

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Padrões Epidérmicos de Glossopteridales da Tafoflora do Faxinal (Formação Rio Bonito - Artinskiano-Kunguriano, Bacia do Paraná, Brasil)

Margot Guerra-Sommer

Pesquisas em Geociências, 19 (1): 26-40, Mai./Ago., 1992.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21320>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Mai./Ago., 1992.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Padrões Epidérmicos de Glossopteridales da Tafoflora do Faxinal (Formação Rio Bonito - Artinskiano-Kunguriano, Bacia do Paraná, Brasil)

MARGOT GUERRA-SOMMER

Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 28/01/92. Aceito para publicação em 10/07/92.)

Abstract — The presence of a rich coalified compressed flora from a "tonstein" layer associated with a coal seam in the Faxinal mine (Rio Bonito Formation, Artinskian-Kungurian, Paraná Basin, Southeastern Brazil) allowed the identification of a flora characterized by the predominance of gymnospermic forms. Fragments of leaves of Glossopteridales constitute 78% of the whole association. Epidermic analysis on cuticles and morphographic studies in Glossopterids revealed a homogeneous association. Three well defined taxonomic units of specific "rank" are established: *Glossopteris papillosa* sp. nov., *Glossopteris similis-intermittens* sp. nov., *Glossopteris brasiliensis* sp. nov. The similarity of the parameters obtained in the epidermic analysis associated to compositional data oryctocenosis suggest that the above mentioned species have a close relationship, perhaps at the family level, and adapted to a ecologically restricted niche within the hygrophilic-mesophilic spectrum.

Resumo — A tafoflora da mina do Faxinal (Formação Rio Bonito, Bacia do Paraná, RS) constitui-se em uma oryctocenose preservada sob forma de compressões carbonificadas em um nível de "tonstein" intermediário a uma camada de carvão. Na associação evidencia-se o nítido predomínio de fragmentos foliares de Glossopteridales (78%) em relação aos demais elementos (Cordaitales, Pteridophylla). As análises epidérmicas e morfográficas das formas relacionadas a Glossopteridales revelaram uma associação muito homogênea, permitindo a identificação de três agrupamentos taxonômicos, definidos em nível de espécie: *Glossopteris papillosa* sp. nov., *Glossopteris similis intermittens* sp. nov., *Glossopteris brasiliensis* sp. nov. A semelhança nos padrões encontrados leva a sugerir que este grupamento estaria vinculado, talvez em nível de família, adaptado a nicho ecologicamente restrito dentro do espectro higrófilo-mesófilo.

INTRODUÇÃO

As Glossopteridales constituem-se num grupo vegetal que floresceu em diferentes áreas do imenso continente de Gondwana, durante um intervalo de tempo de aproximadamente 50 milhões de anos (Carbonífero Superior ao Permiano Superior). As tentativas de estabelecer sistemas classificatórios para este conjunto têm encontrado problemas que dizem respeito aos diferentes graus evolutivos que parecem apresentar suas estruturas reprodutivas, além da complexidade do número de espécies baseado em seus caracteres foliares.

É adotada no presente a sistemática proposta por Gould & Delevoryas (1977) que reinterpreta estruturas reprodutivas multiovuladas, em material permianizado da Antártica, estabelecendo afinidade entre Glossopteridales e Pteridospermopsida, vinculando o grupo a Gymnospermae.

Os primeiros esquemas classificatórios de órgãos foliares de Glossopteridales baseiam-se em critérios morfográficos (Feistmantel, 1886; Arber, 1905). Os trabalhos pioneiros, na tentativa de estabelecer características específicas em *Glossopteris*, *Gangamopteris* e *Pa-leovitaria* com base exclusiva em padrões epidérmicos foram efetuados por Srivastava (1956) e Surange & Srivastava (1956) em material proveniente de Raniganj, Índia. Pant & Singh (1968) e Pant & Singh (1971) tentam associar parâmetros morfográficos e epidérmicos em um sistema classificatório para *Gangamopteris* e *Glossopteris* do Permiano da Índia Peninsular, esta-

belecendo Pant & Singh (1971) uma chave dicotômica para espécies de *Glossopteris*.

As glossopterídeas do Gondwana da bacia do Paraná têm sido classificadas através de caracteres morfográficos superficiais. Este tipo de análise tem sido priorizado porque o processo de fossilização mais comum nos fitofósseis brasileiros corresponde a impressão produzida por preservação autogênica (Schopf, 1975). Apenas muito recentemente iniciaram-se os estudos de estruturas epidérmicas em compressões da Flora de *Glossopteris* do Brasil. Fittipaldi & Rösler (1985) descreveram as características epidérmicas de um fragmento foliar caracterizado como *Glossopteris communis* Feistmantel, 1876 procedente de sedimentos da Formação Rio Bonito, no Estado do Paraná. Guerra-Sommer (1988) caracteriza padrões morfográficos e epidérmicos de uma megafloora proveniente do "tonstein" da mina de carvão do Faxinal, município de Arroio dos Ratos, RS (Formação Rio Bonito). A tafoflora, preservada como compressões carbonificadas (Schopf, 1975), é composta provavelmente por fragmentos de Glossopteridales, representados por folhas e estruturas reprodutivas (*Platycardia*, *Plumsteadia*), folhas cordaiteanas (*Rufloria gondwanensis* Guerra-Sommer) e Pteridophylla (*Sphenopteris* cf. *S. ischanovensis*) ocorrem em menor proporção.

Constitui-se em objetivo do presente trabalho apresentar as características morfográficas e epidérmicas de três espécies de Glossopteridales representadas na associação. A partir do confronto entre os parâmetros

oferecidos pelas análises morfológicas x epidérmicas, são estabelecidos comentários a respeito deste grupo vegetal dominante em uma flora peculiar, única, amplamente distribuída e associada em suas ocorrências inferiores a sedimentos glaciais e objeto de muitos estudos e indagações, muitas das quais ainda sem resposta.

TÉCNICAS DE ESTUDO

Observação de caracteres morfológicos: como em compressões carbonificadas as representações em câmara clara são extremamente prejudicadas pela alta reflexão do material carbonificado sob luz incidente optou-se, então, pela caracterização dos padrões morfológicos superficiais através de fotografias ampliadas das porções mais representativas das compressões.

Observação de caracteres epidérmicos em microscopia ótica: o material carbonificado foi retirado da superfície da rocha de forma mecânica, com auxílio de agulhas histológicas e estiletos. Com a finalidade de isolar a membrana cuticular do filme carbonificado que representa o mesófilo, os fragmentos foram tratados com a solução Schulze (Ácido Nítrico concentrado e Cloreto de Potássio a 5%) durante duas horas. Pela oxidação do material carbonificado remanesceram membranas cuticulares mais translúcidas, as quais foram neutralizadas com Hidróxido de Potássio (KOH) em tempos variáveis entre 1 e 3 minutos. Após a desidratação obtida pela imersão da cutícula em álcool por 5 minutos, o material foi montado em Bálsamo do Canadá sintético (Entelan) à temperatura ambiente, com auxílio de micro-agulhas. Após um período de 24 horas de secagem, as lâminas ficaram prontas para utilização.

Observação em microscópio eletrônico de varredura: os fragmentos de compressões carbonificadas foram retirados de forma mecânica da superfície da rocha e colocados diretamente em placas de cobre com esmalte incolor. Estas placas foram fixadas sobre o "stub" com fita adesiva de dupla-face. Seguiu-se a metalização com Carbono e Alumínio pelo processo convencional.

SISTEMÁTICA

Classe Pteridospermopsida (*Sensu* Gould & Delevor-
yas, 1977)

Ordem Glossopteridales

Gênero *Glossopteris* Brongniart, 1828

Espécie-tipo: *Glossopteris browniana* Brongniart, 1828
Prodome p. 54. *Glossopteris browniana* var. *australasi-*
ca Brongniart, 1828-30. Histoire I: 223, Lâm. 62, Fig. 1a.

Glossopteris papillosa sp. nov.

(Lâm. 1, c, d, e; Lâm. 2, b, d, f; Lâm. 4, a, b, c, d, e;
Lâm. 5, a, b).

Holótipo: Pb 2779.

Procedência: Mina de Carvão do Faxinal, município de
Arroio dos Ratos, Rio Grande do Sul, Brasil.

Horizonte: Formação Rio Bonito, Grupo Guatá, Super-
grupo Tubarão, Permiano (Artinskiano-Kunguriano).

Número de espécimens figurados: 15 = PB 2771; Pb
2393 a, b; Pb 2767; Pb 2790 a, b, c, d; Pb 2703; Pb
2794; Pb 2789; Pb 2779; Pb 2770; Pb 2802 a, b.

Número de espécimens observados: 52.

Lectótipos: Pb 2703, Pb 2790.

Descrição:

São registrados fragmentos da porção média basal, mé-
dia apical, folhas inteiras e tufos foliares (Lâm. 1, c, e;
Lâm. 2, b, d, e). A forma dos fragmentos é oblanceola-
da, mais raramente subelíptica. A largura máxima os-
cila entre 4,5 cm e 6,5 cm. O comprimento das folhas
inteiras oscila entre 11 e 32 cm. O ápice foliar é agudo,
moderado, ocorrendo mais raramente ápices obtusos
ou arredondados. A lâmina foliar acunha-se contínua e
gradativamente em direção à base, a qual tem formato
agudo estreito, por vezes acuneado. O "fascis" tem
percurso contínuo, reto, adelgaça-se em relação ao to-
po. Os "fasciculi" laterais partem em ângulo agudo
muito estreito (10-18°), recurvando-se e permanecendo
em suave curvatura até as margens que são atingidas
em ângulos de 45-50°. O retículo próximo ao "fas-
cis" é poligonal estreito, formado por malhas de tama-
nho médio a pequeno, semelhante ao formado nas por-
ções mediana e terminal do limbo. A densidade fasci-
cular na porção mediana é alta (20 "fasciculi"/cm). Os
níveis de junção de "fasciculi" laterais ("anastomo-
ses") são baixos (2 a 3 pontes desde o "fascis" até os
bordos) (Lâm. 1, d).

A análise epidérmica revelou lâmina foliar hipos-
tomática. Na face superior o tecido epidérmico, na zona
fascicular, apresenta células alongadas, forma retangu-
lóide, evidenciando um arranjo longitudinal nítido, com
paredes transversalizadas, verticais ou oblíquas (com-
primento: 56 a 91 μ x largura: 14 a 21 μ). As células da
zona interfascicular apresentam arranjo longitudinal in-
cipientemente, sendo mais achatadas do que as da banda
fascicular (comprimento: 35 a 84 μ x largura: 32 a 42 μ).
(Lâm. 3, b).

A face inferior apresenta-se claramente bandeada,
com células de formato distinto em zonas fasciculares
ou interfasciculares. Na zona fascicular as células são
alongadas, de formato regular, retangulóides (compri-
mento: 49 a 98 μ x largura 14 a 21 μ), com paredes
anticlinais finas (espessura: 30 μ) e paredes transver-
sais verticalizadas ou oblíquas. Frequentemente ocor-
rem papilas arredondadas (diâmetro: 20 μ) ou bastante
alongadas (comprimento: 30 μ), ocas, com paredes cu-
tinizadas (espessura 7 μ), centralizadas ou não.

Nas zonas interfasciculares, as células têm padrão
irregular em forma, orientação e tamanho, variando
desde subquadrangulares e retangulóides ou pentago-
nais (comprimento: 14 a 35 μ x largura: 21 a 28 μ);
ocasionalmente ocorrem papilas (diâmetro: 10 μ), ocas,
com paredes cutinizadas (espessura: 6 μ), alongadas
(comprimento: 21 μ) ou arredondadas, associadas a es-
sas células. Concentrados (concentração: 60/mm²) nes-
te tecido ocorrem estômatos haplocélicos, monocíclicos

ou parcialmente anficíclicos. As células subsidiárias, em número de 5 a 7, diferenciam-se parcialmente do tecido epidérmico, ocorrendo, muitas vezes, uma nítida orientação radial, formando-se um conjunto elipsóide. Estas células subsidiárias portam papila centralizada, arredondada (diâmetro: 7μ) ou alongadas (comprimento: 20μ), que se inclinam formando canopia.

Não é evidenciada qualquer orientação na distribuição dos estômatos, sendo freqüentes as células subsidiárias comuns a dois estômatos (Lâm. 4, b, c, d, e).

Ocorrem, de forma mais concentrada no tecido fascicular, mas também dispersas no tecido interfascicular, estruturas formadas por conjunto de células epidérmicas que se sobressaem, com superfície cutinizada, podendo ocorrer papilas curtas ou longas associadas à sua porção mediana basal, remanesce no centro um poro com formato circular ou poliédrico com parede envolvente definida. É sugestiva a relação desses conjuntos com estruturas secretoras (Cutter, 1987); a impossibilidade de realização de análises anatômicas no mesófilo impede aqui o estabelecimento de afinidade.

Considerando a importância diagnóstica dessas estruturas, optou-se por caracterizá-las simplesmente como "Esculturações Epidérmicas" (Lâm. 4, a; Lâm. 5, a, b).

Comparação-discussão:

As características morfológicas do material levam a uma comparação com *Glossopteris indica* Schimper, 1809 e *Glossopteris communis* Feistmantel, 1876. Muitas controvérsias têm sido levantadas desde o século passado a respeito da sinonimização destas duas espécies, as quais apresentam características muito semelhantes. Zeiller (1896) e Arber (1905) não aceitam a individualização de *G. communis*, estabelecida por Feistmantel (1876), considerando-a como igual a *G. indica*. D. White (1908 in I.C. White, 1908) e Read (1941) identificam espécimens em floras gondwânicas do Permiano da Bacia do Paraná a *G. indica*, aceitando as afirmações de Zeiller (*op. cit.*).

Plumstead (1952), Thomas (1958) e Sen (1955), tomando como referência análises em estruturas reprodutivas associadas a órgãos foliares, sugeriam a separação entre as espécies *G. communis* e *G. indica*. De acordo com Rigby (1966) e Oliveira (1977), a diferença fundamental entre as duas espécies reside na arquitetura do retículo próximo ao "fascis". Enquanto em *G. communis* as malhas são longas, retangulares e uniformes em relação ao retículo das regiões medianas e marginal, em *G. indica* estas são isodiamétricas, mais curtas e de diâmetro maior do que o retículo ocorrente na região mediana. Oliveira (*op. cit.*) caracteriza para *G. communis* um percurso dos "fasciculi" laterais em cur-

va suave após um ângulo de divergência agudo. White (1965) e Lacey *et al.* (1975) concluem que morfograficamente as espécies são indistinguíveis.

Uma análise do abundante material aqui analisado evidencia relação entre variação na forma (Lâm. 1, c, d, e; Lâm. 2, b) associada à constância na orientação e forma do retículo, cujas características levam a uma identificação morfológica com *G. communis* Feistmantel.

Srivastava (1956) caracteriza padrões epidérmicos em folhas identificadas a *G. communis*. A lâmina foliar é anfiestomática, distribuindo-se os estômatos de forma irregular, nas zonas de "retículo" (interfasciculares) as quais se intercalam claramente com zonas de "veias" (fasciculares). Cada estômato monocíclico possui de 4 a 7 células subsidiárias, papiladas, não se situando as células oclusivas em cavidades. Comparando-se as características morfológicas do espécimen figurado por Srivastava (*op. cit.*) evidencia-se alguma semelhança com as formas aqui estudadas.

Surange & Srivastava (1956) agrupam *G. communis* Feistmantel, *G. divergens*, *G. browniana* Brongniart, *G. formosa* Feistmantel e *G. longicaulis* Feistmantel no mesmo taxon genérico, por seus caracteres epidérmicos. Pant & Gupta (1968) estudaram as características epidérmicas de lectótipos de *G. communis* Feistmantel (1876). A face superior, não-estomatífera, é formada por células com paredes grossas; evidencia-se uma nítida diferenciação entre bandas fasciculares ("veias") e interfasciculares ("retículo"). Da face inferior são apenas representados fragmentos de tecido, aparecendo paredes celulares finas, denotando um arranjo celular irregular, correspondente a zonas interfasciculares. Não são registrados estômatos e papilas, os quais são parâmetros diagnósticos imprescindíveis a uma classificação baseada em padrões epidérmicos. A caracterização epidérmica estabelecida por Srivastava (1956) para *G. communis*, procedente do Permiano da Índia Peninsular, é inválida por ser muito diversa daquela encontrada nos lectótipos. A espécie descrita por Srivastava (*op. cit.*) passa a chamar-se então *G. pseudocommunis*, de acordo com Surange & Srivastava (1956).

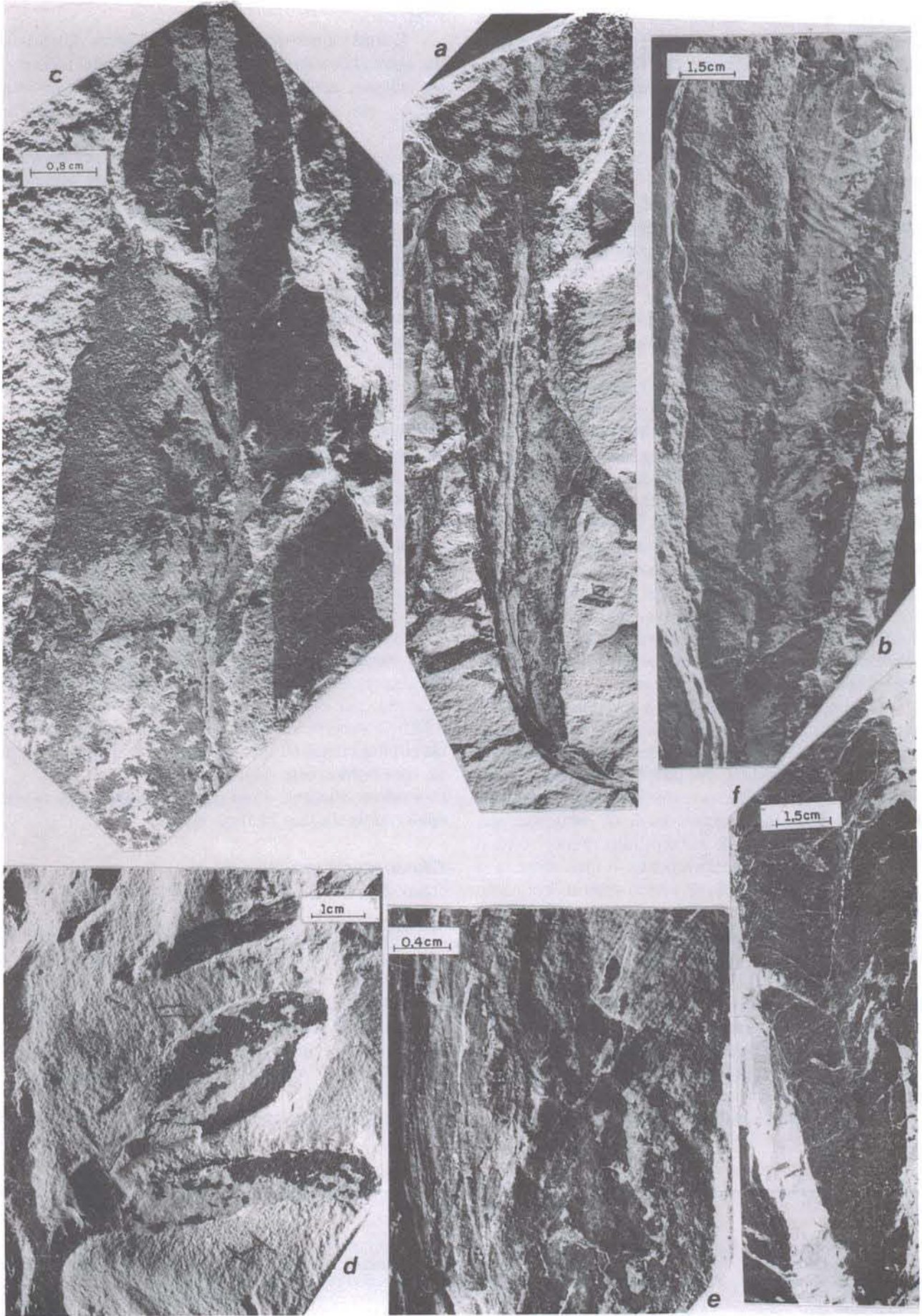
É importante ressaltar ainda que a atribuição por Pant & Gupta (1968) do mesmo epíteto específico proposto para uma espécie foliar baseada em caracteres diagnósticos morfológicos a espécimens que são seus lectótipos, com caracteres epidérmicos preservados constituiu-se em procedimento não recomendado, pois as duas formas podem não corresponder a mesma espécie.

Fittipaldi & Rösler (1985) identificam por características morfológicas e epidérmicas um fragmento procedente da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná a *G. communis* Feistmantel. Embora afirmem os auto-

LÂMINA 1

- a. *Glossopteris similis-intermittens* sp. nov. — Lâmina foliar lorate (Pb 2686).
b. *G. similis-intermittens* sp. nov. — detalhe da lâmina foliar — porção médio apical (Pb 2686).

- c. *G. papillosa* sp. nov. — lâmina foliar obovada estreita (Pb 2793 a, b).
d. *G. papillosa* sp. nov. — lâmina foliar obovada detalhe variação média apical (Pb 2767).
e. *G. papillosa* sp. nov. — tufo foliar, forma obovada (Pb 2790 a, b, c, d).



res que, em linhas gerais, os padrões epidérmicos definidos por Pant & Gupta (*op. cit.*) concordem com os encontrados no material por eles descrito, ocorrem diferenças marcantes; assim, enquanto que na face superior do espécimen descrito por Fittipaldi & Rösler a característica mais marcante é a intensa ocorrência de papilas associadas à zona interfascicular (“retículos”), nos fragmentos do lectótipo as células se apresentam totalmente lisas. As demais características não são registradas no lectótipo.

A identificação de Fittipaldi & Rösler (*op. cit.*) não pode ser considerada válida, pois, além de estender epíteto específico defendido por padrões morfográficos a formas com padrões epidérmicos, emenda seus caracteres diagnósticos, atribuindo-lhe padrões anatômicos observados em espécies foliares provenientes de outro continente, simplesmente por terem caracteres morfográficos semelhantes.

Comparando-se os tipos estomáticos e o padrão epidérmico do material estudado com as espécies definidas por Pant & Gupta (1968 e 1971) e Pant & Singh (1971), para a Índia Peninsular, a maior semelhança é encontrada com formas definidas como *Glossopteris major* Pant & Singh, 1971. Determinadas estruturas distribuídas na face inferior da lâmina, caracterizadas como conjuntos de células dispostas convergentemente, fortemente cutinizadas, lembram as esculturações epidérmicas descritas para os espécimens aqui estudados (Pant & Singh, 1971). A extrema semelhança morfográfica dessa espécie com formas relacionáveis a *G. indica* e *G. communis* é também indicada por Pant & Singh (1971) quando da caracterização da espécie.

Considerando-se, portanto, o conjunto de análises comparativas aqui efetuadas, conclui-se que, embora o material apresente semelhança de padrões morfográficos com *G. communis*, os padrões epidérmicos não apresentam características comuns. Se forem considerados os parâmetros diagnósticos de *G. pseudocommunis* Srivastava, 1956 são encontrados muitos elementos em comum, morfograficamente, e uma relativa similaridade na constituição do tecido epidérmico; o grau de semelhança não permite, porém, uma identificação em nível específico; *G. major* Pant & Singh, 1971 apresenta, por outro lado, tanto no plano morfográfico quanto epidérmico, muitos elementos em comum com as formas aqui estudadas; todavia, a supervalorização de pequenos detalhes epidérmicos, os quais são provavelmente derivados de variações apenas intra-específicas, associadas à má qualidade da preservação das cutículas, impede uma comparação mais precisa.

Considerando o que foi exposto, decidiu-se, por-

tanto, criar uma nova espécie, *Glossopteris papillosa* para definir o material aqui estudado.

Diagnose:

Folhas simples de bordos lisos, forma oblanceolada, obovada e subelíptica; ápice foliar agudo, moderado até obtuso, adelgaçando-se a lâmina foliar continuamente, até atingir a base em ângulo agudo estreito. “Fascis” contínuo, de espessura moderada, estreitando-se continuamente em direção ao topo em trajetória retilínea. “Fasciculi” laterais partindo em ângulo de emergência agudo estreito, recurvando-se após a emissão e permanecendo em encurvamento muito suave, atingindo as margens a 50°. Retículo próximo ao “fascis” poligonal estreito, semelhante aquele das porções mediana e terminal da lâmina. Lâmina foliar hipostomática. Face laminar superior formada por bandas fasciculares e interfasciculares; células das bandas interfasciculares alongadas, com paredes espessas, com orientação incipiente; células das bandas fasciculares alongadas com orientação longitudinal. Face inferior estomatífera formada por bandas fasciculares e interfasciculares; as células epidérmicas com papilas cutinizadas, arredondadas e mais raramente alongadas. Dispersos nas bandas interfasciculares ocorrem estômatos haplocíclicos monocíclicos; 5 a 7 células subsidiárias diferenciadas em forma das demais células epidérmicas, com arranjo radial, formando um elipsóide, sem evidência de células polares; papilas cutinizadas, arredondadas ou alongadas formam canopia sobre as células oclusivas, que estão dispostas em câmaras subsuperficiais, raramente observáveis. Esculturações epidérmicas dispersas nas zonas fascicular e interfascicular são formadas por conjunto de células que se projetam em relação à superfície, muito cutinizadas, que podem portar papilas curtas ou longas; poro central a este conjunto, com bordos bem definidos.

Derivativo nominis: Presença de papilas nas células epidérmicas da face laminar inferior.

***Glossopteris brasiliensis* sp. nov.**

(Lâm. 2, a, c, e; Lâm. 3, c, e; Lâm. 6, a, b, c)

Holótipo: Ps 2690. Coleção do Setor de Paleobotânica. Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências — UFRGS.

Procedência: Mina de Carvão do Faxinal — Município de Arroio dos Ratos; Rio Grande do Sul, Brasil.

Horizonte: Formação Rio Bonito, Grupo Guatá, Supergrupo Tubarão, Permiano (Artinskiano-Kunguriano).

Parátipo: Pb 2771.

Número de exemplares estudados: 5 = Pb 2695, Pb

LÂMINA 2

a. *G. brasiliensis* sp. nov. — porção médio inferior da lâmina foliar espatulada (Pb 2690).

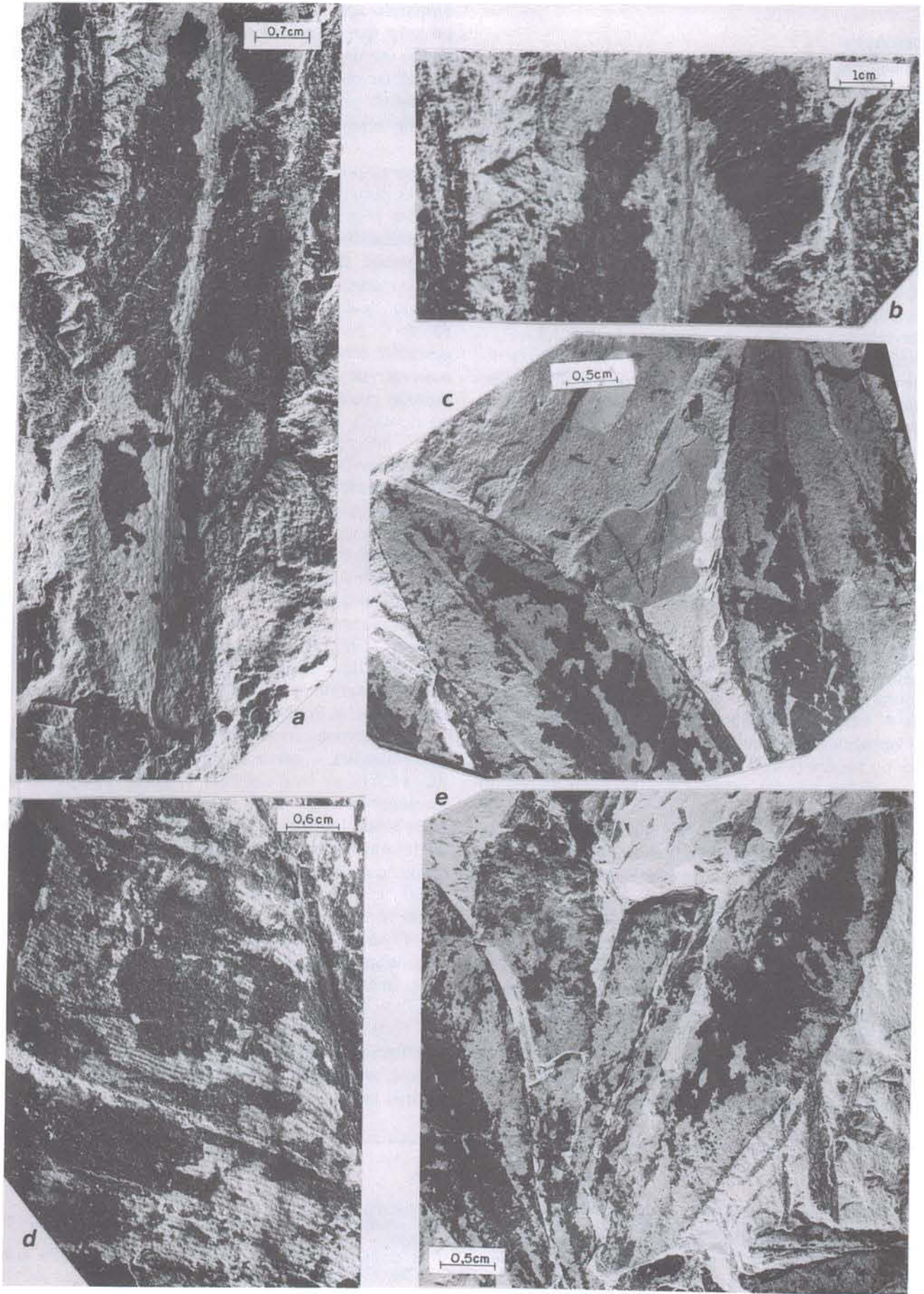
b. f. *G. papillosa* sp. nov. — lâmina foliar oblanceolada (b = 2703; f = 2794).

c. *G. brasiliensis* sp. nov. — porção médio basal da lâmina espatu-

lada (Pb 2689).

d. *G. papillosa* sp. nov. — folhas obovadas em conexão orgânica com o caule (Pb 2802, a, b).

e. *G. brasiliensis* sp. nov. — detalhe médio basal da lâmina foliar (Pb 2771).



2787, Pb 1690, Pb 2771, Pb 2776.
Número de espécimens observados: 23.

Descrição:

O material corresponde a porções médio-basais e médio-apicais de lâmina foliar. Tomando-se como base a orientação das margens é possível induzir uma forma espatulada e obovada para os espécimens. A largura máxima dos exemplares oscila entre 4 e 7 cm, sendo que o comprimento total reconstituído dos exemplares preservados em tufos oscilaria entre 10 e 11 cm (Lâm. 1, a, c, e). O "fascis" central é espesso na base, tem trajetória reta, afinando-se gradativamente em direção ao topo; observa-se claramente os "fasciculi" longitudinais que o compõem (Lâm. 2, c, e). Os "fasciculi" laterais partem em ângulos agudos estreitos (40°), mantendo esta orientação até atingir os bordos foliares; o retículo formado próximo ao "fascis" não é claramente distinto; adquire formas alongadas, com malhas retangulares na região mediana onde é claramente visualizado. A densidade do retículo na porção mediana do limbo é de 20 malhas/cm (Lâm. 2, e, g).

A análise cuticular evidenciou lâmina foliar hipostomática: a face superior apresenta células com paredes celulares muito mais espessas do que as da face inferior, com bandeamento celular (zonas fasciculares x interfasciculares). Na zona fascicular as células são retangulares (comprimento: 70 a 112 μ ; largura: 28 a 35 μ), com arranjo longitudinal e paredes transversais retas ou oblíquas. Nestes níveis ocorre espessamento das paredes celulares. Em áreas interfasciculares as células não apresentam orientação longitudinal, têm forma mais abaulada e alargada (comprimento: 42 a 70 μ ; largura: 28 a 35 μ), ocorrendo formas poligonais e lonsagulóides intercaladas. Não são evidenciados pêlos ou papilas (Lâm. 3, c, e).

Na face inferior, estomatífera, ocorre incipiente diferenciação entre zona fascicular e interfascicular. As células da zona interfascicular têm paredes finas (espessura: 1 μ), lisas e retas, formato retangular achatado até levemente alongado (comprimento: 14 a 40 μ ; largura: 28 a 40 μ) e orientação longitudinal. Ao nível dos estômatos esta orientação se desarticula, ocorrendo então variação na forma, sendo registradas células poligonais e subtriangulóides. Nas bandas fasciculares as células são levemente alongadas, evidenciando-se um arranjo longitudinal. Não foram registrados pêlos ou papilas associados a este tecido. Os estômatos ocorrem dispersos (índice estomatífero: 60/mm²) na zona interfascicular, sem que se evidencie qualquer orientação, isolados ou em grupos de 2 ou 3 (Lâm. 6, a, b, c). Os

estômatos são haplocélicos, monocíclicos, com células subsidiárias em número de 4 a 5 em arranjo radial, formando um conjunto elipsóide, tal qual um escudo protetor que se eleva em relação à superfície, terminando em uma abertura com paredes retas, poligonal. As células oclusivas e o poro estomatífero, por se encontrarem protegidos por esta câmara supraestomatal não são observáveis (Lâm. 6, a, b, c).

Comparação-discussão:

As características morfológicas dos espécimens estudados permitem uma comparação com *Glossopteris angustifolia* Brongniart, 1828 e *Glossopteris browniana* Brongniart, 1828.

O status específico de *G. angustifolia* é muito contestado. Seward (1897) considera-a apenas uma variação de *G. browniana*. Arber (1901) sugere que *G. angustifolia* corresponderia a uma variação, com limbo mais estreito, de *G. indica* Schimper. Plumstead (1952) também considera as formas semelhantes, sem contudo efetuar a sinonimização formal.

O material-tipo de *G. angustifolia* (Muséum d'histoire Naturelle, Paris) mostra semelhanças com o material estudado quanto à conformação das margens, retas, lineares e quanto à forma espatulada. A trajetória dos "fasciculi" laterais, retilínea, também é extremamente semelhante àquela seguida pelo material em estudo e também apresentada nos espécimens figurados por Plumstead (1952).

Uma comparação com as formas registradas por Oliveira (1977) encontra alguma diferença no grau de curvatura dos "fasciculi" laterais, o mesmo ocorrendo com o material procedente de Moçambique, descrito por Oliveira & Pons (1975).

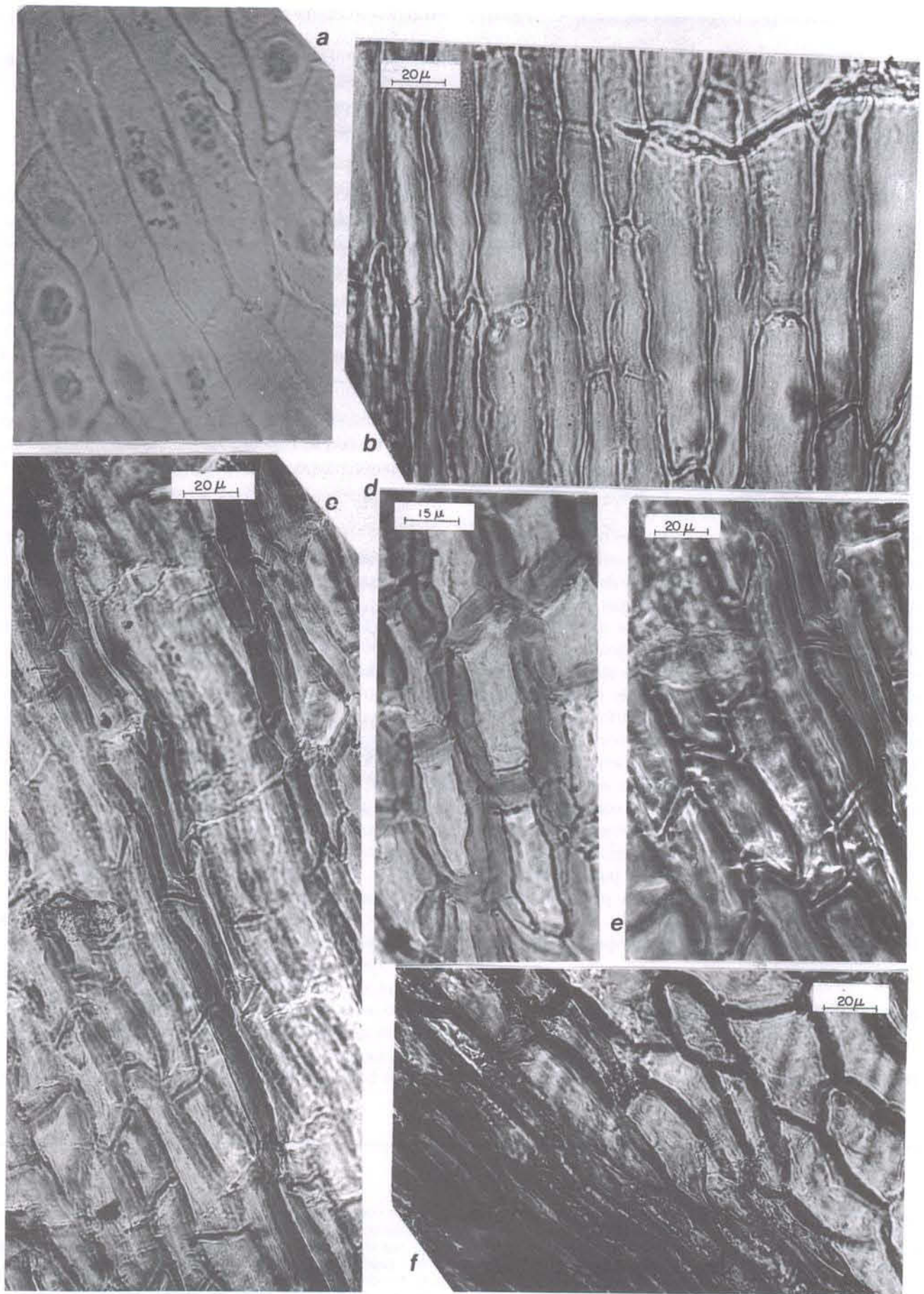
Ao comparar o material estudado com *G. browniana* Brongniart, observa-se que enquanto em *G. browniana* a forma é mais alargada, lanceolada a oblongada, no material aqui analisado esta tende a ter margens mais retas, lineares; o ângulo de divergência é mais aberto em *G. browniana* do que nos espécimens analisados, quando a trajetória dos "fasciculi" laterais é retilínea, contrapondo-se ao trajeto encurvado ocorrente em *G. browniana*.

O padrão epidérmico de um fragmento identificado a *G. angustifolia* Brongniart por Sahni (1923) (Raniganj, Índia) na face inferior é bandeado; as células do fascículo são alongadas e retangulóides, enquanto que as células das regiões interfasciculares são menores, poliédricas. Os estômatos dispersos neste tecido, haplocélicos, anficíclicos com 4 a 6 células subsidiárias, em arranjo radial, com papilas centralizadas, e células de

LÂMINA 3

- a. *G. similis-intermittens* sp. nov. — face inferior, zona fascicular; cristais evidentes no lumen celular (Pb 2686).
b. *G. papillosa* sp. nov. — face superior, zona fascicular (Pb 2771).
c. *G. brasiliensis* sp. nov. — face superior, limite zona fascicular e interfascicular (Pb 2695).
d. *G. similis-intermittens* sp. nov. — face superior, zona interfasci-

- cular (Pb 2686).
e. *G. brasiliensis* sp. nov. — face superior, zona interfascicular (Pb 2690).
f. *G. similis-intermittens* sp. nov. — lâmina superior, limite entre o "fascis" central e zona interfascicular (Pb 1686).



guarda que formam um conjunto elíptico, com poro central alongado, não são encontrados no material aqui analisado, sendo por outro lado semelhantes àqueles encontrados em *G. papillosa* sp. nov., descrita no presente trabalho.

A comparação do material aqui descrito com as formas identificadas na Índia Peninsular revela que embora *G. gondwanensis* Pant & Gupta, 1971, *G. contracta* Pant & Gupta, 1971, *G. petiolata* Pant & Gupta, 1968, *G. brongniartii* Pant & Gupta, 1968, *G. cordiformis* Pant & Singh, 1971 e *G. radiata* Pant & Singh, 1971 apresentem estômatos superficiais, sua configuração é diferente. A morfologia foliar dos exemplares indianos também é distinta.

Dadas as características distintas apresentadas pelas formas aqui descritas, decidiu-se caracterizá-las como uma espécie nova, designada como *Glossopteris brasiliensis* sp. nov.

Diagnose:

Folhas simples de bordos lisos, forma espatulada a obovada, com "fascis" central espesso na base, com trajetória reta, adelgaçando-se continuamente em direção ao topo. "Fasciculi" laterais partindo em ângulos agudos estreitos mantendo esta orientação até os bordos, retículo com malhas retangulares na região mediana, lâmina foliar hipostomática; face superior com bandeamento incipiente entre conjuntos de células alongadas retangulares (fascículo) e conjuntos de células poligonais menores (interfascículo); face inferior formada por células com paredes finas; bandeamento também incipiente entre conjunto de células alongadas, retangulóides, fasciculares e conjuntos de células também retangulóides, mais achatadas, interfasciculares. Dispersos no tecido interfascicular ocorrem estômatos haplocélicos, monocélicos, sem uma orientação longitudinal evidenciável. Células subsidiárias em número de 4 a 5 em arranjo radial, formando um conjunto elipsóide o qual forma um escudo protetor elevado em relação à superfície, terminando em uma abertura em forma pseudolosangular. Células de guarda e poro estomatífero não observáveis. Não se observam pêlos ou papilas associados às células epidérmicas.

Derivatio nominis: A denominação específica deriva-se de brasileira.

Glossopteris similis-intermittens sp. nov.

(Lâm. 1, a, b; Lâm. 3, a, d, f; Lâm. 5, c, d, f, g)

Holótipo: Pb 2686 — Coleção do Setor de Paleobotânica,

Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, UFRGS.

Procedência: Mina de Carvão do Faxinal — Município de Arroio dos Ratos, Rio Grande do Sul, Brasil.

Horizonte: Formação Rio Bonito, Grupo Guatá, Supergrupo Tubarão, Permiano (Artinskiano-Kunguriano).

Número de espécimens estudados: 3.

Número de espécimens observados: 3.

Descrição:

O material corresponde a fragmentos de folha, com forma lanceolada. O comprimento reconstituído do holótipo corresponde a 10 cm, e sua largura, na porção média do limbo, corresponde a 2,5 cm. O "fascis" é muito nítido, moderado, contínuo, estreitando-se suavemente em direção ao topo, sendo claramente visíveis os "fasciculi" longitudinais que o compõe. (Lâm. 1, a, b).

Os "fasciculi" laterais partem do "fascis" em ângulos de divergência agudos moderados (50°), passando após a emissão para 60° e mantendo-se em trajetória uniforme e retilínea até atingir os bordos (Lâm. 1, b). As malhas na porção mediana da lâmina são retangulares, de tamanho médio, ocorrendo em uma densidade de 18 a 20/cm; próximo ao "fascis" estas não são distinguíveis.

A análise cuticular evidenciou lâmina foliar hipostomática. Na face superior, apresentando células com paredes grossas, o padrão celular é diferenciado em zonas fasciculares ("veias") e zonas interfasciculares ("retículo"). Ocorrem, nesta face, bandas de células retangulóides com arranjo longitudinal (comprimento: 84 a 1404 μ x largura: 21 a 35 μ). As paredes anticliniais, retas, são muito espessas (espessura: 5 μ). As paredes transversais são preferencialmente retas, menos freqüentemente oblíquas. Intercaladas, são registradas bandas com células mais largas e curtas (comprimento: 36 a 80 μ x largura: 35 a 70 μ) com formato poligonal, também com paredes espessas. Não são registrados pêlos ou papilas (Lâm. 3, d, f).

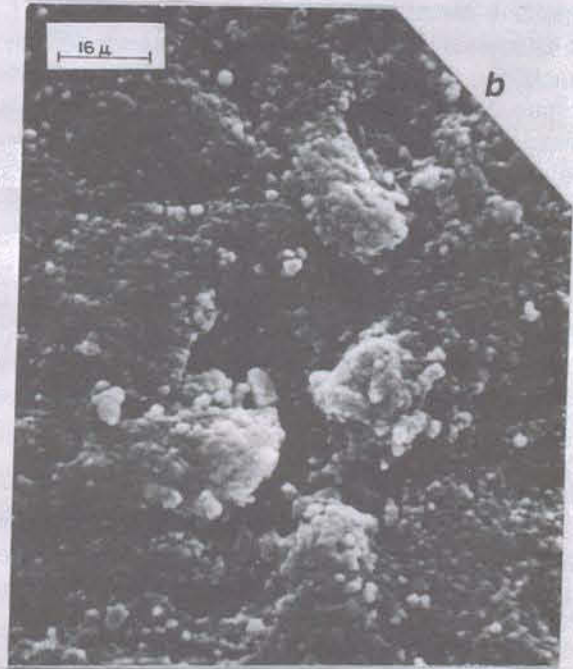
A face inferior, estomatífera, apresenta uma clara diferenciação entre região fascicular e região interfascicular. As bandas fasciculares ("veias") são formadas por células com arranjo longitudinal, retangulares (comprimento: 91 a 140 μ x largura: 28 a 35 μ) e paredes transversais retas ou oblíquas (espessura: 1 μ). Freqüentemente são observadas papilas (diâmetro: 21 μ), com ápice arredondado, cutinizado (parede: 6 μ), em posição mais ou menos centralizada na superfície celular. Cristais ocorrem freqüentemente associados a estas células alongadas (Lâm. 3, a).

Na banda interfascicular, as células epidérmicas

LÂMINA 4

- a. *G. papillosa* sp. nov. — face inferior, esculpuração epidérmica em Microscópio Eletrônico de Varredura (Pb 2789).
 b. *G. papillosa* sp. nov. — face inferior; estômatos com células subsidiárias com papilas formando canopia em Microscópio Eletrônico de Varredura (Pb 2789).
 c. *G. papillosa* sp. nov. — face inferior, zona interfascicular; estô-

- matos com 3 células subsidiárias papiladas e esculpurações epidérmicas (Pb 2779).
 d. *G. papillosa* sp. nov. — face inferior; esculpuração epidérmica com papilas alongadas; zona fascicular (Pb 2770).
 e. *G. papillosa* sp. nov. — face inferior, zona interfascicular; estômatos com células de guarda em forma de rim (Pb 2676).



são retangulares alongadas (comprimento: 28 a 56 μ x largura: 35 a 56 μ) com paredes anticlinais finas (1,5 μ). Papilas cutinizadas podem ser registradas na superfície destas células (Lâm. 3, a; Lâm. 5, c, d, f, g). Os estômatos não têm um arranjo evidente (índice estomatífero: 80/mm²) muito próximos, evidenciando-se contato direto entre células subsidiárias de estômatos vizinhos. Estes estômatos são haplocélicos, monocélicos, com 4 a 5 células subsidiárias, sem arranjo radial, com forma e tamanho geralmente não diferenciados em relação às demais células epidérmicas, sem evidência de células polares. Papilas cutinizadas, arredondadas, ou levemente alongadas, ocorrem em cada célula subsidiária, formando uma leve canopia (Lâm. 5, e, d, f, g). Em alguns casos, as células de guarda em forma de rim e o poro estomatífero elipsóide são visualizados (Lâm. 5, e).

Comparação-discussão:

As características morfológicas do material permitem uma comparação com *Glossopteris intermittens* Feistmantel, 1881 e *Glossopteris browniana* Brongniart, 1828.

Após sua caracterização inicial em nível específico, *G. intermittens* foi sinonimizada a *G. browniana* por Zeiller (1895) e Arber (1905). Estudos posteriores tendem a separar novamente essas duas espécies; ao comparar-se os lectótipos, evidencia-se que em *G. browniana* as malhas do retículo são grandes, hexagonais, percorrendo a lâmina foliar em trajetória curva; já em *G. intermittens* as malhas são alongadas, com trajetória reta.

O material aqui estudado apresenta grande semelhança com relação às características citadas a *G. intermittens*. A forma da folha, alongada, oblanceolada, também coincide com aquela encontrada na representação do lectótipo (Feistmantel, 1881; Rigby *et al.*, 1980).

Srivastava (1956) diferencia *G. browniana* de *G. intermittens*, com base em padrões epidérmicos; todavia, os espécimens registrados por Srivastava (*op. cit.*) (Plate 6, Fig. 42; Plate 7, Fig. 43) não evidenciam padrões morfológicos que identifiquem os lectótipos estudados por Feistmantel (1881b).

Ao realizarem o estudo epidérmico no material descrito por Feistmantel (1881) (lectótipo n^o 5270, Feistmantel, 1881b, Plate 33a, Fig. 2), Pant & Gupta (1968) registram lâmina foliar hipostomática, sendo a cutícula superior, não estomatífera, formada por bandas de veias (fasciculares) e retículo (interfasciculares). As células das veias, alongadas a retangulóides, com orientação longitudinal, contrastam em forma com as do retículo, que são curtas, quadrangulares e poligonais. Não são

registradas papilas associadas a essa face. Estas características são extremamente semelhantes, senão iguais, àquelas encontradas no material aqui estudado. A cutícula inferior, mal preservada, evidencia um tecido que representa um setor da zona fascicular com células alongadas, retangulares, ostentando uma papila central. Este tecido também é extremamente semelhante àquele encontrado no material estudado. Infelizmente, no tecido representado por Pant & Gupta (*op. cit.*) não se preservaram estômatos, que se constituem em elementos diagnósticos na caracterização de espécies.

A presença de cristais em células superficiais de glossopterídeas não se constitui em fato inédito. Pant & Nautiyal (1960), Chandra & Surange (1977) registram sua presença em epidermes de sementes atribuídas a glossopterídeas (*Platycarcia*, *Pterygospermum*).

Se bem que enquadrado nos parâmetros gerais de caracterização epidérmica de muitas das formas descritas por Pant & Gupta (1968) (*Glossopteris varia*, *Glossopteris zeilleri*, *Glossopteris brongniart*) e Pant & Gupta (1971) (*Glossopteris nautiyali*, *Glossopteris longifolia*), a epiderme do material estudado apresenta estruturação estomática bem definida, distinta das demais formas já descritas.

Embora as características morfológicas do material apresentem extrema semelhança com as formas descritas por Feistmantel (1881b) e Pant & Gupta (1968) como *G. intermittens*, o padrão epidérmico aqui registrado não pode ser atribuído a esta espécie, com padrões epidérmicos não definidos claramente no material-tipo, dada a ausência de estômatos. Decidiu-se, frente a este fato, caracterizar o material aqui descrito como *Glossopteris similis-intermittens* sp. nov.

Diagnose:

Folhas com bordos lisos, lanceoladas a espatuladas, com ápice não representado, mas com margens superiores indicando ápice obtuso e margens estreitando-se gradativamente até a base. "Fascis" nítido, contínuo, de espessura moderada. "Fasciculi" laterais partem em ângulos agudos moderados, refletindo-se após a emissão e mantendo uma trajetória reta até às margens, que são atingidas em ângulos de 50°. Retículo retangular estreito na região mediana da lâmina. Lâmina foliar hipostomática; face superior com cutícula espessa; células mostrando diferenciação em zonas fasciculares e interfasciculares. Células das zonas interfasciculares retangulóides a poligonais, longas a curtas a isodiamétricas, células da zona fascicular mais longas e estreitas. Face inferior, com cutícula fina; tecido fascicular formado por conjuntos de células retangulóides,

LÂMINA 5

a. *G. papillosa* sp. nov. — face inferior; esculturações epidérmicas mais concentradas em zona fascicular; Microscópio Eletrônico de Varredura (Pb 2789).

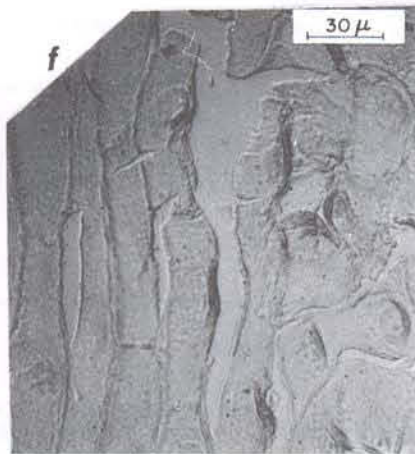
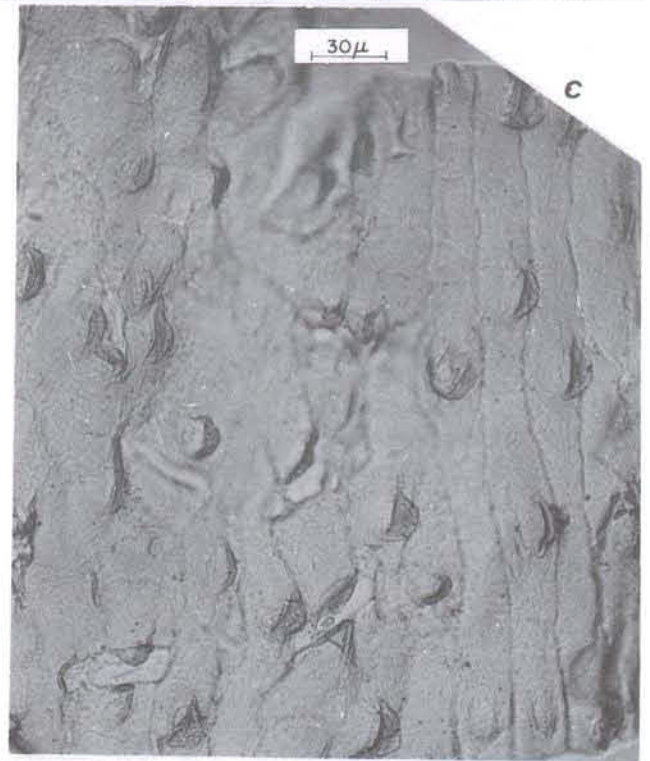
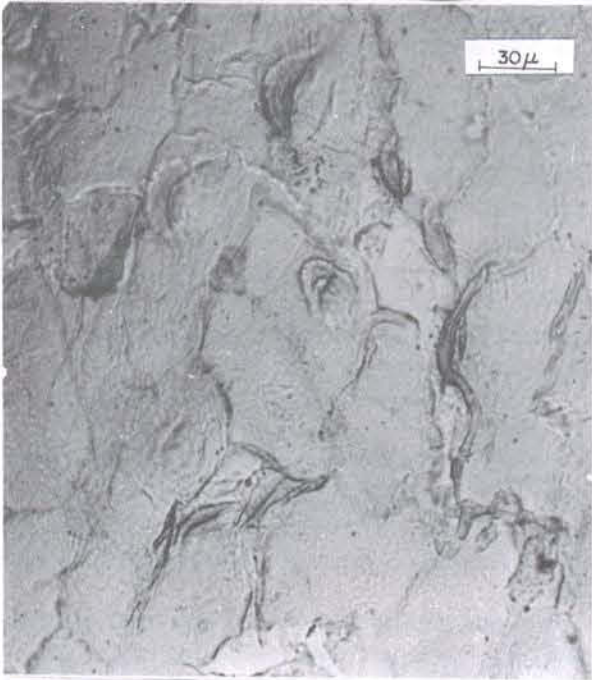
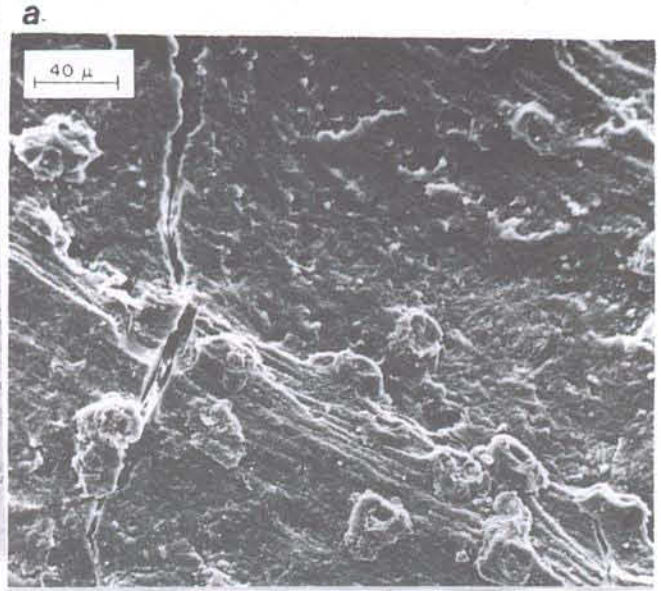
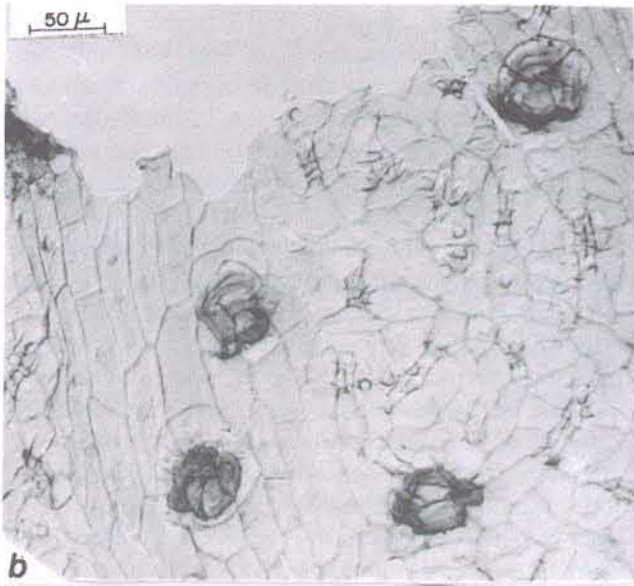
b. *G. papillosa* sp. nov. — face inferior; zonas fascicular e interfascicular; estômatos e esculturações epidérmicas (Pb 2777).

c, f, g. *G. similis-intermittens* sp. nov. — face inferior; limite entre

zonas fascicular e interfascicular (Pb 2686).

d, g. *G. similis-intermittens* sp. nov. — face inferior; estômatos com células subsidiárias com papilas, sem arranjo radial (Pb 2686).

e. *G. similis-intermittens* sp. nov. — face inferior; estômatos com células de guarda em forma de rim (Pb 2686).



alongadas a poligonais com papila mediana, ocasionalmente com cristais associados. Tecido interfascicular formado por células mais irregulares, quadrangulóides, ocasionalmente com papila central. Na zona interfascicular, estômatos haplocélicos, monocíclicos, com 4 a 5 células subsidiárias, sem arranjo radial e que não se distinguem por forma ou tamanho das demais células epidérmicas, portando papilas cutinizadas, arredondadas ou levemente alongadas, formando canopia imperfeita em relação às células de guarda que não são normalmente observáveis, incluídas em câmara subestomática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados aqui levantados indicam para a associação de Glossopteridales da Tafloflora do Faxinal uma pequena variação taxonômica em relação à alta representatividade do grupo na tafocenose.

Os parâmetros diagnósticos foram estabelecidos utilizando-se prioritariamente as características da análise cuticular; acentuando-se pois a relevância dos caracteres epidérmicos no estabelecimento de status específico (Meyen, 1987; Stace, 1966) foi possível estabelecer uma clara distinção em três padrões bem definidos nas espécies: *Glossopteris papillosa* sp. nov., *G. similis-intermittens* sp. nov. e *G. brasiliensis* sp. nov.

A análise dos padrões morfográficos evidenciou uma sincronia com os padrões epidérmicos em *G. similis-intermittens* e *G. brasiliensis*; em *G. papillosa*, porém, observou-se heterofilia (folhas oblanceoladas, elípticas e obovadas), em folhas com sistemas de nervação semelhantes e padrões epidérmicos idênticos. A heterofilia, fator comum em plantas atuais, pode ser desencadeada por fatores ontogenéticos, hormonais ou ambientais. A variação de luz ou a heteroblastia (variação da forma da folha com a idade da planta) poderiam ser fatores a desencadear a heterofilia nas formas aqui analisadas.

A possibilidade de analisar caracteres epidérmicos de fragmentos foliares unidos organicamente no mesmo tufo permitiu delimitar a importância de determinados fatores na caracterização específica.

As folhagens correspondentes a *G. papillosa* sp. nov. apresentam semelhanças consideráveis com formas registradas por Pant & Gupta (1968, 1971) e Pant & Singh (1971) em horizontes associados a camadas de carvão no Estágio Raniganj (Índia Peninsular). Todavia, a maioria das 40 espécies descritas na Índia foi definida através de um só espécime; conseqüentemente, a ex-

trema compartimentação taxonômica não permite uma identificação plena com as espécies definidas para a mina do Faxinal. Meyen (1987) também refere-se ao problema surgido quando as coletas são limitadas a poucos espécimens; este tipo de coleta vai ocasionar a subdivisão não justificável de um taxon em unidades menores; efetivamente, análises de coleções monotípicas dificilmente permitirão o estabelecimento de variações de características dentro de um padrão estável.

A presença de estômatos com células oclusivas em cavidades, células subsidiárias com papilas e em canopia é característica comum entre as assembléias associadas a camadas de carvão no Brasil e na Índia. Esta característica tem sido considerada como indicadora de xerofilia em formas atuais. Sua ocorrência nessas glossopterídeas higrófilas poderia estar relacionada a um ambiente restrito, desencadeada por determinados fatores atuantes em pântanos de altas latitudes no Paleozóico Superior gondwânico. A este respeito Stace (1966) afirma que em pântanos temperados atuais, características xeromórficas são geradas em plantas pela restrição de Nitrogênio ou por determinados fatores químicos gerados por águas estagnantes. Por outro lado, a existência de glossopterídeas com estruturas estomatíferas não xerofílicas, contemporâneas às formas aqui estudadas levaria a inferir grupamentos taxonômicos adaptados a ambientes diversificados no Permiano gondwânico. Para que se comprove, porém, esta inferência, faz-se necessária a análise comparativa entre padrões epidérmicos de glossopterídeas provenientes de taflofloras antracofílicas e antrocolíticas em horizontes estratigráficos comparáveis no Permiano do Gondwana.

A pouca diversidade nas glossopterídeas procedentes do Faxinal e a grande interação encontrada nos padrões epidérmicos sugere uma afinidade taxonômica muito consistente. Esta afinidade parece ser solidificada pela presença comum de estruturas monotípicas (*Phumsteadia sennes*, Rigby), relacionadas a Glossopteridales.

Os dados aqui analisados, se bem que pontuais, são quantitativamente muito representativos e sua análise permite, portanto, inferir que o estoque glossopterídeo representou no Gondwana um "rank" taxonômico superior (Glossopteridophyta?) com grupos bem diferenciados a viver em nichos restritos dentro do complexo espectro higrófilo-mesófilo.

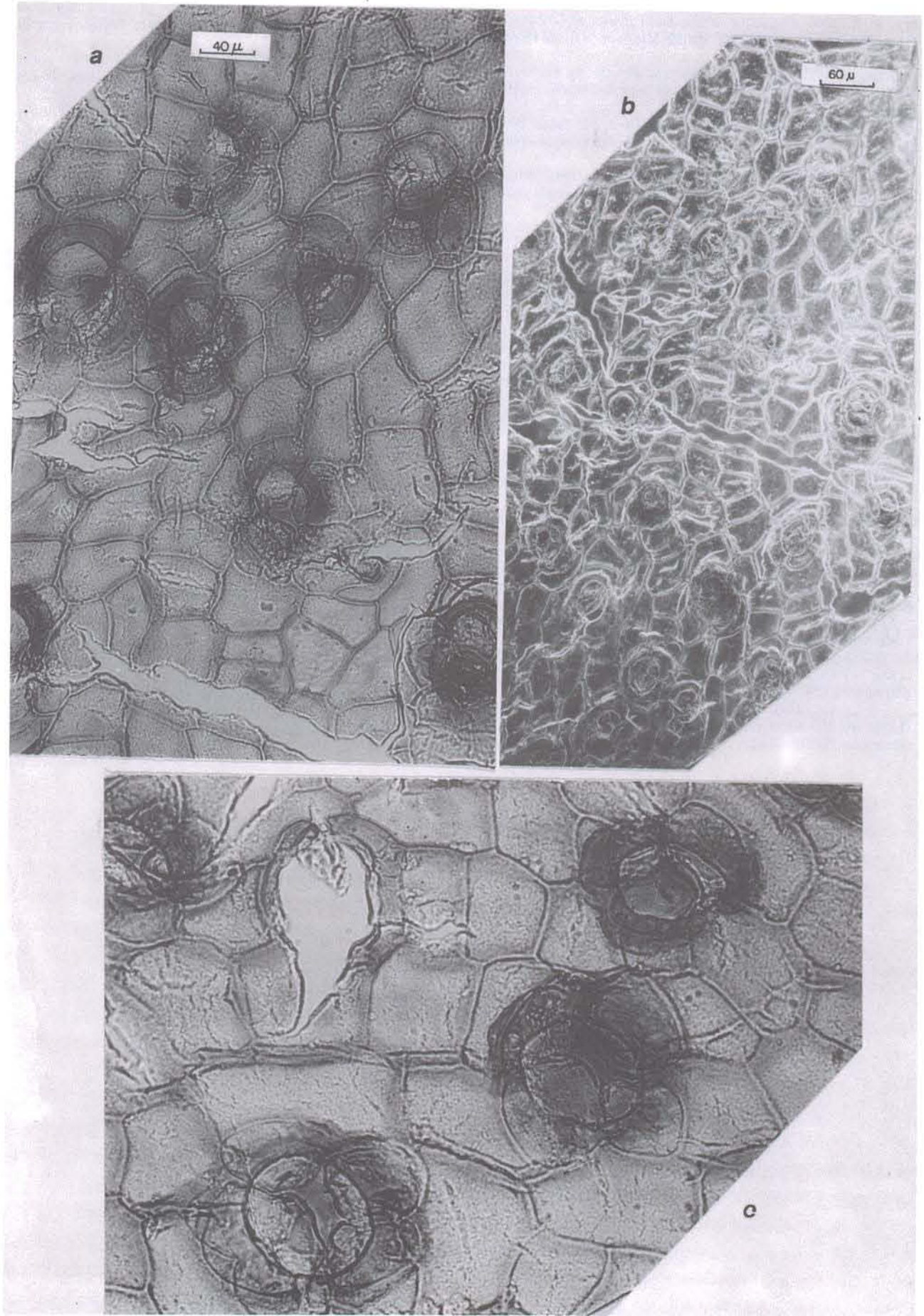
Agradecimentos — A autora agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro oferecido através de Bolsa de Pesquisa.

LÂMINA 6

Glossopteris brasiliensis sp. nov.

a, b. Face inferior da lâmina — aspecto geral da zona interfascicular (Pb 2690).

c. Detalhe dos estômatos, observando-se as células subsidiárias projetando-se como escudos superficiais (Pb 2695).



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arber, A. N. 1905. *Catalogue of the fossil Plants of Glossopteris Flora*. Department of Geology, British Museum (Natural History) London. 255 p.
- Brongniart, A. 1828. *Histoire des Végétaux Fossiles ou Recherches Botaniques et Géologiques sur les végétaux Renfermés dans diverses couches du globe*. Duffon & Ed. D'Ocagne, Paris. 279 p.
- Cutter, E. 1986. *Anatomia vegetal*. Livraria Roca, São Paulo. 304 p.
- Feistmantel, O. 1879-1886. The fossil flora of the Gondwana System. *Paleontologia Indica*, Série 12, 3 (1): 1-49.
- . 1881a. The Fossil Flora of the Gondwana System. (Suppl.). The Flora of the Talchir-Karharbari Beds. *Paleontologia Indica*, Série 12, 3 (1): 49-64. Suplemento.
- . 1881b. The Fossil Flora of the Lower Gondwana 2. The Flora of Damuda and Panchet Division. Memoirs Geological Survey India. *Paleontologia Indica*. Série 12, 3 (3): 78-149.
- Fittipaldi, F.C. & Rösler, O. 1985. A cutícula de *Glossopteris communis* da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná. *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*, Brasília, 27 (2): 257-295.
- Guerra-Sommer, M. 1988. *Padrões epidérmicos da Flora Glossopteris na Jazida do Faxinal (Formação Rio Bonito, Kunguriano, RS): implicações taxonômicas, bioestratigráficas e paleogeográficas*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 710 p.
- . 1989. Megáforas ocorrentes em horizontes associados a carvões no Rio Grande do Sul. *Acta Geológica Leopoldensia*, 12 (29): 93-104.
- Gould, R.E. & Delevoryas, T. 1977. The biology of *Glossopteris*: evidence from petrified seed-bearing and pollen-bearing organs. *Alcheringia*, 1: 387-99.
- Meyen, S.V. 1987. *Fundamentals of Paleontology*, Chapman and Hall, London, 432 p.
- Oliveira, M.E.C.B. de. 1977. *Tafoflora Eogondwânica da Camada Irapuá, Formação Rio Bonito, Grupo Tubarão, SC*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 310 p.
- & Pons, D. 1975. Tafoflora of Karroo in the Zambezi Basin (Tete Region, Mozambique). *Boletim IG*, 6: 33-53.
- Pant, D.D. & Gupta, K.L. 1968. Cuticular structure of some Indian Lower Gondwana species of *Glossopteris* Brongniart. *Palaeontographica B*, 124: 45-81.
- & ——, 1971. Cuticular structure of some Indian Lower Gondwana species of *Glossopteris* Brongniart. Part. 2. *Palaeontographica B*, 132: 1-52.
- & Singh, K.B. 1968. On the Genus *Gangamopteris* McCoy. *Palaeontographica B*, 124: 83-101.
- & ——, 1971. Cuticular structure of some Indian Lower Gondwana species of *Glossopteris* Brongniart. *Palaeontographica B*, 135: 1-40.
- Plumstead, E.P. 1952. Description of two new Genera and six new Species of frutifications borne on *Glossopteris* leaves. *Transactions of the Geological Society of South Africa*, 55: 281-328.
- Read, C.B. 1941. Plantas fósseis do Neo-Paleozóico do Paraná e Santa Catarina, Brasil. *Monografia. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão Geologia*, Rio de Janeiro, 12: 1-102.
- Rigby, J.F. 1966. The Lower Gondwana Floras of the Perth and Collie Basins, Western Australia. *Palaeontographica B*, 118: 113-52.
- ; Maheshwari, H.K.; Schopf, J. 1980. Revision of Permian Plants collected by J.D. Dana during 1839-1840 in Australia. *Palaeontological Papers*, 47: 1-25.
- Sahni, B. 1923. On the structure of the cuticle on *Glossopteris angustifolia* Brong. *Record of the Geological Survey of India*, 54 (3): 277-80.
- Schopf, J. 1975. Modes of fossil preservation. *Review of Palaeobotany and Palinology*, 20: 27-53.
- Sen, J. 1955. On Some Frutifications Borne on *Glossopteris* leaves. *Botanical Notiser*, 108 (2): 244-52.
- Seward, A.C. 1897. On the association of *Sigillaria* and *Glossopteris* in South Africa. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 53: 315-40.
- Srivastava, P.N. 1956. Studies in the *Glossopteris* Flora of India. 4 - *Glossopteris*, *Gangamopteris* and *Palaeovittaria* from the Raniganj Coalfield, India. *Paleobotanist*, 5 (1): 1-45.
- Stace, C.A. 1965. The use of epidermal characters in Phylogenetic considerations. *New Phytology*, 65 (3): 304-18.
- Surange, J.S. & Srivastava, P.N. 1956. Studies in the *Glossopteris* Flora of India. 5. Generic status of *Glossopteris*, *Gangamopteris* and *Palaeovittaria*. *Palaeobotanist*, 5 (1): 46-9.
- Thomas, H.H. 1958. *Lidgettonia*, a new type of Fertile *Glossopteris*. *Bulletin of the British Museum*, 13: 179-89.
- White, D. 1908. Fossil Flora of the Coal Measures of Brasil. In: *Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 300 p.
- Zeiller, R. 1895. Note sur Flore Fossile des Gisements Houilliers de Rio Grande do Sul (Brésil Meridionale). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 3 (23): 601-29.
- . 1896. Étude de Quelques Plantes Fossiles en Particulier *Verbebraria* et *Glossopteris*, des Environs de Johannesburg (Tranvaal). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 3 (24): 349-78.