

EUSTELOS GONDWÂNICOS DE MEDULAS DIAFRAGMADAS E A SUA POSIÇÃO ESTRATIGRÁFICA

Diana Mussa¹

ABSTRACT

Based on palynological studies, the Irati Formation is generally correlated with the Ecca and Raniganj formations of Africa and India, respectively, whereas studies on Gondwanic eusteles indicate similarities with a lower horizon corresponding to the White-Band of South Africa and Barakar of India. In a previous article, the solenoid biozone that emphasizes this result was discussed. Now a new set of fossil plants is distinguished whose biozone coincides approximately with that of the solenoid group and thus seems to present the same difficulty for correlation. This set of plants comprises eusteles showing lacunae and diaphragms in their piths which display definite developmental parameters that clearly point to their inherited, or genetic, relationship. The distribution of plants with pith diaphragms in sequences so far apart in Gondwana certainly implies the close likeness of unusual environmental conditions which also must have evoked adaptive responses in the vegetative body of the plants, such as xeromorphic adaptations for aeration or water storage in the anatomical plans peculiar to each genus, associated or not with sclerenchyma. The evidence therefore points to a set of highly specialized plants growing near small basins of restricted circulation under intermittent to markedly periodic conditions of scarce aeration or brackish or saline waters.

RESUMO

Com base em estudos palinológicos os autores em geral tendem a relacionar o Irati com as formações Ecca e Raniganj da África e Índia, enquanto estudos sobre eustelos gondwânicos indicam semelhanças com horizonte inferior, relacionado ao Barakar e White-Band (Índia e África). Conforme publicação anterior, a biozona relativa aos gêneros solenóides subsidia tal conclusão. No presente trabalho é apontado um novo grupo de plantas em que a biozona correspondente como que superpõe, de modo aproximado, a biozona solenóide e, por isso, oferece idêntica dificuldade de correlação em face dos intervalos palinológicos. Nessa biozona as medulas dos eustelos expõem diafragmas e lacunas. Tais estruturas se dispõem segundo parâmetros definidos que indicam a sua relação herdada ou genética. A distribuição dos eustelos de medulas diafragmadas, através de formações gondwânicas distanciadas entre si, implica na estreita semelhança de condições ambientais, atuantes sobre o corpo vegetativo daquelas plantas fazendo resultar respostas adaptativas. Essas compreendem os recursos xeromórficos, programáticos, dos planos anômicos, particulares a cada gênero e associados ou não ao esclerênquima. Evidências apontam tratar-se de um grupo de alta especialização ou adaptação, para a sobrevivência em ambientes insólitos, como os de aeração escassa, ou de águas salobras ou impróprias à vida. A compartimentação da medula, no caso, tanto serviria para a aeração quanto para a armazenagem de águas próprias em períodos inóspitos.

INTRODUÇÃO

Diafragma, em sentido estrito, traduz parede separatória entre espaços ou lacunas. Neste trabalho a expressão "medula diafragmada" se refere às medulas lacunosas e, particularmente, às que ostentam aspectos programáticos de diafragmação. Essas diferem das que expõem lacunas ocasionais, ou cavidades, geradas por degradação celular na planta já avançada em

anos. Diferem também das lacunosas por ação de microorganismos como fungos e, no caso dos espécimes fossilizados, das que expõem cavidades produzidas "post-mortem", por consequência da permineralização ou intra-encrustação cristalina das paredes parenquimáticas. As lacunas eventuais são em geral distinguidas através de observação mais detida: não se expandem ou repetem, de modo idêntico, por níveis sucessivos, ao longo do eixo vertical do caule e, por is-

¹ Museu Nacional, UFRJ, Rio de Janeiro. Bolsista-Pesquisador, CNPq.

so, não têm valor sistemático. As programadas em origem, desde o seu mais primitivo esboço, se organizam segundo parâmetros definidos, de modo que resultam quadros anatómicos idênticos em todos os níveis do caule. Assim, quando observadas em conjunto as lacunas constituem sistemas que refletem seu caráter genético ou relação herdada, daí seu elevado valor sistemático. Os estudos ontogenéticos em plantas recentes mostram que, a partir da medula embrionária, são definidos planos preferenciais de divisão celular em cada *taxon*. A maturação quase sempre acarreta modificações (FOSTER, 1941) nas direções dos referidos planos que serão definitivas no corpo maduro e particulares, igualmente, a cada *taxon*. Portanto, ocorrem arranjos característicos da trama celular da medula em diferentes entidades sistemáticas como resultado do controle genético. Não por outra razão GRIS (1872) ressaltou que as diversas combinações de arranjos celulares e de características medulares têm validade para a diagnose de gêneros e espécies. Apesar de existirem várias publicações sobre o assunto (ROTHERT, 1899; BERTRAND, 1874; LEWIS & DOWDING, 1924; KUBART, 1924; DOYLE & DOYLE, 1948) poucos anatomistas de plantas recentes utilizam os caracteres medulares em sistemática dos órgãos vasculares. No entanto, além das características genéticas, as feições aí presentes muito bem refletem influências ambientais e aspectos ecológicos. Assim, se um grupo de plantas se distingue numa associação pelas características medulares, como seja a diafragmação ou lacunarização, tais feições podem significar extremismos de adaptação a ambientes insólitos. No sentido paleobotânico, os dados de anatomia facultarão interpretações sobre as condições paleoecológicas e paleoambientais. Nesse especial caso é que se enquadram os eustelos de medulas diafragmadas, conhecidos em ambos os hemisférios durante o Permiano e cuja concentração e diversificação de formas, no Gondwana, faculta o esboço de expressiva biozona. Em parte, esta coincide com a biozona solenóide, daí a designação "biozona diafragma-solenóide" (Fig. 1). Em publicação anterior (MUSSA, 1986) as formas do grupo solenóide foram discutidas, onde também se incluem alguns gêneros de medulas diafragmadas, os quais (Fig. 4), por isso, deixam de ser apreciados no presente artigo. Neste, são abordados três gêneros *Austroscleromedulloxyton* MUSSA in MUSSA et al., 1980, *Paulistoxylon* gen. nov. e *Piraciboxylon* gen. nov. Os espécimes presentemente discutidos são oriundos das Formações Rio Bonito (Santa Catarina) e Irati (São Paulo), Bacia do Paraná. A sigla IG/USP se refere a Instituto

de Geociências, Universidade de São Paulo; "GP/3T" antes do número dos tipos correspondente ao cadastramento na Coleção daquele Instituto; "AF/GP" diz respeito às localidades amostradas, conforme catalogação do IG/USP, para efeito de mapeamentos.

CONSIDERAÇÕES DE ORDEM SISTEMÁTICA, PALEOECOLÓGICA E BIOESTRATIGRÁFICA

No caso particular das medulas lacunosas, ou diafragmadas, os estudos sobre formas atuais mostram que os sistemas de lacunas podem ter origem ou por interrupções espaçadas da divisão celular, ou devido ao acúmulo de secreção, geralmente de tipo mucilaginoso em grupos localizados de células (do que resultaria a dissolução das paredes) ou ainda, simplesmente, por lisigenia e esquisogenia. O alongamento das lacunas tende a se dar conforme uma das direções dos planos representados pelas paredes celulares. Se as orientadas numa determinada direção são mais vulneráveis à degradação que as demais, resultarão lacunas desenvolvidas nessa direção preferencial que irão compor, em conjunto, os sistemas ditos programáticos. Em diversos casos de lacunas medulares aparentemente caóticas, como em *Polysolexylon*, a programação pode ser verificada através da relativa orientação periférica, onde se dispõem em seguimento aos rastos de folhas e de ramos. Permanece, nesse caso, o valor diagnóstico, devido às informações que o sistema oferece quanto ao plano filotáxico do caule. As lacunas e a septação modular caracterizam algumas formas carboníferas e permianas do hemisfério norte (Figs. 2, 4). O fato tem servido de base a especulações de ordem paleoecológica, como em relação às classicamente conhecidas medulas "discoidais" de *Cordaites* UNGER (ou *Cordiaoxylon* GRAND'EURY) e *Mesoxylon* SCOTT (medulas do tipo *Artisia*). Na progimnosperma *Pytus antiqua*, a medula tem um esboço inicial, de diafragmação, próxima de *Cordaites*; diversas coníferas como *Walchia* FLORIN e *Scleromedulloxyton* DOUBINGER & MARGUERIE exibem lacunas subordinadas a diafragmas ou "ninhos" de esclerenquima; outros gêneros ostentam medulas com diafragmas parenquimáticos, associados ao sistema de secreção, como *Europoxyton* VOGGELEHNER e *Septomedulloptys* LEPEKHINA, os quais denotam, por isso, afinidades com as formas gondwânicas do grupo solenóide. A fluxocarta, (Fig. 2, no texto) sugere possíveis relações taxinômicas entre os gêneros nórdicos e os gondwânicos em questão.

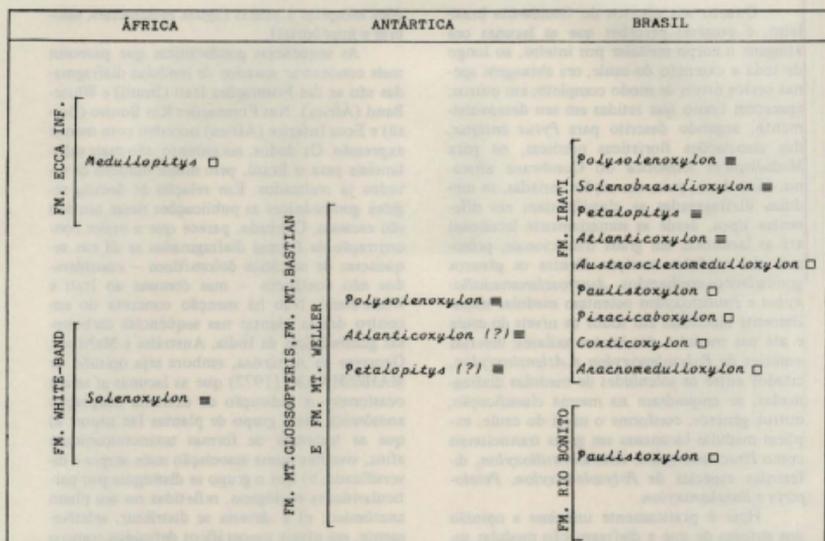


Figura 1 - Biozona relativa aos eustelos gondwânicos de medulas diafragmadas ("Biozona diafragma-solenóide"): □ gêneros de medulas simplesmente diafragmadas; ■ gêneros de medulas solenóides e diafragmadas.

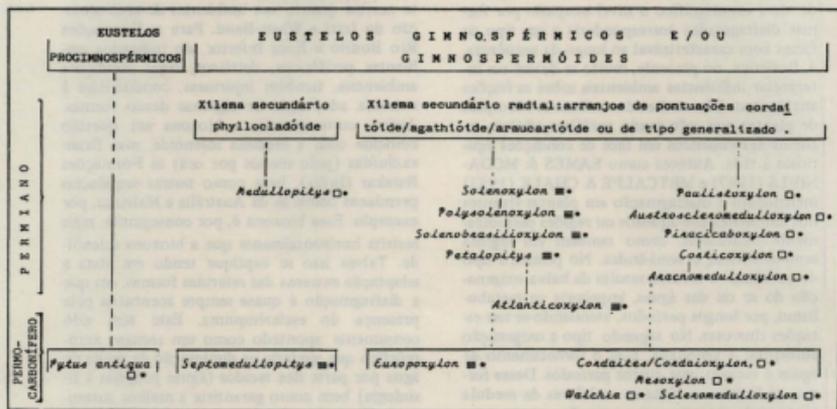


Figura 2 - Fluxocarta com indicações de afinidades anatómicas entre gêneros nórdicos * e gondwânicos * de medulas diafragmadas: □ medulas simplesmente diafragmadas; ■ medulas solenóides e diafragmadas.

Quando aos gêneros do Gondwana brasileiro, é possível perceber que as lacunas ora atingem o corpo medular por inteiro, ao longo de toda a extensão do caule, ora abrangem apenas certos níveis de modo completo; em outros, aparecem como que retidas em seu desenvolvimento, segundo descrito para *Pytus antiqua*, das associações florísticas nórdicas, ou para *Medullopitys sclerotica* do Gondwana africano. Com base, pois, em seções seriadas, as medulas diafragmadas se classificariam em diferentes tipos, desde as sumariamente lacunosas até as lacunosas em graus transicionais, próximas das medulas maciças. Dentre os gêneros gondwânicos conhecidos, *Austroscleromedulloxylon* e *Paulistoxylon* ostentam medulas sumariamente lacunosas em todos os níveis do caule e até nas medulas dos brotos axilares; diversas espécies de *Polysolenoxylon* e *Atlanticoxylon*, citados entre os solenóides de medulas diafragmadas, se enquadram na mesma classificação; outros gêneros, conforme o nível do caule, exibem medulas lacunosas em graus transicionais como *Piracicaboxylon*, *Solenobrasilloxylon*, diferentes espécies de *Polysolenoxylon*, *Petalopitys* e *Barakroxylon*.

Hoje é praticamente unânime a opinião dos autores de que a diafragmção medular sugere recurso anatômico de defesa ou de adaptação (recursos xeromórficos) a tipos especiais de ambientes em que as condições normais de aeração, ou de fornecimento de águas não seriam permanentemente adequadas, porém, mutantes, em função do periodismo estacional. Do ponto de vista estratigráfico o nível ocupado por formas diafragmadas corresponderia a um tipo de fácies bem caracterizável ao longo da seqüência. A Botânica, no presente, muito se detém em interpretar influências ambientais sobre as feições anatômicas. São conhecidos inúmeros exemplos de plantas que, não sendo xerófitas, adotam recursos xeromórficos em face de condições injuriosas à vida. Autores como EAMES & MCDANIELS (1947) e METCALFE & CHALK (1953) mencionam a diafragmção em plantas viventes nos ambientes sub-aquosos ou regiões periodicamente inundáveis, como também em regiões semi-desérticas e semi-áridas. No primeiro tipo de ambiente o recurso resulta da baixa oxigenação do ar ou das águas, imprópria ao metabolismo, por longos períodos, atenuando-se nas estações chuvosas. No segundo tipo a oxigenação ambiental é adequada, mas o fornecimento de águas é escasso, por curtos períodos. Dessa forma, as lacunas e câmaras acelulares da medula tanto podem servir para a aeração, quanto para a armazenagem de águas, paulatinamente aproveitadas nos períodos de escassez ou de condi-

ções inóspitas à planta (águas estagnantes, salobras e impróprias).

As seqüências gondwânicas que parecem mais concentrar eustelios de medulas diafragmadas são as das Formações Irati (Brasil) e White-Band (África). Nas Formações Rio Bonito (Brasil) e Ecça Inferior (África) ocorrem com menor expressão. Os dados, no entanto, são mais substanciais para o Brasil, pelo maior número de estudos já realizados. Em relação às demais regiões gondwânicas as publicações nesse sentido são escassas. Contudo, parece que a maior concentração de formas diafragmadas se dá nas seqüências de calcários dolomíticos — considerados não coetâneos — mas comuns ao Irati e White-Band. Não há menção concreta do encontro dessas plantas nas seqüências carbonosas gondwânicas da Índia, Austrália e Malvinas. Ocorrem na Antártica, embora seja opinião de MAHESHWARI (1972) que as lacunas af sejam ocasionais. A indicação da extrema adaptação anatômica desse grupo de plantas faz supor: a) que se tratavam de formas taxinomicamente afins, viventes numa associação mais ampla e diversificada; b) que o grupo se distingua por particularidades ecológicas, refletidas no seu plano anatômico; c) e deveria se distribuir, seletivamente, em níveis topográficos definidos como o de regiões litorâneas, planos costeiros, planícies de marés etc.; d) essas áreas seriam, periodicamente, inundáveis e compreenderiam pequenas lagoas, zonas paludais subordinadas, de tempos a tempos, ao influxo de águas salinas. Tais indicações, portanto, correspondem às classicamente aceitas quanto aos ambientes de sedimentação do Irati e White-Band. Para as Formações Rio Bonito e Ecça Inferior são indicados ambientes periféricos, deltáicos, cujas condições ambientais, também injuriosas, conduziram à extrema adaptação de algumas dessas formas. Assim, curiosamente, a biozona em questão coincide com a biozona solenóide, mas ficam excluídas (pelo menos por ora) as Formações Barakar (Índia), bem como outras seqüências pernianas como as da Austrália e Malvinas, por exemplo. Essa biozona é, por conseguinte, mais restrita horizontalmente que a biozona solenóide. Talvez isso se explique tendo em vista a adaptação extrema das referidas formas, em que a diafragmção é quase sempre acentuada pela presença do esclerênquima. Este tem sido comumente apontado como um recurso xeromórfico que ajudaria na diminuição da perda de água por parte dos tecidos (águas próprias à fisiologia) bem como garantiria a melhor sustentação dos caules flexuosos e viventes, em ambientes de dificultosa fixação, como esses acima mencionados.

SISTEMÁTICA

Paulistoxylon gen. nov.*Paulistoxylon inflatum* sp. nov. (Espécie-tipo)*Paulistoxylon formosum* sp. nov.*Paulistoxylon* sp.1*Paulistoxylon* sp.2

Diagnose — Eustelos gimnospermicos. Morfologia externa em geral lobulada à semelhança de gomos concêntricos em torno da medula; seção transversal com aspecto de rosícea. Cicatrizes foliares ou de ramos emergentes nos sulcos, entre os lóbulos, com feixes centroxilicos; as cicatrizes se acumulam em sub-verticilos de arranjo helicoidal. Medula diafragmada, multiscoidal; lacunas com franca tendência à horizontalidade; diafragmas inter-lacunas parenquimáticos e associados, conforme a espécie, ao esclerênquima, dutos ou células secretoras. Xilemas primário e secundário centrífugos; aspectos transicionais no corpo vascular inicial, devido à presença de grupos de elementos primários, separados do corpo lenhoso e imersos na matriz periférica medular. Pontuações radiais dos traqueídeos em arranjo de tipo misto (*sensu* KRÄUSEL, 1949) ou generalizado (*sensu* GRAMBAST, 1952); campos de cruzamento agathoiides a araucarioides; raios secundários homogêneos, uniseriados; em algumas espécies, raios primários heterogêneos. Rastos foliares ou de ramos, simples ou múltiplos.

Posição sistemática — Apesar de algumas semelhanças com as Cordaitales, são caracteres particulares ao gênero: a morfologia lobulada do caule, na maioria dos espécimes, as cicatrizes foliares ou de ramos que emergem nos sulcos, expondo feixes centroxilicos. Anatomicamente, os rastos são simples ou múltiplos, não diploxilicos ou bifurcados como em *Cordaites* e com mergulho no cerne, em seu rumo para o córtex. Esses rastos, a partir de sua origem, sulcam o cerne subdividindo-o em lóbulos; aparecem como pares simétricos na mesma seção transversal; em cada par, um se mostra em fase de expansão e o outro, de regressão ou mergulho, indicando a seção dos sub-verticilos de tipo coniferofítico e de arranjo helicoidal. Em *P. inflatum*, *P. formosum* e *Paulistoxylon* sp.1 as cicatrizes se situam nos sulcos entre os lóbulos. Em *Paulistoxylon* sp.2 o fragmento se apresenta descortiado e liso, na parte externa, ao passo que a lobulação pode ser percebida no cerne, em corte transversal. Em *Paulistoxylon* gen nov. a atividade cambial intensa, ao nível dos sub-verticilos fez com que o caule se tornasse abaulado nesses níveis e estreitado acima e

abaixo dos mesmos, de modo que um fragmento, compreendendo um nível nodal e os inter-nodais vizinhos, adquire o aspecto comparável ao de um melão, com seus lóbulos concêntricos. Espécime mais completo, pertencente à coleção particular do Diretor do DER em Mafra, se compõe de uma sucessão de fragmentos com essa mesma morfologia, os quais, conectados, ultrapassam os 65cm de comprimento. No porte, portanto, mais do que as plantas arbóreas, sub-arbóreas ou arbustivas, lembram as lianas ou grandes cipós, com inter-nós estreitos e níveis nodais entumescidos. A maioria dos espécimes relacionados ao gênero, oriundos da localidade de Rio da Estiva (Fm. Rio Bonito, Santa Catarina) e da região de Piracicaba (Fm. Irati, São Paulo), expõem, nitidamente, morfologia lobulada. Outros, descortçados, só a mostram no contorno medular e nos anéis do lenho. A septação medular não é discoidal típica, como em *Cordaites*, mas contém variações em torno do tipo *Artisia*. À primeira vista a seção transversal dos espécimes pode se confundir com a de *Polysolenoxylon*, porém não ocorrem canais secretores. As seções longitudinais são comparáveis com as de *Solenobrasilloxylon* e *Medullopitys* (Gondwana) e às de *Europoxylon* VOGGELLEHNER 1978 e *Septomedullopitys* LEPEKHINA 1968 (Europa); contudo, faltam pontuações phyllocladoides nos campos de cruzamentos, para comparação com *Medullopitys*, assim como canais ou dutos secretores, especializados, para comparação com os demais gêneros mencionados. Em *P. formosum* os diafragmas medulares são parenquimáticos; em *P. inflatum* aparecem escleréides uniaxiais ou em pequenos grupos dispersos. Particularmente os espécimes de Rio da Estiva (Santa Catarina) procedem da sequência de arenitos de estratificação cruzada da Fm. Rio Bonito e, por causa da natureza diafragmada das medulas, as células devem ter se desintegrado facilmente durante a fossilização. Sendo assim, o corpo medular aparece inteiramente substituído por um molde arenítico do tipo *Artisia*, o qual facilmente se descola e a maioria dos espécimes, por isso, apresenta-se oco no centro. O conjunto das características comentadas mostra que a unidade taxinômica é original, em comparação com as demais conhecidas, cujas medulas também são diafragmadas. Por conseguinte é definido com o nome genérico novo.

Derivatio nominis — Relativo à origem, do Estado de São Paulo.

Paulistoxylon inflatum sp. nov.
Figs. 3B, G, 1, 4T, 5-8, 10, 21, 24, 27

Holótipo - GP/3T.1408, Coleção de Paleontologia, IG/USP.

Procedência - AF/GP34, Pedreira de Calcário Assistência (2ª frente de exploração) Rodovia Tietê-Praticaba, km 24, Município de Rio Claro, São Paulo.

Horizonte - Fm. Irati, Permiano médio (?), Bacia do Paraná.

Dados estratigráficos e bioestratigráficos - Nível calcário intercalado em folhelhos, ± 60cm acima do banco calcário basal. Tafoflora-D (RÖSLER, 1978).

Diagnose - Eustelo gimnospérico. Morfologia externa representada por lóbulos e sulcos com disposição simétrica em torno da medula e extensos por todo o comprimento da amostra o que produz seção transversal com aspecto de rosácea; cicatrizes de ramos ou folhas elítico-alongadas, localizadas nos sulcos entre os lóbulos e acumuladas em níveis de sub-verticais de arranjo helicoidal. Medula grande (1,3cm de diâmetro) com a mesma configuração em rosácea como a do próprio caule e dos anéis de crescimento. Rastos de ramos ou folhas, simples ou múltiplos os quais em geral se fundem a meio caminho ainda no cerne; pares de rastos simetricamente distribuídos sulcam o corpo lenhoso em lóbulos também simétricos, daí a resultante figura de rosácea da seção transversal em todos os níveis. Medula diafragmada, multidiscoidal (diversas minilacunas se sucedem na mesma horizontal); lacunas provavelmente originadas por ação da secreção mucilaginosa sobre as paredes celulares de grupos de elementos localizados e orientados; diafragmas constituídos por paredes celulares remanescentes do parênquima, coalescidas e retraídas, de onde resulta o aspecto de malhas de uma rede; o tecido residual das malhas engloba esclerêides isodiamétricos, de forma poligonal, dispersos (unitários ou em pequenos grupos de 2-4 elementos) cujo lúmen é pequeno, circular com canaliculos ramificados de pontuação; parênquima periférico medular às vezes preservado e constituído de células retangulares, verticais, tendentes à organização em estratos. Xilema primário endárqueo (transicional): 1-2 filas de elementos primários com espessamentos anelares, helicoidais e escalariformes, separados do cilindro lenhoso por 1-2 filas celulares de parênquima simples ou pontuado. Xilema secundário centrífugo; pontuações radiais em arranjos de tipo misto que varia do podocarpóide, ao sub-ginkgóide em 1-2 (3) séries; pontuações circulares, não contíguas; campos de cruzamento com 1-4 (5) pequenas pontuações areoladas. Raios secundários homogêneos 1-seriados, 1-15 (20) estratos celulares de altura; raios primários 1-seriados, heterogêneos,

com células iniciais bojudas a globosas. Anéis de crescimento nítidos e com a mesma lobulação perceptível no caule.

Derivatio nomini - Latim "inflatum", pleno, inflado (no caso, lacunas preenchidas de ar ou água).

Paulistoxylon formosum sp.nov.

Figs. 3C, 13, 14, 16

Holótipo - GP/3T.1336, Coleção de Paleontologia, IG/USP.

Procedência - AF/GP 35-II, Rio da Estiva, 110m ao sul do marco km-34,5 com o km-0 (zero), Divisa PR/SC, entre Mafra e Papanduva, Santa Catarina.

Horizonte - Fm. Rio Bonito Permiano inf. (?), médio (?), Bacia do Paraná (Gondwana), Brasil.

Dados bioestratigráficos - Tafoflora-C (RÖSLER, 1978), Biozona Solenóide (diaframo-solenóide).

Diagnose - Eustelo gimnospérico. Lobulação espaçada e suave na superfície da amostra e acentuada nos anéis de crescimento e no contorno medular. Medula diafragmada; lacunas periféricas orientadas radialmente em vista transversal e horizontalmente nas seções longitudinais; em conjunto esboçam o aspecto subdiscoidal (variação em torno do tipo *Artisia*); constituem caráter herdado, pois estão presentes nas medulas dos brotos axilares; diafragmas parenquimáticos e campos parenquimáticos semi-maciços inter-lacunas; células parenquimáticas às vezes com um conteúdo escuro que extravasa além dos lúmens e ocupa meatos e verticilos (o material parece corresponder a depósitos de limonita precipitados, possivelmente, no período pós-fossilização, como preenchimento secundário). Xilema primário nos ápices das cunhas pontiagudas que podem limitar lacunas de reabsorção do primitivo protoxilema; este é do tipo endárqueo. Xilema secundário com pontuações areoladas radiais, 1-2-seriadas, contíguas, alternas hexagonais ou em arranjo araucarióide no lenho final do anel; arranjo misto, próximo do podocarpóide, no lenho inicial; campos de cruzamento araucarióides, com 3-4 (5) pontuações areoladas por campo; raios parenquimáticos homogêneos, unisseriados; 1-2 (5-6) estratos celulares de altura.

Derivatio nomini - Do latim "formosum", formoso, gentil, belo.

Observações - A localidade de Rio da Estiva foi reconhecida por RÖSLER (1975), numa primeira ocorrência fossilífera, situada ao nível dos silitos com intercalações de argilitos carbonosos. Predominam aí folhas glossopterí-

deas, gangamopterídeas e cordaitáceas, além de impressões e compressões de caules e, dentre esses, os do grupo-complexo *Vertebraria*, designados *Schopficaulit* MUSSA 1982. Posteriormente, na mesma localidade, foi reconhecida uma segunda ocorrência por MUSSA et al. (1980) situada em um nível sotoposto e a uma distância de cerca de 65m ao norte da primeira ocorrência. Aí a seqüência corresponde aos arenitos de estratificação cruzada cujas exposições, junto ao leito do "Rio da Estiva" alcançam cerca de 5m a 10(12)m de espessura e cuja granulação, da base ao topo, varia de grosseira a média, quase fina. Predomina a granulação média e o cimento é caulínico. Por essa razão as exposições facilmente se desmoronam em "areíões", devido às chuvas. Portanto, equipes do DER costumam extrair areias para conservação de trechos da BR-116. O reconhecimento da segunda ocorrência foi feito através da colaboração do Diretor do DER em Mafra, o Dr. Jefferson Bittancourt e do Professor Francisco Take da da Universidade Federal de Santa Catarina e Mitsuro Arai (geólogo/Petrobrás). As amostras coletadas fazem parte da coleção de Paleontologia do IG/USP e, dentre essas, diversos fragmentos de caules ostentam frações conectadas de ramos. Um deles representa a parte basal da planta tendo conectadas frações horizontalmente alongadas de raízes. Tal configuração costuma ser comum em plantas de ambientes subaquosos a aquosos para melhor garantir a fixação num substrato pouco consistente. Quase sempre o corpo medular das amostras encontra-se colapsado, tendo havido o preenchimento por areia muito fina que depois de cimentada guarda o modelado original da compartimentação *Artisia*.

Paulistoxylon sp.1

Fig. 9

Material e procedência — GP/3T.1366, Coleção de Paleontologia IG/USP. Procedência, horizonte, dados estratigráficos e bioestratigráficos, conforme relacionado para a espécie anterior.

Caracteres presentes — Morfologia externamente marcada por lóbulos e sulcos. Cicatrizes de ramos elípticas a sub-circulares, bojudas na parte mediana; diâmetros em torno de 1,5/2,5cm; feixes dos órgãos laterais perceptíveis e centroxílicos; cicatrizes em sub-verticilos de arranjo helicoidal; nesses níveis (nível nodal) a atividade cambial intensa, devido à formação de ramos ou folhas, produziu abaulamento do caule, de modo que, nos inter-nós, torna-se mais estreito. Assim, o fragmento representado por

duas regiões inter-nodais intercaladas por uma nodal expõe uma morfologia exótica semelhante a de um melão. Diversos fragmentos idênticos, conectados, geram, por sua vez, um eixo caulinar *sui generis* que lembra os caules dos grandes cipós ou lianas. O caule se quebra facilmente nos níveis inter-nodais, mais estreitos, daí a produção de diversos fragmentos com o aspecto descrito. Praticamente em todos os espécimes observados, no lugar da medula, agora, ocorre um oco, porém, no espécime figurado estava presente a medula sob a forma de um molde arenítico, facilmente descolável, mostrando a diafragmação do tipo *Artisia*. A preservação do xilema primário em alguns campos indica que é centrífugo, como o secundário. Quanto aos caracteres do xilema secundário, não existem diferenças essenciais em relação a *P. formosum*.

Paulistoxylon sp.2

Figs. 11, 12

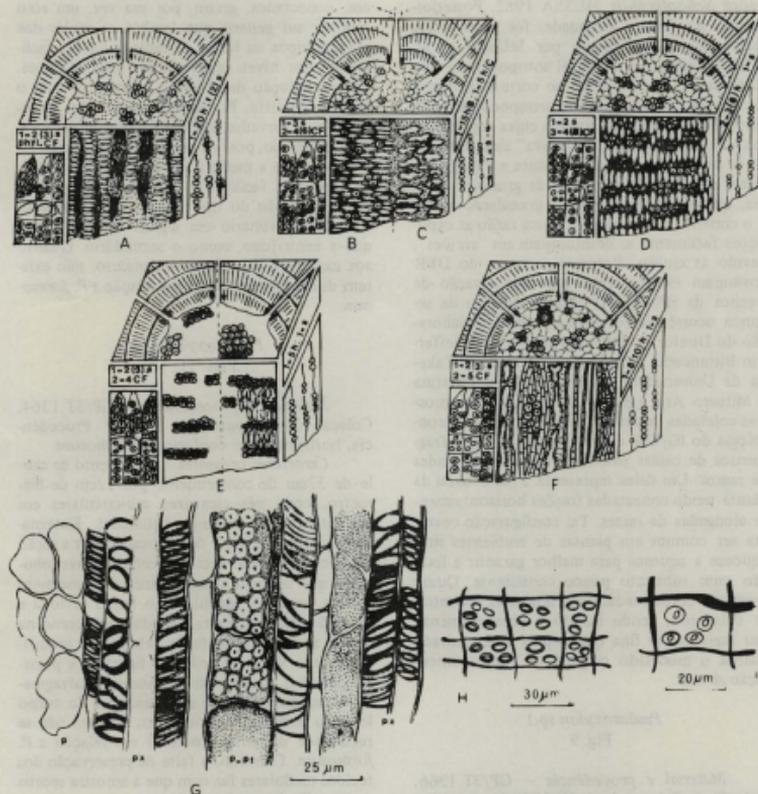
Material e procedência — GP/3T.1364, Coleção de Paleontologia, IG/USP. Procedência, horizonte, etc. conforme *P. formosum*.

Caracteres presentes — Fragmento de caule de 32cm de comprimento por 12cm de diâmetro, com três cicatrizes sub-circulares em sub-verticilo de arranjo helicoidal. Externamente o caule é liso e descoricado, mas a seção transversal, polida, deixa perceber a suave lobulação que também atinge os anéis de crescimento e o contorno medular. Ao longo de toda a extensão dessa amostra a medula foi, como na forma anterior, substituída pelo molde arenítico do tipo *Artisia*. Conforme figurado, é possível perceber, claramente, a natureza diafragma da medula. Quanto aos caracteres do corpo lenhoso primário e secundário, também não se reconhece diferença essencial em relação a *P. formosum*. Contudo, a falta de preservação dos tecidos medulares faz com que a amostra receba o nome *Paulistoxylon* sp.2.

Austroscleromedulloxylon MUSSA, 1980

1980. *Austroscleromedulloxylon gerakidini* MUSSA in MUSSA, GAMA-DE-CARVALHO & SANTOS. Bol. IG., Inst. Geociênc. USP, 11:147, Est. 1, Figs. 2-4.

Diagnose — Eustelos gimnospérmicos. Medula heterocelular, diafragma da, acanal; diafragmas formados por esclerênquima, com aspectos deinhos plaicoidais e transversos, de esclereídes, os quais podem progredir para ninhos



CONVENÇÕES PARA FIGURAS 3 E 4

- 1-2, s - pontuações vasculares ou raios vasculares, uni a bisseriados.
- 1(2)s - Idem, unisseriados, raro bisseriados.
- 3-4(8) - Pontuações de campo de cruzamento em nº de 3 a 4, até 8.
- ☉ ☉ ☉ - esclerênquima em seção transversal.
- ☉ ☉ ☉ - esclerênquima em seção radial.

- lacunas
- canais secretorios
- parênquima
- protóxilema endárqueo.
- protóxilema
- parênquima
- parênquima pontuado.

Figura 3 — (A-F) Blocos-diagramas: (A) *Medullapitys sclerotica*; (B) *Paulistoxylon inflatum*; (C) *Paulistoxylon formosum*; (D) *Austroscleromedulloxylon tabulatum*; (E) *Austroscleromedulloxylon geraldinii*: 1', 2', seções em diferentes níveis do caule; (F) *Piracicaboxylon agrastinum*. (G-I) Desenhos semi-diagramáticos com base em fotomicrografias: (G) Campo primário do lenho de *Paulistoxylon inflatum*; (H) Campos de cruzamento comuns a *Austroscleromedulloxylon tabulatum* e *Piracicaboxylon agrastinum*; (I) Campos de cruzamento comuns a *Paulistoxylon inflatum* e *Austroscleromedulloxylon geraldinii*.

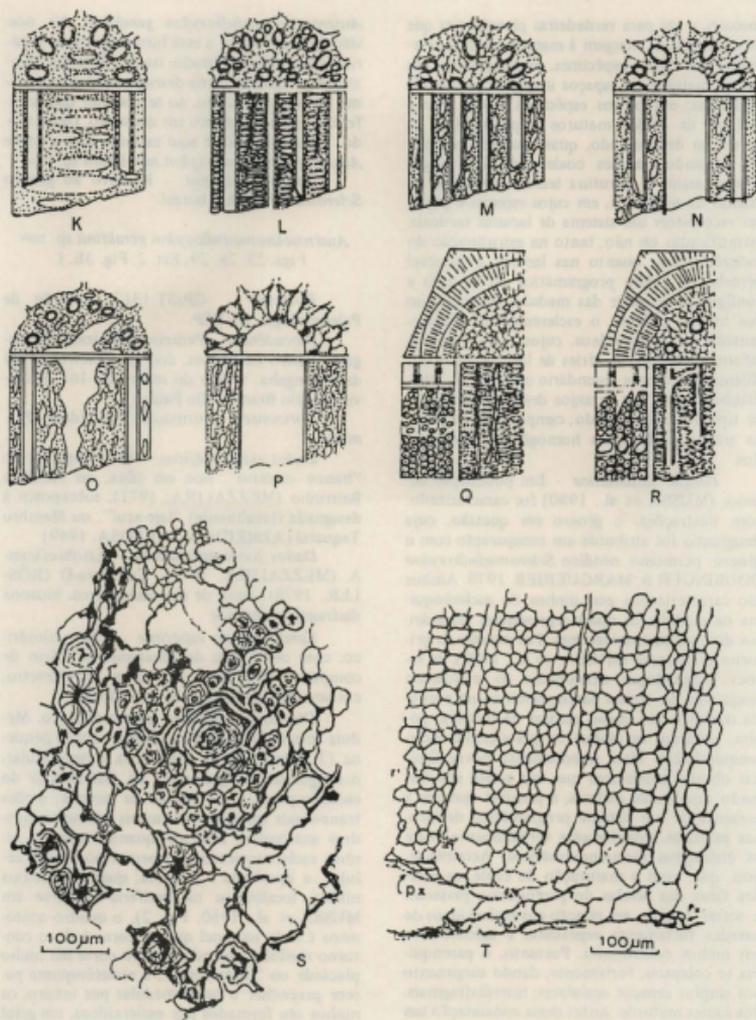


Figura 4 — (K-R) Blocos-diagramas das médulas: (K) *Solenoxylon*; (L) *Solenobrasilioxylon*; (M) *Polysolenoxylon*; (N) *Petalopitys parangabense*; (O) *Petalopitys surangeri*; (P) *Atlanticoxylon*; (Q) *Europoxylon*; (R) *Septemdulopitys*. (S, T) Desenhos semi-diagrammáticos das seções transversais de (S) *Piracicaboxylon agrestinum* e (T) grupos vasculares primários na margem medular de *Paulistoxylon inflatum* (px = protoxilema).

maiores e até para verdadeiras plataformas que se estendem de margem à margem no canal medular; em alguns espécimes, especialmente nas partes maduras, os espaços interdiafragmais são acelulares; em outros espécimes e nos brotos axilares de caules maduros o parênquima se apresenta desintegrado, quase que por completo, restando paredes coalescidas das antigas células; assim se estrutura tecido semelhante às malhas de uma rede, em cujos espaços é possível reconhecer um sistema de lacunas verticais, estratificadas ou não; tanto na estruturação do esclerênquima, quanto nas lacunas é possível perceber a ordem programática ou herdada e configurada a partir das medulas embrionárias dos brotos axilares; o esclerênquima é representado por esclereídeos, cujos ninhos ou plataformas balizam as séries de lacunas verticais. Xilemas primário e secundário centrífugos; pontuações radiais em arranjos desde o aracarióide típico ao generalizado; campos de cruzamento aracarióides; raios homogêneos, unisseriados.

Posição sistemática - Em publicação anterior (MUSSA et al., 1980) foi caracterizado, com ilustrações, o gênero em questão, cuja designação foi atribuída em comparação com o gênero permiano nórdico *Scleromedulloxylon* DOUBINGER & MARGUERIER 1978. Ambos são caracterizados por ninhos de esclerênquima na medula, os quais representam verdadeiros diafragmas inter-lacunas. Por ocasião da primeira publicação (MUSSA et al., 1980), as seções longitudinais examinadas só mostraram resquícios do tecido parenquimático na periferia medular. No corpo central da medula, porém, restavam os ninhos ou plataformas esclerenquimáticas. Mais recentemente novas lâminas obtidas mostraram que, no estelo néo-formado dos brotos axilares, é possível apreciar a presença de um sistema programático de lacunas paralelas, posicionadas verticalmente entre os diafragmas esclerenquimáticos. Acredita-se, pois, que, com a maturação do caule, as paredes finas das células do parênquima passaram a sofrer tensão em relação aos esclereídeos de paredes fortemente espessadas e aglomerados em ninhos consistentes. Portanto, o parênquima se colapsou, fortemente, dando surgimento aos amplos espaços acelulares, interdiafragmais, dos caules maduros. Antes dessa constatação um outro espécime, oriundo de localidade diversa, havia sido abordado por MUSSA em Tese de Doutorado (IG/USP, 1982). Esse mostrou panorama medular que, na época, foi considerado como *sui generis*, mas, no entanto, configurava exatamente o quadro anatômico que ora se aprecia na medula do broto axilar de

Austroscleromedulloxylon gerakini. Na ocasião fora atribuído a essa forma um nome genérico novo, não publicado, isto é, "*Paranasseptoxylon*", o qual se torna desnecessário antes mesmo de sua publicação, ao se concluir que se refere, de fato, ao gênero em discussão. Desse modo, a sua descrição é aqui incluída com o nome *Austroscleromedulloxylon tabulatum* sp. nov.

Derivatio nominis - Relativo ao gênero *Scleromedulloxylon* boreal.

Austroscleromedulloxylon gerakini sp. nov.

Figs. 23, 28, 29, Est. 2, Fig. 3E, I

Holótipo GP/3T.1317. Coleção de Paleontologia, IG/USP

Procedência Pedreira de Calcário Porangaba; Bairro das Partes, dois quilômetros ao sul de Porangaba, ± 4km do marco km-162. Rodovia Castelo Branco, São Paulo.

Horizonte Formação Irati (Idade Permiana).

Dados estratigráficos - Parte superior do "banco calcário", rico em sílex, ou Membro Bairrinho (MEZZALIRA, 1971), sobreposto à designada (localmente) "laje-azul", ou Membro Taquaral (ALMEIDA & BARBOSA, 1949).

Dados bioestratigráficos - Litobiofacies-A (MEZZALIRA, 1971). Tafoflora-D (RÖSLER, 1978); zona de mesossaurídeos, biozona diafragma-solenóide.

Caracteres do espécime - Caule cilíndrico, com certo grau de achatamento; 23cm de comprimento e cerca de 7,5cm de diâmetro; cor amarela-esbranquiçada; silicificado.

Diagnose - Eustelo gimnospermico. Medula com seção transversal estelar, muito pequena (3,5mm/4mm de diâmetro), heterocelular, diafragmada; programação na distribuição do esclerênquima e do sistema de lacunas; seções transversais em diferentes níveis produzem quadros anatômicos diversos: quando secciona ninhos esclerenquimáticos imersos no centro celular, a aparência é dispersa; quando secciona ninhos localizados na periferia (observe em MUSSA et al., 1980, Fig. 2), o quadro anatômico é o de um anel que percorre todo o contorno medular; quando a seção corta um ninho placóide ou "plataforma", o esclerênquima parece preencher o canal medular por inteiro; os ninhos são formados por esclereídeos, em geral quadrangulares a retangulares, ordenados em filas verticais e paralelas nos respectivos ninhos; esclereídeos de paredes muito espessas, lúmen lenticular alongado, com canaliculos ramificados de pontuação; os ninhos têm início, preferencialmente, na periferia medular, mas também têm origem no centro da medula; de início

são nodulares e, a seguir, por maturação, se tornam em placas horizontalizadas e, enfim em verdadeiras plataformas extensas, de margem a margem no canal medular (observar Fig. 4 em MUSSA et al., 1980); parênquima preservado como resquícios em alguns campos da periferia medular, diafragmas medulares representados pelos ninhos e plataformas de esclerênquima; nos níveis maduros do caule, espaços acelulares inter-diafragmais; as seções em série ao nível da emergência dos brotos axilares revelam o parênquima medular que muito cedo é atingido por lacunas verticais, cujo sistema é idêntico ao que se aprecia em *A. tabulatum*, ainda que não tão rigorosamente estratificadas e paralelas como naquela espécie, portanto, as seções dos brotos axilares revelam o caráter herdado da programação do esclerênquima e do sistema de lacunas, já que a medula embrionária se constitui em réplica perfeita das medulas dos caules adultos. Xilemas primário e secundário centrífugos, pontuações areoladas radiais em 1-2 (3) séries, com arranjo aracuríode no lenho final do anel e, aproximadamente podocarpóide, no lenho inicial, campos de cruzamento com 2-4 pequenas pontuações areoladas por campo; raios primários largos na origem dos rastos foliares ou de ramos; raios secundários homogêneos, unisseriados, 1-5 estratos celulares de altura.

Derivatio nominis "geraldini", homenagem ao coletor, Prof. O. Geraldini, Diretor do Ginásio Estadual de Porangaba, São Paulo (local da ocorrência).

Austroscleromedulloxylon tabulatum sp. nov.

Figs. 3D, H, 18, 25

Holótipo GP/3T 1397. Coleção de Paleontologia, IG/USP

Procedência AF/GP.8, Pedreira Parcker: Rodovia Tietê-Piracicaba (SP-127), na altura do km-36. Município de Piracicaba, São Paulo.

Horizonte Formação Irati (Idade: Permiana)

Dados estratigráficos - "Banco calcário" na base da formação; Fácies Bairrinho (MEZZALIRA, 1971); fácies dolomítica ou calcarenítica.

Dados bioestratigráficos - Litobiofácies-A (MEZZALIRA, 1971); Taoflora-D (RÖSLER, 1978); Biozona diafragma-solenóide; ocorrência de mesossaurídeos.

Caracteres do espécime Fragmento de 7cm de comprimento, por 4,5cm de diâmetro, o qual deve corresponder à fração de um caule quebrado ao nível de um nó, pois ostenta a cicatriz de um ramo, em relevo, na superfície.

Diagnose - Eustelo gimnospermico. Me-

dula pequena (menor do que 1cm de diâmetro), sub-circular com angulosidades, acanal, heterocelular; aspecto polysolenóide na seção transversal; nas seções longitudinais o esclerênquima se distribui como ninhos placoidais orientados transversalmente em relação ao eixo vertical do caule; programação horizontal dos ninhos, todos eles estruturados por escleréides que balizam um sistema de lacunas verticais, elípticas, quanto à forma, paralelas entre si e ordenadas em estratos horizontais, os escleréides dos ninhos também se ordenam em filas verticais; o formato é poligonal, isodiamétricos e lúmem em geral arredondado, canaliculos ramificados, com aspecto nodular, os quais progredem para ninhos placoidais ou tabulares, sempre horizontalizados. Cunhas do xilema plano-convexas, de larga base, cuja periferia relativa ao xilema primário compreende pontas aciculares independentes entre si; protoxilema endárqueo, xilema secundário centrífugo com pontuações areoladas radiais em arranjo misto, 1-2 seriadas, alternas ou expondo campos de pontuações opostas, sub-hexagonais a sub-arredondadas no mesmo traqueídeo (tipo podocarpóide), com frequência aparecem também grupos separados de duas, até quatro pontuações, isto é, grupos em rosácea, conforme o tipo sub-ginkgóide; campos de cruzamento com 4-6 (8) pequenas pontuações areoladas, no lenho inicial do anel e 3-4 no lenho final; raios homogêneos, unisseriados e 1-6 estratos celulares de altura; a maior incidência, porém, (75%) recai sobre os raios vasculares de 2-3 estratos celulares de altura. Rastos de ramos ou folhas simples. Anéis de crescimento regulares e nítidos.

Derivatio nominis Do latim "tabulatum", tabulado (por meio de tabuinhas ou marcos); no caso refere à medula.

Piracicaboxylon gen. nov.

Diagnose Eustelos gimnospermicos. Medula acanal, lacunosa a transicional para maciça em diferentes níveis, ao longo do eixo longitudinal do caule, contorno estelar; lacunas orientadas em sentido vertical, não estratificadas e com distribuição irregular; lacunas separadas entre si por parênquima ou por feixes colunares de razoável extensão ao longo do corpo medular e muito densos; feixes esclerenquimáticos compostos por fibro-escleréides e fibras septadas que também englobam pequenos grupos de escleréides isodiamétricos. Xilemas primário e secundário conforme os de *Paulistoxylon* e *Austroscleromedulloxylon*.

Posição sistemática - A unidade sistemática em questão foi originalmente descrita em

tese de doutoramento de MUSSA (1982), mas a presente revisão a situa em novo gênero. A razão da segregação em nova unidade se deve ao fato de o plano anatómico medular ser, de fato, bastante original, em comparação aos demais conhecidos do Gondwana, até o presente. Os quadros anatómicos longitudinais medulares lembram os do gênero *Medullopitys* KRÄUSEL 1928, porém este contém pontuações phyllocladóides nos campos de cruzamento e a medula horizontalmente septada (pelo menos em parte). Quanto a este último aspecto também se diferencia dos demais gêneros nórdicos e gondwânicos de medulas diafragmadas, cuja orientação preferencial é sempre a horizontal. Daí, portanto, a definição da nova unidade, cujos caracteres são bastante consistentes para a sua individualização.

Derivatio nominis - Relativo ao Município de Piracicaba, onde se situa a ocorrência.

Piracicaboxylon agrestinum sp. nov.

Figs. 3F, 4S, 15, 17, 19, 20, 26

Holótipo GP/3T.1239, Coleção de Paleontologia do IG/USP

Procedência AF/GP 8, Pedreira Amaral Machado, Roçovia Tietê-Piracicaba (SP-127), na altura do marco km-57, Município de Piracicaba, São Paulo.

Horizonte - Formação Irati (Permiano).

Dados estratigráficos - Nível de folhelhos pretos (pirobetuminosos) intercalados por calcário dolomítico rico em sílex; Membro Assistência (BARBOSA & GOMES, 1958).

Dados bioestratigráficos - Litobiofácies-A (MEZZALIRA, 1971). Tafloflora-D (RÖSLER, 1978); ocorrência de mesossaurídeos; biozona diafragma-solenóide.

Caracteres do espécime - Fragmento de caule cilíndrico-achatado, com cerca de 13,5 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro; cicatriz circular, côncava onde se vê, nítido, o estelo completo do ramo, inclusive com zonas de crescimento como no caule principal.

Diagnose - Eustelo gimnospermico. Medula de formato estelar exposto e irrompimento de numerosos rastos foliares ou de ramos em alguns níveis; feixes diploclíticos e multiclíticos na origem dos rastos e que mergulham no cerne, a meio percurso, rumo ao córtex. Medula heterocelular, acanal, lacunosa em certos níveis e transicional para maciça em outros; aspecto polysolenóide para a seção transversal em geral; nas seções longitudinais a ocorrência de lacunas verticais, não estratificadas, de tamanho e forma variáveis; tecido parenquimático denso presente por níveis, composto por células retan-

gulares de paredes finas, cujo eixo maior é quase sempre o horizontal e por grupos de células sub-circulares a sub-polygonais com meatos que servem de substrato à formação de lacunas; tecido medular entremeado por fibras esclerenquimáticas isoladas, ou por feixes colunares muito extensos verticalmente e, densos, estruturados por idioblastos que ora aparentam a natureza de fibras septadas, ora a de fibra-esclereídeos; os feixes mais densos às vezes englobam, em sua parte mediana, grupos ou ninhos de esclereídeos isodiamétricos, para *Medullopitys sclerótica* KRÄUSEL 1928, estruturadas, próximas a essas, foram interpretadas como as mesmas fibras relativas aos feixes, vistas no plano transversal; no caso presente, tal interpretação parece pouco provável, como o evidenciam as ilustrações; o posicionamento preferencial dos feixes mais densos se dá na periferia medular, próximo às extremidades das cunhas lenhosas, embora também ocorram no centro da medula, fibra-esclereídeos, fibras septadas e esclereídeos, em geral, estão preenchidos por material escuro, tipo resina e, por isso, deviam associar à função mecânica a secretora. Xilemas primário e secundário centrífugos; pontuações areoladas radiais 1-2-septadas; arranjo araucarióide, associado a arranjos de tipo misto, principalmente no lenho inicial do anel; campos de cruzamento araucarióides, com 2-5 pontuações de aréolas estreitas; raios unisseriados. 1-8 (10) estratos celulares de altura, homogêneos.

Derivatio nominis - Latim, "agrestinum", agreste.

OBSERVAÇÕES FINAIS

Em relação aos eustelos gondwânicos de medulas diafragmadas devem ainda ser mencionados os gêneros *Anacomedulloxylon gabriellense* PESSOA 1985 e *Corticoxylon* MONTEIRO in PESSOA (1985). O primeiro deles expõe medula lacunosa, porém o caráter não parece expressar uma relação programática, ou seja, as lacunas não se organizam em sistema definido, como refere o próprio texto da publicação (PESSOA, 1985): "O tecido se encontra bastante danificado, originando grandes lacunas irregulares na região central e periférica (Est. II, Fig. 1)" Quanto ao segundo gênero, é ainda inédito e é apenas mencionado por PESSOA em seu artigo. Está incluído numa tese de mestrado de MONTEIRO (1979, Univ. Fed. Rio Grande do Sul/IG). Apresenta relativa ordem programática das lacunas, mas os ninhos de esclereídeos, conforme as ilustrações, ocupam, preferencialmente, uma posição central; outrossim, as lacunas parecem irradiar a partir dos ninhos. *Sclero-*

medulloxylon batoviense GUERRA-SOMMER 1978 é outra espécie descrita em que parece não ocorrer disposição programática das lacunas.

AGRADECIMENTOS

Os estudos relativos a esta publicação fo-

ram, em parte, realizados no Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do IG-USP e, em parte, no Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional/UFRJ. Assim, aos professores de ambas as instituições os agradecimentos pelo apoio recebido, bem como ao CNPq, do qual a autora é bolsista-pesquisador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, O. & ALMEIDA, F.F.M. (1949) A Série Tubarão na bacia do Rio Tietê, Estado de São Paulo. Notas Prelim. Est., Div. Geol. Mineral., Dep. Nac. Prod. Min., Rio de Janeiro, 48: 16 p.
- BARBOSA, O. & GOMES, F. de A. (1958) Pesquisas do petróleo na bacia do Rio Corumbataí, Estado de São Paulo. Bol. Div. Geol. Mineral., Dep. Nac. Prod. Min., Rio de Janeiro, 171: 40 p.
- BERTRAND, C.E. (1874) Anatomie comparée des tiges et des feuilles, chez les Gnétacées et les Conifères. Ann. Sci. Nat., 5 (20): 5-153.
- DOUBINGER, J. & MARGUERIER, J. (1975) Paléoxylologie: Études anatomique comparé de *Scleromedulloxylon aveyronense* nov. gen. sp. nov. du Permien de St. Afrique. Geobios, 8(1): 25-59.
- EAMES, A.J. & MCDANIELS, L.H. (1947) Introduction to plant anatomy. 2ª ed. New York, Mc Graw-Hill, p. 155-157.
- FOSTER, A.S. (1941) Comparative studies on the structure of the shoot apex in seed plants. Bull. Torr. Bot. Club, 68(6): 339-350.
- GRAMBAST, L. (1952) Sur la signification des structures généralisées chez les Coniferales et la valeur des Protopinacées en tant que groupe. Note Acad. Sci. Séance, 10/12: 1533-1535.
- GRIS, A.M. (1872) Extrait d'un mémoire sur la moëlle des plantes ligneuses. Ann. Sci. Nat. Bot., 5(14): 34-83.
- GUERRA-SOMMER, M. (1978) Ocorrência de gênero nórdico de conífera no Gondwana sul brasileiro. Pesquisas, 10: 65-76.
- KRÄUSEL, R. (1928) in KRÄUSEL, R. & RANGE, P. (1928) Beiträge zur kenntnis der Karrformation Deutsch-Sudwest-Afrikas. Beitr. Geol. Erforsch. dtsh., Schutzgebiet, 20: 1-54.
- KRÄUSEL, R. (1949) Kritische Untersuchungen zur Diagnostik lebender und fossiler Koniferen-Hölzer, 2. Die Fossilen Koniferen-Hölzer (Unter Ausschluss von *Asuarioxylon* KRAUS). Palaeontographica, Abt. B, 89(4-6): 83-203.
- KUBART, B. (1924) Einige Bemerkungen über den diagnostischen Wert des markkörpers bei koniferen Hölzern. Ber. dt. bot. Ges., 42: 273p.
- LEPECKHINA, V.G. (1972) Woods of Palaeozoic pinoxylitic gymnosperms with special reference to north Eurasia representatives. Palaeontographica, Abt. B, 138(1-4): 44-106.
- LEWIS, F.J. & DOWDING, E.S. (1924) The anatomy of the buds of Coniferae. Ann. Bot., 38: 217-228.
- MAHESHWARI, H.K. (1972) Permian wood from Antarctica and revision of some lower Gondwana wood taxa. Palaeontographica, Abt. B, 138(1-4): 1-43.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. (1950) Anatomy of the Dicotyledons. 2 vols. Oxford Univ. Press. England: 1500p.
- MEZZALIRA, S. (1971) Contribuição ao conhecimento da geologia de sub-superfície e da paleontologia da Formação Irati, no Estado de São Paulo. Ann. Acad. brasil. Ciênc., 43 (supl.): 273-336.
- MUSSA, D. (1982) Lignitofloras permianas da Bacia do Paraná, Brasil (Estados de São Paulo e Santa Catarina). Tese de Doutorado, IG-USP, 463p., Ets. 1-90 (inédito).
- MUSSA, D. (1986) As formas gondwânicas do grupo solenóide e a sua posição estratigráfica. An. Acad. brasil. Ciênc., 58(1): 61-88.
- MUSSA, D., GAMA-DE-CARVALHO, R.; SANTOS, P.R. (1980) Estudo estratigráfico e paleoecológico em ocorrências fossilíferas da Formação Irati, Estado de São Paulo, Brasil. Bol. IG-USP, 11: 142-149.
- PESSOA, R.H.C. (1985) Madeiras gimnospermicas no Irati do Rio Grande do Sul: Observações sobre anatomia, sistemática e paleoecologia. VIII Congr. brasil. Paleontol., Coletânea de Trabalhos Paleontológicos, Dep. Nac. Prod. Min., Sér. Geol., 27, Seção Paleontol. Estratigr., 2: 623-639.
- RÖSLER, O (1975) Tafoflóras gondwânicas do Brasil. II - Ocorrência de Rio da Estiva (Permiano-Formação Rio Bonito, Santa Catarina). Bol. IG-USP, 6: 1-11.

RÖSLER, O. (1978) The Brazilian eogondwanic floral succession. Bol. IG-USP, 9: 85-91.

ROTHERT, W. (1899) Ueber parenchymatische tracheiden und harzgänge im Mark von *Cephalotaxus*-Arten. Berichte/d. Dts. Bot. Gesellsch., 17: 275-290.

VOGGELEHNER, D. (1965) Untersuchungen zur Anatomie und Systematik der verkieselten Hölzer aus dem fränkischen und südthuringischen Keuper. Erlanger Geol. Abh., 59: 1-76.

ESTAMPA 1

Figuras 5, 9 — *Paulistoxylon inflatum* sp. nov. e *Paulistoxylon* sp.1, vista geral dos espécimes. Observa-se a morfologia lobulada do caule e cicatrizes em sub-verticais de arranjo helicoidal (Fig. 9). Figuras 6, 12 — Seções transversais dos caules lobulados (em rosácea) de *Paulistoxylon inflatum* (Fig. 6) e *Paulistoxylon* sp.2 (Fig. 12). Observa-se a disposição simétrica dos rastos de ramos ou folhas. Figuras 7, 13 — Seções radiais passando pelas medulas de *Paulistoxylon inflatum* sp. nov. (Fig. 7) e *P. formosum* sp. nov. (Fig. 13). Observar a natureza diafragmada da medula, com lacunas fortemente tendentes à horizontalidade. Figuras 8, 14 — Seções transversais dos caules lobulados de *Paulistoxylon inflatum* sp. nov. e *Paulistoxylon formosum* sp. nov. Observar o caráter diafragmada das medulas. Figura 10 — Seção transversal de *Paulistoxylon inflatum* sp. nov., onde se observa a fusão e mergulho, no cerne, de um rasto múltiplo. Em px, grupos de elementos primários imersos no parênquima medular periférico. Figura 11 — Corte longitudinal do espécime referente a *Paulistoxylon* sp.2: a medula está presente sob a forma de um molde arenítico do tipo *Artisia*. Figuras 15 — Seção radial do xilema secundário de *Piracicaboxylon agrestinum* ao nível do lenho final de um anel estacional. Figura 16 — Seção tangencial passando por um broto axilar, em *Paulistoxylon formosum* sp. nov. Observa-se a formação de lacunas orientadas a partir da medula do estelo embrionário.

ESTAMPA 2

Figuras 17, 19 — Corte transversal em diferentes níveis do caule de *Piracicaboxylon agrestinum* sp. nov. em que a medula ora se mostra lacunosa (Fig. 19), ora transicional para maciça (Fig. 17). Figuras 18, 25 — Seção radial passando pela medula de *Austroscleromedulloxylon tabulatum* sp. nov.; vista de detalhe (Fig. 18) e vista geral (Fig. 25). Observar as seqüências de lacunas verticais e estratificadas, balizadas por ninhos de esclerenquima, placóides e horizontais. Figuras 20, 22, 26 — Seções radiais passando pela medula de *Piracicaboxylon agrestinum* sp. nov.; vista geral (Fig. 26); detalhe do tecido parenquimatoso entremediado por fibras ou fibro-escleróides (Fig. 20); detalhe de um feixe esclerenquimatoso colunar, composto por fibras septadas ou fibro-escleróides, concentrando material escuro, do tipo da resina, os quais, englobam, em sua região mediana, verdadeiros escleróides (Fig. 22). Figura 23 — Seção transversal de *Austroscleromedulloxylon geraldinii* sp. nov.: o estelo de um broto axilar foi seccionado longitudinalmente e a medula expõe ninhos ou plataformas esclerenquimáticas e um sistema programático de lacunas verticais. Figura 24 — Seção radial do xilema secundário de *Paulistoxylon inflatum* sp. nov. ao nível do lenho inicial de um anel estacional. Figura 27 — Seção radial em que se focaliza um campo limitante do xilema secundário como primário em *Paulistoxylon inflatum* sp. nov., e onde os campos de cruzamento iniciais aparecem com pontuações de tipo agathióide. Figura 28 — Seção radial: escleróides das placas esclerenquimáticas de *Austroscleromedulloxylon geraldinii* sp. nov. Figura 29 — Seção tangencial do mesmo espécime onde aparece, em corte transversal, o estelo de um broto axilar.