

Pesquisas em Geociências

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

**Licófitas Cormofíticas Arborescentes do Afloramento Quitéria Formação
do Rio Bonito (Bacia do Paraná), RS**

André Jasper, Margot Guerra-Sommer

Pesquisas em Geociências, 25 (1): 43-60, jan./abr., 1998.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21173>

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 - jan./abr., 1998.

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

Licófitas Cormofíticas Arborescentes do Afloramento Quitéria Formação Rio Bonito (Bacia do Paraná), RS

ANDRÉ JASPER¹ & MARGOT GUERRA-SOMMER²

¹Fundação Alto Taquari de Ensino Superior, FATES, Caixa Postal 155, CEP 959000-000, Lajeado - RS - Brasil.

²Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15001, CEP 91500-000, Porto Alegre - RS - Brasil.

(Recebido em 07/97. Aceito para publicação em 04/98)

Abstract- This study reports on a *in situ* lycopod assemblage of stumps and trunks from a sand-rich coaly section of the Rio Bonito Formation (Artinskian - Kungurian) in Rio Grande do Sul state. These dense tickets of arborescent forms have been found *in situ*; their cormose rooting systems are "non stigmarioid". The variation observed, from elliptical (*Brasilodendron* type) to rhomboidal (*Lycopodiopsis* type) leaf cushion in the same specimen indicates that both can represent different levels in the same trunk. Considering that the South Brazilian coals are mainly hipoautochthonous, lycopods of *Brasilodendron* type could be dominants in the plant forming association of the peat.

Key words: lycopods, Lower Permian, Paraná Basin.

INTRODUÇÃO

O Afloramento Quitéria foi pela primeira vez registrado durante o mapeamento geológico realizado pelos alunos do Curso de Graduação em Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 1988 (Fernandes *et al.*, 1989), e está localizado no município de Encruzilha do Sul, RS, a aproximadamente 130 km de Porto Alegre pela rodovia BR 290, na Folha de Quitéria, RS (SH22-NH-4-divisão SGE), limitada pelas coordenadas geográficas 30° 15' S - 30° 30' S e 52° 15' W - 52° 00' W, na Borda Sudeste da Bacia do Paraná (Fig.1). Guerra-Sommer (1989), Guerra-Sommer Cazzulo Klepzig (1993), Guerra-Sommer *et al.* (1993) e Guerra-Sommer *et al.* (1995) caracterizam fósseis deste afloramento como componentes da paleoflora permiana da porção Sudeste da Bacia do Paraná. Piccoli *et al.* (1991), atribuem idade relacionada Artinskiano-Kunguriano para este intervalo.

O afloramento corresponde a uma seqüência deposicional com 8 m de espessura, onde se intercalam desde um argilito carbonoso até paraconglomerados com matriz síltica e arenosa, passando por argilito, arenito fino e grosso, apresentando ainda algumas camadas de carvões de no máximo 25 cm de espessura. Logo acima de uma camada de argilito carbonoso (Fig. 2) encontra-se um arenito fino, com 45 cm de espessura, de coloração amarelada, onde são visíveis superfícies lenticulares com no cerca de 45 cm de comprimento, na qual ocorrem contra-moldes

e moldes de bases caulinares de licófitas em posição de crescimento. Ainda neste nível são encontrados fragmentos de fusênio, esparsos no sedimento. Troncos horizontalizados ocorrem no topo da camada, muito comprimidos, associadas a fragmentos dispersos de folhas de glossopterídeas, filicópsidas, coníferas e esporófilos.

Constituem-se objetivos do presente trabalho identificar os troncos horizontalizados e as bases em posição de crescimento relacionando-os a um grupo determinado dentre as *Lycophyta*.

Thomas & Meyen (1984), reconhecendo as dificuldades de identificação de ramos isolados de licófitas preservados como impressões e compressões do Paleozóico Superior e prevendo a proliferação genérica que pode ocorrer nestes casos, estabeleceram um sistema baseado em características morfológicas bem definidas, como a morfologia das almofadas, que é considerada importante na caracterização, construindo, a partir daí, uma chave de agrupamento para 25 gêneros.

Thomas & Brack-Hanes (1984) consideram os critérios que diferenciam as famílias de licófitas paleozóicas na literatura paleobotânica inconsistentes, porque associam morfologia vegetativa, hábito de crescimento e estruturas reprodutivas como parâmetros conjuntos, ou às vezes isolados, para diferenciar grupamentos. Sugerem então o agrupamento das formas descritas dentro de uma perspectiva lineana, reestabelecendo-se o critério de privilegiar as estruturas reprodutivas no estabelecimento

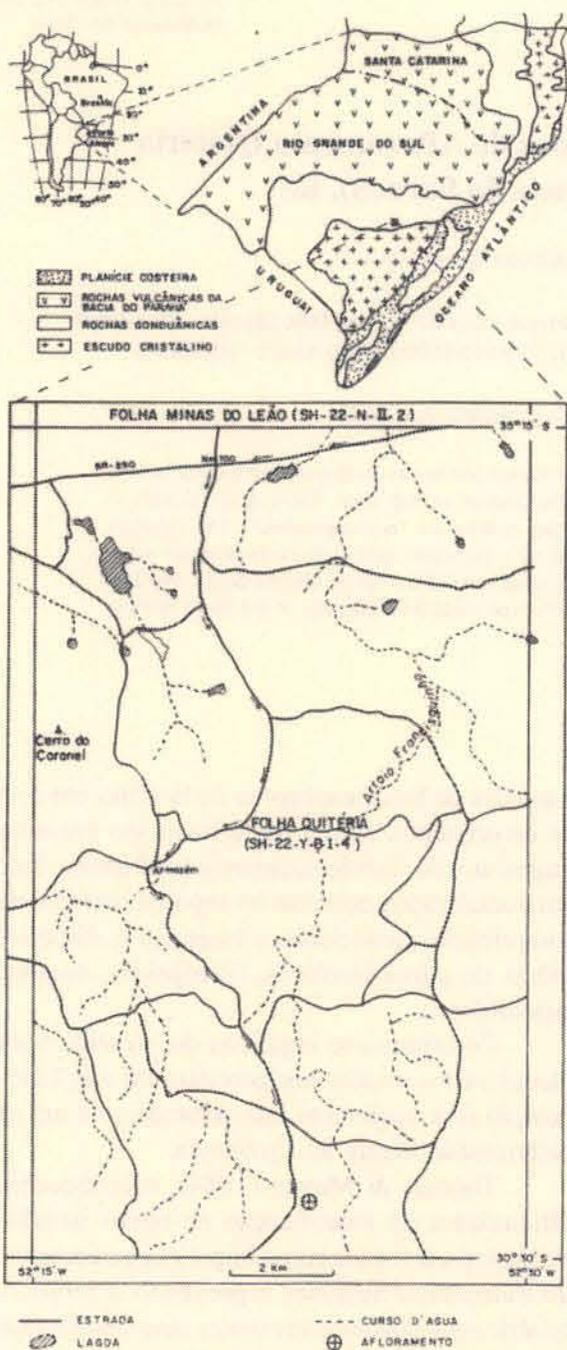


Figura 1 - Mapa de localização do Afloramento Quitéria.

das ordens e famílias. Uma lista de taxa-satélites deveria acompanhar cada família, definida por seus caracteres reprodutivos.

Meyen (1978) já havia sugerido o termo "gênero-satélite" para a nova concepção. Dentro do sistema proposto por Meyen (1987), gêneros com bases cormóides seriam incluídos na família *Chaloneriaceae*.

Taylor & Taylor (1993) também aceitaram a proposição de Thomas & Brack-Hanes (1984) e Meyen (1978), caracterizando taxa-satélites para englobar vários órgãos que podem ser incluídos a nível

de famílias. No entanto, não fazem a mesma distribuição taxonômica que Thomas & Brack-Hanes (1984), considerando como grupos afins *Brasilodendron*, *Ulodendron* e *Azaniodendron*, todos pertencentes a ordem *Lepidodendrales*. Esta distribuição ultrapassa a virtual barreira geográfica dos taxa e permite o correlação de grupos gonduânicos com grupos angáricos.

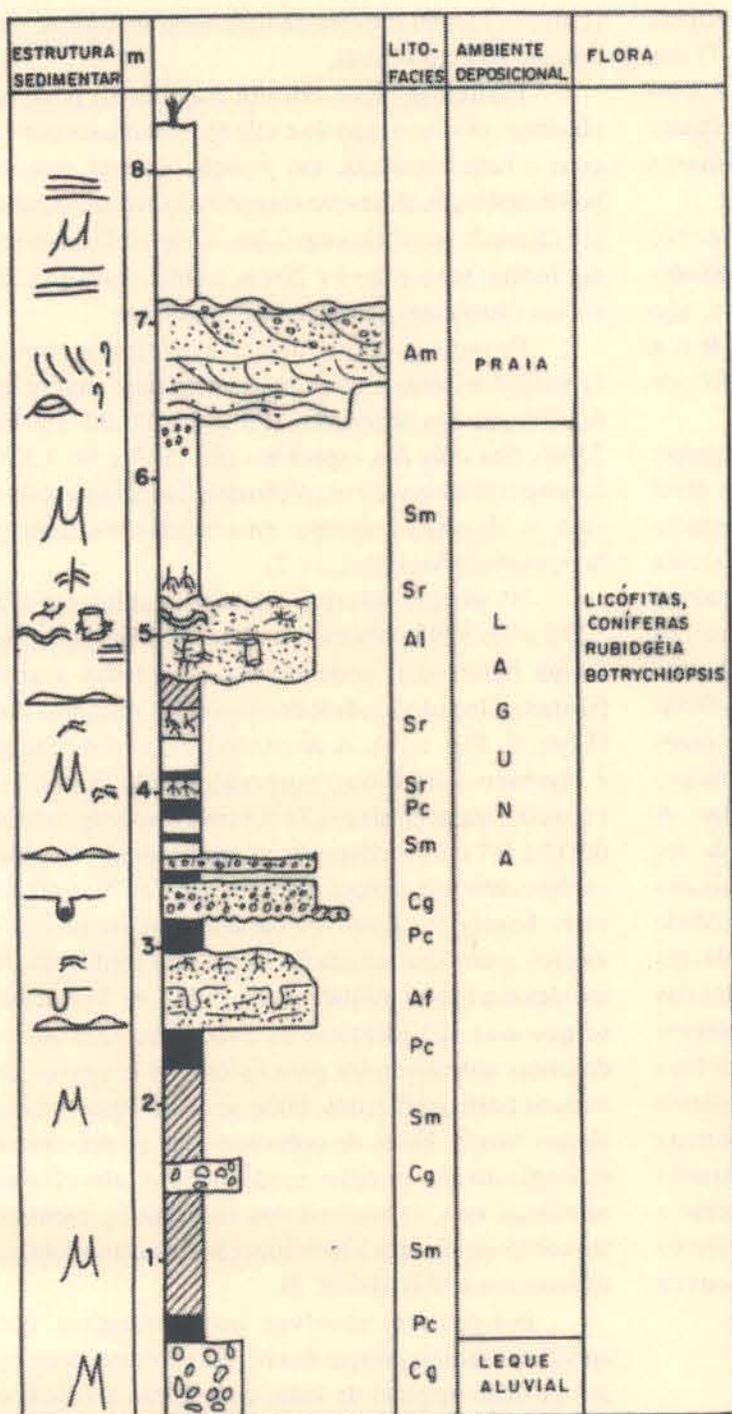
No presente estudo, os caracteres taxonômicos considerados importantes quando da definição dos morfôgenos (caules isolados), são aqueles expressos por Thomas & Meyen (1984). Dadas as características do material aqui estudado, com morfologia lepidodendróide, apresentando o sistema de fixação cormóide, e pela ausência de estruturas reprodutivas em conexão orgânica, optou-se por aceitar a proposição de Taylor & Taylor (1993), classificando *Brasilodendron* como taxa-satélite dentro da ordem *Lepidodendrales*.

DESCRIÇÃO DOS TRONCOS HORIZONTALIZADOS

Material estudado: Pb 2898, Pb 2899, Pb 2902, Pb 2910, Pb 2916, Pb 3061, Pb 3063, Pb 3069, Pb 3205, Pb 3221, Pb 3222, Pb 3223, Pb 3282, Pb 3294, Pb 3296, Pb 3298, Pb 3301, Pb 3302, Pb 3308, Pb 3309, Pb 3310 e Pb 3311.

Os fragmentos de caules horizontalizados apresentam-se sob forma de contra-moldes muito comprimidos com a espessura variando de 0,5 a 6 cm, larguras entre 4 e 10 cm e comprimento entre 3 e 20 cm, sendo todavia difícil de determinar os comprimentos e larguras totais devido a fragmentação das amostras quando da coleta do material. Todavia, em um dos exemplares (Pb 3282) que preservou as medidas de largura total, o diâmetro correspondeu a 9,0 cm.

Alguns dos exemplares estudados apresentam filotaxia lepidodendróide (Lâm 1), a forma das almofadas varia desde fusiforme até elipsóide com comprimento oscilando entre 0,5 e 0,9 cm e largura entre 0,2 e 0,3 cm (Lâm 1, Fig. b), estando separadas por uma região inter-almofadas que varia de 0,1 a 0,5 cm. O campo superior de cada almofada é relativamente rebaixado quando comparado com a região central (Lâm. 2, Fig. a, b). Ocorrem na porção inferior das almofadas extensões sigmóides que se diferenciam em comprimento (de 0,2 a 0,4 cm) em cada almofada (Lâm. 3, Fig. a, b). Estas extensões todavia nunca se sobrepõem às almofadas abaixo. Uma quilha que se estende desde a região mediana até a superior de cada almofada é observada em



ESTRUTURAS SEDIMENTARES

- Estrutura maciça
- Estratificação plano paralelo
- Marcas onduladas (c/'climbs'")
- Estratificação cruzada de médio porte
- Arenito com marca ondulada
- Estruturas de sobrecarga
- Intraclastos remobilizados da camada subjacente

FÓSSEIS

- Raízes
- Troncos de Licófitas
- Folhas

CONTATOS

- Brusco
- Erosivo
- Ondulado

LITOLOGIAS

- Carvão / Argilito carbonoso
- Argilito
- Paraconglomerado com matriz síltica / Paraconglomerado com matriz arenosa
- Arenito fino à grosso

LITOFÁCIES

DESCRIÇÃO

INTERPRETAÇÃO

Am	Arenito maciço	
Al	Arenito com marca ondulada	Leque de "Washover"
Af	Arenito fluidizado	Turbiditos
Sr	Siltito com marcas de raízes	
Sm	Siltito maciço	
Pc	Pelito carbonoso	
Cg	Paraconglomerado	Debry flow

Figura 2 - Perfil estratigráfico do Afloramento Quitéria.

algumas delas (Lâm. 1, Fig. b). Na porção mediana superior (Lâm. 4, Fig. a) ou superior (Lâm. 1) das almofadas é visível a marca correspondente a falsa cicatriz foliar. Almofadas com morfologia semelhante são identificadas no topo das bases caulinares encontradas *in situ*.

Ocorrem também no mesmo horizonte fragmentos com almofadas nos quais os caracteres de filotaxia e morfologia, em alguns casos, são imperceptíveis. Estes fragmentos correspondem a níveis mais internos do córtex, relacionados a processos de decorticação e compressão.

Fragmentos de moldes com formato irregular, côncavos, foram coletados na porção basal do nível estratigráfico. Estes fragmentos apresentam almofadas com filotaxia lepidodendróide, formato rômboide, com 0,4 a 0,8 cm de largura e 0,2 a 0,4 cm de comprimento, sendo as regiões inter-almofadas representadas por uma saliência de 0,2 cm de espessura (Lâm. 5, Fig. d). Geralmente, em um dos ângulos destas almofadas é visível uma protuberância punctiforme, muitas vezes curvada, no centro da qual se registra uma carena que poderia corresponder a um feixe vascular. A morfologia das almofadas destes moldes pode ser relacionada àquela encontrada nas porções basais das bases abauladas (Lâm. 5, Fig. a, d). Com a finalidade de comprovar a semelhança morfológica destas almofadas com as encontradas na porção inferior das bases abauladas (Lâm. 6, Fig. d), foram efetuados moldes em massa plástica das bases. Os moldes resultantes em massa (Lâm. 5, Fig. c) apresentaram as mesmas características dos fragmentos correspondentes aos moldes de bases encontrados dispersos no sedimento. Confirma-se desta forma a afinidade dos moldes dispersos no sedimento com os contra-moldes das porções basais dos troncos abaulados.

DESCRIÇÃO DAS BASES CAULINARES

Material Estudado: Pb 2897, Pb 2904, Pb 2909, Pb 2917, Pb 3088, Pb 3228, Pb 3292, Pb 3293, Pb 3303 e Pb 3304.

Os fragmentos de bases abauladas correspondem a contra-moldes externos, de matriz síltico arenosa, procedendo todos de um mesmo nível estratigráfico e estando relacionadas no plano horizontal. A preservação das almofadas foliares é precária na maioria dos casos, impedindo a observação de caracteres morfológicos. É observada em todos os troncos uma compressão vertical representada por linhas transversais (Lâm. 6). Em alguns espécimes

(Lâm. 6, Fig. b) observa-se uma forte inclinação em relação ao eixo central.

Particularmente em um fragmento, pôde-se observar, *in situ*, o topo do caule em conexão orgânica com a base abaulada, em posição gradativamente horizontalizada, altamente comprimido, reduzindo-se o seu diâmetro sensivelmente (Lâm. 6, Fig. d). O diâmetro das formas varia entre 9 e 20 cm, a altura entre 15 e 25 cm e o distanciamento lateral de 30 a 60 cm.

Foram selecionados 3 espécimes com a superfície externa melhor preservada para análise da morfologia das almofadas (Pb 2917, Pb 3293 e Pb 3303). Em dois dos espécimes (Pb 2917 e Pb 3293) foi possível observar a transição de almofadas rômbricas para as elipsóides também encontradas nos troncos horizontalizados (Lâm. 3 e 7).

Na porção inferior das bases caulinares (Pb 3292 e Pb 3293) observa-se almofadas dispostas de forma helicoidal, podendo ser associadas a uma filotaxia lepidodendróide apesar da compressão (Lâm. 8, Fig. a, b). A morfologia das almofadas é rômboide-helicoidal, muito alongada (Lâm. 7), com eixo transversal de 0,3 a 0,4 cm e eixo longitudinal de 0,5 a 0,7 cm (verifique-se as variações observando os desenhos em câmara clara, na Fig. 2). Nos níveis mais basais foi possível caracterizar os padrões morfológicos das almofadas através da confecção de moldes em massa plástica (Lâm. 5, Fig. c). Verificou-se que elas são idênticas às almofadas romboidais descritas anteriormente para os moldes côncavos de troncos horizontalizados. Pôde-se ainda observar, em alguns níveis, bases de apêndices que se preservam emergindo da porção mediana das almofadas rômbricas, que, na maioria dos casos, se apresentam tão comprimidas que a identificação de sua morfologia se torna muito difícil (Fig. 3).

Foi possível observar, no afloramento, que apêndices radiais partem das bases, permanecendo na sua posição original de vida, com forma achatada e largura média de 0,3 cm, com um sulco central claramente definido. Estes apêndices tem os bordos paralelos, lisos ou com espinhos (Lâm. 9, Fig. a, b) e são retos, partindo da almofada em ângulos muito próximos a 90°. Os comprimentos totais destes apêndices não podem ser definidos devido a fragmentação gerada no momento da coleta mas estima-se que devam ter 15 a 20 cm.

Nas regiões mais apicais das bases abauladas (Lâm. 3, Fig. a) as almofadas também se evidenciam, em filotaxia lepidodendróide, com forma elíptica. Fica clara a semelhança entre as almofadas da porção apical de alguns exemplares (Pb 2917, Pb 3293 e Pb

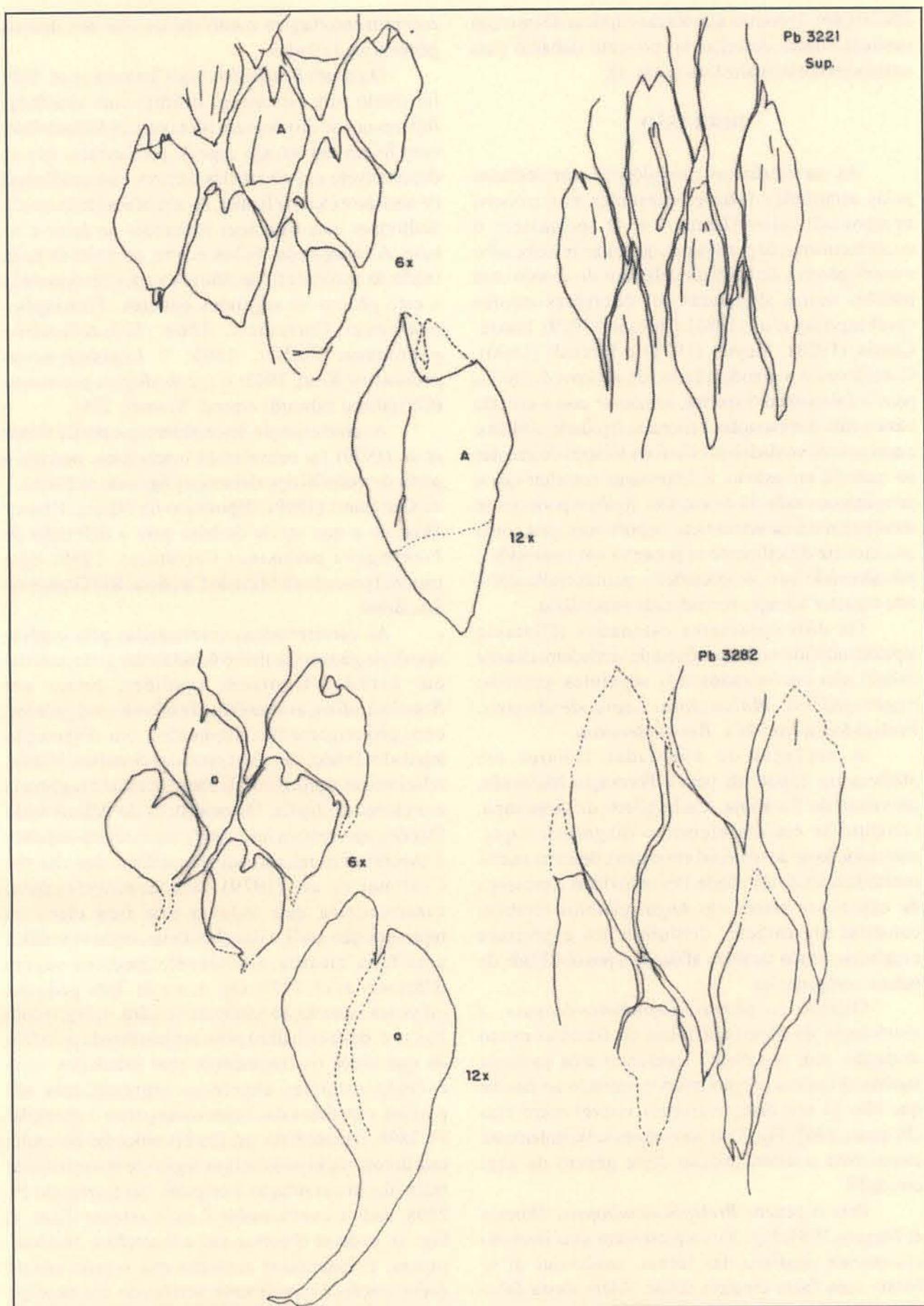


Figura 3 - Desenho em câmara clara das almofadas foliares dos troncos horizontalizados.

2904) (Lâm. 7) com as almofadas elípticas de inserção mediano-súpera descritas no presente trabalho para os troncos horizontalizados (Lâm. 4).

DISCUSSÃO

As características morfológicas apresentadas pelas almofadas foliares presentes nos troncos horizontalizados (Lâm. 1 e 4), permitem o estabelecimento de parâmetros que estão relacionados a morfogêneros de licófitas definidos de acordo com padrões destas almofadas por diferentes autores (Archangelsky *et al.* (1981), Chaloner (1979), Danzè-Cossin (1958), Meyen (1978) e Reunalt (1890). Considerando o grande número de gêneros definidos para o Paleozóico Superior, tomou-se como critério básico para comparação, a filotaxia lepidodendróide e a ausência de verdadeiras cicatrizes foliares ocorrentes no material em estudo. É importante ressaltar que a presença ou ausência de cicatriz, lígula e paricnos se constituem em características importantes, mas como esta cicatriz dificilmente se preserva em impressões, prevalecendo nas compressões e permineralizações, este carácter foi aqui considerado secundário.

Os dois caracteres estudados (filotaxia lepidodendróide versus ausência de verdadeira cicatriz foliar) são encontrados nos seguintes gêneros: *Angarophloios*, *Malanzania*, *Lepidodendropsis*, *Prelepidodendropsis* e *Brasilodendron*.

A ausência de almofadas foliares em *Malanzania*, registrada para a Formação Malanzán, província de La Rioja, Carbonífero da Argentina, constitui-se em um elemento diagnóstico que, contrapondo-se ao material em estudo, descarta outras possibilidades de afinidade. Por outro lado, a presença de expansões alares em *Angarophloios* também constitui um carácter distintivo dos espécimes estudados, sendo também afastada a possibilidade de outras comparações.

Quanto ao gênero *Lepidodendropsis*, a morfologia da almofada foliar de formato muito alongado, sem no entanto apresentar uma projeção sigmoidal em sua porção inferior, somado ao fato de que não há um distanciamento visível entre elas (Boureau, 1967, Fig. 334), são fatores suficientemente claros para a diferenciação deste gênero do aqui estudado.

Para o gênero *Prelepidodendropsis*, Thomas & Meyen (1984, Fig. 3 u) representam uma inserção claramente mediana das folhas, sendo que aí se forma uma falsa cicatriz foliar. Além desta falsa cicatriz mediana bastante clara, a morfologia da almofada foliar é claramente elipsóide, sendo a diferença

comprimento/largura muito menor que nos demais gêneros aqui citados.

O gênero *Brasilodendron* Chaloner *et al.* 1979 foi criado para caracterizar licófitas com almofadas foliares que se dispõem em filotaxia lepidodendróide, com folhas em arranjo espiral, persistentes, que se desenvolvem em almofadas foliares sem evidências de abscisão e cicatriz ligular. As almofadas foliares são fusiformes com extensões sigmóides no ápice e na base. A inserção das folhas ocorre ao nível da linha média da almofada foliar. São colocados em sinonímia a este gênero os seguintes epítetos: *Flemingites pedroanus* Carruthers, 1869; *Lepidodendron pedroanum* Zeiller, 1895; ? *Lepidodendron pedroanum* Read, 1941; e *Lycopodiopsis pedroanus* (Carruthers) Edwards emend. Krausel, 1961.

A caracterização deste gênero que por Chaloner *et al.* (1979) foi considerado monotípico, ocorreu a partir do material tipo (lectotipo) figurado na Plate I, 1 de Carruthers (1869), depositado no Natural History Museum e que serviu de base para a definição de *Flemingites pedroanus* Carruthers, 1969. Este material procede da Mina de Candiota, Rio Grande do Sul, Brasil.

As características apresentadas pela espécie tipo desse gênero são muito semelhantes às do material em estudo. Ocorrem também, como em *Brasilodendron*, as almofadas fusiformes a elipsóides, com prolongamentos sigmóides, em disposição lepidodendróide; não são registradas cicatrizes foliares, relacionadas a processos de abscisão; e não é registrada a presença de lígula. Os espécimes do Afloramento Quitéria apresentam inserção foliar mediana-superior a superior, em relação àquela mediana descrita por Chaloner *et al.* (1979) para *Brasilodendron*, característica que todavia não fica clara na representação gráfica das almofadas, onde se verifica uma falsa cicatriz nitidamente mediana-súpera (Chaloner *et al.* 1979, Fig. 1, a e b). Esta pequena diferença na inserção (compare-se Lâm. 4, Fig. b com Fig. a, c, deste trabalho) pode ser justificada pelo fato de que todos os fragmentos aqui estudados, com exceção daquelas almofadas representadas nas porções superiores das bases caulinares e o exemplar Pb 2898, representam regiões decorticadas do caule; esta decorticação pode indicar região de inserção foliar mais súpera em relação à original. No fragmento Pb 2898, onde o contra molde é mais externo (Lâm. 4, Fig. a), pode-se observar que a inserção é mediana-súpera. É importante ressaltar que o processo de decorticação é comumente verificado em licófitas paleozóicas. De Rouvre (1984), caracteriza o processo como ocasionado por diferentes potenciais de

resistência em níveis diferenciados do córtex externo de licófitas, que é composto por tecido com paredes finas e tecido com parede mais resistente. Em adição a este poder diferenciado de resistência em tecidos contíguos, o cilindro de felogênio constitui-se em uma linha natural de divisão. Portanto, a separação de uma camada externa do córtex do resto do caule, e também o nível de degradação diferenciada nos tecidos superficiais, leva, necessariamente, à preservação de mesmo tipo específico em uma grande variedade de formas.

Lemoigne & Brown (1980) identificam no Permo-Carbonífero da região do Hammanskraal, Namíbia, o gênero *Brasilodendron*, registrando além da espécie *Brasilodendron pedroanum* (Pl. 3, Fig. 14) uma outra espécie, por eles definida, *Brasilodendron africanum* (Pl. 3, Fig. 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18), que se diferencia da espécie tipo (de acordo com Lemoigne & Brown, *op.cit.*) pela relação largura máxima versus comprimento das almofadas; nos espécimes de *Brasilodendron africanum*. Esta relação corresponde a aproximadamente 0,30, enquanto que em *Brasilodendron pedroanum* ela corresponde a aproximadamente 0,40. Também a caracterização geral da almofada é considerada algo diferenciada. Enquanto em *Brasilodendron africanum* esta é considerada regular, com afilamento progressivo, em *Brasilodendron pedroanum* o afilamento, brusco, ocorre após a zona de expansão mediana, que ocorre a 2/3 do comprimento, conferindo um contorno cordiforme à almofada.

É referida para a espécie tipo por Lemoigne & Brown (1980) uma inserção súpera para a folha, registrando uma falsa cicatriz súpera. Comparando o material representado na Pl. 3, Fig. 11, 12 e 13, do trabalho de Lemoigne & Brown (1980) com o material aqui estudado, evidencia-se uma maior similaridade com as formas representadas como *Brasilodendron africanum*, dado o afilamento muito progressivo e as sigmóides inferiores muito pronunciadas.

Observando-se, por outro lado, o material definido na Plate 3, Fig 4 do trabalho de Lemoigne & Brown (1980), para a Namíbia, como *Brasilodendron pedroanum*, verifica-se que a morfologia das almofadas foliares nas porções mais basais da amostra tendem a uma forma muito mais achatada, adotando contornos semi-romboidais.

Os fragmentos de moldes de caules que evidenciam almofadas foliares mais romboidais (Pb 2910, Pb 3294, Pb 3296, Pb 3308 e Pb 3311) (Lâm. 6, Fig. d), podem ser comparadas ao material definido por Lundquist (1919) como *Sigillaria bradi*, proveniente de "Arroio dos Cachorros", Rio Grande

do Sul, Brasil, provavelmente seqüências da Formação Rio Bonito e que foi sinonimizado por Krausel (1961) a *Lycopodiopsis pedroanus* (Taf. 36, Fig. 26). Chaloner *et al.* (1979) sinonimizam, como já foi aqui referido, *Lycopodiopsis pedroanus* a *Brasilodendron pedroanum*, refutando porém a forma figurada como *Lycopodiopsis pedroanus* por Krausel (1961) que muito se assemelha ao material aqui estudado (Lâm. 5, Fig. a, b, d) como relacionada a *Brasilodendron pedroanum* (Chaloner *et al.* 1979, pág. 131, Lista Sinonímica).

Quando se passa a relacionar padrões de almofadas foliares dispostas em diferentes posições nas bases caulinares com aqueles de fragmentos distintos de troncos horizontalizados, evidencia-se a vinculação entre os padrões encontrados nestes fragmentos isolados, com os das bases.

Almofadas com morfologia fusiforme a elipsóide alongada são encontradas sempre no topo das bases caulinares abauladas (Lâm. 3 e 7). Embora a preservação não seja muito boa é possível observar as projeções sigmoidais e o progressivo afilamento. Por outro lado, na região mais inferior destas bases abauladas, como nos exemplares Pb 3292 e Pb 3293 (Lâm. 6), é possível verificar a presença de almofadas com formato mais romboidal, onde se evidenciam as projeções punctiformes que representam as bases de apêndices laterais. Fica assim confirmada a afinidade sistemática entre os dois tipos de almofadas foliares aqui registrados, pois estas estão relacionadas à posição diferenciada dentro da mesma planta mãe. A comparação entre moldes em massa plástica das porções mais inferiores das bases caulinares (Lâm. 5, Fig. c) com os moldes em sedimento (Lâm. 5, Fig. a, b, d) confirma a afinidade das almofadas rômbricas com o gênero *Brasilodendron*. Conseqüentemente é também possível confirmar a vinculação a *Brasilodendron pedroanum* das almofadas relacionados a *Lycopodiopsis pedroanus* Krausel, 1961, e que não foram registradas como pertencentes ao gênero *Brasilodendron* quando do estabelecimento da sinonímia por Chaloner *et al.*, 1979 (Pág. 131, Lista Sinonímica).

Cabe aqui estabelecer algumas comparações com relação à morfologia estrutural das bases caulinares abauladas. Estas são muito semelhantes àquelas registradas para o Permiano da Argentina (Formação Nueva Lubecka) por Cúneo & Andreis (1983). Em ambos os casos, os contra-moldes estão em posição de crescimento; apresentam-se comprimidos, estando presentes anéis transversais de compressão; o diâmetro das formas argentinas oscila entre 24 e 58 cm, o que é semelhante ao aqui referido.

As bases, na Argentina, estão relacionadas a quatro níveis diferentes de deposição, enquanto no Brasil, estão relacionadas a um mesmo horizonte, porém possuem entre si distâncias semelhantes (30 a 60 cm). Apêndices radiais também foram registrados nos sedimentos que circundam os troncos da Argentina, sem que tenham sido todavia estabelecidas conexões orgânicas entre elas e os eixos. No entanto, as almofadas não estão presentes no material descrito por Cúneo & Andreis (1983).

Azcuy *et al.* (1987) descrevem para a Formação Agua Negra, Permo-Carbonífero da Argentina, moldes de licófita em posição de crescimento, que atingem também cerca de 60 cm de diâmetro, e correspondem claramente a porções abauladas dos troncos (Lâm. I, Fig. 1 a 3). A preservação das almofadas dos exemplares encontrados por Azcuy *et al.* (1987) não é suficientemente boa para determinar a sua afinidade sistemática, deixando os autores esta informação em aberto.

Comparações com as bases caulinares descritas para o Paleozóico Superior da Província Euroamericana, que compreendem os gêneros *Lepidosigillaria*, *Protostigmara*, *Paurodendron*, *Oxoradia*, *Chaloneria* e *Cormophyton*, evidenciam que a morfologia daquelas formas é muito diferenciada em relação ao material aqui analisado (Fig. 4). Estas plantas, além de possuírem partes subterrâneas das

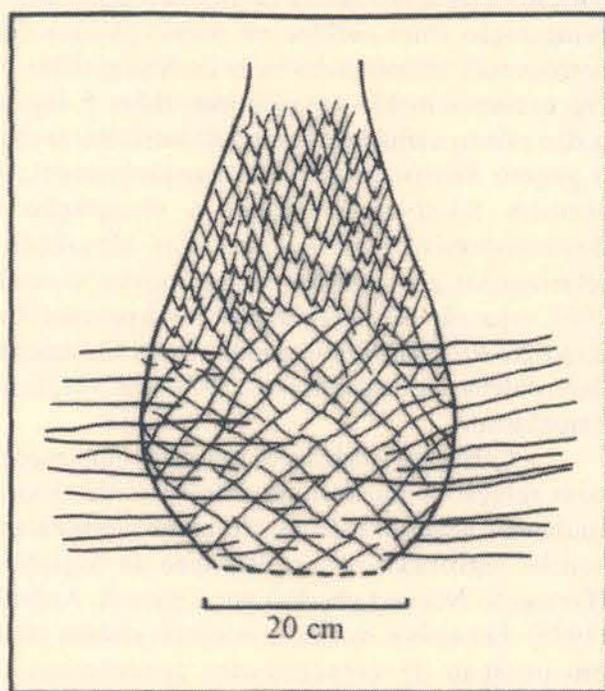


Figura 4 - Base caulinar da forma de *Brasilodendron* encontrada no Afloramento Quitéria.

bases dicotomizadas e caracterizadas como stigmarióides, diferem em sua estrutura do material aqui analisado.

Taylor & Taylor (1993), com base no arranjo helicoidal dos apêndices de *Stigmara* e sua aparente abscisão, inferem uma homologia com sistemas foliares (Frankenberg & Eggert, 1969). Todavia, Meyen (1987), refuta esta afirmação com base em Charlton & Watson (1982), afirmando que, ontogeneticamente, *Stigmara* tem afinidades com caules. Nos espécimes aqui estudados, os apêndices partem de almofadas com disposição helicoidal. O estabelecimento de homologias no presente caso, fica dificultado pela ausência de preservação anatômica. Todavia não se pode descartar a hipótese de uma adaptação de estruturas caulinares para fins de ancoragem e absorção.

Tendo em vista o que foi exposto e considerando, portanto, que:

a) diferentes padrões de almofadas são reconhecidas quando são analisados fragmentos de troncos horizontalizados isolados, procedentes do Afloramento Quitéria;

b) estes padrões também foram identificados em posições diferentes em um só fragmento de base caulinar abaulada *in situ*;

c) estes padrões tem sido, por alguns autores, considerados relacionados a morfôgêneros distintos, decidiu-se optar por associar os espécimes relacionados às bases caulinares e aqueles relativos aos troncos horizontalizados, em diferentes estágios de decorticação, a um mesmo gênero, *Brasilodendron* Chaloner *et al.* 1979.

Esta decisão baseou-se no fato de que as bases se relacionam diretamente aos troncos horizontalizados, pertencendo à mesma planta mãe. Com relação as diferenças na morfologia das almofadas em um mesmo tronco abaulado (Pb 2917 e Pb 3293, Pb 2904 e Pb 3088), pode-se concluir que elas estão relacionadas à sua posição no caule, sendo sua forma consequência de processos de crescimento diferenciados, relacionados a níveis subterrâneos (paleossolo) e a níveis aéreos. A pressão do solo circundante, associada a fatores genéticos, pode ter sido um fator importante na geração de almofadas basais com formato diferenciado daquelas apicais. Esse formato diferenciado não deve todavia ter sido ocasionado por deformação de almofadas, originalmente semelhantes às apicais, através da pressão do sedimento após a fase de inclusão, pois esta pressão atuando sobre as linhas de fraqueza que representam as almofadas, rompê-las-ia, impedindo a observação de seus caracteres morfológicos.

CONCLUSÕES

A integração dos dados analisados no presente trabalho permite o estabelecimento das seguintes conclusões:

- as Licófitas preservadas no Afloramento Quitéria (Formação Rio Bonito - Artinskiano - Kunguriano) constituem-se em formas cormóides preservadas *in situ*, com porte arborescente;

- as bases cormóides apresentam almofadas com disposição lepidodendróide, com forma variando de romboidal a elíptica, das quais partem estruturas radiais de fixação filamentosas e achatadas;

- os caules comprimidos, procedentes do mesmo horizonte estratigráfico em nível suprajacente, apresentam almofadas lepidodendróides que permitem uma correlação com o gênero *Brasilodendron* Chaloner, Leistikow & Hill, 1979, cujo holótipo provém da Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul;

- as almofadas lepidodendróides do topo das bases cormóides permitem também uma correlação com o gênero *Brasilodendron*; a presença de almofadas rômbricas, mais basais, indica uma variação de forma relacionada a posições diferenciadas na planta-mãe;

- os dados registrados no presente trabalho indicam que almofadas de tipo *Brasilodendron* e algumas formas relacionadas a *Lycopodiopsis* (como por exemplo *Lycopodiopsis pedroanus* (Krausel, 1961, Taf. 36, Fig. 26)), estariam relacionadas a uma mesma planta-mãe, arborescente e cormofítica;

- a proposição formal de emenda à diagnose original de *Brasilodendron* Chaloner, Leistikow & Hill (1979), requer análise de maior número de dados, tais como, estruturas reprodutivas e padrões epidérmicos;

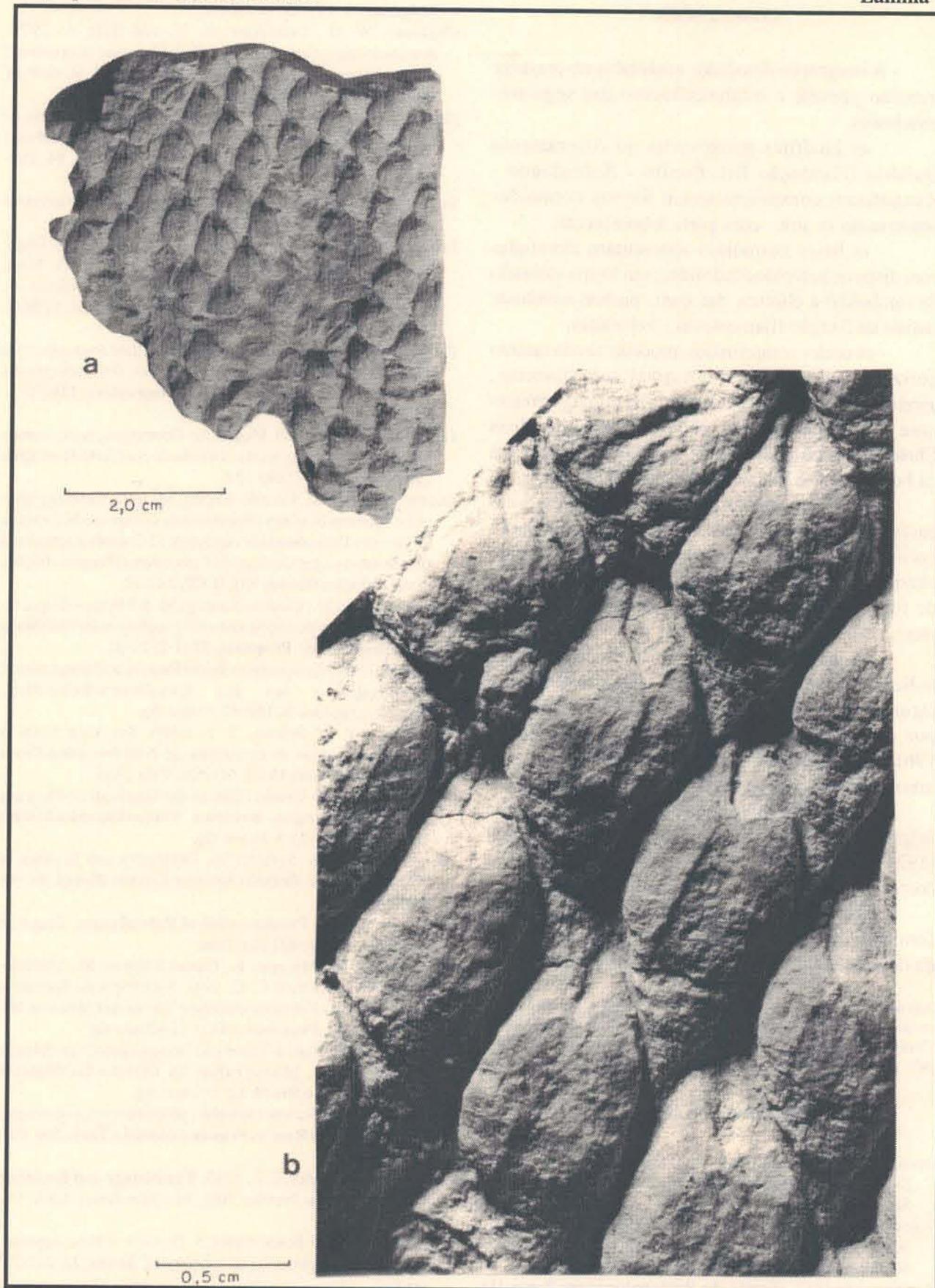
- licófitas arborescentes de bases cormofíticas formaram densas associações em ambientes ao tempo da deposição dos carvões ao sul da Bacia do Paraná.

Agradecimento - Os autores do presente trabalho agradecem de maneira especial ao Dr. Robert. H. Wagner do Jardim Botânico de Córdoba (Espanha), pelo auxílio na identificação do material e pelo apoio recebido na ocasião da visita à sua instituição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

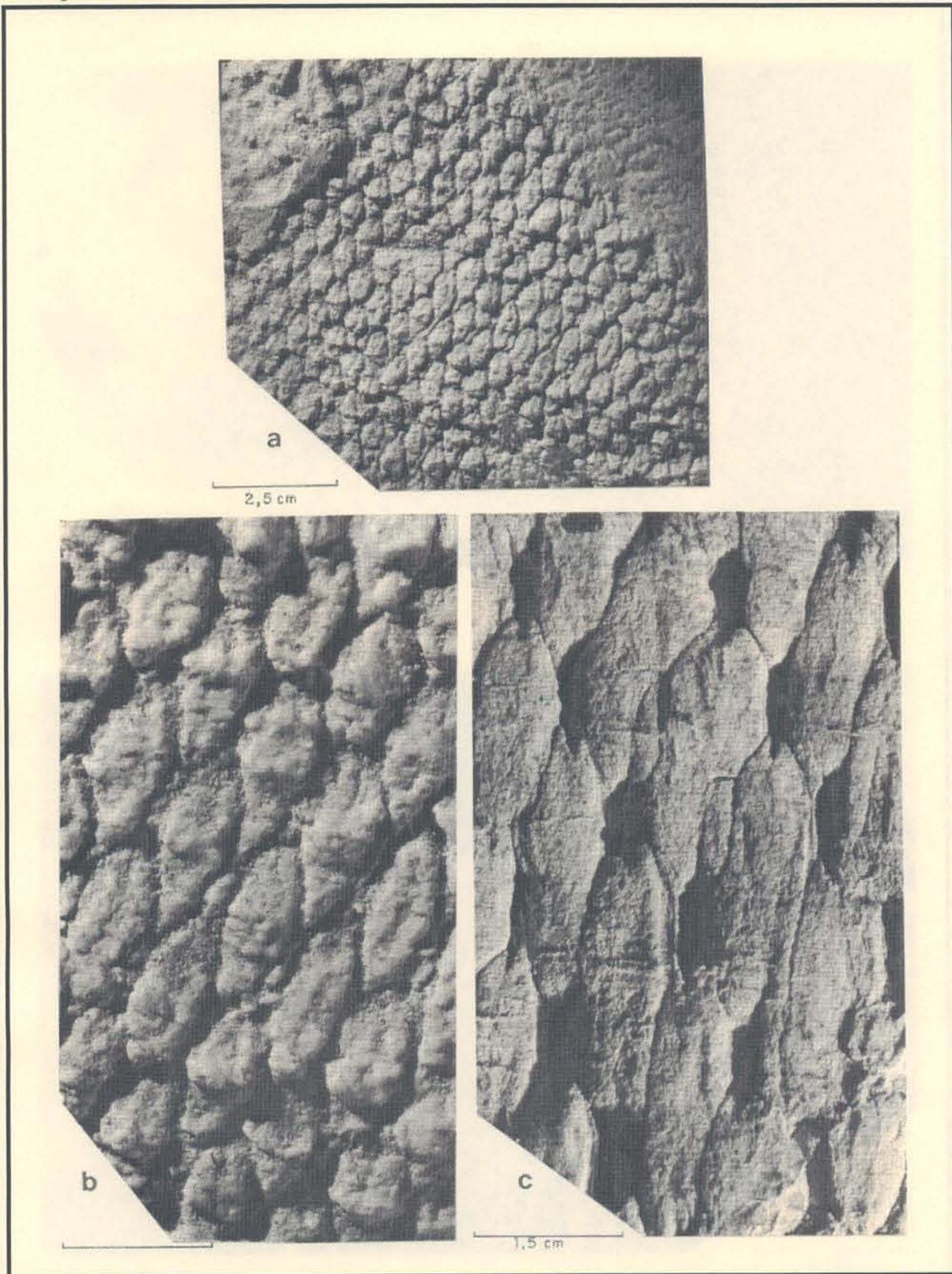
- Archangelsky, S., Azcuy, C. L. and Wagner, R. H. 1981. Three Dwarf Lycophytes from the Carboniferous of Argentina. **Scripta Geologica**, **64**: 1-35 text-fig.
- Azcuy, C., Longobucco, M., Alvarez, L. y Strelkov, E. 1987. Licofitas Arborescentes de la Formación Cerro Agua Negra (Provincia de San Juan). **Ameghiniana**, **24** (3-4): 257-261 text-fig.
- Boureau, E. 1967. **Traité de Paléobotanique, Tome II: Bryophyta, Psilophyta, Lycophyta**. Masson et Cie, Editeurs, Paris, France. 845 p. ilustr.
- Carruthers, W., 1869. On the Plant Remains from the Brazilian Coal Beds, With Remarks on the genus *Flemingites*. **Geological**

- Magazine**, **6**: 151-156 text-ilustr.
- Chaloner, W. G., Leistikow, K. U. and Hill, A. 1979. *Brasilodendron* Gen. Nov. and *B. Pedroanum* (Carruthers) Comb. Nov., a Permian Lycopod From Brazil. **Review of Paleobotany and Palynology**, **28**: 117-136 text-fig.
- Charlton, W. A. & Watson, J. 1982. Patterns of Arrangement of Lateral Appendages on Axes of *Stigmara ficoides* (Sternberg) Brongniart. **Botanical Foundation Society Linneu**, **84**: 209-21 text-fig.
- De Rouvre, I. 1984. Sur Les Lycophytes du Carbonifere Inferieur du Niger. **Review of Paleobotany**, **41**: 1-22 text-fig.
- Fernandes, L. A. D., Tommasi, A., Porcher, C. C., Marques-Toigo, M., Guerra-Sommer, M. & Piccoli, A. E. M. 1989. Mapa Geológico de Parte das Folhas de Quitéria e Várzea do Capivarita, RS. Porto Alegre, Instituto de Geociências, UFRGS. **Série Mapas**, **14**.
- Frankenberg, J. M. & Eggert, D. A. 1969. Petrified *Stigmara* from North America: Part I. *Stigmara ficoides*, the Underground Portions of Lepidodendraceae. **Paleontographica**, **128** (B): 1-47 text-fig.
- Guerra-Sommer, M. 1989. Megaflores Ocorrentes em Horizontes Associados a Carvão no Rio Grande do Sul. **Acta Geologica Leopoldensia**, **29** (2):93-122.
- Guerra-Sommer & M. Cazzulo Klepzig, M. 1993. Biostratigraphy of the Southern Brazilian Neopalaeozoic Gondwana Sequence: a Preliminary Palaeobotanical Approach. 12 Congrès International de la Stratigraphie et Geologie du Carbonifere et Permian, Buenos Aires, **Comptes Rendus XII, ICCP**, **2**:61-72.
- Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M. & Marques-Toigo, M. 1995. Paleoclimatic Implications of Lycophyta in the Gondwana of Southern Brazil. **Pesquisas**, **22** (1-2):21-31.
- Krausel, R., 1961. *Lycopodiopsis derbyi* Reunalt und einige andere Lycopodiales aus den Gondwana-Schichten. **Paleontographica B**, **109**: 62-92 text-fig.
- Lemoigne, Y. & Brown, T. J. 1980. Sur Une Flore a *Glossopteropsida* et *Lycopside* de Namibie (Sud-Ouest African). **Geobios**, **13** (4): 541-553, 2 fig., 3 pl.
- Lundquist, G. 1919. Fossile Pflanzen der *Glossopteris*-Flora aus Brasilien. **Kunglia Svenska Vetenskapsakademies Handlingar**, **60** (3): 3-36 text-fig.
- Meyen, S. V. 1978. Systematics, Phylogeny and Ecology of Propteridophytes. **Bulletin Moscow Seccion Biologi**, **83** (4): 72-84 text-fig.
- Meyen, S. V. 1987. **Fundamentals of Palaeobotany**. Chapman and Hall, London. 432 pág. ilustr.
- Piccoli, A. E. M., Menegat, R., Guerra-Sommer, M., Marques-Toigo, M. e Porcher, C. C. 1991. Faciologia da Sequência Sedimentar nas Folhas de Quitéria e Várzea do Capivarita, Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, **18** (1): 31-43 text-fig.
- Read, C. B. 1941. Plantas Fósseis do Neo-paleozóico do Paraná e Santa Catarina. **Monografias da Divisão Geológica e Mineralógica do Brasil**, **12**: 102 text-fig.
- Reunalt, B. 1890 a. Sur une Nouvelle Lycopodiacee (*Lycopodiopsis derbyi*). **Compte Rendus Science Academie, Paris**, **100**: 809-811 text-ilustr.
- Taylor, T. N. & Taylor, E. L. 1993. **The Biology and Evolution of Fossil Plants**. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA. 982 pág. ilustr.
- Thomas, B. A. and Brack-Hanes, S. D. 1984. A New Approach to Family Groupings in the Lycophytes. **Taxon**, **33**: 247-255 text-fig.
- Thomas, B. A. and Meyen, S. V. 1984. A System of Form-Genera for the Upper Paleozoic Lepidophyte Stems Represented by Compression-Impression Material. **Review of Paleobotany and Palynology**, **41**: 273-281 text-fig.



1 a - Fragmento de tronco horizontalizado com almofadas foliares muito bem preservadas, apresentando uma falsa cicatriz mediano súpera (Pb 3061).

1 b - Detalhe da Fig. a, onde são visíveis as carenas que atravessam as almofadas da porção superior à inferior.

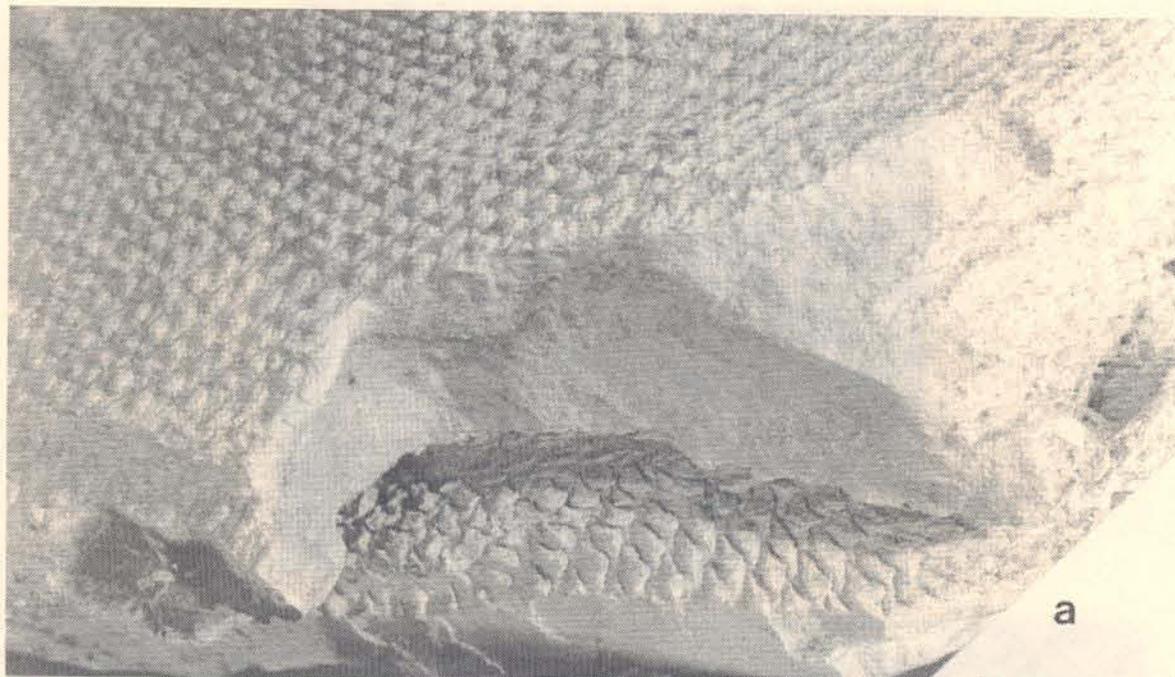


2 - Detalhes de almofadas foliares de diferentes fragmentos de troncos, representando assim a variação morfológica devida à diferença de níveis de compressão.

2 a - Almofadas foliares alongadas e elipsóides, com extensão sigmoidal inferior (Pb 2904).

2 b - Ampliação da Fig. a desta Lâmina.

2 c - Detalhe das almofadas foliares do tronco horizontalizado figurado na Lâmina 8 Fig c.



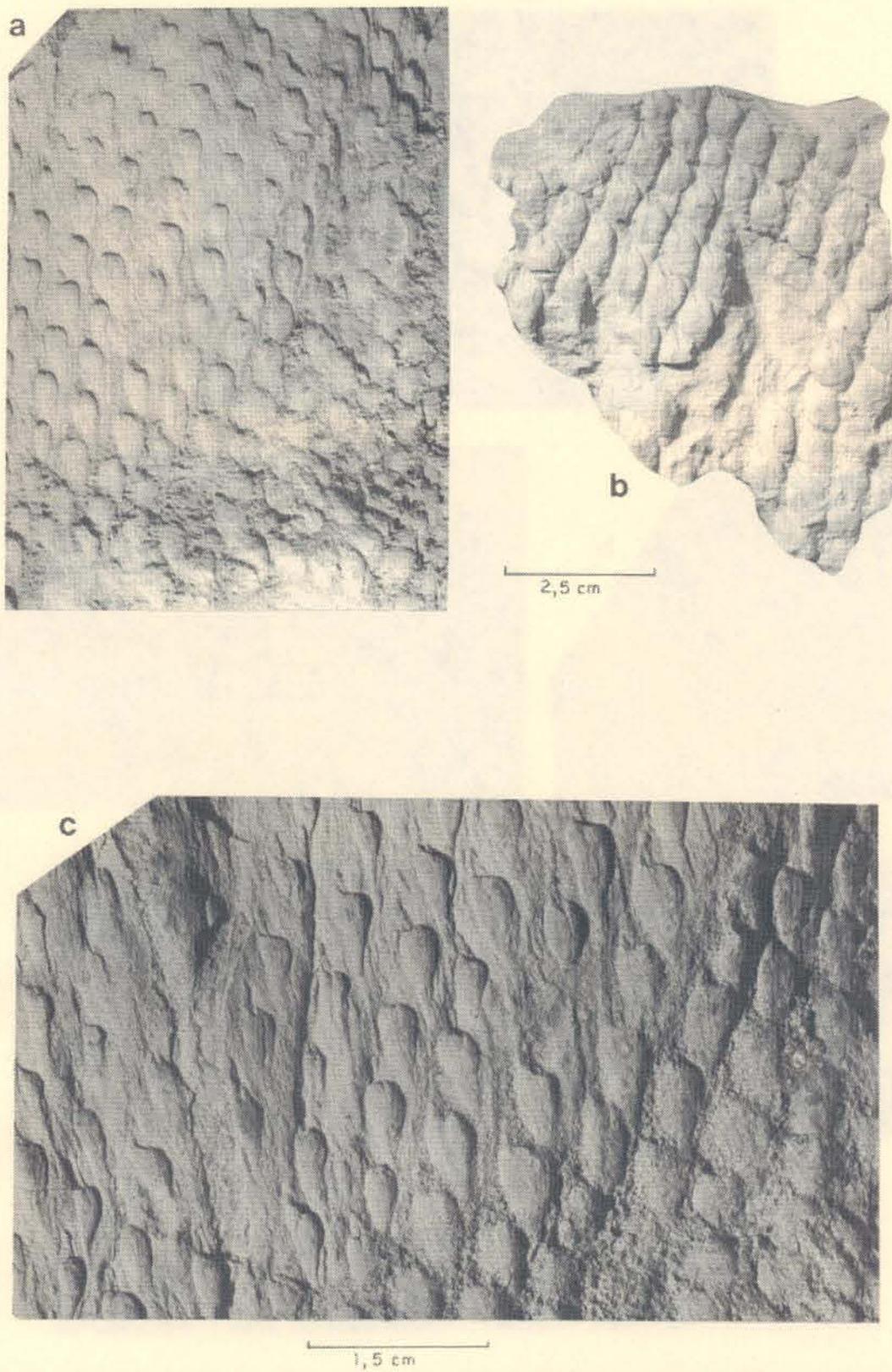
2,5 cm



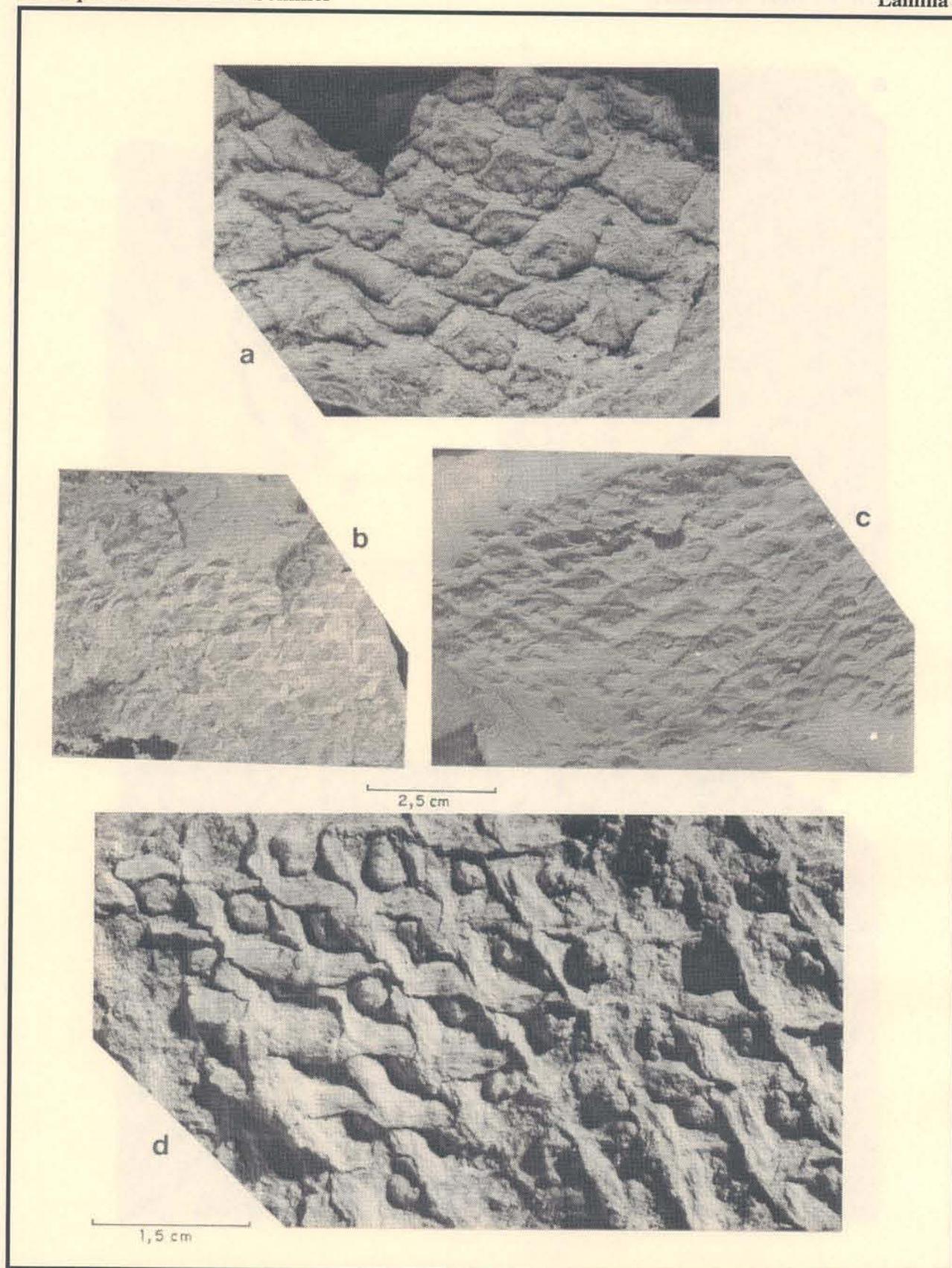
1,0 cm

3 a - Superfície da base abaulada Pb 3293, na qual ocorrem, na parte mais superior, as almofadas com forma elíptica e com projeções basais sigmóides.

3 b - Ampliação do campo interior da Fig. a desta Lâmina.

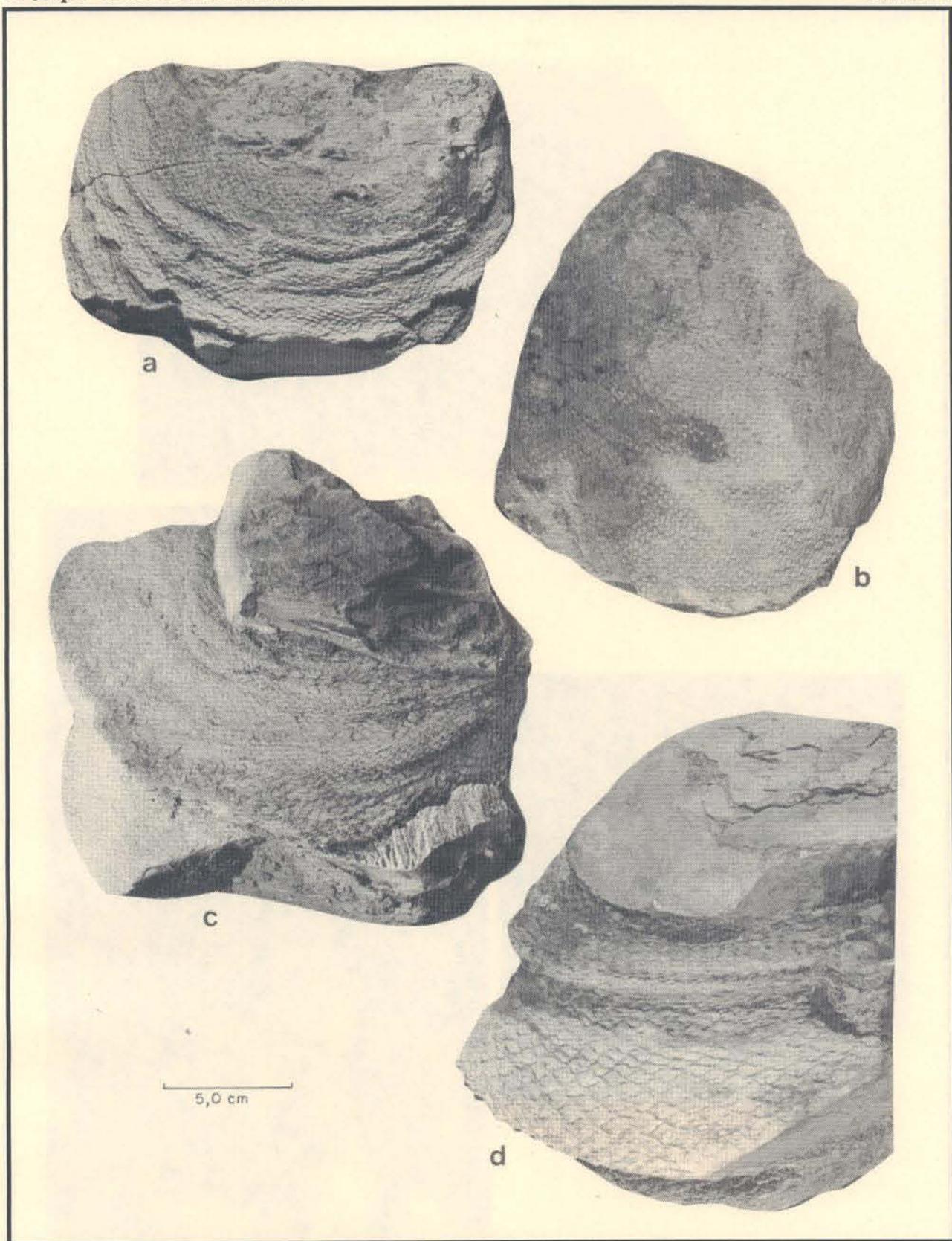


4 a - Porção de tronco horizontalizado com almofadas típicas de *Brasilodendron*, apresentando falsa cicatriz mediano-súpera e um espaço inter-almofada variando de 0,1 a 0,3 cm (Pb 2898).
4 b - Detalhe do fragmento de tronco figurado na Lâmina 5, onde se demonstra a variação do espaço inter-almofada ocasionado pela compressão.
4 c - Detalhe da Fig. a.



5 a, b, d - Detalhes de moldes de bases caulinares encontrados no sedimento, onde são visíveis as almofadas romboidais com a projeção punctiforme em sua porção mediana (Pb 3317, Pb 3308 e Pb 2910). Almofadas muito semelhantes a estas foram relacionadas a *Lycopodiopsis* por Kräusel (1961) pl. 36, fig. 26.

5 c - Molde em massa plástica do contra-molde de base caulinar encontrada no sedimento, figurada na Lâmina 6, Fig. d, confirmando assim sua afinidade com as estruturas representadas nas Fig. a, b, c desta Lâmina.



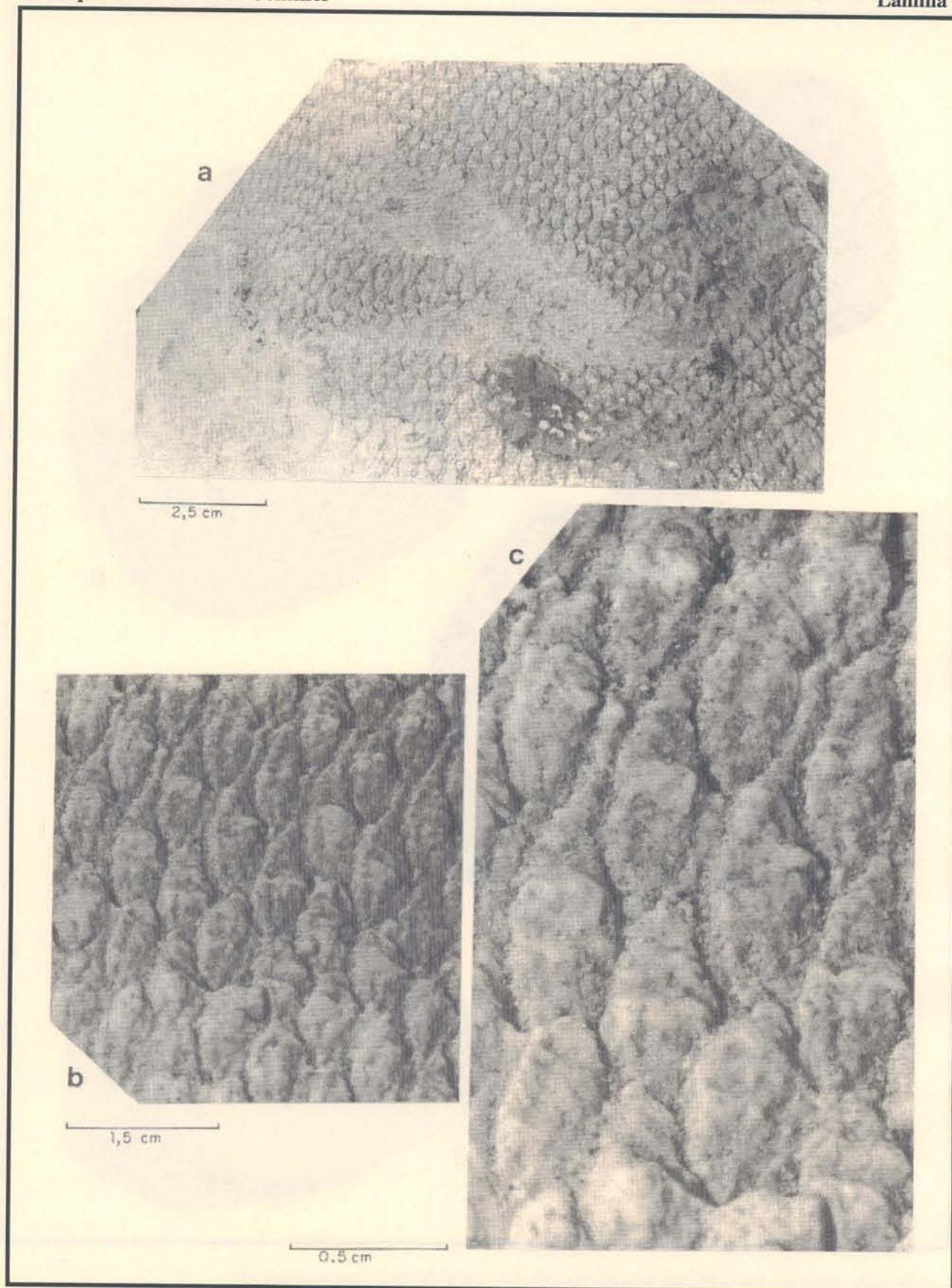
6 - Morfologia externa das bases abauladas procedentes do nível de arenito fino amarelado do afloramento.

6 a - Pronunciado dobramento motivado por pressões verticais, gerando anéis que acompanham todo o caule. Almofadas foliares mal preservadas mas presentes (Pb 2917).

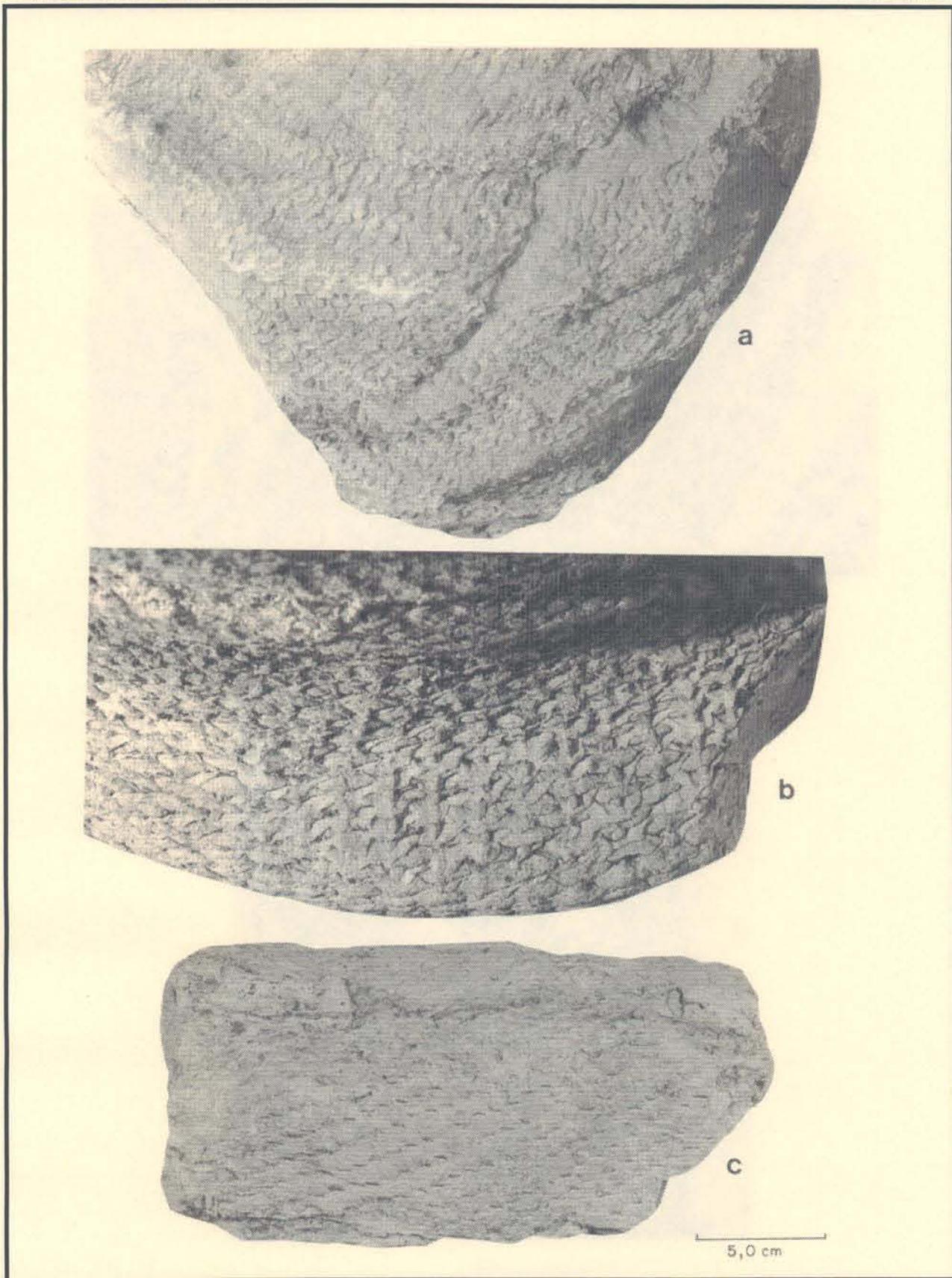
6 b - Base inclinada lateralmente por pressão do sedimento (Pb 2904).

6 c - Base caulinar abaulada onde se evidencia a emergência de rizóides perpendicularizados ao eixo, que possui almofadas (Pb 3088).

6 d - Base caulinar abaulada, com claros traços de compressão, caracterizados por linhas transversais. Da região inferior deste exemplar foi feito o molde em massa plástica figurado na Lâmina 5, Fig. c (Pb 3292).



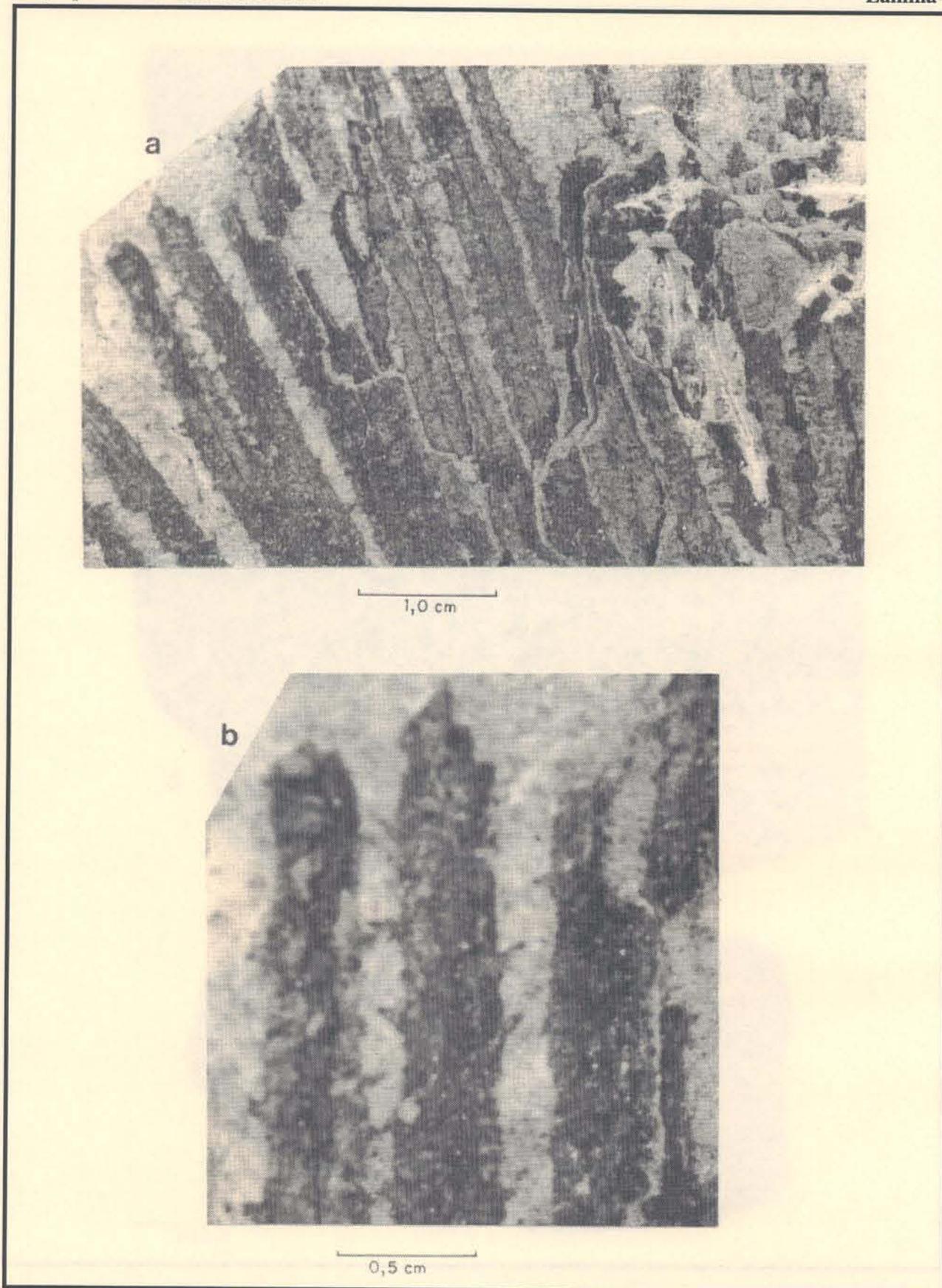
- 7 a - Detalhe da base caulinar representada na Lâmina 6, Fig. b, confirmando a presença de almofadas foliares do tipo *Brasilodendron*, conforme as descritas por Chaloner et alii, 1979.
- 7 b, c - Ampliações das almofadas foliares tipo *Brasilodendron* preservadas no exemplar Pb 2904, da Fig. a. Observa-se a presença da falsa cicatriz foliar mediano-súpera na Fig. c.



8 a - Detalhe de base caulinar com presença de almofadas foliares muito comprimidas (Pb 2904).

8 b - Detalhe de contra-molde de base caulinar com presença de apêndices laterais (Pb 3088).

8 c - Tronco horizontalizado com grande índice de compressão, mas conservando as almofadas foliares mal preservadas, elípticas e com filotaxia lepidodendróide (Pb 3299).



9 a - Conjunto de apêndices proveniente da porção basal dos troncos abaulados, com bordos sub-paralelos, feixe central proeminente e projeções espiniformes (Pb 3078).

9 b - Detalhe da Fig. a desta lâmina, onde os apêndices espiniformes.