

A CUTÍCULA DE *GLOSSOPTERIS COMMUNIS* DA FORMAÇÃO RIO BONITO NO ESTADO DO PARANÁ

F.C. FITTIPALDI*
O. RÖSLER**

ABSTRACT

*This paper deals with a detailed study of the cuticle of *Glossopteris communis*, based on samples from the Rio Bonito Formation (Lower Permian), State of Paraná, Brazil. Selected morphological features, studied by optical and electron microscopy, are compared with previously published data on *Glossopteris* cuticles. Many of the features observed in our specimens taken separately are also found in other species. However, the following set of features, taken as a whole, are diagnostic of *G. communis* of the samples of Paraná, and perhaps of those elsewhere as well: clear delimitation of vascular and intervascular areas on only one of the leaf faces; small number of anastomoses; predominantly rectilinear cell walls; and the stomata concentrated along the central part of the leaf close to the midrib area.*

SINOPSE

Exemplares de *Glossopteris communis* procedentes do membro Triunfo da formação Rio Bonito no Estado do Paraná, tiveram suas cutículas submetidas ao exame combinado de microscopia óptica e de microscopia eletrônica de varredura. Descreve-se no presente trabalho, a variação dos vários aspectos cuticulares ao longo de ambas as faces foliares. A nítida demarcação de áreas vasculares e intervaseculares em apenas uma das faces, assim como, o pequeno número de anastomoses, as paredes anticlinais predominantemente retilíneas e os estômatos concentrados na região central da lâmina foliar, são aspectos que, quando tomados em conjunto, caracterizam a espécie aqui estudada.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho está baseado em material coletado em duas localidades: Campo da Brasileira 2RB /PR, e Oscarlino Pereira 57RB /PR (Rösler, 1980) ambas da formação Rio Bonito do Estado do Paraná, portando plantas fósseis da Tafoflora B, de idade Permiano Inferior (Rösler, 1978). Da primeira localidade procede também o material de coníferas (*Paranocladus? fallax*), cuja cutícula foi descrita por Fittipaldi & Rösler (1978), bem como cutículas de licófitas e sementes (Rösler & Fittipaldi, 1981). Os métodos aqui utilizados para obtenção, preparação e observação tanto em microscopia óptica como ao microscópio eletrônico de varredura estão descritos em Fittipaldi & Rösler (1982).

O objetivo principal é contribuir para a diagnose de *Glossopteris communis*, freqüentemente encontrada nas camadas neopaleozóicas da Bacia do Paraná e em outras regiões gondvânicas, o que permite comparações com o material cuticular descrito por outros autores, particularmente Pani & Gupta (1968). Com algumas modificações, o tema constitui parte da tese de mestrado apresentada por F.C. Fittipaldi (1982).

AGRADECIMENTOS

A.M. Silveira e P. Kiyohara (IF-USP) pela orientação na utilização do MEV e ao Laboratório de Microscopia Eletrônica do IF-USP pelas facilidades na obtenção de fotografias. Aos colegas e amigos que contribuíram com sugestões e estímulo: S. Petri, M.E.C.B. O. Babinski, J. H. Millan, E. W. Ragonha, V. A. Campanha, A. Takara, I. Kroehne. A J.L. Leitão Rodrigues pela leitura da primeira versão do texto, e ao Dr. T. Fairchild pela revisão do abstract. A FAPESP e CNPq pelas bolsas concedidas a um dos autores (F.C.F.). Igualmente à FAPESP pelo auxílio financeiro aos trabalhos de campo (Geol. 73 /737).

DESCRIÇÃO DO MATERIAL

Morfografia megascópica

Folha lanceolada, com 90 mm de comprimento e 49 mm de largura máxima. Ápice agudo. Base atenuada, porém não totalmente completa nos exemplares disponíveis. Nervura mediana bem distinta, com finas estrias longitudinais, e persistente por todo o comprimento preservado da lâmina foliar. Nervura mediana estreita comparativamente ao limbo foliar, medindo cerca de 1 mm de largura. Malhas longas, poligonais e estreitas, tanto junto à nervura mediana quanto junto à margem. Anastomoses raras. Nervação secundária geralmente fina e densa, tendo, ao sair da nervura mediana, um percurso em curva suave, convexo para o ápice após um ângulo de divergência agudo.

Morfografia microscópica

Tendo em vista a considerável diferenciação das faces superior e inferior, as mesmas são aqui descritas separadamente.

Face superior — A cutícula da face superior é relativamente espessa, claramente diferenciada em áreas vasculares e áreas intervaseculares (est. 1, fig. 6 e fig. 1 do texto).

As células das áreas vasculares são predominantemente reticuloides, às vezes poligonoides ou irregulares, em geral alongadas e arranjadas em séries (est. 1, fig. 1 e fig. 2 do texto), e normalmente mais alongadas que as células das áreas intervaseculares (est. 1, fig. 3 e fig. 3 do texto). O tamanho das células, em média, é de $75,5 \times 19,2$.

As paredes anticlinais das células das áreas vasculares são retas ou arqueadas, geralmente menos espessadas que as da cutícula da face inferior. Sua espessura é bastante variável.

Em um único fragmento, pode ser constatada, na superfície de algumas poucas células das áreas vasculares, a presença de papilas simples e arredondadas (est. 1, fig. 3 e fig. 3 do texto). Tais tricomas ocupam uma posição mediana, embora sua localização varie ligeiramente de célula para célula. Não se notou a presença de estômatos ou de outras estruturas epidérmicas. A largura das áreas vasculares é bastante variável dentro de um mesmo espécime.

*Prof. da Universidade Mackenzie e Pós-graduando do IG-USP

**Prof. do IG-USP

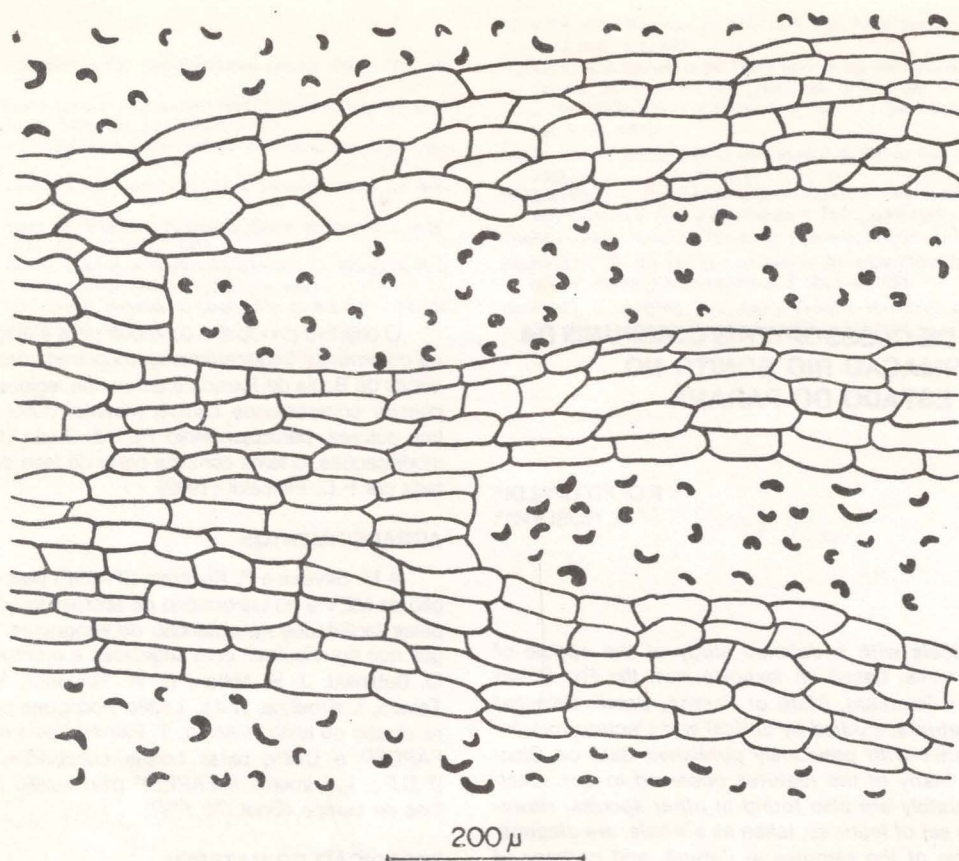


Figura 1. Áreas vasculares e intervasculares da cutícula da face superior, correspondente à fig. 6 da est. 1. Lâmina GP/L-3T-310.

me, nunca sendo inferior a cinco células, chegando a onze em alguns casos. Há variação no número de células ao longo da área vascular, sendo que, em geral, a largura aumenta antes da ocorrência de dicotomias.

As faixas de células alongadas, que formam a área vascular, partem da faixa correspondente à nervura principal, à qual, são, de início, aproximadamente paralelas. Depois, em curvas de raio amplo, vão se dirigindo para a margem. Durante o percurso, refletem as dicotomias e anastomoses do feixe vascular, alcançando a margem paralelamente entre si (est. 2, fig. 6), pois nas proximidades da margem não ocorrem dicotomias ou anastomoses. Estas últimas são bastante raras em toda a extensão da lâmina foliar.

Freqüentemente ocorrem espessamentos ao longo das áreas vasculares (est. 1, fig. 5 e fig. 4 do texto) e, em geral, persistem por toda a extensão dessas áreas.

O arranjo e o formato das células da região intervascular são usualmente obscuros, talvez devido ao fato de que esta região é menos resistente, apresentando-se freqüentemente mal preservada. Em algumas áreas, entretanto, pode-se notar a presença de células predominantemente irregulares ou poligonóides, menos alongadas que as das áreas vasculares, dispostas em séries aproximadamente paralelas às áreas vasculares (est. 1, fig. 4 e fig. 3 do texto). Nesta região intervascular, as papilas ocorrem de forma abundante, formando grandes concentrações (est. 2, fig. 2 e fig. 5 do texto), e sua localização na célula parece ser geralmente mediana, porém, como no caso das áreas vasculares, ligeiramente variável nas diferentes células.

Embora tenham como característica comum o aspecto arredondado, as papilas variam bastante de formato. Observados ao microscópio óptico, as papilas aparentam mais freqüentemente possuir forma de meia-lua. Outras aparentam aspecto circular,

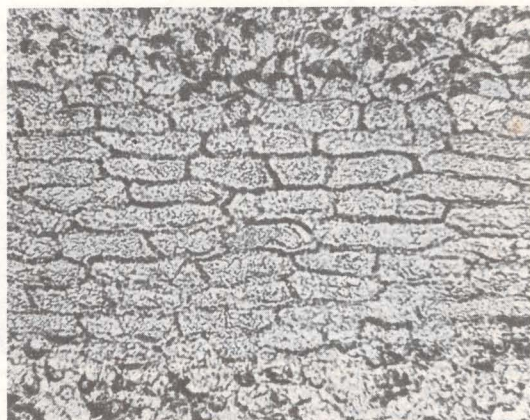
havendo ainda, uma série de formatos intermediários, todos podendo ocorrer lado a lado numa mesma área (est. 2, fig. 2 e fig. 5 do texto). O tamanho das papilas também é variável, e grande parte mede em torno de 20 μ . Via de regra, apresentam-se bastante espessados.

A ocorrência de estômatos não ficou perfeitamente caracterizada na cutícula desta face, apesar da presença de algumas aberturas, irregularmente dispostas, que provavelmente correspondam aos mesmos (est. 1, fig. 5).

A cutícula da face superior apresenta uma região correspondente à nervura central, bastante distinta, mais espessada, e sem diferenciação de áreas vasculares e intervasculares (est. 3, fig. 5 e fig. 6 do texto). Nesta região, as células são predominantemente retangulóides, dispostas em séries longitudinais. As paredes anticlinais são retas ou arqueadas. A região apresenta ainda caracteristicamente uma proeminente dobra longitudinal, assim como espessamentos longitudinais paralelos. Não se notou a presença de estômatos ou papilas nesta região.

Junto à margem da folha, desaparece completamente a diferenciação entre áreas vasculares e intervasculares, sendo que passam a predominar células irregulares ou poligonóides, tendendo progressivamente a serem arranjadas em séries aproximadamente paralelas em relação à margem (est. 2, fig. 5 e est. 3, fig. 3). Tais células também apresentam paredes anticlinais retas ou arqueadas. Não foi assinalada a presença de qualquer estrutura epidérmica nesta região.

Face inferior — A cutícula da face inferior apresenta-se mais fina que a da face superior, e sem qualquer demarcação clara de áreas vasculares e intervasculares. Em um único caso, porém, aparentemente aparece esta diferenciação (est. 5, fig. 3 e fig. 7 do texto). As células são curtas ou longas, predominantemente retangulói-

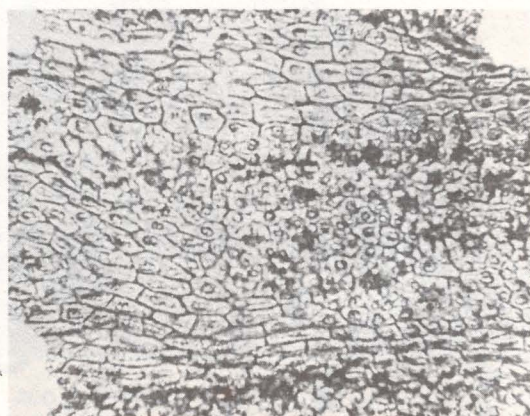


100 μ

1



2



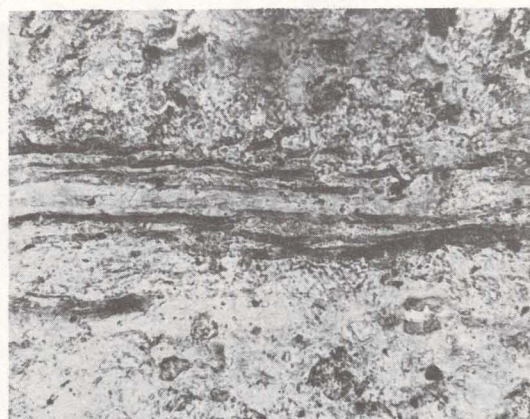
200 μ

3



100 μ

4



100 μ

5



200 μ

6

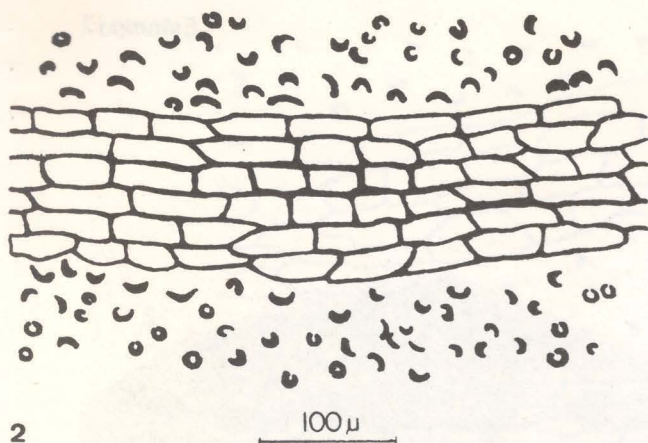


Figura 2. Detalhe da área vascular da cutícula da face superior (proximidade da margem foliar), com largura equivalente a 6 células alongadas e orientadas sobre a nervura. Região intervascular com contornos celulares obscuros, porém, com abundantes papilas. Comparar com est. 1, fig. 1. Lâmina GP/L-3T-113.

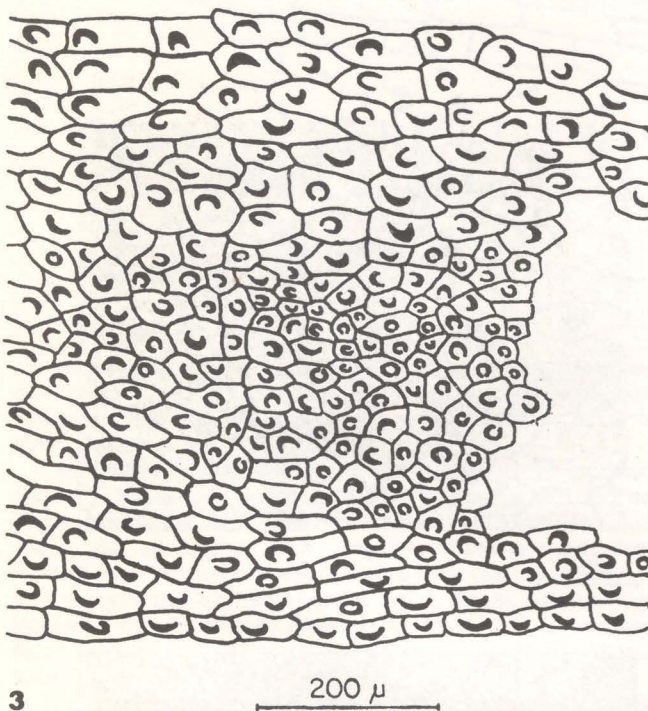


Figura 3. Área da cutícula da face superior com células papilosas aparentemente divididas em áreas vasculares e intervasculares, correspondente à fig. 3 da est. 1. Lâmina GP/L-3T-156.

des, mas freqüentemente também poligonóides, irregulares ou quadrangulóides, arranjadas em séries (est. 3, figs. 1 e 2 e fig. 8 do texto). O tamanho das células é muito variável, sendo em média de $93,9 \times 31,2 \mu$. Possuem paredes anticlinais retas ou arqueadas e, em geral, espessadas. Dentro de um mesmo espécime, a gama de variação é muito grande, considerando o tipo, e, principalmente, a espessura de paredes anticlinais.

É na cutícula desta face que a presença de estômatos pode ser claramente constatada. Estão concentrados na região central da lâmina foliar, onde a cutícula apresenta-se mais espessada, isto é, na região correspondente à nervura central na face oposta. Desaparecem completamente em direção à margem. Os estômatos são

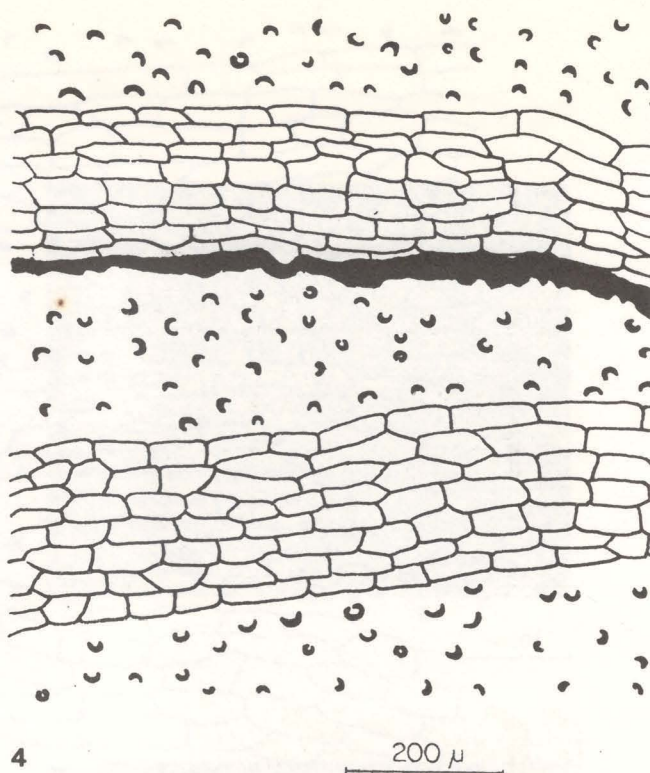


Figura 4. Áreas vasculares e intervasculares da cutícula da face superior, com presença de espessamento próximo ao limite entre a área vascular e intervascular. Lâmina GP/L-3T-117.

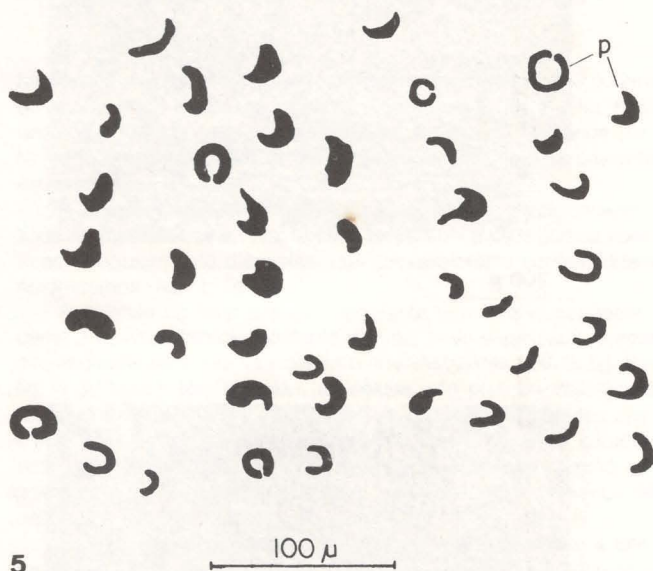
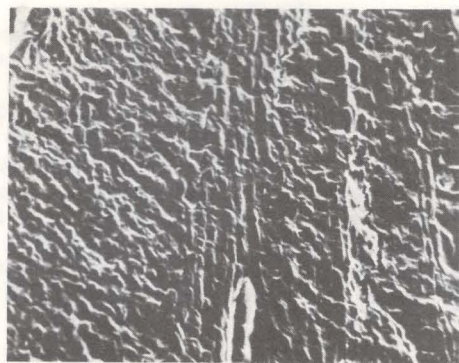


Figura 5. Detalhe da área intervascular da cutícula da face superior, com papilas (p) de diferentes formatos, correspondentes à fig. 2 da est. 2. Lâmina GP/L-3T-95.

haploqueílicos e, provavelmente, colocados em depressões. Ocorrem caracteristicamente em grupos, distribuídos em faixas com orientação longitudinal (est. 5, fig. 5 e fig. 9 do texto). Tais faixas são facilmente distinguíveis na epiderme devido ao predomínio de células de menor tamanho e de formato poligonóide ou irregular (est. 6, fig. 2), e em geral, sua largura é mais ou menos equi-



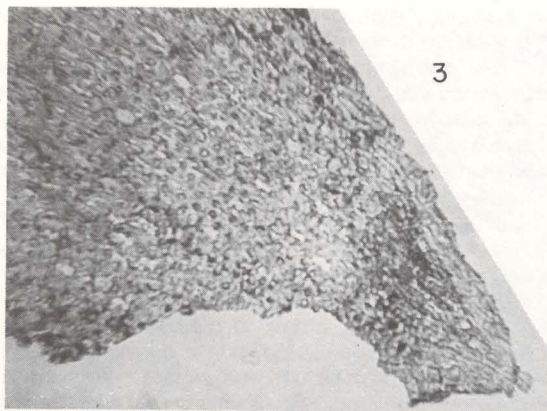
100 μ

1



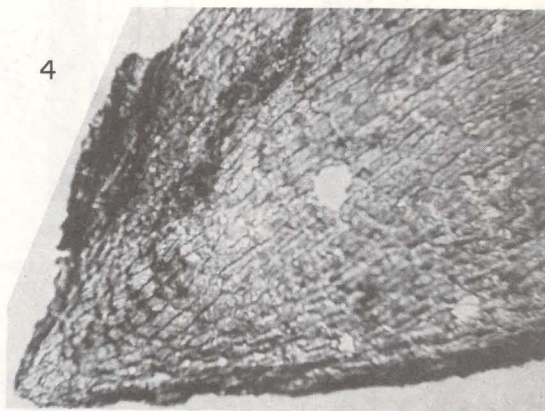
100 μ

2



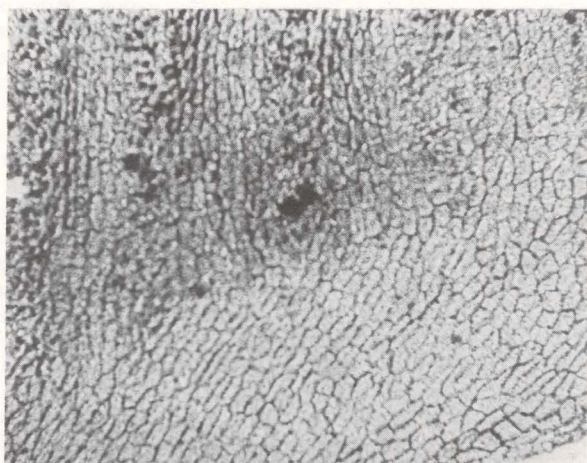
200 μ

3



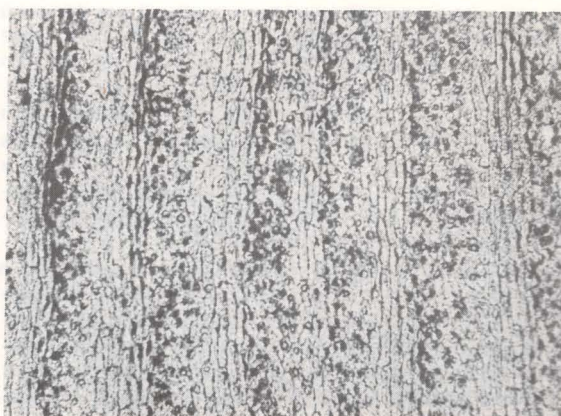
200 μ

4



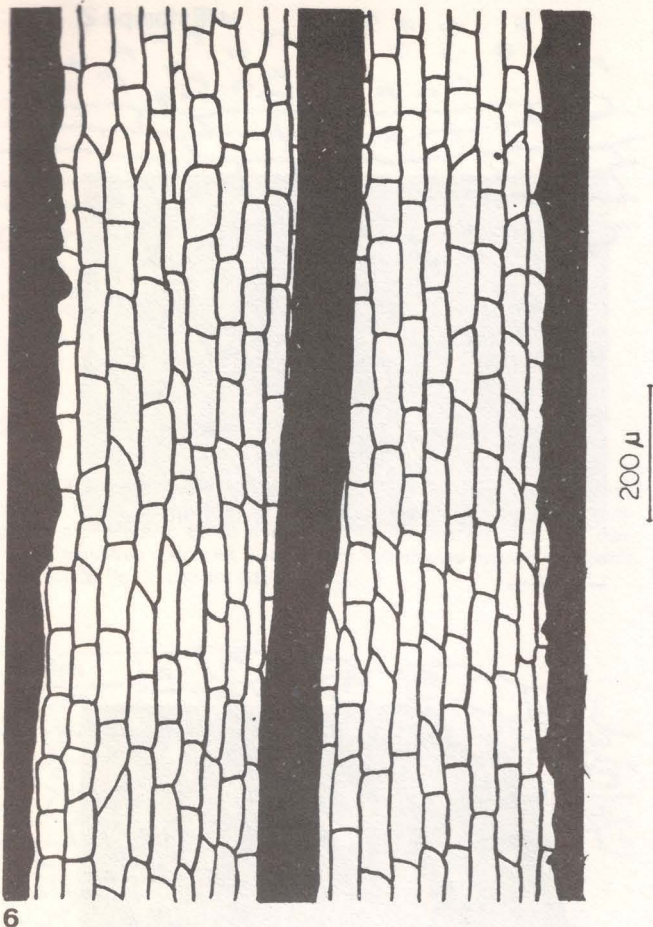
200 μ

5



200 μ

6



6

Figura 6. Cutícula na região da nervura central (região mediana da face superior). Comparar com est. 3, fig. 5. Lâmina GP/L-3T-49.

valente a 4 células, sendo mais estreitas que as áreas não estomatíferas. Estas faixas podem ser aproximadamente retilíneas e paralelas entre si, separadas por algumas séries de células que constituem áreas não estomatíferas (est. 5, fig. 1). Em outros casos, podem ser algo sinuosas e praticamente se tocando entre si algumas regiões (est. 5, fig. 2). Entre estes dois casos, porém, existe toda uma variedade de situações.

As células subsidiárias dos estômatos são predominantemente irregulares ou poligonóides, de tamanho sensivelmente menor que as demais células epidérmicas e com arranjo irregular. As paredes anticliniais estão freqüentemente mal preservadas, o que dificulta a determinação do número exato dessas células. É certo, porém, que seu número é variável. Em alguns casos, está em torno de cinco (est. 6, fig. 4), em outras seis (fig. 10 do texto) ou sete (est. 6, fig. 11 do texto). Frequentemente estas células são comuns a estômatos vizinhos (est. 6, figs. 6 e 7). A "abertura" dos estômatos varia de 22,5 a 42,5 μ (29,1 μ em média) chegando mesmo a imperceptível. Interessante notar que, num mesmo espécime, alguns estômatos vizinhos entre si apresentam grau de abertura bastante distinto. As células-guarda não estão perfeitamente caracterizados no material estudado. Em alguns casos nota-se apenas a presença de abertura estomática circundada por células subsidiárias, sem uma demarcação clara das células-guarda, e em outros há grandes espessamentos (lembrando duas meias-luas conjugadas), circundando a abertura do estômato, o que poderia sugerir a presença de células-guarda com membranas bastante espessadas (est. 6, fig. 5). O mais comum, porém, é a ocorrência de espessamentos menos acentuados. Tanto um tipo como o outro ocorrem num mesmo espécime, embora, em geral, estômatos vizinhos

apresentem aspecto semelhante. Os espessamentos variam de 40 a 72,5 μ (57,3 μ em média).

Ao longo da cutícula há uma presença constante de espessamentos alongados, retilíneos ou ligeiramente ondulados (est. 4, fig. 2). Em geral, estes espessamentos obedecem à mesma orientação das células. Em um único caso, eles aparecem cortando claramente as séries de células.

Em direção à margem, as células sofrem uma mudança progressiva de orientação e de formato. Passam a predominar as irregulares ou poligonóides, em geral mais espessadas e colocadas em séries aproximadamente paralelas à margem (est. 3, fig. 4, est. 4, fig. 3 e fig. 12 do texto). Da mesma forma que as demais células epidérmicas, as da região da margem apresentam paredes anticliniais retas ou arqueadas. O tamanho e formato dessas células são similares aos das células da margem da cutícula da face superior (comparar figs. 3 e 4 da est. 3).

Já na região doápice da folha, não há diferenças significativas em relação ao tipo de distribuição das células (est. 2, fig. 4).

DISCUSSÃO

Até o presente trabalho, os caracteres epidérmicos de *G. communis* eram conhecidos apenas parcialmente, já que Pant & Gupta (1968), os únicos pesquisadores a estudarem em profundidade a cutícula daquela espécie, dispunham de material bastante fragmentário, procedente de Passerabhaia, área de Karharbari, Índia. Em linhas gerais, os caracteres epidérmicos do material figurado por Pant & Gupta (1968) coincidem com os do material ora em estudo, procedente da formação Rio Bonito.

Em ambos os casos, na cutícula da face superior ocorre uma clara demarcação de áreas vasculares e intervasculares. Pode ser notada também, em ambos os casos, a presença de células poligonóides ou irregulares arranjadas em séries nas áreas intervasculares. O predomínio de células retangulóides, que se nota nos fragmentos obtidos por Pant & Gupta (op. cit.), pode ser apenas aparente, devido ao estado fragmentário desse material. Tanto no material brasileiro como no indiano, as células das áreas vasculares são mais longas e estreitas, com paredes anticliniais retas ou arqueadas.

A cutícula da face inferior do material estudado por Pant & Gupta (op. cit.) mostrou-se delicada e fragmentária. Isto ocorre, apenas em parte, com as cutículas da face inferior estudadas no presente trabalho. Estas não são muito delicadas, embora sejam usualmente mais finas que as cutículas da face superior e, freqüentemente, se fragmentam durante a preparação. Provavelmente a maior fragilidade demonstrada pela cutícula estudada por aqueles pesquisadores decorra da preservação deficiente.

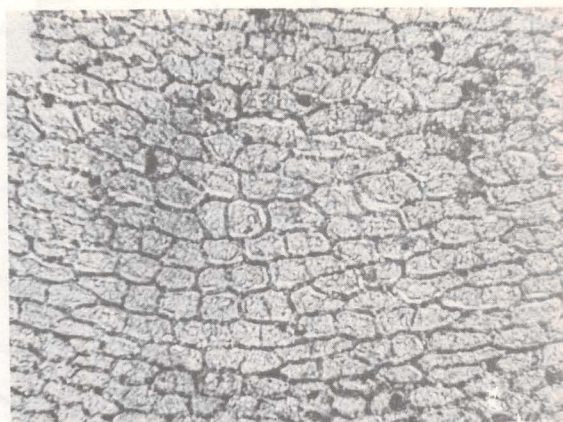
Tanto os fósseis descritos por Pant & Gupta (1968; 71), como nos fósseis em estudo, as cutículas da face inferior apresentam células poligonóides a irregulares com paredes anticliniais retas, embora nas últimas predominem células retangulóides arranjadas em séries. A ausência de células retangulóides, assim como de estômatos, no material de Pant & Gupta (op. cit.) possivelmente se deva ao pequeno tamanho dos fragmentos.

O material estudado, por outro lado, apresenta, tanto ao nível megascópico, como ao nível cuticular, similaridades com *Glossopteris indica* Schimper, 1869. Distingue-se porém de *G. indica* por apresentar uma malha mais pobre em anastomoses, com um certo paralelismo entre as nervuras secundárias. As informações sobre a cutícula de *G. indica* limitam-se àquelas fornecidas por Zeiller (1896), o primeiro a tratar de detalhes estruturais de *Glossopteris*. Zeiller (op. cit.) obteve, porém, apenas pequenos fragmentos de uma das faces, e daquela data para cá a literatura paleobotânica não registra nenhuma outra informação a respeito dos aspectos cuticulares dessa espécie. Com base nas ilustrações de Zeiller (op. cit., fig. 13 do texto), constata-se que em *G. indica* a cutícula é muito grossa e as células epidérmicas são curtas, retangulóides e com paredes anticliniais retas e grossas. No material estudado, a cutícula é usualmente menos grossa que aquela figurada por Zeiller (op. cit.) e as células epidérmicas, por



200 μ

1



200 μ

2



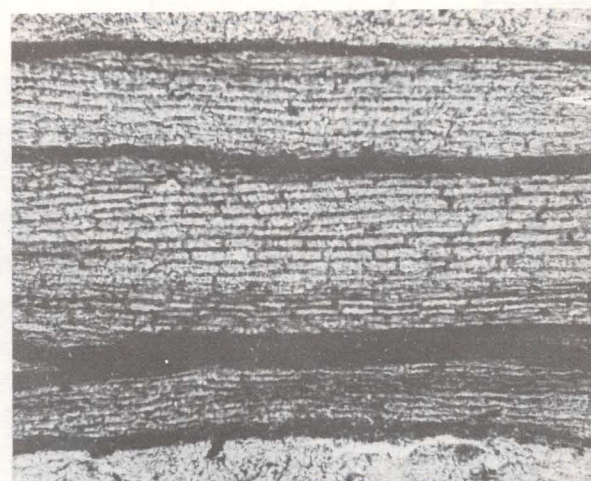
100 μ

3



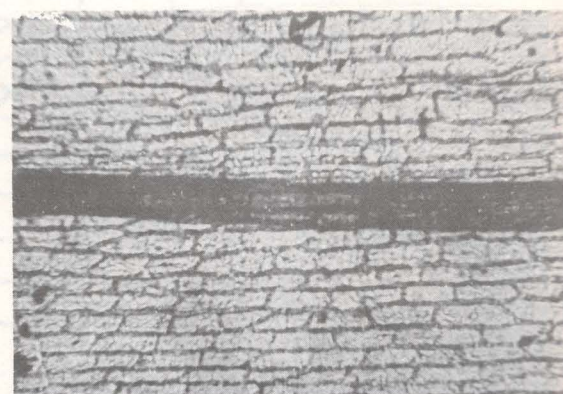
100 μ

4



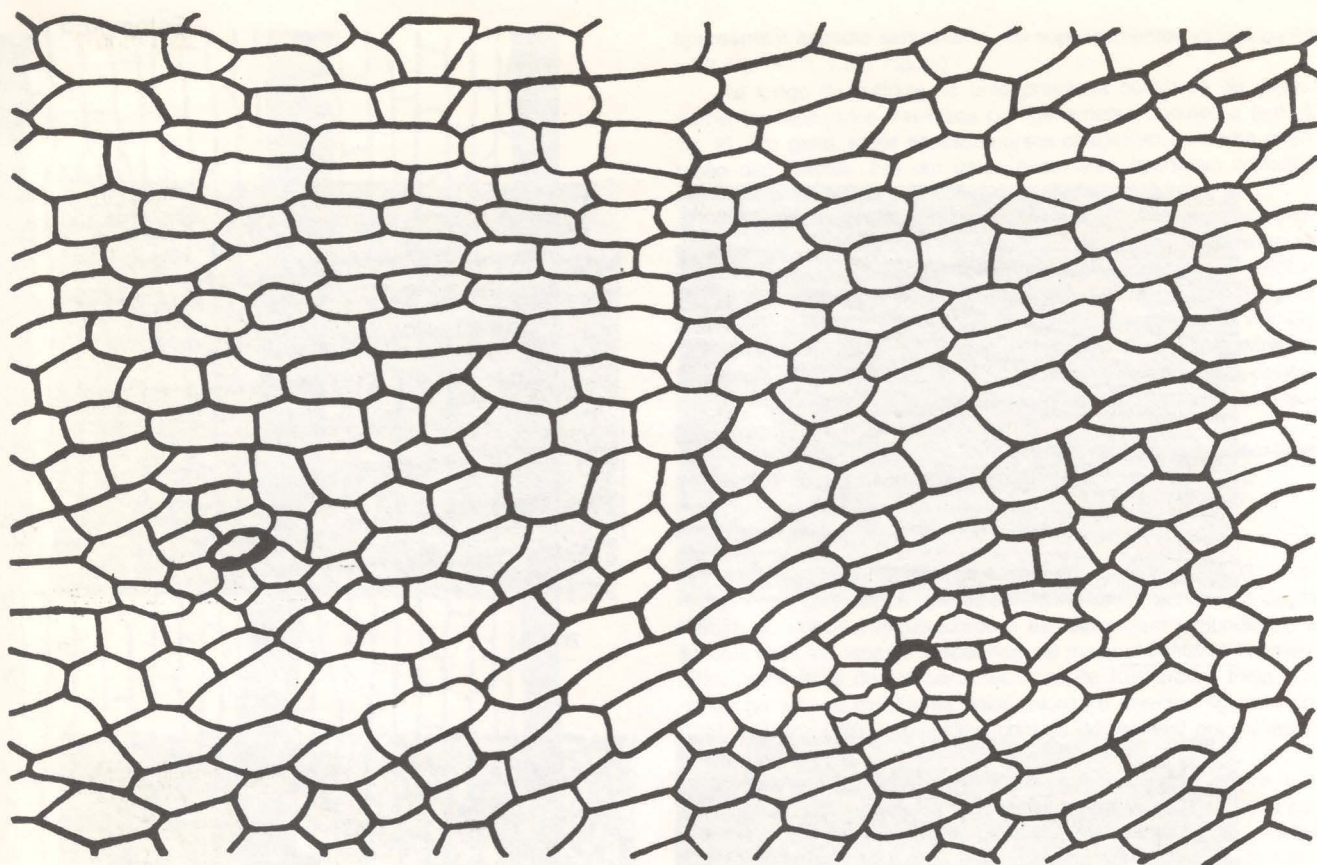
200 μ

5



200 μ

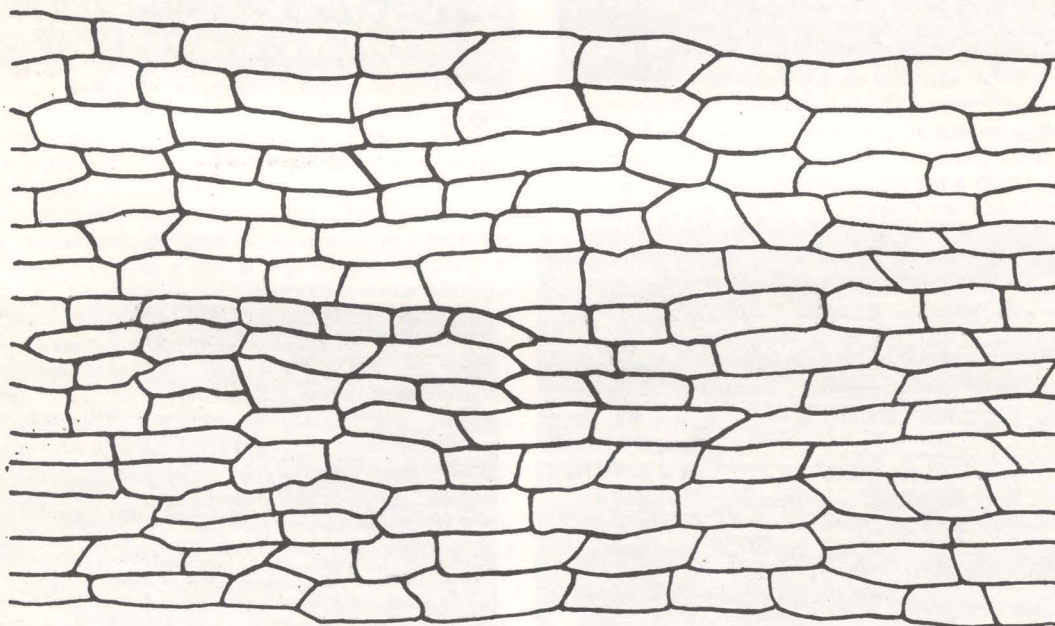
6



7

100 μ

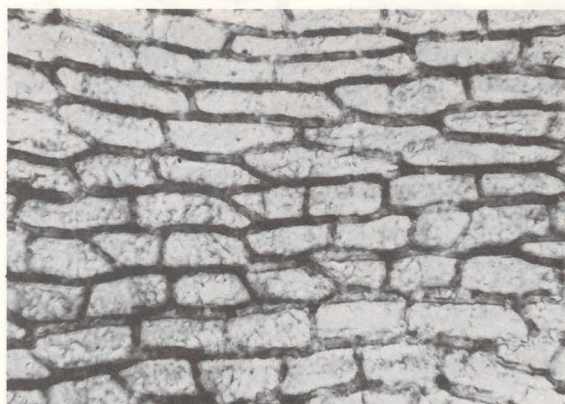
Figura 7. Cutícula da face inferior (área estomatífera), correspondente à fig. 3 da est. 5. Lâmina GP/L-3T-308.



8

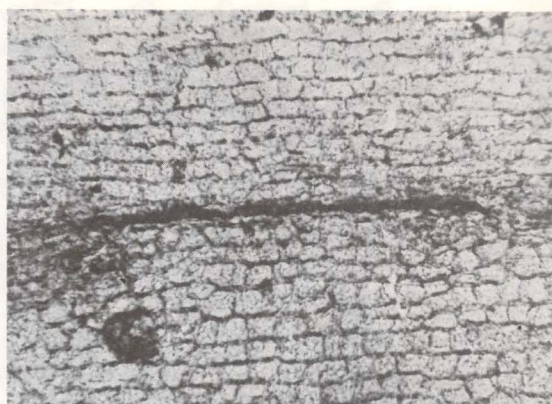
100 μ

Figura 8. Área não estomatífera da cutícula da face inferior correspondente à fig. 1 da est. 3. Lâmina GP/L-3T-97.



100 μ

1



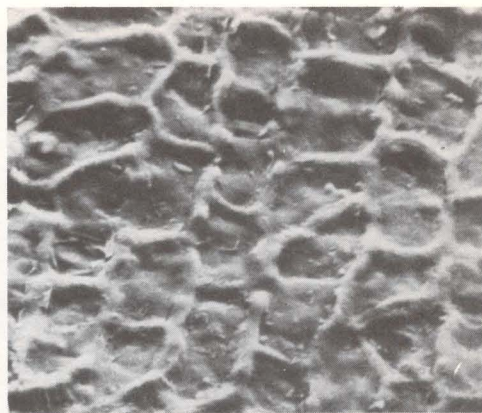
200 μ

2



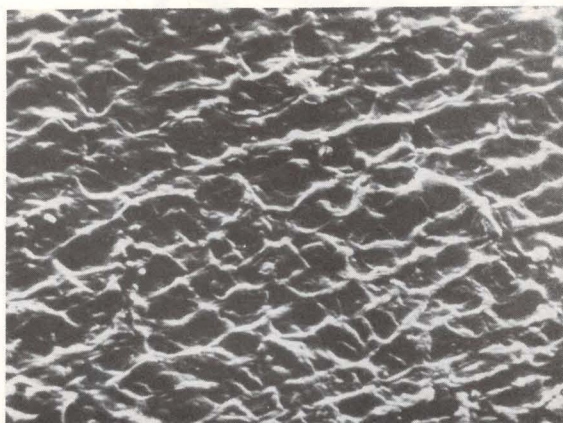
200 μ

3



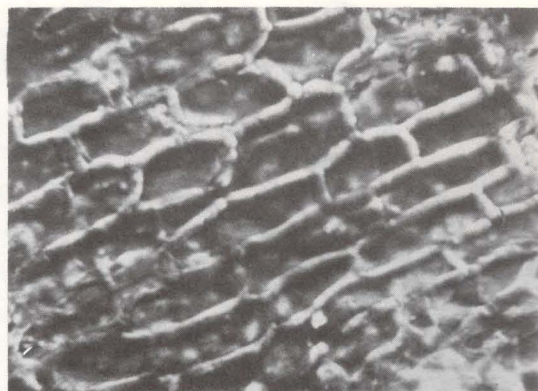
50 μ

4



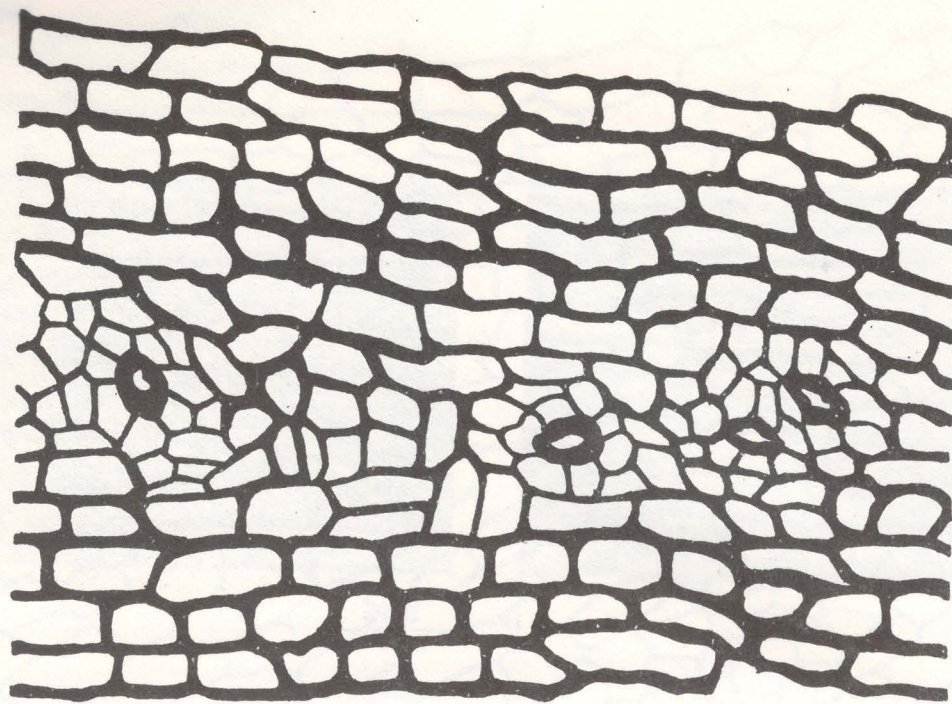
50 μ

5



50 μ

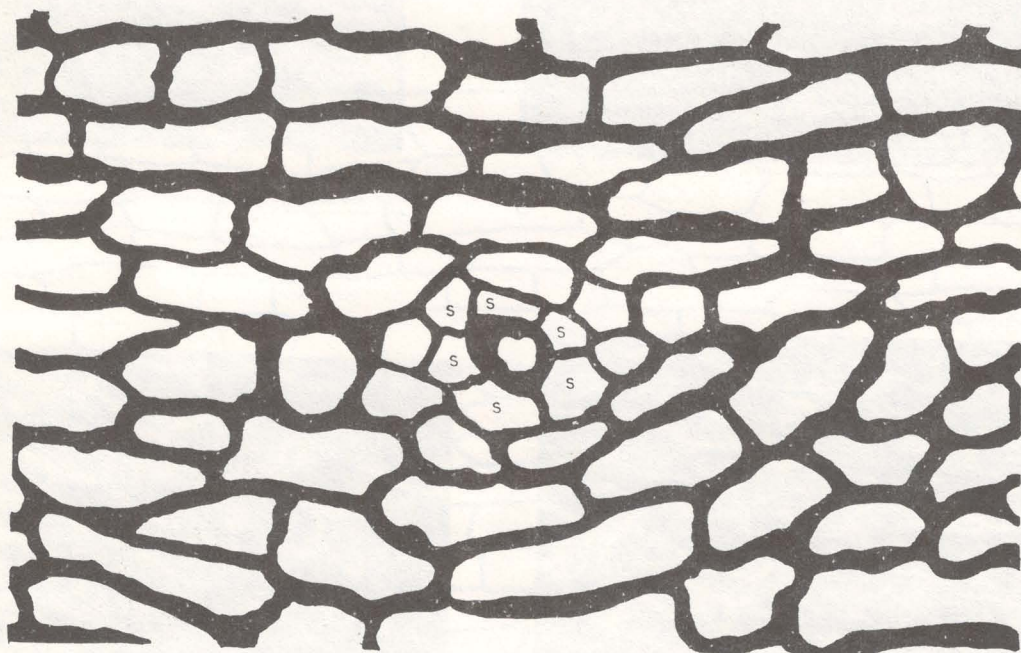
6



9

100 μ

Figura 9. Faixa estomatifera da cutícula da face inferior, entre duas áreas não estomatiferas. Células subsidiárias de formato poligonoide ou irregular. Área não estomatifera, com predomínio de células retangulóides. Paredes anticlinais mais espessadas. Comparar com est. 5, fig. 5. Lamina GP/L-3T-91.



10

100 μ

Figura 10. Área estomatifera da cutícula da face inferior, mostrando estômato com 6 células subsidiárias (s), de formato poligonoide ou irregular. Observar que estas células subsidiárias diferenciam-se das demais pelo formato, tamanho e disposição. Lâmina GP/L-3T-80.

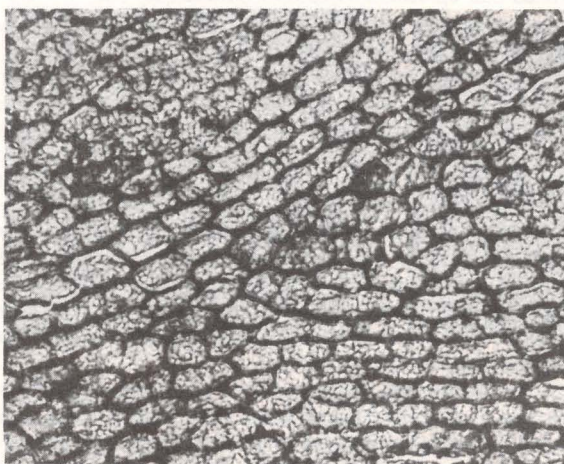


200 μ



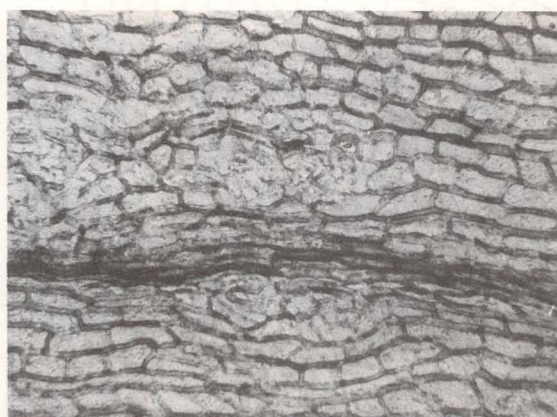
200 μ

2



200 μ

3



200 μ

4



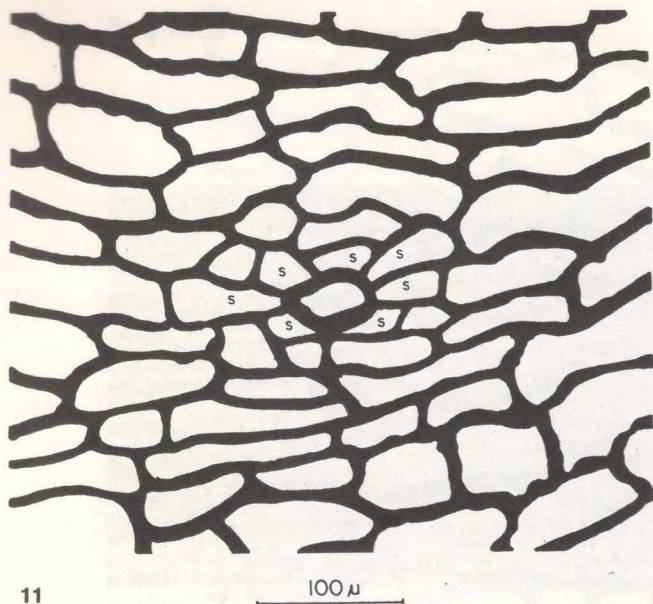
200 μ

5



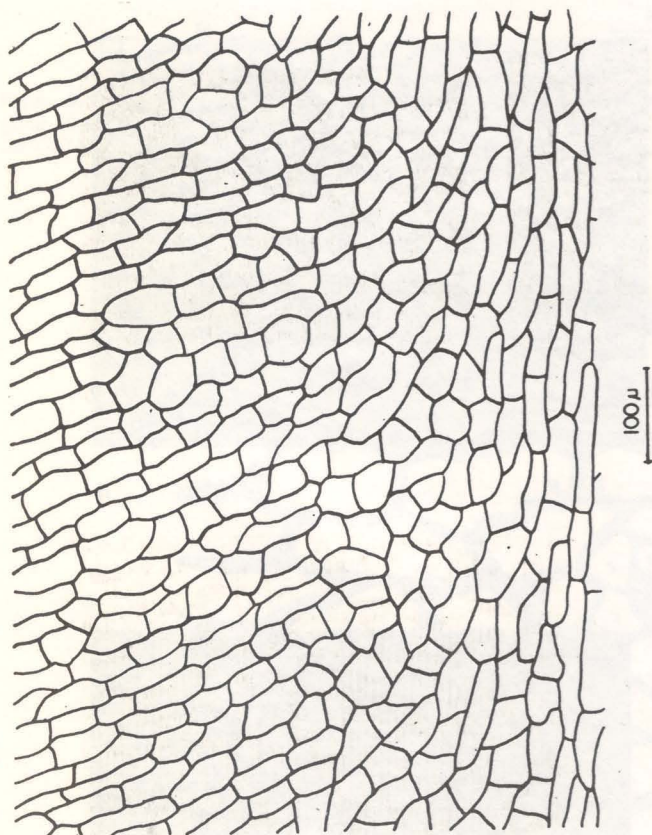
100 μ

6



11

Figura 11. Área estomatífera da cutícula da face inferior, correspondente à fig. 1 da est. 6. Lâmina GP/L-3T-105.



12

Figura 12. Região marginal da cutícula da face inferior correspondente à fig. 3 da est. 4. Lâmina GP/L-3T-169.

sua vez, são não só retangulóides, mas também poligonóides, quadrangulóides e irregulares, com paredes anticlinais retas e de espessura variável. Embora, tanto em *G. communis* como em *G. indica* os estômatos estejam arranjados em séries lineares, há

alguma diferença entre o material figurado por Zeiller (op. cit.) e o ora em estudo, principalmente no que diz respeito à disposição e natureza das células subsidiárias.

Srivastava (1957) descreveu algumas folhas, atribuindo-as a *G. communis* Feist., porém com características cuticulares distintas daquelas aqui estudadas. A propósito, Pant & Gupta (1968) salientaram que o nome *G. communis* não podia ser usado para o material de Srivastava (op. cit.) porque sua cutícula diferia da cutícula do tipo de *G. communis* Feist. Desta forma, o material descrito por Srivastava (op. cit.) foi redenominado *G. pseudocommunis* por aqueles pesquisadores, o que é compatível com as diferenças ao nível cuticular com o material em estudo, diferenças estas que convém sejam aqui explicitadas:

Em *G. pseudocommunis* há diferenciação entre áreas vasculares e intervasculares na cutícula de ambas as faces. No material estudado há uma clara delimitação em apenas uma das faces. A cutícula de *G. pseudocommunis* não apresenta papilas, a não ser nas células subsidiárias; enquanto que no material ora em estudo elas ocorrem em grande abundância na cutícula da face superior. Em *G. pseudocommunis*, a distribuição dos estômatos é irregular ou em grupos de 4 ou 5, enquanto que no material em estudo, aquelas estruturas ocorrem caracteristicamente em faixas. Em *G. pseudocommunis*, as áreas vasculares apresentam 2-3 células de largura e, freqüentemente, mostram anastomose, enquanto que no material em estudo, as áreas vasculares têm pelo menos 5 células de largura e raramente mostram anastomose. As células subsidiárias de *G. pseudocommunis* apresentam uma provável papila, enquanto que no material em estudo, as células subsidiárias não apresentam estrutura de qualquer tipo.

Em relação aos estômatos, as cutículas aqui descritas apresentam semelhanças com *G. conspicua* (Srivastava, op. cit.:10). Em ambos os casos os estômatos são distribuídos em séries lineares e com orientação longitudinal. Nas duas espécies ocorrem células subsidiárias poligonóides. Em *G. conspicua* as células fechadoras são espessadas como aparentemente ocorre no material em estudo. A principal diferença entre as duas espécies é que em *G. conspicua* não há diferenciação clara entre áreas vasculares e intervasculares na cutícula de nenhuma das faces, enquanto que o material aqui descrito apresenta uma perfeita delimitação na cutícula da face superior. Além disso, as células da cutícula da face inferior de *G. conspicua* são quadrangulóides ou poligonóides, enquanto que no material aqui estudado elas são predominantemente retangulóides.

O material em estudo também apresenta alguma semelhança com *G. jamottei* (Høeg & Bose, 1960: 35-37), já que ambos possuem estômatos arranjados longitudinalmente, com células-guarda deprimidas e células subsidiárias comuns a aparelhos estomáticos vizinhos. Além disso, as células epidérmicas da cutícula da face inferior de *G. jamottei* são semelhantes às da cutícula da face inferior do material em estudo. Há, entretanto, uma série de diferenças entre essas duas espécies. *G. jamottei* apresenta cutícula espessa em ambas as faces, ao contrário do que ocorre no material em estudo, onde a cutícula da face inferior é mais fina que a da face superior. Em *G. jamottei*, as células da cutícula da face inferior são semelhantes às da face superior, enquanto que nas cutículas estudadas ocorre uma diferenciação significativa entre as células das diferentes faces. Em *G. jamottei*, o número de células subsidiárias (4-5) é inferior ao do material em estudo, onde normalmente ocorrem mais do que 5. Além disso, em *G. jamottei* os estômatos estão presentes apenas na cutícula da face inferior, enquanto que no material em estudo eles ocorrem nas duas faces.

De uma maneira geral, as cutículas aqui descritas apresentam alguns aspectos epidérmicos comuns à maioria das espécies de *Glossopteris* com cutículas conhecidas. Como exemplo, podem ser citadas áreas vasculares geralmente sem estômatos, células subsidiárias diferenciadas das células epidérmicas, células sobre as áreas vasculares usualmente mais alongadas que as das áreas intervasculares, e presença de uma nervura central distinta. Existem, porém, diferenças bastante significativas, que des-



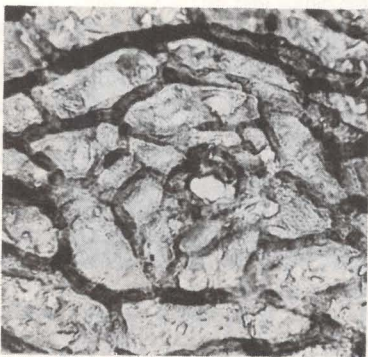
100 μ

1



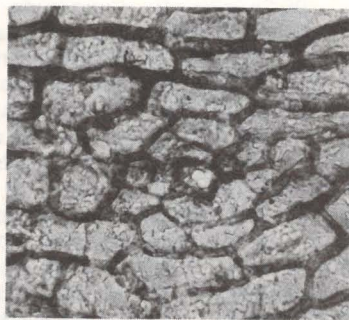
100 μ

2



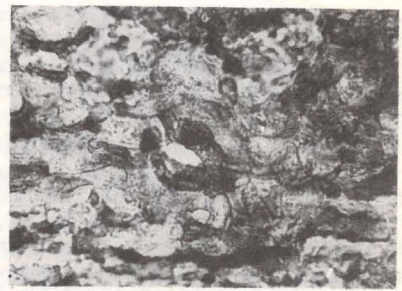
50 μ

3



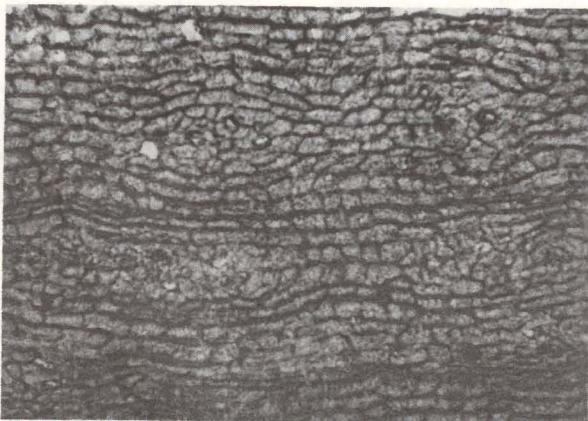
100 μ

4



50 μ

5



200 μ

6



100 μ

7

cartam qualquer possibilidade de afinidade do material ora descrito com aquelas espécies.

Na comparação entre o material estudado e as demais espécies, existem dois aspectos principais a serem considerados: tipo das paredes anticlinais e diferenciação, em áreas vasculares e intervaseculares.

Algumas espécies diferem das cutículas aqui descritas pela presença de paredes anticlinais onduladas ou sinuosas, que em nenhum caso ocorrem naquelas. Tais paredes podem ser perfeitamente observadas em *G. angustifolia* (Sahni, 1923: fig. 2), *G. retifera* (Srivastava, 1957: fig. 13 do texto), *G. sahnii* (Srivastava, 1957: fig. 23 do texto), *G. arberi* (Srivastava, 1957: est. 9, fig. 59), *G. colpodes* (Pant, 1958: fig. 8 do texto), *G. srivastavai* (Surange & Maheshwari, 1960: 64), *G. balmei* (Rigby, 1966: 132), *G. waltonii* (Pant & Gupta, 1968: fig. 6-A do texto), *G. harrisii* (Pant & Gupta, 1968: fig. 7-A do texto), *G. tenuifolia* (Pant & Gupta, 1968: fig. 8-D do texto), *G. zeilleri* (Pant & Gupta, 1968: fig. 10-A do texto), *G. gondwanensis* (Pant & Gupta, 1971: fig. 3-A do texto), *G. subtilis* (Pant & Gupta, 1971: fig. 4-C do texto), *G. tenuinervis* (Pant & Gupta, 1971: 6-B do texto), *G. ghusikensis* (Pant & Gupta, 1971: 143), *G. contracta* (Pant & Gupta, 1971: fig. 7-D do texto), *G. angusta* (Pant & Gupta, 1971: fig. 10-A do texto), *G. giridihensis* (Pant & Gupta, 1971: fig. 9-E do texto), *G. transversalis* (Pant & Singh, 1971: fig. 8-D do texto), *G. spatulata* (Pant & Singh, 1971: fig. 10-A do texto), *G. nautiyalii* (Pant & Singh, 1971: fig. 10-E do texto), *G. longifolia* (Pant & Singh, 1971: fig. 11-C do texto), *G. singularis* (Pant & Singh, 1971: fig. 12-L do texto), *G. searsolensis* (Pant & Singh, 1974: 44), *G. maculata* (Pant & Singh, 1974: fig. 6-H do texto), *G. sastrii* (Pant & Singh, 1974: fig. 8-H do texto) e *G. oldhamii* (Pant & Singh, 1974: fig. 10-B do texto).

Outras espécies diferem do material aqui descrito pela presença de uma clara diferenciação em áreas vasculares e intervaseculares em ambas as faces. Este é o caso de *G. browniana* (Srivastava, 1957: est. 1, figs. 4 e 5), *G. cf. G. divergens* (Srivastava, 1957: est. 5, figs. 29 e 30), *G. intermittens* (Srivastava, 1957: est. 7, figs. 44-46), *G. taeniopteroides* (Srivastava, 1957: 18), *G. tenioides* (Srivastava, 1957:29), *G. fibrosa* (Pant, 1958: 130, 132), *G. hispida* (Pant, 1958: 139), *G. colpodes* (Pant, 1958: 143), *G. harrisii* (Pant & Gupta, 1968: est. 20, figs. 8 e 9), *G. tenuifolia* (Pant & Gupta, 1968: 52), *G. petiolata* (Pant & Gupta, 1968:55), *G. brongniarti* (Pant & Gupta, 1968:56), *G. isolateralis* (Pant & Gupta, 1968: 56), *G. vulgaris* (Pant & Gupta, 1968: figs. 12-E e 13-A do texto), *G. varia* (Pant & Gupta, 1968: 60), *G. subtilis* (Pant & Gupta, 1971: 141), *G. tenuinervis* (Pant & Gupta, 1971:142), *G. angusta* (Pant & Gupta, 1971:146), *G. gigas* (Pant & Singh, 1971: 3), *G. cordiformis* (Pant & Singh, 1971: 4 e 9), *G. lanceolatus* (Pant & Singh, 1971: 9), *G. bengalensis* (Pant & Singh, 1971: 10), *G. radiata* (Pant & Singh, 1971: 11), *G. rhabdo-
teaenioides* (Pant & Singh, 1971: 12), *G. searsolensis* (Pant & Singh, 1974: 44), *G. oldhamii* (Pant & Singh, 1974: 44), *G. maculata* (Pant & Singh, 1974: 45) e *G. sastrii* (Pant & Singh, 1974: 48, 57).

Algumas espécies, ao contrário do material ora descrito, apresentam diferenciação em áreas vasculares e intervaseculares, somente na cutícula da face inferior. É o que ocorre em *G. damudica* (Srivastava, 1957: est. 6, figs. 38 e 40), *G. major* (Pant & Singh, 1971: 2) e *G. obscura* (Pant & Singh, 1971: 13).

Os trabalhos referentes às espécies *G. papillosa* (Srivastava, 1969, *apud* Chandra, 1974), *G. senii* (Srivastava, 1969 *apud* Chandra, 1974) e *G. nidpurensis* (Srivastava, 1971 *apud* Chandra, 1974), cujas cutículas também são conhecidas, não puderam ser consultados diretamente, porém, com base na revisão de Chandra (1974: 149, 151), conclui-se que elas diferem das cutículas aqui estudadas. *G. papillosa* é hipoestomática, enquanto que o material ora descrito é anfiestomático. *G. senii*, segundo salienta Chandra (1974: 151), é muito similar a *G. taenioides* de Srivastava (1957), o que leva a crer que apresente diferenciação em áreas vasculares e intervaseculares em ambas as faces, ao contrário do que ocorre no material estudado. Finalmente, *G. nidpurensis* apresenta células subsidiárias papilosas, o que nunca ocorre nas cutículas aqui estudadas.

Com base na discussão acima, verifica-se que o material cuticular aqui estudado pode ser unicamente comparado com *Glossopteris communis* Feistmantel, 1876, o que coincide com a interpretação dos aspectos megascópicos.

Considerando que a presente contribuição apresenta grande quantidade de material melhor preservado do que o apresentado em trabalhos anteriores, adicionamos elementos para uma melhor definição dessa espécie, que passaria a ser diagnosticada, com base em elementos cuticulares, como segue:

Gênero: *Glossopteris* Brongniart, 1828a

Espécie-tipo: *Glossopteris browniana* Brongn. 1828a

(*G. browniana* var. *australasica* Brongn.

1828b-1830), emend. Pant & Gupta, 1968

Glossopteris communis Feistmantel,

1876, emend. Pant & Gupta, 1968.

Sinopse dos aspectos diagnósticos com base no material brasileiro:

Cutícula da face superior relativamente espessa, claramente diferenciada em áreas vasculares e intervaseculares. Células das áreas vasculares predominantemente retanguloides, arranjadas em séries. Paredes anticlinais retas ou arqueadas, com espessura variável. Áreas vasculares apresentando dicotomia e, mais raramente, anastomose, com largura variável, nunca inferior a 5 células e com espessamentos. Quando visíveis, células da região intervascular irregulares ou poligonoides. Presença de papilas em praticamente todas as células. Nervura central distinta, caracterizada por proeminente dobra longitudinal e por espessamentos longitudinais paralelos. Células predominantemente retanguloides, dispostas em séries longitudinais (est. 8).

Cutícula da face inferior mais fina que a da superior, sem demarcação clara de áreas vasculares e intervaseculares. Células predominantemente retanguloides, dispostas em séries. Presença constante de espessamentos retilíneos ou ligeiramente ondulados.

Estômatos haploquêlicos colocados em depressões e concentrados na região central da lâmina foliar, distribuídos em faixas com orientação longitudinal. Células subsidiárias (5-7) irregulares ou poligonoides, de tamanho sensivelmente menor que as demais células epidérmicas e com arranjo irregular. Células-guarda frequentemente espessadas. Abertura estomática desde grandes dimensões até imperceptível (Est. 7).

Na cutícula de ambas as faces, junto à margem, predomínio de células irregulares ou poligonoides, colocadas em séries aproximadamente paralelas à margem.

CONCLUSÕES

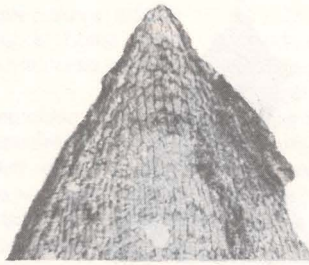
Os estudos cuticulares aqui expostos, de exemplares selecionados, procedentes da formação Rio Bonito do Estado do Paraná, e que morfograficamente correspondem à diagnose de *Glossopteris communis* Feistmantel, permitem chegar às seguintes conclusões:

1. Em todos os exemplares podem ser reconhecidas duas cutículas distintas: a cutícula da face superior, apresentando maior espessura, é claramente diferenciada em áreas vasculares e áreas intervaseculares; e a cutícula da face inferior não apresenta qualquer demarcação clara daquelas áreas.

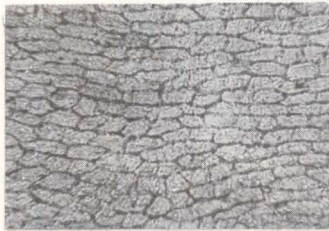
2. A área vascular correspondente à nervura central é bastante distinta e mais espessada que as demais regiões de lâmina foliar.

3. Em todos os exemplares estudados, as papilas ocorrem apenas na cutícula da face superior, não existindo qualquer evidência de sua presença na cutícula da face inferior.

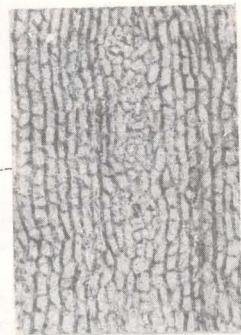
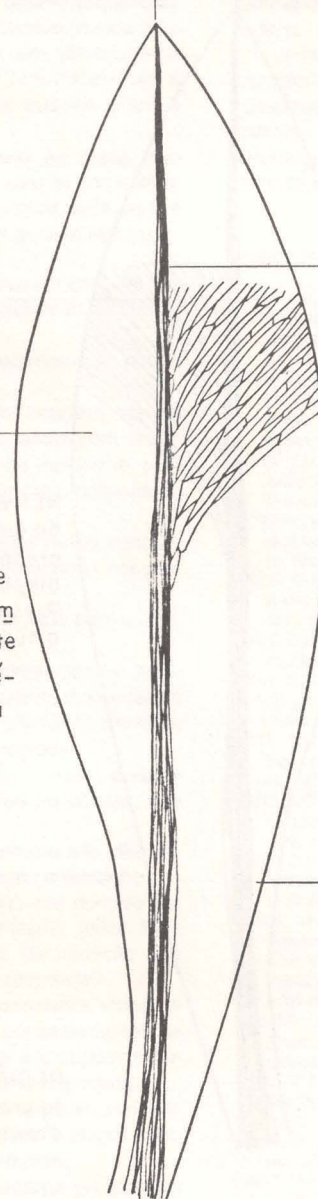
4. O formato das células é um aspecto muito variável a nível intra-específico. Células retanguloides, poligonoides, quadranguloides e irregulares podem ser encontradas numa mesma região da folha. Embora diferentes partes de uma mesma região foliar possam apresentar tal diversidade, em cada região da lâmina há o predomínio de um tipo de célula quanto ao formato. Assim, por exemplo, nas áreas não estomatíferas da cutícula da face inferior, assim como na região apical da folha, há grande predominância de



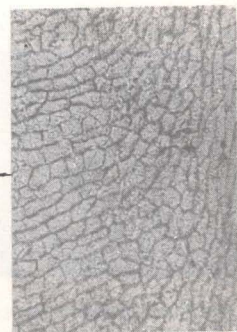
REGIÃO APICAL: predomínio de células retangulóides colocadas em séries longitudinais. Bordas apresentando espessamentos



PARTE INTERMEDIÁRIA (entre a parte central e a margem do limbo): células predominantemente retangulóides dispostas em séries, com orientação oblíqua à margem

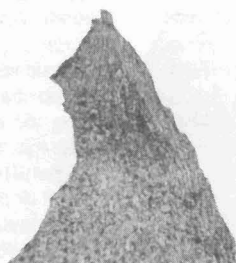


PARTE CENTRAL (área estomatífera): estômatos dispostos em faixas longitudinais, separadas por áreas não estomatíferas. Células subsidiárias poligonóides ou irregulares, com paredes mais espessadas

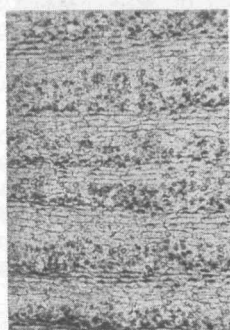


REGIÃO MARGINAL: mudança progressiva de células retangulóides para células irregulares ou poligonóides, dispostas paralelamente à margem

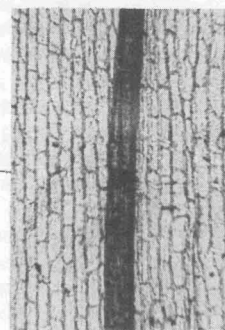
FACE INFERIOR de *Glossopteris communis*, da Formação Rio Bonito-PR.
Sinopse das variações cuticulares.



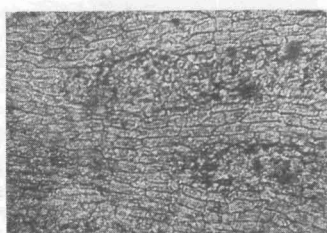
REGIÃO APICAL: células mais ou menos alongadas, dispostas em séries, convergindo em direção ao ápice



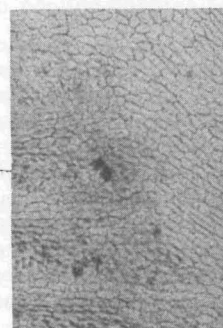
REGIÃO SUB-MARGINAL: áreas vasculares paralelas entre si, não mostrando dicotomias ou anastomoses



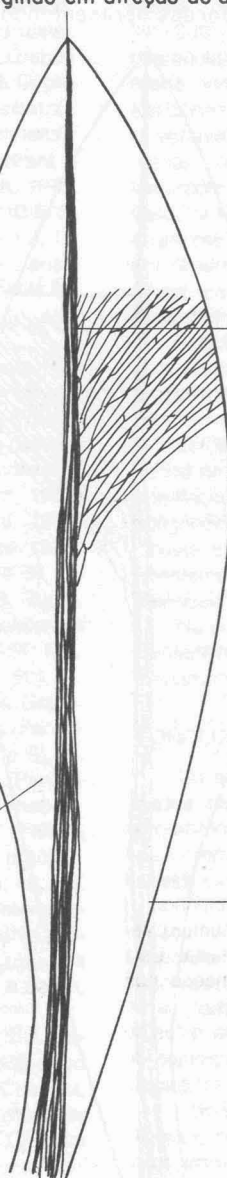
NERVURA CENTRAL: mais espessa do que as demais regiões. Células predominantemente retangulóides, dispostas em séries longitudinais. Presença de proeminente dobra longitudinal



REGIÃO RETINERVADA: áreas vasculares com células predominantemente retangulóides; presença de dicotomias e anastomoses. Áreas intervaseculares com abundantes papilas e contornos celulares obscuros



REGIÃO MARGINAL: desaparecimento progressivo da diferenciação em áreas vasculares e intervaseculares



FACE SUPERIOR de Glossopteris communis, da Formação Rio Bonito - PR.
Sinopse das variações cuticulares.

células retangulóides, distribuídas em séries. Por outro lado, nas áreas estomatíferas, bem como na margem da lâmina, há predomínio de células irregulares ou poligonóides.

5. O tamanho das células também é bastante variável, e distintas regiões de uma mesma folha apresentam valores médios diversos, considerando-se comprimento e largura. Como regra geral, as células da cutícula da face inferior são em média maiores do que aquelas da face superior.

6. Na cutícula de um mesmo espécime é marcante a variabilidade de espessura das paredes anticlinalas, principalmente quando se comparam regiões com diferentes posições em relação ao eixo principal da folha. Em geral, são mais espessas na região central, mas as células junto à borda da lâmina foliar também podem se apresentar bastante espessadas. Regiões intermediárias entre aquelas apresentam geralmente paredes mais finas.

7. A parede anticlinal, que reflete o tipo de contorno das células epidérmicas, também é variável, ocorrendo em toda a extensão da lâmina foliar, tanto paredes retas quanto arqueadas. Apesar desta variabilidade, são normalmente retilíneas, nunca atingindo a sinuosidade que ocorre, por exemplo, em *Glossopteris angustifolia* (Sahni, 1923: fig. 2), *Glossopteris tenuifolia* (Pant & Gupta, 1968: fig. 8-D do texto) e *Glossopteris subtilis* (Pant & Gupta, 1971: fig. 4-C do texto).

8. Outro aspecto variável está relacionado às áreas vasculares. Tomando como referência o número de células desta área, e que se dispõem lateralmente justapostas, a largura varia de 5 a 10, ou mais. De outro lado, as áreas vasculares podem ser acompanhadas ou não por espessamentos.

9. A ocorrência de dicotomias é extremamente comum nas áreas vasculares, nas quais, porém, em toda a extensão da lâmina foliar, a presença de anastomose é muito rara.

10. Nas áreas vasculares nunca ocorrem estômatos ou outras estruturas epidérmicas.

11. Na cutícula da face inferior, os estômatos ocorrem sempre caracteristicamente em grupos, distribuídos em faixas com orientação longitudinal. Estas faixas destacam-se na epiderme pelo predomínio de células de menor tamanho e de formato poligonóide ou irregular.

12. Na cutícula da face inferior, os estômatos estão concentrados na região central da lâmina foliar, desaparecendo completamente em direção à margem.

13. Os estômatos, na cutícula da face inferior, são haploqueilicos e, provavelmente, colocados em depressões.

14. Em um mesmo espécime, as faixas estomatíferas apresentam toda uma variedade de situações, abrangendo desde faixas aproximadamente retilíneas e paralelas entre si, até faixas sinuosas e praticamente se tocando entre si em algumas regiões.

15. A distância entre as faixas estomatíferas também é variável, estando separadas por 3 a 7 ou mais séries de células, que constituem as áreas não estomatíferas.

16. As células subsidiárias do estômato sempre são diferenciadas das demais células epidérmicas pelo formato e tamanho.

17. As células subsidiárias do estômato são em número variável (5 a 7 em geral), inclusive em uma mesma faixa. Esta quantidade de células subsidiárias está dentro da variação que ocorre na cutícula das demais espécies de *Glossopteris*.

18. As células-guarda dos estômatos, embora nunca vistas de maneira clara, têm sua presença sugerida por espessamentos de aspecto muito variável. Espessamentos bastante acentuados e outros apenas perceptíveis coexistem em um mesmo espécime.

19. As "aberturas" estomáticas também apresentam variabilidade no aspecto, inclusive entre estômatos vizinhos. Numa mesma faixa variam desde imperceptíveis até muito amplas.

20. Em ambas as faces, sempre há uma mudança progressiva de orientação e de formato de células em direção às margens. Passam a predominar células irregulares ou poligonóides, colocadas em séries aproximadamente paralelas à margem.

21. O presente estudo, enfocando apenas uma espécie (*Glossopteris communis* Feistmantel), mostra que as variações intraspecíficas a nível cuticular abrangem uma gama bastante ampla.

Conforme detalhado acima, estas variações dizem respeito ao formato e tamanho das células, à espessura e tipo de paredes anticlinalas, às áreas vasculares e, principalmente, a vários aspectos ligados aos estômatos.

22. Apesar dos exemplares de *Glossopteris communis* aqui estudados apresentarem alguns aspectos epidérmicos comuns à grande parte das espécies de *Glossopteris* com cutículas conhecidas (áreas vasculares geralmente sem estômatos, células subsidiárias diferenciadas das células epidérmicas e presença de uma nervura central distinta, entre outros), outras feições expostas a seguir, possibilitam uma caracterização das cutículas dessa espécie:

a) clara demarcação de áreas vasculares e intervaseculares, apenas na cutícula da face superior, que é sempre mais espessa que a cutícula da face inferior; b) áreas vasculares apresentando pequeno número de anastomoses; c) paredes anticlinalas predominantemente retilíneas, às vezes arqueadas, porém, nunca sinuosas; d) estômatos haploqueilicos concentrados na região central da lâmina foliar, distribuídos em faixas com orientação longitudinal.

Individualmente, cada uma destas feições não é suficiente para caracterizar a cutícula de *Glossopteris communis*. Em conjunto (Estampas 7 e 8), porém, podem identificar até pequenos fragmentos, desde que sejam da região mediana da folha, pois aí se localizam as faixas de estômatos, elementos imprescindíveis na caracterização desta espécie.

BIBLIOGRAFIA

- CHANDRA, S. — 1974 — *Glossopteris* and allied genera — Cuticular studies. In: SURANGE, K.R., SAKHANPAL, R.N. & BHARADWAY, D.C. (Edits). Aspects and appraisal of Indian Palaeobotany. Birbal Sahni Institute of Palaeobotany, Lucknow. 144-153.
- FITTIPALDI, F.C. — 1982 — A caracterização cuticular de *Glossopteris communis* FEISTMANTEL, 1876, Formação Rio Bonito (Permiano Inferior) da Bacia do Paraná, Brasil. Tese de mestrado, Instituto de Geociências, USP, 77pp., 6 est., 14 fig. texto (inédito).
- FITTIPALDI, F.C. & RÖSLER, O. — 1978m — *Paranocladus? fallax* (conífera) — Estudos Cuticulares. In: RÖSLER, O. (Edit.) Advances in Palaeobotany and Allied Sciences in Brazil. Bol. IG., Inst. Geoc. USP, 9: 109-113, 1 est.
- FITTIPALDI, F.C. & RÖSLER, O. — 1982 — Preparação de Cutículas de Plantas Paleozóicas. In: Paleobotânica e Palinologia na América do Sul. Bol. IG — Instituto de Geociências, USP, 13: 43-134 (São Paulo).
- HEDGE, O.A. & BOSE, M.N. — 1960 — The *Glossopteris* Flora of the Belgian Congo. Annal. Mus. Royal Congo Belge Tervuren (Belgique). Série in-8°. Sci. Geol., 32: 1-107, 35 est., 18 fig., 4 tab.
- PANT, D.D. — 1958 — The structure of some leaves and fructifications of the *Glossopteris* Flora of Tanganyika. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol., (4): 125-175, 4 est., 21 fig.
- PANT, D.D. & GUPTA, K.L. — 1968 — Cuticular structure of some Indian Lower Gondwana species of *Glossopteris* Brongniart. Part I. Palaeontographica B. 124 (1-3): 45-81, 8 est., 14 fig. 3, tab., 1 enc.
- PANT, D.D. & GUPTA, K.L. — 1971 — Cuticular structure of some Indian Lower Gondwana species of *Glossopteris* Brongniart. Part 2. Palaeontographica B. 132 (1-4): 130-152, 7 est., 10 fig., 1 tab., 1 enc.
- PANT, D.D. & SINGH, K.B. — 1971 — Cuticular structure of some Indian Lower Gondwana species of *Glossopteris* Brongniart. Part 3. Palaeontographica B. 135 (1-2): 1-40, 13 est., 13 fig., 3 tab.
- PANT, D.D. & SING, R.S. — 1974 — On the stem and attachment of *Glossopteris* and *Gangamopteris* leaves. Part 2 — Structural features. Palaeontographica B. 147 (1-3): 42-73, 13 est., 13 fig., 3 tab.
- RIGBY, J.F. — 1966 — The Lower Gondwana Floras of the Perth and Collie Basins, Western Australia. Palaeontographica B. 118 (4-6): 113-152, 7 est., 3 fig. 3 tab.
- RÖSLER, O. — 1978 — The Brazilian Eogondwanic Floral Succession. In: Advances in Palaeobotany and allied Sciences in Brazil. Bol. IG-Instituto de Geociências — USP, 9: 85-91 (São Paulo).
- RÖSLER, O. — 1980 — Coleções de megafósseis vegetais do Instituto de Geociências (Depto. de Paleontologia e Estratigrafia), Universidade de São Paulo. Bol. Associação Latinoam. Paleob. Palin., 8 (1981): 1-20 (Buenos Aires).
- RÖSLER, O. & FITTIPALDI, F.C. — 1981 — O Enfoque Paleobotânico no Estudo e Prospecção de Carvão. Atas do 3º Simp. Reg. Geol. SBG-NSP (Nov. 1981) 2274-283, 1 est.
- SAHNI, B. — 1923 — On the structure of the cuticle in *Glossopteris angustifolia* Brongniart. Rec. Geol. Surv. India, Calcutta, 54(3): 277-280. 1 est.
- RIVASTAVA, P.N. — 1957 — Studies in the *Glossopteris* flora of India — 4. *Glossopteris*, *Gangamopteris* and *Palaeovittaria* — from the Raniganj Coalfield. The Palaeobotanist, 5 (1): 1-45, 14 est., 43 fig., 2 tab.
- SURANGE, K.R. & MAHESHWARI, H.K. — 1960 — Studies in the *Glossopteris* flora of India — 11. Some observations on *Vertebraria* from the Lower Gondwana of India. The Palaeobotanist, 9(1-2): 61-67, 1 est., 8 fig.
- ZEILLER, R. — 1896 — Etudes sur quelques plantes fossiles, en particulier *Vertebraria* et *Glossopteris*, des environs de Johannesburg (Transvaal). Bull. Soc. Geol. France, Ser. 3, 24: 349-378, 4 est.