archangelsky & Arrondo (1973) e Archangelsky & Cúneo (1987)	Feruglio (1934 e 1954) e Archangelsky & Cúneo (1987)	Leguizamón (1972)	Sugange & Lele (1956)
Nº de ordens de ramos Dimensões dos ramos (largura em mm)	6 Ordens superiores 38,0 - 8,0 Ordens inferiores 7,0 - 2,0	4 Ordens superiores 12,0 - 6,0 Ordens inferiores 4,0 - 3,0	5 Ordens superiores 15,0 - 7,0 Ordens inferiores 6,0 - 3,0	3 5,0 - 2,0	? ?
Características das Folhas 1.- Aspectos Fisionômicos	- Heterófilas, maiores em r. de ordens sup. e menores em r. de ordens inf. - Maiores linear-lanceoladas e menores escamiformes. - Disposição espiralada, imbricadas, decurrentes, ápice agudo. - Padrão de nervura paralelo.	- Homomórficas. - Lanceoladas, curvas para o eixo. - Disposição espiralada, ápice agudo, adpresas e estriadas longitudinalmente. e margem inteira e sem tricomas.	- Homomórficas (?). - Linear lanceoladas. - Disposição espiralada, adpresas, ápice agudo. - Padrão de nervura provavelmente uninervado.	- Homomórficas. - Escamiformes. - Disposição espiralada, adpresas, ápice agudo, base arredondada e estriadas longitudinalmente. - Padrão de nervura uninervado.	- Homomórficas. - Cuneadas-lanceoladas e bifaciais. - Disposição espiralada, adpresas, inteiras, decurrentes e ápices agudos ou acuminados. - Padrão de nervura uninervado.
Dimensões das folhas (mm)	Maiores: 27,0 - 10,0 x 2,5 - 1,5 Menores: 8,0 - 3,0 x 2,1 - 1,5	8,0 x 2,4	18,0 x 3,0	5,0 x 2,0	?
2.- Aspectos Epidérmicos	- Anfiestomáticas. - F. abaxial: Células epidérmicas polimorfas, de 4 - 6 lados, p. anticliniais onduladas e grossas, frequentes papilas. Estômatos: submersos monocíclicos, com 4 - 6 c. subsidiárias papilosas e distribuídas em fileiras. - F. adaxial: Zonas costais e intercostais bem definidas, c. epidérmicas alongadas, p. anticliniais onduladas e grossas e pontuaduras, frequentes papilas. Estômatos: como na face abaxial.		Estômatos ovais, com 6 células subsidiárias sem orientação definida e dispersos.		
Estróbilos femininos	- Terminais, localizados nos ramos de última ordem. - Ovalados, porção inferior recoberta por folhas escamiformes. - Brácteas rematadas um espinho	- Localizados nas 2 últimas ordens. - Base subrômbica - Brácteas de 10,0mm lanceoladas e curvas no ápice	- Localizados nas 2 últimas ordens. - Ovoides. - Brácteas curvas, conjunto ovulífero de forma subcircular.		
Dimensões dos estróbilos femininos (mm)	Maduro: 63,0 x 50,3 Imaturo: 26,0 x 19,0	Maduro: 40,0 x 12,0	Maduro: 20,0 x 10,0		

Tabela 10: Comparação entre a espécie de *Paranocladus* estudada e as outras ocorrências do gênero a nível mundial.

As possíveis semelhanças, diferenças e relações entre o gênero *Paranocladus* e os outros gêneros de coníferas neopaleozóicas encontradas no Brasil (*Buriadia*, *Krauselcladus* e *Brasilocladus*) têm sido bastante discutidas na literatura. Autores como Florin (1940), Yoshida (1968), Millan (1972 e 1974), Bernardes de Oliveira & Yoshida (1981) e Guerra-Sommer & Bortoluzzi (1982) diferenciam, principalmente, *Paranocladus* de *Buriadia* pela presença de folhas com forma de escamas no primeiro caso (folhas menores) em contraste com as folhas lineares de *Buriadia*.

Florin (1940) e Guerra-Sommer & Bortoluzzi (1982) mencionaram diferenças epidérmicas entre os dois gêneros, uma vez que *Buriadia* não apresenta estômatos nas duas faces e seus estômatos possuem quatro a cinco células subsidiárias, enquanto que *Paranocladus* é anfiestomatico e com estômatos de cinco a seis células subsidiárias. Em ambos os gêneros ocorrem estômatos haploceílicos ou monocíclicos, de células subsidiárias papilosas e células epidérmicas com numerosas papilas.

O gênero *Krauselcladus* é bastante diferente de *Paranocladus* por apresentar folhas lineares muito compridas, de ápices arredondados e freqüentemente bifurcados, com conseqüente bifurcação da nervura central. A única referência anatômica de *Krauselcladus* (Yoshida, 1968), mostra que a epiderme das folhas possui estômatos amonocíticos com 5 - 8 células subsidiárias de tamanhos e formas variáveis, indicando diferenças significativas com relação a *Paranocladus*.

Brasilocladus mostra diferenças com relação a *Paranocladus*, no sistema de ramificação e na forma e tamanho das folhas (Bernardes de Oliveira & Yoshida, 1981).

É interessante mencionar que *Buriadia* é encontrado nos mesmos níveis que *Paranocladus*, tanto em Monte Mor como em Figueira. *Brasilocladus* e *Krauselcladus* têm sido referidos a posições estratigráficas mais jovens que *Paranocladus*, ocorrendo *Brasilocladus* dentro da Camada Irapuã (embora dentro da Formação Rio Bonito) e *Krauselcladus* na Formação Teresina (Permiano Superior).

Ao comparar *Paranocladus* com outro gênero de coníferas permianas do Gondvana, *Walkomiella*, encontramos semelhanças morfológicas. O gênero foi descrito por Florin (1944) e atualmente são conhecidas quatro espécies, distribuídas das seguinte forma:

- Na África estão presentes *W. transvaalensis* Le Roux referida para as camadas do Ecca Médio de Transvaal (Le Roux, 1963; Anderson & Anderson, 1985) e *W. fragilis* Høeg et Bose, referida para a série Lukuga do Congo Belga (atual Zaire).
- Na Índia, *W. indica* Surange et Singh, a partir de folhas isoladas obtidas por maceração, mencionada para as camadas de carvão do Andar Barakar
- Na Austrália ocorre *W. australis* Florin.

Na maioria das espécies do gênero *Walkomiella* têm sido realizados estudos cuticulares (exceto *W. transvaalensis* Le Roux). São conhecidos os estróbilos femininos de *W. australis* (White, 1981) e *W. indica* (Surange & Singh, 1953), assim como sementes desta última (Surange & Singh, 1952). Estróbilos masculinos são conhecidos unicamente em *W. transvaalensis* (Anderson & Anderson, 1985).

Embora exista similitude na morfologia das espécies de *Paranocladus* e *Walkomiella* trata-se, na verdade de gêneros bastante diferentes. As principais semelhanças estão na presença de folhas escamiformes e adpressas, com ápice agudo e dispostas em espiral. Os estômatos em ambos os gêneros apresentam caracteres em comum (ao igual que com *Buriadia*), possuem células subsidiárias e células epidérmicas com abundantes papilas.

As diferenças principais são a presença de estômatos apenas na face adaxial na epiderme papilosa de *Walkomiella*, os quais estão distribuídos em duas zonas intercostais com ausência de pelos, enquanto que *Paranocladus*, ao contrário, possui epiderme anfiestomática com mais de duas zonas intercostais e pelos.

Por último podem ser estabelecidas comparações entre *Paranocladus* e os gêneros da da ordem Voltziales conhecidos no Permiano nas demais províncias

florísticas da época, especialmente as províncias Euro-americana e Angárica, uma vez que na Província Cataísica as coníferas foram praticamente desconhecidas.

Com relação aos gêneros do hemisfério norte existem diferenças com *Lebachia*, *Ernestiodendron* e *Ortiseia*: *Lebachia* apresenta ápices bifurcados nas folhas dos ramos de penúltima ordem e nas brácteas dos estróbilos femininos (Stewart, 1985). O gênero *Ernestiodendron* difere de *Paranocladus* por possuir folhas homomórficas que emergem em ângulos retos. O gênero *Ortiseia* se caracteriza por apresentar estômatos dicíclicos, diferentes dos de *Paranocladus*.

Podem ser assinaladas algumas semelhanças a nível epidérmico como a presença de estômatos haploqueílicos em ambas as faces, orientados longitudinalmente, em *Lebachia*, *Ernestiodendron* (Stewart, 1985; Taylor & Taylor, 1993) e *Paranocladus*, embora em *Lebachia* somente existam duas zonas intercostais e em *Ernestiodendron* uma.

Os exemplares sem cutículas preservadas e com folhas semelhantes as de *Lebachia* e *Ernestiodendron* são incluídos no gênero *Walchia*, razão pela qual acredita-se que não seja necessário estabelecer comparações entre este e *Paranocladus*.

Paranospermum gen. nov.

Diagnose genérica:

a) Aspectos fisionômicos: Semente platispérmica, cuneiforme, ápice cordiforme arrematado por um ou dois apêndices triangulares. Base cuneada. Asa percorrendo o contorno todo do corpo central. Margem inteira. Semente percorrida por um sulco ou carena contínuo da base ao ápice, na região mediana.

b) Aspectos epidérmicos: Células da asa alongadas e poliédricas de 4 - 6 faces, estreitando-se na margem.

Derivatio nominis: epíteto genérico derivado do Estado do Paraná no qual estão localizadas as minas das quais foram obtidas as amostras e *spermum* semente.

Espécie Tipo: *Paranospermum cambuiense* gen. et sp. nov.

Estrato-tipo: Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, Eopermiano.

Procedência: Minas de carvão Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poços 01 e 06), Figueira, PR.

Paranospermum.

Paranospermum cambuiense gen. et sp. nov.

Estampa XV, figs. 1 a 7. Estampa XVI, figs. 1 a 7. Figura do texto 5.

Sinoníma:

Cordaicarpus nitens (Feruglio) Millan. Millan, 1972; p. 98, Est. 12, figs. 1 a 7.

Cordaicarpus nitens (Feruglio) Rösler, 1972; p. 88.

Cordaicarpus nitens (Feruglio) Millan. Millan, 1977; p.34, Est. 1, figs. 1 a 7.

Cordaicarpus nitens (Feruglio) Millan. Castro, 1983; p. 551, figs. 1e 2.

Holótipos: GP/3E 5988 a e 5895aA - Lam. 39

Parátipos: GP/3E 3188 a; 3188 b; 3191; 3396; 3686; 5889a; 5890 a; 5890 b; 5891 bA; 5891 cA; 5891 dA – b5891 fA – B; 5891 gA – B; 5891c - d; 5895 aB; 5895 bA; 5895 bB; 5895 c; 5895 aD; 5895 bD; 5895 cD; 5895 dD; 5895 eD; 5895 e; 5895 f; 5895 aG; 5896; 5897; 5908 aA; 5908 bA; 5923; 5930 aC; 5936 aB; 5936 bB; 5967; 5974 a; 5982; 5988 b; 5988 c; 5988 d e 6011 c.

Nota: Número grifado indica os exemplares macerados

Lâminas estudadas: Lam. 41 a 46 e 48.

Derivatio nominis: epíteto específico derivado da região de Cambuí, antigo nome de Figueira, na qual estão localizadas as minas das quais foram obtidas as amostras.

Estrato-tipo: Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, Eopermiano.

Procedência: Minas de carvão Plano Inclinado 115 e Amando Simões (Poços 01 e 06), Figueira, PR.

Diagnose específica:

a) Aspectos fisionômicos: Compressões carbonificadas de sementes platispérmicas, cuneiformes, simétricas, com dimensões 7,0 a 12,0mm de comprimento e 7,0 a 12,0mm de largura na porção mediana. Ápice cordiforme com um ou dois apêndices triangulares retos ou curvos pertencentes ao micrópilo; dimensões 1,0 a 2,0mm de comprimento e 1,0 a 2,0mm de largura. Base aguda - arredondada. Sementes percorridas por um sulco ou carena contínuo de base a ápice, na região mediana.

Corpo central ovalado, dimensões 3,5 a 7,0mm de comprimento e 3,5 a 6,0mm de largura, maior largura no ápice.

Asa percorrendo o contorno todo do corpo central, mais estreita na base, com 1,0mm de largura alargando-se paulatinamente até o ápice com 2,0mm de largura, envolvendo a micrópila. Margem inteira.

b) Aspectos epidérmicos: Células da asa alongadas e poliédricas com 4 - 6 faces; dimensões 70,0µm de comprimento e 30,0µm de largura, mais alongadas na margem. Paredes anticlinais onduladas e pouco engrossadas. Cada célula possui, na parede periclinal externa, um poro. Estômatos haplocélicos, monocíclicos, ordenados em grupos frouxos.

Discussão:

Estudaram-se as características morfológicas de trinta e seis sementes platispérmicas, de nove exemplares foram estudada a epiderme da asa. Dez espécimes foram encontrados nas macerações em bloco. Os exemplares GP/3E 3188 a, 3188 b, 3191 e 3196 foram coletados na área de Figueira, na Mina de Carvão Campo da Brasileira (atual Mina Amando Simões poço 01), há mais de vinte anos pelo Prof. Dr. Oscar. Rösler e pelo Prof. Dr. Fernando Fittipaldi.

Estas sementes são muito abundantes na assembléia estudada ocorrendo nos rejeitos de todas as minas estudadas. Todos os exemplares apresentaram a mesma forma, sendo as dimensões mais freqüentes entre 8,0 e 9,5mm de comprimento e entre 8,0 e 10,0mm de largura. A distinção entre corpo central e asa, nos estudos da morfologia externa, só foi possível em oito exemplares, sendo sempre claramente apreciável nos exemplares macerados.

É importante mencionar que alguns exemplares apresentam um apêndice no ápice e outros, dois (Est. XV, fig. 1), podendo essa diferença ser explicada da seguinte forma: estando ainda imaturo o rudimento seminal, o canal da micrópila estendia-se desde o óvulo até o exterior. Quando a semente se desprendia do estróbilo, o

apêndice secava dividindo-se ou não em dois. Também essa divisão do apêndice pode ter se dado durante o transporte das sementes até o lugar da deposição, ou durante a fossilização. Ainda podem ter ocorrido todos esses fatos juntos.

Nos estudos cuticulares realizados no estróbilo feminino (GP/3E 5941 b) de *Paranocladus duseinii* Florin, foi observado claramente um tecido semelhante ao descrito para a epiderme da asa das sementes (Est. XVI, figs. 1 e 2). A partir dessa evidência podemos pensar que estas sementes pertencem, possivelmente, a *Paranocladus duseinii*, evidenciando-se, assim que se trataria de uma mesma planta. Da mesma forma que a presença, na epiderme da asa, de estômatos similares aos de *P. duseinii*, dispostos em grupos frouxos (Est. XV, fig. 6; Est. XVI, fig. 1) e a forma das células, indicariam que essa tem origem na epiderme abaxial da escama ovulífera.

Acredita-se que os poros encontrados nas paredes periclinais externas das células da asa podem ter auxiliado no vôo ou na retenção da água.

Sementes platispérmicas com as características morfológicas antes descritas já haviam sido encontradas anteriormente nos seguintes locais (tabelas 11 e 12):

- na região de Figueira (Rösler, 1972; Castro, 1985) no Membro Triunfo da Formação Rio Bonito,
- no Estado de São Paulo, no Sítio da Mina em Monte Mor (Millan, 1972, 1975, 1977, 1980 e 1994) pertencente ao Subgrupo Itararé (Neocarbonífero) e
- na Argentina, na Província de Chubut (Feruglio, 1934 e 1946; Arrondo, 1972; Archangelsky & Arrondo, 1975; Archangelsky & Cúneo, 1987 e Archangelsky, 1989) na Formação Rio Genoa do Eopermiano.

Feruglio (1934) descreveu escamas ovulíferas de coníferas possivelmente relacionadas com *Elatocladus*. Posteriormente em 1946 Feruglio criou, com base nessas escamas além de alguns outros exemplares por ele coletados, o gênero *Eucerospermum* para designar sementes platispérmicas com asa de forma cuneada, mais largas na parte

Figura 10:
Desenho esquemático de *Paranospermum cambuiense* gen. et sp. nov.

apical e providas de um fino apêndice micropilar bífido ou dois curtos espinhos laterais encurvados. Nesse gênero incluiu as espécies *E. opimum*, *E. nitens* e *E. patagonicum*, sendo que a primeira apresenta um apêndice micropilar bífido enquanto que *E. nitens* e *E. patagonicum* apresentam dois curtos espinhos bífidos na região apical. As espécies *E. nitens* e *E. patagonicum* distinguem-se principalmente pelo tamanho, sendo *E. nitens* menor e *E. patagonicum* maior (Tabela 11).

Entre os fitofósseis, coletados na Mina de Carvão de Monte Mor, Millan (1972, 1977) encontrou sementes similares às descritas por Feruglio (1946). Após o estudo morfográfico Millan (1972 e 1977) sinominisou *E. nitens* e *E. patagonicum* numa única espécie, que incluiu dentro do gênero *Cordicarpus*, criando a espécie *C. nitens*. O autor justificou sua decisão por se tratar de sementes com uma asa estreita e por serem as diferenças apresentadas entre ambas as espécies pouco significativas, dependendo, o tamanho, do estágio de desenvolvimento no qual a semente desprende-se da planta. Millan (*op. cit.*) também discordou do fato destas sementes terem o ápice maior que a base e do ápice apresentar um ou dois espinhos, sugerindo que os dois espinhos corresponderiam a vestígios da ligação da semente com a planta, tendo sido desta forma a semente interpretada ao inverso por Millan (1972 e 1977).

Após o estudo cuticular feito em os nossos exemplares foi comprovado que a interpretação feita por Feruglio (1934, 1946) era verdadeira. Nas micrópilas das sementes maceradas GP/3E 5895 bA e GP/3E 5936 (Est. XV, figs. 2, 3 e 4), foram observados grãos de pólen bissacados, que correspondem aos apêndices apicais de Feruglio. O fato de ter sido interpretada erroneamente a orientação das sementes por Millan já havia sido mencionado por Archangelsky & Cúneo (1987) e posteriormente pelo próprio Millan (1994).

Pais	BRASIL			ARGENTINA	
Espécie	<i>Paranospermum cambuiense</i> gen. et sp. nov.	<i>Cordaicarpus nitens</i> (Feruglio) Millan	<i>Cordaicarpus nitens</i> (Feruglio) Millan (= <i>Eucerospermum nitens</i> e <i>Eucerospermum patagonicum</i>)	<i>Eucerospermum nitens</i> Feruglio	<i>Eucerospermum patagonicum</i> Feruglio
Simonímia					
Localização	Figueira, PR	Mina de Areia Branca Figueira, PR	Sítio da Mina, Monte Mor, SP.	Nueva Lubeka, Rio Genoa Patagônia	Nueva Lubeka, Rio Genoa Patagônia
Litoestratigrafia	Formação Rio Bonito	Formação Rio Bonito	Subgrupo Itararé	Formação Rio Genoa	Formação Rio Genoa
Autor	Presente estudo	Castro (1985)*	Millan (1972, 1975, 1978, 1980)*	Feruglio (1946)	Feruglio (1946)
Descrição 1 - Aspectos Fisionômicos	<ul style="list-style-type: none"> - Sementes platispérmicas, forma cuneada, simétricas, ápice cordiforme com um ou dois apêndices retos ou curvos, base aguda-arredondada. - Com um sulco ou carena de base a ápice. - Corpo central ovalado. - Asa percorrendo o corpo central, com margem inteira. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sementes platispérmicas, de forma triangular cordiforme, ápice subagudo, com um sulco contínuo que divide a semente em duas partes simétricas. - Nucelo envolvido por uma sarcotesta estreita ou asa. - Região basal com duas expansões curtas pontiagudas 	<ul style="list-style-type: none"> - Sementes destacadas, platispérmicas, subcordiformes a triangular-cordiforme, mais amplas na porção inferior, ápice arredondado. - Sulco contínuo do ápice até a base provável vestígio da linha micropilar. - Nucelo envolvido por uma estreita e regular esclerotesta, base com uma ou duas expansões curtas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sementes subcordiformes, ápice mais amplo, base arredondada, às vezes com uma escotadura. - Porção apical com duas aurículas pontiagudas para fora. - Carena mediana e margem com asa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sementes obovatas a triangular-sub cordiformes, ápice mais amplo, ápice com duas aurículas triangulares mais ou menos encurvadas. - Carena canicular. Reborde externo contornando a semente com uma asa.
Dimensões (mm)					
Semente	12,0 - 7,0 x 12,0 - 7,0	10,0 x 8,5	7,0 - 5,0 x 7,0 - 3,0	8,6 - 7,0 x 8,5 - 7,0	13,0 - 10,5 x 11,8 - 8,6
Corpo Central	7,0 - 3,5 x 6,0 - 3,5	8,0 x 7,0	6,0 - 5,0 x 7,0 - 6,5		
Asa	1,0 - 2,0	1,5 - 0,5	1,0 - 0,5		
2 - Aspectos Epidérmicos	<ul style="list-style-type: none"> - Células da asa alongadas e poliédricas de 4 - 6 lados de 70,0 - 30,0 microns, estreitas na margem. - Paredes anticlinais onduladas e pouco engrossadas. Cada célula com um poro. - Estômatos submersos monocíclicos ordenados em grupos laxos. 				

Tabela 11: Sementes afins com *Paranospermum cambuiense* sem estudos de cutículas.

Nota: * interpretada ao inverso.

As sementes estudadas no presente trabalho, embora apresentem semelhanças morfológicas com o gênero *Eucerospermum*, não podem ser incluídas nele, pois até o momento são desconhecidas as características epidérmicas do mesmo. Cabe mencionar que concordamos com Millan (1972, 1977) a respeito da falta de diferenças significativas entre *E. nitens* e *E. patagonicum*.

Archangelsky & Cúneo (1987) estudaram sementes platispérmicas ligadas com estróbilos femininos de *Ferrugliocadus riojanum* e *Ferrugliocadus patagonicus* (Feruglio) Archangelsky et Cúneo. Esse autores sinonimizaram *E. nitens* (sensu Feruglio) com *F. patagonicus* e conservaram *E. patagonicum* para sementes semelhantes isoladas, grandes. Outros autores como Arrondo (1972) e Archangelsky & Arrondo (1975) só mencionaram a presença de *E. nitens* e *E. patagonicum* na Formação Nueva Lubeka (Eopermiano) e Archangelsky (1989) sugeriu lectótipos para *E. nitens*, *E. patagonicum* e *E. opimum*.

Archangelsky & Cúneo (1987) mencionam, também, algumas características da epiderme das sementes de *F. patagonicus* (Tabela 12), tais como asas de tecido suave, marcadamente desenvolvido perto do ápice, composto por células grandes paralelas à margem da semente, assim como a presença de uma pequena cavidade situada no topo do canal micropilar e na base do ápice bifido, formada por um tecido grosso de células grandes, com orientação diferente às células da asa. Com relação à epiderme das sementes de *Ferrugliocadus riojanum* Archangelsky & Cúneo (1987) observaram (Tabela 12) numerosas estrias longitudinais, células epidérmicas retangulares, de paredes anticlinais suavemente inclinadas, dispostas em bandas e não foram encontrados estômatos.

Embora nossos exemplares sejam similares às sementes de *F. patagonicus* em forma do ápice e base, diferenciam-se pelo tamanho. Não podemos incluí-los nesta espécie, por não contar com características morfológicas mais precisas e por não terem sido encontradas as partes vegetativas e estróbilos femininos de *F. patagonicus* e sim de *P. dusenii* Florin com o qual as sementes apresentam relações epidérmicas.

País	BRASIL	ARGENTINA	
Espécie	<i>Paranospermum cambuiense</i> gen. et sp. nov.	<i>Ferugliocladus patagonicus</i> (Feruglio) Archangelsky et Cúneo (= <i>Eucerospermum nitens</i>)	<i>Ferugliocladus riojanum</i> Archangelsky et Cúneo
Simonimia			
Localização	Figueira, PR	Estancia La Casilda, Província de Chubut.	Arroyo Totoral Província de La Rioja.
Litoestratigrafia	Formação Rio Bonito	Formação Rio Genoa	Formação Arroyo Totoral
Autor	Presente estudo	Archangelsky & Cúneo (1987)	Archangelsky & Cúneo (1987)
Descrição 1 - Aspectos Fisionômicos	<ul style="list-style-type: none"> - Sementes platispérmicas, forma cuneada, simétricas, ápice cordiforme com um ou dois apêndices retos ou curvos, base aguda-arredondada. - Com um sulco ou carena de base a ápice. - Corpo central ovalado. - Asa percorrendo o corpo central, com margem inteira. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sementes triangulares a cuneiformes, ápice amplo e curvo. - Corpo central cuneiforme e percorrido por uma asa. - Sulco mediano que divide simetricamente a semente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sementes subcirculares a cuneiformes, corpo central subcircular a ovalado. - Micrópila emergendo do ápice com 3,0 - 2,0mm. - Asa lateral delicada e ápice bifido e curvo.
Dimensões (mm) Semente Corpo Central Asa	12,0 - 7,0 x 12,0 - 7,0 7,0 - 3,5 x 6,0 - 3,5 1,0 - 2,0	8,0 - 7,0 6,0 x 4,0 1,6	7,0 x 6,0 3,0 - 2,7 1,6
2 - Aspectos epidérmicos	<ul style="list-style-type: none"> - Células da asa alongadas e poliédricas de 4 - 6 lados de 70,0 - 30,0 microns, estreitas na margem. - Paredes anticlinais onduladas e pouco engrossadas. Cada célula com um poro. - Estômatos submersos monocíclicos ordenados em grupos laxos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecido da asa notavelmente desenvolvido por baixo do ápice e composto por células alongadas, com uma direção paralela à margem da semente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Parede do megásporo de 4,0 - 3,0 microns, ápice proeminente, cutícula espessa e de células isodiamétricas. - Células de 70,0 - 50,0 x 35,0 - 30,0 microns. - Paredes anticlinais retas ou suavemente curvas e com muitas perfurações. - Estômatos não observados.

Tabela 12: Sementes afins com *Paranospermum cambuiense* com estudos cuticulares.

Com relação às sementes de *Ferrugliocadus riojanum* as sementes aqui descritas possuem semelhanças na forma e no tipo de base, diferenciando-se da espécie argentina, pelo maior tamanho da asa e do corpo central (Tabela 12) e menor tamanho da micrópila das amostras de Figueira. Do ponto de vista da epiderme, da mesma forma que em *F. patagonicus* é impossível estabelecer comparações uma vez que a descrição desta espécie apresenta-se muito vaga.

Uma vez que são conhecidas as características morfológicas e epidérmicas das sementes platispérmicas estudadas, acredita-se ser possível a criação de um novo gênero denominado *Paranospermum*, sendo sua espécie tipo *P. cambuiense*, nome relacionado ao lugar onde foram coletadas as amostras, anteriormente conhecido como Cambuí. Essa espécie, possivelmente esteja diretamente relacionada como *Paranocladus dusenii*, com base na evidencia morfológica anteriormente discutida, embora até agora não tenha sido encontradas ambas em conexão orgânica.

Autores anteriores como Rösler (1972) e Castro (1985) mencionaram a presença de sementes platispérmicas similares a *Paranospermum cambuiense* na área de Figueira (Tabela 11). Assim, Rösler (1972), embora não tenha realizado um estudo sistemático, indicou sua grande abundância dentro da assembléia e sugeriu que poderiam pertencer ao gênero *Cordaicarpus*. Castro (1985) estudou sementes platispérmicas, por ela classificadas como *Cordaicarpus nitens*, coletadas na Mina de Carvão de Areia Branca (próxima à Mina Amando Simões), indicando também a sua grande abundância. Castro (1985) discordou da idéia apresentada por Millan (1974) de restringir *C. nitens* à taoflora de Monte Mor uma vez que já havia sido indicada sua presença no Paraná por Barbosa (1958) e Rösler (1972). Acredita-se que as sementes mencionadas por Castro (1985) podem ser incluídas em *P. cambuiense* por apresentarem grandes semelhanças, a nível morfológico e ter sido coletadas na mesma área. No caso das sementes indicadas por Rösler (1972) não existem dúvidas de tratar-se de *P. cambuiense*, uma vez que o material por ele coletado foi aqui macerado e estudado.

Fittipaldi & Rösler (1978) encontraram e citaram a presença de cutículas dispersas nas macerações em bloco efetuadas no estudo das cutículas de *P. ? fallax*. Assim, as cutículas mostradas na Estampa 1, figs. 5 e 6, ao serem comparadas com as cutícula da asa de *P. cambuiense* resultaram ser idênticas. Do mesmo modo que as cutículas da asa de uma semente apresentada na Estampa 1, figs. 7 e 8 de Fittipaldi & Rösler (1981).

Fora do Brasil e da Argentina não tem sido relatada a presença de sementes semelhantes a *P. cambuiense*

6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 - Integração dos taxons estudados ao conhecimento da paleobotânica da região de Figueira.

Para finalizar, no presente capítulo será discutida a composição e possíveis relações da taoflora estudada dentro do contexto espacial do Eopermiano, assim como a distribuição das diferentes comunidades vegetais que a integram. Acredita-se que a reconstituição da vegetação proposta seja próxima à realidade, uma vez que contamos com grandes quantidades de rejeito de três locais diferentes (Figura 1) em três fases distintas de exploração das minas, além de estudos anteriores realizados em áreas próximas.

Na Tabela 13 é indicada a evolução dos conhecimentos paleobotânicos (incluindo o presente estudo) para a região. Da mesma forma são indicadas as localidades de coleta e as modificações na sistemática introduzidas com o avanço dos conhecimentos. Optamos por incluir os taxa encontrados por Lundqvist (*apud*. Rösler, 1972) em Patrimônio, uma vez que essa área, conforme indicado por Dolianiti (1948), encontra-se próxima e em ambas foram identificadas muitas espécies em comum.

A taoflora estudada, embora não seja a diretamente responsável pela construção da jazida de Figueira, com certeza representa, em parte, os elementos envolvidos no acúmulo da turfa. Essa afirmação baseia-se no fato de que a deposição da turfa foi interrompida pelo deslocamento da drenagem (ver geologia - Soares & Cava, 1982; Morrone & Daemon, 1985; Aboarrage & Lopes, 1986; Della Favera *et al.*, 1993) e não por uma mudança na composição da vegetação, uma vez que caules de licófitas e micrófilos semelhantes aos estudados foram também observados no carvão.

Através desta pesquisa obteve-se um conhecimento mais apurado das licófitas, uma vez que a maior parte dos fitofósseis encontrados pertencem a esse grupo. Na maioria das vezes encontram-se caules decorticados, atribuídos a Cf. *Brasilodendron pedroanum* Chaloner *et al.*, além micrófilos isolados, possivelmente relacionados a essa

Tabela13: Evolução dos conhecimentos paleobotânicos no presente século na região de Figueira, PR.

Autor Localidades	Lundqvist (1919) Patrimônio	Oliveira (1927) Cambuí Rio Carvãozinho	Florin (1940) Cambuí Rio Carvãozinho	Read (1941) Cambuí Rio Carvãozinho
Licopsida		Caules decorticados		Cf. <i>Brasilodendron pedroanum</i> (= <i>Lepidodendron pedroanum</i>)
Sphenopsida	<i>Sphenophyllum brasiliensis</i> (= <i>Sphenophyllum oblongifolium</i>) <i>Annularia australis</i>	Caules		<i>Sphenophyllum brasiliensis</i> (= <i>Sphenophyllum oblongifolium</i>) <i>Annularia occidentalis</i> (<i>Annularia</i> sp.)
Filicopsida		Frondes		<i>Asterotheca derbyi</i> (= <i>Pecopteris paranaense</i>)
Pteridophylla	<i>Pecopteris</i> sp.			<i>Pecopteris cambuyensis</i> (= <i>Pecopteris pedrasica</i> e <i>Pecopteris cambuyensis</i>) <i>Sphenopteris lobifolia</i> (= <i>Zeilleria oliverai</i>)
Gymnospermopsida Glossopteridales	<i>Gangamopteris obovata</i> <i>Glossopteris communis</i> (= <i>Glossopteris indica</i>)	<i>Glossopteris</i> sp.		<i>Glossopteris browniana</i> <i>Glossopteris communis</i> (= <i>Glossopteris indica</i>)
Voltziales	<i>Paranocladus ? fallax</i> (= <i>Brachiophyllum australe</i>) <i>Cordaicarpus</i> sp. (= <i>Cardiocarpon</i> sp.)	<i>Paranocladus ? fallax</i> (= <i>Lepidodendron</i>)	<i>Paranocladus dusenii</i> <i>Paranocladus ? fallax</i>	<i>Paranocladus ? fallax</i> (= <i>Brachiophyllum australe</i>) <i>Cordaicarpus</i> sp. (= <i>Cardiocarpon</i> sp.)

Autor Localidade	Rösler (1972) Rio Carvãozinho C. da Brasileira Ibaiti (Barra Bonita)	Fittipaldi (1981) Fittipaldi & Rösler (1978 e 1985) C. da Brasileira	Castro (1985) Mina de Areia Branca	Presente estudo Mina Amando Simões (poço 01 = C. da Brasileira e poço 06) Plano Inclinado 115
Licopsida	Cf. <i>Brasilodendron pedroanum</i> (= <i>Lepidodendron pedroanum</i>) Caules decorticados	Cutículas		Cf. <i>Brasilodendron pedroanum</i> , níveis β , γ , δ , e micrófilos <i>Lagenosporites triunfensis</i> <i>Lagenosporites scutiformis</i> <i>Sublagenicula</i> cf. <i>S. brasiliensis</i> <i>Setosisporites</i> cf. <i>S. furcatus</i>
Sphenopsida	<i>Sphenophyllum brasiliensis</i> <i>Annularia occidentalis</i> <i>Paracalamites australis</i>		<i>Sphenophyllum brasiliensis</i> (= <i>Sphenophyllum oblongifolium</i>)	
Filicopsida	<i>Asterotheca derbyi</i>			
Pteridophylla	<i>Pecopteris cambuyensis</i>		<i>Pecopteris cambuyensis</i> (= <i>Pecopteris pedrasica</i> e <i>Pecopteris cambuyensis</i>) <i>Sphenopteris lobifolia</i>	<i>Pecopteris</i> sp.* <i>Sphenopteris</i> sp.*
Gymnospermopsida Glossopteridales	<i>Glossopteris communis</i>	<i>Glossopteris communis</i> (cutículas)	<i>Glossopteris communis</i> <i>Glossopteris</i> cf. <i>G. ampla</i> <i>Glossopteris angustifolia</i> var. <i>taeniopteroides</i>	? <i>Rubidgea</i> sp.* <i>Glossopteris</i> sp.*
Cordaitopsida				Cordaitales*
Voltziales	<i>Paranocladus ? fallax</i> <i>Paranospermum cambuiense</i> (= <i>Cordaicarpus</i> sp.)	<i>Paranocladus ? fallax</i> (cutículas) Semente (cutículas)	<i>Paranocladus ? fallax</i> <i>Paranospermum cambuiense</i> (= <i>Cordaicarpus nitens</i>)	<i>Paranocladus dusenii</i> <i>Paranospermum cambuiense</i> <i>Buriadia figueirensis</i>

Legenda:

* = exemplares coletados na última etapa de campo, classificação tentativa.

As classificações que passaram para a sinonímia foram colocadas entre parentese.

espécie. Cabe destacar a presença de apenas uma espécie (Cf. *Brasilodendron pedroanum*) evidenciada pelos caules e micrófilos, embora tenham sido encontradas quatro espécies de megásporos, sendo duas amplamente dominantes (*Lagenosporites triunfensis* Arai *et* Rösler e *L. scutiformis* Trindade).

Em relação à baixa diversidade de licófitas encontrada, acreditamos que este fato não tenha sido produto de deficiências na coleta e sim uma característica da flora, uma vez que observando os espécimens ilustrados por Oliveira (1927), Read (1941) e Rösler (1972) é possível identificar os diferentes níveis de decorticação aqui relacionados a Cf. *Brasilodendron pedroanum*. A única menção a caules diferentes dos estudados para a região de Figueira encontra-se na Estampa 8, fig. 3 e 6 de Read (1941).

O grande tamanho dos caules (largura maior de 20,0 cm) observados no campo assim como dos estudados, e também das almofadas foliares, relacionam-se ao hábito arbóreo de Cf. *Brasilodendron pedroanum* e sugerem um transporte muito limitado desse material até seu lugar de deposição. É interessante mencionar que no Rio Grande do Sul foram encontradas bases abauladas de licófitas *in situ* (Guerra-Sommer, 1989a; Piccoli *et al.*, 1991) de hábito arbóreo, em camadas da Formação Rio Bonito. Também na Argentina, nas bacias de Paganzo e Tepuel-Genoa, foram encontrados caules “*in situ*” de licófitas, possivelmente arbóreas (Cúneo & Andreis, 1983 e Azcuy *et al.*, 1987). Todas essas ocorrências indicariam que no Gondwana ocidental, pelo menos, algumas espécies de licófitas desenvolveram o hábito arbóreo com a melhoria climática, coexistindo com formas herbáceas, que posteriormente no Neopermiano tornar-se-iam dominantes.

Com referência à diversidade dos megásporos (Tabela 14), foram estudadas amostras das três localidades. Uma vez que os megásporos não sofrem um transporte significativo (Bartram, 1987), podem ser utilizados para verificar variações das espécies de licófitas de acordo com diferentes fácies dentro do pântano. Como é possível observar, não foram encontradas tais mudanças. Nas localidades estudadas,

assim como nas amostras provenientes do rejeito geral, a espécie dominante foi sempre *Lagenosporites triumphensis*, seguida por *L. scutiformis*.

Acredita-se que a assembléia de megásporos estudada represente a comunidade autóctone conjuntamente com Cf. *Brasilodendron pedroanum*, embora não seja possível saber qual das espécies de megásporos estava diretamente relacionada a Cf. *Brasilodendron pedroanum*. Futuramente deverão ser descobertas e descritas as demais espécies de licófitas cujos megásporos foram encontrados (possivelmente não mais de três).

Tabela 14: Espécies de megásporos encontrados por amostra e local de procedência.

Espécies ⇒		<i>Lagenosporites triumphensis</i> Trindade	<i>Lagenosporites scutiformis</i> Arai & Rösler	<i>Sublagenicula</i> cf. <i>S. brasiliensis</i> (Dijkstra)	<i>Setosisporites</i> cf. <i>S. furcatus</i> (Dijkstra)
Amostras GP/3E	Local de procedência				
3188	AS - 01	1			
3191	AS - 01			1	
5891	PI - 115	1			
5895	PI - 115	7	3		
5896	PI - 115	18	9	4	1
5913	AS - 06	1			
5914	AS - 06	5	1		
5917	PI - 115		1		
5923	R. geral	30	4		
5925	R. geral	6	3		
5930	R. geral	24	6	2	
5936	R. geral	2	2		2
5967	PI - 115	2	1		
5974	PI - 115	1			
5982	AS - 06	13	2		
6011	R. geral	12	2		
Total	⇒	123	34	7	3

Legenda:

Local de procedência:

Mina de Plano Inclinado 115 (PI - 115)

Mina Amando Simões Poço 01 (AS - 01) e Poço 06 (AS - 06)

Rejeito Geral (R. geral)

Por último os micrófilos, em sua maioria, foram encontrados isolados, fragmentados e desgastados, em amostras caracterizadas pela presença de fragmentos de *Paranocladus dusenii*, *Paranospermum cambuiensis*, assim como de outros tecidos não identificados, e poucos exemplares de megásporos. Cabe aqui destacar o fato de terem os micrófilos sido encontrados isolados embora admita-se a possibilidade de *Brasilodendron pedroanum* possuir micrófilos perenes (Chanoler *et al.*, 1979). Sendo verdadeira essa premissa estes poderiam haver-se destacados da planta uma vez que ela morresse, explicando dessa forma seu posterior desgaste e deposição.

Por outro lado, os exemplares de micrófilos presentes no carvão encontravam-se melhor preservados. Esta é a primeira vez que foram realizados estudos de micrófilos na região de Figueira e no Brasil.

Com relação às Voltziales, segundo grande grupo de fitofósseis estudados, as mesmas encontram-se representadas por *Paranocladus dusenii*, *Paranospermum cambuiense* e *Buriadia figueirensis*. Embora os ramos de *Paranocladus dusenii* sejam muito freqüentes na assembléia fóssil, estes na maioria dos casos pertencem a ramos de ordens inferiores, havendo possivelmente sofrido um transporte maior que os caules das licófitas. Entretanto alguns ramos de ordens superiores foram encontrados. Junto a *Paranocladus dusenii* freqüentemente foram encontradas sementes com asa, aqui incluídas em *Paranospermum cambuiense*.

Um fato novo a ser registrado foi o encontro de estróbilos femininos conectados organicamente a ramos de *Paranocladus dusenii*, sendo possível pela primeira vez, para a flora neoplaeozóica da bacia do Paraná, contar com uma conífera fértil. A relação entre essas coníferas e a semente foi estabelecida com bases anatômicas, embora nunca houvessem sido encontradas unidas. A presença de ramos heterófilos proporcionou a possibilidade de completar a diagnose original e de efetuar uma reconstrução da árvore (Figura 9), assim como corroborar mais uma vez, a hipótese elaborada por Meyen (1987) sobre a existência de heterofilia entre as coníferas primitivas, incluídas dentro da ordem Voltziales.

Os ramos de *Buriadia figueirensis*, assim como os de *Paranocladus duseinii*, sempre foram fragmentários, nunca tendo sido encontrados ramos de ordens superiores. Esta foi a primeira vez que ramos desse gênero foram estudados na região de Figueira (Cap. 5, Estudo Sistemático), embora apresentem pouca expressão na taoflora estudada. Um aspecto interessante a ser comentado refere-se à mudança da composição da taoflora observada na última etapa de campo. Na qual verificou-se diminuição na quantidade de caules de licófitas assim como de *Paranocladus duseinii* e a ausência de *Buriadia figueirensis*. Formas pouco freqüentes nas assembléias encontradas nas viagens anteriores, mostraram-se agora mais abundantes, como por exemplo folhas de *Glossopteris*, bem preservadas (14,0cm de comprimento) e possivelmente alguns exemplares de Cordaitales e de *Rubidgea*. Também foram encontradas frondes de pecopterídeas e de *Sphenopteris*. A semente *Paranospermum cambuiense* permaneceu sendo um elemento abundante, tendo sido encontrada uma nova espécie de semente, não mencionada em estudos anteriores.

Os exemplares recoletados na última etapa de campo não foram aqui estudados sistematicamente, embora estejam bem preservados. A ligeira mudança na composição da taoflora observada nesta etapa, relação às anteriores, parece ter relação com o incremento da lavra no Poço 01 (antigo Campo da Brasileira) e com a desativação do Poço 06 e do Plano Inclinado 115, estes últimos abertos na década dos 80. Dessa forma, a assembléia encontrada na última etapa de campo assemelha-se mais com aquela encontrada por Rösler (1972) e por outros pesquisadores (Read, 1941; Castro, 1985 etc). Assim, a taoflora aqui estudada corresponde a uma porção da camada de carvão diferente, possivelmente marginal, na qual as formas estudadas foram depositadas em número maior, em detrimento das pecopterídeas, glossopterídeas entre outras.

Tabela 15: Elementos presentes na taoflora da região de Figueira

Tipos vegetais	Espécie
Licopsida	Cf. <i>Brasilodendron pedroanum</i> , Níveis β , γ , δ , ϵ . Micrófilos isolados
Megasporites	<i>Lagenosporites triunfensis</i> , <i>L. scutiformis</i> , <i>Sublagenicula</i> cf. <i>S. brasiliensis</i> e <i>Setosisporites</i> cf. <i>S. furcatus</i>
Sphenopsida	<i>Sphenophyllum brasiliensis</i> , <i>Annularia occidentalis</i> <i>Paracalamites australis</i>
Filicopsida	<i>Asterotheca derbyi</i>
Pteridophylla	<i>Pecopteris camburyensis</i> , <i>Sphenopteris lobifolia</i>
Gymnospermopsida/ Glossopteridales	<i>Gangamopteris obovata</i> , <i>Glossopteris communis</i> <i>Glossopteris angustifolia</i> var. <i>taeniopteroides</i> , <i>Glossopteris</i> sp., ? <i>Rubidgea</i> sp.
Voltziales	<i>Paranocladus dusenii</i> , <i>Paranocladus</i> ? <i>fallax</i> <i>Paranospermum cambuiense</i> <i>Buriadia figueirensis</i>

Ao juntar a taoflora estudada com as anteriormente conhecidas para a região (tabelas 13 e 15), observamos que a mesma constitui uma Flora de *Glossopteris* já consolidada (Taoflora B - Rösler, 1978; Rohn & Rösler, 1987), na qual é possível distinguir mais de uma comunidade vegetal, embora apareçam menos espécies do que nas comunidades encontradas no Membro Siderópolis, em Santa Catarina.

6.2 - A taoflora da região de Figueira no âmbito da vegetação neopalezóica do Gondvana sul-ocidental.

6.2.1 - Relações com a vegetação da porção brasileira da bacia do Paraná.

A taoflora da região de Figueira pode ser facilmente correlacionada com aquelas encontradas nas localidades paranaenses de Marins (Guerra-Sommer *et al.*, 1981), Teixeira Soares e São João do Triunfo (Dolianiti, 1954a; Rösler, 1972, 1975a, 1976 e 1979; Rigby, 1970), como já foi indicado no capítulo do Histórico, embora não se possa afirmar que tenham sido contemporâneas. Autores como Rösler (1978) haviam já assinalado essa semelhança, incluindo essas taofloras na Taoflora B, com

exceção de Marins que ainda não havia sido descrita nessa data. Cabe destacar que em S. J. do Triunfo, Arai & Rösler (1984) encontraram uma assembléia de megásporos muito semelhante com a aqui estudada, embora mais pobre em espécies. Os autores, do mesmo modo que no presente estudo, propuseram origem autóctone para as licófitas, assim como especularam sobre a presença de uma flora local pouco diversificada em espécies. Cabe perguntarmos se essa comunidade seria composta por formas afins a *Brasilodendron pedroanum*, como no caso de Figueira. A única menção a licófitas em Teixeira Soares foi feita por Barbosa (1958). O autor não ilustrou o material embora o tenha classificado como *Lepidodendron pedroanum* (= ?*Brasilodendron pedroanum*). Com base na ocorrência de formas afins a *Brasilodendron pedroanum* (Figueira, S. J. Triunfo e T. Soares) e de *L. triumfensis* e *L. scutiformis* (Figueira e S. J. Triunfo) poder-se-ia pensar na existência de uma comunidade vegetal composta por licófitas arborescentes, a qual teria habitado as regiões pantanosas dos lobos deltaicos da porção basal do Membro Triunfo, durante o Eopermiano (Medeiros & Thomaz Filho, 1973; Soares & Cava, 1982; Morrone & Daemon, 1985; Della Favera *et al.*, 1993; Popp, 1983). Essa comunidade estaria distribuída ao longo da paleolinha costeira no Estado do Paraná, embora possa ser encontrada em outras localidades da bacia, como no Rio Grande do Sul.

Com relação à taoflora de Ribeirão Novo é difícil o estabelecimento de comparações uma vez que os exemplares encontrados carecem de estudos sistemáticos detalhados. Com base nos gêneros (Guerra-Sommer *et al.*, 1981a) listados, somente *Paracalamites* e *Cordaicarpus* aparecem em ambas as taofloras. Entretanto, a presença de *Botrychiopsis plantiana* em Ribeirão Novo indicaria uma idade mais antiga para esta.

Fora do Estado do Paraná podem ser estabelecidas comparações com a taoflora de Monte Mor, SP (Rösler, 1972 e 1978; Millan, 1972, 1974, 1980 entre outros). Elas apresentam em comum licófitas (formas afins com *Brasilodendron pedroanum*), megásporos (*Lagenisporites scutiformis* e *Sublagenicula brasiliensis*), esfenófitas

(*Paracalamites australis*), coníferas (*Paranocladus* e *Buriadia*) e sementes. As licófitas encontradas em Monte Mor foram aqui interpretadas como pertencentes a ramos superiores da planta, com base no tamanho dos caules e almofadas foliares. Com relação às coníferas é muito provável que, em Monte Mor, esteja presente a espécie *P. dusenii*. É possível que, por falta de estudos cuticulares, essa espécie tenha sido classificada até agora como *P. ? fallax*. O gênero *Buriadia* apresenta espécies diferentes, sendo encontrada *B. heterophylla* em Monte Mor, SP e *B. figueirensis* na região de Figueira. A semente *Cordaicarpus nitens* referida para Monte Mor, possivelmente, após estudos epidérmicos possa ser incluída dentro de *Paranospermum cambuiense*.

O fato da taoflora de Monte Mor pertencer ao Neocarbonífero sugere que esta corresponde ao primeiro registro, contendo o mais antigo dos elementos conhecidos (p. ex. Cf. *Brasilodendron pedroanum*, *Paranocladus dusenii*, etc.) em comum com a taoflora estudada. Provavelmente com a melhoria das condições climáticas durante o Eopermiano (Rösler, 1978), esses vegetais tenham migrado mais para o sul.

As taofloras de Cerquilho e Figueira possuem em comum somente a espécie *Paracalamites australis*, embora ambas as taofloras tenham sido posicionadas no Eopermiano. Acredita-se que futuros estudos sistemáticos realizados no material coletado na última etapa de campo e novas coletas em Cerquilho, poderão trazer mais elementos de comparação. Cabe ressaltar a ausência de licófitas em Cerquilho.

A taoflora de Figueira possui formas em comum (*Paracalamites australis*, *Pecopteris* aff. *P. cambuyensis*, *Sphenopteris lobifolia*, *Gangamopteris obovata*, *Glossopteris communis*, *Glossopteris* cf. *G. ampla* e *Buriadia*), conforme mencionado por Rösler (1972) e Bernardes de Oliveira (1978, 1980a), com as taofloras do Membro Siderópolis da Formação Rio Bonito em Santa Catarina (Irapuá, Lauro Müller e Treviso). As taofloras Irapuá, Lauro Müller e Treviso são consideradas mais jovens que a taoflora de Figueira (Rösler, 1978; Bernardes de Oliveira 1978, 1980a) e representantes de um estágio mais avançado dentro da Flora de *Glossopteris*. É interessante mencionar que apesar de serem escassas as licófitas nas taofloras do Membro Siderópolis em Santa

Catarina, os megásporos são abundantes tendo em comum a espécie *Sublagenicula brasiliensis* com Figueira.

Por último, com as tafofloras associadas a carvão no Rio Grande do Sul observamos que com as tafofloras do Subgrupo Itararé poucas espécies são encontradas em comum (*Paracalamites australis* e *Glossopteris communis*). Com relação às floras da Formação Rio Bonito, a tafoflora que apresenta mais características comuns com a estudada é a citada na região de Candiota (Carruthers, 1869; Zeiller 1895; Lundqvist, 1919; Kräusel, 1961; Chaloner *et al.*, 1979; Guerra-Sommer & Bortoluzzi, 1982 entre outros), embora poucos sejam os elementos comuns para ambas as regiões, (*Brasilodendron pedroanum*, *Glossopteris communis*, *Sphenopteris* e *Buriadia*). Entretanto, a presença abundante de caules de licófitas associados às camadas de carvão, assim como de megásporos, indicaria a ocorrência de uma comunidade vegetal autóctone (Guerra-Sommer, 1989a entre outros) semelhante à de Figueira. A tafoflora de Candiota é considerada mais moderna que a estudada, tendo sido posicionada no intervalo Artinskiano-Kunguriano. Autores como Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig (1993) correlacionam a tafoflora estudada com horizontes inferiores (Sakmariano-Artinskiano, Subzona de *Phyllothea indica*) embora nesta subzona não seja mencionada a ocorrências de formas afins a *Brasilodendron pedroanum*. Em outras localidades como as Fazendas Diamantino e Júlio Souza (Corrêa da Silva & Arrondo, 1977) tem sido citada a ocorrência de troncos de licófitas e coníferas.

6.2.2 - Relações com a vegetação das bacias de Paganzo e Tepuel-Genoa.

Fora da porção brasileira da bacia do Paraná, no Uruguai, na Formação Tres Islas, tem sido mencionada a ocorrência de troncos e impressões de folhas reconhecidos como membros da Flora de *Glossopteris* (Santa Ana & Veroslavsky, 1993), sendo difícil estabelecer comparações com a flora estudada.

Na Argentina encontramos elementos em comum com a tafoflora de Figueira principalmente, nas tafofloras das bacias de Paganzo e Tepuel-Genoa (Patagônia). Essas relações foram também indicadas por Rösler (1972, 1975a), Archangelsky

(1971), Archangelsky & Arrondo (1975), Archangelsky & Cúneo (1987, 1991) entre outros. Na bacia de Paganzo, foram encontradas formas arborescentes afins com *Brasilodendron pedroanum*, nas formações Tupe (zona de NBG – Neocarbonífero) e Jejenes (zona de Intervalo – limite Carbonífero / Permiano), assim como *Paracalamites*. Esses gêneros tem sido interpretados como representantes de comunidades hidro-higrófilas (Archangelsky & Cúneo, 1991). Espécimes referidos a *Paranocladus* ? *fallax* ocorrem nas formações Bajo de Veliz, Arroyo Totoral e Tasa Cuna (Zona de *Gangamopteris* – Eopermiano). Também na Formação Cerro Agua Negra (bacia Calingasta-Uspallata) tem sido mencionada a ocorrência dessa espécie (Archangelsky *et al.*, 1991a e 1991b). Outros gêneros encontrados na taoflora de Figueira, como *Asterotheca*, *Pecopteris*, *Sphenopteris* e *Glossopteris* são também referidos para a Zona de *Gangamopteris*, nas formações Arroyo Totoral e Tasa Cuna, embora a ausência de licófitas seja uma diferença importante em relação à taoflora estudada. Archangelsky & Cúneo (1991) mencionam que na Zona de *Gangamopteris* podem ser identificadas comunidades vegetais higrófilas e mesófilas.

As taofloras bacia da Tepuel-Genoa (formações Río Genoa e Mojón de Hierro, porção inferior) foram incluídas dentro da superzona de *Ferugliocladus* (Archangelsky, 1971; Archangelsky *et al.*, 1980; Andreis *et al.*, 1991; Archangelsky *et al.*, 1991a e 1991b; Cúneo, 1996). Na porção inferior dessa superzona ou zona de *Nothorhacopteris chubutiana* (Eopermiano, Lubekense A) há ocorrência de licófitas (possivelmente formas afins com *Bumbudendron* e *Brasilodendron* entre outros), filicíneas e coníferas (*Ferugliocladus*, *Ugartecladus*). Também é mencionada a presença, em menor número de esfenófitas, pteridófitas (*Shenopteris*) e algumas glossopterídeas (predominantemente *Gangamopteris*). Nos níveis mais inferiores ocorre *Nothorhacopteris chubutiana*, considerada uma forma remanescente. Cúneo & Andreis (1982 e 1983) mencionam a ocorrência *in situ* de troncos de licófitas arborescentes e concluíram que seu maior tamanho com relação aos encontrados na bacia de Paganzo, seria indicativo de um clima menos rigoroso. É interessante destacar que as licófitas foram consideradas condicionadas edáficamente às regiões pantanosas (Cúneo, 1983).

A porção superior dessa superzona ou zona de *Ginkgoites eximia* (Eopermiano, Lubekense B) é caracterizada por uma mudança nas assembléias vegetais. Aqui desaparecem os elementos remanescentes, licófitas e coníferas (*Genoites*) são pouco frequentes; há um incremento das espécies de *Glossopteris* em detrimento de *Gangamopteris* e presença de novas espécies de filicíneas. Dessa forma há pouca correlação entre a taoflora de Figueira e as comunidades encontradas na zona de *Ginkgoites eximia*. É importante destacar que as licófitas desaparecem dos ambientes hidro-higrófilos, e são substituídas por esfenófitas.

Por último, verifica-se que a assembléia aqui estudada não apresenta relações com a superzona *Dixengethica* (= *Glossopteris* A - Archangelsky *et al.*, 1991a e 1991b), caracterizada pelas taoflora da Formação La Golondrina, uma vez que a única espécie em comum é *Gangamopteris obovata*, amplamente distribuída nas taofloras permianas do Gondvana sul-ocidental.

Ao comparar as taofloras argentinas com a de Figueira vemos que as maiores relações encontradas (p. ex. taoflora da zona de *Nothorhacopteris chubutiana*) surgem entre aquelas que se desenvolveram em ambientes semelhantes ao que existiu na porção basal do Membro Triunfo ou de pântanos localizados na planície deltaica.

Dessa forma, as comunidades vegetais que apresentam maior grau de semelhança são aquelas consideradas como hidro-higrófilas (áreas baixas – Archangelsky, 1981; Cúneo, 1883 entre outros), uma vez que seus fósseis tem sido interpretados como autóctones (licófitas e esfenófitas) seguidas daquelas comunidades, que ocupavam posições mais elevadas da planície deltaica (pteridófilas, glossopterídeas e coníferas entre outros).

Com relação aos megásporos, somente *Sublagenicula brasiliensis* aparece em comum com Figueira. A espécie *Sublagenicula brasiliensis* ocorre nas bacias argentinas de San Rafael (Formação El Imperial, Eopermiano - Garcia, 1995), Paganzo (formações Agua Colorada, Tupe, Guadancodol e Santa Máxima, Neocarbonífero - Spiner, 1969; Gutierrez, 1987; Garcia, 1995 entre outros), Tepuel-Genoa (Formação Río Genoa,

Figura 11: Distribuição das principais bacias gondvânicas durante o intervalo Neocarbonífero - Eopermiano

Distribuição do gênero <i>Paranocladus</i> (♂) no intervalo Neocarbonífero-Eopermiano	Distribuição das licófitas arborescentes (♀) no intervalo Neocarbonífero-Eopermiano

Localidades:

- 1 - Estado de São Paulo (Monte Mor)
- 2 - Estado do Paraná (Figueira)
- 3 - Estado do Rio Grande do Sul
- 4 - Bacia do Paganzo (Argentina)
- 5 - Bacia Tepuel - Genoa (Argentina)

Modificado de: Anderson & Anderson (1985), Andreis *et al.* (1991), Archangelski & Cúneo (1991), Chaloner *et al.* (1979), Cúneo (1996), Milani (1997), Millan (1972), Pant (1996), Rösler (1978), White (1990), entre outros.

Eopermiano – Archangelsky *et al.*, 1989) e tem sido encontrada em perfurações da bacia Chacoparanaense (Formação Formação Ordoñez, Neocarbonífero/Eopermiano – Cúneo *et al.*, 1991).

Gutierrez (1987) assinalada a possibilidade de a associação *Brasilodendron-Sublagenicula* constituir uma mesma linha evolutiva caracterizada pela heterosporia, estruturas reprodutivas não estrobilares e ausência de lígula. Na região de Figueira, poucos exemplares de *Sublagenicula* foram encontrados, sendo *Lagenosporites triunfenis* amplamente dominante, e foi confirmada a presença de Cf. *Brasilodendron pedroanum*, podendo essa relação ser mais abrangente do que o proposto.

6.2.3 - Relações com a vegetação dos outros continentes gondvânicos.

Escassas comparações podem ser estabelecidas entre as paleofloras conhecidas (Figura 11) para o sul da África (Ecça Médio), Índia (andares Talchir e Karharbari), Austrália e a taoflora estudada, como foi indicado por Rösler (1972).

As taofloras presentes na bacia do Karoo, localizada ao leste da África do Sul, pertencentes ao Eopermiano, são incluídas na porção média do Grupo Ecça (Formação Vryheid). No Ecça Médio desenvolveram-se sistemas flúvio-deltaicos que deram origem a importantes jazidas de carvão (Hobday, 1987). As associações encontradas são claramente dominadas por glossopterídeas e licófitas, embora espécies de *Noeggerhatiopsis* sejam frequentemente encontradas, sendo as esfenófitas escassas (Anderson & Anderson, 1985). Apenas uma espécie em comum com a taoflora de Figueira pode ser assilada: *Gangamopteris obovata*, embora em termos de comunidades vegetais encontrem-se semelhanças, uma vez que as licófitas (*Azaniodendron* e *Cyclodendron*) intergravam as associações de pântanos como no caso de Figueira. As glossopterídeas podem ser consideradas como representantes das associações que habitavam áreas ao longo dos rios e outros locais elevados (Anderson & Anderson, 1985).

Com a Índia, a nível específico, somente encontramos em comum *Paracalamites australis*, *Gangamopteris obovata* e *Glossopteris communis*. A nível genérico *Paranocladus* e

Buriadia ocorrem na Índia (Banerjee, 1987; Pant, 1996). No caso de *Paranocladus* seus fósseis são encontrados em sedimentos do Andar Talchir, embora sejam escassos. Acredita-se que a taoflora presente no Andar Talchir esteja relacionada com a vegetação que existiu imediatamente após o fim da glaciação. Nele não são encontrados níveis de carvão. Os gêneros *Gangamopteris*, *Glossopteris* e *Buriadia* ocorrem no andar seguinte ou Karharbari (Sakmariano – Artinskiano. Archangelsky, 1984; Banerjee, 1987; Pant, 1996), onde se costata uma melhoria nas condições climáticas, evidenciada pela presença de camadas de carvão. Embora megafósseis de licófitas não sejam encontrados, a freqüente ocorrência de megásporos no Andar Karharbari indicaria a presença de regiões pantanosas com abundantes licófitas (Rohn & Rösler, 1987; Banerjee, 1987; Pant, 1996). Entre as espécies de megásporos estudadas e as encontradas na Índia somente a espécie *Sublagenicula brasiliensis* aparece em comum. Banerjee (1987) acrescenta que a presença de esporos de fungos no andar Karharbari, pode ser considerada um indicador de umidade. *Buriadia* também é encontrado no Andar seguinte ou Barakar, embora seus fósseis sejam escassos. É interessante mencionar que a escassez de ramos de *Buriadia*, tanto na porção brasileira da bacia do Paraná, como na Índia poderia indicar que as espécies desse gênero ocuparam ambientes distantes das regiões pantanosas ou posições mais elevadas da planície deltaica.

Na porção leste da Austrália (bacias de Sidney, Bowen e Cooper entre outras), no Eopermiano, originaram-se importantes depósitos de carvão. Acredita-se que tenham sido o resultado de pântanos dominados por esfénofitas, filicíneas e licófitas herbáceas, estando as glossopterídeas localizadas em regiões próximas (White, 1990). Em termos de espécies somente *Paracalamites australis*, *Sphenopteris lobifolia*, *Gangamopteris obovata* e *Glossopteris communis*, são comuns a Figueira e Austrália nesse período. Outras comparações são difíceis de serem feitas, uma vez que as associações de pântano foram dominadas por grupos diferentes. Por último, poucas relações podem ser estabelecidas com Antártica.

6.3 - Considerações sobre a idade da taoflora da região de Figueira.

A taoflora estudada pertence à porção basal do Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, que tem sido posicionada no Artinskiano (Milani *et al.*, 1994) ou no clássico esquema bioestratigráfico de Daemom & Quadros (1970) no intervalo H₂ (Artinskiano Superior) .

Read (1941) mencionou a possibilidade das floras de Rio Carvãozinho e Teixeira Soares possuírem idade Pensilvaniana – Permiana. Posteriormente Rösler (1972, 1975a) posicionou a taoflora estudada perto da base do Eopermiano (? Sakmariano).

Rösler (1978) considerou a taoflora encontrada no nordeste e sul do Estado do Paraná (Taoflora B) como pertencente ao Eopermiano, da mesma forma que Rocha-Campos & Rösler (1978). Correlações com as taofloras neopaleozóicas da Argentina, indicam da mesma forma, uma idade concomitante com o Eopermiano, representada na bacia de Tepuel – Genoa pela zona de *Nothorhacopteris chubutiana* (Lubekense A).

Após o presente estudo é preciso considerar os seguintes aspectos relacionados com a idade da taoflora da região de Figueira, antes de propor uma idade:

- no atual estado do conhecimento paleobotânico, aparecem nela espécies da flora de *Glossopteris* amplamente distribuídas pelo Gondvana (p. ex. *Paracalamites australis*, *Gangamopteris obovata* e *Glossopteris communis*), num intervalo biocronoestratigráfico que vai desde a base do Sakmariano até o Kunguriano;
- a presença de pântanos dominados por licófitas arborescentes no Gondvana, especialmente nas taofloras relacionadas a camadas de carvão, parece ter sido comum, pelo menos, ao Brasil e à Argentina, no Eopermiano, juntamente o gênero *Paranocladus*;

- a presença de formas afins a *Paranocladus*, desde o Neocarbonífero tanto no Brasil (Monte Mor), como na Argentina (zona de Intervalo) e na Índia (andar Talchir), até o Eoperrmiano. No caso de *Buriadia*, esse gênero possui uma distribuição biocronoestratigráfica mais ampla, chegando até o início do Kunguriano;
- a ocorrência *Lagenosporites scutiformis* anteriormente exclusivo de Monte Mor e S. J. do Triunfo e
- a ausência de *Botrichiopsis*, considerado como uma forma relitual do Carbonífero, cuja presença indicaria uma idade mais próxima do limite Carbonífero-Permiano.

Todas essas evidências permitem pensar que a idade da taoflora estudada pode estar localizada entre o fim do Sakmario e o início do Artinskiano, uma vez que apresenta relações com taofloras anteriores ao estabelecimento da Flora de *Glossopteris*, assim como espécies até agora endêmicas, além de outras muito comuns a diferentes estágios de desenvolvimento da mesma, tendo sido considerada um estágio de consolidação da Flora de *Glossopteris* na bacia do Paraná (Rohn & Rösler, 1987). No qual aparecem gêneros considerados “nórdicos” (*Pecopteris*, *Asterotheca*, etc.). No caso da Taoflora de Figueira acredita-se não ser recomendável utilizar a relação entre espécies dos gêneros *Glossopteris* e *Gangamopteris*, uma vez que, até agora não foi feita uma revisão sistemática das espécies presentes.

6.4 - Paleoecologia das comunidades vegetais associadas a camadas de carvão.

6.4.1 - Considerações preliminares.

Nas últimas décadas tem surgido um crescente interesse, por parte dos paleobotânicos, por estudar e compreender qual é a verdadeira porção da vegetação de uma área que é preservada na forma de uma taoflora. Autores como Spicer (1980), Scheihing & Pfefferkorn (1984), Ferguson (1985), Gastaldo *et al.* (1987) e Greenwood (1991) entre outros, têm realizado excelentes estudos a esse respeito.

As folhas e outros órgãos vegetativos podem ser transportados pelo vento e pela água, sendo comumente o transporte iniciado pelo vento, para as partes mais leves, e concluído, em muitos casos, pela água (Spicer, 1980; Ferguson, 1985; Greenwood, 1991). A forma, tamanho, estrutura interna e densidade do tecido da folha são fatores que influenciam sua passagem pelo ar e pela água. O efeito de filtro das plantas vizinhas permite que apenas os vegetais próximos de um corpo d'água possam atingir um ambiente de deposição (fundos de lagos, turfeiras, canais abandonados, pântanos e deltas) em condições normais. (Spicer, 1980; Gastaldo *et al.*, 1987; Greenwood, 1991). As folhas, galhos, pedaços de córtex, etc., podem atingir um curso d'água (Ferguson, 1985) das seguintes formas:

- a - Diretamente: caindo sobre ele, flutuando nas áreas com forte influência das marés , etc.
- b- Indiretamente: sendo envolvidos pelo corpo d'água quando as correntes erodem um depósito.

O transporte de partes vegetativas pela água é amplamente controlado por fatores (Spicer, 1980; Greenwood, 1991) como:

- a - tempo que demoram para começar a ser desarticuladas pela água;
- b - velocidade com que são atacadas por microrganismos;
- c - propriedades hidrodinâmicas;
- d - turbulência da corrente d'água.

Dependendo do tempo durante o qual a folha flutua na água, ela começa a ser degradada, sendo as folhas com baixos conteúdos de lignina, mais rapidamente atacadas por microrganismos, bactérias e algas. A turbulência da água afeta diferencialmente as folhas, sendo as folhas frescas menos afetadas do que as que se encontram em processo de degradação, as quais podem ser mais facilmente fragmentadas (Ferguson, 1985). Desta forma, é fácil observar que o transporte feito pelas correntes d'água altera consideravelmente o caráter das assembléias de folhas. O

resultado muitas vezes pode ser o acúmulo, nos depósitos, de amostras que representam a vegetação local que, por se originarem próximas dos mesmos sofreriam menos com o transporte. Gastaldo *et al.* (1987) sugerem que partes aéreas mais pesadas como pedaços de troncos e córtex podem ser transportados flutuando ou como carga de fundo.

Scheihing & Pfefferkorn (1984) ao estudar a tafonomia das plantas terrestres no delta do rio Orinoco, concluíram que as partes das plantas (folhas, galhos, etc.) raramente são conservadas nos solos onde viveram originalmente (como no caso das turfeiras dos pântanos), mas são incorporadas dentro das fácies clásticas próximas à sua origem. Desta forma diferentes ambientes de sedimentação preservam comunidades vegetais distintas. No delta do rio Orinoco a vegetação dos diques marginais é depositada nos canais e suas margens. A vegetação de planície de inundação, que cresce imediatamente ao lado dos lagos, é preservada dentro destes. O bosque dos pântanos é depositado nas fácies de canal e nas margens dos canais distributários. Na planície deltaica superior, os diques marginais constituem uma barreira natural que impede a mistura da vegetação deste e a da vegetação da planície de inundação. Na ausência de diques marginais ou de barreras arenosas na planície deltaica inferior, a maré avança por grandes extensões do bosque dos pântanos e transporta partes de vegetais em direção ao mar.

Os citados autores também observaram que nos depósitos em geral são preservadas as espécies que produzem partes em abundância (como folhas), as quais desprendem-se livremente. Burnham (1989) obteve resultados similares ao estudar a deposição da vegetação atual na planície de várzea no rio San Pedro, no sul do México.

Spicer (1980), ao fazer uma análise estatística, comentou que a distribuição observada nos depósitos atuais de folhas, em ambientes flúvio-lacustres, revela interessantes relações:

- a - as espécies que cresciam mais distantes do local de deposição eram representadas somente por fragmentos;
- b - as espécies que cresciam tanto próximas como distantes eram representadas tanto por fragmentos como por folhas inteiras;
- c - as espécies que viviam em zonas próximas, eram representadas por folhas mais ou menos inteiras.

Desta forma os fragmentos foram associados às correntes dos distributários deltaicos e os padrões de distribuição das folhas, através de um único plano, podem ser relacionados à distribuição dos taxons de origem.

Embora os frutos e as sementes possam ser dispersados pelos animais e pelo vento, ao cair também são dispersados pela água. Greenwood (1991) indicou que o tempo durante o qual os frutos e sementes flutuam na água depende, principalmente, da sua forma e tamanho. O tempo de flutuação de frutos e sementes, é maior que o das folhas. Ao serem eles constituídos por paredes lignificadas sendo, desta forma, transportados pelas correntes a maiores distâncias. Depósitos consideráveis desse material são encontrados freqüentemente nos deltas dos rios, onde chegam após viajar grandes distâncias, em cujos percursos ocorre uma biodegradação seletiva.

Nas fácies costeiras (Scheihing & Pfefferkorn, 1984) do delta do Orinoco, foram encontradas assembleias compostas por mais de trinta e cinco tipos de sementes e frutos, descritas como produto do transporte e seleção. Estas sementes e frutos pertenciam, na sua maioria, à vegetação localizada longe da costa. A preservação variava desde sementes em processo de germinação até fragmentos altamente degradados, mostrando que a qualidade de preservação das sementes depende da quantidade de tempo passado na corrente de água ou da exposição subaérea. Resultados semelhantes foram obtidos por Gastaldo *et al.* (1987) no delta do Mobile, no Alabama.

Embora a vegetação representada por uma taoflora sofra uma seleção, de acordo com o exposto anteriormente, é sem dúvida possível propor modelos de distribuição das diferentes espécies, uma vez que é aceito que as taofloras, na maioria das vezes, são integradas por material tanto autóctone como alóctone. Scott (1979) assinala que as assembléias de fitofósseis presentes em uma camada mostram tanto sua ecologia quanto a história de seu transporte. Dessa forma têm sido realizados, principalmente na Europa e nos Estados Unidos, estudos que tentam reconstruir as paleocomunidades vegetais presentes numa área com base em alguns parâmetros tais como fácies de deposição, transporte, espécies encontradas, etc. Scott (1979) estudou a paleoecologia das taofloras associadas a jazidas de carvão do norte da Inglaterra, presentes na capa do carvão (*roof shale flora*) e discutiu, brevemente, a relação entre a flora que dera origem à turfa e as por ele estudadas. Após uma análise integrada o autor determinou a presença, principalmente, de três grandes comunidades vegetais:

- pântano: diretamente relacionada com a formação da turfa, composta por poucas espécies de licófitas e esfenófitas.
- planície de inundação (*roof shale flora*): muito variada em espécies, podendo corresponder à vegetação que habitava perto das margens dos canais (diques marginais). Essa comunidade era formada principalmente por algumas licófitas (representadas nos depósitos por micrófilos isolados), esfenófitas e pteridospermas. Scott (1979) acrescenta que dentro da comunidade de planície de inundação certamente há mais de uma comunidade, mas torna-se quase impossível discriminar suas localizações com maior precisão.
- terrenos elevados: compostas principalmente por gimnospermas da ordem Voltziales e Cordaitales, embora seus fósseis sejam pouco abundantes.

Um estudo semelhante foi desenvolvido por Gastaldo (1987) que estudou a paleoecologia de várias espécies de licófitas, assim como de outros grupos de vegetais presentes nas taofloras do Westphaliano A, do nordeste do Alabama. O autor concluiu que existia uma sucessão das licófitas dentro do pântano, onde as espécies de

Lepidophloios ocupavam os ambientes mais úmidos, as de *Lepidodendron* apresentavam tolerância a habitats mais secos e as de *Sigillaria* habitavam ou suportavam condições secas, podendo ocorrer associadas a espécies de esfenófitas, filicíneas e pteridospermas.

Outro enfoque dos estudos paleoecológicos e de paleocomunidades foi realizado por Phillips *et al.* (1985) os quais estudaram *coal-balls* obtidos urna seção transversal da camada de carvão do Membro Herrin, Formação Carbondale (Westfaliano D), na bacia de Illinois. Esses autores concluíram que as licófitas foram amplamente dominantes sobre outras formas, tais como filicíneas e pteridófitas, sendo as esfenófitas e Cordaitales muito escassas. As licófitas pertenciam a seis gêneros, que foram estudados por DiMichele & Phillips (1985) e interpretados ecologicamente com base na sua distribuição, como colonizadores (*Anabathra*), estáveis (*Sigillaria* e *Diaphorodendron*) e oportunistas (*Synchysidendron*, *Lepidodendron* e *Lepidophloios*). DiMichele & Phillips (1985) assinalaram que o rol ecológico não tinha relação com a abundância relativa das licófitas sendo as denominadas oportunistas as mais abundantes, nesse caso.

Estudos paleoecológicos acerca de comunidades vegetais permianas do Gondvana tem sido realizados na Argentina, para a Formação Río Genoa (Província de Chubut - Archangelsky, 1981; Cúneo, 1983 entre outros). Assim, diferentes níveis aflorantes de uma seqüência localizada na Patagônia, foram estudados primeiramente por Archangelsky (1981), o qual descreveu três níveis fossilíferos. O autor os associou com uma comunidade de pântano, dominada por licófitas arborescentes, e outra hidro-mesófila composta pelos elementos circundantes (esfenófitas, filicineas e coníferas). Aquí as glossopterídeas foram consideradas como pertencentes a uma comunidade mesófila, mais afastada, uma vez que seus fósseis foram escassos. Posteriormente, Cúneo (1983) continuou o estudo de mais quatro níveis fossilíferos. Nesse estudo foram descritas as comunidades vegetais e sua evolução. Cúneo (1983) mencionou a presença de uma comunidade mesófila dominada por *Glossopteris* e

Paranocladus, localizada na planície de inundação. Outros fitofósseis encontrados indicaram também a presença de comunidades hidro-higrófilas (licófitas e esfenófitas) e hidro-mesófilas (samambaias e Cordaitales). É interessante mencionar que Cúneo (1983), ao comparar as comunidades encontradas, com aquelas descritas para a Província Euro-americana, observou, nas estudadas, menor diversidade em espécies e a presença de coníferas em ambientes pantanosos.

Para a porção brasileira da bacia do Paraná têm sido realizados estudos paleoecológicos para assembléias do Subgrupo Itararé (Cazzulo-Klepzig *et al.*, 1980 entre outros) e da Formação Rio Bonito (Pasqualini *et al.*, 1986; Guerra-Sommer, 1989a entre outros) no Rio Grande do Sul. Cazzulo-Klepzig *et al.* (1980) estudaram quatro afloramentos (Acampamento Velho, Cambai Grande, Buído e Morro Papaléo). Ao relaciona-los foram definidas três biofácies (A, B e C), dentre as quais a Biofácies C representaria uma associação de *mangrove* (Morro Papaléo) com predomínio de glossopterídeas. Pasqualini *et al.* (1986) estudaram um afloramento localizado na área de Mariana Pimentel e identificaram comunidades vegetais de planície aluvial, de lagos de interdistributários e de rios meandantes integrantes de uma planície deltaica. Guerra-Sommer (1989a) relacionou a associação *Botrychiopsis* – *Phyllothea*-licófitas arborescentes, com ambientes meso-higrófilos e as esfenófitas, filicíneas e glossopterídeas a ambientes mesófilos. Guerra-Sommer (1989a) considerou a baixa diversidade em espécies como uma consequência do estresse abiótico intrínseco de pântanos, de altas latitudes, estáveis por grande período de tempo.

6.4.2 - Proposta paleoecológica para as comunidades vegetais encontradas na taoflora estudada.

Ao tentar estabelecer as possíveis relações paleoecológicas, assim como a distribuição espacial das espécies da taoflora de Figueira, encontramos um obstáculo devido ao desconhecimento das fácies nas quais os vegetais estudados foram depositados, uma vez que o estudo foi feito sobre fitofósseis coletados nos rejeitos.

Entretanto, apesar dessa dificuldade, pode ser sugerida uma aproximação das comunidades vegetais presentes.

Como já foi comentado na discussão das espécies encontradas, na taoflora de Figueira, duas ou três grandes comunidades podem ser inferidas (Figura 12). Como evidências, podem ser utilizadas algumas características apresentadas pelos fitofósseis como tamanho dos espécimes, preservação, espécies associadas nas amostras, tipo de órgão vegetal representado, fragmentação, orientação nas amostras e outros.

Assim vemos que destacam-se duas ou três comunidades associadas a ambientes deltaicos:

- de pântano;
- de planície de inundação ou intermediária e
- de terrenos menos propensos a serem inundados ou elevados.

Embora cada uma apresentasse uma posição geomorfológica bem definida, certamente existiram lugares com espécies mistas, os quais podem ser correlacionados com ecotonos.

1 - Comunidade vegetal de pântano.

Compreende todas aquelas espécies que cresciam dentro das áreas alagadas permanentemente ou sazonalmente. Essas caracterizavam-se por apresentar tolerância ao estresse abiótico, característico das áreas pantanosas (Guerra-Sommer, 1989a), podendo, dessa forma, ser interpretada a presença de um aparelho estomático submerso, na cutícula dos micrófilos, como uma adaptação a esse tipo de habitat. Na taoflora de Figueira esta paleocomunidade encontrava-se formada principalmente por Cf. *Brasilodendron pedroanun* cujos fósseis, pelo tamanho, preservação e abundância evidenciam um transporte muito pequeno ou nulo. Uma evidência adicional da baixa diversidade em espécies de licófitas foi fornecida pela presença de poucas espécies de megásporos, sendo *Lagenosporites triunfensis* amplamente dominante. A presença de

Figura 12: Distribuição das paleocomunidades vegetais sugeridas
para a região de Figueira durante o Eopermiano.

LEGENDA:

Comunidade vegetal de pântano:

a.- licófitas (p. ex. Cf. *Brasilodendron pedroanum*)

b.- esfenófitas (p. ex. *Paracalamites australis*)

c.- filicíneas

Comunidade de planície de inundação:

b.- esfenófitas (p. ex. *Sphenolium brasiliensis*)

d.- filicíneas e pteridófitas (p. ex. *Sphenopteris lobifolia*)

e.- glossopterídeas (p. ex. *Glossopteris communis*)

f.- Cordaitales

Comunidade de terrenos elevados.

g.- Voltziales (p. ex. *Paranocladus* e *Buriadia*)

poucas espécies com abundante número de indivíduos é característica de ambientes onde ocorre estresse.

Uma vez que os micrófilos sempre foram encontrados isolados e com evidências de terem sofrido transporte, é possível pensar que esses, ao se desprenderem das plantas, passavam a formar parte do acúmulo de restos de plantas do piso da comunidade vegetal. Posteriormente esse acúmulo podia ser removido pelas correntes durante o período de inundação e depositado junto a outros fragmentos, como foi sugerido por Gastaldo (1987).

É possível supor que junto às licófitas também cresciam esfenófitas, representadas pela espécie *Paracalamites australis*, da qual foram encontradas porções correspondentes ao rizoma, neste estudo. Trabalhos anteriores (Rösler, 1972) já haviam mencionado a presença de esfenófitas na área.

2 - Comunidade vegetal de planície de inundação ou intermediária:

Esta comunidade estaria representada por todas aquelas espécies que se desenvolviam próximas aos cursos d'água (? diques marginais, etc.), podendo resistir por algum tempo a inundações e, embora seus restos tenham sido transportados, foram depositados em locais próximos, representando uma porção hipoautóctone da taoflora. Acredita-se que espécies de esfenófitas (*Sphenophyllyum brasiliensis*, *Annularia occidentalis*), filicíneas (*Arterotheca derbyi*), pteridófilas (*Pecopteris cambuyensis*, *Sphenopteris lobifolia*), assim como de glossopterídeas, formavam esta grande comunidade vegetal. Da mesma forma que no caso estudado por Scott (1979), possivelmente dentro desta existisse mais de uma comunidade.

Com relação às glossopterídeas encontradas na última etapa de campo, embora não tenham sido estudadas detalhadamente, o tamanho das folhas encontradas e sua preservação (inteiras) induzem a pensar que elas pertenciam a uma vegetação que embora não habitasse dentro do pântano junto com as licófitas, encontrava-se mais próxima que as coníferas ou na área intermediária entre elas. Da mesma forma, a preservação das espécies de *Sphenopteris* e *Pecopteris* inclusive com frondes férteis,

reforçam o anteriormente exposto, embora algumas espécies de glossopterídeas pudessem também habitar nas posições mais elevadas.

Com relação às coníferas, sua distribuição é mais complexa, uma vez que no caso de *Paranocladus* seus fósseis, embora pertencentes a ramos terminais na maioria dos casos, são muito abundantes. Dessa forma, como foi mencionado por Cúneo (1983) elas poderiam habitar na planície de inundação, junto com as glossopterídeas. Do mesmo modo, também poderiam ocupar terrenos um pouco mais elevados e localizados a certa distância da linha de costa caracterizando, dessa forma, uma terceira comunidade vegetal ou ambos ecotopos. Com relação à semente *Paranospermum cambuiense*, possivelmente associada a *Paranocladus duseinii*, pode-se esperar sua presença com alta frequência, uma vez que, como já foi indicado, é comum encontrar abundantes sementes nos depósitos deltaicos.

Para *Buriadia* a situação é mais simples, uma vez que seus fósseis são pouco frequentes e sempre de porções terminais. Dessa forma é possível pensar que estas plantas habitaram locais situados a certa distância da costa, junto a *Paranocladus*, próximos a cursos de água, que transportaram os ramos até os locais onde eram depositados.

6.5 - Considerações paleoclimáticas

Após os estudos cuticulares realizados nos micrófilos de licófitas e, principalmente, nas folhas de *Paranocladus duseinii* e *Buriadia figueirensis*, verificaram-se algumas características tanto morfográficas como epidérmicas dessas espécies. Essas características permitem fazer algumas inferências sobre o paleoclima no qual se desenvolveu a taoflora da região de Figueira. As principais características observadas foram:

- Forte imbricamento das folhas, presente tanto nas folhas linear-lanceoladas e escamiformes de *Paranocladus duseinii*, como nas de *Buriadia figueirensis*.

- Abundância de pelos ou papilas na epiderme. No caso de *P. dusenii*, na base da folha é observada uma seqüência que vai de pelo unicelular até papila. Em *B. figueirensis* também foram observadas abundantes papilas.
- Paredes anticlinais espessadas com abundância de pontuações, especialmente em ambos tipos de folhas de *P. dusenii*, enquanto *B. figueirensis* apresenta paredes anticlinais mais delgadas.
- Aparelhos estomáticos submersos, comuns aos micrófilos, *P. dusenii* e *B. figueirensis*; presença de células subsidiárias papilosas e fortemente cutinizadas nas duas últimas espécies.
- Presença de estômatos somente na face adaxial de *B. figueirensis*.

Essas características permitem supor a existência de um déficit hídrico possivelmente relacionado com o inverno, uma vez que pode tratar-se de mecanismos de proteção e redutores da perda de água por transpiração. Acrescenta-se a possibilidade de *Brasilodendron pedroanun* ter possuído folhas permanentes (Chaloner *et al.*, 1979), que dessa forma ajudariam na manutenção da temperatura, assim como um espessa córtex. Todos esses fatos evidenciam um regime climático temperado, no qual as estações eram bem definidas.

Um aspecto a ser levado em consideração diz respeito à possibilidade do pântano ficar congelado durante o inverno. Entretanto a presença de licófitas de grande porte indica que este fenômeno não chegava a acontecer, como já foi discutido por Cúneo & Andreis (1983), uma vez que a estrutura anatômica das licófitas (especialmente os tecidos aerenquimáticos) não resiste a mudanças de volume da água, que decorreriam do congelamento e liquefação.

Outro aspecto a ser considerado é a posição latitudinal. De um modo geral a porção brasileira da bacia do Paraná no Eopermiano estava localizada entre os 40 – 50° de latitude sul. Essa posição também deve ter influenciado na presença de um regime climático temperado, geral para toda a bacia. Autores como Rösler (1972, 1976

e 1993), Rigby (1972a), Rohn & Rösler (1987), Guerra-Sommer (1989a), Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig (1993), entre outros, sugerem também a presença de um regime climático temperado, durante o Eopermiano na bacia.

6.6 - Definição de possíveis implicações evolutivas dos taxons estudados.

As comunidades vegetais presentes na taoflora de Figueira, como foi comentado anteriormente, possivelmente expandiram-se pelas regiões litorâneas do Estado do Paraná ou foram comuns a todas as taofloras do Eopermiano dessa porção da bacia. Pode se supor que algumas das comunidades presentes, como a denominada de pântano, também tenham estado presentes em outras regiões costeiras, como no caso do Rio Grande do sul.

Com relação às coníferas (*Paranocladus* e *Buriadia*), este grupo com certeza ocupou uma área considerável, uma vez que seus fósseis são encontrados desde Monte Mor, SP, até Teixeira Soares, PR, embora a taoflora de Monte Mor seja mais antiga, que as do Paraná. Acredita-se que pela ampla distribuição das espécies desses gêneros, elas tenham vivido não somente nas regiões costeiras mas também no interior do continente.

Durante o transcorrer do Permiano, as floras da bacia sofreram gradativas modificações: desapareceram as licófitas de porte arbóreo e somente *Buriadia* é encontrado nos níveis superiores da Formação Rio Bonito. Desta forma podemos concluir, assinalando que a taoflora de Figueira representa comunidades vegetais bem adaptadas ao meio, as quais permitiram o desenvolvimento e povoamento de muitos dos nichos deixados livres após o retrocesso dos glaciares.

7 - CONCLUSÕES:

7.1 - Após o estudo sistemático detalhado (aspectos fisionômicos e epidérmicos) dos exemplares de licófitas e coníferas, foram encontradas as seguintes espécies:

7.1.1 - Licófitas: Cf. *Brasilodendron pedroanum* Chaloner *et al.*, para a qual foram relacionados quatro níveis diferentes de decorticação (β , γ , δ e ϵ), além das espécies de megásporos *Lagenosporites triumphensis* Arai *et* Rösler, *Lagenosporites scutiformis* Trindade, *Sublagenicula* cf. *S. brasiliensis* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz *et al.* e *Setosisporites* cf. *S. furcatus* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz. Também foi realizado, pela primeira vez para a região de Figueira, o estudo fisionômico, epidérmico e anatômico de micrófilos isolados de licófitas.

7.1.2 - Coníferas: *Paranocladus dusenii* Florin, para a qual foram acrescentadas na diagnose original folhas heterófilas e estróbilos femininos. Foi criado o gênero e a espécie *Paranospermum cambuiense*, para designar sementes aqui relacionadas epidermicamente a *P. dusenii*. Assim como foi descrita uma nova espécie de *Buriadia*, denominada como *B. figueirensis*, sendo esta a primeira vez em que é mencionada a presença desse gênero para a região de Figueira.

7.2 - Foi relacionada a taoflora estudada àquelas descritas em estudos anteriores para a região de Figueira, caracterizando dessa forma uma Flora de *Glossopteris* composta, além das espécies aqui estudadas, por: esfenófitas (*Sphenophyllum brasiliensis*, *Annularia occidentalis* e *Paracalamites australis*), felcíneas (*Asterotheca derbyi*), pteridófitas (*Pecopteris cambuyensis* e *Sphenopteris lobifolia*) e glossopterídeas (*Gangamopteris obovata*, *Glossopteris communis*, *G. angustifolia* var. *taeniopteroides* e *Glossopteris* sp).

7.3 - A taoflora da região de Figueira, junto às taofloras de Marins, Teixeira Soares e S. J. do Triunfo, no Estado do Paraná, foram consideradas como estreitamente relacionadas, possuindo em comum espécies megafósseis e megásporos. As

relações com outras taofloras neopaleozóicas da bacia do Paraná foram consideradas menos significativas.

7.4 - Fora do Brasil, as maiores relações encontradas para a taoflora estudada, foram com as taofloras neopaleozóicas das bacias do Paganzo e Tepuel-Genoa, na Argentina. As relações da taoflora estudada, com aquelas conhecidas nos outros continentes do Gondvana, durante o Eopermiano foram consideradas menos significativas.

7.5 - A idade sugerida, após o nosso estudo, para a assembléia vegetal em questão encontra-se no intervalo do fim do Sakmariano ao início do Artinskiano e acredita-se que a taoflora estudada tenha se desenvolvido num regime climático temperado, com base nas características tanto fisionômicas como epidérmicas das espécies estudadas.

7.6 - É sugerida a presença de pelo menos duas ou três comunidades vegetais dentro da taoflora estudada. As quais foram denominadas como:

7.6.1 - comunidade vegetal de pântano: integrada por elementos autóctones (p. ex. *Brasilodendron pedroanum*) e caracterizada por uma baixa diversidade de espécies.

7.6.2 - comunidade vegetal de planície de inundação: integrada por elementos hipoautóctones (p. ex. esfenófitas, felcíneas, etc.).

7.6.3 - comunidade vegetal de terrenos mais elevados: integradas por elementos alóctones (p. ex. Voltziales, etc.).

7.7 - As paleocomunidades vegetais encontradas possivelmente estendiam-se durante o Eopermiano, por toda a região costeira que bordeava o mar na época da deposição do Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, no Estado do Paraná.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ABOARRAGE, M. & YAMAMOTO, K. (1982) **Projeto Carvão na área de Amando Simões.** Relatório Final. DNPM-CPRM. V.1, 38 p.
- ABORRAGE, A. M. & LOPES, R. C. (1986) **Projeto Borda leste da bacia do Paraná: Integração geológica e avaliação econômica.** Relatório CPRM/DNPM. 159p.
- ANDREIS, R. R.; CAZZULO-KLEPZIG. M. C.; GUERRA-SOMMER, M.; ZIMERMANN, L. (1980) Considerações sobre um afloramento fossilífero do Grupo Itararé: Fazenda Goulart, Francisquinho, Município de São Geronimo, R. S. **Boletim IG-USP**, **11**: 85 - 97.
- ARAI, M. & RÖSLER, O. (1984) Megásporos de São João do Triunfo, Formação Rio Bonito (Permiano). **Boletim IG - USP**, **15**: 53 - 64.
- ALLEMAN, V. & PFEFFERKORN, H. W. (1988) Licopodos de Paracas: significación geológica y paleo-climatológica. **Boletín de la Sociedad Geológica del Perú**, **78**: 131 - 136.
- ANDERSON, J. & ANDERSON, H. (1985) **Palaeoflora of southern Africa: Prodrumus of south african megafloras Devonian to Lower Cretaceous.** 1 ed. A. A. Balkema. Rotterdam. 423p.
- ANDREIS, R. R.; CAZZULO-KLEPZIG. M. C.; GUERRA-SOMMER, M.; ZIMERMANN, L. (1980) Considerações sobre um afloramento fossilífero do Grupo Itararé: Fazenda Goulart, Francisquinho, Município de São Geronimo, R. S. **Boletim IG-USP**, **11**: 85 - 97.
- ANDREIS, R.; CÚNEO, R.; LOPES GAMUNDI, N.; SABATTINI, N.; GONZÁLEZ, C. (1991) Cuenca Tepuel-Genoa. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE LA ESTRATIGRAFÍA Y GEOLOGÍA DEL CARBONÍFERO Y PÉRMICO, 12. Buenos Aires, 1991. **El Sistema Pérmico en la Republica Argentina y en la Republica oriental del Uruguay** (Pre-Impresión). Buenos Aires. Academia Nacional de las Ciencias de Córdoba, p. 69 – 95.
- ARAI, M. & RÖSLER, O. (1984) Megásporos de São João do Triunfo, Formação Rio Bonito (Permiano). **Boletim IG - USP**, **15**: 53 - 64.
- ARCHANGELSKY, A. (1989) Nota tipológica sobre el género *Eucerospermum* Feruglio (semilla permica de coníferas). **Ameghiniana**, **26** (3/4): 233 - 235.
- ARCHANGELSKY, S. (1971) Las taofloras del Sistema Paganzo en la Republica Argentina. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **43** (suplemento): 67 - 88.

- ARCHANGELSKY, S. (1981) Estudios fitopaleoecológicos en el Paleozoico Superior del oeste de Chubut, Argentina. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA. Porto Alegre, 1981. **Anais**. Porto Alegre CNPq, Vol II, p. 141 – 156.
- ARCHANGELSKY, S. (1984) Floras neopaleozoicas del Gondwana y su zonación estratigráfica. **Comunicações do Serviço Geológico do Portugal**, **70** (2): 135 – 150.
- ARCHANGELSKY, S. & ARRONDO, O. G. (1973) Palaeophytologia Kurtziana III. 10. La tafoflora pérmica de Sierra de Los Llanos, Provincia de La Rioja. **Ameghiniana**, **10**: 201 - 228.
- ARCHANGELSKY, S. & ARRONDO, O. G. (1975) Paleogeografía y plantas fósiles en el Pérmico Inferior Austrosudamericano. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, 1. Tucumán, 1974. **Actas**. v. 1, p. 479 - 496.
- ARCHANGELSKY, S.; AZCUY, C.; PINTO, I.; GONZÁLEZ, M.; MARQUEZ-TOIGO, M.; RÖSLER, O.; WAGNER, R. (1980) The Carboniferous and Early Permian of South American Gondwana area: A summary of biostratigraphic information. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, 2; Y CONGRESO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGÍA, 1. Buenos Aires, 1978. **Actas**. Buenos Aires. Tomo IV, p. 257 - 269
- ARCHANGELSKY, S.; AZCUY, L.; WAGNER, R. H. (1981) Three dwarf Lycophytes from the Carboniferous of Argentina. **Scripta Geologica**, **64**: 1 - 34.
- ARCHANGELSKY, S. & CÚNEO, R. (1987) Ferugliocladaeae, a new conifer family from the Permian of Gondwana. **Review of Paleobotany and Palynology**, **51** (1/3): 3 - 30.
- ARCHANGELSKY, S.; CÚNEO, R., SEOANE, L. V. de (1989) Estudios sobre megásporas pérmicas argentinas. I. *Sublagenicula brasiliensis* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz *et al.* **Ameghiniana**, **26** (3/4): 209 - 217.
- ARCHANGELSKY, S. & CÚNEO, R. (1991) The Neopaleozoic floristic succession from northwestern Argentina. A new perspective. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7. São Paulo, 1988. **Proceedings**. São Paulo. IGc - USP, p. 469 - 481.

- ARCHANGELSKY, S.; GONZALEZ, R.; CÚNEO, R.; SABATTINI, N.; CÉSARI, S.; ACEÑOLAZA, F.; GARCIA, G.; BUATOIS, L.; OTTONE, E.; MAZZONI, A. HÜNIKEN, M.; GUTIÉRREZ, P. (1991a) Paleontología , Bioestratigrafía y Paleoecología de las cuencas Paganzo, Calingasta-Upsallata, Rio Blanco y San Rafael. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE LA ESTRATIGRAFÍA Y GEOLOGÍA DEL CARBONÍFERO Y PÉRMICO, 12. Buenos Aires, 1991. **El Sistema Pérmico en la Republica Argentina y en la Republica oriental del Uruguay** (Pre-Impresión). Buenos Aires. Academia Nacional de las Ciencias de Córdoba, p. 187 – 207.
- ARCHANGELSKY, S.; AZCUY, C.; CÉSARI, S.; GONZALEZ, M.; HÜNIKEN, M.; MAZZONI, A.; SABATTINI, N. (1991b) Correlación y edad de la Biozonas. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE LA ESTRATIGRAFÍA Y GEOLOGÍA DEL CARBONÍFERO Y PÉRMICO, 12. Buenos Aires, 1991. **El Sistema Pérmico en la Republica Argentina y en la Republica oriental del Uruguay** (Pre-Impresión). Buenos Aires. Academia Nacional de las Ciencias de Córdoba, p. 209 - 232.
- ARRONDO, O. G. (1972) Síntesis del conocimiento de la taofloras del Paleozoico Superior de la Argentina. In: ROCHA-CAMPOS, A. C. (ed) SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE OS SISTEMAS CARBONÍFERO E PERMIANO NA AMÉRICA DO SUL. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 44 (suplemento): 35 - 50.
- ARRONDO , O. G. & PETRIELLA, B. (1979) El género *Lycopodiopsis* (Lycopodiopsidaceae, Lepidodendrales) del Carbonico Medio - Pérmico Inferior de Argentina. **Ameghiniana**, 16 (1/2): 121 - 133.
- ARRONDO , O. G. & PETRIELLA, B. (1985) *Bumbundendron millani* (Arrondo et Petriella) n. comb., del Carbonico-Pérmico de Argentina y Brasil. **Ameghiniana**, 21 (2/4): 169 - 171.
- AZCUY, C. L.; LONGOBUCCO, M. L.; ALVAREZ, L.; STRELKOV, E. (1987) Licófitas arborescentes de la Formación Cerro Agua Negra (Provincia de San Juan). **Ameghiniana**, 24 (3/4): 257 - 261.
- BANERJEE, M. (1987) Karharbari: a formation or biozone. **The Palaeobotanist**, 36: 37 – 50.
- BARBOSA, O. (1958) On the age of de lower Gondwana Floras in Brazil and Abroad. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 20. Mexico. 1956, **Comisión de Gondwana**: p. 205 - 236.

- BARTRAM, K. M. (1987) Lycopod succession in coals: an example from the Low Barnsley Seam (Westphalian B), Yorkshire, England. In: SCOTT, A. C. (ed) **Coal and Coal-Bearing strata: recent advances**. Blachwell Scientific Publications. London. 187 - 200.
- BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C. (1977) **Tafoflora eogondvânica da camada Irapuá, Formação Rio Bonito (Grupo Tubarão), SC**. 2 vols., 340 pp. (Tese de Doutorado - , Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, SP).
- BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C. (1978) Frutificações de pteridospermófitas eogondwânicas da camada Irapuá, Formação Rio Bonito, nos arredores de Criciúma, SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30. Recife, 1977. **Anais**. Recife, S.B.G., v. 2, p. 986 - 1001.
- BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C. (1980a) Tafoflora eogondwânica da Formação Rio Bonito ("Camada Irapuá"), bacia do Paraná, Brasil. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, 2 Y CONGRESO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGÍA, 1. Buenos Aires, 1978. **Actas**, Buenos Aires. v. 4, p. 69 - 88.
- BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C. (1980b) Nouveau genre néomarioptéridien fertile de la Flore à Glossopteris du Bassin de Paraná au Brésil. **Boletim IG - USP**, 11: 113 - 119.
- BERNARDES DE OLIVEIRA-BABINSKI, M. E. C. (1985) Folhas de licófitas petrificadas do Estado de São Paulo. **Paleobotânica Latino-americana. Circular Informativa da Asociación Latinoamericana de Paleobotánicos y Palinólogos**, 7 (1): 21.
- BERNARDES DE OLIVEIRA-BABINSKI, M. E. C. (1988) Equisetales eogondvânicas da "Tafoflora Irapuá", Formação Rio Bonito (Permiano Inferior), em Criciúma, SC, bacia do Paraná, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 60 (1): 45-60.
- BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C.; SANTOS, P. R.; SAAD, A. R.; ROCHA - CAMPOS, A. C. (1978) Ocorrências de plantas fósseis do Subgrupo Itararé, em Salto, SP. **Boletim IG - USP**, 9: 105 - 109.
- BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C. & YOSHIDA, R. (1981) Coniferófitas da "Tafoflora Irapuã", Formação Rio Bonito, Grupo Tubarão em Santa Catarina. **Boletim de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánicos y Palinólogos**, 8: 39 - 55.

- BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C. & RÖSLER, R. (1984) Licófitas de Fluvioópolis (Permiano Superior) no Sul do Estado do Paraná. **Boletim IG - USP**, **15**: 84 - 89.
- BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C. & SOMMER, F. W. (1984) O conhecimento das licófitas eogondwânicas da bacia do Paraná, Brasil Meridional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33. Rio de Janeiro, 1984. **Anais**. Rio de Janeiro, S.B.G., v. 2, p. 1018.
- BHARADWAJ, D. J. & TIWARI, R. S. (1970) Lower Gondwana megaspores - A Monograph. **Palaeontographica Abt. B**, **129** (1/3): 1 - 70.
- BORTOLUZZI, C. A. & VEIGA, P. (1981) Considerações sobre a geologia da área dos afloramentos fossilíferos de São Sepé, RS. **Pesquisas**, **14**: 23 - 26.
- BURNHAM, R. J. (1989) Relationships between standing vegetation and leaf litter in a paratropical forest: implications for paleobotany. **Review Palaeobotany and Palynology**, **58** (1): 5 - 32.
- CANDILIER, A. M.; COQUEL, R.; LOBOZIAK, S. (1982) Mégaspores du Dévonien Terminal et du Carbonifère Inférieur des bassins D'Illizi (Sahara Algérien) et de Rhadamés (Libye occidentale). **Palaeontographica Abt. B**, **183** (3): 83 - 107.
- CARRUTHERS, W. (1869) On the plant remains from the brazilian coal beds with remarks on the genus *Flemingites*. In: PLANT, N. (ed) **The Brazilian coal fields**. Geol. Mag., 6: 151 - 156.
- CASTRO, J. C. de (1980) Fácies, ambientes e sequencias deposicionais das formações Rio do Sul e Rio Bonito, Leste de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31. Cambouríu, 1980. **Anais**. Cambouríu, S.B.G., v. 1, p. 283 - 299.
- CASTRO, J. C. de (1988) Sequence Stratigraphy in Paraná Basin. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7. São Paulo, 1988. **Field Excursion A2, Guide Book**. IG - USP/ PETROBRÁS, São Paulo, 29p.
- CASTRO, H. M. C. F. de (1985) Sobre a ocorrência de *Cordaicarpus nitens* em sedimentos da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná. **COLETÂNEA DE TRABALHOS PALEONTOLÓGICOS**. Brasília. ME - DNPM. p. 551 - 552.
- CAUDURO, A. D. & ZINGANO, A. G. (1965) Mégaspores en argilete silicifié de São Sepé, Rio Grande do Sul. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **37** (2): 273 - 282.
- CAVA, L. T. & SOARES, P. C. (1981) Projeto "Integração e Avaliação regional" Relatório Final. Convênio SG/MME-MINEROPAR 025/80. 30 p.

- CAZZULO-KLEPZIG, M. C.; GUERRA-SOMMER, M. ; BOSSI, G. E. (1980) Revisão fitoestratigráfica do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul I - Acampamento Velho, Cambuí Grande, Budó e Morro Papaleo. **Boletim IG - USP**, 11: 55 - 75.
- CAZZULO-KLEPZIG, M. C. & GUERRA-SOMMER, M. (1984) A paleoflora do Gondwana no Rio Grande do Sul. In.: RÖSLER, O (Coordenador) Revisão de tópicos da Geologia e Paleontologia da bacia do Paraná e seu embasamento. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33. Rio de Janeiro, 1984. **Anais**. Rio de Janeiro, S.B.G., v. 2, p. 1020-1022.
- CAZZULO-KLEPZIG, M. & GUERRA-SOMMER, M. (1985) Paleofloristic Gondwana succession in the Paraná basin, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGÍA, 6. Bogotá, 1985. **Memórias**. Bogotá, C. C. D. S. G. L. A. C. Tomo 1, p. 177 - 192.
- CÉSARI, S. N. (1983) Licópsidas arborescentes de la Formación Tupe, Sierra de Maz, Provincia de La Rioja. **Ameghiniana**, 19 (3/4): 273- 279.
- CÉSARI, S. N., GUTIERREZ, P. R.; HÜNICKEN, M. A. (1995) Un nuevo género de licófita de la Formación Bajo de Veliz (Paleozoico Superior), Provincia de San Luis, Argentina. **Ameghiniana**, 32 (4): 359 - 364.
- CHALONER, W.; LEISTIKOW, K. V. ; HILL, A. (1979) *Brasilodendron* gen. nov. and *B. pedroanum* (Carr) comb. nov., Permian lycopod from Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 28 (2): 117 - 136.
- CLEMENT-WESTERHOF, J. A. (1984) Aspects of Permian palaeobotany and Palynology. IV. The conifer *Ortiseia* Florin from the Val Gardena Formation of the Dolomites and the Vicentinian Alps (Italy) with special reference to a revised concept of the Walchiaceae (Göppert) Schimper. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 41 (1/2): 51 - 166.
- CORREA DA SILVA, Z. C. (1991) The formation of coal deposits in south Brazil. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7. São Paulo, 1988. **Proceedings**. São Paulo IG - USP/ FAPESP, p. 233 - 252.
- CORRÊA DA SILVA, Z. C. & ARRONDO, O. G. (1977) Taoflora permiana de Maria Pimentel, Município de Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, 7: 27 - 44.

- CLEMENT-WESTERHOF, J. A. (1984) Aspects of Permian palaeobotany and Palynology. IV. The conifer *Ortiseia* Florin from the Val Gardena Formation of the Dolomites and the Vicentinian Alps (Italy) with special reference to a revised concept of the Walchiaceae (Göppert) Schimper. **Review of Palaeobotany and Palynology**, **41** (1/2): 51 - 166.
- CÚNEO, R. (1983) Paleoecología de microsecuencias plantíferas del Grupo Río Genoa, Pérmico de Chubut, Argentina. **Ameghiniana**, **20** (1/2): 111 - 121.
- CÚNEO, R. (1985) Ejemplares fértiles de *Genoites patagonica* Feruglio (Buriadiaceae, Coniferopsida?) del Pérmico de Chubut, Republica Argentina. **Ameghiniana**, **22** (2/4): 269 - 279.
- CÚNEO, R. (1996) Permian phytogeography in Gondwana. **Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology**, **125** (1/4): 75 - 104.
- CÚNEO, R. & ANDREIS, R. (1982) Hallazgo de un bosque de licófitas en la Formación Nueva Lubecka (Pérmico), Chubut, Argentina. In: Proyecto Paleozoico Superior de América del Sur y sus límites. Reunión de comunicaciones. Montevideo, 1982. **Resúmenes**. Montevideo, Unesco, s/p.
- CÚNEO, R. & ANDREIS, R. (1983) Estudio de un bosque de licófitas en la Formación Nueva Lubecka, Pérmico de Chubut, Argentina. Implicaciones paleoclimáticas y paleogeográficas. **Ameghiniana**, **20** (1/2): 132 - 140.
- CÚNEO, R.; SEOANE, L. V. de; ARCHANGELSKY, S. (1991) Estudios sobre megásporas pérmicas argentinas. II. *Sublagenicula nuda* y *S. brasiliensis* de la Cuenca Chacoparanaense, Argentina. **Ameghiniana**, **28** (1/2): 55 - 62.
- 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. de, PEREIRA, S. D. (1993) **Geologia da área Figueira-Sapopema**. Convênio UERJ-CPRM. 89 p.
- DIAS, M. E. & GUERRA-SOMMER, M. (1994) Integração entre dados mega e microflorísticos na Jazida do Faxinal, Rio Grande do Sul: Estudos preliminares. **Acta Geologica Leopoldensia**, **39** (1) 249 - 260.

- DIJKSTRA, S. J. (1956) Some Brazilian megaspores, Lower Permian in age, and their comparison with Lower Gondwana spores from Índia. **Mededelingen Geologische Strichting Nieuwe Serie**, 9: 5 - 10.
- DIMICHELE, W. A. (1979) Arborescent lycopods of Pennsylvanian age coals: *Lepidophloios*. **Palaeontographica Abt. B**, 171 (1/3): 57 - 77.
- DIMICHELE, W. A. (1981) Arborescent lycopods of Pennsylvanian age coals: *Lepidodendron*, whit description of a new species. **Palaeontographica Abt. B**, 175 (1/3): 85 - 125.
- DIMICHELE, W. A. & PHILLIPS, T. L. (1985) Arborescent lycopod reproduction and paleoecology in coal-swamp environment of Late Middle Pennsylvanian age (Herrin coal, Illinois, USA). **Review of Palaeobotany and Palynology**, 41 (1/2): 1 - 26.
- DOHMS, M. H. (1977) Revisão crítica das citações de Flora de *Glossopteris* para o Rio Grande do Sul - Folhas e Frutificações-. **Pesquisas**, 7: 145 - 170.
- DOLIANITI, E. (1946) Noticias sobre novas formas na flora de *Glossopteris* do Brasil meridional. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, 34: 1 - 6.
- DOLIANITI, E. (1948) A paleobotânica no Brasil. **Boletim do DNPM**, 123: 1 - 87.
- DOLIANITI, E. (1952) La flore fossile du Gondwana au Brésil d'après sa position stratigraphique. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 19. Argel, 1952. **Symposium on Gondwana Series**. Argel, p. 285 - 301.
- DOLIANITI, E. (1953a) A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. 1 - O Gênero *Glossopteris*. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, 60: 1 - 7.
- DOLIANITI, E. (1953b) A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. 2 - O Gênero *Taeniopteris*. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, 61: 1 - 7.
- DOLIANITI, E. (1953c) Considerações sobre a presença de *Gondwanidium plantianum* no Rio Grande do Sul. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 24 (2): 126 - 132.
- DOLIANITI, E. (1953d) A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. III O Gênero *Actinopteris*. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, 62: 1 - 3.
- DOLIANITI, E. (1954a) *Glossopteris orbicularis* Feistmantel em Teixeira Soares, Paraná. In: LANGE, F. W. (ed). **Paleontologia do Paraná**. Comissão de Comemoração do centenário do Paraná. p. 149-150.

- DOLIANITI, E. (1954b) *Gangamopteris angustifolia* e *G. buriadica* na Formação Maricá do Rio Grande do Sul. **DNPM, Notas Preliminares e Estudos**, 87 1 - 6.
- DOLIANITI, E. (1954c) A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. 4 - O Gênero *Vertebraria*. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, 81: 1 - 5.
- DOLIANITI, E. (1954d) A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. 5 - O Gênero *Gangamopteris*. Brasil. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, 89: 1 - 12.
- DOLIANITI, E. (1956a) Um verticilo de *Glossopteris* no Gondwana do Estado de Santa Catarina. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 28 (1): 115 - 118.
- DOLIANITI, E. (1956b) A flora do Gondwana do Estado de Santa Catarina VI. O Gênero *Sphenopteris*. Brasil. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, 95: 1 - 8.
- DOLIANITI, E. (1971) A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. 7- O Gênero *Ottokaria*, *Ottokaria santa catarina* n. sp. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 43 (Suplemento): 337 - 342.
- DOLIANITI, E. (1972) Relações entre as floras paleozóicas do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 44 (Suplemento): 113 - 118.
- DYBOVA-JACHOWICZ, S.; JACHOWICZ, A.; KARCZEWSKA, J.; LACHKAR, G.; LOBOZIAK, S.; PIÉRART, P.; TURNAU, E.; ZOLDANI, E. (1979). Note préliminaire sur la revision des megaspores à guls du Carbonifère. Les principes de la classification. **Acta Palaeontologica Polonica**, 24 (4): 411 - 422.
- EDWARDS, E. N. (1952) *Lycopodiopsis*, a new southern hemisphere Lepidophyte. **The Palaeobotanist**, 1: 159 - 164.
- FEISTMANTEL, O. (1879) The fossil flora of the Gondwana System, 3 (Lower Gondwanas) Pt. 1. The flora of the Talchir - Karharbari beds. **Palaeontologia Indica**, (Ser. 12), 3: 1 - 54.
- FEISTMANTEL, O. (1882) The fossil flora of the Gondwana System, Pt. 1. The flora of the south Rewah Gondwana Basin. **Palaeontologia Indica**, (Ser. 12), 4: 1 - 51.
- FERGUSON, D. K. (1985) The origin of leaf-assemblages, new light on an old problem. **Review Palaeobotany and Palynology**, 46 (1/2): 117 - 188.
- FERUGLIO, E. (1934) Fossili Liassici della Valle del Río Genoa (Patagonia). **G. Geol.**, 9: 1- 64.

- FERUGLIO, E. (1942) La Flora liásica del valle del río Genoa (Patagonia). *Ginkgoales et Gymnospermae incertae sedis. Notas del Museo de La Plata, Paleontología*, **40** (7): 93 - 110.
- FERUGLIO, E. (1946) La flora liásica del Valle del Río Genoa (Patagonia), *Semina Insertae Sedis. Revista de la Sociedad Geológica Argentina*, **1** (3): 209 - 218.
- FERUGLIO, E. (1951) Su alcune piante del Gondwana inferiore della Patagonia. *Publ. Ist. Geol. Univ. Torino*, **1**: 1 - 34.
- FITTIPALDI, F. C. (1981) *A caracterização cuticular de *Glossopteris communis* Feistmantel, 1876, Formação Rio Bonito (Permiano Inferior), da bacia do Paraná, Brasil*. 77 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências / Universidade de São Paulo, São Paulo).
- FITTIPALDI, F. C. & RÖSLER, O. (1978) *Paranocladus ? fallax* (conífera) estudos cuticulares. *Boletim IG - USP*, **9**: 109-113.
- FITTIPALDI, F. C. & RÖSLER, O. (1981) O enfoque paleobotânico no estudo e prospecção de carvão. In.: *SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 3. Curitiba, 1981. *Atas. Curitiba S.B.G. - N.S.P.* v. 2, p. 274 - 283.
- FITTIPALDI, F. C. & RÖSLER, O. (1982) Preparação de cutículas de plantas paleozóicas. *Boletim IG - USP*, **13**: 51-55.
- FITTIPALDI, F. C. & RÖSLER, O. (1985) A cutícula de *Glossopteris communis* da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná. In.: *COLETÂNEA DE TRABALHOS PALEONTOLÓGICOS*. Brasília. MME - DNPM., p. 579 -595.
- FLORIN, R. (1940) Die Koniferen des Oberkarbons und des unteren Perms. *Paleontographica Abt. B*, **85** (5): 243-363.
- FLORIN, R. (1944) Die Koniferen des Oberkarbons und des unteren Perms. *Paleontographica Abt. B*, **85** (6): 366-456.
- FRAKES, L. & CROWELL, J. (1972) Late Paleozoic glacial geography between the Paraná Basin and the Andean Geosyncline. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **44** (suplemento): 139 - 145.
- FÚLFARO, V. J.; PERINOTTO, A. J. & BARCELOS, J. H. (1991) Formação Tietê: o pós-glacial no Estado de São Paulo. In.: *SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 2. São Paulo, 1991. *Atas. São Paulo. S.B.G.*, p. 397-404.

- GASTALDO, R. A. (1987) Confirmation of Carboniferous clastic swamp communities. **Nature**, **326**: 869 – 871.
- GASTALDO, R. A.; DOUGLASS, D. P. & MCCARROLL, S. M. (1987) Origin, characteristics and provenance of plant macrodetritus in a Holocene crevasse splay, Mobile delta, Alabama. **Palaos**, **2** (3): 229 - 240.
- GARCIA, G. (1995) Palinología de la Formación El Imperial, Paleozoico Superior, Cuenca de San Rafael, Argentina. Parte 1: Esporas. **Ameghiniana**, **32** (4): 315 - 339.
- GIFFORD, E. & FOSTER, A. S. (1988) **Morphology and evolution of vascular plants**. 3ed. New York. W. H. Freeman and Company. 626 p.
- GRAHAM, R. (1935) An anatomical study of the leaves of the Carboniferous arborescent lycopods. **Annals of Botany**, **49** (195): 587 - 608.
- GREENWOOD, D. R. (1991) The taphonomy of plant macrofossils. In: DONOVAN, S. (ed.) **The processes of fossilization**. New York, Columbia University Press, p. 141 - 169.
- GUERRA-SOMMER, M. (1987) **Padrões epidérmicos da "Flora *Glossopteris*" na jazida do Faxinal (Formação Rio Bonito, Kunguriano, RS): Implicações taxonômicas, bioestratigráficas, paleoecológicas e paleogeográficas**. 372 p. (Tese de doutorado.- Curso de Pos-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
- GUERRA-SOMMER, M. (1989a) Megáfloras ocorrentes em horizontes associados a carvões no Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, **29**: 93 - 122.
- GUERRA-SOMMER, M. (1989b) *Ruffloria* Meyen em sedimentitos gondwânicos sulriograndenses (Formação Rio Bonito, Super-Grupo Tubarão). **Pesquisas**, **22**: 129-184.
- GUERRA-SOMMER, M. (1992) Padrões epidérmicos de Glossopteridales da taoflora do Faxinal (Formação Rio Bonito - Artinskiano - Kunguriano, bacia do Paraná, Brasil). **Pesquisas**, **19** (1): 26 - 40.
- GUERRA-SOMMER, M. & CAZZULO-KLEPZIG, M. C.; MARQUES-TOIGO, M. (1980) Revisão fitoestratigráfica do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul III. Área de Faxinal, Município de Guaíba, Rio Grande do Sul. **Boletim, IG - USP**, **11**: 76 - 84.

- GUERRA-SOMMER, M.; RODRIGUES, C. G.; DAVID, C. A. R.; OLIVEIRA, L. M. de (1981a) Análise do conteúdo paleobotânico de pelitos fossilíferos (Formação Rio Bonito) da área de Ribeirão Novo, Paraná. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. Curitiba, 1981. **Atas**. Curitiba, S.B.G., v. 2, p. 180 -189.
- GUERRA-SOMMER, M; GARCIA, A. J. V., EASTWOOD, M. E.; CARNEIRO, L. F. (1981b) Contribuição ao estudo da Taoflora da Formação Rio Bonito (Membro Triunfo) na área de Marins, Estado do Paraná. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. Curitiba, 1981. **Atas**. Curitiba, S.B.G., v. 2, p. 190 -200.
- GUERRA-SOMMER, M. & BORTOLUZZI, C. A. (1982) Conífera (?) com estrutura epidérmica preservada no Gondwana sul-rio-grandense (Formação Rio Bonito Candiota). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32. Salvador, 1982. **Anais**. Salvador S.B.G. v. 4, p. 1235 - 1245.
- GUERRA-SOMMER, M., BACKHEUSE, Y. & SILVEIRA, G. B. (1983) Estrutura epidérmica de Glossopteridales no eogondwana brasileiro: I. *Glossopteris* da Formação Rio Bonito (Faxinal) RS. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1. Porto Alegre, 1983. **Atas**. Porto Alegre, CNPq, p. 184-199.
- GUERRA-SOMMER, M & KLIPPEL, L. R. (1985) O Gênero *Glossopteris* no Grupo Itararé do Rio Grande do Sul. In: **Coletânea de trabalhos paleontológicos. Série Geológica, DNPM**, No 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia, No 2, p. 605 - 612.
- GUERRA-SOMMER, M. & CAZZULO-KLEPZIG, M. C. (1993) Biostratigraphy of the southern brazilian Neopaleozoic Gondwana sequence: A preliminary pelebobotanical approach. In: INTERNATIONAL CONGRESS IN CARBONIFEROUS AND PERMIAN, 12. Buenos Aires, 1991. **Compte Rendu**. Buenos Aires.
- GUTIERREZ, P. R. (1987) Megásporas dispersas en la Formación Agua Colorada (Carbonífero) y su possible relación con *Bumbudendron* Archangelsky, Azcuy et Wagner (licófita) In: SIMPOSIO ARGENTINO DE PALEOBOTANICA Y PALINOLOGÍA, 7. Buenos Aires, 1987. **Actas**. Buenos Aires, p. 63 – 65.
- GUTIERREZ, P. R.; CÉSARI, S. N.; LIMARINO, C. O. (1986) *Bumbudendron versiforme*, a new Lycophyte species from the Late Paleozoic of Argentina. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 46 (3/4): 377 - 386.

- HOBDA, D. K. (1987) Gondwana coal basins of Australia and South Africa: tectonic setting, depositional systems and resources. In: SCOTT, A. C. (ed) **Coal and Coal-Bearing strata: recent advances**. Blachwell Scientific Publications. London. p. 219 - 233.
- HØEG, O. A. & BOSE, M. N. (1960) The *Glossopteris* Flora of the Belgian Congo. **Annales du Musée Royal du Congo Tervuren (Belgique), Série 8, Sciences géologiques**, 32: 1 - 106.
- IBGE (1970) Carta topográfica da Folha-SF-22-Z-C-V-3 Figuiera. Escala 1: 50.000.
- JONGMANS, W. J. (1954) The Carboniferous flora of Perú. **Bulletin of the Brithist Museum (Natural History) Geology**, 2 (5): 192 - 223.
- KRÄUSEL, R. (1961) *Lycopodiopsis derbyi* Renault und einige andere Lycopodiales aus dem Gondwana - Schichten. **Palaeontographica Abt. B**, 109 (1/4): 62 - 92.
- KERP, H. & BARTHEL, M. (1993) Problems of cuticular analysis of pteridosperms. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 78 (1/2): 1 - 18
- LANDIN, P. M. B. & FULFARO, V. J. (1972) Trend-surface analysis of Carboniferous and Permian thickness data from Paraná Basin. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 44 (Suplemento): 187 - 196.
- LEGUIZAMÓN, R. R. (1972) Estudio Paleobotánico de la Formación Tasa Cuna, Pérmico Inferior de la Provincia de Córdoba. **Ameghiniana**, 9 (4): 305 - 342.
- LEJAL-NICOL, A. (1985) Carboniferous megaflores of North Africa. In: MARTINEZ DIAZ, C. (ed) **The Carboniferous of the World**. Madrid, I. G. M. E. p. 386 - 991. Tomo II.
- LEJAL-NICOL, A. & BOUREAU, E. (1973) Sur deux Lycophytes du Carbonifere Inferieur de Fort-Polignac (Sahara Central). In: CONGRÉS NATIONAL DES SOCIETES SAVANTES. **Compte Rendu**, v.5, p. 11 - 35.
- LEJAL-NICOL, A. & BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C. (1979) Sur une nouvelle espèce de *Cyclodendron* Kräusel 1928 du Permien Inferieur de l'etat de Santa Catarina au Brèsil. In: CONGRÉS NATIONAL DES SOCIETES SAVANTES, 104. Bordeaux, 1979. **Fascicule 1**, p. 121 - 132.
- LEINZ, V. (1940) Gênese de carvão no norte do Paraná. In: **Carvão mineral de Barra Bonita e Carvãozinho (Estado do Paraná)**. Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Fomento, 42: 43 - 65.

- LENZ, G. R. & RAMOS, B. W. (1985) Combustíveis fósseis sólidos no Brasil: Carvão, linhito, turfa e rochas oleígenas. In: SCHOBENHAUS, A. (coordinador). **Principais depósitos minerais do Brasil**. V. 1: Recursos minerais energéticos. DNPM/CVRD. Brasília. p. 3 - 37.
- LE ROUX, S. F. (1963) *Walkomiella transvaalensis*, a new conifer from the Middle Ecca beds of Vereeniging, Transvaal. **Transactions of Geological Society of South Africa**, **66**: 1 - 10.
- LOPES, R. C.; LAVINA, E. L.; SIGNORELLI, N. (1986) Fácies sedimentares e evolução paleoambiental do Supergrupo Tubarão na borda leste da bacia do Paraná, uma seção regional nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34. Goiânia, 1986. **Anais**. Cambouriu, S.B.G., v. 1, p. 206 - 213.
- MAACK, R. (1947) *Lycopodiopsis derbyi* Renault, documento da idade paleozóica das camadas Terezina do Brasil meridional. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 2 (Art. 8): 157 - 207.
- MACROSKY, M. T. (1968) European Carboniferous coalfields and Permian Gondwana coalfields. In: MURCHISON, D. & WESTOLL, T. S. (eds.) **Coal and coal-bearing strata**. Oliver & Boyd, London, p. 325 - 346.
- MARQUES-TOIGO, M.; CORRÊA, Z. C. S. ; HERTER, G. G. (1975) Geology and palinology of Candiota coal mine, RS, Brazil. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA, 1. Tucumán, 1975. **Actas**. Tucumán, p. 401 - 427.
- MARQUES-TOIGO, M. & CORRÊA DA SILVA, Z. C. (1984) On the origin of gondwanic south brazilian coal measure. **Cominicações do Serviço Geológico de Portugal**, **70** (2): 151 - 160.
- MARTINI, P. & ROCHA-CAMPOS, A. C. (1991) Interglacial and early post - glacial, Lower Gondwana coal sequences in the Paraná Basin, Brazil. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7. São Paulo, 1988. **Proceedings**. São Paulo IG - USP/ FAPESP, p.317 - 336.
- MCCABE, P. J. (1984) Depositional environments of coal and coal-bearing strata. In: RAHMANI, R. A. & FLORES, R. N. (eds) **Sedimentology of coal and coal-bearing sequences**. Special Publication of International Association of Sedimentologists, 7: 13 - 42.

- MEDEIROS, R. A. (1993) Transgressões e regressões cíclicas e a origem das formações do Rio Bonito e Palermo da bacia do Paraná. SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, I. Rio Claro, 1993. **Resumos**. Rio Claro UNESP - FAPESP, p. 44 - 49.
- MEDEIROS, R. A. & THOMAZ 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.
- MENDES, J. C. (1952) The Gondwana formations of southern Brazil: Some of their stratigraphical problems, with emphasis on the fossil flora. **B. J. Mem. Vol. - Birbal. S. Inst. Paleob.** 1: 336-345.
- MENEZES FILHO, N. R. DE & RODRIGUES, T. L. (1983) Faciologia e análise ambiental preliminar da Formação Rio Bonito na região de Grande Candiotá, Rio Grande do Sul, Brasil: uma proposta de modelo deposicional. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1. Porto Alegre, 1983. **Atas**. Porto Alegre, S.B.G., p. 371 - 391.
- MEYEN, S. (1968) Conifer systematics and evolution relation to discovery of ovules in *Buriadia*. **Palaeontological Journal**, 4 (1): 28 - 31.
- MEYEN, S. V. (1976) Carboniferous and Permian Lepidophytes of Angaraland. **Palaeontographica, Abt B**, 157 (5/6): 112 - 157.
- MEYEN, S. V. (1987) **Fundamentals of Paleobotany**. London, Chapman and Hall. 432 p.
- MEYEN, S. (1997) Permian conifers of Western Angaraland. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 96 (3/4): 351 - 447.
- MILANI, E. J. (1997) **Evolução tectono-estratigráfica da bacia do Paraná e seu relacionamiento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. p. 254. (Tese de doutorado.- Curso de Pos-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
- MILANI, E. J. ; FRANCA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. (1994) bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, 8 (1): 69 - 82.
- MILLAN, J. H. (1967) Novas frutificações na flora de *Glossopteris* do Gondwana inferior do Brasil. *Dolianitia* gen. nov. **DNPM, Notas Preliminares e Estudos**, 140: 140 - 149.

- MILLAN, J. H. (1969a) The Gymnospermic and platyspermic seeds of the *Glossopteris* Flora from Brazil and correlated foreign regions. In: SYMPOSIUM - GONDWANA STRATIGRAPHY, 1. Buenos Aires, 1967. **Proceedings**. Buenos Aires. vol. 2, p. 107 - 122.
- MILLAN, J. H. (1969b) Sobre *Plumsteadiella* um novo vegetal comum ao Gondwana Inferior do Brasil e da África do Sul. *Plumsteadiella apedicellata* sp. nov. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia**, 34: 1 - 8.
- MILLAN, J. H. (1971) Ocorrência de folhas de *Noeggerathiopsis* presas a um eixo caulinar, no Gondwana do estado de Santa Catarina. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 43 (Suplemento): 343 - 350.
- MILLAN, J. H. (1972) **Macroflorula carbonífera de Monte Mor, Estado de São Paulo**. 2 vol. 154 p. (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, SP).
- MILLAN, J. H. (1974) Sobre as Coniferopsidas da flórua gondwânica de Monte Mor, Estado de São Paulo. **Ameghiniana**, 11 (2): 124 - 134.
- MILLAN, J. H. (1975) Tafoflorula de Monte Mor Estado de São Paulo: seus elementos e seu significado no Gondwana Inferior do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, 5 (1): 1 - 4.
- MILLAN, J. H. (1977) Sementes platispérmicas da flórua gondwânica de Monte Mor, Estado de São Paulo, Brasil. **Ameghiniana**, 14 (1-4): 33 - 44.
- MILLAN, J. H. (1980) Lepidodendrales do Eogondwana de Monte Mor, SP, Base do Subgrupo Itararé. 1 - *Brasilodendron pedroanum* (Carruthers) Chaloner, Leistikow *et* Hill, 1979. **Boletim IG - USP**, 11: 105 - 113.
- MILLAN, J. H. (1985) Lepidodendrales do Eogondwana de Monte Mor, SP, Base do Subgrupo Itararé. 2 - Sobre o gênero *Lepidodendron* Sternberg. **COLETÂNEA DE TRABALHOS PALEONTOLÓGICOS**. Brasília. ME - DNPM., p. 613 - 617.
- MILLAN, J. H. (1987a) Os pisos florísticos do carvão do Subgrupo Itararé do Estado de São Paulo e suas implicações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10. Rio de Janeiro, 1987. **Anais**. Rio de Janeiro, SBP, v.2, p. 831-856.

- MILLAN, J. H. (1987b) Descoberta de frondes de *Botrychiopsis plantiana* no Eogondwana do município de Itapeva, Subgrupo Itararé do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10. Rio de Janeiro, 1987. **Anais**. Rio de Janeiro, SBP, v.2, p. 809 - 829
- MILLAN, J. H. (1994) O esquema de identificação e classificação das sementes gondwânicas: reatualização e análise crítica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **66** (4): 475 - 489.
- MILLAN, J. H. & DOLIANITI, E. (1977) Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (bacia do Paraná). 1 - Gênero *Paracalamites*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **49** (3): 469 - 477.
- MILLAN, J. H. & DOLIANITI, E. (1979) Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (bacia do Paraná). 3 - Gênero *Phyllothea*. **Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología**, **6**: 1 - 4.
- MILLAN, J. H. & DOLIANITI, E. (1980a) Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (bacia do Paraná), Brasil. 2 - Gênero *Stephanophyllites*. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, 2. CONGRESO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGÍA, 1. Buenos Aires, 1978. **Actas**. Buenos Aires, v. 4, p. 113 - 127.
- MILLAN, J. H. & DOLIANITI, E. (1980b) Sobre um novo "fertiliger" no Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (bacia do Paraná), Brasil. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, 2. CONGRESO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGÍA, 1. Buenos Aires, 1978. **Actas**. Buenos Aires, v. 4, p. 126 - 137.
- MILLAN, J. H.; DOLIANITI, E.; BARCIA DE ANDRADE, A. (1980c) Nota preliminar sobre uma nova tafoflórula na lapa de carvão de Mato Seco, Município de César Lange, SP. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **52** (3): 555 - 558.
- MILLAN, J. H. & DOLIANITI, E. (1981) Cordaitales do Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (bacia do Paraná). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **53** (4): 807 - 815.
- MORRIS, N. (1975) The *Rhacopteris* flora in the New South Wales. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 3. Camberra, 1973. **Proceedings**. Camberra, p. 99 - 108.

- MORRONE, N. & DAEMON, R. F. (1985) Jazida de Urânio de Figueira, Paraná. In: SCHOBENHAUS (coordinador). **Principais depósitos minerais do Brasil**. V. 1: Recursos minerais energéticos. DNPM/CVRD. Brasília. p. 133 - 142.
- OLIVEIRA, E. de (1927) Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. **Monografia Div. Geol. Mineral Bras.**, 6: 1-172.
- PANT, D. D. (1982) The Lower Gondwana gymnosperms and their relationships. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 37 (1/2): 55 - 70.
- PANT, D. D. (1996) The biogeography of the late Palaeozoic floras of India. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 90 (1/2): 70 - 98.
- PANT, D. D. & SRIVASTAVA, G. K. (1962) Structural studies of Lower Gondwana megaspores Part II. Specimens from Brazil and Mhukuru coalfield, Tangayika. **Palaeontographica Abt. B**, 111 (1/3): 96 - 111.
- PANT, D. D. & NAUTIYAL, D. D. (1967) On the structure of *Buriadia heterophila* (Feistmantel) Seward *et* Sahni and its fructification. **Philosophical Transaction of Royal Society of London**, 252 (B 774): 27 - 48.
- PASQUALINI, M.; CUNHA, A. S.; GUERRA-SOMMER, M.; PICCOLI, A. E. M. (1986) Análise paleoecológica de sequências paleoflorísticas na área de Mariana Pimentel, Guaíba, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34. Goiânia, 1986. **Anais**, Goiânia, 1986, S.B.G. - CNPq, V.1, 556 - 569.41 - 86
- PERINOTTO, J. A. & RÖSLER, O. (1987) Raízes fósseis na Lapa do Carvão do Bairro Aliança (Cerquilho - SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10. Rio de Janeiro, 1987. **Anais**. Rio de Janeiro, SBP, v.2, p. 238 - 251.
- PETRI, S. & FULFARO, V. J. (1981) **Geologia do Brasil**. 2ed. Editora T. A. Queiroz Ltda. São Paulo. 631p.
- PICCOLI, A. E. M.; MENEGAT, R.; GUERRA-SOMMER, M.; MARQUES-TOIGO, M.; PORCHER, C. (1991) Faciologia da sequência sedimentar das folhas de Quitéria e Várzea do Capivarita, Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, 18 (1): 31 - 43.
- PIÉRART, P. (1962) Distribution stratigraphique et géographique des mégaspores du Paléozoïque. **Pollen et Spores**, 4 (2): 370.

- PIÉRART, P. (1975) Systématique, distribution stratigraphique et géographique des mégaspores du Carbonifère et du Permien. In: CONGRÈS INTERNATIONAL DE STRATIGRAPHIE ET DE GÉOLOGIE DU CARBON, 7. Kiefeld, 1971. **Compte Rendu**. Kiefeld. v. 4, p. 93 - 102.
- PIÉRART, P. (1981) Stratigraphical and géographique distribution of Gondwana megaspores. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 5. Wellington, 1980. **Selected papers and abstracts**. Wellington. p. 19 - 21.
- PIÉRART, P. (1984) Les mégaspores du Carbonifère et du Gondwana inférieure de l'Afrique et de l'Amérique du Sud. **Bulletim des Sceances de la Academie das Sceances de Outre-Mer**, 28 (2): 155 - 163.
- PIÉRART, P. & DIJKSTRA, S. J. (1961) Étude comparée des mégaspores permienues du Brésil et du Katanga. In: CONGRÈS DE STRATIGRAPHIE ET DE GÉOLOGIE DU CARBONIFÈRE, 4. Heerlen, 1958. **Compte Rendu**. Heerlen, 1961, T. II, p. 541 - 544.
- PIZZATO, L. G. & SILVA, L. M. (1983) **Projeto Carvão no estado do Paraná.- III Relatório Final**. Convênio DNPM-CPRM. 20 p.
- PHILLIPS, T. L.; PEPPERS, R. A.; DIMICHELE, W. A. (1985) Stratigraphic and interregional changes in Pennsylvanian coal-swamp vegetation: environmental inferences. **International Journal of Coal Geology**, 5: 43 - 109.
- PHILLIPS, T. L. & DIMICHELE, W. A. (1981) Paleocology of Middle Pennsylvanian age coal swamp in southern Illinois: Herrin Coal Member at Sahara Mine No 6. In: NIKLAS, K. J. (ed) **Paleobotany, paleocology and evolution**. Praeger, New York, 231 - 284.
- PLUMSTEAD, E. P. (1973) The Late Paleozoic *Glossopteris* flora. In: Hallam, A. (ed) **Atlas of palaeogeography**. p. 187 - 205. Elsevier, Amsterdam.
- POPP, J. H. (1983) Fácies, ambientes e carvões na Formação Rio Bonito, no sul do Estado do Paraná: uma análise estratigrafica. **Revista Brasileira de Geociências**, 13 (1): 37 - 36.
- POPP, J. H. & SOARES, P. C. (1984) O Grupo Guatá. In: RÖSLER, O. (Coordenador) Revisão de tópicos da Geologia e Paleontologia da bacia do Paraná e seu embasamento. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33. Rio de Janeiro, 1984. **Anais**. Rio de Janeiro, S.B.G., v. 2, p. 1023 - 1025.

- RAYNER, R. J. (1985) The Permian lycopod *Cyclodendron leslii* from South Africa. **Palaeontology**, 28 (1): 111 - 120.
- RAYNER, R. J. (1986) *Azaniadendron*. A new genus of lycopod from South Africa. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 47 (1/2): 129 - 143.
- READ, C. B. (1941) Plantas fósseis do Neopaleozóico do Paraná e Santa Catarina. **Div. Geol. Miner. D.N.P.M. monogr. 12**: 1-102.
- RIGBY, J. F. (1968) New fossil plant locality near Laras, State of São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22. Belo Horizonte, 1968. **Anais**. Belo Horizonte S.B.G. v. 1, p. 201 - 208.
- RIGBY, J. F. (1970) Distribution of Lower Gondwana plants in the Parana basin of Brazil. In: GONDWANA SYMPOSIUM, 2. Pretoria, 1970. **Proceedings and Papers**. Pretoria, p. 575-584
- RIGBY, J. F. (1972a) the Notocalamitaceae, a new family of Upper Palaeozoic Equisetaleans. **The Palaeobotanist**, 19 (2): 161 - 163.
- RIGBY, J. F. (1972b) The Upper Paleozoic flora at Lauro Müller, Santa Catarina, Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 44 (Suplemento): 279 - 293.
- ROCHA - CAMPOS, A. C. (1967) The Tubarão Group in the brazilian portion of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PINTO, I. D. (eds) **Problems in brazilian Gondwana Geology**, 3. Curitiba. Univ. Federal do Paraná, p. 27 - 102.
- ROCHA - CAMPOS, A. C. & RÖSLER, O. (1978) Late Paleozoic faunal and floral successions in Paraná Basin, Southeastern Brazil. **Boletim IG/USP**, 9: 1 - 16.
- ROHN, R. (1987) A flora *Glossopteris* primitiva de Cerquilho Velho, Formação Tietê, Permiano Inferior, Cerquilho, SP, Brasil: Guia da Excursão. **Paleobotânica Latinoamericana**, 8 (1): 25-30
- ROHN, R. (1994) **Evolução ambiental da bacia do Paraná durante o Neopermiano no leste de Santa Catarina e do Paraná**. Vol. I e II. (Tese de doutoramento. Programa de Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo).
- ROHN, R. & RÖSLER, O. (1987) Relações entre a flora permiana do Gondwana e as floras das províncias setentrionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10. Rio de Janeiro, 1987. **Anais**. Rio de Janeiro, SBP, v.2, p. 885-899.

- RÖSLER, O. (1972) **Flora da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná**. 130 p. (Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo).
- RÖSLER, O. (1975a) Confronto de Aspectos entre as taofloras neopaleozóicas do Brasil e Argentina. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, 1. Tucumán, 1974. **Actas**. Tucuman, p. 505-523.
- RÖSLER, O. (1975b) Taofloras eogondwânicas do Brasil II - Ocorrência do Rio da Estiva (Permiano - Formação Rio Bonito - Santa Catarina). **Boletim IG - USP**, 6: 1 - 11.
- RÖSLER, O. (1976) Novas idéias sobre a evolução paleoflorística e paleoclimática no Eogondwana brasileiro. In: CONGRESO GEOLÓGICO CHILENO, 1. Santiago, 1976. **Actas**. Santiago, T. III, p. L83-L94.
- RÖSLER, O. (1978) The Brazilian Eogondwanic floral succession. **Boletim IG/USP**, 9: 85-91.
- RÖSLER, O. (1979) Plantas fósseis de São João do Triunfo (PR), Formação Rio Bonito e suas implicações geológicas. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2. Rio Claro, 1979. **Atas**. Rio Claro, S.B.G., v. 1, p. 181-194.
- RÖSLER, O. (1993) Biocronoestratigrafia do Grupo Guatá. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, I. Rio Claro, 1993. **Resumos**. Rio Claro, UNESP, p. 50 - 51.
- RÖSLER, O. & FITTIPALDI, F. C. (1981) O enfoque paleobotânico no estudo e prospecção de carvão. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. Curitiba, 1981. **Atas**. Curitiba, 1981. CNPq-Tecnotema, v. 2, p. 274-283.
- RÖSLER, O. & PERINOTTO, J. A. (1985) Nota sobre a ocorrência de *Nothorhacopteris* sp. em siltitos da porção médio-superior do Subgrupo Itararé em amostra de superfície no Município de Burí, Estado de São Paulo. **Paleobotânica Latinoamericana**, 7(1): 25.
- SANTA ANA, H. DE & VEROSLAVSKY, G. (1993) Reconocimiento de las sequencias paleozoicas de la cuenca norte uruguaya (borde sureste de la Cuenca del Paraná). SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, I. Rio Claro, 1993. **Resumos**. Rio Claro UNESP - FAPESP, p. 41 - 43.
- SANTOS, S. (1991) Brazilian uranium occurrences in Gondwana basins. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7. São Paulo, 1988. **Proceedings**. São Paulo IG - USP/ FAPESP, p. 407 - 421.

- SANTOS, P. R. dos (1987) **Facies e evolução paleogeográfica do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana (Neopaleozóico) na bacia do Paraná, Brasil**. 128p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências / Universidade de São Paulo, São Paulo).
- SANTOS, P. R. dos; ROCHA - CAMPOS, A. C.; CANUTO, J. R. (1996) Patterns of Late Palaeozoic deglaciation in the Paraná Basin, Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, **125** (1/4): 165 - 184.
- SARKIS, M. F. & DIAS, M. E. R. (1995) Ocorrência de palinórfos no afloramento Bainha (Formação Rio Bonito), Criciúma, SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 14. Uberaba, 1995. **Atas**. Rio de Janeiro, SBP, p. 113.
- SCHEIHING, M. & PFEFFERKORN, H. (1984) The taphonomy of land plants in the Orinoco delta: a model for the incorporation of plant parts in clastic sediments of Late Carboniferous age of Euroamerica. **Review Palaeobotany and Palynology**, **41** (3/4): 205 - 240.
- SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMAZI, E., MEDEIROS, R. A., DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. (1974) Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre, 1974. **Anais**, Porto Alegre, 1974, SBG,V.1, p. 41 - 86.
- SCOTSE, C. R. & MCKERROW, W. S. (1990) Revised world maps and introduction. In: MCKERROW, W. S & SCOTSE, C. R. (eds.) **Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography**. London, The Geological Society, p. 1 - 21. (Geological Society Memoir, 12).
- SCOTT, A. C. (1979) The ecology of Coal Measure from northern Britain. **Proceedings of the Geologists' Association**, **90** (3): 97 - 115.
- SEWARD, A. C. & SAHNI, B. (1920) Indian Gondwana plants: A revision. **Palaeontologia Indica, New Series**, **7** (1): 1 - 40.
- 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. Salvador, 1982. **Anais**. Salvador S.B.G. v. 3, p. 1120 - 1134.
- SOMMER, F. W. (1953) Os megásporos de Santa Catarina e seu aproveitamento na correlação das camadas. **Notas preliminares e Estudos, D.G.M., D.N.P.M.**, **73**.
- SOMMER, F. W. & TRINDADE, N. M. (1966) Lycopodiales do Gondwana brasileiro. **Boletim do DNPM**, **230**: 1 - 31.

- SPICER, R. A. (1980) The importance of depositional sorting to the biostratigraphy of plant megafossils. In: DILCHER, D. L. & TAYLOR, T. N. (eds.) **Biostratigraphy of fossil plants. Successional and Paleoecological Analyses**. Pennsylvania. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. p. 171 - 183.
- SPINNER, E. (1969) Preliminary study of the megaspores from the Tupe Formation, Quebrada del Tupe, La Rioja, Argentine. **Pollen et Spores**, **11** (3): 669 - 685.
- STEWART, W. (1985) **Paleobotany and the evolution of plants**. Cambridge University Press. New York. 405p.
- STEWART, W. & ROTHWELL, O (1993) **Paleobotany and the evolution of plants**. Cambridge University Press. New York. 560p.
- SURANGE, K. R. (1975) Indian Lower Gondwana floras: A review. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 3. Camberra, 1973. **Proceedings**. Camberra, p. 135 - 147.
- SURANGE & LELE (1956) Studies in the *Glossopteris* flora of India 3. Plants fossils from Talchir Beds of south Rewa Gondwana Basin. **The Palaeobotanist**, **5** (2): 82 - 90.
- SURANGE, K. R. & SINGH, P. (1952) The seeds of *Walkomiella indica*, a conifer of Lower Gondwanas of India. **Current Sciences**, **21**.
- SURANGE, K. R. & SINGH, P. (1953) The female dwarf shoot of *Walkomiella indica*, a conifer of Lower Gondwanas of India. **The Palaeobotanist**, **2**: ?
- TAYLOR, N. & TAYLOR, L. (1993) **The biology and evolution of fossil plants**. 1 ed. Prentice Hall. New Jersey. 982p.
- THOMAS, B. A. (1970) Epidermal studies in the interpretation of *Lepidodendron* species. **Palaeontology**, **13** (1): 145 - 173.
- THOMAS, B. A. (1974) The lepidodendroid stoma. **Palaeontology**, **17** (3): 525 - 539.
- THOMAS, B. A. (1977) Epidermal studies in the interpretation of the *Lepidophloios* species. **Palaeontology**, **20** (2): 273 - 293.
- THOMAS B. A. & WATSON, J. (1976) A rediscovered 114 - foot *Lepidodendron* from Bolton, Lancashire. **Geological Journal**, **11** (1): 15 - 20.
- THOMAS, B. A. & MASARATI, D. L. (1982) Cuticular and epidermal studies in fossil and living lycophytes. **Linndenian Society Symp. Service**, **10**: 363 - 378

- THOMAS, B. A. & MEYEN, S. (1984) A system of form-genera for the Upper Palaeozoic Lepidophyte stems represented by compression-impression material. **Review of Palaeobotany and Palynology**, **41** (3/4): 273 - 281.
- TRINDADE, N. M. (1959a) Megásporos gondwânicos de Charqueadas, Rio Grande do Sul. **Boletim do DNPM**, **194**: 1 - 35.
- TRINDADE, N. M. (1959b) O gênero *Lagenosporites* no Gondwana brasileiro. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, **112**: 1 - 13.
- TRINDADE, N. M. (1960) O gênero *Triletes* no Gondwana brasileiro. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, **114**: 1 - 17.
- TRINDADE, N. M. (1962) Megásporos gondwânicos da Mina do Leão, Rio Grande do Sul. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, **118**: 1 - 22.
- TRINDADE, N. M. (1964) Megásporos gondwânicos de Charqueadas, Rio Grande do Sul II. **Boletim do DNPM**, **26**: 1 - 27.
- TRINDADE, N. M. (1966a) Megásporos gondwânicos da Mina de Arroio dos Ratos, Rio Grande do Sul. **Notas Preliminares e Estudos DNPM**, **133**: 1 - 28.
- TRINDADE, N. M. (1966b) Sinopse da sistemática dos megásporos do Gondwana brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **43** (suplemento): 351 - 361.
- TRINDADE, N. M. (1970) Megásporos carboníferos de Monte Mor, Estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **42** (3): 459 - 470.
- TRINDADE, N. M. (1971) Integração das floras boreal e austral no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **38**: 305 - 313.
- TRINDADE, N. M. & SOMMER, F. W. (1966) Sinopse sistemática dos megásporos do Gondwana Brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **38** (2): 305 - 314.
- WHITE, D. (1908) Relatório sobre a flora fóssil das camadas carboníferas do Brasil. In: RELATÓRIO FINAL DA COMISSÃO DE ESTUDO DAS MINAS DE CARVÃO DE PEDRA DO BRASIL. DNPM. Brasília. p. 338 - 617. (Reimpressão em 1988)
- WHITE, M. E. (1981) The cones of *Walkomiella australis* (Feist) Florin. **Palaeobotanist**, **28 - 29**: 75 - 80.
- WHITE, M. E. (1990) **The flowering of Gondwana**. Princeton University Press, New Jersey. 256p.

- WISNLOW, M. (1962) Plant spores and other microfossils from the Upper Devonian and the Lower Mississippian rocks of Ohio. **Geological Survey Professional Papers**, **364**: 1 - 90.
- YOSHIDA, R. (1968) **Descrição preliminar de coníferas, neopaleozóicas da bacia do Paraná**. 54 p. (Monografia de Mestrado - Departamento de Geologia e Paleontologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo).
- ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M. A.; VIEIRA, I. S.; CONCELÇÃO, J. C.; APPI, V.; NETO, E.; CERQUEIRA, J. R.; MARQUES, A. (1990) The Paraná Basin. In: LEIGHTON; KOLATA; OLTZ; EIDEL (eds) **Interior Cratonic Basins**. A. A. P. G., Memoir, 51: 681 - 702.
- ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M. A.; VIEIRA, I. S.; CONCELÇÃO, J. C.; APPI, V.; NETO, E.; CERQUEIRA, J. R.; MARQUES, A. (1991) Tectonics and sedimentation of the Paraná Basin. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7. São Paulo, 1988. **Proceedings**. São Paulo IG - USP/ FAPESP, p. 83 - 117.
- ZEILLER, M. R. (1895) Note sur la flore fossile des gisements houillers de Rio Grande do Sul (Brésil méridional). **Bulletin de la Société Géologique France, Serie 3**, **23** (3): 601 - 629.

ESTAMPA I

Caules de Cf. *Brasilodendron pedroanum* Chaloner *et al.*

1 - Caule decorticado, Nível β . (GP/3E 5951a).

2 - Detalhes de uma almofada foliar do Nível β (GP/3E 5951b).

Barra de escala = 3mm

3 - Caules decorticados pertencentes ao Nível ϵ (GP/3E 6010 a₁).

4 - Caule em estado avançado de decorticação, nível desconhecido
(GP/3E 5966a).

5 - Caule no qual se observa uma mudança gradual de tamanho e de forma
das almofadas foliares, sugerindo a presença de vários níveis de
decorticação (GP/3E 7010a).

ESTAMPA I

ESTAMPA II

Detalhe das almofadas foliares para cada nível de decorticação estudado de Cf. *B. pedroanum* Chaloner *et al.*

1 - Nível β (GP/3E 5951a);

2 - Nível γ (GP/3E 5992);

3 - Nível δ (GP/3E 6015);

4 - Nível ε (GP/3E 5983);

Nota: Barras de escala = 3mm

ESTAMPA III

Micrófilos isolados de licófitas.

1 - Aspecto de um micrófilo antes da maceração.

2 - Fragmento macerado da porção central (GP/3E 5909 ₁).

Barra de escala = 3mm

3 - Fragmento macerado da porção basal (GP/3E 5909 ₂).

Barra de escala = 3mm

4 - Corte transversal, face abaxial (GP/3E 5909 ₃). Barra de escala = 100µm

A - Epiderme.

B - Tecido em paliçada ou clorênquima.

C - Células do mesófilo.

5 - Detalhe (GP/3E 5909 ₃). Barra de escala = 100µm

A - Epiderme.

B - Tecido em paliçada ou clorênquima.

6 - Detalhe das células do tecido em paliçada ou clorênquima.

Barra de escala = 10µm

ESTAMPA III

ESTAMPA IV

Seção transversal dos micrófilos de licófitas.

- 1 - Vista do corte transversal (GP/3E 5947). Barra de escala = 3mm
- 2 - Face adaxial, tecido em paliçada ou clorênquima. Barra de escala = 200 μ m
- 3 - Face abaxial, células do tecido laxo. Barra de escala = 200 μ m
- 4 - Vista ampliada do protoestelo. Barra de escala = 1mm
- 5 - Detalhe do protoestelo, note-se xilema central dentado circundado pelo parênquima floemático e pelo tecido de transfusão.
Barra de escala = 200 μ m
- 6 - Xilema central e parênquima floemático. Barra de escala = 100 μ m
- 7 - A seta indica a localização das possíveis criptas estomatóferas
(GP/3E 5927 a). Barra de escala = 1mm
- 8 - Detalhe das possíveis criptas estomatóferas. Barra de escala = 300 μ m

ESTAMPA IV

ESTAMPA V

Epiderme dos micrófilos de licófitas.

1 - Epiderme abaxial com excrescências marginais (GP/3E 5909 - Lam. 1).

Barra de escala = 300 μ m

2 - Vista das células e estômatos na epiderme abaxial (GP/3E 5909 - Lam. 1).

Barra de escala = 100 μ m

3 - Estômato localizado na porção superior direita da fig.2.

Barra de escala = 100 μ m

4 - Estômato localizado na porção inferior esquerda da fig. 2.

Barra de escala = 100 μ m

5 - Desenho esquemático das células epidérmicas com base nas cutículas estudadas. Barra de escala = 50 μ m

6 - Epiderme adaxial (GP/3E 5909 - Lam. 2). Barra de escala = 100 μ m

7 - Desenho esquemático das células e papilas. Barra de escala = 100 μ m

8 - Células alongadas, possivelmente da margem do micrófilo

(GP/3E 5909 – Lam. 1). Barra de escala = 100 μ m

ESTAMPA V

ESTAMPA VI

Espécies de megásporos encontradas.

- 1 - *Lagenosporites triunfensis* Arai et Rösler, vista lateral (frente).
- 2 - *Lagenosporites triunfensis* Arai et Rösler, vista lateral (verso).
- 3 - *Lagenosporites triunfensis* Arai et Rösler, vista polar (frente).
- 4 - *Lagenosporites triunfensis* Arai et Rösler, vista polar (verso).
- 5 - *Lagenosporites scutiformis* Trindade, vista lateral (frente).
- 6 - *Lagenosporites scutiformis* Trindade, vista lateral (verso).
- 7 - *Sublagenicula* cf. *S. brasiliensis* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz et al., vista lateral (frente).
- 8 - *Sublagenicula* cf. *S. brasiliensis* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz et al., vista lateral (verso).
- 9 - *Setosisporites* cf. *S. furcatus* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz et al., vista lateral (frente).

Nota: Barras de escala = 4mm

1

2

5

3

4

6

7

8

9

ESTAMPA VII

Buriadia figueirensis sp. nov.

1 - Porção apical de um ramo (GP/3E 5978a).

2 - Detalhe de GP/3E 5978a.

3 - Porção apical de um ramo (GP/3E 5895).

4 - Estrutura geral da epiderme adaxial (GP/3E 5895b - Lam. 33).

Barra de escala = 100µm

5 - Desenho esquemático da zona intercostal, mostrada na fig. 4.

Barra de escala = 100µm

6 - Epiderme adaxial, zona costal, note-se poro (GP/3E 5895b - Lam. 32).

Barra de escala = 100µm

7 - Desenho esquemático da fig. 6. (GP/3E 5895b - Lam. 30).

Barra de escala = 100µm

ESTAMPA VII

ESTAMPA VIII

Ramos de *Paranocladus dusenii* Florin.

- 1 - Ramo heterófilo, GP/3E 5923a.
- 2 - Ramo heterófilo, GP/3E 5923b (contraparte de 5923a, fig. 1).
- 3 - Ramo somente com folhas linear-lanceoladas, GP/3E 6007b.
- 4 - Ramo heterófilo, fotografado no campo.
- 5 - Ramo heterófilo, GP/3E 5891a e semente *Paranospermum cambuiense*.
- 6 - Detalhe da poção apical de GP/3E 5891a. Barra de escala = 4mm
- 7 - Detalhe de uma folha linear-lanceolada de GP/3E 5891a.
Barra de escala = 4mm
- 8 - Detalhe da poção basal de GP/3E 5891a Barra de escala = 4mm

ESTAMPA VIII

ESTAMPA IX

Estróbilos femininos associados com *Paranocladus dusenii* Florin.

- 1 - Exemplar GP/3E 5941a.
- 2 - Desenho esquemático do exemplar GP/3E 5941a .
- 3 - Exemplar GP/3E 5941b (contraparte do espécime GP/3E 5941a, fig. 1)
- 4 - Detalhe do estróbilo encontrado associado a GP/3E 5941.
- 5 - Possível estróbilo maduro (GP/3E 5997b).
- 6 - Detalhe de uma bráctea do possível estróbilo maduro (GP/3E 5997a).
- 7 - Ramo com folhas escamiformes (GP/3E 5963).
- 8 - Estróbilo (?) feminino isolado de *Paranocladus dusenii* (GP/3E 6004).

ESTAMPA IX

ESTAMPA X

Folha linear-lanceolada, epiderme abaxial de *Paranocladus dusenii* Florin.

1 - Folha linear-lanceolada macerada (GP/3E 5923b). Barra de escala = 3mm

2 - Detalhe da margem (GP/3E 5923b). Barra de escala = 1mm

3 - Estrutura geral da epiderme abaxial (GP/3E 5941c - Lam. 3).

Barra de escala = 300µm

4 - Detalhe de uma fileira de estômatos (GP/3E 5923b - Lam. 4).

Barra de escala = 100µm

5 - Desenho esquemático de uma zona intercostal. Barra de escala = 100µm

6 - Desenho esquemático, note-se a espessura das paredes anticlinais e pontuações. Barra de escala = 50µm

ESTAMPA X

ESTAMPA XI

Folha linear-lanceolada, epiderme abaxial de *Paranocladus dusenii* Florin.

1 - Células polimorfas, poliédricas e papilosas (GP/3E 5923 - Lam. 1).

Barra de escala = 100µm

2 - Desenho esquemático de algumas células epidérmicas da fig. 1.

Barra de escala = 50µm

3 - Detalhe das células polimorfas, poliédricas e papilas

(GP/3E 5923 - Lam. 1). Barra de escala = 100µm

4 - Desenho esquemático da fig. 3. Barra de escala = 50µm

5 - Desenho esquemático da fig. 3. Barra de escala = 100µm

6 - Papilas e pelos, note-se presença de um possível poro aerífero

(GP/3E 5923 - Lam. 1). Barra de escala = 100µm

7 - Detalhe de um estômato (GP/3E 5941c - Lam. 3).

Barra de escala = 100µm

ESTAMPA XI

ESTAMPA XII

Folha linear-lanceolada, epiderme adaxial de *Paranocladus dusenii* Florin

1 - Estrutura geral da epiderme adaxial (GP/3E 5941c - Lam. 3).

Barra de escala = 100µm

2 - Detalhe de estômatos e papilas (GP/3E 5923b - Lam. 4).

Barra de escala = 100µm

3 - Células epidérmicas; note-se pelo curvo e pequenos orifícios dentro de uma célula, atribuídos a base de papilas (GP/3E 5923 - Lam. 1).

Barra de escala = 100µm

4 - Desenho esquemático da fig. 3. Barra de escala = 50µm

5 - Desenho esquemático com maior detalhe, do pelo curvo, papilas e paredes das células. Barra de escala = 100µm

6 - Papilas e pelos da base da folha (GP/3E 5923b - Lam. 4).

Barra de escala = 200µm

ESTAMPA XII

ESTAMPA XIII

Folha escamiforme de *Paranocladus dusenii* Florin.

1 - Ramo macerado. Barra de escala = 2mm

2 - Detalhe de pelos da margem da folha (GP/3E 5936 - Lam. 23).

Barra de escala = 100µm

3 - Ambas as epidermes. Células da face adaxial à esquerda e estômatos na

face abaxial (direita - GP/3E 5941a - Lam. 22). Barra de escala = 100µm

4 - Desenho esquemático da fig. 3. Barra de escala = 100µm

ESTAMPA XIII

100μm

ESTAMPA XIV

Folha escamiforme de *Paranocladus dusenii* Florin.

1 - Zona intercostal da epiderme abaxial (GP/3E 5941a - Lam. 22).

Barra de escala = 100µm

2 - Detalhe dos estômatos (GP/3E 5941a - Lam. 22).

Barra de escala = 100µm

3 - Desenho esquemático da zona intercostal indicada na fig. 1.

Barra de escala = 100µm

4 - Estrutura geral da epiderme adaxial e pelos da margem (GP/3E 5941a - Lam. 18). Barra de escala = 100µm

5 - Desenho esquemático da fig. 4. Barra de escala = 100µm

ESTAMPA XIV

ESTAMPA XV

Paranospermum cambuiense gen. et sp. nov.

1 - Semente sem macerar (GP/3E 5988A).

2 - Semente macerada (GP/3E 5936). Barra de escala = 3mm

3 - Micrópila com polens bissacados (GP/3E 5936). Barra de escala = 0,5mm

4 - Detalhe da micrópila com polens bissacados (GP/3E 5895aA - Lam. 39).

Barra de escala = 100µm

5 - Polem bissacado. Barra de escala = 100µm

6 - Tecido da asa com poros. (GP/3E 5908aA - Lam. 44).

Barra de escala = 100µm

7 - Tecido de células alongadas da margem da asa (GP/3E 5908aA - Lam. 44).

Barra de escala = 100µm

ESTAMPA XVI

Paranospermum cambuiense gen. et sp. nov.

1 - Tecido da asa com poros e estômato (GP/3E 5908aA - Lam. 44).

Barra de escala = 100µm

2 - Tecido da asa encontrado no estróbilo feminino de *Paranocladus duseinii* (GP/3E 5941b - Lam. 14). Barra de escala = 100µm

3 - Estróbilo de *Paranocladus duseinii* Florin (GP/3E 5941b).

4 - Tecido da asa com possíveis fungos contemporâneos (GP/3E 5895c - Lam. 45). Barra de escala = 100µm

5 - Tecido da asa no MEV (GP/3E 5936). Barra de escala = 10µm

6 - Células da micrópila no MEV (GP/3E 5936). Barra de escala = 10µm

7 - Células da micrópila no MEV (GP/3E 5936). Barra de escala = 10µm

ESTAMPA XVI