

TAFOLÓRULA MONTE MOR DO ESTADO DE SÃO PAULO: SEUS ELEMENTOS E SEU SIGNIFICADO NO GONDWANA INFERIOR DO BRASIL

JOSÉ HENRIQUE MILLAN*

ABSTRACT A study of the Monte Mor florula (Itu Formation, Tubarão Group in the State of São Paulo indicates that it is composed of gondwanic elements "mixed" with other boreal and cosmopolitan genera.

Association of arborescent Lycopsidea and Sphenopsida with *Botrychiopsis*, *Rhacopteris*, *Adiantites*, etc., and complete absence of Glossopterids point out a general Carboniferous age for the flora, possibly Westphalian-Stephanian. The same age was deduced by Trindade (1970).

Occurrence of cf. *Leaia* and eurypterid associated with *Lepidodendron*, *Lycopodiopsis*, *Paracalamites*, *Sphenopteris* and numerous seeds *Cordaicarpus* and araucaroid conifers such as *Paranocladus* may signify a lacustrine environment for deposition of plant fragments and, possibly, formation of Monte Mor coal beds. The state of preservation of megaplants showing decorticated stems corroborates this idea, since they are indicative of short transportation of the plant fragments and at least a semi-autoc-tone origin for the coal beds.

The mixture of boreal and cosmopolitan elements in the Monte Mor taphoflora could be explained by the existence of a zonal paleoclimatic differentiation during the Upper Carboniferous, leading to the migration of pioneer elements toward nearby continental masses.

INTRODUÇÃO A presente contribuição corresponde, em linhas gerais, aos capítulos dedicados ao confronto com outras tafolórulas, às implicações paleoecológicas e às conclusões de nossa Tese de Doutorado (Millan, 1972a), apresentada no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

Na mesma, expõem-se os resultados obtidos no estudo paleontológico realizado nos sedimentitos neopaleozóicos do afloramento Sítio da Mina, Município de Monte Mor, Estado de São Paulo.

A região investigada oferecia particular interesse para a realização desse estudo porque ali foi noticiada (Barbosa e Almeida, 1949) a existência de uma tafolórula, na capa da camada de carvão, que nunca foi descrita ou ilustrada. Segundo os mesmos autores, tanto na lapa como na capa do carvão, existem restos de peixes paleoniscídeos que se incluem em duas espécies diferentes, uma das quais provavelmente pertencente ao gênero *Elo-nichthys*.

No afloramento, que corresponde à quase totalidade da capa da camada de carvão, as camadas fossilíferas forneceram vegetais, incluindo impressões de megásporos *Trileites* sp. (Fig. 1), e restos de animais relacionados, apenas, a conostráceos cf. *Leaia* sp. (Fig. 2) e a euripterídeos cf. *Eurypterus* sp. (Fig. 3).

Esse afloramento localiza-se, estratigraficamente, em sedimentitos da Formação Itu, Subgrupo Itararé, Grupo Tubarão do Estado de São Paulo (Rocha-Campos, 1972), onde "no meio do pacote, situa-se o carvão de Monte Mor (localidade próxima a Campinas) com espessura de 2 a 5 cm. É capeado por um arenito argiloso com restos de vegetais" (Mendes e Petri, 1971, p. 77). Entretanto todos os fósseis coletados são oriundos das camadas (1) e (3) da capa do carvão, constituídas de folhelho argilo-arenoso, ficando o arenito argiloso, que é afossilífero, restrito às camadas (9) e (11) do afloramento (Fig. 4).

*Departamento de Paleontologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, GB, Brasil. Em regime de tempo integral (COPERTIDE/UFRJ)

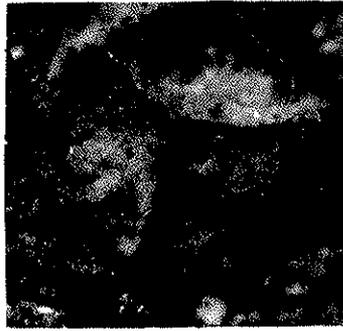


Figura 1 — Impressão de megásporo *Trileites* sp. (30 ×), Col. DP-MN

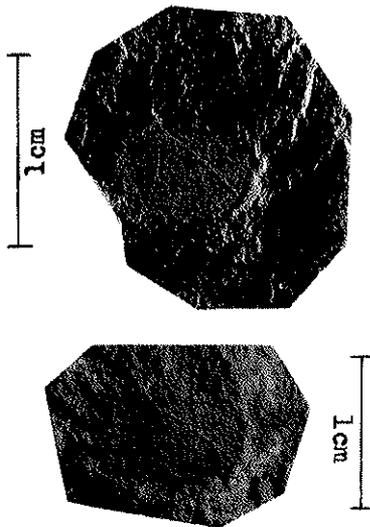


Figura 2 — Impressões de conostráceos cf. *Leia* sp., Col. DP-MN



Figura 3 — Impressão de euriptédeo cf. *Euryterus* sp., Col. DP-MN. Assinaladas pelos círculos estão várias impressões de megásporos *Trileites* sp.

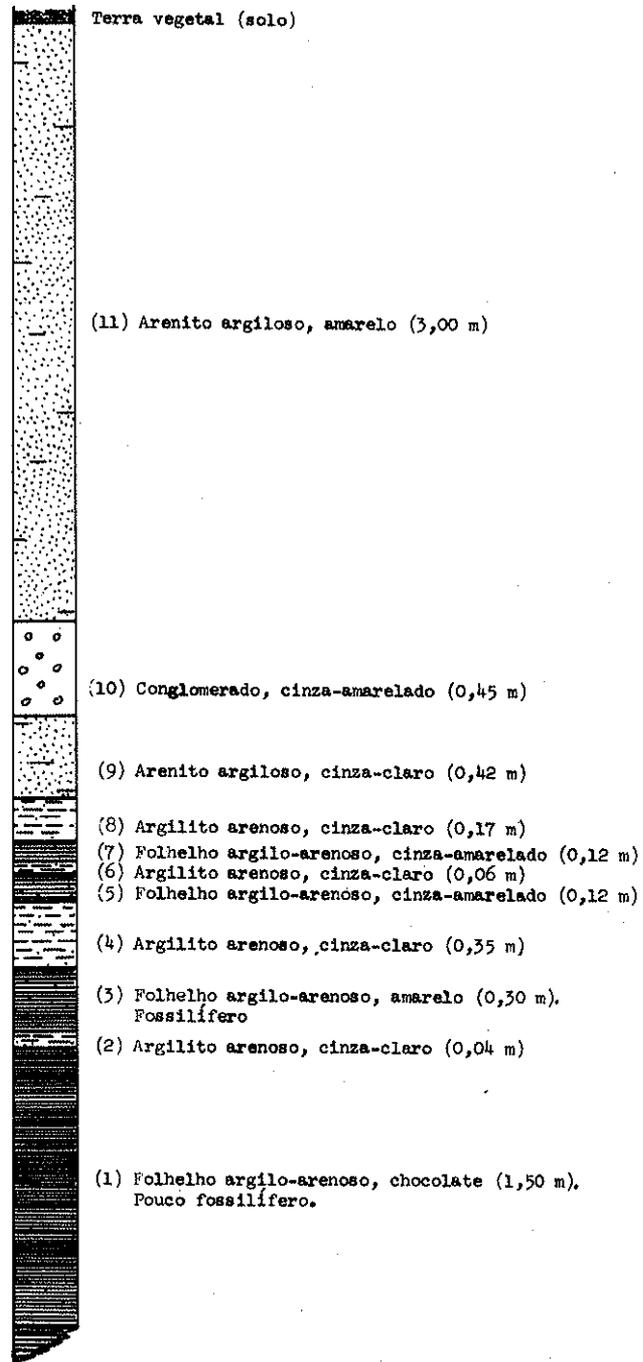


Figura 4 — Perfil do afloramento Sítio da Mina

Relação dos fósseis Os restos vegetais têm sua frequência relativa na Col. DP-MN, Pb (Coleção Paleobotânica do Departamento de Paleontologia do Museu Nacional), indicada como segue: (r) rara, três espécimes ou menos; (nc) não-comum, até seis espécimes; (c) comum, mais de seis espécimes e são os seguintes:

SPORAE DISPERSAE

Trileites sp. (c)*

PALAEOPHYLLALES incertae sedis

cf. *Ginkgoophyllum* sp. A (r)***

LEPIDODENDRALES

Lepidodendron pedroanum Zeiller emend. Millan (r)**

Lycopodiopsis sp. A (r)***

L. pedroanus (Carruthers) Edwards emend. Kräusel (c)**

L. derbyi Renault (nc)**

SPHENOPHYLLALES

Sphenophyllum sp. A (nc)**

EQUISETALES incertae sedis

Paracalamites australis Rigby (c)**

P. cf. levis Rigby (r)***

P. montemorensis Millan, sp. nov. (nc)***

GÊNEROS-FORMA incertae sedis

Sphenopteris sp. A (r)**

Adiantites sp. (r)***

Rhacopteris cf. *chubutiana* Archangelsky e Arrondo (r)***

R. cf. ovata (McCoy) Walkom (r)***

Botrychiopsis cf. *plantiana* (Carruthers) Archangelsky e Arrondo (r)**

?*B. cf. weissiana* Kurtz emend. Archangelsky e Arrondo (r)***

CORDAITALES

Noeggerathiopsis hislopii (Bunbury) Feistmantel (nc)**

CONIFERALES

Paranocladus? fallax Florin (c)**

Buriadia heterophylla (Feistmantel) Seward e Sahni emend. Pant e Nautiyal (r)**

SEMENTES PLATISPÉRMICAS incertae sedis

Cordaicarpus nitens (Feruglio) Millan, comb. nov. (c)***

C. barbosanus Millan, sp. nov. (r)***

Samaropsis seixasii (White) Seward (r)**

Confronto com outras Tafloflóruas Barbosa (1958) admite, para a Tafloflórua Monte Mor, idade viscaana, pela associação de *Lepidodendropsis*, ? *Triphyllopteris* e *Rhacopteris* que ali ocorreria.

Comparando as formas por nós descritas com outras do Carbonífero da Austrália, Argentina, Índia, Peru e Brasil (Archangelsky, 1965, p. 260), verificamos que, dos 21 gêneros mais característicos do Carbonífero Inferior, somente 6 ocorrem em Monte Mor: *Adiantites*, *Cordaicarpus*, *Lepidodendron*, *Noeggerathiopsis*, *Rhacopteris* e *Sphenopteris*. Com exceção de *Noeggerathiopsis*, todos ocorrem na Austrália, que apresenta o Carbonífero melhor conhecido do Gondwana e que, para alguns autores, divide-se em duas tafloflóruas: inferior, de *Lepidodendron veltheimianum*, e superior, de *Rhacopteris*, onde não há mescla com *Glossopteris*. Segundo Archangelsky a idade do Carbonífero Inferior, pelo menos para a de *Rha-*

*Ocorrem como impressões e, assim conservados, pela primeira vez no Grupo Tubarão do Estado de São Paulo

**Espécies descritas e figuradas, pela primeira vez, no Grupo Tubarão do Estado de São Paulo

***Espécies descritas e figuradas, pela primeira vez, no Gondwana Inferior do Brasil

copteris, não tem base segura, já que os invertebrados marinhos, presentes nas mesmas formações, estão indicando uma idade mais recente.

Na Argentina, em comum com Monte Mor, ocorrem 5 gêneros, fazendo exceção *Cordaicarpus*. Archangelsky, em 1965, admitia para o Carbonífero argentino um panorama desolador, já que as espécies estudadas eram poucas e a revisão, tão necessária para esclarecer problemas nomenclaturais encontrados nos trabalhos de Frenguelli, Szajnocha e Kurtz, não tinha sido efetuada. Cuerdo *et al.* (1968, p. 269) opinam: "No obstante los trabajos ya realizados sobre el Carbonífero en la Argentina, se requieren todavía nuevos estudios estratigráficos y paleontológicos de detalle que permitan establecer una secuencia cronoestratigráfica adecuada para una correlación ulterior con otras partes del mundo".

Aos poucos, entretanto, os vegetais da Coleção Kurtz estão sendo revisados (Archangelsky e Arrondo, 1971a; Arrondo, 1971) e novas formas estão sendo descritas (Archangelsky e Leguizamón, 1971), porém com dados insuficientes para qualquer correlação mais segura com as formas de Monte Mor.

Na Índia, em comum com Monte Mor, ocorre apenas *Rhacopteris*. Para Archangelsky (1965), a idade da Série Po como Carbonífero Inferior não tem base segura, já que seus restos fragmentários não são indicadores de qualquer associação típica.

No Peru, em comum com Monte Mor, ocorrem apenas 3 gêneros: *Adiantites*, *Rhacopteris* e *Sphenopteris*. À exceção de *Rhacopteris* (que é uma forma não-comum), os demais são raros em Monte Mor e não constituem uma associação significativa.

Finalmente, no Brasil, na Formação Poti ocorrem em comum apenas 3 gêneros: *Adiantites*, *Cordaicarpus* e *Sphenopteris* e, a nosso ver, desprovidos de um interesse imediato de correlação, pois, à exceção de *Cordaicarpus*, são raros na Tafolórula Monte Mor. Abandona-se, portanto, com base nos macrofósseis vegetais, a idade viscana sugerida para essa associação florística da Formação Itu.

Para Rigby (1970, p. 583-584, Tab. 1), das 79 espécies conhecidas na bacia do Paraná, somente 12 existem em comum com as 63 espécies conhecidas na Argentina e nas Ilhas Falkland e relacionadas por Archangelsky (1968).

De acordo com o mesmo autor, há somente 16 espécies em comum entre a bacia do Paraná e o Gondwana da Índia, onde, segundo Surange (1966), existem 163 espécies, e o Gondwana da Austrália, onde 93 espécies são conhecidas.

Esses números, aparentemente, tornam a comparação entre a flora gondwânica do Brasil e a dos países mencionados praticamente impossível. Aliás, Rigby (1970, p. 580) usa esse argumento quando diz: "The lack of species in common between the Paraná basin and Argentina suggests that the floras in the different basins were developing at different rates and in different directions, and free interchange of species was either difficult or impossible; hence the use of these plants for stratigraphic correlation between these two countries is also difficult or impossible". O mesmo argumento é usado para Índia e Austrália, quando, na mesma página, diz: "Both countries are remote from South America, thus a close relationship need not be expected".

Creemos ser esse um ponto discutível porque, para tal conclusão, são necessários, entre outros, dados fornecidos pelos macro e microfósseis.

Entretanto Daemon e Quadros (1970, p. 363), por exemplo, após o exame das formas de palinomorfos dos intervalos G e H da bacia do Paraná, propostos para o estabelecimento da coluna bioestratigráfica do Gondwana nessa bacia sedimentar, concluem que as mesmas "... são equivalentes àquelas dos andares Talchir e Karharbari da Índia".

Também, segundo Rigby (1970, p. 580), a tafloflora da bacia do Paraná é "... essentially uncontaminated by extra-Gondwana elements", o que está em flagrante contradição com os conhecimentos atuais que temos dos macro e microfósseis da Formação Itu, caracte-

terizada por uma flórmula pré-*Glossopteris*, onde elementos boreais e cosmopolitas "misturam-se" com elementos gondwânicos.

Das 21 espécies descritas na Tafolórula Monte Mor 9 ocorrem restritamente na bacia do Paraná: *Adiantites* sp., *Cordaicarpus barbosanus*, cf. *Ginkgophyllum* sp. A, *Lycopodiopsis* sp. A, *L. derbyi*, *Paranocladus* (?) *fallax*, *Paracalamites montemorensis*, *Samaropsis seixasii* e *Sphenophyllum* sp. A.

Considerando as outras 12 espécies não-restritas, observamos o seguinte: *Buriadia heterophylla*, ocorre nas tafolórulas do Brasil, Índia e Antártida; *Botrychiopsis plantiana*, ocorre nas do Brasil, da Argentina, da Índia e da África do Sul; *B. weissiana*, ocorre nas do Brasil (cf.), da Argentina, da Austrália e da Índia (?); *Cordaicarpus nitens*, ocorre nas do Brasil e da Argentina; *Lepidodendron pedroanum*, ocorre nas do Brasil e da Argentina; *Lycopodiopsis pedroanus*, ocorre nas do Brasil, da Argentina e da Austrália; *Noeggerathiopsis hislopii*, ocorre em quase todas flórmulas gondwânicas, fazendo exceção as Ilhas Falkland; *Paracalamites australis*, ocorre nas do Brasil, da Índia, da Argentina, da Austrália e da Antártida; *P. levis*, ocorre nas do Brasil (cf.) e da Austrália; *Rhacopteris chubutiana*, ocorre nas do Brasil (cf.) e da Argentina; *R. ovata*, ocorre nas do Brasil (cf.), da Argentina e da Austrália; *Sphenopteris* sp. A, ocorre nas do Brasil e da Argentina.

Verificamos, então, que todas as espécies descritas distribuem-se por 5 gêneros tipicamente gondwânicos: *Lycopodiopsis*, *Botrychiopsis*, *Noeggerathiopsis*, *Paranocladus* e *Buriadia*; por 2 gêneros caracteristicamente boreais: *Ginkgophyllum* e *Lepidodendron*; e por 7 gêneros cosmopolitas: *Sphenophyllum*, *Paracalamites*, *Sphenopteris*, *Adiantites*, *Rhacopteris*, *Cordaicarpus* e *Samaropsis*. Os gêneros cosmopolitas, à exceção de *Cordaicarpus* e *Paracalamites*, são raros em Monte Mor.

Segundo Archangelsky (1965), *Sphenopteris* é de valor estratigráfico nulo; *Adiantites* caracteriza, geralmente, uma associação tipicamente carbonífera, juntamente com *Triphyllopteris*, *Rhacopteris* e as Lycopsida e Sphenopsida arborescentes; *Rhacopteris*, na Europa, é encontrado tanto no Carbonífero Inferior como no Superior, sendo muito arriscada qualquer correlação segura com base numa relativa abundância dessa forma num estrato. Um exemplo desse fato é a mescla de *Rhacopteris* com *Glossopteris*, *Gangamopteris* e *Asterotheca* na Tafolórula Chubut (Argentina), cuja idade, em conjunto, é do Permiano Inferior e seus níveis basais, pela presença de *Rhacopteris*, podem pertencer ao Carbonífero Superior.

Dentre os gêneros gondwânicos, *Lycopodiopsis* e *Paranocladus* são abundantes em Monte Mor e, juntamente com *Buriadia* e *Botrychiopsis*, que são raros, constituem uma associação que não admite uma idade mais antiga que base do Carbonífero Superior.

A presença de *Botrychiopsis* é muito importante porque é um vegetal tipicamente austral e porque representa uma forma de relativa antiguidade, tendo atualmente grande valor estratigráfico. No Gondwana do Brasil, até agora, sua ocorrência como *Gondwanidium* era conhecida apenas no Estado do Rio Grande do Sul, nas localidades Arroio dos Cachorros, bacias dos rios Candiota e Jaguarão e Acampamento Velho, todas do Subgrupo Itararé do Grupo Tubarão desse Estado, ocorrendo sempre em associação com as Glossopterídeas.

Esse vegetal tem sido encontrado, também, no Gondwana da Argentina, da Austrália, da África do Sul e da Índia e, fora do Gondwana, na Flora de Angara (Sibéria).

Na Argentina, segundo Archangelsky e Arrondo (1971b), ocorrem duas espécies de *Botrychiopsis*: *B. weissiana*, que caracteriza a Idade-Flora Tupense (Westfaliano), e *B. plantiana*, que caracteriza as Idades-Floras Trampeaderense (Estefaniano) e Lubeckense A (Sakmariano e Artinskiano).

Para esses autores, *B. weissiana* ocorre, também, no Westfaliano da Austrália e da Índia (duvidosamente) e *B. plantiana* do Estefaniano ao Artinskiano do Brasil e da África

do Sul. Para o Permiano Inferior da Índia é relacionada, exclusivamente, a espécie *B. valida*.

Na Argentina, a espécie *B. weissiana*, na Tupense, ocorre associada, principalmente, com *Rhacopteris ovata* e *Sphenopteridium cuneatum* na ausência de Coniferales, Glossopteridales e Sphenophyllales, enquanto *B. plantiana*, na Trampeaderense, ocorre associada com as Vojenowskyales, Ginkgoales, desaparecendo *Rhacopteris ovata* e *Botrychiopsis weissiana*, continuando ausentes as Glossopteridales e as Sphenophyllales. Na Lubeckense A, a espécie *B. plantiana* ocorre associada, pela primeira vez, com as Glossopteridales e Sphenophyllales e, ainda, com *Rhacopteris chubutiana* e abundantes Lycopsida arborescentes.

Em Monte Mor, com base em material fragmentário, as duas espécies de *Botrychiopsis*, *B. weissiana* (? cf.) e *B. plantiana* (cf.) ocorrem contemporaneamente e associadas, entre outros elementos, com *Rhacopteris cf. ovata*, *R. cf. chubutiana*, Coniferales (*Paranocladus*), Sphenophyllales (*Sphenophyllum*, *Paracalamites*), na ausência das Glossopterideas.

Observa-se, portanto, que essa associação paleoflorística, numa análise relacionada com a ocorrência das duas espécies sul-americanas de *Botrychiopsis*, parece situar-se numa transição entre as idades Tupense e Trampeaderense argentinas, o que equivale dizer que sua idade estaria a um nível Westfaliano-Estefaniano. Outros fatos parecem sugerir esta conclusão.

A ocorrência de *B. weissiana*, se comprovada futuramente em termos mais definitivos em Monte Mor, juntamente com *B. plantiana*, sugere uma comprovação das possíveis vinculações entre as espécies de *Botrychiopsis*, sugeridas por Archangelsky e Arrondo (1971b), que consideram *B. weissiana* como antecessora, provavelmente direta, de *B. plantiana*. Aceitando essa idéia, entendemos que, ao longo dessa filogenia, em que *B. weissiana* caracterizou-se melhor no Westfaliano e *B. plantiana* no Estefaniano-Sakmariano, houve um momento em que essas duas espécies foram contemporâneas.

A Tafolórula Monte Mor poderia representar esse momento na transição Westfaliano-Estefaniano e é muito significativo o fato de *B. plantiana* ocorrer mais típica e quantitativamente nas bacias carboníferas do Estado do Rio Grande do Sul, na passagem do Estefaniano ao Sakmariano, associada já às Glossopterideas e na ausência de *B. weissiana*. Do exposto, deduz-se que *Botrychiopsis* é uma forma de relativa antiguidade e cuja origem se afigura como muito duvidosa.

Para Archangelsky e Arrondo (1971b), somente o gênero *Furqueia*, do Carbonífero Inferior, poderia estar nessa linha evolutiva, pois apresenta pínulas similares, mas com um sistema de ramificação algo indefinido.

Esses autores, entretanto, não formulam qualquer hipótese sobre o possível centro de gênese e dispersão desse vegetal, no Gondwana, mas apenas citam o fato de que adquirem especial significado os restos fragmentários do Westfaliano da Índia, onde, provavelmente, ocorre *B. weissiana*.

Segundo Dolianiti (1953, p. 130-131) "Em nenhuma parte do antigo continente Gondwana encontra-se *Gondwanidium* (*Botrychiopsis*, observação nossa) em associação a elementos de uma flora pré-*Glossopteris*, pois, à exceção da Argentina, tanto na Índia como na África do Sul, sua ocorrência é assinalada com o aparecimento dessa flora em seus primeiros estágios". Na Tafolórula Monte Mor, esse gênero ocorre mesclado com outros elementos gondwânicos e com elementos boreais e cosmopolitas, estando as Glossopterideas ausentes.

Segundo Harrington (1934, p. 334), "... el Sur del Brasil constituyó, durante la edad Dwyka-Talchir, un centro secundário de evolución y dispersión de la flora de *Glossopteris*, desde donde se produjeron posteriormente migraciones 'en bulto' hacia Sud África y hacia la Argentina. Varias especies de la flora de *Glossopteris* pueden considerarse como originarias

de esta região, entre las que se destacan especialmente *Gondwanidium validum* e *Ottokaria ovalis*". Para Dolianiti (1953, p. 131), entretanto, isso não ocorreu em virtude de ser *Gondwanidium* (*Botrychiopsis*) considerado como originário de algum elemento *Rhacopteris* e "... a flora *Rhacopteris* não foi, até o presente, assinalada no Brasil". No presente trabalho, assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *Rhacopteris* no Brasil e, além do mais, associado a *Botrychiopsis*.

Se considerarmos a Tafolórula Monte Mor situada, cronologicamente, na transição Westfaliano-Estefaniano, então a hipótese de Harrington sai fortalecida no que se refere à espécie *B. plantiana* que alcançou, aparentemente, seu nível estratigráfico mais inferior em Monte Mor, que seria um centro de gênese e dispersão da espécie.

Na Tafolórula Monte Mor, é evidente a ausência de *Glossopteris* e *Gangamopteris*, elementos característicos da Flora *Glossopteris* do Gondwana Inferior do Brasil, considerada pela quase totalidade dos autores como do Permiano Inferior. Para Archangelsky (1965, p. 258), "Una asociación Carbónica deberá estar constituida entre otros elementos por Licópsidas y Sfenópsidas arborecentes junto a *Rhacopteris*, *Adiantites*, etc.". Em outras palavras, todos os níveis sem *Glossopteris* e *Gangamopteris* pertenceriam ao Carbonífero.

Qualquer que seja a idade da nossa Tafolórula *Glossopteris* a Tafolórula Monte Mor será sempre mais antiga, pela associação de *Rhacopteris* e *Botrychiopsis* e na ausência das *Glossopterideas*.

Até o momento, nossa argumentação baseou-se, essencialmente nos macrofósseis vegetais da capa da jazida de carvão, que tivemos oportunidade de descrever e figurar. Entretanto valemo-nos agora dos estudos de Trindade (1970) sobre os palinocênios do carvão Monte Mor.

Foi verificada, nesse carvão, a presença dos seguintes gêneros de megásporos: *Trileites*, *Lagenosporites*, *Calamospora*, *Duosporites* e *Setosisporites*. Dos gêneros enumerados, ao que parece, somente *Duosporites* é exclusivo do hemisfério austral. Todos os gêneros, à exceção de *Calamospora*, representam testemunhos da existência de várias licófitas, contribuindo para a formação do carvão Monte Mor. *Calamospora*, por sua vez, é atribuído às esfenófitas e noegeratiófitas.

Segundo Trindade (1970, p. 464), "Os estudos de megásporos... apontam as seguintes famílias e *habitus*: Lepidodendraceae: *habitus Lagenosporites*, Sigillariaceae: *habitus Lagenosporites*, Bothrodendraceae: *habitus Setosisporites*, Selaginellaceae: *habitus Setosisporites*, Sphenophyllaceae: *habitus Calamospora*, Calamitaceae: *habitus Calamospora*, Noegerathiaceae: *habitus Calamospora*".

De uma certa forma, os macrofósseis da capa do carvão corroboram alguns dos *habitus* dos megásporos do carvão: na família Lepidodendraceae, os gêneros *Lepidodendron* e *Lycopodiopsis*; na família Sphenophyllaceae, o gênero *Sphenophyllum*; e, nas esfenófitas em geral, o gênero *Paracalamites*.

Segundo Trindade, a flórlula responsável pelo depósito de carvão e folhelho carbonoso de Monte Mor deveria apresentar, no mínimo, 4 gêneros de licófitas e 1 de esfenófita. Encontramos, na capa do carvão, 2 licófitas, *Lepidodendron* e *Lycopodiopsis*, e 2 esfenófitas, *Sphenophyllum* e *Paracalamites*.

Para Trindade (1970, p. 460) os megásporos do carvão Monte Mor "... testemunham, ainda a interdigitação das floras boreal e austral no Gondwana brasileiro", o que é corroborado pelos macrofósseis. Na mesma página, diz que esses megásporos "... sugerem a necessidade de reexaminar os macrofósseis de licófitas estudados por Barbosa e Almeida (1949), Barbosa e Gomes (1958) e Barbosa (1958). Outrossim, sugerem restringir ao Permiano a observação de Edwards (1952) e Kräusel (1961) de não existirem gêneros boreais de licófitas no Gondwana brasileiro". Mais uma vez, os macrofósseis vegetais da capa do

carvão comprovam essa assertiva, ao fazermos a reabilitação do gênero *Lepidodendron* no Gondwana brasileiro, bem como da espécie de Zeiller, com emendas, *L. pedroanum*, que aparece em associação com outras licófitas tipicamente gondwânicas: *Lycopodiopsis pedroanus* e *L. derbyi*.

Finalmente, conclui Trindade (1970, p. 465), "Assim, parece-nos que a constelação de Monte Mor sugere, como idade, o Carbonífero Superior para os estratos em foco", o que é evidenciado, também, pelos macrofósseis.

A ocorrência, também, de conostráceos cf. *Leaia* nessa flórula reveste-se de especial significado. Sabemos da importância que têm esses crustáceos, predominantemente de águas doces, para a Paleontologia. A sua distribuição estratigráfica abrange o Neopaleozóico e, no Brasil, ocorria, até agora, no Grupo Passa-Dois do Estado de Santa Catarina. Para Mendes e Petri (1971, p. 100), "A presença de fáunulas marinhas especiais no Grupo Tubarão sotopostas e a ocorrência de *Leaia* — conostráceo que não ultrapassou o fim do Paleozóico — nas camadas superiores do Grupo Passa-Dois determinam a idade permiana deste último". Ora, a simples ocorrência de cf. *Leaia*, que é uma forma rara em Monte Mor, não permite, por si só, que se estabeleça para essa tafolórula uma idade mais recente que Estefaniano. É mais razoável alterar-se sua distribuição estratigráfica de exclusivamente do Grupo Passa-Dois para o Grupo Tubarão, também.

Segundo Tasch (1969), várias observações sobre a Zona Leaiaídea da Antártida têm importância para as correlações gondwânicas, destacando-se entre elas o descobrimento de uma zona de *Leaia* na Formação Mount Glossopteris, da Cordilheira Ohio da Antártida, ao lado das já conhecidas ocorrências da Formação Rio do Rasto do Brasil e do Beaufortense Inferior de Natal, África do Sul; a aparição inicial dos leaiaídeos na Cordilheira de Ohio durante o Beaufortense Inferior sugere uma origem não-antártica para os mesmos; os estudos paleomagnéticos situam, durante o Permo-Carbonífero, a Austrália contígua ou muito próxima da Antártida e, já que os leaiaídeos são abundantes no carvão de Newcastle, esta pode ser sua área de origem.

Conseqüentemente, a ocorrência de cf. *Leaia* nos níveis basais do Grupo Tubarão sugere ser essa região, na dependência de novas ocorrências mais abundantes e de estudos mais completos, inclusive paleomagnéticos, um provável centro de gênese e dispersão desses conostráceos no Gondwana, ficando o carvão Newcastle, da Austrália, sob esse aspecto, num plano secundário.

Implicações paleoecológicas Baseados no estudo dessa tafolórula, na litologia dos estratos em que a flórula está situada e na bibliografia avaliável, fizemos algumas tentativas de conclusões concernentes às condições reinantes durante o tempo de deposição do carvão de Monte Mor e subsequente deposição das plantas fósseis.

A reconstituição de um cenário terrestre, durante o Gondwana Inferior, foi feita por Seward (1941), Plumstead (1966) e Rigby (1969). Seward considerou-o como tendo uma vegetação esparsa próxima a uma cadeia montanhosa sob condições glaciais. Plumstead admite uma vegetação mais luxuriante, embora próxima a altas cadeias montanhosas, com extensos vales glaciais. Para Rigby, o ambiente proposto por Seward não era favorável ao crescimento de plantas grandes, que existiram no Gondwana, concordando com a idéia de Plumstead, de uma vegetação mais luxuriante, pelo acúmulo da matéria vegetal, suficiente para a formação de carvão. Entretanto discorda desses autores quanto à proximidade dessa vegetação dos vales glaciais que, segundo ele, nunca existiram nas bacias marginais do Neopaleozóico.

Para Rigby, a história da maioria dessas bacias carboníferas resumiu-se na seguinte seqüência: um lençol de gelo desenvolvia-se, inicialmente, erodindo a área da bacia. Quando o gelo retraía-se, e muitas vezes desaparecia totalmente, a superfície mostrava um relevo

como o de muitas áreas do hemisfério norte, que foram afetadas pela glaciação pleistocênica. Com o aparecimento de um clima temperado, desenvolviam-se, inicialmente, riachos irregulares, muitas vezes com formação de lagos. Quando a drenagem original se tornava senil, desenvolviam-se pântanos onde ocorria deposição de carvão límnico. Pela ocupação total do pântano, desenvolvia-se nova drenagem, podendo ter ocorrido, concomitantemente, uma mudança do nível pluviométrico. Embora o gelo glacial permanente estivesse ausente nessa época, era razoável que a área estivesse fria durante o inverno e, conseqüentemente, o gelo teria se formado, transitoriamente, sobre rios e lagos.

É conhecido o fato de que a maioria das madeiras silicificadas de Gimnospermas do Gondwana Inferior mostra evidências de anéis de crescimento. Esses anéis normalmente indicam variações climáticas anuais, devidas às alternâncias de temperaturas de verão e inverno ou, então, às mudanças entre estações secas e úmidas. Para Rigby, os caules licopodiais, descritos e figurados na África do Sul, Austrália e Brasil, constituem-se nas únicas plantas do Gondwana Inferior que têm indicações seguras de crescimento sazonal.

Segundo Rigby, as licófitas do hemisfério sul têm um hábito semelhante às do hemisfério norte, ainda que a maneira de ramificação não seja conhecida. Para ele, *Lycopodiopsis* cresce próximo ao limite superior de uma inundação normal.

Para a maioria dos autores, as folhas *Sphenophyllum* são de uma planta com hábito rasteiro. Entretanto, das plantas dominantes da época, foi o único gênero a desfrutar de distribuição universal no final do Paleozóico, e tal hábito, evidentemente, não se coaduna com tamanha distribuição. Rigby concebe-a, então, como uma pequena árvore mais afastada do limite superior de inundação. Outras esfenófitas, como *Paracalamites*, ficariam bem próximas das margens dos rios.

O gênero *Sphenopteris* tem sido mostrado como um feto grande, mas sem tronco característico, crescendo, provavelmente, em locais úmidos e ventilados. O mesmo se pode dizer do hábito de *Botrychiopsis*, que, por sua raridade, faria parte do substrato de uma floresta de coníferas ou de Glossopterídeas.

O gênero *Noeggerathiopsis*, do hemisfério austral, é muito similar ao gênero *Cordaites*, do hemisfério boreal, e ambos são representados como grandes árvores com os ramos presentes somente na copa, na concepção de Grand'Eury (1877), ficando situados próximos de *Sphenophyllum* e um pouco afastados do limite superior de uma inundação normal. As coníferas, tipo *Paranocladus*, são mostradas sempre longe d'água e, algumas vezes, próximas às árvores das Glossopterídeas.

Do exposto, verificamos que o ambiente de formação do carvão Monte Mor e do ambiente subseqüente de deposição das plantas fósseis seria equivalente ao proposto por Rigby para os depósitos de Criciúma, Estado de Santa Catarina, e de Laras, Estado de São Paulo, respectivamente, dos grupos Tubarão e Passa-Dois.

Um ambiente aquoso límnico, representado por uma bacia lacustrina, é sugerido para o afloramento Sítio da Mina, em Monte Mor, pela presença de conostráceos cf. *Leaia*, de euripterídeos cf. *Eurypteris* e de vegetais como *Lepidodendron*, *Lycopodiopsis*, *Paracalamites*, *Sphenopteris*, *Cordaicarpus*, *Paranocladus*, etc.

Provavelmente, tanto na formação do carvão Monte Mor, de um modo indireto, quanto na subseqüente deposição das plantas fósseis e das demais camadas da capa do carvão, perdurou, por um tempo relativamente longo, uma deposição tranqüila de sedimentos nessa bacia, trazidos pela drenagem de pequenos e irregulares riachos. Em apoio a essa sugestão, citamos o ritmismo observado nas camadas sedimentares do afloramento, onde, nas camadas (1) a (8), é visível a alternância de folhelho argilo-arenoso a argilito arenoso, na ausência de diastemas.

Dentro dessa tentativa de reconstituição ambiental, restam, ainda, dois pontos im-

portantes para serem abordados: a origem do carvão de Monte Mor, que não é observável no afloramento e do qual só temos informações indiretas, e a presença, na tafoflórula, de elementos boreais.

É notório o fato de que, na conceituação paleopalinológica, os megásporos apresentam pouca mobilidade. Segundo Trindade (1970), os megásporos do carvão Monte Mor teriam sido originários de flora autóctone ou semi-autóctone da região de depósito do carvão. Os macrofósseis vegetais, da capa do carvão, são bastante favoráveis à sugestão de Trindade já que se apresentam relativamente em boas condições de fossilização. Podemos acrescentar, entretanto, que a decorticação observada em todos os córtices caulinares de licófitas dessa tafoflórula pode indicar um transporte, cuja intensidade dependeria do volume d'água.

Se admitimos a drenagem local realizada por vagarosos e irregulares riachos, então, evidentemente, o transporte foi muito pequeno.

Quanto à presença de elementos boreais na Tafoflórula Monte Mor e em outras tafoflóruas gondwânicas, três explicações possíveis têm sido formuladas por diferentes autores:

1) as associações que contêm elementos boreais são mais antigas que as formadas por uma tafoflora "pura" de *Glossopteris*;

2) os *taxa* boreais desenvolveram-se independentemente, por homoplasia, no Gondwana;

3) os elementos boreais são verdadeiros imigrantes e estão localizados nas zonas marginais do Gondwana ou em zonas paleoclimáticas definidas que, durante o Permo-Carbonífero, estavam suficientemente próximas a outras massas continentais.

Para Archangelsky e Arrondo (1969), a primeira explicação baseia-se em alguns dados de fósseis marinhos da Índia, da Austrália e da América do Sul, segundo os quais os depósitos continentais do Gondwana Inferior pertenceriam mais ao Permiano Inferior do que ao Carbonífero. Entretanto, alguns *taxa* vegetais "nórdicos" parecem indicar o Carbonífero.

A segunda explicação apóia-se, até agora, em informações deduzidas das associações vegetais gondwânicas pré-permianas. Para esses autores, tais antecessores não são conhecidos, atualmente, nas tafofloras sul-americanas.

A terceira explicação, finalmente, sugere que algumas zonas marginais do Gondwana estavam suficientemente próximas de outras massas continentais, possibilitando uma migração durante o Carbonífero Superior ou Permiano Inferior. Ou, então, uma diferenciação zonal paleoclimática observada no hemisfério boreal deve ter existido, também, no Gondwana, podendo diferentes associações vegetais ter sido sincrônicas.

É visível, na Tafoflórula Monte Mor, que a Divisão Pteridophyta é a dominante entre os elementos cosmopolitas e boreais, quando comparada com a Divisão Gymnospermae. É muito bem conhecida sua adaptação a ambientes extremos e, por isto, seus elementos podem ser considerados como pioneiros em potencial nas migrações e dispersões entre associações florísticas.

Sua preservação, porém, é mais difícil, quando comparada com a Divisão Gymnospermae. Entretanto seus esporos são mais resistentes que os grãos de pólen e, evidentemente, têm indiscutíveis vantagens na dispersão. Entre eles os micrósporos, produzidos por plantas isósporas como as Marattiales e as Articulatales, têm um poder de dispersão bem maior que os megásporos, produzidos por plantas heterósporas como as Lycopsidea arborescentes. Outros mecanismos de migração e dispersão favorecem muito mais as Pteridophyta que as Gymnospermae.

Portanto a presença de elementos boreais e cosmopolitas na Tafoflórula Monte Mor seria explicada por uma diferenciação zonal paleoclimática, nessa região, idêntica à obser-

vada nas massas continentais boreais, permitindo a migração e a dispersão de elementos pioneiros em potencial de massas continentais próximas, onde os mesmos teriam um ambiente ideal de desenvolvimento. Hipoteticamente, elementos como *Adiantites* e *Rhacopteris*, do Carbonífero Inferior do Estado do Piauí, teriam, assim, alcançado a base do Carbonífero Superior do Estado de São Paulo.

Para Barbosa (1958, p. 231), "The intrusion of boreal elements into the Gondwana florulas, which developed during the interglacial epochs, shows that the ecological conditions for the formation of coal were not very different in both hemispheres. The two floras had only a different development and adaptation".

À medida que as condições paleoclimáticas foram se modificando, provavelmente, do sudeste para o sul do Brasil, muitos desses elementos, boreais e cosmopolitas, não encontraram mais ambiente propício para seu desenvolvimento e, naturalmente, a partir do Estefaniano não são mais encontrados em nossas tafolórulas gondwânicas, representando a Tafolórula Monte Mor, na transição Westfaliano-Estefaniano, o limite máximo de alcance de alguns desses elementos dentro do Gondwana Inferior da bacia do Paraná.

CONCLUSÕES O estudo dessa associação paleoflorística, sua comparação com outras tafolórulas, a distribuição estratigráfica de seus elementos e as implicações paleoecológicas, permitem-nos as conclusões enumeradas a seguir.

1. É feita a reabilitação do gênero *Lepidodendron* no Gondwana brasileiro, restritamente ao Carbonífero Superior, e, com emendas da espécie de Zeiller, que relacionou seu material ao de Carruthers. Consideramos *Lepidodendron pedroanum* como espécie distinta de *Lycopodiopsis pedroanus*, baseados numa morfologia em que, na primeira espécie, são observados vestígios de paricnos e lígula, inexistentes na segunda. A presença dessa licófito boreal na Tafolórula Monte Mor é corroborada pelos palinocênios do carvão Monte Mor, estudados por Trindade (1970).

2. Os palinocênios desse carvão sugerem restringir-se ao Permiano a observação de Edwards (1952) e Kräusel (1961) de que não existem gêneros boreais de licófitas no Gondwana brasileiro.

3. Ocorrência nessa associação paleoflorística, e pela primeira vez no Grupo Tubarão do Estado de São Paulo, de *Lycopodiopsis derbyi*, contrariando sugestão de Edwards (1952) de colocar essa espécie em sinonímia de *L. pedroanus*, que também ocorre em Monte Mor. Ocorrência, também, de uma nova forma de licófito, *Lycopodiopsis* sp. A. O estudo dos megásporos corroboram essa diversificação de licófitas em Monte Mor.

4. Ocorrência, pela primeira vez no Grupo Tubarão do Estado de São Paulo, das espécies: *Trileites* sp. (como impressões), *Sphenophyllum* sp. A, *Paracalamites australis*, *Sphenopteris* sp. A, *Botrychiopsis* cf. *plantiana*, *Noeggerathiopsis hislopilii*, *Paranoeladus? fallax*, *Buriadia heterophylla* e *Samaropsis seixasii*.

5. Ocorrência, pela primeira vez no Gondwana Inferior do Brasil, das espécies: cf. *Ginkgophyllum* sp. A, *Rhacopteris* cf. *chubutiana*, *R.* cf. *ovata*,? *Botrychiopsis* cf. *weissiana*, *Paracalamites* cf. *levis*, *P. montemorensis*, *Cordaicarpus nitens* e *C. barbosanus*.

6. Mais da metade das espécies de Monte Mor não são restritos à bacia do Paraná, isto é, são encontradas em tafolórulas gondwânicas de outros países. Verificando-se a distribuição estratigráfica de seus elementos, essa associação paleoflorística revelou-se tipicamente carbonífera, pela reunião das Lycopsida e Sphenopsida arborescentes com *Botrychiopsis*, *Rhacopteris*, *Adiantites*, etc., na ausência das Glossopterideas.

7. A presença de *Lepidodendron* na macroflórula implica duas conseqüências imediatas: corrobora os estudos dos palinocênios e dá um caráter essencialmente carbonífero à associação paleoflorística de Monte Mor, juntamente com os demais elementos.

8. A presença de *Botrychiopsis*, nessa associação, permite-nos uma boa argumentação para o estabelecimento de uma idade relativamente antiga para a Tafoflórula Monte Mor, mais antiga que qualquer outra tafoflórula do Gondwana Inferior de nosso país.

9. Se essa idade estiver nos limites de uma transição Westfaliano-Estefaniano, sugerimos, então, o sudeste do Brasil como possível centro de gênese e de dispersão de *Botrychiopsis plantiana*, apoiando a idéia original de Harrington de que essa espécie teria alcançado seu nível estratigráfico mais inferior.

10. Conseqüentemente, o carvão Monte Mor, do Estado de São Paulo, é mais antigo que o carvão das bacias carboníferas do Estado do Rio Grande do Sul, cuja idade é admitida como estefaniana e onde *Botrychiopsis* ocorre mesclado com as Glossopterídeas.

11. De uma certa forma, os macrofósseis da capa do carvão Monte Mor corroboram alguns dos *habitus* dos megásporos do carvão, citados por Trindade (1970): *habitus Lageria-nosporites*, pelos gêneros *Lepidodendron* e *Lycopodiopsis* e *habitus Calamospora*, pelo gênero *Sphenophyllum*.

12. Segundo Trindade, a flórula responsável pelo depósito de carvão e folhelho carbonoso de Monte Mor deveria apresentar 4 gêneros de licófitas e 1 de esfenófitas. A associação da capa do carvão revelou 2 licófitas: *Lepidodendron* e *Lycopodiopsis* e 2 esfenófitas: *Paracalamites* e *Sphenophyllum*.

13. Os megásporos do carvão Monte Mor testemunham a interdigitação das floras boreal e austral no Gondwana brasileiro. A macroflórula da capa do carvão evidencia, também, esse fato, pela associação de elementos gondwânicos com elementos boreais e cosmopolitas.

14. A distribuição estratigráfica de *Cordaicarpus nitens*, em cuja sinonímia consta *Eucerospermum nitens* e *E. patagonicum*, encontrado até agora somente em Monte Mor, Brasil, e em Betancourt e Piedra Shotel, Argentina, é alterada exclusivamente do Permiano Inferior para o Carbonífero Superior, também.

15. A distribuição estratigráfica de *Samaropsis seisasii* é, também, mais antiga porque, até agora, sua ocorrência estava restrita à Tafoflórula Joaquim Branco, do Estado de Santa Catarina.

16. A distribuição estratigráfica do conostráceo *Leaia* em nosso país, em virtude de sua ocorrência em Monte Mor (cf.), é alterada exclusivamente do Grupo Passa-Dois para o Grupo Tubarão, também.

17. A ocorrência de cf. *Leaia* nos níveis basais do Grupo Tubarão pode significar, na dependência de novas ocorrências de estudos mais completos, que essa região constituiu-se, provavelmente, num centro de dispersão desses conostráceos no Gondwana, ficando o carvão Newcastle da Austrália, sob esse aspecto, num plano secundário.

18. A ocorrência do euripterídeo cf. *Eurypterus* em Monte Mor é importante porque corrobora o *habitat* de água doce para esse artrópode quelicerado, pela associação com o conostráceo cf. *Leaia* e com os vegetais descritos e, também, porque é a segunda ocorrência de um euripterídeo no Grupo Tubarão do Estado de São Paulo onde, até agora, somente *Hastimima* tinha sido assinalado por Mezzalira (1951).

19. O ambiente de formação do carvão Monte Mor e o da subsequente deposição das plantas fósseis teria sido equivalente ao proposto para os depósitos de Criciúma, Estado de Santa Catarina, e de Laras, Estado de São Paulo, por Rigby (1969).

20. Em Monte Mor, um ambiente aquoso límico, representado por uma bacia lacustrina, é deduzido pela presença do conostráceo cf. *Leaia*, do euripterídeo cf. *Eurypterus* e de vegetais como *Lepidodendron*, *Lycopodiopsis*, *Paracalamites*, *Sphenopteris*, *Paranocladus*, *Cordaicarpus*, etc.

21. Com base nos megásporos, é bem provável uma origem semi-autóctone do carvão

Monte Mor. Os macrofósseis da capa do carvão apresentam-se, relativamente, em boas condições de fossilização, embora com córtices caulinares de *Lycopsida* bem decorticados e, com base neles, é muito difícil qualquer sugestão nesse sentido.

22. Provavelmente, tanto na formação do carvão Monte Mor, quanto na deposição subsequente das plantas fósseis e das outras camadas, o ambiente de deposição dos sedimentos foi tranqüilo, pelo ritmo observado nas camadas de folhelho argilo-arenoso a argilito-arenoso, na ausência de diastemas.

23. Finalmente, a presença de elementos boreais e cosmopolitas em Monte Mor poderia ser explicada por uma diferenciação zonal paleoclimática, que ali ocorreu durante o Carbonífero Superior, idêntica à observada nas massas continentais boreais, permitindo a migração e a dispersão de elementos pioneiros em potencial de massas continentais próximas, onde o ambiente de seu desenvolvimento teria sido mais favorável. A ausência de alguns desses elementos, por outro lado, nas taflofloras gondwânicas do sul do Brasil poderia ser explicada pela modificação das condições paleoclimáticas, provavelmente na direção sudeste-sul, durante o Permo-Carbonífero. A Tafloflora Monte Mor, na transição Westfaliano-Estefaniano, representa, portanto, o limite máximo de alcance de alguns desses elementos dentro do Gondwana Inferior da bacia do Paraná.

Agradecimentos Minha profunda gratidão à Cleusa e à Giselle, esposa e filha dedicadas, em quem sempre encontrei apoio, ânimo e compreensão. À minha querida sogra e a meu inesquecível pai, a cuja memória dedico este trabalho.

Aos professores Dr. Viktor Leinz, Dr. Setembrino Petri, Dr. Antônio Carlos Rocha-Campos e Dr. Elias Dolianiti, pelas valiosas sugestões oferecidas.

Minha gratidão ao Prof. Dr. Josué Camargo Mendes, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, não apenas pela orientação dada na tese de doutoramento, mas também pelo seu constante apoio e estímulo.

Ao Conselho de Ensino para Graduados da Universidade Federal do Rio de Janeiro e ao Conselho Nacional de Pesquisas, pelos auxílios recebidos. À Comissão Permanente de Tempo Integral e Dedicção Exclusiva, pelo apoio, que possibilita maior dedicação às atividades docentes.

BIBLIOGRAFIA

- ARCHANGELSKY, S. — 1965 — Taflofloras paleozóicas y eomesozoicas de Argentina. Soc. Argent. Bot., Bol. **10** (4): 247-291
- ARCHANGELSKY, S. — 1968 — Permskie i triasovye flory Juznoi Ameriki. Trud. Geol. Inst. Akad. Nauk S.S.S.R., **191**: 71-87
- ARCHANGELSKY, S. e ARRONDO, O. G. — 1969 — The Permian taphofloras of Argentina with some considerations about the presence of "northern" elements and their possible significance. IUGS Symp., Buenos Aires 1-15 october 1967, Gondw. Strat., pp. 71-90, UNESCO, Paris
- ARCHANGELSKY, S. e ARRONDO, O. G. — 1971a — Palaeophytologia Kurtziana III. 1. Notas sobre los vegetales carbonicos y permicos de la Coleccion Kurtz. Ameghiniana, **8** (3-4): 181-188, Buenos Aires
- ARCHANGELSKY, S. e ARRONDO, O. G. — 1971b — Palaeophytologia Kurtziana III. 2. Estudio sobre el género *Botrychiopsis* Kurtz (*Gondwanidium* Gothan) del carbónico y pérmico gondwanico. Ameghiniana, **8** (3-4): 189-227, Buenos Aires
- ARCHANGELSKY, S. e LEGUIZAMON, R. R. — 1971 — *Vojnovskya argentina* n. sp. nueva gimnosperma del carbónico superior de Sierra de los Llanos, Prov. La Rioja. Ameghiniana, **8** (2): 65-72, Buenos Aires
- ARRONDO, O. G. — 1971 — Palaeophytologia Kurtziana III. 3. *Rhacopteris sjanochai* Kurtz de la Formacion Jejenes (Carbonico Superior), San Juan. Ameghiniana, **8** (3-4): 228-230, Buenos Aires
- BARBOSA, O. e ALMEIDA, F. F. M. de — 1949 — A Série Tubarão na bacia do rio Tietê, Estado de São Paulo. Div. Geol. Miner., D.N.P.M., Notas Prelim. Estudos, **48**: 1-16, Rio de Janeiro

- BARBOSA, O. — 1958 — On the age of the Lower Gondwana floras in Brazil and abroad. XX Congr. Geol. Int., pp. 205-236, México
- CUERDA, A. J., WAGNER, R. H. e ARRONDO, O. G. — 1968 — Observaciones sobre algunas floras del Carbonífero argentino. Ameghiniana, **5** (7): 265-269, Buenos Aires
- DAEMON, R. F. e QUADROS, L. P. — 1970 — Bioestratigrafia do Neopaleozóico da bacia do Paraná. Soc. Bras. Geol., Anais XXIV Congr. Bras. Geol., pp. 359-412, Brasília
- DOLIANITI, E. — 1953 — Considerações sobre a presença de *Gondwanidium plantianum* no Rio Grande do Sul. An. Acad. brasil. Ciênc., **25** (2): 126-132, Rio de Janeiro
- EDWARDS, W. N. — 1952 — *Lycopodiopsis*, a Southern hemisphere lepidophyte. Palaeobotanist, **1**: 159-164, Lucknow
- GRAND'EURY, C. — 1877 — Flore carbonifère du Département de la Loire et du centre de la France. Mem. Acad. Sci. Inst. France, **24**: 208-220, Paris
- HARRINGTON, H. — 1934 — Sobre la presencia de restos de la Flora de "Glossopteris" en las sierras australes de Buenos Aires. Rev. Museo La Plata, **34**: 303-338, La Plata
- KRAUSEL, R. — 1961 — *Lycopodiopsis derbyi* Renault und sinige andere Lycopodiales aus dem Gondwana-Schichten. Palaeontographica, **109**: 62-92, Stuttgart
- MENDES, J. C. e PETRI, S. — 1971 — Geologia do Brasil — Inst. Nac. Liv., Enc. Bras., Geol., vol. 9, 207 pp., Rio de Janeiro
- MEZZALIRA, S. — 1951 — Ocorrências do Euripterídeo *Hastimima* no Estado de São Paulo. Div. Geol. Miner., D.N.P.M., Notas Prelim. Estudos, **52**: 1-14, Rio de Janeiro
- MILLAN, J. H. — 1972a — Macroflórua Carbonífera de Monte Mor, Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Inst. Geoc., Univ. São Paulo, 165 pp., São Paulo
- MILLAN, J. H. — 1972b — Lower Gondwana macroflorula from Monte Mor, State of São Paulo, Brazil. Int. Symp. Carbon. Perm. Syst. S. Amer., Abstract 35, São Paulo
- PLUMSTEAD, E. P. — 1966 — The story of South Africa's coal. Optima (Dec. 1966), pp. 186-202, Johannesburg
- RIGBY, J. F. — 1969 — The Lower Gondwana Scene. Bol. Paranaense Geoc., **27**: 3-14, Curitiba
- RIGBY, J. F. — 1970 — The distribution of Lower Gondwana plants in the Paraná basin of Brazil. Proc. Gondw. Symp., pp. 575-584, Pretoria
- ROCHA-CAMPOS, A. C. — 1972 — Late Paleozoic Geology of Northern Paraná Basin. Int. Symp. Carbon. Perm. Syst. S. Amer., Exc. Guide-Book, 68 pp., São Paulo
- SEWARD, A. C. — 1941 — Plant life through the ages. A geological and botanical retrospect. Cambridge Univ. Press., 607 pp., Cambridge
- SURANGE, K. R. — 1966 — Indian fossil Pteridophytes. Bot. Monogr., vol. 4, 209 pp., Nova Délhi
- TASCH, P. — 1969 — Antarctic Leaiid Zone: seasonal events: Gondwana correlations. IUGS Symp., Buenos Aires 1-15 october 1967, Gondw. Strat., pp. 185-196, UNESCO, Paris
- TRINDADE, NICÉA M. — 1970 — Megásporos Carboníferos de Monte Mor, Estado de São Paulo. An. Acad. brasil. Ciênc., **42** (3): 415-420, Rio de Janeiro