UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

LIGNITAFLORES PERMIANAS DA BACIA DO PARANÁ, BRASIL.
(Estados de São Paulo e Santa Catarina)

Volume I

Diana Mussa

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Rocha Campos

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO EXAMINADORA

	nome	ass.
Presidente:	<u>Dr. A.C. Rocha Campos</u>	<u>N. Rocha Campos</u>
Examinadores:	<u>Dr. Josué C. Mendes</u>	<u>José Carlos Mendes</u>
	<u>Dra. Nanuza Menezes</u>	<u>Nanuza Menezes</u>
	<u>Dra. Berta L. de Morretes</u>	<u>Berta L. de Morretes</u>
	<u>Dr. José H. Millan</u>	<u>José Henrique Millan</u>

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005290

São Pa
1982

ÍNDICE
VOLUME I

1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	5
3. BREVE HISTÓRICO SOBRE AS PESQUISAS LIGNITAFLORIÍSTICA NA BACIA DO PARANÁ	10
4. TÉCNICAS DE PREPARAÇÃO DE LÂMINAS	18
4.1. INTRODUÇÃO	18
4.2. COLORAÇÃO	18
4.3. MONTAGEM DAS LÂMINAS	19
4.4. DESENHOS E FOTOMICROGRAFIAS	20
4.5. CADASTRAMENTO DE AMOSTRAS	21
5. ESTUDO TAFONÔMICO: LIGNISPÉCIMES DAS FORMAÇÕES PERMIANAS DA BACIA DO PARANÁ	27
5.1. GENERALIDADES	27
5.2. CONCEITOS, TERMINOLOGIA	29
5.3. POSSÍVEIS RELAÇÕES ENTRE AS TEXTURAS DE SILICIFICAÇÃO DO LENHO E O AMBIENTE DE SEDIMENTAÇÃO	33
5.3.1. Texturas Cristalinas das Rochas Silicosas e dos Lignispécimes Permineralizados	33
5.3.2. Método, Aplicações e Orientações do Estudo Tafonômico dos Lignispécimes	36
5.4. PRIMEIROS RESULTADOS DO ESTUDO TAFONÔMICO	45
5.4.1. Sub-grupo Itararé	45
5.4.2. Formação Tatuí	49
5.4.3. Formação Rio Bonito	51
5.4.4. Formação Irati	58
5.4.5. Formação Estrada Nova	68

6. PALEOANATOMIA DO LENHO - METODOLOGIA	72
6.1. INTRODUÇÃO	72
6.2. CONCEITUAÇÃO PALEOANATÔMICA DA MEDULA	75
6.2.1. Generalidades	75
6.2.2. Medula e a Sistemática dos Lenhos Fósseis	78
6.3. CORPO VASCULAR PRIMÁRIO	91
6.3.1. Generalidades	91
6.3.2. Sistemática dos Lignispécimes Gondvânicos, de acordo com a Configuração do Corpo Lenhoso Primário	102
6.4. O CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO	108
6.4.1. Generalidades	108
6.4.2. Metodologia Adotada na Classificação dos Espécimes de Lenho Secundário(Gondvânicos)	112
6.4.3. Opção Sistemática Concernente aos Espéci- mes de Lenho Secundário Gondvânicos	114
6.4.4. Planos Anatômicos Secundários Característi- cos do Gondvana	116
7. APRECIÇÃO E CRÍTICA DA SISTEMÁTICA DOS LIGNISPÉCIMES DA PROVÍNCIA PALEOFLORÍSTICA GONVÂNICA	125
7.1. GRUPO COMPLEXO <i>DADOXYLON</i> ENDLICHER	128
7.2. MORFOGÊNEROS DO GRUPO COMPLEXO <i>VERTEBRARIA</i>	138
<i>Vertebraria</i> ROYLE 1839	143
<i>Schopfiicaulia</i> gen.nov.	144
<i>Tordoxylon</i> KRÄUSEL 1956	146
<i>Myelontordoxylon</i> MUSSA 1978	153
<i>Torosoxylon</i> gen.nov.	155
<i>Solidoxylon</i> gen.nov.	157
7.3. MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR APRESENTAREM MEDU- LA MACIÇA E PROTOXILEMA MESÁRQUEO	158
<i>Taeniopitys</i> KRÄUSEL 1962	158
<i>Abietopitys</i> KRÄUSEL 1928	160
<i>Taxopitys</i> KRÄUSEL 1928	163
<i>Phyllocladopitys</i> KRÄUSEL 1928	165

7.4. MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR APRESENTAREM ME- DULA MACIÇA E PROTOXILEMA TRANSICIONAL (MESO E ENDÂRQUEO)	167
<i>Antarticoxylon</i> SEWARD 1914	167
<i>Brasilestitoxylon</i> MUSSA 1978	170
7.5. MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR APRESENTAREM ME- DULA MACIÇA E PROTOXILEMA ENDÂRQUEO	172
<i>Damudoxylon</i> MAHESHWARI 1966, 1972	172
<i>Trigonomyelon</i> WALTON 1925	179
<i>Protopodocarpitys</i> MUSSA 1978	182
<i>Kaokoxyton</i> KRÄUSEL 1928	183
<i>Parataxopitys</i> MANIERO 1951	189
<i>Kraeuselpitys</i> gen.nov.	191
<i>Megaporoxylon</i> KRÄUSEL 1956	192
7.6. MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR MEDULAS LACUNOSAS, DIAFRAGMADAS E DISCOIDAIIS OU MACIÇAS-TRANSICIONAIS	194
<i>Medullopitys</i> KRÄUSEL 1928	194
<i>Paulistoxylon</i> gen.nov.	196
<i>Paranaseptoxylon</i> gen.nov.	198
<i>Australoscleromedulloxylon</i> MUSSA 1980	200
<i>Solenoxylon</i> KRÄUSEL 1956	201
<i>Solenobrasilioxylon</i> MUSSA 1978	204
<i>Polysolenoxylon</i> KRÄUSEL & DOLIANITI 1958	206
<i>Barakaroxylon</i> SURANGE & MAITHY emend. KULKARNI, MAITHY & SURANGE 1972	213
<i>Atlanticoxylon</i> gen.nov.	218
<i>Petalopitys</i> gen.nov.	220
7.7. MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR MEDULAS MACIÇAS CA- NALOSAS E PROTOXILEMA TRANSICIONAL (MESO E ENDÂR- QUEO)	221
<i>Solenopitys</i> KRÄUSEL & DOLIANITI 1958	221
<i>Catarinopitys</i> gen.nov.	224

8. SISTEMÁTICA - ESPÉCIMES PERMIANOS DA BACIA DO PARANÁ	229
8.1. FORMAÇÃO RIO BONITO	229
<i>Schopfiicaulia peripaludica</i> nov.gen.et sp.nov.	229
<i>Myelontordoxylon catarinense</i> sp.nov.	237
<i>Catarinopitys bittancourtii</i> nov.gen.et sp.nov.	246
<i>Abietopitys takedai</i> sp.nov.	254
<i>Solidoxylon mafrense</i> nov.gen.et sp.nov.	261
<i>Paulistoxylon formosum</i> sp.nov.	267
<i>Damudoxylon delicatum</i> sp.nov.	274
<i>Taeniopitys estivense</i> sp.nov.	280
8.2. FORMAÇÃO IRATI	286
<i>Taeniopitys transatlantica</i> sp.nov.	286
<i>Kaokoxylo rioclarense</i> sp.nov.	291
<i>Brasilestiloxylon piracicabense</i> MUSSA 1978 emend	298
<i>Brasilestiloxylon sclerionatum</i> sp.nov.	305
<i>Brasilestiloxylon assisteense</i> sp.nov.	311
<i>Taxopitys jolyi</i> sp.nov.	316
<i>Kraeuselpitys scalpturata</i> sp.nov.	323
<i>Austroscleromedulloxylon geraldinii</i> nov.gen.et sp.nov.	328
<i>Paulistoxylon inflatum</i> nov.gen.et sp.nov.	334
<i>Paranaseptoxylon tabulatum</i> nov.gen.et sp.nov.	341
<i>Paranaseptoxylon agrestinum</i> sp.nov.	346
<i>Polysolenoxylon manieroi</i> sp.nov.	354
<i>Atlanticoxylon marginatum</i> sp.nov.	361
<i>Atlanticoxylon salpicatum</i> sp.nov.	368
<i>Atlanticoxylon foraminatum</i> sp.nov.	373
<i>Atlanticoxylon scallionatum</i> sp.nov.	379
<i>Petalopitys alaeornata</i> nov.gen.et sp.nov.	384
<i>Petalopitys surangei</i> sp.nov.	390
<i>Polysolenoxylon septosum</i> sp.nov.	395
<i>Solenobrasilioxylon irinei</i> MUSSA 1978	400
<i>Solenopitys rusticana</i> sp.nov.	402
<i>Solenopitys picturata</i> sp.nov.	406
<i>Polysolenoxylon taguaiense</i> sp.nov.	410
<i>Atlanticoxylon porangabense</i> sp.nov.	416
<i>Protopodocerpitys roeslerii</i> sp.nov.	419

<i>Antarticoxylon seawardii</i> MUSSA 1978	421
<i>Torosoxyton striaeornatum</i> nov.gen.et sp.nov.	423
<i>Torosoxyton triangulatum</i> sp.nov.	425
8.3. FORMAÇÃO ESTRADA NOVA	426
<i>Taeniopitys jucunda</i> sp.nov.	426
<i>Tordoxyton silvaticum</i> sp.nov.	430
<i>Damudoxylon</i> sp.	432
9. ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS E ESTRATIGRÁFICOS -DISCUSSÃO	435
10. BIBLIOGRAFIA	445

VOLUME II

ESTAMPAS: 1 a 90

ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Localização da área estudada na Bacia do Paraná	8
Figura 2 - Afloramentos do Grupo Passa Dois no Estado de São Paulo	11
Figura 3 - Afloramentos do Sub-grupo Guatã em Santa Catarina	11
Figura 4 - Esboço geológico da região entre Mafra e Papanduva, SC	52
Figura 5 - Secção colunar - afloramentos de Rio da Estiva (Formação Rio Bonito - SC)	53
Figura 6 - Esboço geológico das localidades fossilíferas abordadas no Estado de São Paulo	60
Figura 7 - Secções colunares dos principais afloramentos da Formação Irati, SP	67
Figura 8 - Províncias paleoflorísticas gondvânicas contemporâneas do Gondvana (adaptado de SEWARD, 1914)	70
Figura 9 - Sistema secretor nas medulas de lignispécimes gondvânicos	90
Figura 10 - Evolução ontogenética do sistema vascular das plantas (seg. CHAUVEAU, 1911)	95
Figura 11a- Transformação ontogenética dos traqueídeos, com a evolução do tipo de espessamentos espiralados ao tipo de pontuação areolada (seg. ALEXANDRIEV, 1928 (apud. ZIMMERMANN, 1956)	95
Figura 11b- Idem, ZIMMERMANN, 1956	95
Figura 12 - Atuação dos processos elementares na formação dos caules das plantas de hábitos continentais (ZIMMERMANN, 1952)	102
Figura 13 - Deslocamentos do protoxilema durante a evolução estélica (ZIMMERMANN, 1954)	102
Figura 14 - Tipos de protoxilema em espécimes da província paleoflorística gondvânica	103
Figura 15 - Planos anatômicos secundários recentes mais próximos dos gimnospermicos e gimnospermóides gondvânicos	117

Figura 16 - Reconstruções do plano anatômico da <i>Vertebra</i> (I, II) <i>ria indica</i> ROYLE e de morfogêneros gondvâni- cos afins	142
Figura 17 - Blocos-diagrama: morfogêneros caracterizados por medulas maciças e protoxilema mesárqueo	161
Figura 18 - Blocos-diagrama: morfogêneros caracterizados por medulas maciças e protoxilema (meso e en- dárqueo)	168
Figura 19 - Blocos-diagrama: morfogêneros caracterizados por medulas maciças e protoxilema endárqueo	174
Figura 20 - Blocos-diagrama: morfogêneros caracterizados por medulas maciças e protoxilema endárqueo	186
Figura 21 - Blocos-diagrama: morfogêneros caracterizados por medulas lacunosas, diafragmadas ou discoi- dais	198
Figura 22 - Blocos-diagrama: morfogêneros caracterizados por medulas lacunosas, diafragmadas ou discoi- dais	204
Figura 23 - Blocos-diagrama: morfogêneros caracterizados por medulas canalosas, maciças ou transicio- nais, lacunosas, diafragmadas ou discoidais e protoxilema endárqueo	217
Figura 24 - Blocos-diagrama: morfogêneros caracterizados por medulas maciças, canalosas e protoxilema mesárqueo ou transicional	223
Figura 25 - Reconstituição hipotética do eixo de <i>Schopfi-</i> <i>icaulia peripaludica</i> gen. et sp.nov.	231
Figura 26 - <i>Myelontordoxylon catarinense</i> sp.nov.: desenhos esquemáticos de campos medulares (A) e traços em pleno corpo secundário do lenho(B)	244
Figura 27 - <i>Catarinopitys bittancourtii</i> gen.et sp.nov.:de- senhos esquemáticos da secção transversal,vis- ta geral(A); células medulares em vista trans- versal (B,C) e radial(E,F)	252
Figura 28 - <i>Abietopitys takedai</i> sp.nov.: desenhos esquemá- ticos de campos da secção transversal com pro- toxilema mesárqueo(A), endárqueo(B) e (C) vis- ta geral da secção	260
Figura 29 - <i>Solidoxylon mafrense</i> gen.et sp.nov.: desenhos esquemáticos da secção transversal ao nível de uma ramificação(A); campos de cruzamento pe- culiars(B)	261

Figura 30 - <i>Kaokoxydon rioclarense</i> sp.nov.: desenho esquemático da programação do sistema esclerenquimatoso em conexão com elementos do corpo lenhoso primário	297
Figura 31 - <i>Brasilestiloxylon scleriornatum</i> sp.nov.: desenho esquemático da programação do sistema esclerenquimatoso medular	310
Figura 32 - <i>Brasilestiloxylon assisteense</i> sp.nov.: desenho esquemático da programação do sistema esclerenquimatoso medular	314
Figura 33 - <i>Parana septoxylon agrestinum</i> sp.nov.: desenho esquemático da programação do sistema esclerenquimatoso medular	351
Figura 34 - <i>Polysolenoxylon manieroi</i> sp.nov.: desenhos esquemáticos de campos medulares: em vistas transversal(A) e radial(B)	359
Figura 35 - <i>Atlanticoxylon foraminatum</i> sp.nov.: desenhos esquemáticos de campos medulares: em vista transversal (A) e radial (B)	378
Figura 36 - <i>Solenobrasilioxylon irineii</i> MUSSA: desenhos esquemáticos de campos medulares: em vista transversal (A) e radial (B)	401

TABELAS

Tabela 1 - Localidades estudadas: posição estratigráfica dos afloramentos fossilíferos	22
Tabela 2 - Relação das amostras abordadas no presente trabalho	23
Tabela 3 - Terminologia adotada por diferentes autores, quanto às silicificações do lenho e a terminologia usual, com respeito às rochas sedimentares silicosas	30
Tabela 4 - Formação de texturas cristalinas em lignispecímes silicificados(adaptado de SCHOPF, 1971)	32
Tabela 5 - Síntese das texturas mais comuns em rochas silicosas (Adaptado de REVUELTA, 1976)	35
Tabela 6 - Formação de texturas em rochas silicosas - Esquema de FOLK & PITTMANN (1972)	37
Tabela 7 - Processos de formação de rochas silicosas e texturas resultantes (REVUELTA, 1972)	38

Tabela 8 - Influência dos fatores ambientais na formação de texturas cristalinas em rochas silicosas (adaptado de SCHOPF, 1971; FOLK & PITTMANN, 1972 e REVUELTA, 1972)	40
Tabela 9 - Situação estratigráfica das amostras ilustradas no estudo tafonômico	44
Tabela 10 - Síntese dos resultados do estudo petrográfico das amostras com respeito às formações abordadas	44
Tabela 11 - Estruturas sedimentares e ambientes de sedimentação prováveis, durante o Paleozóico na Bacia do Paraná (simplificado de THOMAS FILHO & MEDEIROS, 1974)	46
Tabela 12 - Relações cronoestratigráficas entre as formações sedimentares do flanco leste da Bacia do Paraná, durante o Paleozóico (MEDEIROS & THOMAS FILHO, 1973, modificado por ROCHA-CAMPOS & RÖSLER, 1978)	47
Tabela 13 - Litobiofácies da Formação Irati (Quadro 1 de MEZZALIRA, 1971 - modificado)	70
Tabela 14 - Distribuição do esclerênquima medular em formas gimnospérmicas recentes	81
Tabela 15 - Configurações do esclerênquima medular nas formas gimnospérmicas ou gimnospermóides gondvânicas	82
Tabela 16 - Síntese de localização dos canais secretores nas radículas de plantas gimnospérmicas recentes, segundo VAN TIEGHEM (1891)	87
Tabela 17 - Síntese, segundo VAN TIEGHEM (1872) e vários autores, sobre a ocorrência de canais secretores no corpo adulto de plantas gimnospérmicas recentes	87
Tabela 18 - Classificação do protoxilema nas formas gimnospérmóides e gimnospérmicas gondvânicas conforme a configuração	99
Tabela 19 - Classificação das formas gondvânicas de acordo com a configuração do protoxilema	104
Tabela 20 - Planos anatômicos de lenhos secundários mais predominantes: A - Província paleoflorística angariana; B - província paleoflorística gondvânica	124

Tabela 21 - Morfogêneros gondvânicos caracterizados pela presença de medulas canalosas	228
Tabela 22 - Distribuição estratigráfica dos morfogêneros gimnospermóides e gimnospêrmicos do Gondvana brasileiro	441
Tabela 23 - Distribuição estratigráfica dos morfogêneros gimnospermóides e gimnospêrmicos do Gondvana do SW Africano	442
Tabela 34 - Distribuição estratigráfica dos morfogêneros gimnospermóides e gimnospêrmicos do Gondvana da Índia	443
Tabela 25 - Distribuição estratigráfica dos morfogêneros gondvânicos: correlação e síntese	444

QUADRO

Quadro 1 - Quadro comparativo das espécies de <i>Damudoxylon</i> MAHESHWARI	278
---	-----

RESUMO

Os espécimes de lenho fóssil concentram grande potencial de informações, seja sobre o ambiente de vida da planta, seja sobre o ambiente de sedimentação. Daí resultou o enfoque inicial sob o prisma da tafonomia e, posteriormente, sob o prisma da anatomia, sistemática e ecológica. Com isso procurou-se a montagem de um método de estudo voltado somente para os lenhos fósseis.

Os resultados do estudo tafonômico são preliminares. Representam um ensaio do método, a partir da premissa de que o tempo de vida da planta, a sedimentação das respectivas seqüências e, no mínimo, os primeiros eventos da fossilização, transcorreram nos limites de um mesmo ciclo deposicional. Da mesma maneira, os mesmos agentes que atuaram durante o referido ciclo interferiram sobre a planta, em vida, e, "post-mortem", durante as fases da fossilização. As correspondências existentes mereceram averiguações. Até o presente as investigações paleoanatômicas eram conduzidas da mesma maneira que para os lenhos recentes, resultando uma lacuna no terreno da estratigrafia e a polarização no campo da sistemática formal. Os resultados do estudo tafonômico deixam entrever sua profícua aplicabilidade no campo da bioestratigrafia. As gerações cristalinas formadas sobre as paredes celulares, durante a permineralização, refletem as condições diagenéticas da bacia de deposição; os caracteres anatômicos de maior realce, no plano lenhoso dos espécimes, refletem as condições ambientais da bacia, durante o tempo de vida da planta. Foram investigadas amostras representativas desde as oriundas das camadas Capivari às procedentes da Formação Estrada Nova, sob o prisma da tafonomia. De maneira geral as texturas cristalinas presentes complementaram as informações disponíveis sobre o ambiente de sedimentação das respectivas formações. As averiguações sobre a anatomia ecológica confirmam, de modo razoável, as idéias existentes sobre o ambiente deposicional da bacia durante os ciclos questionados. Em caso de contradições entre as correspondências aventadas é possível admitir o retrabalhamento e o transporte do espécime, portanto, sua exclusão das avaliações.

Quanto às conclusões bioestratigráficas observa-se, "a priori", correlações sugestivas entre as associações lignitafo-florísticas das Formações Irati (Brasil) Barakar (India) e White Band (SW Africano); de modo incompleto, por falta de estudos estatísticos do lenho, entre as Formações Estrada Nova (Brasil), Ranniganj (India) e, pelo menos parcialmente, Eccra (SW Africano).

Com respeito aos estudos anatômicos também se fez a re formulação dos métodos de investigação. Esta apoia-se em resulta dos muitas vezes inabordados, ou esquecidos, de anatomistas mais antigos como VAN TIEGHEM (1872), CHAUVEAU (1911), entre outros, cujos conceitos, no que toca ao estelo das plantas fósseis, nor tearam de maneira fundamental as determinações ora discutidas. Des sa abordagem resultou a revisão dos estudos existentes sobre lig nispécimes permianos da Bacia do Paraná e gondvânicos em geral. Resultou, também, uma chave de determinação a qual congregou os morfogêneros, por grupos, de acordo com as feições de maior destaque presentes no estelo. A apreciação e a crítica concernentes aos morfogêneros dos respectivos grupos compreendem, na verdade, o desenvolvimento metodológico pelo qual se orientou nas determi nações sistemáticas.

Da presente revisão resultou a proposição de vários no vos taxa. Da Formação Rio Bonito foram descritos os novos morfo gêneros *Schopfiacaulia* nov.gen *Catarinopitys* nov. gen. e *Solidoxylon* nov.gen.. Com respeito à Formação Irati foram reconhecidos *Kraeuselpitys* nov.gen., *Paulistoxylon* nov.gen., *Paranaseptoxylon* nov.gen., *Atlanticoxylon* nov.gen. e *Petalopitys* nov. gen.. As demais formas descritas compreendem espécies novas de morfogêneros conhecidos em publicações. Absteve-se de descrever amostras concernentes a espécies já conhecidas dos respectivos morfogêneros, a não ser nos casos em que se tornou útil a sua inclusão, para efeito de emendas ou de melhores esclarecimentos quanto à anatomia. A relação das novas espécies descritas consta da Tabela 22 do texto.

* * * * *

O presente trabalho compreende uma longa jornada de atividades em diversas ocasiões interrompida, contudo, inevitavelmente. Essas nem sempre foram levadas a efeito num único local. Portanto, o número de pessoas e instituições às quais se deseja agradecer é muito grande. Seria praticamente impossível nomeá-las a todas. Por isso em primeiro lugar expressa-se a admiração por todas as instituições científicas do país voltadas para as investigações botânica, paleobotânica e bioestratigráfica onde a acolhida e o honroso apoio jamais faltaram em diferentes ocasiões. É de modo especial, porém, que se expressa agradecimentos à COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, a cujo quadro de pesquisadores pertenceu a signatária deste até agosto de 1979; assim também ao INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO onde se abriu a perspectiva da articulação da autora (de 1973 a 1979), para o desenvolvimento deste trabalho; ao MUSEU NACIONAL do RIO de JANEIRO, cuja acolhida assegurou o desfecho final do mesmo; ao CONSELHO NACIONAL de DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO e TECNOLÓGICO, pelo seguro apoio durante o desenvolvimento do mesmo.

Particularmente ressaltam-se agradecimentos: ao Prof. Dr. JOSUÉ CAMARGO MENDES, ao Prof. Dr. SETEMBRINO PETRI e Prof. Dr. REINHOLT ELLERT que, como diretores do IG facilitaram a permanência da autora para a efetuação do trabalho. Igualmente ao Prof. Dr. ANTONIO CARLOS ROCHA-CAMPOS, chefe do Depto. de Paleontologia e Estratigrafia do IG-USP o qual facultou todos os caminhos e foi também o ORIENTADOR da tese; à sua pessoa o reconhecimento pelas valiosas sugestões, e, muito, ainda, por sua simpática benevolência em ocasiões de inevitáveis intercepções no desenvolvimento dos trabalhos. A todos os componentes do Depto. de Paleontologia e Estratigrafia o meu apreço, especialmente aos colegas e professores Dra. MARY E.C.B.O. BABINSKY, Dr. OSCAR RÖSLER, Dr. RONALDO GAMA DE CARVALHO, Professores PAULO R. dos SANTOS e A.R. SAAD pela colaboração em coletas de amostras e em trabalhos de campo. Aos Professores ARMANDO M. COIMBRA e Dr. JOSE MOACYR VIANNA COUTINHO, pela colaboração na interpretação petrográfica das amostras e valiosas sugestões aqui endossadas. Pela ajuda na

obtenção de bibliografia de difícil acesso, opiniões, consultas a laminários, particulares ou de instituições, agradecimentos ao Dr. WOLFANG VOLKHEIMER (Museo Argentino de Ciencias Naturales); ao Dr. JORDANO MANIERO (IGG,SP); à Dra. BERTHA LANGE-de-MORRETES (Depto. de Botânica, USP) e ao Dr. HONÓRIO MONTEIRO Fº (Jardim Botânico do Rio de Janeiro). Pela especial ajuda com a indicação de localidades fossilíferas novas, coleta ou empréstimo de amostras, para o estudo: ao Prof.Dr. F. TAKEDA(UFSC); ao Dr. JEFFERSON BITTANCOURT (Diretor do DER, região de Mafra,SC); ao Prof. F.GERALDINI (Diretor do Ginásio Estadual de Porangaba, SP): ao Prof. IRINEU MARQUES de SOUZA (Depto. de Geologia Econômica, IG/USP).

Sobrepõem-se, ainda, agradecimentos: à Sra. MELANIE T. ISAUK pela exímia preparação de cerca de sete centenas de lâminas petrográficas aqui discutidas; ao Sr. JOSÉ PONCHIROLLI pela valiosa colaboração na revisão, complementação datilográfica e difícil montagem final do texto para a impressão; à Sra. NAIR de CAMPOS LOUZADA, pelo apurado trabalho datilográfico; ao Sr. JAIME ALVES da SILVA e equipe pelo cuidadoso trabalho de impressão e preparação final dos volumes; ao Sr. JAIME da SILVA MARQUES, pelo apreciável trabalho de reprodução fotográfica das ESTAMPAS; à Sra. ITACY KROEHNE pelos desenhos de perfis e mapas geológicos; ao Sr. L.C.CASEIRO pela ordenação e cadastramento das amostras; ao Sr. RICARDINO PEREIRA DA SILVA pela colaboração na preparação de "peels" e de lâminas em geral. Ao Sr. ANTONIO B. PACHECO JR. pela ajuda na montagem final do texto.

Não se poderia encerrar essa sequência de agradecimentos sem relembrar a memória dos que se foram antes do término deste trabalho os quais diretamente colaboraram em seu desenvolvimento: Prof. Dr. CALVINO MAINIERI (IPT,SP), com sugestões e apreciações valiosas; Dra. LWDWIGA ZCIKORSKA (DNPM, Rio de Janeiro), tradutora de muitos trabalhos em língua germânica, possibilitando amplas consultas.

2 - INTRODUÇÃO

LIGNITAFLORES* PERMIANAS DA BACIA DO PARANÁ, BRASIL

O início deste trabalho é marcado por inevitável confronto, face ao aprofundamento a que se propôs, quanto ao estudo dos lignispécimes permianos da Bacia do Paraná. Por exemplo, registra-se, de um lado, o apreciável acervo de publicações relativas a espécimes oriundos das demais regiões do globo, notadamente do hemisfério norte. De outro, a notável escassez de dados sobre os lignispécimes das formações sedimentares do hemisfério austral, especialmente as sulamericanas.

No hemisfério boreal foram abrangidas as formas vegetais desde as mais antigas conhecidas do ponto de vista paleoanatômico. Seguiu-se, então, o progresso, no sentido da integração de informações com os resultados das investigações em outras áreas, específicas, da paleobotânica e da estratigrafia.

Em nosso meio os estudos paleoanatômicos são raros, apesar do reconhecível incremento nos últimos anos. Até antes da última década referiam-se, quase todos, a espécimes isolados ou fragmentariamente coletados em uma ou outra das formações sedimentares conhecidas. De modo geral representavam peças colhidas, ocasionalmente, no ensejo de outras atividades geológicas, e cuja situação estratigráfica os próprios coletores, em muitos casos, consideraram duvidosas. Adicionalmente nem sempre os espécimes estudados compreendiam frações completas do estelo, mas, restringiam-se, apenas, ao corpo secundário do lenho. Dessa maneira, encontra explicação o atual desnível entre os resultados

**Lignitaflores*: termo proposto por A. A. YATSENKO-KHMELEVSKY (1948, 1954) para definir o complexo de espécies existentes em determinada região, descritas com base em fragmentos de lenhos fósseis. O termo foi criado do mesmo modo que *Tafoflora*, segundo A.L.TAKHTAJAN (1956, 1964) o qual, por sua vez, se destina a definir o complexo de espécies de plantas fósseis de uma região.

paleontológicos ensejados pelos estudos paleoanatômicos e os campos diversos da paleobotânica, particularmente no que diz respeito a utilização biostratigráfica. Conforme se realça, desde o início ocorreu, em nosso país, e por sucessivos anos, verdadeira colocação à margem dos estudos lignitafoflorísticos. Hoje, apenas o Permiano da Bacia do Paraná começa a oferecer número razoável de publicações. Há, pois, um imenso claro que para ser recoberto requer a extensão dos estudos ao maior número de espécimes por localidade, e ao maior número de localidades fossilíferas por formação sedimentar. Primeiro, em relação a uma única formação, nos âmbitos da mesma bacia, e, posteriormente, quanto a formações sucessivas. Após isso, a abordagem em relação a formações contemporâneas de outras bacias. Esse procedimento permitirá um tratamento de caráter quantitativo sobre a composição das assembléias lignitafoflorísticas e sua comparação com outras contemporâneas.

Sob outro prisma, sabe-se que o espécime de lenho fóssil é um verdadeiro potencial de informações, seja sobre o ambiente de vida da planta, seja sobre o ambiente de fossilização. Em ambos os casos as averiguações podem fornecer subsídios complementares em torno do ambiente de sedimentação das respectivas formações. A integração de todos esses aspectos não foi ainda tentada nos trabalhos disponíveis na literatura, mas, constitui um empreendimento necessário nos dias atuais. Portanto, diversos graus de aprofundamento, do estudo de espécimes, fossilizados, de lenhos, merecem ser levados a efeito de maneira progressiva e o presente trabalho não passa, porém, de um começo. Constitui, na verdade, um ensaio metodológico. Inicia-se pelo estudo tafonômico dos lignispécimes abordados; completa-se com observações de ordem paleoecológica e com uma revisão, no campo da sistemática. Esta última resultou do propósito de reformular aspectos do método de estudo paleoanatômico. Isto fez com que se voltasse, muitas vezes, aos trabalhos botânicos mais antigos, cujas ilustrações e resultados muito mais se adaptam às interpretações paleoanatômicas do que, propriamente, à anatomia sistemática dos lenhos recentes. Sendo assim, cada capítulo se inicia por um desenvolvimento metodológico próprio ao assunto.

E por essa razão alguns conceitos clássicos e básicos foram de novo aventados no sentido de melhor substanciar as diretrizes propostas na revisão levada a efeito.

Devido à impossibilidade de ilustrar, num único trabalho, os quadros anatômicos existentes, em espécimes, oriundos de todas ou quase todas as formações permianas da Bacia do Paraná, ou oriundos de todos os estados brasileiros, abarcados nos limites dessa bacia, teve-se, apenas, a algumas localidades da Formação Rio Bonito (SC), da Formação Irati (SP) e da Formação Estrada Nova (SP). Mesmo assim, o número de Estampas que acompanha o texto atingiu a cerca de noventa. Compõem quase que um pequeno atlas sobre a anatomia dos lignispecímenes gondvânicos, da Bacia do Paraná, no qual se incluem, também, ilustrações sobre o modo como se processou a fossilização, nos espécimes representativos, dessas formações.

Os nomes de cidades indicados nas Figuras 1-B e 1-C do texto são pontos de referência concernentes às localidades fossilíferas situadas nos arredores. O Quadro 1 condensa informações sobre as referidas localidades. Em Santa Catarina, das três localidades mencionadas, uma, (Salete), foi abordada, somente, do ponto de vista tafonômico; quanto às amostras das demais localidades o foram tanto do ponto de vista tafonômico quanto do anatômico. Em São Paulo foram estudadas amostras de cerca de vinte e uma localidades. Mas, em ambos os Estados, sobre existe um claro imenso a ser recoberto, sobretudo na região entre Rio do Campo e Criciúma (SC) e entre Tatuí e Itapetininga (SP) assim como em todas as ocorrências do Estado do Paraná. No Estado de Santa Catarina teve-se às localidades da Formação Rio Bonito. No Estado de São Paulo, dedicou-se mais a Formação Irati. Os espécimes oriundos da Formação Estrada Nova, nesse último Estado, não favorecem ao estudo anatômico porque, a grande maioria, aparece fragmentada. Representam partes incompletas do estelo. Dentre os espécimes completos notou-se, em algumas localidades, a predominância de formas damudoxylóides e tordoxylóides e a subordinação das formas polysolenóides, resultando um painel diversificado em relação ao Irati. Nesse mesmo Esta

Figura 1 - Localização da área estudada na Bacia do Paraná
(simplificado de NORTHFLEET et al., 1969)

do, para não tornar por demais extenso e dispendioso este trabalho, à força de necessárias discussões e ilustrações, excluíram-se os resultados sobre o Gr.Tubarão (Fm.Tatui, cam.Capivari) que oportunamente voltarão à baila. No entanto, o estudo dos espécimes efetuados sob o prisma da tafonomia, permanece integrado ao texto. Em suma, restringiu-se ao mínimo necessário, o número de espécimes representativos para, em caráter preliminar, esboçar os quadros das associações lignitaflorestísticas relativas às formações abordadas.

Na medida do possível, procedeu-se à construção de secções colunares dos afloramentos, para melhor posicionar, estratificamente, os espécimes, conforme representado nas Figuras 4 a 8 no texto. As compilações dos mapas geológicos (Figuras 2 e 3) concernentes às localidades abordadas, foram feitas a partir da Carta Geológica do Brasil, ao milionésimo (MME-DNPM); do Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IGG-SP); das Folhas do Projeto Sarutaiã (MME-DNPM).

3 - BREVE HISTÓRICO SOBRE AS PESQUISAS LIGNITÁFLO- RÍSTICA NA BACIA DO PARANÁ

A primeira menção em publicação à presença de lignis pécimes fossilizados, em sedimentos da Bacia do Paraná, foi realmente feita por ECHWEGE*(F.W. SOMMER, informação verbal).

Remonta, porém, ao final do século passado, a primeira publicação sobre o estudo anatômico de fragmento de lenho fóssil, do Gondvana brasileiro, na qual ZEILLER (1895) classificou o espécime no gênero *Dadoxylon*. (*D. pedroi* ZEILLER 1895). Embora este se apresentasse com medula e estruturas vasculares das fases iniciais de vascularização, (protoxilema, metaxilema), toda a ênfase interpretativa, quanto à posição sistemática do espécime se baseou nas estruturas secundárias, de acordo com o procedimento usual na época. As demais feições do corpo lenho so foram tratadas como aspectos anatômicos puramente complementares. Desse modo, o gênero *Dadoxylon* Endl assumiu abrangência tal que os desfechos chegaram a ser imprevisíveis em sistemática dos lignispécimes, não somente no Brasil, mas em todo o mundo. Passou a envolver todos os fragmentos de lenhos fósseis, gondvânicos ou não, cujo corpo secundário continha características araucarióides. Eis porque, em 1908, conforme o procedimento comum, entre os autores, I.C. WHITE incluiu, em sua publicação, a descrição de duas novas espécies do gênero (*Dadoxylon nummularium* *Dadoxylon meridionale*), representadas apenas por fragmentos de lenho secundário. Esses foram encontrados em sedimentos da Formação Estrada Nova. A primeira espécie reconhecida provinha dos arredores de São Rafael, e a segunda, de uma localidade, entre São Jerônimo e Butiã, ambas no Rio Grande do Sul.

Seguiram-se, a esses trabalhos, as publicações de RAU (1933a, b; 1935). A primeira, com a descrição de *Cedroxylon canoense*, espécie coletada em camadas triássicas de São Pedro e Santa Maria no Rio Grande do Sul. A segunda, com a descrição de *Dadoxylon* (*Araucarioxylon*) *butiense*, espécie coletada na mina de carvão Butiã, no Rio Grande do Sul. Essa forma, embora

*ECHWEGE(1817): Obra em tradução por F.W.SOMER

Fig. 2 - AFLORAMENTOS DO GRUPO PASSA DOIS - SP

Fig. 3 - AFLORAMENTOS DO SUB-GRUPO GUATÁ - SC

incluída no gênero *Dadoxylon*, era representada, em corpo inteiro, por medula e estruturas vasculares das fases iniciais de vascularização, (protoxilema e metaxilema), além do corpo secundário do lenho. Entretanto, as características do corpo vascular primário e da medula não tiveram menção na diagnose.

OLIVEIRA (1936) descreveu o primeiro fragmento de lenho fóssil (*Dadoxylon derbyi* Oliveira 1936), coletado no Estado de São Paulo (localidade fossilífera próximo à Casa Branca, SP), em sedimentos atribuídos ao Sub-Grupo Itararé, da Bacia do Paraná. Da mesma sorte que as duas espécies, descritas por WHITE, essa era representada por xilema secundário, somente. A partir de 1944, apareceram as publicações de MANIERO, cujo primeiro trabalho (1944) abordou um espécime fóssil com medula, estruturas vasculares iniciais, bem preservadas, além do corpo secundário do lenho. O espécime foi coletado, na Pedreira de Assistência, no município de Rio Claro (Formação Irati), São Paulo, sendo designado por *Dadoxylon whitei*. A classificação deu-se conforme as características do xilema secundário. Em 1945, o autor efetuou estudo sobre amostras fósseis, coletadas em Casa Branca (Sub-Grupo Itararé, Grupo Tubarão), São Paulo, todas elas representadas por xilema secundário, e designadas como *Dadoxylon derbyi* Oliveira. Em 1946, o mesmo autor descreveu novos fragmentos fósseis, constituídos somente por xilema secundário; determinou a nova espécie *Dadoxylon roxoi*. Os exemplares foram coletados, em Jacutinga (próximo a Guareí), na Formação Estrada Nova do Estado de São Paulo. No mesmo ano, MANIERO publicou Nota Preliminar sobre *Dadoxylon nummularium* White. Em 1948, descreveu nova forma fóssil, concernente a fragmento de xilema secundário, coletada em Morro Grande, próximo a cidade de Rio Claro, Estado de São Paulo (Formação Estrada Nova). Correlacionou-a ao gênero triássico da América do Norte *Woodworthia* Jeffrey. Ainda MANIERO (1951) descreveu novo gênero do Gondvana brasileiro, que denominou *Parataxopitys* (*P. brasiliiana*). Baseou-se num espécime, coletado em Assistência, no município de Rio Claro (Formação Irati), Estado de São Paulo. Já em 1950, os autores MILANEZ & DOLIANITI haviam descrito frag

mento do mesmo tronco, oriundo de idêntica localidade. Designaram-no como *Spiroxylon americana*. MANIERO (1956), em nova publicação sobre o assunto, reexaminou o seu estudo sobre o gênero e acrescentou, sem emendas, pormenores à caracterização anatômica. Os resultados desses trabalhos mereceram discussão e reconsideração por parte de BARBOSA (1957). O autor reconheceu a validade do nome genérico *Parataxopitys* Maniero 1951. O nome *Spiroxylon* (MILANEZ & DOLIANITI, 1950) já correspondia a espécimes de lenhos secundários oriundos dos sedimentos terciários da Alemanha. A publicação de MILANEZ & DOLIANITI (1950) apresentara, porém, a designação específica, antes que a de MANIERO (1951) por isso BARBOSA (1957) propôs nova combinação: *Parataxopitys americana* (MILANEZ & DOLIANITI) BARBOSA 1957. Com respeito ao referido morfogênero, já em 1949, MANIERO designara o mesmo espécime, *Dammaroxylon brasilianum*, em notificação preliminar à Reunião da Sociedade Brasileira de Geologia. A publicação, relativa ao nome, apareceu em artigo de LEONARDOS (1951), na Revista Engenharia, Mineração e Metalurgia. Em consequência, *Dammaroxylon brasilianum* é citado como nom.nud.por KRAUSEL & DOLIANITI (1958: p. 116).

Em 1958, importante trabalho, sobre os xilemas fósseis, do Gondvana brasileiro, foi levado a efeito por KRAUSEL & DOLIANITI. Embora os autores se reservassem à revisão de espécies descritas, em publicações anteriores, bem como ao estudo dos espécimes, catalogados na coleção do Departamento de Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, da Universidade de São Paulo, esse trabalho representou a primeira tentativa de correlação entre as formas assinaladas do Gondvana brasileiro e aquelas reconhecidas, principalmente, no Gondvana africano. Em relação aos "Dadoxyla", previamente descritos no Brasil, os autores só conservaram, nesse grupo complexo, as espécies, representadas por fragmentos de xilema secundário. Os espécimes, em que estavam conservados a medula, o corpo primário do lenho, além do corpo secundário, foram reavaliados. Assim, descreveram dois novos morfogêneros: *Polysolenoxylon* e *Solenopitys*. O morfogênero *Taxopitys* KRAUSEL 1928, do Gondvana africano, foi identificado, igualmente, no Permiano da Bacia do Paraná. Além

disso, os referidos autores confirmaram como taxon independente o morfogênero *Parataxopitys* Maniero 1951. Os fragmentos de lenho fósil, representados, somente, por xilema secundário, foram distribuídos, nesse mesmo trabalho, nos gêneros *Dadoxylon* e *Prototaxoxylon*. Com esse procedimento, foi possível apreciar, em parcial esboço, aspectos da associação lignitafoflorística, característica do Permiano da Bacia do Paraná.

Já em 1958, MUSSA descreveu um fragmento de lenho fósil (*Protophyllocladoxylon dolianitii*), colhido na Camada Barro Branco da Formação Rio Bonito (mina de carvão Vendramini), em Crisciúma, Santa Catarina. O espécime apresentava apenas lenho secundário. Sua avaliação, no entanto, foi considerada válida por diferenciar-se dos espécimes fósseis, usualmente incluídos no grupo *Dadoxyla*. Esse fragmento, ao contrário, mostrava-se afim ao lenho secundário do gênero *Phyllocladopitys*, descrito por KRAUSEL (1928), a partir de espécimes do Gondvana africano.

Em 1968, JAPIASSU descreveu nova espécie fóssil, oriunda da Formação Morro Pelado, Rio Grande do Sul, espécime esse representado, somente, por lenho secundário, cujas afinidades demonstradas a fizeram incluí-lo no gênero *Dadoxylon*.

MUSSA (1973) descreveu novo morfogênero, ocorrente na Formação Irati do Estado de São Paulo. Esse foi designado com o nome *Protopodocarpitys*, por afastar-se das características araucarióides e phyllocladóides, no corpo vascular secundário. Tal distinção se firmou, especialmente, na demonstrada natureza das pontuações do campo de cruzamento, semelhantes às do gênero recente *Podocarpus*.

SCHRAGE (*apud* GUERRA, 1976), descreveu nova espécie do gênero *Barakaroxylon* Surange & Maithy 1961. O espécime foi coletado em sedimentos da Formação Irati, no Rio Grande do Sul. Em 1975, GUERRA apresentou estudo sobre duas novas espécies do gênero *Polysolenoxylon*, provenientes da Formação Irati, no Rio Grande do Sul.

DOHMS (1976) apresentou a descrição de um novo gênero gondvânico denominado *Bageopitys*, (*Bageopitys articulata*), com.

base em fragmento fóssil encontrado nos arredores de Bagé (Formação Irati), Rio Grande do Sul.

Em 1976, RIBEIRO FILHO & MUSSA descreveram estruturas vegetais, residuais, com feições de polistelia, em amostras do carvão da Mina Cambuí, como também em amostras de outras minas de carvão do sul do Brasil. O trabalho assinalou a ocorrência de estruturas histológicas vegetais na pirita dos carvões gondvânicos brasileiros.

GUERRA (1976) reconheceu, pela primeira vez, um espécime fóssil (Formação Irati, Rio Grande do Sul) o qual relacionou ao gênero *Vertebraria* Royle 1839.

MUSSA (1976, 1978) identificou na Formação Irati, do Estado de São Paulo, espécimes até então designados, classicamente, como *Vertebraria* Royle 1839; mas, distinguiu entre as *Vertebrariae* um complexo de gêneros. Em consequência restabeleceu o gênero *Tordoxylon* Kräusel 1956 como *taxon* válido, além de identificar dois novos gêneros, afins à *Vertebraria*, ou seja *Myelontordoxylon* e *Paratordoxylon*.

Em 1976, MUSSA & GAMA DE CARVALHO apresentaram os resultados preliminares do reconhecimento de nova localidade fossilífera em Rio da Estiva (município de Mafra) na Formação Rio Bonito, Santa Catarina. A coleção de amostras incluiu espécimes cujo plano vascular mostrou-se inteiramente diverso dos planos vasculares usualmente conhecidos em outras associações de lignispécimes(*) permianos.

GUERRA (1977) descreveu novo espécime fóssil, da Formação Irati, Rio Grande do Sul, classificando-o no gênero *Damudoxylon* Maheshwari.

Em 1978, MUSSA descreveu dois novos gêneros gondvâni

(*) Lignispécime ou lenhispécime ou (lígneo-espécime): termos formados das palavras latinas, *lignum* + *specimen*; formação das palavras do mesmo modo que em lignificar-se ou lenhificar-se, constituídas de *lignum* + *facere* (*apud* Cândido de Figueiredo, "Novo Dicionário da Língua Portuguesa), Lisboa, Bertrand, s/data, 7ª edição (2): 199 e 211.

cos: *Brasilestiloxylon* e *Solenobrasiliioxylon*. O primeiro ba-seu-se em espécime proveniente dos arredores de Piracicaba e o segundo, em espécime proveniente de Porangaba, ambos da Formação Irati do Estado de São Paulo. MUSSA, GAMA DE CARVALHO & SAAD (1978) descreveram um molde medular do tipo *Artisia* coletada nos arredores de Porangaba (Formação Irati), São Paulo.

MUSSA (1978) apresentou um estudo crítico sobre as estruturas convencionalmente referidas como "primárias" em lignispecímenes gondvânicos.

MUSSA (1980) identificou na Formação Irati do Estado de São Paulo espécimes fósseis correspondentes ao gênero *Antarticoxylon* Seward 1914.

MUSSA (1978a) com a colaboração dos Professores JOSÉ MOACYR VIANNA COUTINHO e ARMANDO M. COIMBRA apresentou, em Reunião dos participantes do PROJETO PICG-42 (projeto sobre o Paleozóico Superior da América do Sul) os primeiros resultados do estudo tafonômico sobre espécimes permianos da Bacia do Paraná.

MUSSA, GAMA DE CARVALHO & SANTOS, P.R. (1980) apresentaram os primeiros resultados de estudo estratigráfico e paleoecológico, baseado nas associações de lignispecímenes da Formação Irati em São Paulo. MUSSA (1981), apresentou estudo sobre nova forma do Complexo *Vertebraria*, identificada nos argilitos carbonosos da Formação Rio Bonito (SC).

Outros trabalhos constantes de Dissertações de Mestrado (UFRS) não foram incluídos nesse resumo ou por não se tratarem, ainda, de publicações ou por falta da obtenção de separatas.

Publicações de síntese ou revisão que mais diretamente interessam ao Gondvana brasileiro foram elaborados por KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI (1961). Seu trabalho contém uma chave de determinação anatômica, relativa aos gêneros conhecidos de lenhos gondvânicos, com exclusão dos morfogêneros *Dadoxylon* e *Araucarioxylon*, e dos gêneros cujos planos anatômicos não são típicos gimnospermicos.

MAHESHWARI (1971) apresentou um trabalho de revisão ao proceder estudo em coleção de lignispecímenes gondvânicos coletados

dos na Antártica. Nesse trabalho o autor propôs novo enfoque sistemático com respeito aos gêneros *Dadoxylon* e *Araucarioxylon*, uma vez que o segundo, até então, era considerado sinônimo do primeiro.

LEPEKHINA (1972) realizou uma revisão dos gêneros ocorrentes na Bacia do Kuznetsk (Permiano, URSS). No mesmo trabalho a autora acrescentou observações a respeito de gêneros gondvânicos. Do mesmo modo que MAHESHWARI (1972), propôs uma revisão dos gêneros *Dadoxylon* e *Araucarioxylon*, mas, chegou a conclusões diferentes das interpostas por MAHESHWARI (1972).

Outros trabalhos de interesse sobre os xilemas fósseis gondvânicos foram elaborados por GRAMBAST (1960) e MARGUERIER (1973a,b). Dizem respeito às espécies do complexo *Dadoxylon*, e, portanto, constituídas de lenho secundário somente.

4 - TÉCNICAS DE PREPARAÇÃO DE LÂMINAS

4.1 - INTRODUÇÃO

Os espécimes foram preparados por meio de:

a) Secções petrográficas (feitas na Secção de Laminação do IG/USP) segundo as orientações transversal, longitudinais e, em certos casos, oblíqua; b) secções em série preparadas pelo método do descolamento da película ("peel"). Esse tipo serviu, especialmente, para o acompanhamento de traços no corpo lenhoso da planta; c) secções polidas (feitas no Departamento de Geologia do IG/USP).

Na técnica do "peel" utilizou-se a película de acetato, segundo a introdução de JOY, WILLIS & LACEY (1956) e na verdade trata-se de um aperfeiçoamento da técnica elaborada por STERNBERG & BOLDING (1942), para zoofósseis, e por DARRAH (1951) para lenhos fósseis. Em torno da técnica houve a introdução de variações, algumas das quais já aplicadas, classicamente, por paleobotânicos, como seja a coloração dos "peels". No tocante ao material investigado, na presente pesquisa, levou-se em consideração o teor de umidade que geralmente impregna o "peel", após a absorção do corante. Essa causa a hidratação do bálsamo e interfere na boa resolução microscópica, impedindo o bom contraste das estruturas. Por esse motivo, com algumas variações, procedeu-se a coloração de películas segundo técnica simplificada a partir das usuais para material botânico recente. No caso, optou-se por corar a película e, não, propriamente, o fragmento, antes de ser laminado.

4.2 - COLORAÇÃO

a) Imersão da película em safranina (solução 30%) por tempo variável. O tempo de imersão está na dependência da capacidade de absorção do corante, por parte das estruturas orgâ

nicas, capturadas na película, e pode variar de alguns segundos a algumas horas;

b) lavagem progressiva em álcoois, soluções de 30% a 50%, para retirada do excesso de corante;

c) imersão em terebentina - álcool (1:1) por período variável de uma a algumas horas, isto é, o tempo necessário para se obter bom contraste das estruturas;

d) passagem rápida pela série de álcoois, de 50% a 90%;

e) imersão em verde-rápido (alguns segundos);

f) passagem rápida por álcoois de 90% a 100%; em álcool 100% - xilol (1:1) e, afinal, em xilol puro e montagem definitiva.

4.3 - MONTAGEM DAS LÂMINAS

Devido à tendência da película de acetato se enrolar, após a secagem, ou quando colocada em bálsamo do Canadá ou resina sintética à quente (CAEDAX-MERCK), antes da montagem os "peels" foram colocados entre lâmina e lamínula, a seco, tendo sobre essa última pequenos pesos de chumbo, com a finalidade de esticar a película (não prensá-la). Depois de várias horas, ou até dias, a montagem definitiva:

a) por meio do bálsamo do Canadá ou CAEDAX (MERCK), a quente;

b) por meio de bálsamo do Canadá, granulado, dissolvido em xilol, a frio.

O uso do bálsamo do Canadá ou da resina sintética a quente sempre requer rapidez de procedimento. O contato com as substâncias aquecidas favorece o enrolamento do filme de acetato e acarreta o levantamento da lamínula. Introduziu-se, pois, uma variação, quanto ao recurso de montagem. Para tanto, o fechamento da lâmina foi feito a frio, misturando-se certa fração de bálsamo ou da resina CAEDAX, em partes iguais, com a cola sinté

tica "Araldite", transparente, cujo índice de refração é idêntico ao do bálsamo ou da resina sintética, como também ao do papel ULTRAFAN utilizado, no "peel". Com esse último procedimento a secagem da resina é acelerada e o contraste das estruturas se mostra excelente. Outro recurso utilizado com sucesso, pela rapidez de secagem e pelo excelente contraste obtido foi o da montagem da película em cola sintética, transparente, de secagem rápida, de marca DUCCO. Essa promove o fechamento da lâmina, em segundos, oferecendo excelentes resultados ao microscópio.

Em conclusão, os procedimentos de montagem dos "peels", a frio, sempre surtiram melhor efeito do que a quente.

4.4 - DESENHOS E FOTOMICROGRAFIAS

Os desenhos ou esboços anatômicos são semi-esquemáticos; foram elaborados em câmara clara ZEISS adaptável a Microscópio biológico da mesma marca. Os desenhos anatômicos, em aumentos menores, foram feitos em Lupa WILD munida de câmara clara.

As fotomicrografias foram feitas com a máquina fotográfica ZEISS-35 mm adaptável à lupa ou a microscópio de mesma fabricação.

As seqüências de chapas de um mesmo filme sempre se completavam com as fotomicrografias das respectivas escalas utilizadas e indicadas nas reproduções fotográficas. Os filmes empregados com maior freqüência foram, de início, o KODAK Panatomic 125 ASA. Posteriormente, por dificuldade de importação, o Panatomic 25 ASA. Em casos especiais utilizou-se o KODAK HIGH-CONTRAST.

Dispensou-se a construção de histogramas ou curvas de GAUSS, comumente empregadas para ilustrar a altura dos raios, ou a predominância do número de séries celulares dos mesmos. Tem-se como certo que tais variações são, em suma, de natureza funcional e, não, herdada. A incidência maior de raios altos ou baixos foi quase sempre traduzida em termos percentuais por área de 1 mm^2 .

4.5 - CADASTRAMENTO DE AMOSTRAS

A Coleção Paleobotânica do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, do Instituto de Geociências, da Universidade de São Paulo, (IG/USP), Brasil, é o repositório dos tipos descritos neste trabalho.

As localidades fossilíferas relativas às formações sedimentares abordadas são registradas, no Instituto de Geociências, USP, com a sigla AF/GP... seguida do número correspondente a cada uma delas. As localidades novas ora identificadas estão indicadas com a sigla formada pelas iniciais do nome da cidade mais próxima, seguidas das iniciais do respectivo Estado e do número relativo a localidade. Como exemplo: PO/SP-2.

Nem todas as amostras enumeradas foram descritas sob o prisma da anatomia. Algumas foram abordadas do ponto de vista tafonômico, por isso restam indicadas com a sigla de entrada no Instituto de Geociências (USP), seguida do número correspondente, isto é, GP/3E n°.

Os tipos que ora fazem parte da Coleção de Paleobotânica estão cadastrados com as siglas adotadas pelo Departamento de Paleontologia e Estratigrafia (IG/USP), como seja GP/3T.n°. Outras amostras não pertencentes à referida Coleção, mas que integram também este trabalho são indicadas com números de tipos concernentes às lâminas e preparações. São exemplos: PO/SP.3(localidade); GP/3T.1304(lâminas); EN/SP(formação sedimentar).

As siglas das localidades seguem as abreviaturas, do nome da Formação e do nome do Estado seguidas do número correspondente ao tipo. Exemplos: cam.CP/SP.n°: camadas Capivari, São Paulo; Tt/SP: Formação Tatuí, São Paulo; RB/SC: Formação Rio Bonito, Santa Catarina; IR/SP: Formação Irati, São Paulo; EN/SP: Formação Estrada Nova, São Paulo. A Tabela 1 dá a relação das localidades de procedência das amostras, com a posição estratigráfica. A Tabela 2 enumera as amostras cadastradas e abordadas, de alguma forma, neste trabalho.

Sigla do afloramento	Posição estratigráfica Modo de ocorrência	Localização do afloramento
AF/GP.35 _I .RB/SC	Formação Rio Bonito: parte média superior; argilitos carbonosos fossilíferos intercalados em siltito.	Rio da Estiva (próximo a Itaipópolis), Km 139 da BR-116 no trecho entre Mafra e Papanduva, Santa Catarina.
AF/GP.35 _{II} .RB/SC	Formação Rio Bonito: base da Formação; arenitos de estratificação cruzada, fossilíferos.	Rio da Estiva (próximo a Itaipópolis), 110m SW do marco Km 139, BR-116, no trecho entre Mafra e Papanduva, Santa Catarina.
AF/GP.76.RB/SC	Formação Rio Bonito.	4 Km N de Salete.
AF/GP.7 IR/SP		Primeira frente (abandonada) de exploração da Pedreira Vitti (ex-Maluf).
AF/GP.8. IR/SP	Formação Irati: banco de calcário dolomítico, na base; outros níveis do calcário dolomítico mais acima: lignispécimes fossilizados encontrados preferencialmente em associação com lentes, leitos e concentrações de sílex.	Pedreira Vitti (I): Rodovia Cornélio Pires (SP-127) na altura do marco Km 56, Piracicaba, São Paulo.
AF/GP.8-A. IR/SP	Formação Irati: modo de ocorrência idêntico ao da localidade anterior.	Pedreira Vitti (II): Rodovia Cornélio Pires, na altura do Km 58, Piracicaba, São Paulo.
AF/GP.8-B IR/SP	Formação Irati: modo de ocorrência idêntico aos anteriores. Maior concentração de sílex nos siltitos-calcários mais basais (dolomitos) da Formação, portanto, maior frequência no encontro de lignispécimes aí.	Pedreira Amaral Machado: marco Km 57 da Rodovia Cornélio Pires (SP-127), Piracicaba, São Paulo.
AF/GP.80.A. IR/SP	Formação Irati: modo de ocorrência dos lignispécimes idêntico ao anterior.	Pedreira de Calcário Moura (I): Estrada que liga a Rodovia Tietê-Piracicaba a Bairrinho, Km 2.
AF/GP.80-B. IR/SP	Formação Irati: modo de ocorrência idêntico ao anterior.	Pedreira de Calcário Moura (II): cerca de 500 m S em relação a anterior.
AF/GP.80-C. IR/SP	Formação Irati: modo de ocorrência idêntico ao anterior.	Pedreira Packer: Estrada que liga Bairrinho ao Arraial São Bento, cerca de 3,4 Km a partir da Rodovia Cornélio Pires (SP-127).
AF/GP.34. IR/SP	Formação Irati: secção - tipo dos afloramentos na região entre Piracicaba e Rio Claro. Modo de ocorrência idêntico aos anteriores. Espécimes fósseis frequentes nos níveis em que há concentrações de sílex.	Assistência: Rio Claro, São Paulo (SP-127, Km 24).
It /SP/1. IR/SP	Formação Irati: sílex em concentrações menores em direção ao topo de afloramento.	Mineração de Calcário Machado: SP-127 (Rodovia Cornélio Pires) na altura do trevo Rodovia Castelo Branco-Tatui, entrada a 200 m NW do Posto da FEBEM, Itapetininga, São Paulo.
Itp/SP/ . IR/SP	Afloramentos de cortes de estrada	
PO/SP/1. IR/SP	Formação Irati: ocorrência de lignispécimes restrita à parte superior do banco calcário na base da Formação. Destaca-se que o sílex também se torna relevante no topo do banco. Em níveis superiores vai se tornando mais escasso.	Mineração de Calcário Porangaba: Rodovia Castelo Branco (SP-280), entrada mais ou menos na altura do Km 2, e cerca de 4 km ao sul da cidade de Porangaba, São Paulo (1ª frente de exploração).
PO/SP/2. IR/SP	Formação Irati: idêntica à primeira ocorrência.	Mineração de Calcário Porangaba: 2ª frente de exploração: cerca de 0,5 Km W da anterior.
LP/SP/1. IR/SP	Formação Irati: afloramentos em corte de estrada; lignispécimes oriundos, possivelmente, de algum nível dolomítico (ou de folhelho).	Laranjal Paulista: Km 10 da estrada que liga essa cidade a Cezário Lange.
CLg/SP/1. IR/SP	Formação Irati: lignispécimes oriundos da parte superior do banco calcário onde há concentração de sílex e acima do banco em lentes e camadas irregulares, bem como em nódulos. Sílex rareando em direção à parte média da exposição e inexistente no topo da mesma.	Mineração de Calcário Rosa: Km 7,5 da SP-143, Cezário Lange, São Paulo.
CLg/SP/2. IR/SP	Formação Irati: idem	Idem cerca de 500m W da 1ª frente de exploração.
Tg/SP/SP.1. IR/SP	Formação Irati: sequência de folhelhos intercalados em calcário dolomítico. Sílex abundante próximo à base da exposição. Rareando em direção ao topo.	Fazenda Gobbo a sudeste da cidade de Taquaral, São Paulo, na altura do Km 35,5 da rodovia SP-249.
PO/SP/3. IR/SP	Formação Estrada Nova: afloramentos nas margens do rio; abundância de espécimes deslocados dos afloramentos pelas águas do rio.	Rio Feio, próximo a cidade de Porangaba, São Paulo.
Ft/SP/1. IR/SP	Formação Estrada Nova	Afloramentos da Serra da Fartura a SE, nos arredores da cidade de Fartura, SP.
Ceh/SP/1. IR/SP	Formação Estrada Nova	Arredores da cidade de Conchas, São Paulo.
Tbu/SP/1. IR/SP	Formação Estrada Nova	Arredores de Tambaú (próximo à cidade de Casa Branca), São Paulo.

TABELA 1
 Localidades estudadas: posição estratigráfica dos afloramentos fossilíferos

TABELA 2

Procedência	Sigla das localidades	Número de tipos	Coletor(es)	Formação
Rio da Estiva, Km 139, BR-116 (entre Mafra e Papandura), Santa Catarina	AF/GP-35 ₁	GP/3T.1264 ^a GP/3T.1295 ^a	OSCAR RÖSLER	RB/SC
Salete (4 Km ao norte da cidade), Santa Catarina	AF/GP-76	GP/3T.1332	Idem	RB/SC
Rio da Estiva: Rodovia BR-116 (100 m SW do marco Km 139) entre Itaiópolis e Papandura, Santa Catarina	AF/GP-35 ₁₁	GP/3T.1333 ^a GP/3T.1381 ^a	D.MUSSA; R.GAMA DE CARVALHO e F.TAKEDA	RB/SC
Piracicaba, São Paulo (Pedreira Vitti-I: Rodovia Tietê-Piracicaba - SP-127, Km 36)	AF/GP-8	GP/3T.108	OSCAR RÖSLER	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1382	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1383	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1384	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1385	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1386	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.112	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1387	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1388	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1389	Idem	IR/SP
Rodovia Piracicaba-Rio Claro na altura do Km 24 da estrada (Pedreira de Calcário de Assistência)	AF/GP-34	GP/3T.1390	AYLTON JOLLY	IR/SP
Idem	AF/GP-34	GP/3T.1391	Idem	IR/SP
Piracicaba, São Paulo (Pedreira de Calcário Vitti-I: Rodovia Tietê-Piracicaba, SP-127, na altura do Km 36)	AF/GP-8	GP/3T.113	OSCAR RÖSLER	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1392	Idem	IR/SP
Pedreira de Calcário Vitti, Piracicaba, São Paulo	AF/GP-8	GP/3T.1393	A.C.ROCHA-CAMPOS	IR/SP
Rodovia Piracicaba-Rio Claro, Km 24: Pedreira de Calcário de Assistência (propriedade do sr. Pedro Vitti), município de Rio Claro, São Paulo	AF/GP-34	GP/3T.1394	D.MUSSA e O.RÖSLER	IR/SP
Rodovia Tietê-Piracicaba, SP-127, na altura do Km 36, município Piracicaba, São Paulo	AF/GP-80	GP/3T.1396	Idem	IR/SP
Rodovia Tietê-Piracicaba, Km 2,5, para Bairro: Pedreira de Calcário MOURA-I, município de Piracicaba, São Paulo	AF/GP-80-A	GP/3T.1395	Idem	IR/SP
Idem. Pedreira de Calcário MOURA-II.	AF/GP-80-B	GP/3T.1397	Idem	IR/SP
Pedreira PARKER: estrada que liga Bairrinho ao Arraial São Bento, a 3,4 Km da Rodovia Tietê-Piracicaba (SP-127)	AF/GP-80-C	GP/3T.1192	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1398	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1399	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1401	Idem	IR/SP
Rodovia Tietê-Piracicaba, SP-127, na altura do Km 36, município Piracicaba, São Paulo	AF/GP-8	GP/3T.1400	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1402	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1404	Idem	IR/SP

TABELA 2

Relação das amostras abordadas no presente trabalho

TABELA 2 (continuação)

Procedência	Sigla das localidades	Número de tipos	Coletor(es)	Formação
Rodovia Tietê-Piracicaba, SP-127, na altura do Km 36, município Piracicaba, São Paulo	AF/GP-8	GP/3T.1400	D.MUSSA e O.RÖSLER	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1402	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1404	Idem	IR/SP
Rodovia Tietê-Piracicaba, Km 2,5, para Bairro: Pedreira de Calcário MOURA-II	AF/GP-80	GP/3T.1403	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-80	GP/3T.109	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-80	GP/3T.110	Idem	IR/SP
Laranjal Paulista: afloramentos do Irati nos arredores da cidade	LP/IR/1	GP/3T.1405	P.R.SANTOS e A.R.SAAD	IR/SP
Taguaí, Km 35,5: Fazenda Gobbo, São Paulo	Tg/IR/1	GP/3T.1407	O.RÖSLER	IR/SP
Rodovia Rio Claro-Piracicaba, Km 24: Pedreira de Calcário Vitti-II (Assistência) município Rio Claro, São Paulo	AF/GP-34	GP/3T.1406	D.MUSSA e O.RÖSLER	IR/SP
Idem	AF/GP-34	GP/3T.1408	Idem	IR/SP
Pedreira Vitti: Rodovia Tietê-Piracicaba (SP-127) na altura do Km 36, município Piracicaba, São Paulo	AF/GP-8	GP/3T.1409	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1410	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1411	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1412	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1413	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1414	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1415	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1416	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1417	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1418	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1419	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1420	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1421	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1422	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1423	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1424	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1425	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.114	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1426	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1427	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1428	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1429	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1239	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1430	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1431	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1432	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.111	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1433	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1434	Idem	IR/SP
Idem	AF-GP-8	GP/3T.117	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-8	GP/3T.1436	Idem	IR/SP

TABELA 2 (continuação)

Procedência	Sigla das localidades	Número de tipos	Coletor(es)	Formação
Rodovia Tietê-Piracicaba (SP-127) na altura do Km 58, Piracicaba, São Paulo	AF/GP-8-A	GP/3T.1437	D.MUSSA e O.RÜSLER	IR/SP
Idem, na altura do km 57. Pedreira Amaral Machado	AF/GP-8-B	GP/3T.1438	Idem	IR/SP
Rodovia Piracicaba-Rio Claro, Km 24, (Pedreira de Calcário de Assistência)	AF/GP-34	GP/3T.1439	Idem	IR/SP
Idem	AF/GP-34	GP/3T.1241	I.M.SOUZA e O.RÜSLER	IR/SP
Pedreira de Calcário de Itapetininga, Município Itapetininga, São Paulo	Itp/SP.1	GP/3T.1240	D.MUSSA	IR/SP
Pedreira de Calcário Porangaba	PO/SP.1	GP/3T.1314	Idem	IR/SP
Bairro das Partes, 2 Km S de Porangaba, a 4 Km do Km 162, Rodovia Castelo Branco, Primeira frente de exploração	PO/SP.1	GP/3T.1315		IR/SP
Idem		3T.1296	D.MUSSA e A.R.SAAD	IR/SP
Idem	PO/SP.1			
Mineração de Calcário Machado, Rodovia Cornélio Pires, na altura do trevo da Rodovia Castelo Branco-Tatuí, entrada a 200 NW do posto da FEBEM, Mun. Itapetininga, São Paulo	Tt/SP.1	GP/3T.1300	D.MUSSA; R.GAMA de CARVALHO e P.R.SANTOS	IR/SP
Fm. Irati, arredores de Porangaba, SP	PO/SP.2	GP/3T.1317	Prof. GERALDINI	IR/SP
Afloramentos de Formação Irati, arredores da pedreira de calcário Porangaba	PO/SP.2	Gondartisia GP/3T.1316	Idem	IR/SP
Serra da Fartura, São Paulo	Ft/SP.1	GP/3T.1308	VICENTE J.FULFARO	EN/SP
Idem	Ft/SP.1	GP/3T.1306	Idem	EN/SP
Porangaba, afloramentos de leito de rio	PO/SP.3	GP/3T.1303	D.MUSSA e A.R.SAAD	EN/SP
Idem	PO/SP.3		Prof. GERALDINI	EN/SP
Idem	PO/SP.3		Idem	EN/SP
Idem	PO/SP.3		Idem	EN/SP
Porangaba, SP, afloramentos	PO/SP.3	GP/3T.1304	D.MUSSA	EN/SP
Porangaba, SP, afloramentos das margens do rio	PO/SP.3		Idem	EN/SP
Serra da Fartura, São Paulo	Ft/SP.1		A.M.COIMBRA	EN/SP
Idem	Ft/SP.1	GP/3T.1305	Idem	EN/SP
Idem	Ft/SP.1	GP/3T.1306	Idem	EN/SP

Outras siglas utilizadas dizem respeito às instituições: IG/USP: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo; DNPM: Departamento Nacional de Produção Mineral; MN(RJ): Museu Nacional do Rio de Janeiro; UFRS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; JB (RJ): Jardim Botânico do Rio de Janeiro; IPT (SP): Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, etc.

5 - TAFONOMIA: LIGNISPÉCIMES DE FORMAÇÕES PERMIANAS DA BACIA DO PARANÁ

5.1 - GENERALIDADES

De todos os tipos conhecidos de fósseis os lenhos são os que melhor possibilitam estudos sobre o evento fossilização, e, especialmente, sobre a fossilização em face do ambiente de se dimentação. No entanto, as investigações nesse campo são prati camente raras. Autores mais antigos se dedicaram ao assunto (ARNOLD, 1941; St. JOHN, 1927), porém BUURMAN (1972) e SCHOPF (1971, 1975) ofereceram valiosas contribuições nesse sentido. BUURMAN (1972) valeu-se da microscopia eletrônica de varredura para alcançar esclarecimentos sobre a maneira porque diferentes tipos de soluções chegam a se precipitar sobre as paredes celula res do corpo lenhoso. SCHOPF (1971, 1975) expôs conclusões so bre o modo de preservação das estruturas do lenho nos depósitos de carvão (Permiano) da Antártida e em geral. Foi ele, talvez, o primeiro paleobotânico a investigar objetivamente sobre as rela ções entre as texturas cristalinas, presentes nos lenhos fossili zados, e o ambiente de sedimentação.

Alguns trabalhos puramente voltados para as investiga ções sobre gênese de texturas cristalinas, em rochas silicosas, como os de GRIMM (1964), FOLK & PITTMAN (1972) e REVUELTA (1976) ofereceram sugestões valiosas para as interpretações que aqui se transcrevem.

Procura-se demonstrar que nenhuma das formas classifi cativas de fossilização é estanque em si mesma. Neste trabalho, as averiguações procedidas, em bom número de amostras, demonst ram que os aspectos transicionais, de um tipo de fossilização para outro, são bem mais comuns do que se possa imaginar. O even to indica que a fossilização é mais uma função do ambiente de se dimentação do que, propriamente, da natureza dos tecidos. Do ponto de vista tafonômico admite-se a existência de ambientes lo calizados, representando variações faciológicas, nos limites mais

amplos da área de sedimentação da formação. Tais variações também se dão em sentido vertical, durante o tempo de deposição da mesma (níveis estratigráficos diversos). Os espécimes lenhosos, ao se dispersarem, refletirão, no tipo de fossilização, as condições ambientais às quais se submeteram durante o processo. Por exemplo, em amostras coletadas nos argilitos carbonosos, intercalados em siltitos, da parte superior da Formação Rio Bonito, em Santa Catarina (Rio da Estiva), passaram por um processo inicial de carbonificação. Mas, esse não se completou. As características anatômicas ficaram parcialmente distorcidas. Após a interrupção as amostras foram penetradas por soluções enriquecidas em sílica. Deu-se início à silicificação e aí, propriamente, a preservação das estruturas, a ponto de ser possível apreciá-las, hoje, ainda que fragmentariamente. O exemplo traduz a variação faciológica num lapso curto de tempo. A fossilização iniciou-se em ambiente redutor (bacia de circulação restrita), mas, as condições foram alteradas para ambientes de oxigenação, resultando a precipitação da sílica (calcedônia) sobre as paredes celulares, distorcidas, pela carbonificação inicial. Subentende-se que o lapso de tempo transcorrido deve ter sido mínimo e ambos os processos transcorreram nos limites do mesmo ciclo deposicional, caso contrário não haveria preservação celular. Estágios transicionais idênticos, em amostras fossilizadas de lenho, foram descritos por SUGUIO & MUSSA (1978), relativamente a espécimes oriundos do Quaternário-Recente de São Paulo.

Em sua maioria, os lignispécimes encontrados, na Bacia do Paraná, compreendem silicificações. Por conseguinte, atribui-se maior esforço de interpretação às silicificações do lenho, dentre as formas conhecidas de fossilização. Hoje, conta-se com relativo progresso das investigações sobre o modo de origem de texturas cristalinas, em rochas silicosas, e seu relacionamento com o ambiente de sedimentação. E a silicificação, uma vez ocorrida, no lenho, faculta considerar o lignispécime como um tipo especial de rocha silicosa. Portanto, se considera válida a apresentação de um resumo sobre os conhecimentos obtidos até o presente, em torno do assunto.

5.2 - CONCEITOS, TERMINOLOGIA

Ao início do capítulo deve-se procurar, porém, melhor adequação de termos, relativos aos eventos que resultam na fossilização dos lenhos. Ao corrente, em língua portuguesa, a fossilização das partes lenhosas tem sido genericamente designada petrificação (tradução literal de "petrification"; to "petrify"). No entanto, essa é uma palavra de sentido profundamente genérico. Não traduz o evento gradual, em transcurso, nos tecidos do lenho ao serem percolados por soluções mineralizantes do sítio deposicional. Os autores de língua inglesa utilizam vocábulo mais específico, isto é, "petrification". Esse pretende colocar em destaque o aspecto dinâmico da formação progressiva de texturas cristalinas por gerações sucessivas, nos interstícios dos tecidos. Alguns autores como SCHOPF (1971, 1975) utilizaram o vocábulo como sinônimo de permineralização, e, ao mesmo tempo, significando o próprio espécime permineralizado, sem fazer restrições seja a idade geológica seja ao termo ao qual chegou o evento. Em língua portuguesa é difícil encontrar uma tradução correspondente a "petrification". Seria mais indicado elaborar uma expressão nova para transmitir a idéia da ação em transcurso enquanto o espécime permanece soterrado.

As várias maneiras de desenvolvimento da fossilização nos fragmentos de lenho enumeram-se na Tabela 3 e, com elas, as designações correspondentes. No que se refere aos espécimes do Permiano da Bacia do Paraná assumem feições principais: a carbonificação e a permineralização. Na Tabela 3 estabelece-se o confronto entre as terminologias utilizadas por diversas escolas de autores e introduz-se, também, a terminologia utilizada para as rochas sedimentares silicosas.

A maioria dos espécimes com os quais se lidou representa silicificações. Por essa razão dá-se ênfase às comparações com a gênese de rochas silicosas.

Até as primeiras décadas deste século era de suposição geral que os exemplos mais comuns de fossilização do lenho correspondessem à substituição "strictu-sensu". Os primeiros trabalhos experimentais para a preparação de lâminas, pela técni

ca do descolamento de películas, ou técnica "peel" (St.JOHN, 1927; WALTON, 1928; ARNOLD, 1941) fizeram sobressair o engano da suposição. Ao mesmo tempo, o aperfeiçoamento da referida técnica mostrava a predominância marcante da permineralização como tipo de fossilização. O advento dos estudos da microestrutura celular (microscopia eletrônica) confirmaram, seguramente, esse aspecto. Assim tais casos mais comuns foram classicamente denominados fossilização por preenchimento (ingl. "filling") para ressaltar a ação da penetração das soluções nos tecidos do lenho. Desde que os estudos petrográficos revelaram texturas, desde as cripto às megacristalinas, formando verdadeira capa preservadora, sobre as paredes celulares, intactas, a opção passou ao termo permineralização (ingl. "permineralization"). Este se refere mais claramente à ação de precipitação dos cristais. Da mesma forma os autores alemães utilizam os termos "Einkieselung" e "Durchkieselung" correspondentes, respectivamente, a permineralização e preenchimento.

A Tabela 4 foi feita com base nos resultados oferecidos por SCHOPF (1971), com algumas modificações. Em primeiro plano sobressai o reconhecimento de três gerações cristalinas, todas transcorridas ao nível da permineralização. Conforme SCHOPF as duas gerações seguintes à intraencrustação têm simples caráter operacional (litificação, endurecimento da amostra) e, não, o caráter preservativo, como a primeira. Considera-se que a separação em três gerações definidas, conforme descritas por SCHOPF (1971), só deva ser aceita em sentido teórico. Nem sempre uma das gerações chega a se completar para dar lugar à seguinte. Nem sempre, também, a sucessão de texturas ilustradas por SCHOPF é a que necessariamente ocorre em todos os tipos de ambientes deposicionais e é difícil determinar, em muitos exemplos, o termo de uma geração e o início da outra. Em alguns espécimes da Formação Irati (SP), como há de se ver, as seqüências de gerações são diferentes das que SCHOPF descreveu quanto aos espécimes da Antártida (Tabela 4).

A expressão: preservação, no sentido dado por BUURMAN (1972) tanto pode corresponder à preservação por meio de micromoldes celulares como à preservação via permineralização. Na

Geração Mineralógica		Textura		Modo de deposição	
PRESERVAÇÃO DAS ESTRUTURAS ORGÂNICAS	PERMINERALIZAÇÃO	Intraencrustação	Calcedônea coloforme	granular, fibrosa	deposição de sílica, em função da capilaridade permissível, a partir das soluções mineralizantes do terreno; processo de mineralização ativo e rápido; restos vegetais parcialmente expostos, durante o rebaixamento do nível de águas; saturação em sílica.
		Litificação	Calcedônea	fibrorradiada	deposição da sílica, durante ou após a elevação do nível das águas no terreno; menor saturação em sílica do que na fase inicial; lapso de tempo transcorrido mais amplo, a partir de primeira fase.
		Preenchimento de espaços e fissuras	Quartzo cristalino prismático e grosseiro		processo lento de deposição; águas contendo certo enriquecimento em sílica.
	RECRISTALIZAÇÃO	Nova cristalização	Quartzo microcristalino prismático		aquecimento na área de deposição; estruturas orgânicas, em geral, destruídas na mobilização dos íons, para a recristalização.
	SUBSTITUIÇÃO	Nova permineralização	Ressilicificação em estruturas pré-existentes		resíduos orgânicos destruídos por intemperismo deixam um molde anatômico silicificado onde, em geral, ocorre outro preenchimento por sílica; as gerações se sucedem como na primeira permineralização.
		VELOCIDADE DE PRECIPITAÇÃO			OSCILAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA NO TERRENO
					EVENTO TERMAL
					INTEMPERISMO

TABELA 4

Formação de texturas cristalinas em lignispécimes silicificados
(adaptado de SCHOPF, 1971)

verdade esse autor só reconheceu casos de substituição topoquímica em xilemas silicificados ao nível da opala. Segundo a sua opinião, a opala se apresenta, nesse estágio, com a textura que denominou de "tridimita desorganizada". Contudo, ficou demonstrado que apesar de se tratar de substituição sempre restavam frações residuais das paredes celulares.

A substituição segundo SCHOPF (1971) corresponde aos casos em que as amostras ultrapassam os limites teóricos da permineralização e da recristalização e sofrem ressilicificação. Por exemplo, em qualquer estágio da fossilização, se a amostra for submetida, de novo, à ação intempérica, as partes superficiais haverão de passar por nova degradação. Os espaços surgidos voltam a ser penetrados por soluções. Essas originam texturas cristalinas novas. Portanto, para SCHOPF (1971) a substituição propriamente dita implica em retrabalhamento do espécime e não à substituição topoquímica como se entende classicamente. GALLWIZ (1954) reconheceu casos de substituição topoquímica quase completa, sob a forma de silicificação do lenho; denominou-a de silicificação "strictu-sensu". Esta expressão, por sua vez, equivale ao termo "Verkieselung" utilizado por autores alemães. Na literatura acessível a consulta não se encontrou menção de outra forma de substituição topoquímica que não fosse por silicificação.

A terminologia utilizada no presente trabalho se orienta conforme a indicada nas Tabelas 3 e 4. A designação silicificação "sensu-lato" refere-se a todas as formas de fossilização, por silicificação, com exceção dos casos de substituição topoquímica (= silicificação "strictu-sensu", segundo GALLWIZ, 1954).

5.3 - POSSÍVEIS RELAÇÕES ENTRE AS TEXTURAS DE SILICIFICAÇÃO DO LENHO E O AMBIENTE DE SEDIMENTAÇÃO

5.3.1 - Texturas Cristalinas das Rochas Silicosas e dos Lignis pécimes Permineralizados

A preservação das estruturas anatômicas do lenho é, em

grande parte, função do tipo de textura cristalina aí presente, pois depende da resistência das paredes celulares à tensão sobre elas causada pela precipitação dos cristais. Segundo o consenso de autores as texturas microcristalinas tendem a destruir os tecidos muito mais do que as médias e megacristalinas. Assim também a recrystalização tende a destruir ou mascarar as estruturas e em grau tanto maior quanto mais se aproxima do metamorfismo.

STORZ (1933) classificou as texturas da calcedônia e do quartzo, presentes em lignispécimes, silicificados, em quatro tipos: 1) poliblastica: muitos cristais no espaço de uma célula; 2) oligoblastica: um cristal em cada célula; 3) Hiperblastica: o crescimento dos cristais ultrapassa os limites das paredes celulares e até centenas de células podem apresentar a mesma orientação ótica; 4) idioblastica: os cristais, bem formados, se distribuem por qualquer parte nos tecidos.

Para fins de confronto a Tabela 5 dá a indicação das texturas mais frequentes em rochas sedimentares silicosas com as respectivas caracterizações. Constata-se que as referidas texturas estão praticamente presentes nos lignispécimes silicificados. O fato permite que se utilizem resumos de FOLK & PITTMAN (1972) e de REVUELTA (1976) sobre texturas e ambientes de formação de rochas silicosas (Tabelas 6 e 7), para comparações com a Tabela 5, construída com base nos resultados de REVUELTA (1976) e de observações a partir do presente trabalho. SCHOPF apenas realçou, como essencial, a variável indicada de maneira implícita nos trabalhos de REVUELTA e de FOLK & PITTMAN (Tabela 8) isto é, a oscilação do nível da água, na bacia de deposição, da qual resultam variações faciológicas, e, conseqüentemente, variações das texturas cristalinas. As Tabelas 4 e 7 mostram a concordância entre os resultados de SCHOPF (1971) e os de REVUELTA (1976) quanto às rochas sedimentares silicosas. Vê-se que a precipitação inicial, referida por REVUELTA, equivale à primeira geração cristalina de SCHOPF (intraencrustação). A cimentação, no que toca às rochas silicosas, corresponde as gerações formadas durante a litificação e o preenchimento

Q U A R T Z O	TEXTURAS FIBROSAS	CALEDÔNEA	Elongação negativa: eixo C perpendicular à direção do comprimento da fibra; extinção em ângulos ligeiramente diferentes.
		QUARCINA	Elongação positiva: eixo C com a mesma direção do comprimento da fibra; eixo C sem nenhuma possibilidade de variação; não há diferenças de birrefringência, entre as fibras ou dentro delas.
		LUTEICINA	O eixo C forma ângulo de 29° com a direção da fibra; formas semelhantes a cristais hexagonais, bipiramidais.
		MISTAS	Dois tipos de elongação (positiva e negativa), sem sinal de ruptura da estrutura.
	TEXTURAS GRANULARES	NORMAIS	Quartzo granular sacaróide Quartzo idiomórfico, com crescimento secundário
		RÁDIAIS TEXTURAS EM ROSETA	Caso particular de texturas granulares. Indivíduos cristalinos não formam mosaicos; orientam-se, entre si, originando rosetas. (ESTAMPA 3: este trabalho).
			Morfologia: cristais romboédricos; segundo GRIMM (1964), morfologia própria de cristais embrionários ou de ambientes salinos.
			Número de cristais, em cada roseta: variável, em geral 8-12.
	TEXTURAS ANELARES	RÁDIAIS TEXTURAS EM ROSETA	Elongação: positiva (como o quartzo normal).
			Origem, mecanismo e causas da formação: não estão claros, cristais irradiam-se de ponto não visível à escala microscópica. Não existem, de modo evidente, centros de nucleação que condicionem a disposição radial.
			Observações: a análise de detalhe mostra que sempre coexistem com quartzo granular, nunca se vêem rosetas em "estado de crescimento evidente", ou formas de pequeno tamanho, ou faltando algum "braço", o que torna difícil estabelecer hipótese sobre a sua formação.
Q U A R T Z O	TEXTURAS CRIPTO- CRISTALINA	RÁDIAIS TEXTURAS EM ROSETA	Origem: pode estar relacionada à roseta. Foi denominada anelar, onde os cristais de quartzo se dispõem em anel, ao redor de um centro isotrópico, de natureza não determinada. Possivelmente, trata-se de sílica criptocristalina, ou amorfa.
			Morfologia: cristais mais irregulares e menores que no caso das rosetas; menos frequentes que as granulares radiais. (Foto 3).
			Origem: a teoria de GUGORIEV (1961) propõe que, durante a precipitação, existam pontos, onde se produzem acumulações de cristais pequenos, dos quais só os situados, na periferia, e orientados com elongação paralela ao eixo de crescimento, são capazes de crescer, livremente, dando origem a disposição anelar.
Q U A R T Z O	TEXTURAS OPALINAS	RÁDIAIS TEXTURAS EM ROSETA	Incolores, sob luz paralela; com nícois cruzados são quase isotrópicos, ou dando um pontado debilmente birrefringente. Associam-se às massas de quartzo microcristalino e à opala. (Foto 5).
			Todas as texturas silicosas, que se apresentam amorfas ao microscópio, independentemente de estruturas cristalinas, indicadas pela difração de Raios X. Em geral, cor marrom-amarelada; relevo negativo; isotropa, com luz convergente; frequentemente, inclui contaminações por argilas, gel de Al e Fe etc., portanto, suas propriedades óticas podem sofrer variações.

TABELA 5

Síntese das texturas mais comuns em rochas silicosas
(adaptado de REVUELTA 1976)

de espaços celulares, segundo SCHOPF. As Figuras 2 e 8, das Estampas 1 e 2 do trabalho de SCHOPF ilustram idênticos resultados de REVUELTA em rochas silicosas. Esse último autor observa que a cimentação, em cavidades, nas rochas sedimentares silicosas, gera: as texturas da calcedônia formada ao início, e que orla, em geral, as cavidades; a do quartzo idiomórfico e a do megaquartzo, que ocupam o centro da cavidade. REVUELTA (1976) explica tal variação como devida a progressiva diminuição da concentração de sílica, no ambiente de sedimentação, ocasião em que a precipitação, no centro das cavidades, passa a se efetuar de modo lento. SCHOPF (1971) registra o mesmo acontecimento em relação a lenhos fósseis. Consequentemente, os fatores que determinam a gênese das rochas sedimentares silicosas determinam, de igual maneira, a silicificação dos lignispécimes.

Ao se referir à recristalização, particularmente, em relação aos lenhos fósseis, poder-se-ia subentender, a partir da leitura de algumas publicações, que seria determinada por evento termal ou teria cunho metamórfico. Outras causas, porém, chegam a suscitá-la sem intervenção do metamorfismo, como a intensificação da diagênese, aquém dos limites do metamorfismo. Por outro lado, o fóssil, com evidências de metamorfismo, nem sempre esteve sujeito a retrabalhamento. Tal ocorreria tanto em espécimes no sítio de vida, como em espécimes coletados fora do sítio de vida e de fossilização. Assim, toda a sorte de interpretação quanto a amostras metamorfizadas se reveste de complexidade.

5.3.2 - Método, Aplicações e Orientações do Estudo Tafonômico dos Lignispécimes

É de se esperar que os fragmentos de lenho sofram dispersão e se fossilizem distanciados do sítio de fixação, em vida. Mas, naturalmente, o tempo de vida da planta e o tempo de fossilização (intraencrustação) dizem respeito ao mesmo ciclo deposicional. Em caso contrário, o longo período pré-soterramento levaria à degradação dos tecidos. Daí a importância do estudo tafonômico dos lignispécimes nas investigações complemen

Concentração em sílica	Morfologia	Tipo mineralógico
Muito alta	Amorfa ou Cristais muito pequenos	Opala Quartzo microcristalino
Alta	Fibrosa	Fibrosa (Elongação negativa) Fibrosa (Elongação positiva)
Baixa	Cristais grandes	Megaquartzo
		Ambientes neutros a ácidos, ou não sulfatados Ambientes alcalinos ou sulfatados

TABELA 6
Formação de texturas em rochas silicosas - Esquema de FOLK & PITTMANN(1972)

———— Diminuição da concentração de sílica = Maior lentidão de precipitação —————→

Opala-Quartzo-cripto a microcristalino-Calcedônea-Quarcina-Lutecita-Megaquartzo

----- Precipitação inicial -----

----- Cimentação -----

Recristalização

----- Texturas pouco freqüentes

----- Texturas freqüentes

TABELA 7
Processos de formação de rochas silicosas e texturas resultantes
(REVUELTA, 1972)

tares da sedimentologia.

Se a coleta de amostras for feita por níveis, diferenciados, no mesmo afloramento, ou em afloramentos diversos da mesma formação, será possível conhecer, através do estudo tafonômico, certo grau de variação intempérica ocorrida no decurso da sedimentação da mesma. A averiguação da predominância de algumas texturas cristalinas, por localidade fossilífera, ou por níveis estratigráficos, dessas localidades, trará esclarecimentos de ordem ambiental; permitirá o confronto entre diferentes localidades de uma formação, e entre diferentes formações da mesma bacia deposicional. Por sua vez, diversas bacias contemporâneas, da mesma província paleoflorística, conquanto sejam semelhantes no tocante às associações lignitaflorestísticas terão, do ponto de vista sedimentológico, características próprias. Assim, também, os espécimes aí presentes terão características próprias, sob o prisma da paleoecologia. É de se esperar que as texturas cristalinas decorrentes da fossilização, em espécimes de uma determinada bacia, demonstrem variações no tocante às presentes em espécimes de outra bacia contemporânea, ainda que ambas façam parte da mesma província. Interpretá-las é a perspectiva que o presente método oferece. Em resumo em bacias contemporâneas de uma mesma província os *taxa* tendem a formar associações semelhantes, porém, do ponto de vista da fossilização as associações mostrarão, provavelmente, tipos de texturas diversas as quais, em linhas gerais, refletirão as condições ambientais das respectivas bacias.

SCHOPF (1971) indicou como estruturas originárias da intraencrustação, em espécimes permianos da Antártida, aquelas resultantes da precipitação rápida da sílica. Com respeito aos espécimes do Permiano da Bacia do Paraná formaram-se, de início, como será discutido, as texturas silicosas, tanto as de precipitação rápida, como as de precipitação lenta, de maneira independente, em diferentes localidades. Certamente, tal se deu em função das condições diagenéticas particulares existentes em cada uma. São muitas as interferências sobre as referidas condições, porém, as que mais diretamente atuam estão ilustradas na Tabela 8. Essas dizem respeito as oscilações da concentra

TABELA 8

Influência dos fatores ambientais na formação de texturas cristalinas em rochas silicosas
(adaptado de SCHOPF, 1971; FOLK & PITTMANN, 1972, e REVUELTA, 1972)

ção da sílica em solução (Z), à presença de outros íons na solução (T) e às oscilações do nível de água no sítio deposicional (D). Outros fatores ambientais encontram-se implícitos ou não estão ilustrados na Tabela como seja, por exemplo, a temperatura, as condições de oxigenação da bacia, o conteúdo em matéria orgânica das águas, etc.

Foram selecionados cerca de 54 espécimes representa-tivos de lenhos fósseis para serem examinados do ponto de vista petrográfico (Tabela 9). As descrições das lâminas e as ilustrações (Estampas I a IV) encabeçam as discussões sobre os espécimes e as respectivas formações de onde procedem.

A síntese das principais texturas cristalinas verifi-cadas nas lâminas encontra-se na Tabela 10. As Formações Rio Bonito e Irati foram as que forneceram resultados mais satisfatórios, por ora, pois foi possível proceder a coleta de amostras em ocorrências da parte basal e das seqüências superiores.

Cerca de 99% dos espécimes mostraram-se perminerali-zados, isto é, silicificados. Não se assinalou nenhum caso de substituição "strictu sensu". Nos argilitos carbonosos da parte superior da Formação Rio Bonito, na localidade de Rio da Estiva (SC), os espécimes de lenho aparecem em estado transicional entre carbonificados e silicificados. Nos arredores da cidade de Capivari (SP), os espécimes sofreram forte oxidação (limonitização). Tal evento alterou, de modo apreciável, as estruturas orgânicas. Nas camadas da parte mêdia da Formação Rio Bonito (SC) as condições do ambiente deposicional parecem ter variado. A carbonificação cedeu lugar à silicificação com o preenchimento complementar dos interstícios celulares, meatos e lacunas maiores dos tecidos por meio de texturas silicosas. Na Formação Estrada Nova as texturas microcristalinas predominam em todas as fases da fossilização. Há possibilidade de se admitir alguma sorte de recristalização em alguns espécimes como nos provenientes dos arredores de Tambaú (SP). Considera-se possível ter havido certo grau de retrabalhamento dessas amostras. Com respeito à recristalização as suposições se baseiam na impossibilidade de distinguir texturas da in

traencrustação em relação às seguintes. O que aí ocorre é a textura genralizada da calcedônea microcristalina. Quanto ao retrabalhamento, é possível notar, nesses espécimes, que as pa redes celulares foram quase que inteiramente destruídas, como ocorre, comumente, na ressilicificação. Em alguns campos, res tritos, restaram configurações concernentes aos micromoldes ana tômicos onde antes existiam as paredes celulares verdadeiras.

De acordo com BUURMAN (1972) as silicificações nos lenhos fósseis ocorrem, principalmente, em ambientes continen tais úmidos nos quais a porosidade das rochas permite a circu lação da sílica em solução. Essa é advinda, em grande parte, do próprio solo e carregada pelas águas. O mesmo autor considera possível que se verifiquem alguns casos de silicificações em ambientes lagunares (lagoas cársticas) e marinhos, sem que suce da, necessariamente, fase intermediária de carbonatização. BEALES (1965) investigou sobre as formações de sílex, muito comuns em depósitos calcários. Em tais casos específicos atribuiu a ori gem da sílica disponível à decomposição dos esqueletos de espon jas, às carapaças de diatomáceas, radiolários e Hystrichos phaeridae. Segundo o autor a silicificação poderia ser poste rior à deposição dos calcários, e, uma vez iniciada, se proces saria de modo rápido.

As formações permianas da Bacia do Paraná sobressaem pela ocorrência comum do sílex, mas a Formação Irati caracteri za-se, sobretudo, pela maior concentração deste. Essa Formação constitui ambiente de sedimentação calcária, certamente, em ín tima ligação com águas do tipo salino a salôbro. Supõe-se que o enriquecimento da sílica, em solução, deveria ter tido origem biológica, mas, igualmente, a partir da água intempérica carrea da do solo.

Nos casos específicos das Formações Tatuí e Irati são muito bem conhecidas as ocorrências de espículas de esponjas (AMARAL, 1971; ROCHA-CAMPOS, 1972). Valeria a pena, pois, mencionar aspectos da ecologia, quanto a esses indivíduos, para conjecturar sobre o enriquecimento da sílica biológica, durante a deposição de ambas as Formações. Na Formação Tatuí as espé

cies encontradas parecem corresponder a esponjas de águas salgadas. Na Formação Irati correspondem às de água doce monaxonida. As esponjas de ambientes salinos embora sejam encontradas desde as águas rasas às mais profundas têm, em geral, um grau restrito de tolerância às variações ambientais. Quando essas sucedem, migram, deixando o substrato enriquecido de espículas eliminadas do esqueleto. Portanto, no caso, tais espículas podem ser uma fonte de fornecimento de sílica. Quanto à Formação Irati, AMARAL (1971) identificou espículas de esponjas típicas de águas doces (monaxonida). O ritmismo aproximado das seqüências aí presentes sugere variações intempéricas e submersões frequentes, de superfícies, numa faixa ambiental de transição do continente para águas mais salinas. Portanto, é possível supor que em ocasião de rebaixamentos de nível das águas, mais salinas, ocorria, após, a intromissão de águas continentais (facultando o comparecimento das monaxonida) num ambiente de águas rasas, de baixa salinidade, dependente do periodismo intempérico. WALKER (1962) pondera que a formação do sílex em bacias calcárias deve preceder à formação de silicatos autógenos. A precipitação do sílex seria facilitada pela presença de matéria orgânica nas águas. O mesmo autor argumenta que deveria ocorrer intensa mobilização da sílica em solução, como também deveriam acontecer períodos de rebaixamento das águas, para que o sílex chegasse a se formar. AMARAL (1972) avalia vários modos de origem para a sílica da Formação Irati: a origem singenética (relacionada com o fornecimento das espículas de sílicosponjas) a metasomática e a climática, ocasionalmente.

Em bacias calcárias era de se esperar que a penetração da sílica, em solução, nos tecidos lenhosos, ocorresse em função da permeabilidade das paredes celulares. Mas, a explicação do evento ainda parece ser um tanto obscura. Os elementos vasculares do lenho são caracterizados pela porosidade natural, que possibilita o fluxo de soluções através do lúmen dos traqueídeos, dos meatos inter-celulares e das lacunas dos tecidos. Mas não é esse o fluxo que introduz as soluções mineralizantes. A penetração, por meio da permeabilidade da parede celular, segundo os estudiosos, não seria possível à sílica coloidal e nem

Posição estratigráfica	Número de espécimes
Tatui	2
Sub-grupo Itararé:	2
Rio Bonito (arenito de base)	16
Rio Bonito (argilito carbonoso)	6
Itati	22
Estrada Nova	6
Total	54

TABELA 9

Situação estratigráfica das amostras ilustradas no estudo tafonômico

	Textura do quartzo	Formação Tatui	Formação Rio Bonito	Formação Itati	Formação Estrada Nova
<div> <div>Alta concentração de sílica</div> <div>Baixa concentração de sílica</div> <div> <div>Diminuição na concentração de sílica</div> <div>Maior lentidão de precipitação</div> </div> </div>	Calcedônia informe	X		X	
	Calcedônia fibrorradiada	X	X		X
	Quartzo microcristalino: textura interlobada (Quartzo granular sacaróide)				X
	Quartzo microcristalino		X	X	
	Quartzo granular grosseiro (drusas)	X			
	Quartzo equigranular poligonal			X	
	Textura granular anelar			X	
	Textura granular radial (Rosetas)			X	

TABELA 10

Síntese dos resultados do estudo petrográfico das amostras com respeito às formações abordadas

ã sílica gel. As pesquisas das últimas décadas (BUURMAN, 1972) propõem que tal penetração só seria possível à sílica em solução, sob a forma de ácido monomérico.

5.4 - PRIMEIROS RESULTADOS DO ESTUDO TAFONÔMICO

5.4.1 - Sub-grupo Itararé: camadas Capivari(?)

No ensejo de trabalhos de campo de um grupo liderado pelo Professor Doutor A.C. ROCHA-CAMPOS (IG/USP) foram coletados em afloramentos de cortes de estrada alguns espécimes de lenho fortemente fragmentados e limonitizados. Apesar disso foi possível subtrair que se tratam de plantas de associação bem diversa das conhecidas em relação à Formação Rio Bonito e demais formações mais recentes. Embora as descrições anatômicas não façam parte deste trabalho aqui se introduz algumas informações, relativas à tafonomia, como perspectiva de encadeamento com informações a partir de espécimes oriundos das formações sedimentares mais recentes. As camadas Capivari (SP) estão acima das camadas Araçoiaba e do carvão de Monte-Mor e abaixo do carvão de Cerquilha segundo o quadro estratigráfico (Tabela 12) de ROCHA-CAMPOS & ROSLER (1978). Parecem resultar da deposição em ambiente sub-aquoso, mas há menção de fósseis marinhos em trabalhos mais antigos. Segundo MENDES & PETRI (1971): "Apesar de BARBOSA & ALMEIDA considerarem a Formação Capivari como predominantemente marinha, atribuindo-lhe a espesura de uma centena de metros a secção tipo consta de ritmitos situados abaixo do nível marinho, interpondo-se, entre ambos, siltito com restos de plantas". Segundo SAAD (1977) "a correlação de microfloras de Capivari sugere "transgressão" temporal da base do Sub-grupo Itararé em direção NE do Estado de São Paulo"

IDADE			GRUPO	FORMAÇÃO	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	AMBIENTE de SEDIMENTAÇÃO (PROVAVEL)	TRANSGRESSÃO e REGRESSÃO generalizada
PALEOZOICO	PERMIANO	SUP.	PASSA DOIS	RIO DO RASTO	Estratificação cruzada (fluvial)	Continental fluvial	mar cont
				ESTRADA NOVA	Floer Microestratificação cruzada Orêos de contração Marcas de ondulação Perfurações de vermes	Transicional Planície de mares Mar rasa, salobre	
				S. ALTA (RATI)	Laminação indistinta	Marinho restrito ?	
		MED.	TUBARÃO	PALERMO	Laminação paralela	Marinho restrito ?	
				R. BONITO	Laminação irregular, indistinta Mosqueada por vermes	Marinho nerítico	
				ITARARÉ	Laminação paralela Floer Estratificação cruzada Convolutos Marcas de onda	Marinho transgressivo Continental, planície de mares De talco Marinho regressivo	
	DEVONIANO	SUP.	TUBARÃO	AQUIDAUANA	Laminação paralela Floer Estrutura heterogênea (Diamictitos) Estrutura de escorregamento varvica Estratificação cruzada (fluvial) Acomentado gradacional Marcas de sola Convolutos Marcas de onda	Planícies de mares Marinho Influência glacial Marinho c/turbiditos Continental, fluvial e lacustre	
				PONTA GROSSA	Laminação paralela Laminação irregular Mosqueada por organismos	Marinho nerítico Marinho infranerítico Marinho nerítico	
		INF.	PARANÁ	FURNAS	Estratificação cruzada acanulada Sensos de argila	Continental fluvial	
					Estrutura heterogênea		
	SIL.						
	ORD.						
	CAMB.						
	PR.						

TABELA 11

Estruturas sedimentares e ambientes de sedimentação prováveis durante o Paleozóico na Bacia do Paraná
(simplificado de THOMAS FILHO & MEDEIROS, 1974)

Tabela 12 - RELAÇÕES CRONOESTRATIGRÁFICAS ENTRE AS FORMAÇÕES SEDIMENTARES DO FLANCO LESTE DA BACIA DO PARANÁ, DURANTE O PALEOZOÍCO
(Medeiros & Thomas F^o, 1973, modificado por Rocha Campos & Rösler, 1978)

DESCRIÇÃO DAS LÂMINAS

Amostra: GP/3E 2677. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: Rodovia Monte Mor-Capivari (SP).

Horizonte: Sub-grupo Itararé; camadas Capivari(?)

A estrutura celular aparece francamente alterada por mineralização ferruginosa do grupo dos óxidos. Tudo indica que os primeiros estágios da fossilização transcorreram a partir da precipitação por óxido hematítico, posteriormente alterado em limonita. A mineralização ferruginosa parece ter recoberto e alterado profundamente a estruturação das paredes celulares; a sílica microcristalina e informe corresponde ao estágio de preenchimento complementar.

DISCUSSÃO - O ataque de superfícies polidas por meio do ácido fluorídrico permitiu descolar um filme de acetato no qual se incluiu o material inatacado pelo ácido. Em superfícies sucessivas (de 3 cm/2 cm) aparecem grandes lacunas e espaços acelulares, antes ocupados pela sílica microcristalina e informe. Alguns campos de preservação mostram estruturas orgânicas difíceis de discernir, se verdadeiramente correspondem a micromoldes celulares, por deposição de óxidos de ferro, ou se, realmente, constituem frações preservadas, das paredes, intraencrustadas por material ferruginoso.

As mineralizações do lenho a partir de óxidos de ferro são unanimemente consideradas como originadas em ambientes continentais (BUURMAN, 1972; KÖENIGUER, 1978). São numerosos os exemplos conhecidos como os dos lenhos jurássicos (camadas superiores) e cretáceos (sequência inferior) do Sahara (Israel) referidos em literatura como "Continental intercalaire".

5.4.2 - Formação Tatuí

Um fragmento de lenho com cerca de 20 cm de diâmetro foi coletado por FULFARO & LANDIM nos sedimentos da Formação Tatuí, nos arredores da cidade do mesmo nome. Esse foi selecionado como representativo para o encadeamento das discussões a seguir.

ROCHA-CAMPOS (1967) estabeleceu a designação Formação Tatuí para corresponder às seqüências que BARBOSA & ALMEIDA (1949) designaram Formação Itapetininga, quanto ao Estado de São Paulo. Os sedimentos aí envolvidos são pós-glaciais e dizem respeito ao Sub-grupo Guatá do Estado de São Paulo. ROCHA-CAMPOS (1972) sintetiza a secção por arenitos de modo predominante, com siltitos, folhelhos e calcários subordinados. Os fósseis identificados representam espículas de esponjas, crustáceos e restos de peixes. SAAD (1977) sintetiza quanto à Formação Tatuí um conjunto (conjunto E) constituído de siltitos variegados (principalmente avermelhados e esverdeados) e arenitos finos. Do ponto de vista da tectônica aponta os elementos que condicionaram a sedimentação do Grupo Tubarão, por fases. No que tange ao Tatuí considera um período tectonicamente calmo, indicado pela sedimentação extremamente fina e homogênea. Há uma tendência para considerar a Formação Tatuí como caracterizada por ambiente sub-aquoso transicional para marinho (Tabela 11).

DESCRIÇÃO DAS LÂMINAS (Estampa 1, Figuras 1 a 3)

Amostra: GP/3E 2367.

Procedência: Arredores da cidade de Tatuí, SP.

Horizonte: Formação Tatuí (topo do Grupo Tubarão - Permiano)

As lâminas observadas mostram estruturas celulares quase completamente destruídas. A calcedônea forma capas de textura fibrorradiada sobre as paredes celulares, ou preenche meatos, interstícios e cavidades. Nos vazios, ou seja, onde as estruturas orgânicas estão destruídas, verifica-se o preenchimento por meio do quartzo granular grosseiro e, centralmente, o

preenchimento pelo quartzo idiomórfico em pequenas drusas. Na Estampa 1, as Figuras 1 e 2 mostram as texturas mais características do espécime: os tecidos vegetais aparecem destruídos; nos vazios e lacunas menores, a presença da calcedônea informe; nas cavidades maiores, a formação de uma orla de calcedônea fibro-radiada; mais para o interior da cavidade, o preenchimento por meio de cristais de quartzo granular, grosseiro, (quartzo idiomórfico) em pequenas drusas. A textura mais difundida é a da calcedônea fibro-radiada extensiva às paredes longitudinais de todos os elementos vasculares preservados (intraencrustação), seguida da calcedônea informe, nos meatos e lacunas menores dos tecidos (preenchimento complementar, litificação). Nas lacunas mais amplas há seqüências, evidentes, de gerações cristalinas, da orla para o centro, conforme comentado.

DISCUSSÃO - Comparados os três tipos de texturas nos esquemas de FOLK & PITTMAN (1972) e de REVUELTA (1976) vê-se que há oscilações na concentração da sílica ambiental, ou por mobilização da mesma (precipitação do sílex; fossilização) ou por oscilações do nível das águas.

O conjunto de aspectos mencionados faz supor que existiria ambiente de deposição de águas rasas sujeito a exposição de superfícies, como consequência de prolongados períodos de evaporação. Todavia, haveriam de se suceder, igualmente, períodos amplos de suprimento, com a elevação gradual do nível das águas.

Supõe-se que os fragmentos lenhosos deveriam chegar a bacia deposicional com as primeiras águas. Admite-se que a intraencrustação deve ter tido logo início, ainda em fase de águas com elevada concentração de sílica em solução. O aumento gradual do nível continuaria, com a geração de texturas típicas de ambientes menos saturados e originadas com menor velocidade de precipitação. Portanto, as texturas cristalinas dos espécimes são, preponderantemente ligadas à maior velocidade de precipitação da sílica. Existiram, provavelmente, ambientes de águas rasas, mais saturados, porém sujeitos a oscilações temporárias,

para resultar, nas cavidades maiores, dos tecidos, as texturas mais grosseiras. O ambiente não deve ter sido o marinho típico, mas alguma sujeição à salinidade estaria indicada pelas texturas médias de cristais de quartzo (REVUELTA, 1976; GRIMM, 1964).

5.4.3 - Formação Rio Bonito

Segundo NORTHFLEET, MEDEIROS & MUHLMANN (1969) as rochas da Formação Rio Bonito parecem se encaixar no modelo de um ciclo sedimentar, regressivo-transgressivo durante o Permiano Médio; o terço inferior (marinho regressivo) e o superior (marinho transgressivo) compreendem arenitos de granulação fina a muito fina com intrometimentos de camadas de arenitos grosseiros, porém, com evidente diminuição granulométrica ascendente a estratificação pode se apresentar paralela, cruzada, ondulada, de corrente; no terço médio (Tabela 11) aparecem siltitos, argilitos, folhelhos com intercalações carbonosas ou de calcários; o ambiente nesse terço seria deltáico, continental, fluvial, ou de planícies de marés. MEDEIROS & THOMAZ FILHO (1973) assim como DAEMON & QUADROS (1970) admitem o relacionamento da formação do carvão, na Formação Rio Bonito, à existência de mangues costeiros, pântanos, pequenas lagoas num ambiente transicional, litorâneo, PUTZER (1952), por sua vez, já interpretara os arenitos de estratificação cruzada, da base da formação, como depósitos de deltas em cone, cuja vazão se dava em lâminas de águas pouco profundas. Posição e idade mais atualizadas para a Formação encontram-se na Tabela 12.

No que toca à Formação Rio Bonito, foram observadas lâminas de espécimes oriundos de três diferentes ocorrências (Figura 4) em Santa Catarina: Rio da Estiva-I (AF/GP.35I), Rio da Estiva-II (AF/GP.35II) e Salete. A primeira ocorrência (Rio da Estiva II) refere-se aos arenitos de base da Formação (Estampa 89, Figuras 2 e 3); a segunda ocorrência, aos argilitos carbonosos do terço médio a superior (Estampa 89, Figura 1) e a terceira, arenítica como a primeira, mas, mais ao sul, próximo a Taió (SC). O modo de fossilização das amostras provenientes das mencionadas ocorrências é bastante diferente.

Fig. 4. Esboço geológico da região entre Mafra e Papanduva, SC

Fig. 5 - SEÇÃO COLUNAR - AFLORAMENTOS DE RIO DA ESTIVA
(F. Rio Bonito - SC)

DESCRIÇÃO DAS LÂMINAS

Amostra: GP/3E 2208 (Estampa 2, Figura 1)

Procedência: Salete, Santa Catarina.

Horizonte: Formação Rio Bonito.

As lâminas mostram texturas de quartzo microcristalino e calcedônia preenchendo cavidades; essas devem ser resultantes da destruição celular ocorrida ou durante a vida da planta ou no período pré-soterramento. O rompimento das paredes celulares po de ter resultado, em parte, da tensão gerada sobre elas em consequência da precipitação de microcristais. Na Estampa 2, a Figura 1 mostra que as texturas identificadas no espécime de Salete (SC) são bastante próximas daquelas encontradas no material de Rio da Estiva, SC, base da Formação Rio Bonito.

Amostra: GP/3E. 2826 A, B (Estampa 1, Figura 4; Estampa 2, Figura 3).

Procedência: Rio da Estiva II: km 39, BR-116 entre Mafra e Papanduva, SC.

Horizonte: Arenitos de estratificação cruzada da base da Formação Rio Bonito (Estampa 90, Figura 3).

Da mesma maneira que no material de Salete, as lâminas mostram texturas microcristalinas de quartzo sobre as paredes celulares, mas, nesse caso, razoavelmente preservadas (Estampa 2, Figura 3). Nas secções longitudinais observa-se a ocorrência de calcedônia com tendência a elongação no sentido das fibras do tecido orgânico. Onde existem lacunas ocorreu, igualmente, o preenchimento por meio do quartzo microcristalino. Não há sinais de formação de texturas médias e mais grosseiras em nenhum campo observável das lâminas.

- Amostras: GP/3T. 1264 a 1272 (Estampas 5, 6 e 7)
- Procedência: Rio da Estiva-I, km 139, BR-116 entre Mafra e Papanduva, SC.
- Horizonte: Parte média a superior da Formação Rio Bonito: nível de siltitos com intercalações de camadas finas de argilitos carbonosos.

Material semi-carbonificado, com parcial alteração e distorção das estruturas orgânicas num processo de carbonificação que apenas se iniciou. Ao longo das paredes longitudinais dos elementos do lenho aparecem nodulações de material carbonificado, às vezes formando aglomerados, perceptíveis, em diferentes campos das lâminas. Nos espaços, meatos e lacunas celulares vê-se, porém, o preenchimento por meio da calcedônia informe. Nas secções tangenciais essa aparece distribuída ao longo das paredes longitudinais dos traqueídeos, e, em todas as secções, como textura difundida, em todos os campos, de observação microscópica.

DISCUSSÃO - A comparação das texturas presentes nas amostras de Salete e de Rio da Estiva-II (seqüências areníticas da base da Formação) mediante os quadros de FOLK & PITTMAN (1972), REVUELTA (1976) e SCHOPF (1971) deixam concluir sobre a incidência de ambientes caracterizados por elevada concentração em sílica. Tal pode significar, também, ambientes caracterizados por lâminas finas de águas, ou ambientes de recuo das mesmas, sem oscilações relevantes que determinassem períodos de menor concentração da sílica em solução. As amostras de Rio da Estiva II são variáveis quanto ao estado de preservação. As encontradas nas camadas mais basais, em arenitos de estratificação cruzada, estão em melhor estado de preservação do que as encontradas nos estratos mais acima, também correspondentes aos arenitos, de estratificação cruzada. A secção colunar do afloramento dá a posição estratigráfica das amostras (Figura 5) em Rio da Estiva. Sendo assim, verifica-se, nessas últimas, uma ação da oxidação que se inicia na superfície e quase sempre atinge regiões do

âmago das amostras, principalmente a medula. As paredes das células parenquimáticas, pouco resistentes, aparecem desintegradas nas medulas de tipo discoidal, comuns nos afloramentos. As componentes celulares das medulas maciças resistiram, e, assim, é possível perceber, em muitos espécimes, as paredes lignificadas, bem preservadas, e as medulas quase sempre desintegradas por oxidação. Essa ocorreu secundariamente, nos espécimes fossilizados dos estratos areníticos, mais superiores, do afloramento. Deve-se, portanto, à ação intempérica sobre o afloramento, cujas sequências superiores foram erodidas (Estampa 89, Figura 2). A permeabilidade dos arenitos facultou, portanto, a penetração de águas intempéricas. O mesmo parece ter sucedido, talvez, com os espécimes de Salete, sobre cuja posição, no afloramento, não se tem muitos detalhes.

Os espécimes encontrados nos arenitos estão permineralizados. Compreendem silicificações e têm a cor cinza-clara a esbranquiçada dos mesmos. A interpretação das lâminas está em concordância com o parecer dos geólogos, citados no texto, sobre os ambientes de sedimentação, (Tabela 11), durante a deposição das sequências. As texturas encontradas fazem admitir ambientes de águas rasas à chegada dos espécimes no sítio deposicional. O ambiente seria sub-aquoso e por longos períodos a lâmina de água se apresentaria fina a ponto de permitir a exposição de superfícies. Os períodos de cheias seriam caracterizados pela evasão rápida das águas e apreciável evaporação. Com as cheias, ou, provavelmente, com as enxurradas, aí chegariam os espécimes lenhosos bem como um suprimento de sílica dos solos. Nessas condições ocorreria a primeira fase da fossilização: intraencrustação, com a precipitação de texturas de alta concentração e alta velocidade de precipitação (calcedônea e quartzo microcristalino). As fases subseqüentes da fossilização ocorreriam em condições idênticas daí a generalização das referidas texturas nas amostras. Em resumo, presume-se que durante a deposição da parte basal da Formação Rio Bonito predominariam longos períodos de baixas de águas, com exposições de superfícies e as oscilações seriam por interferên

cia intempérica rápida, mas, expressiva, no sentido do fornecimento da sílica em solução.

As ocorrências de Rio da Estiva, concernentes aos argilitos carbonosos da parte média-superior da Formação está localizada a cerca de 100 m S dos afloramentos areníticos da base. A própria diferença de nível das duas ocorrências, durante a deposição da Formação, e as diferenças existentes quanto ao tipo de fossilização dos espécimes sugerem um lapso de tempo transcorrido, entre a fossilização da primeira associação de espécimes e a da segunda. Portanto, os dois eventos dizem respeito ao mesmo ciclo deposicional, mas não são contemporâneos. Da mesma maneira, as associações lignitafoflorísticas existiram nos limites do mesmo ciclo, mas, uma sucedeu à outra no transcorrer do tempo. Portanto, o lapso de tempo entre a fossilização de uma e a de outra é igual à que realmente transcorreu a partir da deposição dos arenitos e deposição dos siltitos com intercalações finas de argilitos carbonosos. A primeira associação (parte basal) compreende fragmentos de ramos, troncos, raízes, alguns dos quais de algum porte; a segunda compreende frações de caules, lenhosos, mas de porte arbustivo a herbáceo, juntamente com impressões e compressões de folhagens, sementes e partes férteis de glossopterídeas e gangamopterídeas, depositadas conforme o plano das camadas, e responsáveis pela formação do carvão. Seria, portanto, artificial, imaginar que as referidas folhagens e os troncos de porte se correspondessem, e tivessem se fossilizado, contemporaneamente, por caminhos diferentes.

O material dos argilitos carbonosos encontra-se, ao mesmo tempo, semi-carbonificado e permineralizado (Estampa 6, Figuras 1 a 4). Isto significa que houve condições de bacia restrita e começo da carbonificação, com interrupção do processo. A partir daí houve condições de oxigenação na bacia, contudo, ambiente sub-aquoso, isto é, lâminas finas de água, alta concentração em sílica, elevada velocidade de precipitação. Consequentemente os espécimes foram permineralizados por meio da calcedônea criptocristalina, preponderantemente. Ora, as variações das condições ambientais, como dizem as lâminas, estão indicadas clara

mente na própria sequência em que as camadas finas se intercalam com finas camadas de carvão. Em conclusão, o parecer de MEDEIROS & THOMAZ FILHO (1973), sobre a ocorrência de mangues, pequenas lagoas, pântanos, em região costeira, fortalecem sobremaneira as interpretações a partir das lâminas, bem como das obtidas no campo da paleoecologia.

5.4.4 - Formação Irati

De acordo com MENDES & FULFARO (1966) a Formação Irati representa uma fase redutora dentro de um ciclo maior de sedimentação sub-aquática pós-Palermo, fase esta que não foi verticalmente contínua. Os mesmos autores chamam a atenção para a característica variação lateral de facies do Irati. As rochas características de sequência são argilitos, folhelhos betuminosos e não betuminosos, calcários, dolomitos e sílex em concreções, lentos ou camadas finas. Ao norte do Arco de Ponta Grossa predominam calcários e dolomitos em sequências rítmicas de calcários e folhelhos; ao sul do Arco preponderam os folhelhos sobre os calcários. NORTHFELLET *et al.* (1969) consideram que as rochas da Formação Irati representariam uma facies mais estagnante do "mar Palermo", ocasionada pelo soerguimento do Arco Pampeano, o qual teria separado a Bacia do Paraná do sinclinal andino. DAEMON & QUADROS (1970) interpretam, em relação ao Irati, ambiente de deposição transicional, continental, compreendendo zonas de mangues, pântanos e áreas semi-inundáveis, litorâneas. ROCHA-CAMPOS (1972) sintetiza sobre o ambiente admitido para o Irati: "In the absence of useful paleontological data, analyses of sedimentological features and ratio of isotopic carbon (C^{13} , C^{12}) indicate an anaerobic, marine to litoraneous environment (PADULA, 1967; KEITH, 1969; RUNNEGAR & NEWELL, 1971). AMARAL (1971) prefers to interpret the formation as being deposited in a lake with sea connection". Discussões relacionadas ao tipo de ambiente do Irati sobreexistem até hoje, pois aí estão envolvidas facies associadas (MENDES *et al.*, 1966). MEZZALANA (1971) baseado na associação fossilífera procurou caracterizar litobiofacies distintas no Irati. RÖSLER *et al.* (1981) identificaram no Irati do Es.

tado de São Paulo *Gondvanoptilon brasiliense* gen. et sp.nov. (libélula permiana). Admitiram que o local de depósito dos carbonatos que hoje constituem a matriz foi excepcionalmente calmo, e a idade provável conferida por esse achado seria neo-permiana. Os zoofósseis têm sido freqüentemente encontrados nos sedimentos do Irati; os fitofósseis compreendem os lenhos sementes e folhagens de Ginkgophyta, Glossopteridophyta etc. mas, essas últimas só foram reconhecidas em afloramentos do Rio Grande do Sul. No Estado de São Paulo nada se encontrou, até o presente, nesse sentido. RÖSLER (1978) considera o Irati relacionado à tafoflora = D. DAEMON & QUADROS (1970) situam a Formação no intervalo L, caracterizado pela predominância de pólenes bissacados estriados (Tabela 11). Posição e idade prováveis encontram-se na Tabela 12.

DESCRIÇÃO DAS LÂMINAS (Estampa 2, Figuras 2, 4; Estampa 3, Figuras 1-4; Estampa 80, Figura 1).

Amostras: GP/3T. 108 e GP/3T. 1382.

Procedência: Pedreira Vitti-I, Município de Piracicaba, SP.

Horizonte: Formação Irati (Permiano Médio a Superior).

Secção transversal: GP/3T. 108 (Estampa 80, Figura 1)

Apresenta a formação de quartzo microcristalino, mas na periferia da lâmina aparece quartzo em rosetas. Nos vazios celulares maiores se identifica a calcedônia microcristalina exibindo estrutura fluidal, possivelmente herdada.

Secção transversal: GP/3T. 1382 (Estampa 3, Figura 1)

O quartzo microcristalino aparece preenchendo os espaços resultantes do rompimento das estruturas celulares mas tende a ser mais grosseiro. Nos anéis mais externos do lenho nota-se franca tendência ao rompimento das estruturas anatômicas com a formação de rosetas nos vazios resultantes, como que organizadas em torno dos núcleos de tecidos preservados (Estampa 3, Figura 2)

Observação: - De modo geral, quando ocorre o quartzo cristalino há boa preservação dos tecidos lenhosos. Nos campos em que aparece o quartzo mais grosseiro, em roseta, há tendên

Fig. 6 - ESBOÇO GEOLOGICO DAS LOCALIDADES FOSSILIFERAS ABORDADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

cia ao rompimento dos mesmos e a formação de espaços. Mas, não se trata de regra geral, pois há campos com texturas grosseiras em que os tecidos estão otimamente preservados.

Secção transversal: GP/3T. 108 (Estampa 2, Figura 2); GP/3T. 1382 (Estampa 2 Figura 4).

Cristalização de quartzo prismático (placóide) radial, com comprimento do prisma em torno de 400 μ m, formando rosetas de contorno poligonal cujas dimensões chegam até a 1 mm. No plano da secção as rosetas apresentam de 10 a 15 cristais. Apresentam, ainda, núcleos lenticulares com calcedônea granular, microcristalinas, onde parece ter havido destruição parcial das estruturas do lenho.

Secção radial: GP/3T. 108 (Estampa 3, Figura 4); GP/3T. 1283 (Estampa 3, Figura 3).

Os tecidos do lenho encontram-se bem conservados, mas recobertos por cristais de quartzo de granulação média em estrutura de rosetas com núcleos mais finos ora constituídos por quartzo microcristalino, ora por calcedônea fibrorradiada. Em alguns campos parece ter havido destruição dos tecidos e assim houve o preenchimento por meio do quartzo microcristalino, ocorrendo, na orla, a calcedônea fibrorradiada. Nos espaços ou zonas entre as rosetas, onde essas não se tangenciam, o quartzo se apresenta equigranular poligonal.

Amostra: PO/008.

Procedência: Pedreira de calcário Porangaba, SP.

Horizonte: Formação Irati (banco calcário, base da Formação).

Não foram incluídas ilustrações dos painéis cristalográficos. Apenas se descreve a ocorrência de texturas cristalinhas diferentes das relacionadas quanto aos espécimes dos arredores de Piracicaba. Nas secções transversais os lúmens celulares mostram-se preenchidos por quartzo microcristalino, calcedônico. Em todas as secções as rupturas e lacunas maiores dos tecidos estão preenchidas pela calcedônea e a partir da orla

dos espaços acelulares, formando como que uma capa sobre as paredes das células aparece a calcedônea fibrorradiada como textura difundida. Esta dá às secções longitudinais o aspecto de um mossaico composto de círculos, calcedônicos, fibrorradiados.

DISCUSSÃO - Como é possível observar nos esquemas de FOLK & PITTMAN (Tabela 6) e de REVUELTA (Tabela 7) as texturas microcristalinas, resultantes da precipitação rápida - ambientes de elevada concentração em sílica - tendem a romper as estruturas orgânicas. As texturas mais grosseiras e os megacris-tais, resultantes da precipitação mais lenta, tendem a preservá-las. Admite-se que essas últimas se formem em ambientes menos saturados ou em ambientes saturados, onde a mobilização da sílica se dá de modo intenso. Tudo indica que na Formação Irati ocorria essa mobilização da qual resultou a gênese do sílex. Quanto à referida formação pondera-se sobre a existência de dois modos principais de preservação dos espécimes. Cada qual parece ser predominante em localidades distintas, ou em níveis distintos, por toda a área concernente à mesma. E quando se fala em preservação refere-se, propriamente à intraencrustação. Assim, nas localidades em que as intercalações de folhelhos no calcário são muito proeminentes (região entre Rio Claro e Piracicaba) foi possível coletar amostras oriundas do "banco" calcário, da base, assim como em níveis mais altos, de intercalações menos espessas de calcários e folhelhos. As amostras coletadas no banco calcário, à semelhança das encontradas em localidades dos arredores de Itapetininga - Porangaba, mostram-se permineralizadas, preferencialmente, por meio da calcedônea e do quartzo microcristalino. As amostras que provêm dos níveis mais altos, isto é, dos calcários com intercalações de folhelhos, tendem a conter texturas de quartzo granular, prismático, anelar e em rosetas. As amostras encontradas no banco calcário são da cor cinza-esbranquiçada do calcário. As amostras das camadras acima do banco têm a cor escura do sílex e dos folhelhos. O encontro de lignisspécimes, nessa Formação parece coincidir com o nível do sílex em concreções, lentes ou leitos tanto no banco calcário, quanto nos níveis de intercalações de folhelhos. Quan-to as texturas presentes, fala-se em termos de predominância, se

ja nos espécimes do banco calcário, seja nos oirundos dos estratos mais superiores. Em ambos os casos, as referidas texturas parecem estar em íntima associação com o grau de mobilização da sílica na bacia deposicional. De acordo com a opinião já mencionada de WALKER (1962) a precipitação do sílex depende diretamente das oscilações do nível das águas na bacia deposicional e depende, igualmente, da presença da matéria orgânica no ambiente de sedimentação. Na Formação Irati (SP) percebe-se que a partir da deposição do banco calcário a mobilização passou a se efetuar como que subordinada a certo periodismo. O sílex aparentemente está disseminado, mas é possível notar concentrações em níveis preferenciais. Nas pedreiras em exploração, dos arredores de Piracicaba, (Vitti-II, Moura I e II, Amaral Machado, Packer), bem como nos arredores de Cezário Lange, Porangaba e Itapetininga, foi observada a maior concentração no topo do banco calcário, como que no nível de transição entre as primeiras intercalações de folhelhos. Daí para cima, devido, talvez, à pequena espessura de muitos estratos de siltito calcário e de folhelhos intercalados é difícil perceber a maior concentração do sílex sempre nos níveis de transição do calcário para folhelho apesar da disseminação menos expressiva. Dessa maneira tal feição chega a resultar no aparecimento de finas camadas, contínuas por algumas centenas de centímetros, ou, ainda, na formação de lentes centimétricas, em espessura e em extensão, a par das conhecidas concreções. O fato dá indicações de certo periodismo na precipitação do sílex e implica em que também deva ter havido suprimento periódico de sílica para que a precipitação transcorresse de maneira efetiva. Por essa razão é possível pressupor que o suprimento da sílica não deva ter sido apenas de origem biológica ("silicosponjas Monoxida", etc.), mas, também, de origem continental. Por esse caminho é aceitável a possibilidade de que boa parte da sílica, em solução, possa ter sido originária de águas intempéricas, carregada do solo dos arredores da bacia deposicional. Várias possibilidades sobressaem para explicar os desfechos da permineralização nas amostras de lenho do Irati. Antes, porém, relembra-se que as informações, mais seguras, dos trabalhadores das pedreiras em exploração bem

como as observações pessoais da autora apontam a constância da associação dos ligníspécimes com os níveis de sílex, nas exposições do Irati. Por essa razão, muitas amostras de lenho, principalmente as retiradas de níveis acima do banco, apresentam-se com incrustações de sílex na superfície. São exemplos, os holótipos de *Kraeuselipitys sculpturata* e de *Antarticoxylon sewardii*. Ao se adotar a premissa de que em ambientes salinos a gênese do sílex se dá, preferencialmente, com o rebaixamento do nível das águas e em presença da matéria orgânica (WALKER, 1962), os resultados ora apresentados estão de acordo com a interpretação de ambientes do Irati segundo DAEMON & QUADROS (1970). Na opinião desses autores tudo leva a crer que as oscilações de nível das águas não tenham sido, propriamente, oscilações de nível do mar, porém, oscilações devido ao aporte de águas intempéricas, em áreas inundáveis, por períodos (mangues, pântanos) e sujeitas a ingressões constantes de águas salinas. Evidentemente as áreas de mangues, restingas e pântanos contêm uma vegetação muito própria em que a umidade ambiental se equilibra em relação a um painel de fundo, de bosques e pequenas matas, de plantas arborescentes, entremeiadas de arbustivas. Veja-se, pois, que nas frentes de exploração das pedreiras de Piracicaba (Estampa 80, Figura 2) e de Porangaba (Estampa 90, Figuras 1, 2 e 3) aparecem no banco calcário fragmentos de troncos de relativo porte. O espécime ilustrado, da pedreira de Porangaba (Estampa 90, Figuras 1, 2 e 3), segundo informação do proprietário e dos trabalhadores, correspondeu a uma árvore quase inteira da qual muitos fragmentos, menores, relativos a ramos, foram levados por curiosos. Com respeito às localidades fossilíferas da Formação Irati, no Estado de São Paulo (Figura 6) percebe-se a maior incidência de certos tipos de texturas cristalinas, em algumas localidades, em contraposição com a maior incidência de outras texturas em localidades mais distanciadas. Optou-se, portanto, em grupá-las em dois principais setores: a) o primeiro, corresponde às localidades situadas entre Rio Claro, Piracicaba e Tietê; b) o segundo, diz respeito às localidades da faixa entre Porangaba e Itapetininga, incluindo-se Cezário Lange e Laranjal Paulista. As ocor

rências próximas de Taguaí permanecem, por ora, à parte das especulações, pois que entre essas ocorrências e as próximas de Tatuí e Itapetininga existe uma extensa faixa de exposições da formação inexplorada do ponto de vista lignitaflorestístico.

Nos espécimes provenientes das pedreiras entre Porangaba e Itapetininga predominam, em geral, texturas microcristalinas. As texturas de megacristais aparecem de modo subordinado. Sob esse ângulo enquadra-se uma amostra coletada nos arredores de Laranjal Paulista (SP). Essa contém belíssimos cristais prismáticos de quartzo, em roseta, semelhantes aos encontrados em amostras da região de Rio Claro e Piracicaba. Não é possível, pois, fixar resultados, mas falar em termos de predomínio de texturas o que, indiretamente, significa falar em termos de predomínio de condições ambientais.

Na região entre Tatuí e Porangaba os afloramentos em geral expõem a parte basal do Irati, com o banco calcário da base disposto sobre a denominada "laje azul" (Membro Taquaral). Acima do banco as intercalações de folhelhos no calcário dolomítico são frequentes, porém, menos expressivas do que nas ocorrências de Rio Claro e Piracicaba. Em Tatuí, Cezário Lange, Laranjal Paulista e Porangaba as amostras de lenhos fósseis têm sido encontradas (Figuras 5 a 8) somente no banco de calcário dolomítico em íntima associação com o sílex aí presente. Nessas ocorrências o sílex mostra-se em concentrações apreciáveis no terço superior do "banco". A partir daí vai se escasseando em direção ao topo do afloramento; no que tange aos calcários com intercalações quase rítmicas de folhelhos, nas seqüências mais superiores, está praticamente ausente. Na região entre Rio Claro e Piracicaba o sílex tem ocorrência expressiva até o topo das exposições. Sendo assim, o próprio solo originado, na região, mostra-se especialmente enriquecido em nódulos de sílex.

Durante o ciclo de deposição do Irati é possível conceber-se a existência simultânea de ambientes mais e menos salinos, assim como, igualmente, ambientes mais e menos saturados em sílica. De modo paralelo, os referidos ambientes apresentariam maior e menor enriquecimento em matéria orgânica. As dife

rentes texturas indicariam condições ambientais mutantes, por níveis estratigráficos diferentes (variação faciológica vertical), ou por localidades afastadas (variação faciológica horizontal). Chama a atenção o fato de os espécimes fossilizados no banco calcário ostentarem, de preferência, texturas microcristalinas e criptocristalinas, típicas de alta velocidade de precipitação da sílica. As referidas texturas estão presentes em todas as fases da permineralização, ao passo que, na mesma localidade, há também o concurso de amostras tendo presentes, da fase de intraencrustação, texturas granulares com cristais prismáticos de quartzo (de até 1 mm de extensão) anelar, e em rosetas, típicos de baixa velocidade de precipitação da sílica. Nas fases subseqüentes da fossilização tem-se, de novo, as texturas da calcedônia e do quartzo microcristalino (preenchimento complementar, litificação).

As lâminas de amostras de localidades da região entre Rio Claro e Piracicaba indicam que as texturas média e grosseira do quartzo, idiomórfico e heperblástico, são frequentes (Estampa 3, Figuras 2, 3 e 4) e correspondem à primeira precipitação ou a primeira geração de cristais (intraencrustação), formada de modo lento, em ambiente de baixa concentração de sílica. Nos interstícios, como nas lacunas maiores dos tecidos, há núcleos de calcedônia microcristalina e calcedônia de natureza fluidal, relativas às gerações posteriores, de preenchimento complementar e de litificação. Quanto à cristalização sob forma de cristais médios e grosseiros, de quartzo, é oportuno relembrar a colocação de GRIMM (1964) sobre a formação de texturas granulares, em roseta, nas quais os cristais romboédricos de quartzo teriam a morfologia própria dos cristais embrionários, ou de ambientes salinos. Aí, pois, uma sugestão a mais para as interpretações sobre os ambientes de sedimentação Irati.

É de clássica aceitação que ocorreu aí um lapso de tempo com transição para climas mais quentes. As interrupções de sedimentação calcária representaram rebaixamentos de nível, evaporação intensificada, exposição de superfícies. Com as enxurradas, a entrada de águas continentais enriquecidas em síli

Fig. 7- SECCÕES COLUNARES DOS PRINCIPAIS AFLORAMENTOS DA FORMAÇÃO IRATI, SP

A, B- Mineração de Calcário Rosa, 1ª e 2ª frentes de exploração (CL/SP - I); C- Mineração de Calcário Porangaba (Po/ SP I); D - Mineração de Calcário Machado (Tt/ SP I); E - Mineração de Calcário Vitti-I (AF/ GP 8); F - Mineração de Calcário Vitti- II (AF/ GP 8a) G- Mineração de Calcário Amoral Machado (AF/ GP 8b).

ca bem como em matéria orgânica (lignispécimes). O quadro que se imagina, logo de início, é o da mobilização intensa da sílica, em períodos de baixas de nível, para a precipitação do sílex (lentes, camadas, centimétricas irregulares, concreções). A partir daí as águas intempéricas e os ambientes menos saturados: a precipitação da sílica se processava de modo lento. Se verifica a formação de cristais hiperblásticos de quartzo e das texturas granulares, anelar e em roseta, tão características dos espécimes encontrados nas ocorrências de Rio Claro e Piracicaba, como gênese de intraencrustação. Após isso, novo rebaixamento de nível das águas propiciou a precipitação da calcedônia nos respectivos espécimes, como geração do preenchimento, complementar, litificando-os.

Em conclusão, o maior ou menor grau do comparecimento do sílex nas ocorrências permite inferir sobre a presença ou não de texturas silicosas mais grosseiras. Os ambientes salinos parecem ter relativo papel na sedimentação dos calcários Irati.

5.4.5 - Formação Estrada Nova

São classicamente conhecidas as estruturas "flaser" e fendas de dessecação nos sedimentos da Formação Estrada Nova. NORTHFLEET *et al.* (1969) descrevem o ambiente como transicional, planícies de marés e águas salôbras. Os sedimentos correspondem aos folhelhos silticos e siltitos cinza e cinza esverdeado, finalmente inter-laminados com níveis e lentes de sílex e calcário olítico. Na parte superior da Formação podem aparecer siltitos arenosos. Em São Paulo e sul de Santa Catarina as seqüências se apresentam com a cor marrom avermelhada. MENDES (1967) distinguiu quatro litossomas, com a inclusão da Formação Serra Alta. Entre os fósseis vegetais as Licophyta são características como frações e impressões nos sedimentos, assim como folhagens de glossopterídeas e coníferas. Os troncos fósseis em geral são encontrados à superfície dos afloramentos, como em Tambaú e Conchas. Em Fartura parecem ser encontrados em afloramentos. Quase todos eles, porém, estão fragmentados, aparecendo, somente, como frações do corpo lenhoso secundário. Isto pode ser indício de certo grau de retrabalhamento. FULFARO & SUGUIO (1978) fazem uma

apreciação sobre a ocorrência da Formação, na Serra da Fartura, e admitem na deposição dos calcários aí existentes (SUGUIO *et al.*, 1974) a interferência de águas salgadas. Portanto, ambiente de sedimentação plausível seria o de planícies de maré.

Amostra: GP/3E 638 (Estampa 4, Figuras 1, 3)

Procedência: Conchas, Estado de São Paulo.

Horizonte: Formação Estrada Nova.

Ocorrência de quartzo microcristalino, poligonal, nas zonas onde houve a destruição da estrutura celular; quartzo um pouco mais fino, calcedônico, ocorre nas zonas em que as paredes celulares estão preservadas. A preservação orgânica da amostra é satisfatória, apesar de o agente da preservação corresponder a formações microcristalinas. A Estampa 4, Figura 1, mostra os elementos vasculares, em secção transversal. No lúmen dos traqueídeos, o preenchimento por quartzo fino, calcedônico. Nas secções longitudinais a calcedônea tem textura fibrorradiada e interlobada; aparecem, também, núcleos alongados no sentido do comprimento celular (Estampa 4, Figura 3).

Amostra: GP/3E 644 (Estampa 4, Figuras 2, 4)

Procedência: Serra da Fartura, SP.

Horizonte: Formação Estrada Nova.

As secções transversais, como no material de Conchas, mostram os lúmens dos traqueídeos preenchidos por quartzo fino calcedônico. As secções longitudinais mostram a calcedônea ou quartzo microcristalino xenomorfos, com textura interlobada. A tendência dos cristais é a de se alongarem no sentido da "fibrosidade" da planta, isto é, no sentido do comprimento das células (Estampa 4, Figura 2).

		Designações	Fácies	Litologias	Fósseis
FORMAÇÃO IRATI	LITOBIOFÁCIES SUP. A	Fácies Paranapanema. (Mendes et al. 1966)	Siltico-argilosa	Siltitos de cor cinza esbranquiçada	Restos generalizados de peixes
		Membro Assistência (Barbosa e Gomes, 1958)	Argilo carbonática	Folhetos pirobetuminosos Folhetos pretos Dolomitos alternados com folhetos Sílex	<i>Paulocaris</i> sp. <i>Pygaspis</i> sp. <i>Ammafalia</i> sp. <i>Stereosternum</i> Espículas de esponjas
		Fácies Ribeirão Grande (Mendes et al. 1968)	Siltico-argilosa	Siltitos de cor cinza	Restos de peixes
		Fácies Barrinho (Mezzalana, 1971)	Dolomítica ou Calcarenítica	Dolomitos cremes, esbranquiçados e cinzentos	<i>Liocaris</i> sp. Lignispecimens <i>Stereosternum</i> Espículas de esponjas
	LITOBIOFÁCIES INF. B	Membro Taquaral (Almeida e Barbosa, 1949)	Siltico-argilo- arenosa	Siltitos cinzentos, amarelados Arenitos Arenitos conglomeráticos em camadas não contínuas	<i>Clarkecaris</i> Restos de peixes Espículas de esponjas

Litobiofácies da Formação Irati (quadro 1 de Mezzalana, 1971 - modificado).

TABELA 13

Figura 8

Províncias paleoflorísticas gondvânicas e contemporâneas do Gondwana (adaptado de SEWARD, 1914)

- Províncias nórdicas
- Floras gondvânica localizadas
- Província gondvânica
- Floras mistas (URSS); representantes nórdicos e gondvânicos
- Floras nórdicas localizadas

Amostra: GP/3E 2827.

Procedência: Tambaú, SP.

Horizonte: Formação Estrada Nova.

Como nos demais espécimes da Formação Estrada Nova, a calcedônea e o quartzo microgranular aparecem sobre as paredes celulares, ou onde apenas houve a destruição parcial da estrutura celular. Aí se conservam resíduos das paredes orgânicas. Nos vazios celulares verifica-se a formação da calcedônea fibroradiada.

O material procedente de Tambaú contém preservação bastante precária das estruturas orgânicas. Nas secções transversais, somente ilhotas de tecidos vasculares rompidos. O lúmens dos traqueídeos e os meatos celulares contém calcedônea; sobre as paredes vasculares preservadas aparecem a calcedônea e o quartzo microgranular. O que há de interessante a se destacar em relação às lâminas é que, nas áreas onde as paredes celulares são apenas residuais, ou, simplesmente, não existem, a calcedônea se apresenta como se fora o micromolde anatômico dos elementos vasculares. Nos vazios celulares, onde houve a completa destruição dos tecidos, ocorre a formação da calcedônea fibroradiada.

DISCUSSÃO - Dentro da homogeneidade de texturas, presentes nas lâminas, a interpretação se torna difícil, pois alguns espécimes demonstram retrabalhamento. As estruturas orgânicas em muitos deles estão completamente rupturadas devido, talvez, à precipitação da calcedônea. As texturas microcristalinas tendem a causar esse resultado. Mas, por outro lado, há texturas bem preservadas. Em outras há como que micromoldes anatômicos de campos celulares. Assim, a única conclusão, nessa oportunidade, é que as texturas resultaram da precipitação rápida, portanto, as lâminas de água, na bacia deposicional, eram finas, e as superfícies sujeitas a ficarem expostas por ocasiões.

6 - PALEOANATOMIA DO LENHO - METODOLOGIA

6.1 - INTRODUÇÃO

Até o presente os estudos anatômicos dos órgãos vasculares (caule e raiz), das plantas fósseis, estão marcados pela falta de metodologia própria adotada, de modo unânime, por diversas escolas de autores. O que se tenciona, pois, neste capítulo, é sintetizar, como método, todos os procedimentos positivos esparsos em publicações. Esses se referem também às plantas recentes, mas aplicados, de modo pioneiro, por paleoanatomistas, desde os mais antigos conhecidos. Assim, o encadeamento de sucessivas publicações mostra uma elaboração metodológica em progresso a qual difere, de maneira significativa, da metodologia seguida no estudo das partes lenhosas de plantas recentes. No que concerne a essas últimas conhece-se em geral a maneira angiospermocêntrica de conduzir as investigações, para a fundamentação de *taxa naturais* o que certamente não se coaduna com a linha de pesquisas paleoanatômicas, principalmente quando se lida com espécimes antigos como os paleozóicos. Nessas circunstâncias a diagnose de um *taxon natural* irá traçar, em linhas gerais, o fitoplano ontogenético do indivíduo, como um todo. Quase nunca se destinará a um só órgão ou a frações desse órgão como se é obrigado em relação às plantas fósseis, de cujas averiguações resultam taxa artificiais ou gêneros de forma ou morfogêneros.

De modo comparativo, ao se tratar das partes lenhosas das plantas recentes os botânicos quase sempre consideram, em primeiro plano, as características do lenho secundário ou da madeira, em detrimento daquelas relativas às fases iniciais de vascularização, classicamente referidas como primárias. Em consequência, o grau de especialização dos estudos anatômicos do lenho, das plantas recentes, chegou a tal ponto que importantes tratados se restringem, simplesmente, à descrição da madeira. De certo que tal ênfase resultou do crescente interesse tecnológico, quanto às madeiras de extração, para fins comerciais. E enfim,

em paralelo com a sistemática das plantas recentes desenvolveu-se a sistemática das madeiras de extração. Essa inapropriadamente, é que influenciou, por longos anos, os estudos de anatomia dos lenhos fósseis.

Contudo, a sistemática dos lenhos fósseis baseada de maneira unilateral nos caracteres do lenho secundário deixou muito a desejar. Foram relegados ao segundo plano e até não abordados importantíssimos caracteres da medula e do corpo primário do lenho, para fins de sistemática e de estudos de filogenia. Tal lacuna, do ponto de vista paleobotânico, implicou em numerosos erros de determinação dos espécimes.

Por exemplo, do ponto de vista botânico é impossível paralelizar as diagnoses dos lenhos fósseis, baseadas no corpo secundário, com as das madeiras das formas recentes. Haveriam sempre de faltar informações tecnológicas que só os lenhos recentes poderiam fornecer, principalmente as relacionadas com as propriedades das fibras, densidade, etc. Portanto, madeira é um termo impróprio para denominar fragmentos lenhosos de plantas fósseis, sobretudo devido ao significado tecnológico e extrativo de que se reveste. Da mesma maneira é também impróprio denominar o paleobotânico anatomista, de anatomista de madeira e o espécime fossilizado de lenho, de madeira fóssil. Em suma, o emprego da expressão, madeira fóssil, resultou, certamente, da tradução pouco exata de "fossil wood" (ingl.). O termo "wood" (International Association of Wood Anatomists - IAWA News Bull. set./1954) expressa mais adequadamente: sistema de condução e de sustentação da planta. O seu significado tem um cunho estrutural e anatômico. Lenho é a tradução mais exata. De outra forma "timber" (infl.) refere-se mais propriamente à madeira, reconhecida por suas qualidades extrativas e industriais, assim como em língua alemã diferenciam-se "holz" (= lenho) de "bau" (= madeira).

Os vocábulos lenho e xilema foram repetidamente utilizados neste trabalho, em diferentes oportunidades, como sinônimos. Dentro do significado atribuído a ambos dizem respeito ao sistema vascular e de sustentação do estelo. Referem-se

a uma unidade complexa abrangida pelo corpo primário como pelo secundário. Por sua vez, o espécime lenhoso pode compreender o estelo completo, em suas partes, das quais a medula não deve ser excluída, ou apenas parte dele. Diz-se, então, que o espécime é completo quando incorpora lenho secundário, primário e medula; e incompleto, quando abrange apenas uma ou duas dessas partes.

Até as primeiras décadas deste século verifica-se que a maioria dos espécimes fósseis investigados tiveram suas diagnoses elaboradas conforme as diagnoses das madeiras recentes. Isso era feito quer incorporassem ou não a medula, o corpo primário e o secundário. Ao mesmo tempo que uma nova metodologia, destinada à interpretação dos lenhos fósseis, encarados como um todo complexo começou a se esboçar com BERTRAND (1874), SCOTT (1902, 1905), SEWARD (1910, 1914, 1917, 1919), WALTON (1925) e KRAUSEL (1928, 1949, 1956, 1958, 1962).

Por outro lado, VAN TIEGHEM & DOULIOT (1886) atribuíram o mesmo significado aos termos estelo e cilindro central e assim, em anatomia das plantas recentes, esse último é mais empregado ao passo que em relação às fósseis o primeiro tem sido utilizado mais eficazmente, pois são muitas as ocasiões que se oferecem às discussões sobre evolução e filogenia. A essa altura, então, a teoria estélica de VAN TIEGHEM & DOULIOT (1856, 1871, 1872) alcançou tal ordem de importância que a própria teoria telômica (ZIMMERMANN, 1938, 1954, 1956) incorporou-a, aproveitando a sua documentação muito mais do que modificando-a. Conforme a teoria estélica vê-se como é difícil estabelecer hipóteses sobre a evolução do órgão vascular ou sobre filogenia, sem que se considere o cilindro lenhoso em suas partes inteiradas ou seja, o lenho secundário, o primário e a medula. Com essa premissa a seguir se aprecia cada uma dessas partes, mediante sua conceituação paleoanatômica, para se chegar ao método mais adequado de investigação, no que tange às formas fósseis.

6.2 - CONCEITUAÇÃO PALEOANATÔMICA DA MEDULA

6.2.1 - Generalidades

Os estudos de paleoanatomia do lenho, como também os de anatomia das plantas recentes demonstram o evento progressivo da medulação em íntimo relacionamento com a evolução do estelo. BOUREAU (1939), NAMBOODIRI & BECK (1938, a, b, c) e OGURA (1972) apresentaram trabalhos aprofundados nesse sentido.

Os lances da evolução anatômica que as pesquisas so bre ontogênese de plantas recentes sô permitem delinear, no cur to espaço da vida embrionária, a paleoanatomia tem chances maio res de mostrá-los, como quadros ricos de minúcias, no corpo adul to das plantas fossilizadas. Conforme ZIMMERMANN (1954, a, b; 1956) não existe encadeamento teórico entre esses lances, devido à in tervenção de processos hologenéticos. Sobre a origem da medula, vale a pena estabelecer confronto entre a conceituação obtida a partir de averiguações em plantas recentes e a obtida a partir de investigações em formas fósseis. Quanto às recentes, GWINE-VAUGHAN (1914) e THOMPSON (1920) consideram-na como a porção mais cen tral do estelo e de origem diversa da do córtex. JEFFREY (1897, 1902) admitiu que resultaria de invaginações do parênquima do córtex no cilindro protostélico. Teria origem extra-estélica e idêntica natureza que o córtex. OGURA (1968, 1972) confirmou GWINE-VAUGHAN. Baseou-se em documentário que envolveu formas re centes e fósseis. Concluiu que em nenhum caso examinado a medu la teria natureza extra-estélica, mas, estélica. Por sua vez, os estudos de ZIMMERMANN (1938, 1952, 1956) levaram-no a ad- mitir que a medula, de natureza estélica, poderia se originar da complexação do protostelo em eustelo, por caminhos peculiares, em diferentes grupos de plantas. Conforme comentário de OGURA (1972) pareceria redundância dizer, com respeito ao protostelo que este seria mais ou menos primitivo em alguns *taxa* já que é a forma mais primitiva de estelo (OGURA, 1972), supostamente invariável

Mas, a documentação fossilífera deixa evidente que há aspectos transicionais no próprio protostelo. A partir dele há

diversas alternativas de complexação. Como um condensado das informações obtidas da literatura paleontológica sabe-se, por exemplo, que algumas formas não gimnospérmicas revelam a presença de protostelo semi-medulado, isto é, aparecem células de parênquima entremeiadas com traqueídeos no centro do protostelo (*Lepidodendron* spp.). Outras formas adiantaram-se na complexação e mostram o que OGURA (1972) denominou de protostelo medulado: o parênquima estrutura matriz localizada no centro da coluna de traqueídeos, como se fora uma esboçante medula (*Sigillaria*, *Lepidophloios*, *Asterochlaena*, entre outras formas). DELEVORYAS (1962) observou que *Heterangium andreii* (Carbonífero Superior) apresenta o centro do protostelo menos adensado, isto é, existem células parenquimáticas entremeiadas com os traqueídeos.

BECK (1970), investigou as fases de medulação em caules fósseis de tipo gimnospérmico, com as conclusões seguintes: *Stenomyelon tuedianum* é uma forma aparentemente protostélica, mas o estelo apresenta-se subdividido em três colunas longitudinais separadas por parênquima; *Calamopitys americana* ostenta protostelo no qual, centralmente, as células parenquimáticas estão entremeiadas com traqueídeos; são predominantes sobre eles os quais se mostram isolados ou em pequenos grupos. *Calamopitys forsteii* inclui um estelo em estágio avançado de complexação, entre o protostelo e o eustelo. O autor, confirmando NAMBOODIRI & BECK (1968, a, b, c) chegou à conclusão de que o eustelo gimnospérmico desenvolveu-se por dissecção longitudinal do protostelo, primeiramente em colunas de tecido vascular com entremeios de parênquima, e, a partir daí, com a separação de simpódios cada vez mais organizados, em cilindro, em torno de um centro medulado.

LECLERC DU SABLON (1890), BOUREAU (1939) e OGURA (1968, 1972) entre outros autores, encontraram interessantes resultados no estudo da plântula das formas recentes; em suma, o protostelo aparece no hipocótilo de diversos taxa, normalmente eustélicos, na planta adulta. A partir da base e em direção ao topo do hipocótilo é possível apreciar estágios progressivos de medulação. Em alguns deles os passos evolutivos chegam até o

grau da desmedulação ou perda de individualidade da medula, como unidade anatômica (formas convencionalmente designadas monocotiledôneas).

Não é possível estereotipar os passos evolutivos as sinalados por diferentes autores como processos definitivos de formação da medula. Mas, aprecia-se diversos graus de parenquimatização da coluna vascular, protostélica, até que a medula chegasse a se individualizar, como unidade anatômica, a considerar em diferentes grupos conhecidos de plantas paleozóicas.

Quando se está restrito ao estudo de plantas recentes tende-se a encarar a medula como unidade formacional cujo papel, em comparação com o das demais partes do estelo, seria secundário. Por essa razão talvez exista hoje poucos estudos voltados para a mesma e escassez de investigações sobre o seu papel sistemático, sobre as influências ambientais aí refletidas e, enfim, sobre o seu papel operacional na fisiologia dos caules. Sob o prisma paleobotânico existem alguns trabalhos nesse sentido, bem como a aceitação praticamente universal de sua origem estélica.

Com pertinência aos fragmentos fossilizados de caules haver-se-á sempre de requerer seu estudo em inteiração com a medula, para que este não passe de simples descrição da madeira, a não ser que o próprio estelo seja amedulado.

Em conclusão, a medula pode chegar a individualizar-se ou a perder a individualidade durante a evolução dos órgãos vasculares (caules). De acordo com a visão paleoanatômica ela compõe com o tecido lenhoso propriamente dito uma unidade complexa, isto é, o estelo. É, pois, uma componente tão importante do ponto de vista sistemático quanto o corpo primário e o secundário do lenho. A falta de uma das componentes torna o estudo dos lignis pécimes incompleto e inadequado para as avaliações sistemáticas e filogenéticas. E por se tratar este capítulo das plantas de tipo gimnospermico a designação, lenho, subentenderá a fração lenhosa do estelo com a medula nele inteirada (caules) ou ausente (raízes, fragmentos estélicos gimnospermóides, amedulados, etc. ou caules anômalos) nos espécimes protostélicos.

6.2.2 - A Medula e a Sistemática dos Lenhos Fósseis

É escasso o número de trabalhos publicados até hoje a respeito da medula das plantas recentes ou sobre a aplicação de suas características anatômicas à sistemática. Para se ter uma idéia mencionam-se as publicações específicas as quais serviram para nortear a metodologia de estudo adotada neste trabalho. ROTHERT (1899) apresentou publicação sobre a medula do gênero recente, *Cephalotaxus* (espécimes adultos). O trabalho de BERTRAND (1874) tem caráter geral. Contém simples considerações sobre a medula adulta de diversos gêneros gimnospérmicos. Mediante a dificuldade em distinguir os lenhos secundários de *Pseudotsuga* e *Abies*, KUBART (1914) procurou estabelecer diferenças taxionômicas por meio das características medulares. STEINBOCK (1926) procedeu pesquisa mais ampla, ao caracterizar a medula dos espécimes adultos de vinte e dois gêneros de coníferas recentes. DOYLE & DOYLE (1948) enfocaram, especialmente, o corpo medular adulto dos gêneros de Taxodiaceae. Demonstraram a validade da caracterização medular nas determinações sistemáticas, principalmente quando as regiões do lenho se mostravam semelhantes. CHAMBERLAIN (1965) ao estudar as plantas gimnospérmicas, do ponto de vista anatômico, deu indicações sobre a composição medular de alguns gêneros. JEFFREY (1912a, b, c) procedeu de modo idêntico com respeito às Araucariaceae, assim como GREGUSS (1968) em relação às Cycadaceae. GRIS (1872) voltou seus estudos para a medula adulta das dicotiledôneas, cujos resultados serviram também de ponto de apoio metodológico às determinações aqui levadas a efeito. Os trabalhos mencionados são quase todos os existentes sob forma de publicação. Três comumente citados na literatura não se tornaram acessíveis, pois correspondem a Dissertações de Mestrado (KRÄUSEL, 1913; PRILL, 1913; TASSI, 1906). Assim se evidencia a quase completa falta de conhecimentos sobre a evolução medular, do embrião à planta adulta, em relação à maioria das formas recentes. Muito mais do que o tecido lenhoso, o medular se constitui em componente que reflete de modo sensível a dinâmica ecológica. Ao mesmo tempo contém caracteres genéticos os quais se deve discernir pela aplicação sistemática.

Em relação às plantas fósseis muito do que é possível apreciar na medula jovem de algumas formas recentes parece estar configurado na medula adulta de diversos *taxa*.

Por conseguinte, merece ser considerado como passo pioneiro o de alguns paleoanatomistas ao introduzirem, desde longa data, os caracteres estruturais da medula na sistemática dos lenhos fósseis. Os primeiros esquemas metodológicos nesse sentido começaram a aparecer com os trabalhos de KRÄUSEL (1928, 1962). Todavia, no presente, ainda não é possível falar em método de interpretação dos caracteres medulares nas plantas fósseis.

Para substanciar esse trabalho encontrou-se alguma fundamentação em publicações voltadas para a plântula e partes jovens de espécimes recentes. Conclui-se que pelo menos três feições são primordiais para a diferenciação inter - *taxa*: a) os sistemas de lacunas; b) os idioblastos esclerenquimatosos; c) o sistema secretor. Além dessas outras feições existem em caráter complementar, para efeito sistemático.

a) Sistema de lacunas: a partir dos primórdios a medula é sede de desfechos ontogenéticos tais que é possível diferenciar grandes grupos como o das coníferas, cycadaceas e ginkgoáceas (FOSTER, 1938, 1941). Por exemplo, com o esboço embrionário do órgão vascular aparecem, na medula, os planos preferenciais de divisão celular, dos quais resultam arranjos peculiares, em fileiras compactas ou frouxas originando meatos ou não. O crescimento do órgão em geral modifica o padrão de ordenação embrionária, mas, para cada gênero resulta um quadro anatômico peculiar, conforme os planos preferenciais de divisão aí existentes. STEINBÖK (1926) e DOYLE & DOYLE (1948) levaram em conta as características diagnósticas dos meatos, bem como as das lacunas. Essas são quase sempre originadas por interrupções espaçadas da divisão celular, como também por lisigenia ou por esquisogenia. Desse modo as lacunas tendem a se alongar conforme uma das direções das paredes celulares. Assim resultam lacunas orientadas ou sistemas. Se ocorrem gerações de células de paredes espessas, entremeiadas com células de paredes finas, essas últimas podem sofrer dissolução gerando lacunas de forma irregular. Cada taxon

tem o seu modo peculiar de lacuharização, do qual resulta feições anatômicas próprias ou tendência herdada, cujos estímulos ambientais só podem fazê-las sobressair.

São numerosos os espécimes da província paleoflorística gondvânica caracterizados pela presença de sistemas orientados de lacunas, como nos morfogêneros *Paulistoxylon* n.g. e *Paranaseptoxylon* n.g.; ou por lacunas sem forma definida, apenas com orientação preferencial das mesmas como em *Polysolenoxylon* KRAUSEL & DOLIANITI, 1958. Em geral, as lacunas abrangem a medula por inteiro mas. há casos em que esta se encontra em estágio transicional, passando de maciça à lacunosa. Às vezes o desenvolvimento das lacunas é tão marcante que se transformam em espaços inter-diafragmais, como no gênero *Solenoxylon* KRÄUSEL, 1956. Sendo assim, as lacunas originadas conforme a descrição diferem daquelas originadas por ruptura celular, devido à ação de agentes estranhos ao corpo da planta, ou por desintegração celular, generalizada, no período "post-mortem".

Os caracteres anatômicos acima apreciados, apesar de serem repetidamente descritos em trabalhos paleobotânicos, não têm sido encarados em seu devido valor diagnóstico, ou cada autor atribui a seu modo valor ocasional.

b) Idioblastos esclerenquimatosos medulares: devido ao aspecto programado dos mesmos, na maioria das formas em pauta inclina-se a descrevê-los como sistema.

O sistema esclerenquimatoso da medula dos caules de tipo gimnospérmico, fósseis, encerra, certamente, o mesmo valor taxionômico que o da medula das formas recentes. Quanto a essas últimas, ainda que seja discutida, por autores, a aplicação sistemática do esclerênquima, quase sempre se aprecia a sua formação a partir do estelo embrionário. STERLING (1947) dá uma relação de numerosos gêneros de coníferas, recentes, nos quais os idioblastos esclerenquimáticos foram reconhecidos nos primórdios dos órgãos vegetativos. Por sua vez, o autor descreve o desenvolvimento desses elementos na medula e no córtex do broto terminal de *Pseudotsuga taxifolia* e reconhece aí uma ordem regular e programada. LEWIS & DOWDING (1924) mostram o apareci

mento dos mesmos a partir da plântula de *Picea*; BERTRAND (1874) aponta-os na plântula de *Cedrus*; BAILEY & FAULL (1934) na de *Sequoia sempervirens*, etc.

Com respeito às plantas gimnospérmicas maduras o sistema esclerenquimatoso medular configura padrões típicos para cada gênero, a ponto de representar característica anatômica de alto valor diagnóstico. O fato de o esclerênquima só aparecer no corpo maturo de algumas formas, ou desaparecer a partir do estelo não-formado, não elimina, de modo algum, o valor diagnóstico de sua presença. São vários os tipos de recursos que a planta adota, para garantir a sobrevivência. Por isso, a eleição de um, ou de alguns deles, só encontra explicação em face do "background" genético.

O sistema esclerenquimatoso da medula dos caules fósseis, de tipo gimnospérmico, apresenta variabilidade maior de arranjos do que se poderia encontrar em plantas gimnospérmicas recentes. Por assim dizer compreendem configurações semelhantes às das formas recentes, porém, com acentuação da ordenação, do zoneamento, e da programação. Daí resultam quadros anômicos "sui-generis".

Enumeram-se, a seguir (Tabela 14) alguns exemplos de arranjos em formas recentes, cujas configurações semelhantes muito relembram feições verificadas nos espécimes gondvânicos:

Gêneros recentes	Esclerênquima medular
<i>Araucaria</i> , <i>Agathis</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Libocedrus</i> , <i>Arthrotaxis</i> , <i>Criptomeria</i>	células esparsas
<i>Podocarpus</i>	células perimedulares ramificadas
<i>Glyptostrobus</i>	fibras
<i>Pseudotsuga</i> , <i>Pinus</i>	ninhos de esclereídeos
<i>Abies</i> , <i>Keteleeria</i> , <i>Picea</i>	placas orientadas

TABELA 14

Distribuição do esclerênquima medular em formas gimnospérmicas recentes

Organização do esclerênquima medular	Morfogêneros gondvânicos
Esclereídeos unitários	<i>Trigonomyelon</i> (ZEIL.) WALTON
Fibras unitárias	<i>Brasilestiloxylon piracicabanum</i>
Fibras ramificadas	<i>Solenobrasiloxylon irineii</i>
Cordões longitudinais de esclereídeos (simples, ou feixes)	<i>Paranaseptoxylon</i> n.g.
Ninhos de esclereídeos periféricos simples	<i>Polysolenoxylon</i> sp.
Ninhos de esclereídeos em cordões periféricos	<i>Kaokoxyelon reuningii</i> KRÄUSEL
Ninhos de esclereídeos dispersos	<i>Taxopitis</i> KRÄUSEL, <i>Megaporoxylon</i> KRÄUSEL
Ninhos de esclereídeos pericanais	<i>Atlanticoxylon</i> n.g.
Ninhos de esclereídeos xilo-apicais (extremidades das cunhas de xilema)	<i>Polysolenoxylon</i> spp.
Ninhos placóides de esclereídeos transversais, periféricos	<i>Solenoxylon tabulatum</i> n.sp.
Placas de esclereídeos dispersas	<i>Brasilestiloxylon</i> spp.
Placas de esclereídeos zoneadas centrais	<i>Solenopitys picturata</i> n.sp.
Plataformas de esclereídeos ou diafragmas transversais	<i>Austroscleromedulloxylon</i> n.g., n.sp.

TABELA 15: Configurações do esclerênquima medular nas formas gimnospérmicas ou gimnospermóides gondvânicas

A Tabela 15 por sua vez faculta a comparação das programações mais expressivas encontradas nos morfogêneros do Gondvana. Os morfogêneros ou as espécies apontadas na coluna à direita da Tabela são as que ilustram mais claramente o padrão de distribuição, embora esses possam ser comuns, às vezes, a várias espécies não enumeradas.

A mesma Tabela mostra que nos lenhos gimnospérmicos ou gimnospermóides, fósseis, o caráter planificado da distribuição do sistema esclerenquimatoso medular é bem mais acentuado que nas

formas recentes. Portanto, não poderia ficar em segundo plano na escala dos valores sistemáticos. Quanto às formas recentes, tal sorte de programação substanciou, sobremaneira, a metodologia classificativa dos lenhos gimnospérmicos, conforme os trabalhos de ROTHERT (1899), KUBART (1889), STEINBÖCK (1926) e DOYLE & DOYLE (1946). Com vistas a isso reformula-se a classificação dos espécimes gondvânicos, uma vez que há morfogêneros bem diferenciados quanto à planificação do sistema esclerenquimatoso. Cita-se como exemplo o morfogênero *Kaokoxylon* KRÄUSEL 1928, cuja característica essencial é o sistema esclerenquimatoso periférico, medular, em íntima conexão com os elementos do corpo primário. Algumas espécies incluídas no morfogênero em pauta o foram, simplesmente, porque continham o esclerênquima medular, ainda que a planificação fosse diversa.

c) Sistema secretor: compõe, na medula dos lignispécimes gondvânicos, quadros anatômicos de alto valor diagnóstico. Até o presente tem sido descrito formalmente nos trabalhos paleobotânicos, sem muita penetração além do aspecto morfológico. A partir do estudo em formas recentes (VAN TIEGHEM, 1897; HANES, 1927; FAHN & ZAMSKI, 1970; FAHN, 1971) sabe-se que seus elementos se distribuem no corpo da planta a partir do estelo embrionário, ora com a feição de idioblastos secretores, ora com a feição de dutos e de canais. Particularmente, os sistemas de canais secretores caracterizam as medulas de lignispécimes gondvânicos, principalmente do Brasil. Dos estudos sobre plantas recentes sabe-se que os canais secretores medulares quase sempre se distribuem em consonância com o padrão filotático dos caules. FAHN (1971) comenta a correlação entre os sistemas vascular, o secretor, e o de ambos com a filotaxia.

Nas formas estudadas, da Bacia do Paraná, até o presente, verifica-se que os canais quase sempre marcam o campo de origem do traço foliar (ou do órgão lateral). Em diversas formas é possível apreciar aspectos da anatomia nodal e em paralelo com o comportamento do sistema secretor o plano filotático. Sendo assim, leva-se à frente investigações mais esmiuçadas cujos resultados serão colocados em capítulo especial, pois ultrapassam

o escopo do presente trabalho. Por exemplo, o morfogênero *Catarinopitys* denota arranjo helicoidal dos órgãos laterais. Na medula quadrilobada cada lobo à medida que se acentua indica a saída de traços múltiplos; por sua vez, o centro do corpo medular é percorrido por um canal longitudinal de natureza, provável, mucilaginoso, contínuo por vários internós do qual são emitidos ramos radiais, no plano horizontal. Os braços radiais do canal axial aparecem e desaparecem, por níveis, e seriam réplicas traumáticas do traço que, a partir da periferia medular, se esboça. Outro gênero gondvânico o qual evidencia a participação do sistema secretor na formação de traços é *Petalopitys* n.g. Aí não há a formação de braços radiais. O próprio canal vertical é que adquire a configuração petalóide, isto é, a medula não ostenta a configuração lobulada, mas, o próprio canal axial. Em certos níveis há a expansão de um dos lobos do canal em direção da periferia da medula, em cujas proximidades se percebe a formação do traço.

A par dos aspectos comentados vê-se que nos espécimes gondvânicos há padrões de organização dos sistemas de canais, os mais diversos e, peculiares, possíveis. Há aqueles de organização dispersa, difíceis de relacionar com a filotaxia; há os de distribuição periférica irregular; há os de distribuição periférica simétrica, nitidamente relacionada com a formação dos traços; há o aparecimento de um canal mucilaginoso, axial, único; há o canal lobulado e há ainda o central com ramos horizontais; há a associação do sistema de secreção periférico com um canal vertical de origem mucilaginoso, etc.

No tocante à sistemática dos lenhos gondvânicos consta-se que a falta de definição por um comportamento metodolôgico adequado, quanto à avaliação dos elementos mencionados fez resultar ocasiões de profunda confusão taxionômica. Exemplo se refere aos morfogêneros *Polyolenoxylon* e *Barakaroxylon* (= *Indodoxylon*). Originalmente foram diferenciados um do outro pela aparência da medula, lacunosa ou maciça. Esse caráter mostrou-se inconsistente para a diferenciação de ambos e *Barakaroxylon* foi considerado sinônimo de *Polyolenoxylon* (MAHESHWARI, 1972). Todavia, hoje, verifica-se que, de fato, o comportamento dos sistemas de se

creção em um e outro morfogênero é bastante distinto. Em *Barakaroxylon* há referências do aparecimento de um canal longitudinal-axial que se acentua ou desaparece ao longo do eixo do espécime, ao mesmo tempo em que há a emissão de ramos horizontais, relacionados aos canais periféricos. Em *Polysolenoxylon*, conforme a diagnose original dos autores (KRÄUSEL & DOLIANITI, 1958) o sistema periférico de canais se associa a canais secretores dispersos no corpo medular. Em consequência, é revalidado o morfogênero *Barakaroxylon* SURANGE & MAITHY, mas, não, devido ao caráter medular, maciço ou lacunoso, porém, devido à originalidade de composição do sistema secretor. FAHN & ZAMSKI (1971) estudaram a evolução do sistema secretor em *Pinus halepensis*. Concluíram que o modo de formação e a distribuição dos canais secretores é característico em relação a diferentes gêneros. Mostraram, em suma, que não há diferenças entre os canais ditos normais e os traumáticos, pois todos eles são respostas particulares, dos *taxa* em questão, mediante situações especiais, como seria a própria dinâmica de formação dos traços.

Os primórdios de órgãos vegetativos de coníferas recentes, por exemplo, contêm estruturas especializadas em secreção, extensivas a todos os gêneros conhecidos inclusive *Taxus* (VAN TIEGHEM, 1872, 1891, a, 1891, b; CHAUVEAU, 1903, 1910; HANES, 1927; JEFFREY, 1925), Ginkgoáceae (FANK HAUSER, 1882) e Cycadáceae (CHAMBERLAIN, 1965) igualmente. Algumas dessas estruturas foram descritas no grupo de tecidos transitórios da planta (CHAUVEAU, 1910; HANES, 1927), outras são definitivas e a sua presença se confirma no corpo adulto dos respectivos espécimes. Todas, porém, refletem um "background" genético. HANES (1927) diz que a partir dos primórdios há mais de uma geração de estruturas ligadas à secreção. As várias gerações, entretanto, não se formam, repetidamente, nos mesmos campos. Há como que um deslocamento das gerações sucessivas, do centro do órgão, em direção à periferia. Assim vê-se que as raízes adultas das plantas recentes são conservativas, pois, em geral, as estruturas secretoras estão, preferencialmente, no centro ou próximo do centro do órgão (Tabela 16). Comparativamente, vê-se que a incidência freqüente e localizada do sistema secretor, nas medulas dos

caules adultos gimnospérmicos e de tipo gimnospérmico, permianos, espelha de modo expressivo, na escala do tempo geológico, os quadros vistos por CHAUVEAU (1910) e HANES (1927) nas plântulas das formas recentes. De outra maneira, a maioria dos gêneros recentes de coníferas concentra os elementos secretores no córtex e nas folhas (Tabela 17), quando maduros. Só as Pinaceae expõem tais elementos no lenho; *Ginkgo biloba*, no entanto, mostra-os no centro da medula, assim como *Cephalotaxus*, no hipocótilo (DANGEARD, 1910) e nos ramos jovens (ROTHERT, 1899). No que toca as formas fósseis, só no Mesozóico é que se identificam canais secretores no lenho; as mais antigas, permianas, sobressaem pela concentração dos canais na medula.

Portanto, as programações do sistema secretor, presentes nas medulas dos lignispécimes permianos, devem ser colocadas em primeiro plano nas decisões sistemáticas. Contudo, têm sido negligenciadas; em muitas ocasiões, composições completamente diversas do sistema secretor têm sido atribuídas ao mesmo morfôgênero. Tal é o caso de *Polysolenoxylon* e *Barakaroxylon*. Em outras ocasiões têm servido apenas para efetuar correlações com grupos recentes (Cycadaceae) pela simples questão de sua incidência na medula. Discorda-se, pois, que a fundamentação para tais correlações deva se basear, antes, na interpretação do relacionamento dos sistemas de canais com a filotaxia.

Enumeram-se, a seguir, os diferentes padrões de organização do sistema secretor medular, reconhecidos, até agora, nos lenhos gondvânicos de tipo gimnospérmico. Antes, porém, algumas explicações relativas à terminologia adotada.

As expressões usualmente utilizadas para classificar a medula em homogênea e heterogênea foram abandonadas, segundo a presente metodologia. GRIS (1872) e DOYLE & DOYLE (1948) utilizaram-nas para caracterizar a medula em que os planos de divisão celular, iguais ou diversos, formam ou não séries celulares distintas. Nesse caso, as expressões não se referem à existência de células medulares, diferentes, em natureza e função. Os paleoanatomistas têm utilizado as expressões com o último sentido. E, para evitar confusão, no entendimento do texto, optou-se pe

Formas Gimnospérmicas Recentes	Tipo	Descrição
<i>Pinus, Picea, Larix</i> <i>Pseudotsuga</i>	Epixílico	Um canal pericíclico adiante dos polos de protoxilema
<i>Abies, Keteleeria, Cedrus, Pseudolarix, Tsuga</i>	Mielonxílico	Canal axial no centro do metaxilema
<i>Araucaria, Agathis</i> (canais corticais do caule) <i>Podocarpus, Sataohycarpus</i> (canais peridêsmicos-folhas)	Epiflóico associado a:	Vários canais pericíclicos adiante de cada feixe do floema

TABELA 16: Síntese da localização dos canais secretores nas radículas de plantas gimnospérmicas recentes, segundo VAN TIEGHEM (1891)

Raiz	Caule	Corpo maduro de formas gimnospérmicas recentes
Ausentes	Ausentes	<i>Taxus</i>
Ausentes	Córtex	<i>Criptomeria, Taxodium, Podocarpus, Dacrydium, Torreya, Cunninghamia, Tsuga</i>
Ausente (<i>Ginkgo</i>) (<i>Cephalotaxus</i>)	Medula:	<i>Ginkgo biloba</i> (quase sempre dois canais ou bolsas mucilaginosas) <i>Cephalotaxus</i> (ramos jovens)
Canal mielonxílico	Córtex	<i>Cedrus, Abies, Pseudolarix</i>
	Lenho e córtex	<i>Pinus, Larix, Picea, Pseudotsuga</i>
Pericri- vais	Pericri- vais e córtex	<i>Araucaria, Agathis, Thuia, Cupressus</i>
	Canais de goma na medula e no córtex	Cycadaceae

TABELA 17: Síntese, segundo VAN TIEGHEM (1872) e vários autores, sobre a ocorrência de canais secretores no corpo adulto de plantas gimnospérmicas recentes

la terminologia: medula homocelular e heterocelular. O formato da medula é descrito em função do aspecto da margem do corpo medular. Assim, ela poderá ser circular, estelar, lobulada, dissimétrica, etc. Quanto à localização será cêntrica ou excêntrica. As regiões referidas da medula são a perimedular e a central. Quanto à dimensão ela será grande (maior do que 1 cm), média (de 0,5 cm a 1 cm) ou pequena (menor do que 0,5 cm). Com respeito à natureza poderá ser maciça ou lacunosa, diafragmada (ou septada) ou canalosa (conforme os tipos ilustrados na Figura 9), idioblástica (com idioblastos associados), etc.

Os tipos medulares relacionados com o sistema secretor foram designados neste trabalho:

Tipo M-1 (Tipo *Solenoxylon*): medula diafragmada ou septada, como no gênero do mesmo nome associada a um sistema de canais secretores periféricos.

Tipo M-2 (Tipo *Solenopitys*): sistema periférico de canais com disposição radial e simétrica; medula maciça.

Tipo M-3 (Tipo *Solenobrasilioxylon*): medula diafragmada; na periferia medular, canais numerosos, de forma e tamanho variáveis; no corpo central medular canais menores e poucos; às vezes canais mucilaginosos presentes.

Tipo M-4 (Tipo *Polysolenoxylon*): sistema periférico de canais e canais dispersos no corpo medular; medula lacunosa; lacunas com tendência à ordenação radial (Figura 9: M-4.a e M-4.b). Nas amostras estudadas o tipo M-4.a evolui para o tipo M-4.b.

Tipo M-5 (Tipo *Barakaroxylon*): em geral aparece associado à medula parenquimática; de acordo com o nível aparece somente o sistema periférico (Figura 9: M-5.a); a partir daí começa o esboço de um canal longitudinal axial (Figura 9: M-5.b) acentuando-se em outros níveis (Figura 9: M-5.c) até que se formam ramos, no plano horizontal; estes são conectores entre os canais periféricos e o vertical, central (Figura 9: M-5.d).

Obs.: Tudo indica que o canal vertical, central e seus ramos sejam de origem diversa da dos canais periféricos, isto é,

resultam da desintegração celular em campos mucilaginosos. Todavia, os autores (KULKARNI *et al.*, 1971) nada comentam sobre o fato, pelo que fica subentendido que sejam secretores típicos como os periféricos.

Tipo M-6 (Tipo *Atlanticoxylon*): compreende um tipo ora separado de *Polysolenoxylon*; no caso, há a formação de um canal axial longitudinal, sem emissão de ramos radiais como em *Barakaroxylon*. Considera-se natureza diversa, isto é, mucilaginosa, com respeito a esse canal e em comparação com a natureza secretora dos periféricos, ausentes. O contorno e o diâmetro são inalterados em todos os níveis, sem que apareçam canais periféricos solenóides; no contorno do amplo canal cilíndrico só se reconhecem lacunas, talvez de mesma origem; o diâmetro do canal central às vezes ultrapassa um terço do diâmetro medular.

Tipo M-7: é preliminarmente situado como sub-tipo de M-6; no caso, aparecem os canais periféricos, secretores, em associação com o quadro anatômico de *Atlanticoxylon*; se for comprovado que o tipo M-7 corresponde à maturação de M-6, então, nesse caso, a diagnose de *Atlanticoxylon* deverá ser ampliada.

Tipo M-8 (M-8.a, M-8.b) (Tipo *Petalopitys*): conforme o anterior; também apresenta um canal longitudinal axial associado a canais periféricos; diferencia-se do tipo *Atlanticoxylon* porque o canal axial denota inteiração na dinâmica formadora de traços; (Figura 9: M-8.a, b); nos níveis em que se formam traços o canal se expande na direção dos mesmos; daí resulta a forma petalóide; o canal é contínuo ao longo da extensão do espécime; a origem provável é a mucilaginosa, diversa da origem dos canais secretores periféricos, relacionados com a filotaxia.

Acredita-se que esses não sejam os únicos tipos de configurações existentes em espécimes gondvânicos. Outras combinações do sistema secretor poderão vir a ser reconhecidas.

Fig. 9. Sistema secretor nas medulas de lignispecímenes gondvânicos

6.3 - CORPO VASCULAR PRIMÁRIO

6.3.1 - Generalidades

A partir dos conceitos oferecidos pela teoria telômica (ZIMMERMANN, 1938, 1952, 1954a, b, 1956) e pelos trabalhos de CHAUVEAU (1911) e de BOUREAU (1939, 1952) sobre a evolução do corpo vascular primário, das plantas fanerogâmicas, os trabalhos paleoanatômicos sobre lignispécimes impõem nova apreciação.

Conforme a conceituação clássica seria individualidade dos respectivos órgãos o desenvolvimento primário, centrípeto, da raiz, e o centrífugo do caule. As feições transicionais seriam exceções entre os dois modos extremos de configuração. Mediante tais condições, o protoxilema passou a ser classificado, teoricamente, segundo três alternativas: endárquea, mesárquea e exárquea, dependendo da aparência do corpo primário, desenvolvido de modo centrífugo ou, ao mesmo tempo, de modo centrífugo e centrípeto, ou somente centrípeto.

À luz dos estudos de ontogenia, das plantas recentes, e dos resultados das investigações paleoanatômicas, no corpo adulto das plantas fósseis, verifica-se a variedade de configurações do corpo primário, dessas últimas, em fragmentos relativos a ramos ou a troncos de maior porte. Essa variedade, por sua vez, é tão grande que a simples classificação em três feições alternativas não se mostra suficiente. O fato obriga os paleoanatomistas a lançarem mãos de descrições, contornadas de detalhes, na tentativa de melhor situarem os espécimes segundo a classificação tradicional.

Primeiramente SCOTT (1902, 1910) e KRÄUSEL (1928-1962) chamaram a atenção sobre o assunto e MUSSA (1978-b) apresentou uma síntese relativa aos espécimes gondvânicos. Colocou em destaque aspectos contraditórios da interpretação, sobre a natureza do corpo primário das plantas fósseis, a partir dos esquemas tradicionalistas de classificação. Sendo assim, sobrepõe-se a necessidade de revisão metodológica, para melhor classificar os espécimes fósseis, notadamente os permianos e mais antigos. Sobre

sai, da mesma maneira, a inadequação da terminologia convencional, para descrever o comportamento peculiar das estruturas primárias, das fases iniciais de vascularização, nos lignispécimes fossilizados, principalmente os mais antigos referidos. Apesar disso há expressões que deverão continuar a ser utilizadas por que se tornaram de uso universal entre os paleoanatomistas, muito embora seja oportuna a crítica sobre as mesmas. Nesse caso, criar uma terminologia nova significaria complicar o problema por si só de difícil interpretação. Trata-se, neste capítulo, especialmente dos caules de tipo gimnospérmico, gondvânicos, e, no entanto, os comentários sobre nomenclatura são válidos para todos os tipos de plantas lenhosas.

CHAUVEAU (1911) chamara a atenção para a inadequação da classificação por meio de expressões como xilema centrípeto e xilema centrífugo. Ambas dão a idéia de que há uma direção preferencial dos elementos primários durante o seu desenvolvimento. O fato não corresponde à realidade. A síntese dos esquemas de CHAUVEAU (1911) apresentada no trabalho de MUSSA (1978b) é aqui reintroduzida. Ilustra o modo como se dá o referido desenvolvimento em plântulas (Figura 10). Vê-se que há fases bem distintas do desenvolvimento. Aquelas figuradas em A, B, C correspondem ao 1º CICLO e estão presentes em todos os órgãos vascularizados das plantas criptogâmicas e nas raízes de todas as plantas criptogâmicas ou fanerogâmicas. As fases ilustradas em D, E, F, G e H abrangem o 2º CICLO da evolução do sistema vascular. Só é possível apreciá-las nos caules das plantas fanerogâmicas, embora as fases do 1º CICLO também estejam presentes, em curta duração e rápida reabsorção, ainda em nível de caule embrionário.

A esquematização da Figura 10 deixa perceber apreciável variação na direção dos feixes vasculares, de uma para outra fase, durante o desenvolvimento do sistema vascular. A inicial de todas as fases (fase cêntrica) é representada por um só feixe central. Na fase excêntrica a configuração dos feixes é variável; tanto pode ser centrípeta quanto centrífuga. Na fase alterna passa a ser nitidamente centrífuga. Na fase intermediária, ao invés da orientação centrífuga ou centrípeta existe a expansão

lateral dos feixes que passam à feição centrífuga, durante a fase de superposição. Nas formas em que ocorre a fase periférica (monocotiledôneas) já não há nem uma nem outra orientação, porém, a feição de anel fechado, com elementos crivados do lado interno, ou do lado externo, ou formando feixes colaterais. Sendo assim, ao se empregar as expressões centrífugo e centrípeto quanto ao corpo primário, a validade é somente descritiva em relação ao panorama da secção ou quadro anatômico.

Quanto à expressão, estrutura primária, o seu emprego é válido no tocante à maioria das plantas fósseis, de tipo gimnospérmico, de preferência não coniferóides; mas, o seu uso não condiz com o caule adulto da maioria das formas gimnospérmicas recentes e demais grupos de plantas fanerogâmicas no estágio adulto.

Veja-se que a aceleração basífuga demonstrada por CHAUVEAU (1911) praticamente inexistente nos grupos mais primitivos das plantas recentes ou nas raízes de todas as plantas conhecidas, recentes ou fósseis. Todavia é reconhecível nas plântulas das formas recentes, gimnospérmicas e angiospérmicas. Com respeito a alguns caules de tipo gimnospérmico, fósseis, a aceleração basífuga parece ter sido praticamente nula. CHAUVEAU (1911) verificou que certas feições, só aparentes no hipocótilo das plantas recentes são mais típicas nos caules adultos de inúmeras formas fósseis. Em diversos grupos de caules de tipo gimnospérmico é possível perceber configurações de uma das fases iniciais de vascularização, em transição para a seguinte, sem que a fase anterior tivesse sido reabsorvida. Fica evidente que a aceleração basífuga praticamente inexistia em muitas formas. O aparecimento de fases mais avançadas, antes da reabsorção das mais antigas, no corpo primário, denota que os lances evolutivos transcorreram por meio de longas etapas na história do desenvolvimento. É como se o corpo primário dos caules adultos, dos fósseis, retratassem o filme da evolução em câmara lenta. No caule embrionário das plantas recentes, por efeito da hereditariedade, é como se apreciásse o compacto do filme, com o mascaramento de diversos quadros intermediários.

Nos lignispécimes permianos, muitos dos quais caracte

rizados pela inexistência da aceleração basífuga, é possível se referir a xilema primário em seu sentido original. Nessas, as fases alterna e intermediária parecem ter tido a mesma duração que o tempo de vida da planta. Persistem nas partes mais altas dos troncos ou nos ramos (BOUREAU, 1952) quando deveriam (em comparação com as plantas recentes) ter desaparecido desde a porção mais basal do caule jovem. Nas plantas angiospérmicas recentes as fases do 1º CICLO têm a duração da vida da raiz, mas, só aparecem na base do caule embrionário e, então, com duração fugaz, cedem lugar às fases do 2º CICLO. Conclui-se, pois, que o que se denomina de corpo vascular primário, no tocante aos caules fósseis, de tipo gimnospérmico é na verdade um complexo de fases, algumas das quais nem sempre reabsorvidas durante a evolução do sistema vascular. O que se denomina de corpo vascular secundário é o desenvolvimento de uma única fase, ou seja, a de superposição. MUSSA (1978-b) mencionou diversos exemplos de lignispécimes gondvânicos com remanescentes de estruturas primárias retidas nos caules adultos (Figura 14), como se fosse comum entre essas plantas idêntico modo de composição das referidas estruturas. A Tabela 18 do texto corresponde à ampliação da Tabela 1 de MUSSA (1978-b: p. 102) com o acréscimo dos resultados do presente trabalho. Por meio dela vê-se a exigüidade dos termos endárqueo e mesárqueo para descrever as configurações existentes. Assim, de longa data o mesmo problema parece ter chamado a atenção de autores como HALLE (1912), HOLDEN (1917) e WALKOM (1928). Ao descreverem espécimes classificados em *Dadoxylon* ENDL., tecem uma série de comentários sobre a originalidade das configurações percebidas nas amostras, muito embora o protoxilema continuasse classificado como endárqueo. O aumento do número de morfogêneros gondvânicos, estudados, serviu para esclarecer que a variação de quadros anatômicos se deve ao maior ou menor grau de reabsorção dos elementos primitivos, característico quanto a diferentes grupos. Em algumas formas a retenção dos elementos primitivos é maior, em outras verificam-se estágios transicionais e na mesma secção podem ocorrer campos indicativos de reabsorção completa e campos de reabsorção parcial.

Sob um prisma diverso do de CHAUVEAU (1911) ZIMMERMANN (1952, 1954, 1955, 1956) condensou uma série de considerações so

FIG.TEXT. 10 - Evolução ontogenética do sistema vascular das plantas. 1º CICLO: A - fase cêntrica; B - fase excêntrica; C - fase alterna. 2º CICLO: D, E, F - diversos estágios da fase intermediária; G - fase de superposição; H - fase periférica; I - nível das secções efetuadas na plântula; xc - xilema cêntrico; xec. - x. excêntrico; xa - x. alterno; xi - x. intermediário; p, pa, pi, ps - fases da evolução do floema. (Seg. CHAUVEAU, 1911).

FIG 11 a Transformação ontogenética dos traqueídeos, com a evolução do tipo de espessamentos espiralados ao tipo de pontuação areolada. (Seg. ALEXANDRIEV 1928(apud ZIMMERMANN, 1956)

FIG 11 b ídem, ZIMMERMANN, 1956

bre a evolução do sistema vascular, em bases filogenéticas. Estas podem ser resumidas como seguem: os telomas vegetativos desenvolveram-se de modo paralelo com os telomas férteis. As formas mais especializadas atuais passaram por uma série de transformações e estão sempre sujeitas a passarem por novas e imprevisíveis transformações. A apreciação histórica do desenvolvimento, isto é, o estudo combinado das formas fósseis e das recentes fornece o conhecimento dessas transformações. Sob o prisma telômico jamais se diz que uma forma ancestral foi sucedida por outra. Diz-se que um conjunto de modificações herdadas estão presentes no corpo embrionário das formas mais recentes. Herdadas, por que os telomas, a partir das plantas mais primitivas, estiveram sujeitos à ação independente ou combinada de processos hologenéticos. A evolução do sistema vascular deixa transparecer que alguns desses processos tiveram atuação mais clara no transcurso do tempo.

A divisão da célula apical, nos telomas primitivos, fez resultar a dicotomia; divisões com deslocamentos do eixo fizeram resultar a sobreposição do eixo principal sobre os eixos das ramificações laterais; resultaram simpódios; quanto ao sistema vascular, (Figura 11), o deslocamento dos traqueídeos mais primitivos, ou protoxilema, da posição do eixo para a posição mais centrífuga, foi a razão da formação de tipos variados de estelos. Tal deslocamento deu-se paralelamente ao aumento de espessura do órgão vascular (plantas continentais). O protostelo primitivo era formado apenas de protoxilema, sem diferenciação. No tipo *Rhynia* iniciou-se a complexação; os elementos primitivos, de paredes mais espessas foram deslocados para a posição centrífuga, mediana, enquanto que os elementos novos preencheram o espaço central em torno do protoxilema. Diferenciou-se, pois, o metaxilema, e o protoxilema tomou configuração mesárquea (Figura 11). O deslocamento dos elementos do xilema para a condição centrífuga teve a finalidade do reforço nos caules, cada vez mais adaptados a ambientes continentais. O abandono da configuração protostélica, circular, para a de um aster (*ASTEROXYLON*) foi determinada pela redução do corpo central do metaxilema com a distribuição desses elementos em torno dos polos do protoxilema mesárqueo em cada um dos braços. Por sua vez, cada braço do aster, olhado separadamente, representava um protostelo mesárqueo do

tipo *RHYNIA*. O deslocamento centrífugo do protoxilema coloca-o na posição exárquea (como nas extremidades dos braços mais grossos e mais curtos do actinostelo das *LYCOPHYTA* arborescentes). Certo grau de redução do metaxilema fez originar, do protostelo primitivo, os protostelos múltiplos e mesárqueos característicos da polistelia. A redução em maior grau, do metaxilema original, fez resultar, a partir do protostelo primitivo, o cilindro lenhoso eustélico, das plantas de tipo gimnospérmico. A redução do metaxilema, em alto grau, configurou, por assim dizer, o protoxilema endárqueo típico da eustelia.

Com os deslocamentos do protoxilema para posições cada vez mais centrífugas verifica-se, em grau sempre maior, a intromissão de células parenquimáticas em meio ao núcleo de metaxilema. Tem-se assim, paulatinamente, no transcurso do tempo, a individualização da medula, como componente do estelo. Em paralelo com os deslocamentos do protoxilema, também ocorreram processos elementares na evolução dos elementos vasculares. Os primeiros espessamentos de vasos condutores, mencionados na história evolutiva, das plantas continentais, são os anelados (*SPHAGNUM*). Anastomoses (Figuras 13-A, 13-B) dos anelados fez surgir os espiralados. Novas anastomoses em ângulo originaram os escalariformes. Anastomoses no mesmo plano originaram espessamentos reticulados e, afinal, pontuações reticuladas e areoladas. Nem todos os tipos de anastomoses estariam presentes em todas as formas, mas, condições herdadas determinaram os tipos de anastomoses. Os arranjos de pontuações classicamente descritos como araucarióide e abietóide tiveram desfechos diversos como ilustram as Figuras 13-A e 13-B.

Entre as formas fósseis boreais três grandes grupos ilustram muito bem o exposto. São representados pelas formas poroxilóides, mesoxilóides e cordaitóides. Cada qual, respectivamente, contém indícios da aceleração basífuga nula, de grau intermediário e em maior grau. Tais exemplos são oportunos, devido à semelhança com o que se encontra entre as formas permianas da Bacia do Paraná e gondvânicas em geral. Com pertinência às exárqueas, gondvânicas, conhecidas até o presente, nenhuma é passível de comparação com as poroxilóides boreais. No que toca às *Verte*

brariae, por exemplo, ainda se discute a natureza de raiz, rizoma ou caule quanto às mesmas. Com respeito a *Tordoxylon*, muito embora SCHOPF (1971) tenha apreciado o morfogênero como relativo à raiz e idêntico às *Vertebrariae*. KRÄUSEL (1956) ao descrever a espécie-tipo do gênero ilustrou com fotomicrografias e esquemas as frações integradas do córtex, o que seria mais raro em raízes de porte lenhoso. MUSSA (1978-a) descreveu traços de dois tipos, presentes no corpo lenhoso de espécimes idênticos. Tais elementos anatômicos, pois, sugerem a natureza de caules (anômalos; "lianas") para essas formas. A espécie *Myelontordoxylon catarinense*, descrita neste trabalho, (ESTAMPAS 8, 9 e 10), também integra o grupo *Tordoxyla*. A descrição mostra a peculiaridade da formação de um órgão lateral com tal repercussão anatômica que, nesse nível, o estelo principal perde por completo a individualidade, para dar lugar a dois estelos praticamente de mesma dimensão. A par disso, a medula, incipiente, caracteriza-se por constrictões ao longo do eixo longitudinal e em cujos níveis formam-se raízes. O quadro anatômico transversal não é claro. Aí não se identifica o protoxilema e lembra, incertamente, a configuração exárquea, com células parenquimatosas escassas no centro do estelo. A configuração longitudinal, igualmente, não deixa ver, em nenhum campo, elementos vasculares primários; somente elementos da fase mais avançada, de superposição, areolados. Com isso, permanece em discussão a natureza de caule anômalo ou de raiz para essa espécie.

Neste trabalho ainda se descreve um espécime amedulado e inteiramente formado por elementos vasculares areolados, da fase de superposição, (*Torosoxylon* n.g.). O quadro anatômico é o de uma raiz diárquea com radículas formadas ao longo do eixo longitudinal. Em nenhuma das seções foi possível captar o córtex, mas, a superfície externa é inteiramente ornamentada por meio de estrias longitudinais, paralelas (ESTAMPA 88, Figura 1).

Com base nos resultados do presente trabalho amplia-se a classificação do protoxilema bem como a nomenclatura convencional, da seguinte maneira:

Protoxilema	Endârqueo	{	Marginado ou distal	
			Acicular ou proximal	
			Alternante	
	Transicional ou Meso e Endâr queo	{	Anelar {	simples (com lacuna de reabsorção)
				composto (com elemen tos de xilema de trãns fusão tipo x)
Mesârqueo	{	Central		
		Bandeado		
		Em grupos separados do cilindro lenhoso		
Exârqueo				

TABELA 18

Classificação do protoxilema nas formas gimnospermóides e gimnospermicas gondvânicas (conforme a configuração)

O protoxilema endárqueo marginado ou distal encontra-se nas margens das cunhas de xilema, quase sempre em posição mediana, do lado convexo da mesma, ou em posição lateral, na margem da cunha. A configuração endárquea do protoxilema demonstra que houve reabsorção praticamente completa, dos elementos das fases iniciais de vascularização. É, portanto, um estágio maturo da evolução do sistema vascular.

O protoxilema apical, estilóide ou proximal, compreende configuração mais complexa. Nesse caso, a margem do corpo lenhoso, no limite com a medula, aparece serreada ou em tiras agudas

como se as cunhas de larga base se formassem por meio de feixes radiais de extremidades soltas na medula. O protoxilema, propriamente, ocupa a extremidade desses feixes. As espécies que compreendem tal configuração dizem respeito, entre outras: *Kaokoxydon rioclarensis* n. sp. e a *Trigonomyelon pedroi* (ZEIL.) WALTON.

O protoxilema transicional ou meso e endárqueo combina, em diferentes campos, da mesma secção, um tipo ou outro de configuração, isto é, a endárquea ou a mesárquea. O tipo meso e endárqueo, anelar, em vista geral, compreende cunhas de xilema quase sempre plano-convexas. As margens dessas aparecem como se estivessem esgarçadas em feixes radiais, estilóides, voltados para o centro da medula, cujas extremidades, porém, não são livres. Aparecem como que interligados por elementos retangulares cada vez mais curtos, quase isodiamétricos em vista longitudinal. Sendo assim, cada par compõe um anel limitante de uma lacuna acelular ou preenchida por parênquima. Essa lacuna não se formou, realmente, pela fusão de duas alças de xilema, mas, as alças e as respectivas lacunas é que tiveram origem à medida que os elementos das fases iniciais de vascularização iam sendo reabsorvidos. Se tal não houvesse ocorrido, de certo que o protoxilema original ocuparia o lugar da lacuna, e, conforme a classificação tradicional, seria claramente mesárqueo. Entretanto, a feição atual já não encerra o verdadeiro protoxilema; a natureza dos espessamentos de todos os elementos vasculares, presentes no corpo primário, é uma só, ou seja, espiralada. Por consequência, a classificação como tipo endárqueo, puro, será artificial, não interpretará a verdade. Trata-se, de fato, de protoxilema mesárqueo, cuja verdadeira posição é ocupada, agora, por um campo de reabsorção (EST.29, Fig.1 e 2; EST.29-A, Figs.1,2 e 3; EST.30, Fig.3).

Daí, portanto, a dificuldade de classificação do corpo primário de formas fósseis segundo os moldes tradicionais. Considera-se a complexidade da interpretação, relativa aos eventos que aí se passaram até a composição do quadro "sui-generis" que ora se discute.

Quanto aos lignispécimes gondvânicos conformes com a

configuração acima reconhecem-se dois sub-tipos: o sub-tipo *Antarticoxylon* ou sub-tipo-A e o sub-tipo *Brasilestiloxyton* ou sub-tipo-B. O sub-tipo *Antarticoxylon* contém a estruturação do corpo primário semelhante à que se descreveu acima, mas, complementarmente, em continuação às lacunas e adiante das extremidades estiloides do corpo primário, interpõem-se elementos vasculares curtos, quase isodiamétricos, ora com espessamentos escalariformes, ora com pontuações reticuladas. SEWARD (1914) interpretou a presença de tais elementos como relativos ao protoxilema endárqueo com distorções. Os espécimes ora estudados aclararam o problema ao mostrarem que tais elementos aí existem rotineiramente. Em *Antarticoxylon sewardii* são perceptíveis ao longo de toda a secção longitudinal dos espécimes. À luz dos estudos de CHAUVEAU (1911) interpreta-se os mesmos como remanescentes das fases mais primitivas de vascularização, não reabsorvidos, e, agora, altamente especializados. Podem corresponder a um tipo de xilema dito de transfusão, mas a posição atribuí ao corpo vascular, primário, caráter transicional de mesarquicidade.

O sub-tipo *Brasilestiloxyton* é mais simples de se interpretar, pela ausência de reversão na ordem dos elementos do corpo primário. Caracteristicamente, estes são de um só tipo, isto é, espiralados, mesmo aqueles quase isodiamétricos avançados no corpo medular. Entre esses últimos há apenas uma ou duas séries longitudinais, de elementos estreitos, com espessamentos escalariformes, aparentemente. Além desses, e mais profundamente colocados na medula, quase sempre também se encontram 2 a 3 fileiras de elementos espiralados, longos, de pequeno diâmetro, com caráter mais centrípeto que todos os demais.

O tipo meso-endárqueo alternante associa, numa mesma secção, campos em que a configuração é endárquea e campos em que é mesárquea ou tendente a ela. A configuração mesárquea só aparece nas proximidades da área de formação de traços foliares ou de ramificações. Exemplo desse tipo anatômico encontra-se em *Catarinopitys bitancourtii* n.g., n.sp. (EST.11, Figs.1 e 4).

O tipo mesárqueo-central está muito bem ilustrado em *Taxopitys africana* KRAUSEL em que os elementos do protoxilema são completamente contornados pelos elementos do metaxilema, sem que

haja formação de lacuna.

O tipo mesárqueo irregular caracteriza as espécies do gênero *Abietopitys* em que, no local de cada polo de protoxilema ocorre a formação de alças irregulares de metaxilema as quais se aprofundam na medula. Ao mesmo tempo, é possível constatar a presença de grupos isolados de metaxilema, afastados do corpo lenhoso, como núcleos vasculares, isolados, na periferia medular. As demais espécies do gênero *Taxopitys* compõem essa última feição.

Quanto ao protoxilema dito exárqueo, só foi possível verificá-lo em fragmentos fossilizados de raízes (?) e classificados nos morfôgêneros *Torosoxylon* e *Solidoxylon*.

6.3.2 - Sistemática dos Lignispécimes Gondvânicos de Acordo com a Configuração do Corpo Lenhoso Primário

A classificação da Tabela 19 por si só dispensa quaisquer comentários a mais; serve apenas para apontar os morfôgêneros gondvânicos que se encontram num estágio menos avançado de evolução do sistema vascular.

Fig.12. Atuação dos processos elementares na formação dos caules das plantas de hábitos continentais (ZIMMERMANN, 1952)

Fig.13. Deslocamentos do protoxilema durante a evolução estélica (ZIMMERMANN, 1954)

\\ / - direção de diferenciação do metaxilema
• - polos do protoxilema

Fig. 14

Tipos de protoxilema em espécimes da província paleo
florística gondvânica.

A - endárqueo marginado (tipo *Dadoxylon*); B, K - en
dárqueo acicular (*Petalopitys surangei*); C - endár-
queo acicular (?), meso e endárqueo (?) *Parataxopitys*
americana ; D, L - meso e endárqueo
(tipo B) anelar (*Brasilestiloxylon piracicabense*);
E, F - mesárqueo bandado (E: *Taxopitys alves-pintoi*;
F: *Abietopitys perforata*; G - mesárqueo central
(*Taxopitys africana*); H - mesárqueo: grupos desloca-
dos do corpo lenhoso (*Solenopitys rusticana*); I - me-
sárqueo bandado transicional, com grupos associados
de xilema na orla medular (*Phyllocladopitys capensis*);
J - mesárqueo, como núcleos de xilema junto à margem
do corpo lenhoso (*Abietopitys perforata*); M - meso e
endárqueo, tipo A (*Antarticoxylon sewardii*).

Tabela 19

PROTOXILEMA

ENDARQUEO 1:

DISTAL

OU

MARGINADO

- Damudoxylon waltonii* (MAHESH.1966) MAHESH.1972
(MAHESH. 1966: Pl. 2, Fig. 10)
- Damudoxylon rangi* (KRAUSEL,1928) MAHESHWARI 1972
(KRAUSEL in KRAUSEL & RANGE,1928:TAF.8, Figs.
2, 3; TAF. 9,Figs. 1, 4)
- Damudoxylon porosum* (KRAUSEL,1928) MAHESH. 1972
(KRAUSEL in KRAUSEL & RANGE, 1928: TAF.9, Fig.6)
- Damudoxylon parenchymosum* (SURANGE & MAITHY)MAHESH.1972
(SURANGE & MAITHY,1972: Pl.2, Figs. 9-15)
- Damudoxylon jamuriense* (MAHESH.1964)MAHESHWARI, 1972
(MAHESHWARI,1964: Pl.1, Figs. 1-5, Pl.2, Fig. 6)
- Damudoxylon daintreei* (CHAPMAN) MAHESH. 1972
(CHAPMAN, 1904: Pl.28, Figs. 1-3; Pl.29, Figs.1-3;
Pl. 30, Figs. 3,4)
SHANI & SINGH, 1926: Pl. 1, Figs. 1-5; Pl.2,
Figs. 6-12; Pl.3, Fig. 13; SAHNI & SINGH, 1926:
Pl. 3, Figs. 14-16)
- Damudoxylon bakerii* (SEWARD & WALTON, 1923) MAHESH.1972
(SEWARD & WALTON, 1923: Pl. 22, Figs. 19-22;
WALTON, 1925: Pl. 1, Figs. 1-6)
- Damudoxylon delicatum* .sp.
(EST. 19, Fig. 1)
- Damudoxylon* sp.
(EST. 84, Fig. 2)
- Krauselipitys sculpturata* nov.gen. et nov.sp.
(EST. 40, Figs. 3, 4)
- Australoscleromedulloxylon geraldinii* nov.gen. et nov.sp.
(EST. 43, Figs. 1, 4)
- Paulistoxyton inflatum* nov.gen.et nov.sp.
(EST. 45, Fig. 6)
- Paulistoxyton formosum* sp.nov.
(EST. 17, Fig. 1)
- Paulistoxyton iratiense* (GUERRA) n. comb.
(GUERRA, 1978: EST. II-g; EST.III-b)
- Paranaseptoxylon tabulatum* nov.gen.et sp.nov.
(EST. 47, Figs. 1, 5)
- Paranaseptoxylon agrosticum* nov.gen.et sp.nov.
(EST. 49, Fig. 3; EST. 50. Fig. 2)
- Barakaroxylon jhariense* SUR.& MAITH.emend.KULKARNI 1971
(SUR.& SAI.,1956: Pl. 1, Fig. 1; SUR. & MAITH.,
1962: Pl. 1, Fig. 1)
- Barakaroxylon brasiliense* SCHRAGE 1973 GUERRA 1976
(Diss.Mestr., SCHRAGE, 1973: EST. XX, Figs. 1, 2;
EST. XXV, Fig.
- Schopfoaulia peripaludica* nov.gen.et sp.nov.
(EST. 5, Fig. 5; EST. 6, Figs. 1, 2, 3)

tabela 19(cont.)

PROTOXILEMA

ENDRÓQUIO I:

DISTAL

OU

MARGINADO

- Megaporoxylon kaokense* KRAUSEL 1956
(KRAUSEL, 1956)
- Megaporoxylon zellei* KRAUSEL 1956
(KRAUSEL, 1956: TAF. 8, Fig. 30)
- Megaporoxylon scherzii* KRAUSEL, 1956
(KRAUSEL, 1956: TAF. 7, Fig. 28)
- Medullopitys sclerotica* (GOTHAN) KRAUSEL 1928
(KRAUSEL, 1928: TAF. 2, Figs. 2, 3)
- Solenoxylon wiszi* KRAUSEL 1956
(KRAUSEL, 1956: TAF. 1, Fig. 1; TAF. 3, Fig. 11)
- Solenoxylon kurzii* KRAUSEL 1956
(KRAUSEL, 1956: TAF. 3, Fig. 13)
- Solenoxylon oberholzeri* KRAUSEL 1956
(CF. KRAUSEL, 1956)
- Polysolenoxylon whitei* KRAUSEL & DOLIANITI 1958
(KRAUSEL & DOLIANITI, 1958: TAF. 17, Fig. 9)
- Polysolenoxylon krauselii* (SUR. & MAITHY) MAHESHWARI
(SUR. & MAITHY, 1961: Pl. 1, Figs. 3-7)
- Polysolenoxylon bageense* GUERRA 1975
(GUERRA, 1975: EST. I, Figs. 5, 6, 8)
- Polysolenoxylon taguariense* .sp. nov.
(EST. 77, Figs. 2, 4)
- Polysolenoxylon manieroi* .sp. nov.
(EST. 51, Fig. 2; EST. 52-A, Fig. 1)
- Polysolenoxylon resiniferum* (GUERRA) n. comb.
(GUERRA, 1976: Pl. II, C)
- Atlanticoxylon marginatum* nov. gen. et sp. nov.
(EST. 53, Fig. 2)
- Atlanticoxylon salpicatum* sp. nov.
(EST. 54, Fig. 3)
- Atlanticoxylon foraminatum* sp. nov.
(EST. 57, Figs. 1, 2; EST. 58, Figs. 1, 4)
- Atlanticoxylon scallionatum* sp. nov.
(EST. 59, Figs. 1, 2)
- Atlanticoxylon porangense* sp. nov.
(EST. 79, Figs. 1-4; EST. 79-A, Figs. 1-4)
- Atlanticoxylon bortoluzzi* (GUERRA) n. comb.
(GUERRA, 1975; EST. I, Figs. 1, 2, 4)
- Atlanticoxylon monocanalosum* (KULKARNI) n. comb.
(KULKARNI, 1971; Pl. 1, Fig. 2)
- Atlanticoxylon krauselii* (MAHESHWARI, 1972) n. comb.
(MAHESHWARI, 1972; Pl. 14, Figs. 1-7)

PROTOXILENA

ENDÁRQUEO: 2

M E S O E N D Á R Q U E O

Alternante

Simples

Ancilar

Composto

PROXIMAL

OU

ACICULAR

Protopodocarpitys roesleri MUSSA 1974

(EST. 80, Fig. 1; MUSSA, 1974: EST. 1, Fig. 3; EST. 2, Fig. 1)

Trigonomyelon pedroi (ZEILLER) WALTON 1925
(ZEILLER, 1896: Pl. 9, Fig. 4)

Trigonomyelon ranigangense MAHESH, 1966 emend. MAHESH, 1972
(MAHESHWARI, 1966: Pl. 1, Figs. 1, 2)

Trigonomyelon kaokense KRÄUSEL 1956
(EST. 5, Fig. 18; EST. 4, Fig. 17)

Kaokoxydon sclerosum (WALTON, 1925) KRÄUSEL 1956
(WALTON, 1925: Table 2, Figs. 7-10)

Kaokoxydon reuningi KRÄUSEL 1956
(KRÄUSEL, 1956: TAF. 6, Fig. 25)

Kaokoxydon (?) *durum* KRÄUSEL 1956 (?)
(KRÄUSEL, 1956: TAF. 6, Fig. 27)

Kaokoxydon zaleskyi (SAHNI) MAHESHWARI 1966
(SAHNI, 1933: Pl. 23, Figs. 3, 4; Pl. 24, Fig. 1)

Kaokoxydon rioclarense sp. nov.
(EST. 25, Fig. 1; EST. 27, Fig. 1)

Polusolenoxylon ceptonum sp. nov.
(EST. 68, Figs. 2, 4)

Solenobrasiloxylon irineii MUSSA 1978
(EST. 69, Figs. 1, 2)

Petalopytis swanagei sp. nov.
(EST. 61, Figs. 1, 5; EST. 63, Fig. 2)

Petalopytis alaeornata nov. gen. et sp. nov.
(EST. 64, Figs. 2, 3)

Parataxopitys americana (MILANEZ & DOLIANITI) BARBOSA 1956
(MANIERO, 1956: Fig. 4, Fig. 5; MILANEZ & DOLIANITI, 1950: Figs. 1, 4; KRÄUSEL & DOLIANITI, 1958: TF. 16, Fig. 1)

Catarinopitys bittancourtii nov. gen. et sp. nov.
(EST. 11, Figs. 1 - 4)

Brasilestiloxydon piracicabense MUSSA 1978
(MUSSA, 1978-d: EST. 1, Figs. 1, 3; EST. 29, Figs. 1, 2; EST. 30, Figs. 1, 2)

Brasilestiloxydon assisteense sp. nov.
(EST. 35, Figs. 1, 3, 5; EST. 36, Figs. 1, 2)

Brasilestiloxydon scleriotatum sp. nov.
(EST. 31, Figs. 1, 3, 4; EST. 32, Figs. 3, 4)

Brasilestiloxydon farleyense (WALTON, 1928) n. comb.
(Pl. 22, Figs. 4-9; Pl. 23, Figs. 1-3)

Antarticoxydon sewardii MUSSA 1978
(EST. 83, Figs. 3, 4)

Antarticoxydon priestleyi SEWARD 1914
(SEWARD, 1914: Pl. VIII, Figs. 44, 46, 49)

PROTOXILEMA

MESÁRQUEO

corpo lenhoso
Bandeado simples
ou
Associado a
Grupos destacados

- Solenopitys paulistana* KRÄUSEL & DOLIANITI, 1958
(KRÄUSEL & DOLIANITI, 1958: Tf. 18,
Figs. 13-15; Tf. 19, Figs. 19-20)
- Solenopitys rusticana* sp. nov.
(EST. 71, Figs. 1-3; EST. 72, Figs. 1-4)
- Solenopitys picturata* sp. nov.
(EST. 74, Figs. 1,4; EST. 76, Figs. 1,5,6)
- Phyllocladopitys martini* KRÄUSEL 1956
(KRÄUSEL, 1956: Tf. 8, Fig. 32)

PROTOX
CENTRAL

- Taxopitys africana* KRÄUSEL 1928
(KRÄUSEL KRÄUSEL & RANGE, 1928:
TAF. 10, Fig. 3)
- Taeniopitys transatlantica* sp. nov.
(EST. 23, Figs. 1-4; EST. 24, Fig. 1)
- Taeniopitys jucunda* sp. nov.
(EST. 85, Figs. 1-4; EST. 86, Fig. 4)

EXÁRQUEO OU NÃO IDENTIFICADO

- Myelontordoxydon vittii* MUSSA 1978
(MUSSA, 1978-a: Pl. IV, Fig. 18)
- Myelontordoxydon brasiliense* MUSSA 1978
(MUSSA, 1978-a: Pl. VII, Fig. 40)
- Myelontordoxydon catarinense* n.sp.
(EST. 8, Fig. 3; EST. 9, Figs. 3,4;
EST. 10, Fig. 4)
- Tordoxydon steynspruitense* KRÄUSEL 1956
(KRAUSEL, 1956-b: Tf. 2, Fig. 1;
Tf. 3, Fig. 1)
- Tordoxydon sanpaulense* MUSSA 1978
(MUSSA, 1978-a: Pl. I, Figs. 1, 5;
Pl. III, Fig. 11)
- Myelontordoxydon campoi* (MUSSA 1978)n.comb.
(MUSSA, 1978-a: PL. IX, Figs. 52, 53)
- Torosoxydon striaeornatum*
(EST. 88, Fig. 3)
- Solidoxydon mafrense*
(EST. 15, Fig. 4)
- Torosoxydon triangulatum* sp. nov.
- Torosoxydon* spp.

TABELA 19

Classificação das formas gondvânicas de acordo com a configura
ção do protoxilema

6.4 - O CORPO SECUNDÁRIO DOS LENHOS GIMNOSPÉRMICOS.

6.4.1 - Generalidades

Para sintetizar alguns aspectos conhecidos lembra-se que os fragmentos de lenho passam, de modo simultâneo, por vários eventos numa bacia deposicional. Entre eles o dessecamento gradual dos tecidos. Este favorece a fragmentação que se dá, principalmente, segundo as linhas de fragilidade natural, representadas pelos anéis de crescimento. Verifica-se a perda progressiva dos anéis mais externos e o corpo secundário do lenho, ordinariamente, se dispersa em partes múltiplas. Restam, em proporção bem menor, as frações ao nível do cilindro lenhoso mais interno as quais incluem, de modo especial, o corpo vascular primário e a medula. LEPEKHINA (1972) ilustra muito bem o acontecimento ao informar que na Bacia de Kuznetzk (URSS), em cerca de 250 amostras coletadas, 230 compreenderam frações do lenho secundário. Somente 20 conservaram o corpo primário e a medula, ou, pelo menos, partes de cada um deles. Tal constatação nada mais é do que o comum acontecimento, na maioria das ocorrências lignifossilíferas, onde cerca de 98% das amostras quase sempre corresponde a espécimes do lenho secundário, enquanto que 2% diz respeito a espécimes medulados. Não por outro motivo sobreexiste a indagação, concernente à validade do procedimento de se eliminar, dos estudos paleoanatômicos, os fragmentos são representados por lenho secundário. Pondera-se, nesse caso, que nenhum tipo de amostra deve ser, "a priori", excluído da avaliação. Se, de um lado, os fragmentos de lenho secundário favorecem, parcialmente, aos fins da sistemática, de outro, interessam às averiguações assentadas em bases estatísticas. A predominância de certas características, em grupos reconhecidos, de amostras, norteiam determinações sistemáticas amplas e elucidam aspectos da paleoecologia, com certa colocação no plano bioestratigráfico.

A medula e o corpo lignivascular primário, por sua natureza, são entidades que mais retêm feições expressivas da filogenia. Segundo DICISON (1975) o corpo primário é o verdadeiro repositório dos caracteres primitivos. O secundário, porém, re

flete tendências ou linhas de especialização e quase sempre expressa a ordem das influências ambientais. Para o mencionado autor é muito difícil, todavia, discernir, no corpo secundário, o que é realmente tendência evolutiva ou modificação ecológica; assim como outros anatomistas, de plantas recentes, aponta a problemática relacionada com a classificação dos lenhos (madeiras) simplesmente apoiada na caracterização do corpo secundário. Por tanto, os anatomistas, de plantas recentes, atentam para a necesidade da realização de estudos sob o prisma da ecologia e em bases estatísticas. Sô dessa maneira haveria a seleção dos caracteres verdadeiramente, sistemáticos, em face dos oriundos por influências do ambiente. Tais influências, se não levadas em consideração chegam a causar a determinação errônea de novos *taxa*. E, se tal acontece em relação às formas recentes, o que não se poderá presumir em relação às fósseis, apreciadas, simplesmente, nas referidas frações do estelo? Portanto, os trabalhos especializados em anatomia ecológica das plantas recentes orientam, sobremaneira, os estudos paleoanatômicos do lenho. A mudança de mentalidade se deve a autores pioneiros como CHALK (1940) e VESTAL (1940) os quais opinaram, respectivamente, sobre a impraticabilidade de estudos anatômicos, descritivos e comparativos, do lenho secundário, como substrato às determinações sistemáticas e de filogenia. VESTAL (1940) apontou como não satisfatórias as classificações naturais, firmadas na anatomia formal, sem possibilidades de discernir entre os caracteres hereditários e os de cunho ecológico. GILBERT (1941) referiu-se, também, às limitações da simples correlação anatômica baseada no corpo secundário do lenho. Analisou, especialmente, os mêtodos de pesquisa seguidos por diferentes escolas e recomendou os estudos de ecologia, em bases estatísticas, integrados aos estudos sobre desenvolvimento. CARLQUIST (1961, 1966) apontou como necessárias as observações sobre como se comportam os tecidos jovens e maduros de uma mesma planta em face dos estímulos ambientais. Recomendou observações estatísticas, isto é, em numerosos espécimes de um mesmo *taxon* e a abrangência por diversos *taxa*. Em suma, o interesse de todos esses autores é que se reconheçam que tipos de caracteres são fisiológicos ou quantita

tivos e que tipos são mutacionais ou qualitativos.

Assim, também, de outra forma, BAAS (1973) afirmou que no estado atual das investigações seria praticamente impossível avaliar as implicações existentes entre o clima e a predominância de algumas características do lenho secundário. Em termos de duração histórica do tempo, estudos especiais viriam esclarecer sobre o aparecimento de combinações anatômicas novas (novos *taxa*) mediante situações ecológicas novas. Discordou de BAILEY (1953) que, orientado segundo a metodologia tradicional, baseou-se numa sô característica, como seja, o comprimento do elemento lignivascular, para fundamentar seu clássico trabalho sobre evolução das plantas. BAAS (1973), VAN DER GRAAF & BAAS (1974) e BAAS & VAN DER GRAAF (1974) demonstraram, em bases estatísticas, que a altitude e a latitude atuam diretamente sobre o fenótipo da planta (no caso, o lenho secundário) como, por exemplo, sobre o alongamento dos traqueídeos e vasos. Desse modo, as conclusões sobre a posição sistemática, filogenia ou evolução, fundamentadas somente nas feições secundárias do lenho, expõem-se a dúvidas e a eliminações futuras. JEFFREY (1912, I, II, III, IV), sob outro prisma, procurou rever algumas falhas da metodologia de pesquisa do lenho e recomendou a inteiração com estudos de anatomia experimental, do desenvolvimento e de paleoanatomia. Demonstrou que certos estímulos ou injúrias podem induzir algumas plantas a retomarem caracteres de ancestralidade. Da observação da plântula identificou o aparecimento e o subsequente desaparecimento, no estágio maturo, de caracteres primitivos. Outros trabalhos de autores poderiam ser mencionados. Ainda assim, chega-se à conclusão que a anatomia formal das amostras fósseis, do lenho secundário, deve ser revisada por meio de verificações estatísticas, com a complementação dos dados obtidos do estudo da medula e do corpo lenhoso primário; apesar de o corpo secundário refletir, fundamentalmente, as influências ambientais, são essenciais os estudos estatísticos em favor da documentação paleontológica, para a ordenação de grupos afins e averiguações sobre os caracteres mais predominantes em diferentes regiões paleogeográficas. GILBERT (1941) ao chamar a atenção para a especialização de certas estruturas anatômicas, como resultado de condições ecológicas, particulares, ressaltou que as tendências evolutivas dos *taxa* não são as mesmas no tocante a

grupos fitogeográficos diversos. A sua reflexão, feita em relação às formas recentes, é bastante oportuna no campo da paleoanatomia.

As partes do lenho, conforme consideradas, são puramente conceituais. O lenho secundário, o primário e a medula compõem, na verdade, uma unidade complexa, de modo que a classificação dos espécimes, alicerçada, somente, em uma dessas partes, estará sujeita a reinterpretação. Os lenhos secundários gimnospermicos e gimnospermóides, gondvânicos, envolvem grupos taxionômicos variados, alguns dos quais extintos. De maneira geral os planos anatômicos secundários, em todos esses grupos, são aproximadamente semelhantes.

A partir dos trabalhos de BECK (1960a; 1960b; 1962; 1966; 1970a; 1970b) é de aceitação praticamente unânime que o caule picnoxílico, eustêlico, das Progymnospermatophyta, profundamente semelhante aos caules de coníferas, representou, de fato, o tipo ancestral, em relação a todas as Spermaphyta recentes. Os estudos filotáticos efetuados por NAMBOODIRI & BECK (1970) em caules de coníferas recentes e em paralelo com investigações em lignispecímenes fósseis comprovam a sugerida origem. Em se tratando de lenhos secundários, de tipo gimnospermico, é difícil opinar sobre a primitividade ou evolução dessa parte do estelo. As verificações devem passar pelo crivo estatístico, no tocante a diferentes províncias paleogeográficas. Tal procedimento se revela, hoje, quase como uma imposição à medida que se dispensam vários caracteres até há pouco tidos como diagnósticos, e, apontados, agora, como reversíveis e fenotípicos. Os lenhos gimnospermóides e gimnospermicos gondvânicos mostram quadros anatômicos muito próximos os quais ora incorporam feições coniferofíticas, ora ginkgofíticas, ora cycadofíticas. Mas, sabe-se que a caracterização geral nem sempre se entrosou, perfeitamente, com as verificadas nas formas recentes. Boa parte dos espécimes gondvânicos dizem respeito a formas extintas, como as Glossopteridales ou Cordaitales, de modo que qualquer esforço em relacioná-las, diretamente, com as formas recentes, não será bem sucedido.

6.4.2 - Metodologia Adotada na Classificação dos Espécimes de Lenho Secundário (Gondvânicos)

Em sentido diagnóstico, os lenhos secundários recentes de tipo gimnospérmico, denotam profunda homogeneidade, principalmente, a nível de gêneros de uma mesma família. A maior diversificação só se encontra entre categorias mais elevadas. Assim, também, o resultado prático da sistemática, fundamentada nessa parte do lenho, no que toca às plantas fósseis, é a constatação da inclusão de formas bastante distanciadas, indevidamente, no mesmo *taxon*. Exemplo que muito bem ilustra o fato é a complicação gerada em torno do morfogênero *Dadoxylon* ENDLICHER 1847. Devido às semelhanças de feições foram incluídas em *Dadoxylon* amostras relacionadas aos mais diferentes grupos, como seja Cycadaceae, Cordaitaceae, Progimnospermatophyta, Araucariaceae, Pteridospermatophyta e, possivelmente, Glopteridophyta. Merecem, todavia, destacar-se, os trabalhos pioneiros de muitos paleoanatomistas ao apontarem caracteres de real valor sistemático, no corpo secundário dos lenhos fósseis, caracteres esses que os próprios anatomistas de plantas recentes também endossaram em suas determinações. KRÄUSEL (1949) refere-se aos estudos pioneiros de SCHENK, KRAUS, GOEPPERT e GOTHAN ao utilizarem, pela primeira vez, as configurações das pontuações nos campos de cruzamento, para diferenciação a nível de gênero. Os estudos de anatomia ecológica relativos às plantas recentes informam que embora muitas características do xilema secundário, utilizadas em sistemática, sofram variações morfológicas, em função dos estímulos ambientais, as pontuações de campo de cruzamento não variam as feições-tipo, a ponto de se mascararem, mediante condições ecológicas extraordinárias. A esse respeito contam-se os sucessivos trabalhos de GREGUSS (1955. 1961. 1967. 1968) concernentes à anatomia dos lenhos secundários gimnospérmicos, recentes e fósseis. Trabalho mais recente e de análise sobre o assunto, voltado, porém, para as formas paleozóicas e mesozóicas, é o de MARGUERIER (1977). Por outro lado, os arranjos apresentados pelas pontuações radiais, dos traqueídeos, encerram valor diagnóstico, mas, relativo. Depende do estágio de maturação do espécime, bem como do estágio de maturação do elemento vascular, pois

que acentuam ou dissimulam, de modo razoável, os referidos arranjos. MARGUERIER (1973a, b) apresentou interessante estudo sobre os arranjos das pontuações radiais, em espécimes fósseis representados por xilema secundário - com referências, também, aos espécimes medulados oriundos de formações gondvânicas. Aprofundou as análises de GRAMBAST (1960) em torno do assunto. Indicou que, realmente, os espécimes em questão mostram-se suficientemente diferenciados, em relação aos nórdicos, pelo arranjo das pontuações radiais dos traqueídeos. GRAMBAST (1960) interpretou que tal variação ocorrera, nas formas gondvânicas, em consequência dos fortes estímulos causados por variações climáticas, enquanto que, no hemisfério norte, as condições se mantinham em relativo equilíbrio. MARGUERIER (1973a, b) distinguiu dois grupos caracterizados por diferentes tipos de arranjos: o primeiro, correspondente às formas mais antigas (Permiano Inferior), caracterizado pelas pontuações radiais araucarióides predominantes ("caracteres primitivos que evocam os planos lenhosos de *Cordaite* da província euro-americana"); o segundo, caracterizado pelas pontuações radiais em grupos e, às vezes, pelo arranjo araucarióide, associado ao abietóide, e outras variações de arranjos, com a presença ou não de crássulas. As formas marcadas por esses arranjos são mais recentes e ocorrem, em geral, no Permiano Médio e no Permiano Superior do Gondvana. Os resultados dos estudos em amostras oriundas do Permiano da Bacia do Paraná confirmam a distribuição indicada por MARGUERIER. Assim concorda-se em atribuir aos espécimes de lenho secundário, gondvânicos, a designação *Australoxylon* MARGUERIER 1973, para distinguí-los dos *Dadoxyla* da província euro-americana, caso não se adote a nomenclatura relacionada ao tipo de plano anatômico, como se irá discutir em seguida.

No que tange ao número de séries celulares dos raios (largura) e ao número de estratos celulares dos mesmos (altura) sabe-se que devido à proximidade com a medula, ou com zonas cambiais do lenho, ou, ainda, nos níveis nodais, os raios tendem a ser mais largos e mais altos. Assim se justifica o aparecimento particular da bisseriação em formas tidas como tipicamente uniseriadas. Tal é o caso de algumas espécies hoje redistribuídas

em vários morfogêneros e anteriormente classificadas em *Dadoxylon* ENDL.

6.4.3 - Opção Sistemática Concernente aos Espécimes de Lenho Secundário Gondvânicos

A classificação dos espécimes de lenho secundário, gondvânicos, segundo planos anatômicos característicos, não é tarefa fácil. As variações entre um plano e outro são, por vezes, tão pequenas, que o discernimento de tipos só poderá ser decidido mediante a verificação da frequência, maior ou menor, dos caracteres presentes em cada um deles. Dificuldade semelhante também ocorre em relação ao lenho secundário de plantas recentes, mesmo as angiospérmicas.

No estado atual em que se encontram as investigações lignitafoflorísticas, a classificação dos fragmentos de lenho secundário eleva-os à categoria de morfogêneros. LEPEKHINA & YATSENKO-KHMELEVSKY (1966) e LEPEKHINA (1972), ao tentarem grupá-los, segundo tipos bem definidos, atribuíram aos mesmos os nomes dos morfogêneros que melhor os caracterizavam. Opina-se por não designá-los sob esse prisma, pois, dessa maneira ficará subentendido que são morfogêneros verdadeiros. Na verdade são partes de um todo, fração, apenas, de uma unidade complexa, o estelo, de cuja diagnose resulta a conceituação do morfogênero. Sendo assim, a opção é não designar amostras do lenho secundário com nomes genéricos, mas, grupá-los segundo tipos estruturais, após a efetuação de estudos em bases estatísticas. Tais tipos estruturais compreendem planos anatômicos secundários bem caracterizados. Assim adota-se, em parte, o comportamento metodológico de LEPEKHINA *et al.* (1966) e LEPEKHINA (1972), com a diferença de não se empregar nomes comprometidos com níveis sistemáticos (*Araucarioxylon*, *Dadoxylon*, etc.). Em relação aos planos anatômicos discriminados o sufixo *oide* acrescentado à denominação servirá para indicar que o plano anatômico secundário, da forma em pauta, contém alguns caracteres semelhantes ao da forma lembrada. Da mesma maneira, em alguns casos, ainda se acrescenta o prefixo *sub*, para ressaltar que se apontam apenas semelhanças, com evidentes variações em torno do

quadro geral. Realmente, não há pretensões no campo da filogenia. Por exemplo, indicam-se os tipos sub-ginkgóide, sub-taxóide, etc. pois existem configurações relacionadas com as dos gêneros recentes *Ginkgo* ou *Taxus*, restritas, porém a alguns elementos do corpo secundário do lenho. Alguns tipos de planos anatômicos são designados sem o prefixo *sub*, pois realmente os quadros são próximos dos encontrados na forma recente que serve de comparação.

Entende-se que as características mais generalizadas do plano anatômico araucarióide diferem das consideradas mais gerais no plano anatômico cycadóide, ou, também, em relação ao plano cordaitóide, ou ao plano sub-podocarpóide, muito embora todos eles sobressaíam pelo arranjo alterno das pontuações radiais dos traqueídeos. Até há bem poucos anos todos esses tipos eram considerados araucarióides, como se o fator, alternância das pontuações, fosse qualidade relacionada, somente, ao gênero *Araucaria* ou ao morfôgênero *Araucarioxylon*. Os trabalhos de GRAMBAST (1960) e de MARGUERIER (1973a, b) facilitaram, sobremaneira, a distinção dos arranjos das pontuações, característicos, não coexistentes nos mesmos morfôgêneros, principalmente no que toca às formas permianas da província euro-americana e da província gondvânica.

Em conclusão, MARGUERIER (1973a, b) propôs a redistribuição da maioria das espécies de lenhos gondvânicos não envolvendo caracteres taxóides, phyllocladóides ou abietóides, no morfôgênero *Australoxylon*. De fato, esse foi um passo decisivo na descomplicação do amplo complexo *Dadoxylon* ENDL. O capítulo sobre a apreciação e crítica relativa ao mesmo esclarecerá outros aspectos em torno do problema.

Portanto, quando de tratar do exame de morfôgêneros (no sentido de amostras completas, isto é, com medula, lenhos primário e secundário) considera-se recomendável grupá-los conforme os tipos particulares de planos anatômicos secundários. Tal modo de proceder facilitará correlações entre grupos de morfôgêneros aproximados por um plano anatômico secundário comum. Em sentido amplo tal correlação ainda não chegou a ser abrangida por esse trabalho. Faltam novas coletas de amostras em maior número de localidades para se ter um panorama de cunho verdadeiramente estatís

tico. Contudo, já é possível ter-se uma idéia sobre a maior ou menor incidência de tipos estruturais em determinados horizontes estratigráficos, com indicações sobre tendências evolutivas, em paralelo com a evolução geológica das bacias.

6.4.4 - Planos Anatômicos Secundários Característicos do Gondvana

I - Plano anatômico cycadóide

Foi GREGUSS (1967) quem primeiro questionou como errônea a classificação dos *Dadoxyla* portadores de raios plurisseriados, indiscriminadamente, no tipo araucarióide de lenho. Nesse tipo, além do arranjo das pontuações os raios que invariavelmente se apresentam unisseriados, constituem forte característica araucarióide. Quanto às pontuações radiais dos traqueídeos MARGUERIER (1973a, b) também observou que sob a feição generalizada, araucarióide, coexistem configurações bem individualizadas e independentes. Eis porque o tipo cycadóide ficou reabsorvido no complexo de lenhos ditos araucarióides (complexo grupo *Dadoxylon*) uma vez que se atentava, de maneira superficial, para o arranjo alternante das pontuações, sem levar em conta o número característico de séries nas paredes radiais dos traqueídeos. Em relação às formas fósseis o plano anatômico cycadóide é assim denominado por aproximar-se, em algumas características, do plano lenhoso secundário das Cycadaceae recentes (Figura 15, A1, A2). As feições mais comuns relativas a esse plano são: pontuações radiais dos traqueídeos em 3 - 4 (5) séries ou fileiras; às vezes pontuações tangenciais com a forma e o arranjo idênticos; campos de cruzamento em geral com numerosas pontuações, que variam de 4 a 16 (20) pontuações por campo; raios 1-2 (5-6)-seriados, cujas paredes são lisas; às vezes os raios atingem a grande altura, isto é, chegam a ter cerca de 50 - 60 estratos celulares de altura.

Até o presente não se descreveu, no Gondvana brasileiro, nenhuma forma que recobrisse, perfeitamente, a caracterização do lenho secundário cycadóide. Em contraposição, inúmeros espécimes da província paleoflorística euro-americana estão próximos desse mesmo plano, especialmente alguns classificados

Fig.15. Planos anatômicos secundários recentes mais próximos dos gimnospermicos e gimnospermóides gondvânicos: A_{1,2}: plano cycadôide; B - plano agatheôide; C - plano araucariôide; D - plano podocarpôide; E - plano phyllocladôide; F - plano taxôide; G - plano ginkgôide; H - plano abietôide (adaptado de GREGUSS, 1953)

no morfogênero *Dadoxylon*.

II - Plano anatômico araucarióide

No que concerne às plantas fósseis o plano anatômico araucarióide não poderá, em verdade, ser considerado como unida de indivisa. A ele são referidos, separadamente, dois planos anatômicos distintos, ambos afins aos encontrados entre as Araucariaceae recentes. São os planos: araucarióide "strictu sensu" e agathióide (= plano cordaitóide).

a) Plano anatômico araucarióide "strictu sensu" (Figura 15, C): assim como acontece com o plano cycadóide, os espécimes nórdicos, contemporâneos ao Gondvana, é que melhor se enquadram no padrão araucarióide "strictu sensu". Em relação aos gondvânicos, verifica-se que os espécimes do Permiano mais antigo ostentam o referido plano com maior frequência, ao passo que os do Permiano mais recente contêm diversificação. O plano araucarióide "strictu sensu" é aquele que se aproxima do tipo estrutural do gênero recente *Araucaria*, como seja: 1 - 2 fileiras de pontuações radiais, alternantes, contíguas, de formato quase sempre hexagonal devido ao mútuo contato; mais raramente aparecem, em alguns campos, três fileiras de pontuações; nos campos de cruzamento encontram-se 2 - 4 (8-10) pontuações areoladas, menores; raios estritamente unisseriados; traços simples, com a peculiaridade de o seu percurso permanecer marcado de modo perene no lenho.

b) Plano anatômico agathióide (Figura 15, B): ao contrário do que possa parecer, o tipo anatômico mais difundido entre as formas permianas, dos dois hemisférios, é o agathióide. Este se confunde, praticamente, com o plano anatômico cordaitóide. Como tal, as características mais gerais do referido plano são as pontuações radiais em séries múltiplas, comumente (1) 2-4 (5) séries ou fileiras de pontuações radiais, alternas, contíguas, hexagonais; campos de cruzamento com 4 - 6 (10) pequenas pontuações areoladas ou, em alguns campos, maior número; raios unisseriados; localmente, e por curto percurso, campos de bis

seriação esporádica; traços foliares diploxílicos ou bífidos.

Em suma, a síntese do plano anatômico agathióide vem mostrar que as espécies gondvânicas incluídas por MAHESHWARI (1972), no morfogênero *Dadoxylon*, compreendem, mais devidamente, formas afins ao plano agathióide, e, por isso não deixam de fazer parte, em sentido amplo, do plano geral araucarióide. Portanto, nesse caso, a justificativa de que não são araucarióides não preenche as necessárias condições para distinguí-las das do grupo *Araucarioxylon* KRAUS.

III - Plano anatômico sub-podocarpóide

Os tipos de lenho secundário que aqui se denominam sub-podocarpóides expõem planos anatômicos próximos dos encontrados em alguns gêneros recentes da família Podocarpaceae. Não se tratam, porém, de considerações sobre filogenia. A intenção é apenas a de comparar quadros anatômicos e indicar a incidência de assembléias de características próximas nos espécimes pernianos.

Inúmeras espécies gondvânicas, absorvidas no amplo complexo *Dadoxylon*, expõem caracteres próximos dos podocarpóides e, não, como se costumava catalogar, dos araucarióides. Já GRAMBAST (1960b) chamara a atenção para o modo peculiar de arranjo das pontuações, em espécies gondvânicas, diferente dos existentes em espécies contemporâneas do hemisfério norte. Segundo o autor, tal peculiaridade só viria a ser encontrada nas formas mesozóicas daquele hemisfério, relativas ao grupo Protopinaceae (KRÄUSEL, 1949). E o próprio GRAMBAST (1960b) assinalara, então, que as Podocarpaceae atuais retêm feições de primitividade ao mostrarem, em certos campos, o arranjo misto (KRÄUSEL, 1949) ou generalizado (GRAMBAST, 1960b) relativo às Protopinaceae. Como se vê, tal sorte de arranjo é comum às formas gondvânicas, daí a distinção do plano anatômico sub-podocarpóide. O referido plano lembra feições podocarpóides relativamente às pontuações radiais dos traqueídeos, mas, nas formas gondvânicas, ainda predomina a tendência à alternância, embora se verifique a generalização de arranjos em campos não contínuos. No que toca às pontuações dos

campos de cruzamento encontram-se espécies conservando configurações araucarióides e espécies com pontuações de campo, típicas, podocarpóides (Figura 15, D) e, ainda, espécies com pontuações semelhantes às phyllocladóides (Figura 15, E). MARGUERIER (1977-c) faz uma análise sobre a ordem de aparecimento dos respectivos tipos na escala do tempo geológico; sua documentação, porém, é mais forte no que toca às formas boreais.

Os gêneros recentes mais susceptíveis de comparações com o tipo sub-podocarpóide, das formações gondvânicas, são *Microcachrys*, *Phyllocladus* e *Podocarpus*. E assim, o tipo sub-podocarpóide de lenho secundário pode ser subdividido em três subtipos:

a) sub-podocarpóide I: pontuações radiais dos traqueídeos combinando campos de alternância e campos de oposição; campos de cruzamento do tipo araucarióide.

b) Sub-podocarpóide II: pontuações radiais em arranjos semelhantes aos do sub-tipo I; campos de cruzamento com uma pontuação podocarpóide no campo, às vezes duas, raro três; são areoladas, quase das mesmas dimensões que as pontuações das paredes radiais dos traqueídeos e distintas das araucarióides (EST.81).

c) Sub-phyllocladóide: pontuações radiais dos traqueídeos nem sempre demonstrando arranjos generalizados, contudo, nos campos de cruzamento, grandes poros ovais, em geral ocupando os respectivos campos, por inteiro, com feições bem próximas das phyllocladóides.

IV - Plano anatômico sub-ginkgóide

A oportunidade de observar lâminas correspondentes a vários estágios de maturação do caule de *Ginkgo biloba* permitiu concluir sobre a visível afinidade existente entre a composição do corpo secundário dessa planta e a de inúmeros espécimes de xilema secundário gondvânicos. Isto se diz, não apenas no tocante ao arranjo das pontuações radiais, mas, também, em relação aos demais caracteres do lenho.

Com respeito às pontuações radiais dos traqueídeos não são raras as formas gondvânicas que ostentam arranjos de pontuações, referidos pelos autores, como peculiares. Realmente, não se tratam, em tais casos, do estilo misto de arranjo ou do estilo transicional entre araucarióide e abietóide, mas da ocorrência de feições "sui generis", como sejam: grupos espaçados de pontuações, cujo espaçamento é regular ao longo da parede radial do traqueídeo; os grupos às vezes se compõem de duas pontuações (duplas de pontuações) contíguas, opostas a sub-opostas ou de três pontuações (tríades) em que duas são opostas ou sub-opostas e a terceira, unitária. Assim forma-se a figura de uma roseta; há composições de 4, 5 ou 6 pontuações dando origem a grupos estelares ou grupos em rosáceas; há casos em que os grupos compõem séries duplas ou triplas de pontuações em fileiras horizontais, isto é, transversais ao comprimento do elemento vascular; cada fila horizontal pode compreender de 5 a 6 pontuações opostas e contíguas. Trata-se, então, de arranjo muito próximo do verificado em *Ginkgo biloba* (Figura 15, G). A única variação é que, na forma recente, as pontuações sub-opostas ou em alternância, são mais raras. Entretanto, nos ramos mais jovens de *Ginkgo biloba* é possível verificar a tendência à alternância e à sub-oposição; nos ramos adultos a feição de oposição adquire maior homogeneidade. Basta, pois, observar as ilustrações de diversos trabalhos existentes, sobre lenhos fósseis gondvânicos, para se constatar que não são poucas as espécies que conferem termos de comparação com as recentes quanto ao arranjo das pontuações radiais. Na Baía do Paraná isto se dá, principalmente, com espécies do Permiano Superior e, de um modo especial, com as do grupo complexo Vertebraria, oriundas das Formações Irati e Estrada Nova (SP).

Sendo assim, verifica-se que esta sorte de arranjo também aparece associada a características bem definidas, como: raios 1-seriados, baixos, (1-3 células de altura) e pontuações cupressóides nos campos de cruzamento.

O material concernente às Ginkgoaceae parece não ter sido escasso no Gondvana. Contudo, é muito difícil, no presente, estabelecer o nível de relacionamento entre os xilemas gondvâni

cos (encontrados sem folhas conectadas) e o material descrito, relativo à família. Por exemplo, entre outros gêneros mencionam-se *Ginkgophyllum* e *Baiera* (Grupo Tubarão, Bacia do Paraná), *Ginkgoites* (Lubekense-B, Argentina), *Psigmophyllum* (Ecca, África) concernente a folhas de idade permiana.

A documentação paleobotânica demonstra que a família Ginkgoaceae não era monotípica como hoje se apresenta. E assim, portanto, os aspectos de afinidade anatômica, evidenciáveis entre liguispécimes gondvânicos e *Ginkgo*, merecem indispensável consideração quando se trata de opinar sobre a posição sistemática dos mesmos.

Quanto às formas do hemisfério norte (GREGUSS(1967) descreveu *Baieroxylon* (P) cujo padrão anatômico mostra-se idêntico ao de *Ginkgo biloba*.

Da mesma forma caberia, pois, observar que o morfogênero austral *Trigonomyelon* WALTON pode muito bem ser comparado, em termos de afinidade anatômica, com *Ginkgo*, ainda que ressalvas devam ser feitas quanto a certos caracteres primitivos, concernentes ao arranjo das pontuações. Tais ressalvas, devem ser levadas em conta, igualmente, com pertinência aos morfogêneros gondvânicos cujo padrão anatômico do lenho tem sido comparado com o de plantas recentes.

A secção transversal de *Trigonomyelon* WALTON (= *Lobatoxylon* KRÄUSEL; = *Polyloboxylon* MAHESHWARI) expõe o contorno medular ora bilobado, ora trilobado e ora polilobado. O mesmo quase sempre acontece nos ramos jovens e nos níveis nodais de *Ginkgo*.

Por conseguinte, expõe-se a opinião de que só se justifica a validade desse gênero, em comparação com os demais gondvânicos, devido à feição lobulada da medula, sem dúvida bastante idêntica à de *Ginkgo*. Nenhuma menção fora feita antes sobre tal caráter de afinidade anatômica. Mas, em *Ginkgo*, como em *Trigonomyelon*, a extremidade de cada lóbulo corresponde a saída de um traço foliar. Tal evento anatômico, apreciado em associação com as demais feições do corpolenhoso do morfogênero *Trigonomyelon* permitirá distinguir a realidade do padrão anatô-

mico protoquinkgõide nesse último morfogênero.

O plano anatômico ginkgõide "strictu sensu" não foi identificado, até o presente, na província gondvânica. Ao contrário, ocorre no hemisfério boreal. O morfogênero *Baieroxylon* representa o padrão anatômico em questão.

V - Plano anatômico sub-abietóide

Os principais caracteres do gênero *Abies* são bem conhecidos, principalmente devido à presença de espessamentos e, em alguns casos, de pontuações, nos raios. No Gondvana do Brasil encontram-se espécimes com características abietóides, nos raios, sem que, no entanto, se verifique concordância no que toca ao corpo primário do lenho e ao arranjo das pontuações radiais dos traqueídeos, ou à estruturação do corpo medular. KRÄUSEL (1928) ao criar o morfogênero *Abietopitys* quis ressaltar, apenas, a característica mais preponderante do espécime, como seja, o tipo abietóide de raios (Figura 15, H). Até hoje não se encontrou, no Gondvana, o tipo abietóide "strictu sensu", da mesma maneira que em relação aos demais planos anatômicos discutidos. Ao que parece, em todas as formas do Paleozóico Superior prepondera a alternância das pontuações radiais, sobre os campos de generalização.

ARCHANGELSKY (1960) descreveu espécimes de lenho secundário de tipo abietóide do Permiano da Argentina, designando-os no morfogênero *Abietopitys* KRÄUSEL. Mas, consoante a metodologia vigente o autor haveria de situá-lo em morfogênero a parte. Contudo, a opção foi a de evitar a criação de nova unidade, somente para fragmentos de xilema secundário. Concorda-se com essa posição, porém, a metodologia esboçada nesse trabalho propõe que não se designe tais fragmentos com nomes de morfogêneros. Que sejam apenas grupados conforme o plano anatômico secundário.

VI - Plano anatômico sub-taxóide

Enquadram-se aí diversos sub-tipos de planos anatômicos os quais se distinguem, principalmente pela configuração das pontuações nos campos de cruzamento. A característica comum a todos eles é o comparecimento de espessamentos espiralados verdadeiros como se vê, comparativamente, em *Taxaceae* recentes (Figura 15, F). Assim como nos demais planos anatômicos analisados, no caso em pauta as diferenças principais em relação ao plano taxóide "strictu sensu" encontram-se ora no corpo primário do lenho, ora no arranjo das pontuações radiais dos traqueídeos ou, também, na estruturação do corpo medular.

VII - Correlação entre os tipos de planos anatômicos das províncias euro-americana e angariana (LEPEKHINA *et al.*, 1968; LEPEKHINA, 1972) e da província gondvânica durante o Paleozóico Superior

Província euro-americana e Província angariana	Gondvana
<i>Dadoxylon</i>	Tipo cycadóide (Fig. 15, A ₁ , A ₂)
<i>Araucarioxylon</i>	Tipo araucarióide (Fig. 15, C)
<i>Protophyllocladoxylon</i>	Tipo sub-phyllocladóide (Fig. 15, E)
<i>Prototaxoxylon</i>	Tipo sub-taxóide (Fig. 15, F)
<i>Baieroxylon</i>	Tipo sub-ginkgóide (Fig. 15, G)
A	Tipo sub-abietóide (Fig. 15, H)
B	Tipo cordaitóide (=agathióide) (Fig. 15, B)
	Tipo podocarpóide I (Fig. 15, E)
<i>Platyspiroxylon</i>	
<i>Desmoporoxylon</i>	
<i>Zalesskioxylon</i>	
	Tipo podocarpóide II

TABELA 20

Planos anatômicos de lenhos secundários mais predominantes: A - Província paleoflorística angariana; B - Província paleoflorística gondvânica

7 - APRECIÇÃO E CRÍTICA DA SISTEMÁTICA DOS
LIGNISPÉCIMES DA PROVÍNCIA PALEOFLO-
RÍSTICA GONDVÂNICA

Aqui se faz a revisão e a síntese de estudos até o presente publicados, de interesse para a paleoanatomia, sobre os morfogêneros das formações sedimentares gondvânicas. Ao mesmo tempo, introduz-se nova documentação, oriunda do estudo de novos espécimes das formações permianas da Bacia do Paraná. Com isso obtém-se o quadro preliminar da distribuição estratigráfica desses morfogêneros, juntamente com o primeiro esboço das associações lignitafoflorísticas do Gondvana. Tais associações, apreciadas do ponto de vista da paleoecologia, refletem a estreita ligação com o tipo de ambiente de sedimentação, admitido para as formações de origem.

Os morfogêneros foram separados em grupos, de acordo com os traços anatômicos de maior expressão presentes em seu plano lenhoso. A distribuição em grupos tem a finalidade de tornar mais claras e praticáveis as discussões que se irão levar a efeito. Não envolvem, entretanto, proposições no plano sistemático e assim foram abordados conforme o seguinte esquema:

I - GRUPO COMPLEXO *DADOXYLON* ENDLICHER

II - MORFOGÊNEROS DO GRUPO COMPLEXO *VERTEBRARIA*

Vertebraria ROYLE 1839

Schopfiicaulia nov.gen.

Tordoxylon KRAUSEL 1956

Myelontordoxylon MUSSA 1978

Torosoxylon nov.gen.

Solidoxylon nov.gen.

III - MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR APRESENTAREM MEDULA MACIÇA E PROTOXILEMA MESÁRQUEO

Secção A - Corpo secundário do lenho sem caracteres de tipo abietóide, taxóide e phyllocladóide.

Taeniopitys KRÄUSEL 1962

Secção B - Corpo secundário do lenho com caracteres de tipo abietóide, taxóide ou phyllocladóide.

Abietopitys KRÄUSEL 1928

Phyllocladopitys KRÄUSEL 1928

Taxopitys KRÄUSEL 1928

IV - MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR APRESENTAREM MEDULA MACIÇA E PROTOXILEMA TRANSICIONAL (MESO E ENDÁRQUEO)

Secção A - Medulas em que não consta o sistema esclerenquimatoso

Antarticoxylon SEWARD 1914

Secção B - Medulas em que consta o sistema esclerenquimatoso

Brasilestiloxylon MUSSA 1978

V - MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR APRESENTAREM MEDULA MACIÇA E PROTOXILEMA ENDÁRQUEO

Secção A - Corpo secundário do lenho sem caracteres de tipo abietóide, phyllocladóide ou taxóide

Sub-secção I - Medulas em que não consta o sistema esclerenquimatoso:

Damudoxylon MAHESHWARI 1966 MAHESHWARI 1972

Trigonomyelon WALTON 1925

Protopodocarpitys MUSSA 1978

Sub-seccção II - Medulas em que consta o sistema esclerenquimatoso

*Kaokoxylo*n KRÄUSEL 1928

Secção B - Corpo secundário do lenho com caracteres de tipo abietóide, phyllocladóide ou taxóide:

Sub-seccção I - Medulas em que não consta o sistema esclerenquimatoso

*Kraeuselpity*s nov.gen.

*Megaporoxyl*on KRÄUSEL 1956

Sub-seccção II - Medulas em que consta o sistema esclerenquimatoso

*Parataxopity*s MANIERO 1951

VI - MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR MEDULAS LACUNOSAS, DIAFRAGMADAS E DISCOIDAIIS OU MACIÇAS-TRANSICIONAIS

Secção A - Medulas acanaís, protoxilema endárqueo:

*Medullopity*s KRÄUSEL 1928

*Paulistoxyl*on nov.gen.

*Paranaseptoxyl*on nov.gen.

*Australoscleromedulloxyl*on MUSSA 1980

Secção B - Medulas canalosas, protoxilema endárqueo:

Sub-seccção I: canais secretores simples

*Solenoxyl*on KRÄUSEL 1956

*Solenobrasilioxyl*on MUSSA 1978

*Polysolenoxyl*on KRÄUSEL & DOLIANITI 1958

Sub-seccção II: canais de origem provável mucilagino-sa associados

*Barakaroxyl*on (SURANGE & MAITHY) KULKARNI, MAI
THY & SURANGE 1972

*Atlanticoxyl*on nov.gen.

*Petalopity*s nov.gen.

VII - MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR MEDULAS MACIÇAS CANALOSAS E PROTOXILEMA TRANSICIONAL (MESO E ENDÁRQUEO)

Secção A - Lenho secundário sem caracteres abietóides, phyllocladóides ou taxóides:

Solenopitys KRÄUSEL & DOLIANITI 1958

Secção B - Lenho secundário com caracteres de tipo abietóide, phyllocladóide ou taxóide:

Catarinopitys nov.gen.

7.1 - GRUPO COMPLEXO *DADOXYLON* ENDLICHER 1847

Os estudos lignitaflorestísticos gondvânicos foram marcados em seu começo por duas grandes interferências: o método de estudo utilizado, idêntico ao das formas recentes e as equiparações inapropriadas com as formas contemporâneas do hemisfério norte. Sendo assim, o morfogênero nórdico *Dadoxylon* ENDLICHER 1847 serviu para classificar, em quase todas as ocasiões de estudo, as formas procedentes do Gondvana. Daí resultou instante problemática ligada à coexistência de um número de *taxa*, diversificados, incluídos sob a mesma designação, *Dadoxylon*. O fato, portanto, fez com que o morfogênero fosse ponderado como verdadeiro complexo de formas, cuja simplificação ou redistribuição, mais cabível, torna-se deveras difícil. Não por outro motivo, ao se tentar a recomposição de um método de estudo mais apropriado, julga-se oportuno, também, introduzir, um resumo crítico sobre o morfogênero *Dadoxylon*. Outrossim, acredita-se que seja ocasião bem mostrar que do próprio esforço em descomplicar o mencionado morfogênero é que surgiram as melhores diretrizes para a elaboração da metodologia sistemática dos lignispécimes fósseis em geral.

W. WITHAM OF LARINGTON ("Observation Upon Fossil Vegetables": p. 81, Pl. 4, FIGS. 1-4) parece ter sido o primeiro autor a ilustrar, em publicação, a estrutura anatômica de espécimes de lenho futuramente classificados no morfogênero *Dadoxylon*. Na

ocasião não definiu, entretanto, a posição sistemática dos mes mos. LINDLEY & HUTTON (1831) revisaram o material ilustrado por WITHAM OF LARINGTON e ao seu estudo acrescentaram novas amostras. As respectivas espécies diagnosticadas foram referidas ao gênero *Pinites*. Tanto WITHAM OF LARINGTON como LINDLEY & HUTTON, bem como WITHAM (1933) restringiram suas observações a algumas carac terísticas do corpo secundário do lenho, e o que se depreende do texto e das ilustrações, é que os autores lidaram com amostras ora completas (com estruturas primárias e medula conservadas) ora in completas (só representadas por fragmentos do lenho secundário). Por força da influência da metodologia de estudo, relativa às ma deiras, (plantas recentes), e devido à semelhança estrutural des sa parte do lenho, verificada em todas as amostras foram elas, sem exceção, classificadas no gênero *Pinites*. ENDLICHER (Gen. Pl. Supl. II: 27; Synopsis Coniferarum) ao rever as formas em questão separou algumas contendo feições que considerou de tipo araucarióide. A essas últimas designou *Dadoxylon* (LINDLEY & HUTTON) ENDLICHER 1847, com a diagnose que hoje se considera his tórica:

"Truncus cylindricus, et medulla centrali et lignistra
tis concentricis obsoletis aut rarius distinctis et e
cortice compositus. Vasa (ligni cellulae prosenchyma
tosae) porosa poris in series 1-4 spiraliter disposi
tis, quam maxime approximatis, demum ob mutuam pres
sionem sexangularibus, plerunque nonnisi in parietibus
radiis medullaribus parallelis et invicem oppositis
obviis. Radii medullares e cellularum parenchymatosa
rum serie unica v. pluribus formati, simplices v.
compositi".

Verifica-se, portanto, que o autor não se preocupou em inserir quaisquer observações sobre a composição do corpo primá rio ou da medula, consoante a metodologia clássica então adotada. Ao mesmo tempo se percebe a maneira ampla de caracterizar os ele mentos do lenho, principalmente os raios. Conforme comentou GREGUSS (1967) os raios plurisseriados não rebatem, de forma al guma, sobre a feição de nenhuma Araucariaceae. Mas, desde então,

o simples arranjo alternante das pontuações, dito araucarióide, bastava para que os lenhos fossem classificados no morfogênero *Dadoxylon*. Além dos aspectos comentados ENDLICHER não apontou em seus trabalhos a espécie tipo do morfogênero. Em resultado, autores como LEPEKHINA (1972) selecionaram *D. brandlingii* como espécie-tipo, enquanto que MAHESHWARI (1972) *Dadoxylon withamii*. *D. brandlingii* se refere a uma amostra medulada e *D. withamii* apenas a um fragmento de lenho secundário. Antes, porém, da tentativa desses autores em melhor orientar a sistematização dos espécimes observou-se que houve a concentração das formas, as mais diversas, sob a mesma designação *Dadoxylon*. Os lenhos secundários permianos, gimnospermóides ou gimnospermicos, enquadram-se, em sua grande maioria, nos limites da referida diagnose.

VOGELLEHNER (1964) fez uma análise das classificações baseadas só no lenho secundário. Mostrou que, de um lado, resultou a aplicação de nomes diversos a espécimes idênticos e, de outro, a aplicação do mesmo nome genérico a espécimes distanciados taxionomicamente. Por exemplo, os nomes *Pinites* LINDLEY & HUTTON 1832, *Araucarites* PRESL. 1838, *Araucarioxylon* KRAUS 1870, *Cordaioxylon* GRAND'EURY 1877, *Cordaites* UNGER 1850 e *Dadoxylon* ENDLICHER 1847 foram aplicados de modo repetido a espécimes semelhantes, todos eles fazendo parte, hoje, do mesmo morfogênero *Dadoxylon*. O nome *Pinites*, conforme a diagnose original referia-se, apenas, a fragmentos fossilizados de lenho; posteriormente referiu-se, também, a ramos com folhas e cones (GOEPPERT, 1840); por fim ficou restrito aos ramos com folhas e cones (ENDLICHER, 1847). Assim sumarizando VOGELLEHNER (1964) cita o Art. 69 do Código Internacional de Nomenclatura Botânica para rejeitar o nome *Pinites* como *nomem dubium*. No que toca a *Araucarites* comenta que, de início, destinou-se a impressões de folhas. Mais tarde o nome foi aplicado aos brotos terminais e cones, e, afinal, a fragmentos de lenhos fósseis (ENDLICHER, 1847). Nesse último caso compreende, pois, um sinônimo de *Dadoxylon*.

A análise e a crítica de VOGELLEHNER (1964) são de aplicação muito oportuna, principalmente no que toca aos espécim

mes nórdicos. Entretanto, em relação aos espécimes gondvânicos acrescenta-se, ainda, algumas observações.

Observa-se que nem LINDLEY & HUTTON (1832: p. 7), nem WITHAM (Introduction to the Natural System of Botany: p.245-247) expuseram em seus textos que os espécimes por eles descritos conformavam o tipo araucarióide de lenho. Ao contrário, os referidos autores comentaram, simplesmente, que as características reconhecidas aproximavam-se daquelas encontradas nos lenhos de algumas coníferas recentes. As formas fósseis, no entanto, se diferenciavam em particularidades, especialmente no tocante ao arranjo das pontuações radiais dos traqueídeos. Segundo LINDLEY & HUTTON os referidos espécimes demonstravam maior aproximação com as Cycadaceae do que propriamente com as coníferas. Foi ENDLICHER que apontou alguns espécimes com caracteres "semelhantes aos araucarióides" em "Genera Plantarum" (Supls. I, II, 1836-1840, 1842), mas a mesma observação não consta em sua obra posterior (Synopsis Conif., 1847) quando diagnosticou o morfogênero *Dadoxylon*. Calcula-se, pois, que tal confronto estabelecido pelo autor, em sua primeira obra, tenha sido uma das razões pela qual surgiram interpretações unilaterais quanto à sistemática dos lignispécimes. Em se tratando de lenhos anteriores ao Mesozóico vê-se que o critério de comparação com as feições araucarióides é um tanto arbitrário. Mais de 90% dos gêneros pré-mesozóicos conhecidos possuem arranjo alterno ou sub-alternante de pontuações e campos de cruzamento de tipo araucarióide (= cupressóide). Desse modo, as amostras congregadas sob a designação *Dadoxylon* abrangiam ampla faixa de idade, isto é, diziam respeito a espécimes carboníferos, permianos, mesozóicos e até terciários. Quanto à procedência, eram oriundos das províncias paleoflorísticas as mais diversas, contemporâneas ou não. Justifica-se, pois, a grande complicação sistemática surgida, muito embora a diagnose do morfogênero não expresse, de forma alguma, caracteres araucarióides típicos. Admite a incidência de muitas fileiras de pontuações radiais, nos traqueídeos, e raios plurisseriados, aspectos que, por muitos anos, ficaram como que desapercibidos. E assim, também, a observação de LINDLEY & HUTTON ao referir a semelhanças mais próximas com as Cycadaceae.

Eis por que ao pressentir tamanha complexidade KRAUS (*in* SCHIMPER, 1870) tentava discernir, em meio as formas envolvidas, aquelas mais claramente afins às Araucariaceae recentes. Criou o novo morfogênero *Araucarioxylon* que, entretanto, só veio somar nova complexidade ao problema. Da mesma maneira GRAND'EURY (1877) definia o morfogênero *Cordaioxylon* destinado a abranger os fragmentos de lenho secundário concernentes a *Cordaites* UNGER 1850. A tendência em relação aos dois citados morfogêneros foi cair em sinonímia. Contudo, ZEILLER (1900), SCOTT (1905) e ARBER (1905) sustentaram tentativa proposição de referir ao gênero *Araucarioxylon* os espécimes com caracteres araucarióides, oriundos dos sedimentos mesozóicos e mais recentes, e ao morfogênero *Dadoxylon* os espécimes pré-mesozóicos. Mas, impossível adotar tal sugestão, pois que espécimes com características araucarióides coexistiam com dadoxylóides desde o Paleozóico e, evidentemente, idade geológica não poderia ser utilizada para a distinção de taxa.

Com respeito a *Cordaioxylon* GRAND'EURY, demonstrada que fora a identidade do seu plano lenhoso secundário com o dos espécimes do gênero *Cordaites* passou a sinônimo desse último (DAWSON *in* PENHALLOW, 1907). Quanto a *Dadoxylon*, ainda envolve espécies do hemisfério norte. Autores como BOUREAU (1948, 1950, 1951) tendo em vista a prioridade do nome *Dadoxylon* sobre *Araucarioxylon*, mas, com o fito de melhor esclarecer a posição sistemática de alguns espécimes, do grupo complexo, parecem ter optado pela aplicação da Recomendação 21-A do Código Internacional de Nomenclatura Botânica, para denominá-los segundo o exemplo: *Dadoxylon* (*Araucarioxylon*) *dalloni* BOUREAU 1948.

Revisões sucessivas sobre o morfogênero foram levadas a efeito nos últimos anos, já que o mesmo chegou a abranger elevado número de espécies, distribuídas em ambos os hemisférios, seja que representadas por fragmentos de lenho secundário, somente, seja que baseadas em fragmentos completos, com estruturas primárias, secundárias e medula. Antes que se aborde, porém, o sumário dessas revisões, lembra-se que pesquisadores antigos como RENAULT (1879), BERTRAND (1890), SCOTT (1902), WALTON (1925) e KRÄUSEL (1928) chamaram a atenção para importantes padrões de diferenciação inter-taxa encontrados nas medulas e no corpo pri

mário das amostras, especialmente oriundas do Paleozóico. Esse foi o ponto de partida para a mudança metodológica de determinação dos lignispécimes fossilizados, particularmente nos casos em que o corpo secundário do lenho era semelhante. No tocante às formas gondvânicas, tal metodologia começou a tomar vultocom as publicações de WALTON (1925), SEWARD (1914) e KRÄUSEL (1928-1965) que discerniram, entre as formas dadoxylóides conhecidas, larga faixa de morfogêneros diferenciáveis, a partir da composição medular e do corpo primário. Mediante o novo enfoque começou, em relação a *Dadoxylon*, o esvaziamento do amplo complexo. Os espécimes medulados passaram a ser redistribuídos em conformidade com a independência do plano anatômico, mostrado pelos caracteres do corpo primário e da medula, associados aos do corpo secundário do lenho.

GRAMBAST (1952, 1954, 1960) procedeu estudo crítico sobre os *Dadoxyla* gondvânicos. Restringiu, no entanto, suas observações, aos caracteres do lenho secundário. Reconheceu, em relação as formas austrais, um progresso evolutivo diverso do encontrado entre as formas boreais. GRAMBAST (1954, 1960) admitiu a interferência de eventos climáticos que marcaram o hemisfério austral, durante o Paleozóico Superior, enquanto que no hemisfério boreal existia equilíbrio de condições. Resume-se as observações de GRAMBAST da seguinte maneira: a) as pontuações das paredes radiais dos *Dadoxyla* gondvânicos não conformam o cognominado tipo de arranjo araucarióide que serviu de base à caracterização de tantas espécies; ao contrário, nas formas boreais o arranjo araucarióide pode ser tomado como regra; b) as variações presentes nos espécimes gondvânicos se traduzem pelo arranjo em fileiras unitárias, de pontuações separadas, ou por duas fileiras separadas de pontuações, ou por grupos de pontuações às vezes estelares (este trabalho: arranjo sub-ginkgóide). Nos arranjos em várias fileiras de pontuações encontram-se campos com características abietóides, seguidos de campos com características araucarióides (alternantes); c) feições comparáveis só aparecem a partir do Mesozóico, no hemisfério norte; foi KRÄUSEL (1949) quem discerniu esse tipo de arranjo, misto, nas formas nórdicas, oriundas de sedimentos mesozóicos e mais recentes e com isso propôs uma nova unidade, ampla, à qual denominou

Protopinaceae. GRAMBAST (1960) ao identificar configurações se melhantes nos *Dadoxyla gondvânicos* discordou da criação de um grupo sistemático especial (Protopinaceae) relativo às formas nórdicas. Discordou, igualmente, de BAYLEY (1933) que interpretou tais combinações como meros tipos estruturais, nos limites das variações admitidas, quanto as formas gimnospérmicas recentes. Os estudos de GRAMBAST (1952, 1954, 1960) serviram para demonstrar que os fragmentos de lenhos fósseis, gondvânicos, convencionalmente descritos no gênero *Dadoxylon*, mereceriam, sem dúvida, revisão. Agora, não apenas em consideração à presença de estruturas primárias e medula, mas, também, devido à caracterização secundária do lenho. No mesmo plano de análise que GRAMBAST, MARGUERIER (1973a, b) reconheceu que a maior parte dos espécimes gondvânicos, classificados no gênero *Dadoxylon*, o foram impropriamente. Apontou associações bem características de arranjos de pontuações radiais distribuídas, no mínimo, em dois grupos, com possibilidades de se distinguirem novos grupos. Conforme as publicações de GRAMBAST (1960) poder-se-ia subentender que nos limites do Gondvana só se encontrariam arranjos de pontuações de tipo generalizado, ou misto, mas, no Permiano mais antigo são frequentes arranjos próximos do araucarióide e do cycadóide. MARGUERIER (1973a, b) propôs designar os *Dadoxyla gondvânicos*, diferenciados dos euro-americanos, pelo nome *Australoxylon*, proposição que se considera oportuna no sentido de melhor orientar a sistemática e esvaziar o complexo em que se transformou o morfogênero *Dadoxylon*.

LEPEKHINA & YATSENKO-KHEMELEVSKY (1966) e LEPEKHINA (1972) deram enfoque diverso ao problema. Trataram como idênticas as formas encontradas, seja na província euro-americana, seja na província angariana, ou seja, na gondvânica. Para eles o *Dadoxylon* ENDLICHER típico se define pela diagnose do lectótipo *Dadoxylon brandlingii* (LINDLEY & HUTTON) ENDL. Este é concernente a fragmento medulado, em relação ao qual sintetizam: "medula maciça, ampla, homocelular ou heterocelular, sem canais secretores; protoxilema endárqueo; xilema secundário tipo-*Araucarioxylon* KRAUS 1870". Os autores consideram válidos ambos os morfogêneros *Dadoxylon* e *Araucarioxylon*, somente que o primeiro refere-

-se a fragmentos com estrutura primária, medulados, e o segundo a fragmentos de lenho secundário somente. Os resultados do trabalho desses autores oferecem vários pontos de discussão: a) as formas nórdicas e gondvânicas integrariam um grupo único b) o predomínio de tipos de arranjos de pontuações, conforme observado por GRAMBAST (1960) e por MARGUERIER (1973a, b) não concentraria valor sistemático ainda que nesse aspecto as formas angarianas estejam tão próximas das gondvânicas quanto das boreais; c) certos gêneros como *Callixylon* e *Desmoporoxylon* (Progimnospermaphyta) estariam, igualmente, incluídos no grande grupo Dadoxylae, juntamente com *Cordaioxylon* e *Amyelon* (Cordaitophyta) e outras formas nitidamente araucarióides, etc. Algumas proposições de LEPEKHINA *et al.* (1966) e de LEPEKHINA (1972) merecem, de outro modo, franca apreciação, como seja: a) a proposição de duas séries paralelas de nomes genéricos. Uma destinada a qualificar o lenho secundário e outra destinada aos fragmentos medulados, com estruturas primárias e secundárias. Estes últimos mantêm os nomes atribuídos pelos respectivos autores; a primeira série, porém, compreende apenas tipos de lenhos secundários que conservam o nome do morfogênero que melhor os caracterizam: são eles *Araucarioxylon* KRAUS; *Prototaxoxylon* KRÄUSEL & DOLIANITI, *Baieroxylon* GREGUSS; *Protophyllocladoxylon* KRÄUSEL; *Platyspiroxylon* GREGUSS; *Desmoporoxylon* V; LEPEKHINA & YATSENKO-KHMELEVSKY; *Zalesskioxylon* V. LEPEKHINA & YATSENKO-KHMELEVSKY; tipo A (= *Abietopitys* KRÄUSEL); tipo B (= *Solenopitys* KRÄUSEL). Dessa maneira, as diagnoses dos morfogêneros incluem os caracteres do corpo primário e os da medula seguidos da menção do tipo de xilema secundário. Assim o próprio morfogênero *Dadoxylon* é diagnosticado com o tipo de lenho secundário de *Araucarioxylon* KRAUS. Veja-se, então, que permanece a dualidade de concepção relativa a *Dadoxylon* e *Araucarioxylon*.

MAHESHWARI (1972) sob outro prisma, efetuou revisão dos lenhos de tipo gimnospermico, fósseis, mas, somente os gondvânicos. Aí incluiu, porém, os dois morfogêneros *Dadoxylon* e *Araucarioxylon*. Ao contrário de LEPEKHINA *et al.* (1966) e LEPEKHINA (1972) apontou *Dadoxylon withamii* ENDL, como espécie-tipo de *Dadoxylon*, embora esta correspondesse a fragmento de lenho se

cundário apenas. A espécie não preenche devidamente as condições da diagnose de ENDLICHER (1847) por não encerrar medula e mostrar raios plurisseriados. MAHESHWARI (1972) valeu-se de emendas à referida diagnose para relacionar ao morfogênero *Dadoxylon* só os espécimes não caracterizados por feições araucarióides quanto aos raios. Os espécimes com as referidas feições de veriam ser incluídos em *Araucarioxylon*. Ao mesmo tempo criou o morfogênero *Damudoxylon* para abranger as espécies meduladas, com feições araucarióides.

A essa altura pergunta-se qual o grau de abrangência de *Damudoxylon* MAHESHWARI 1966 emend. MAHESHWARI 1972 em face de *Dadoxylon brandlingii* ENDLICHER 1847, cuja diagnose é semelhante? Da mesma maneira, qual a abrangência de *Australoxylon* MARGUERIER 1973, devidamente estabelecido em relação aos lenhos secundários gondvânicos, com base na diversificação do arranjo araucarióide das pontuações? Veja-se que MAHESHWARI (1972) ao revisar os morfogêneros *Dadoxylon* e *Araucarioxylon* manteve termos de comparação nórdicos, em relação aos espécimes do Gondvana (espécies-tipo: *Dadoxylon withamii* (LINDL. & HUTTON) ENDLICHER e *Araucarioxylon carbonaceum* (WITHAM) KRAUS (in SCHIMPER, 1870)). Mas, GRAMBAST (1960) e MARGUERIER (1973a, b) contraditam a incidência da feição araucarióide típica em xilemas gondvânicos. Digase, pois, de passagem, que é somente devido aos resultados de GRAMBAST e de MARGUERIER que se justifica a validade do morfôgênero *Damudoxylon* MAHESHWARI 1966, e este em face dos *dadoxylóides* nórdicos. De fato, são escassas as amostras gondvânicas com feições araucarióides e praticamente inexitem as de raios plurisseriados genuínos. Apenas se encontram aquelas contendo raios unisseriados, predominantes, e, secundariamente, bisseriação. Ora, tal evento é comum em algumas formas onde a bisseriação só acontece nos níveis nodais, ou em zonas de atividade cambial, sem que percam o caráter unisseriado quanto aos raios. Considera-se que as espécies de *Dadoxylon*, apontadas por MAHESHWARI (1972) como caracterizadas por raios bisseriados, apenas recaiam nas condições dessa última observação.

Em conclusão, é preciso eleger um procedimento sistemático mais esclarecedor, cuja documentação contribua em simplifi

car o amplo complexo em que se transformou o morfogênero *Dadoxylon*. Assim, enumeram-se as seguintes proposições: a) o morfogênero *Australoxylon* MARGUERIER 1973 congregará os fragmentos de xilema secundário, gondvânicos, caracterizados por variações em torno do arranjo araucarióide das pontuações radiais. Continuará válido, como morfogênero amplo, caso a opção não seja a de apenas classificar amostras do lenho secundário com a simples designação do tipo de plano anatômico em que as mesmas se incluem. Mesmo assim, em futuro próximo haverá a necessidade de se efetuar estudos em bases estatísticas, a fim de possibilitar o desmembramento de grupos, bem caracterizados, como seja, os de arranjos subginkgóide, sub-podocarpóide, agathióide ou cordaitóide etc., cuja apreciável frequência é possível desde já pressentir;

b) os fragmentos de lenho secundário, com caracteres araucarióides puros, se realmente presentes no Gondvana, deverão ser classificados em *Araucarioxylon* KRAUS.

c) quanto ao nome *Dadoxylon* ENDLICHER 1847 é aqui ponderado como pouco preciso desde a sua original diagnose, transformando-se, então, numa fonte de interpretações contraditórias. Por isso mesmo, deve ser reputado como *nomem dubium* e rejeitado com base no mesmo Art. 69 do Código Internacional de Nomenclatura Botânica, de que se valeu VOGELLEHNER (1964) para rejeitar o nome *Pinites*. Pelo menos, no que toca às formas gondvânicas, não há outra alternativa a seguir.

Enfim, é bom lembrar, mais uma vez, a opinião original de LINDLEY & HUTTON (1831: p. 7) ao descreverem os espécimes que, mais tarde, fundamentaram o morfogênero *Dadoxylon*: dizem que a truturação dos mesmos era mais próxima do tipo cycadóide do que do tipo coniferóide de lenho.

Dois aspectos sempre dificultaram a simplificação do morfogênero *Dadoxylon*: a heterogeneidade das espécies aí incluídas, desde a sua fundamentação, e a não indicação da espécie-tipo. Portanto, qualquer indicação futura de uma das espécies, como tipo, em detrimento das demais, sempre gerou controvérsias e

complicações de ordem sistemática.

Entre as espécies de *Dadoxylon* do hemisfério norte predominam, do Carbonífero Superior ao Permiano, os tipos cycadóide e cordaitóide (SEWARD, 1969a). Os tipos araucarióides genuínos são comuns a partir do Permiano Médio (SEWARD, 1919).

Na província paleoflorística angariana é interessante notar que há, durante o Permiano, um equilíbrio de distribuição de arranjos de pontuações, araucarióides e generalizados; os primeiros, comuns à província euro-americana e os últimos, à gondvânica. Nessa última província o tipo cycadóide "strictu sensu" não foi apontado, até o presente, em publicação. Exemplo mais ou menos próximo seria *Dadoxylon weaverense* MAHESHWARI 1972, por associar aos raios unisseriados campos com bisseriação. No entanto, o plano lenhoso dessa espécie denota ser mais próximo do tipo agathióide e, na verdade, os xilemas secundários gondvânicos, classificados como araucarióides são, de maneira mais clara, agathióides. Esse tipo parece predominar do Carbonífero Superior ao Permiano Médio. A partir daí predominam os tipos próximos do ginkgóide (sub-ginkgóide), do podocarpóide (sub-podocarpóide) ou tipos generalizados de arranjos reconhecidos por GRAMBAST (1960) e MARGUERIER (1973 a, b).

7.2 - MORFOGÊNEROS DO GRUPO COMPLEXO VERTEBRARIA

As presentes considerações apenas resumem, atualizam e acrescentam alguns dados ao estudo anteriormente apresentado por MUSSA (1978a) sobre *Vertebraria* ROYLE 1839 e formas gondvânicas afins. Mediante nova documentação substantia-se cada vez mais o ponto de vista de que *Vertebraria* não é um simples morfôgenero, mas, um complexo de formas. Sendo assim, vale a pena a análise crítica das formas (morfogêneros) compreendidas no referido complexo.

VERTEBRARIA ROYLE 1839

(FIG. 16-I: A-D; FIG. 16-II: G)

Espécie-tipo: *Vertebraria indica* Royle 1839

- 1847. *Sphenophyta* (?) Rizomas de Glossopterídeas (?) Mc COY
ARBER 1905-1906. Quart.J.Geol.Soc. 58: 1-26.
- 1849. *Clasteria* DANA, WILKES, United States Exploring
Expedition Geol. (10), N.York.
- 1861. *Vertebraria indica*. BUNBURY, Quart.J.Geol.Soc. 17: 325-
-346.
- 1882. *Vertebraria indica*. FEISTMANTEL, Palaeontologia Indica
Mem.Geol.Surv. Índia 12 (4): 1-52.
- 1886. Idem: Mem. Geol. Surv. Índia 12 (4:2): 1-66.
- 1896. *Vertebraria indica*. ZEILLER, Bull.Soc.Geol.Fra. 24: 349-378.
- 1897. *Vertebraria indica*. OLDHAM, Rec.Geol.Surv.Índia 30: 45-50.
- 1902. *Vertebraria indica*. ARBER, Quart.J.Geol.Soc.: 58: 1-26.
- 1914. *Vertebraria indica*. SEWARD, British Antarct. Exped. 1910.
Geol. 1 (1): 1-49.
- 1922. *Vertebraria indica*. WALKOM, Publ.Geol.Surv.Qd. 270: 1-45.
- 1932. *Vertebraria indica*. WALTON & WILSON, Proc. R.Soc. Edinb. 52:
200-207.
- 1954. *Vertebraria indica*. DOLIANITI, Notas Prelm.Est. 81-DGM,
DNPM, Rio de Janeiro.
- 1955. *Vertebraria indica*. SEN, Nature, Lond.: 175-176.
- 1956. *Vertebraria indica*. PANT, Ann.Bot. (N.S.) 20: 419-429.
- 1958. *Vertebraria indica*. PLUMSTEAD, Trans.Geol.Soc. S. Afr.
(61): 81-94.
- 1962. *Vertebraria indica*. PLUMSTEAD, T.A.E. Sci. Reports 9:
57-71.
- 1962. *Vertebraria indica*. SURANGE & MAHESHWARI, Palaeobotanist 9:
61-67.

1965. *Vertebraria indica*. MAITHY, Palaeobotanist 13: 248-263.
1965. *Vertebraria indica*. SCHOPF, Antarctic Res. Ser. 6 Amer. Geophys. Union: 217-228.
1967. *Vertebraria indica*. PANT, Phytomorphology 17 (1-4): 351-359.
1968. *Vertebraria indica*. PANT & SINGH, Palaeontology 11 (5): 643-653.
1971. *Vertebraria indica*. SCHOPF, U.S. Geol. Survey. Columbus, Ohio, USA. The Permian and Triassic Systems...: 379-397.
1974. *Vertebraria indica*. PANT & SINGH, Palaeontographica Abt. B 147 (1-3): 42-73.
1975. *Vertebraria indica*. GOULD, Gondwana Geology, III Gond. Symp. Canberra, Austrália: 109-115.
1976. *Vertebraria indica*. GUERRA 101º Congres Nat. Soc. Savantes Sect Sci. I: 51-68.
1977. *Vertebraria indica*. GOULD & DELEVORIAS, Depart. Geol. Univ. New England Publicat. 323: 387-399. Armidale, NSW.
1977. *Vertebraria indica*. GUERRA, Assoc. Latinoamer. Paleobot. y Palinologia 4: 2-7.
1977. *Vertebraria indica*. PANT, Jour. Indian Bot. Soc. 56 (1): 1-23.

DISCUSSÃO

As citações bibliográficas ao início do capítulo se restringem, tão somente, as publicações que mais interessam as discussões sobre a anatomia da *Vertebraria indica* ROYLE ou a elas dão encaminhamento. Em suma, procuram demonstrar que as amostras do eixo dessa planta, difícil de interpretar, sempre provocaram controvérsias desde o seu primeiro encontro. Fato marcante, porém, foi a constatação da comum incidência com plantas glossopterídeas e gangamopterídeas. Portanto, houve sugestões, desde o princípio, de que se relacionaria, de alguma forma, às mesmas. Mas, isto posto não impediu que autores dentre os mais antigos concebessem diversamente sobre a natureza dos eixos como

FEISTMANTEL (1882-1886). Afinal, as postulações de ARBER (1905), BUNBURY (1861), OLDHAM (1897) e ZEILLER (1896) sobre a possível conexão de *Vertebraria*, com folhas de glossopterídeas, conferiram o mais irrestrito empenho as investigações nesse sentido. Nos últimos anos as avaliações de PANT & SINGH (1968, 1974) e de PANT (1977) acrescentaram documentação substancial ao mesmo ponto de vista. Com respeito à anatomia, os espécimes de *Vertebraria indica* descritos por GOULD (1973), confirmam as reconstruções originais de autores antigos como BUNBURY (1861), OLDHAM (1897) e WALTON & WILSON (1932). Para a época os estudos dos citados autores compreenderam verdadeiro progresso, já que só eram possíveis interpretações a partir de material carbonificado (compactações e impressões dos eixos). Pelo mesmo motivo, certamente, os resultados apresentados em tempos diversos, por outros autores, nem sempre se mostraram concordantes. São conhecidas as dificuldades de interpretação quando baseadas, somente, nesse tipo de amostras. Contudo, apesar das controvérsias, e freqüente impossibilidade de ilustrar aquilo que descreviam, a maioria dos paleobotânicos quase sempre foi unânime em indicar o plano anatômico de *Vertebraria* como estruturado por um centro lenhoso, maciço, do qual partiam braços radiais, lenhosos, seguidos ou não por um cilindro, contínuo, de lenho secundário. Entre os braços radiais restavam espaços longitudinais de forma triangular em vista transversal. Estes eram interceptados de nível a nível por plataformas transversais lenhosas. Estas estabeleciam a ligação entre dois braços radiais vizinhos (FIG. 16-I: A, B, C). As primeiras contradições surgidas, com respeito ao plano anatômico de *Vertebraria* (FIG. 16-I: A; FIG. 16-II: C) referiam-se à região central do estelo, ora apreciada como maciça (BUNBURY, 1861; OLDHAM, 1897; SURANGE & MAHESHWARI, 1962; WALTON & WILSON, 1932; GOULD, 1975) ora representada por seguimento de lacunas longitudinais, ovais (PLUMSTEAD, 1962), ora por um centro medulado (SURANGE & MAHESHWARI, 1962), ora compreendendo espaço longitudinal acelular, com interferências de "pontes" lenhosas, transversais (SCHOPF, 1965; GUERRA, 1976) e ora compreendendo um centro sólido sem a intervenção de lacunas, espaços ou pontes (ZEILLER, 1896). Hoje é possível perceber que, à margem de supostas contra

FIG 16-I

FIG 16-II

Fig. 16_{I, II} Reconstruções do plano anatômico da *Vertebraria indica* ROYLE e de morfogêneros gondvânicos afins: A - OLIPHAM, 1897; B - GOULD, 1975; C - WALTON & WILSON, 1932; D - SURANGE & MAHESHWARI, 1962; E - PLUMSTEAD, 1962; F - ZEILLER; G - SCHOPF, 1965; H - *Schopfiacaulia peripaludica* gen et sp. nov.; I - *Tordoxyzylon* KRÄUSEL 1956; J - *Myelontordoxyzylon* MUSSA 1978

dições muitos desses planos, diferenciados, coexistiram, como variações em torno do plano anatômico melhor conhecido, concernente à *Vertebraria indica* ROYLE. É bem possível - e é o que se conclui da presente investigação - que a aparente contradição das reconstruções anatômicas de *Vertebraria* resida no fato de os paleobotânicos terem lidado com renques, indepentes, os quais integravam o mesmo e complexo grupo *Vertebraria*. A fundamentação do gênero fora feita com base na morfologia externa das amostras (ROYLE, 1837-1839), cuja feição de blocos articulados lembrava uma seqüência de vértebras. Aos poucos acrescentaram-se esclarecimentos sobre a anatomia os quais culminaram com os trabalhos de GOULD (1973). Dessa maneira, obteve-se a confirmação de que a par da morfologia externa, ilustrada por ROYLE, os espécimes eram estruturados, internamente, pela coluna central, maciça, de metaxilema. Os polos de protoxilema eram exárqueos. Os braços radiais eram de lenho secundário, assim como as plataformas transversais, interbraços radiais. Nessas últimas dava-se a formação de radículas. Em resumo, há um tipo classicamente conhecido de *Vertebraria*, isto é, aquele cuja morfologia se faz representar, no estado fóssil, por uma sucessão de blocos quadrangulares, e, internamente (FIG. 16-I: A, B, C) conforme as descrições de OLDHAM (1897), WALTON & WILSON (1932) e GOULD (1973). A situação do protoxilema e o modo de formação de radículas permite comparar tal plano lenhoso ao de algumas raízes, mas, os espaços longitudinais, com plataformas, de nível a nível, levam a considerar tratar-se do plano anatômico de caules adaptados a ambientes sub-aquosos. Compreenderia o plano anatômico de raízes (não seria impossível), mas, anômalas, no sentido da comparação com raízes de formas recentes.

DIAGNOSE

VERTEBRARIA ROYLE 1839

Fragmentos de órgãos vasculares, gimnospermóides, segmentados, podendo apresentar ramificações; morfologia externa representada por uma ou várias seqüências de blocos, quadrangulares a retangulares, separados por sulcos transversais; a conexão en

tre os blocos é garantida pela continuidade do cilindro lenhoso, internamente; caneluras mediana e(ou) laterais percorrem o corpo inteiro dos espécimes, no sentido longitudinal; cada segmento ou bloco mostra, em vista transversal, um centro lenhoso, maciço, formado de elementos primários; *loci* exárqueos de protoxilema; do centro lenhoso primário irradiam braços de lenho secundário, em número variável, continuados ou não por um cilindro lenhoso, secundário, contínuo; entre os braços radiais há espaços expandidos longitudinalmente e interrompidos de nível a nível por plataformas transversais de lenho secundário, sede de formação de radículas; periderme e córtex às vezes preservados; traqueídeos secundários com pontuações areoladas em arranjo próprio e variadamente ordenadas, porém, guardando a alternância; campos de cruzamento de tipo araucarióide; raios homogêneos de poucos estratos celulares de altura.

SCHOPFIICAULIA nov.gen.

(FIG. 16-II: H)

Espécie-tipo: *Schopfiicaulia peripaludica* sp.nov.

1981. *Schopfiicaulia peripaludica* MUSSA. Acad.Bras.Ci.(Secão 11/11/82) "Estudo Crítico Sobre o Complexo *Vertebraria* ROYLE - Ocorrência de nova forma na Formação Rio Bonito, Santa Catarina, Brasil" .
1981. *Schopfiicaulia peripaludica* MUSSA. III Reunião de Paleobotânicos e Palinólogos. .Inst.Geociênc., Univ.S.Paulo,
1982. *Schopfiicaulia peripaludica* MUSSA. No texto: ESTS. 5-7.

DISCUSSÃO

As primeiras amostras concernentes ao gênero foram coletadas sob a forma de pequenos blocos quadrangulares esparsos nos sedimentos. Desde logo ficou claro que alguns dentre os blocos

se conectavam como as frações de *Vertebraria indica* ROYLE. O subsequente encontro de frações intactas do eixo, segmentado, fez com que fossem designados, "a priori", *Vertebraria* sp. As feições apresentadas pelos eixos lembram sobremaneira as ilustrações de PANT & SINGH (1968) concernentes à *Vertebraria indica* ROYLE, dos campos carboníferos do Gondvana da Índia (EST. 5, Figs. 1, 2 e 3). Entretanto, o exame anatômico desfaz tal apreciação. Trata-se de plano anatômico novo e a hipótese mais plausível seria considerá-lo condizente com o das partes aéreas da própria *Vertebraria*. Contudo, a natureza desta não é aceita, de maneira indiscutível, como raiz. Assim, fica-se na expectativa por documentação mais esclarecedora. Sabe-se, por ora, que em *Schopfiicaulia* n.g. a anatomia condiz com a das plantas adaptadas a ambientes sub-aquosos (lagunares ou pantânicos), sujeitos a inundações periódicas. O comportamento medular e a repetida elaboração de radículas, adventícias, ao longo do eixo longitudinal, são de irrestrita clareza nesse sentido. A descrição anatômica irá mostrar que, diferentemente, da natureza controvertida de *Vertebraria* ROYLE (raiz ? rizoma ? ramos ?) lida-se, claramente, com eixos aéreos de uma planta exótica, com ramificações e radículas adventícias. A estruturação anatômica propõe que deveriam tratar-se de plantas de hábito rasteiro ou, no máximo, arbustivo. A par da subdivisão da medula, em compartimentos, a configuração do corpo primário e a possível indicação de estruturas estomatárias, em cutículas de alguns segmentos, demonstram que correspondiam a órgãos aéreos, não rizomatosos, embora subordinados a ambientes sujeitos a inundações. *Schopfiicaulia* é, portanto, a nova unidade separada do complexo *Vertebraria*. Sua identificação induz a que mais se atente para as controvérsias de interpretação, dos eixos vertebrarióides, levando-se em conta a possibilidade de os autores terem lidado com espécimes de renques diferenciados, num grupo amplo, de formas afins. Propõe, igualmente, que os tipos depositados em Museus e Departamentos paleontológicos sejam, por essa razão, apreciados, novamente, do ponto de vista da anatomia.

DIAGNOSE

Fragmentos de órgãos vasculares gimnospermóides, segmentados, do tipo de *Vertebraria* ROYLE. Morfologia externa representada por sucessão de blocos quadrangulares a retangulares; anatomia interna condizente com a de órgãos vasculares aéreos ou caules; sulcos transversais separam blocos contíguos, ficando garantida a conexão entre eles pela continuidade ou não segmentação do cilindro lenhoso; caneluras mediana e(ou) laterais percorrem os espécimes longitudinalmente; distribuição diferencial do crescimento, resultando o deslocamento do centro geométrico e seções transversais assimétricas; medula parenquimática subdividida em setores longitudinais; cada setor medular subdividido em câmaras sucessivas por meio de cordões transversais de parênquima; origem de radículas a partir dos cordões parenquimáticos medulares; protoxilema endárqueo; metaxilema e corpo secundário do lenho centrífugos; pontuações radiais dos traqueídeos em arranjo próprio, de preferência arredondadas, alternas, contíguas sem se tocarem; pontuações idênticas e menores nos campos de cruzamento; raios homogêneos, unisseriados; poucos estratos celulares de altura.

TORDOXYLON KRÄUSEL 1956

(FIG. 16-II: I)

Espécie-tipo: *Tordoxylon steynspruitense* KRÄUSEL 1956

1956. *Tordoxylon steynspruitense* KRÄUSEL. Senck. leth. 3 (1/2): 15, Taf. 2-4.

1965. *Vertebraria steynspruitense* (KRÄUSEL) SCHOPF. Antarctic Res. Ser. 6. Amer. Geophys. Union: 217-228.

1978. *Tordoxylon sanpaulense* MUSSA. Bol. Inst. Geociências, USP: 9: 170, Pl. I-IV.

1981. *Tordoxylon silvaticum* n.sp. An. Acad. Bras. Ciênc. Seção de 11/11/82.

Este trabalho: EST.87, Figs. 1-4.

DISCUSSÃO

Tordoxylon KRÄUSEL 1956: SCHOPF (1965) estudou fragmentos lenhosos de porte de ramos e de troncos, permineralizados provenientes de formações permianas da Antártida. Nesses a morfologia externa característica de *Vertebraria* inexistente. A secção transversal mostra cunhas consistentes com terminações agudas, convergentes num centro acelular. A secção transversal patenta que os níveis de terminação das cunhas são diferentes. O incremento de crescimento em cada uma delas parece ter ocorrido de maneira desigual. A secção transversal de muitas amostras é assimétrica e o centro geométrico ficou deslocado em posição excêntrica. As secções longitudinais indicam que o espaço central, acelular, era interceptado, de altura em altura, por estruturas transversais, interpretadas como "pontes" de tecido lenhoso, unindo cunhas vizinhas, onde radículas tinham origem (Figura 16-II:G). MUSSA (1978a) encontrou espécimes semelhantes nos afloramentos das Formações Rio Bonito, Irati e Estrada Nova (Permiano da Bacia do Paraná), mas distinguiu dois grupos peculiares: 1) o primeiro, cujos espécimes continham espaço acelular na região da medula, com expansões desse espaço por entre as cunhas lenhosas; ao invés de pontes de tecido lenhoso existiam, verdadeiramente, níveis parenquimáticos em relação aos quais formavam-se, nas margens do espaço, traços indiferenciados, com feições de nós, e traços de radículas; 2) o segundo, cujos espécimes apresentavam, realmente, medula; nesta, porém, ocorria, de nível a nível, a intensificação da atividade parenquimática para dar origem a novos elementos vasculares e a traços; portanto, nos referidos níveis medulares apareciam como que constricções as quais subdividiam a medula em uma sequência de bolsas parenquimáticas, separadas por elementos vasculares não-formados, e por traços. Com respeito ao plano anatômico dos espécimes da Antártida SCHOPF (1965) considerou-o idêntico ao de *Tordoxylon* KRÄUSEL 1956 e este idêntico ao de *Vertebraria indica* ROYLE, daí situá-lo em sinonímia. O mesmo procedimento foi seguido por GOULD (1973), por GOULD & DELEVORYAS (1977) e por GUERRA (1976). Assim também (SCHOPF, 1965, 1970, 1971), GOULD (1973) e GOULD & DELEVORYAS (1977) admitiram que ocorreria a maturação das formas mais tenras, vertebrarioides

em fragmentos lenhosos de médio e grande porte, tordoxylóides. De fato, o plano lenhoso tordoxylóide mostra aspectos de afinidade em relação ao de *Vertebraria* (Figura 16-I: A, B; Figura 16-II: G), com apreciáveis variações quanto à dinâmica formadora de traços, ao longo do espaço longitudinal. Na espécie-tipo *Tordoxylon steyns pruitense* KRÄUSEL 1956 e na espécie *Tordoxylon sanpaulense* MUSSA 1978 há formações residuais de parênquima nesse espaço central o qual deveria corresponder à medula. Não há pontes de tecido lenhoso, porém estruturas com a aparência de brotos nas margens do espaço, e traços que amadurecem em corpúsculos completos de radículas adventícias. Os espécimes tordoxylóides parecem corresponder a órgãos vasculares do tipo das lianas cuja medula, incipiente, sofre esmagamento em vista dos movimentos de torsão do caule, em torno de um suporte, ou, devido ao próprio apoio no substrato. A feição transversal dos espécimes tordoxylóides chama a atenção pela existência de câmaras alares, orientadas radialmente e originadas a partir do centro amedulado. Expandem-se por entre cunhas vizinhas por distâncias variáveis. Ao contrário do que SCHOPF (1965) observou em seu espécime, MUSSA (1978a) ilustrou como a forma, o tamanho e a posição das referidas expansões do espaço variavam durante o crescimento do caule, justamente com indicações de que eram plantas do tipo de lianas, em consonância com a opinião de KRÄUSEL (1956). EAMES & MC DANIELS (1947: Fig. 95) expõem a ilustração da secção transversal do caule de *Pinus strobus* com feições idênticas às dos espécimes em discussão. Aí aparece a medula, desintegrada, com câmaras de aspecto alar expandidas por entre as cunhas do lenho. Tais câmaras compõem a figura de cones invertidos e são concernentes às bases inclusas de ramos senís. Mediante o fato é possível concluir que não são os espaços alares, inter-cunhas, presentes em *Tordoxylon*, o caráter sistemático que aproxima esse gênero de *Vertebraria*. A dinâmica formadora de traços, ao longo do eixo longitudinal, é o caráter que propõe termos de comparação. É possível que os espaços com o aspecto alar, em vista transversal, não tenham igual origem nos dois gêneros e assim, também, em relação aos demais gêneros do mesmo complexo. Veja-se, portanto, que se não fora o encontro de outras formas, contemporâneas, diversificadas, no tocante à dinâmica ao longo do espaço lon

gitudinal, concordar-se-ia com a inclusão sumária de *Tordoxylon* como sinônimo de *Vertebraria*. Concordar-se-ia, igualmente, com a inclusão de todas as amostras lenhosas, sem a morfologia externa de *Vertebraria* nesse mesmo gênero, desde que a anatomia perceptível ao longo do espaço (medula) obedecesse ao mesmo plano. É, portanto, nessa região do lenho, que as formas exibem a peculiaridade que lhes é própria e mostram, ao mesmo tempo, traços de mútua afinidade. À custa da expressão sistemática peculiar a cada uma, aí se encontra, identicamente, a razão da agregação de todas no mesmo complexo grupo *Vertebraria*. Consequentemente muitas questões ainda esperam apreciação, especialmente as referentes as reconstituições contraditórias, apresentadas por autores diversos, quanto aos próprios espécimes, catalogados como *Vertebraria indica* ROYLE, em todo o Gondwana. Por exemplo, o plano-tipo *Tordoxylon* está mais próximo do de *Myelontordoxylon* (Figura 16-II: J) do que propriamente do de *Vertebraria*. Isto significa que *Tordoxylon* e *Vertebraria* são duas unidades sistemáticas claramente independentes, porém, *Tordoxylon* e *Myelontordoxylon* ostentam traços de maior afinidade e não será impossível que se venha a concluir, em próximo futuro, que *Myelontordoxylon* é um sinônimo de *Tordoxylon*. As ilustrações apresentadas por KRÄUSEL (1956) concernentes a *Tordoxylon* muito se aproximam dos quadros configurados nas Figuras 2 e 3 das Estampas 87 deste trabalho. Aproximam-se, outrossim, das ilustrações referentes a *Myelontordoxylon vittii* (MUSSA, 1978a: Pl. V, Figuras 28 e 29) no que toca as radículas adventícias. Fide descrição daquele autor os traços são marginais ao espaço central. Assim sobressai a independência de *Tordoxylon* em relação à *Vertebraria*. A ausência de constrictões medulares separa-o de *Myelontordoxylon*. Expressivas ilustrações da região central do estelo de *Tordoxylon*, encontram-se neste trabalho (Estampa 87, Figuras 2, 3; Figura 16-II: 1-2); a secção radial corta a extremidade de uma das cunhas de modo que o espaço central aparece subdividido em setores longitudinais. Em cada um deles se percebem vestígios de parênquima, ou a medula degradada. De nível a nível, só se vêem estruturas semelhantes a nós, nas margens do espaço, algumas das quais evoluem, desde cedo, para o corpo inteiro de radículas adventícias

ainda em pleno corpo secundário do lenho. No caso as secções correspondem a um tronco de porte da Formação Estrada Nova. Ao longo da extensão longitudinal do espécime não se apreciou, de nenhum modo, pontes lenhosas interceptando o espaço, ou, sequer, constrictões da medula.

Sob questionamento permanece, pois, o procedimento de autores ao designarem, simultaneamente, os espécimes lenhosos de médio e de grande porte, bem como os de tipo herbáceo, caracterizados por eixo segmentado, na mesma unidade taxionômica *Vertebraria indica* ROYLE (SHCOPF, 1965; GOULD, 1973; GUERRA, 1975). Ainda há falta de conhecimentos sobre a maturação dos eixos herbáceos, vertebrarióides, em consistentes, lenhosos, tordoxylóides. Fica-se na expectativa do encontro de amostras em estágios transicionais de maturação, para se apreciar a evolução de um tipo em direção ao outro. Se tal ocorresse, de fato, os espécimes vertebrarióides não mais conservariam nenhum traço da morfologia externa segmentada. Não conservariam, por outro lado, nenhum vestígio do corpo primário, tão bem desenvolvido em *Vertebraria indica*, em cujo plano anatômico haveriam de suceder mudanças substanciais. Por exemplo, a completa reabsorção da coluna maciça de metaxilema, no centro do estelo, para dar lugar ao espaço central de *Tordoxylon*. Neste, porém, restariam, em algumas formas, pontes de xilema situadas em diferentes níveis e sede de formação de radículas. Em outras, apenas restariam placas residuais de parênquima. Ao mesmo tempo estruturas semelhantes a nós formar-se-iam nas margens do espaço e em níveis coincidentes com o do parênquima residual. Os braços radiais de xilema secundário da *Vertebraria* haveriam de progredir em desenvolvimento até chegarem ao porte de consistentes cunhas lenhosas de extremidades agudas e convergentes no centro acelular. Em algumas amostras a distribuição do crescimento haveria de se dar de modo desigual, acentuando-se a dissimetria das cunhas, e, conseqüentemente, a do próprio estelo. Assim, o centro geométrico deste apareceria deslocado. Na prática as possibilidades de tão grandes modificações, durante o crescimento, relativas ao mesmo gênero e à mesma espécie permanecerão no domínio de conjeturas, a não ser que se já dado como suficiente o fato do encontro de amostras de dois

tipos nas mesmas ocorrências, como se verificou na Austrália (GOULD, 1973). Com respeito à *Vertebraria indica*, porém, são conhecidos os espécimes cujo porte apreciável às vezes ultrapassa de uma a três dezenas de centímetros de comprimento (PANT & SINGH, 1968, 1977). Conservam, todos eles, a morfologia de blocos conectados durante o crescimento a qual só se deixa mascarar ao nível da conexão com as ramificações. De outro lado, são também encontrados espécimes tordoxylóides de pequeno porte e os de médio e grande porte (este trabalho; SCHOPF, 1971) sem sinais de segmentação. Pelo que se depreende das publicações, os autores que em suas avaliações lidaram com o maior número de amostras de *Vertebraria* foram PANT & SINGH (1968, 1974) e PANT (1977) e essas oriundas das mais diferentes localidades, nos campos de carvão permianos da Índia. A reconstituição dos referidos autores, concernentes às glossopterídeas, expõe ramos do tipo *Vertebraria* conectados a folhas de *Glossopteris*. Assim PANT & SINGH (1974) acrescentam as seguintes observações: "In fact it seems that axes of *Vertebraria* start showing rectangular areas only when they become sufficiently old and thick". As informações dos citados autores impressionam pela farta documentação e sugerem que as formas vertebrarióides, portanto, não perdem a morfologia característica durante o crescimento. Ao contrário, esta se acentua. Outros autores como SCHOPF (1965), GOULD (1973) e GOULD & DELEVORYAS (1978) admitiram que *Vertebraria* corresponderia a raízes. GOULD & DELEVORYAS (1978) comentam que as glossopterídeas deveriam possuir troncos de tipo gimnospérmico, relativos ao morfogênero *Araucarioxylon*, com raízes aerenquimatosas do tipo *Vertebraia indica* ROYLE. Nesse trabalho endossa-se as opiniões desenvolvidas desde SURANGE & SRIVASTAVA (1956) até SURANGE & MAHESHWARI (1962), MAITHY (1965) e, afinal, PANT & SINGH (1974) de que as *Vertebraria* condizem mais com eixos ou ramificações, ou segmentos caulinares de glossopterídeas. Com base nas opiniões desses autores pondera-se que se as folhagens desse grupo de plantas compreendem, realmente, um complexo, não há outra alternativa senão conceber, em relação aos eixos ou ramos, a existência de um correspondente complexo.

Em síntese, outro grupo separado do complexo *Vertebraria* diz respeito a *Tordoxylon* KRAUSEL 1956. A espécie-tipo do gênero é oriunda de sedimentos do ECCA Superior (Estado de Orange) do SW africano. A espécie *T. sanpaulense* foi reconhecida na Formação Irati (Estado de São Paulo). A espécie *T. silvaticum* foi identificada em sedimentos da Formação Estrada Nova (Estado de São Paulo).

DIAGNOSE *emend.*

TORDOXYLON KRAUSEL 1956

Fragmentos lenhosos gimnospermóides, cilíndricos, sem ornamentação externa ou segmentação; assimétricos em vista transversal, com distribuição diferencial do crescimento e deslocamento do centro geométrico; cunhas lenhosas em número variável, de extremidades agudas, terminam num centro acelular correspondente ao espaço medular; este se expande como ramos radiais por entre as extremidades de cunhas vizinhas e por distâncias variáveis; expansões radiais do espaço central mudam de forma e de posição com os movimentos de torsão do eixo durante o crescimento; espaços radiais e central contínuos ao longo da extensão do espécime; em todos eles a ocorrência de níveis parenquimáticos ou "plataformas" parenquimáticas com traços presentes nas margens do espaço onde se reconheceram esses níveis; traços de dois tipos, isto é, os que logo maturam no corpo inteiro de radículas adventícias e os que configuram brotos ou nós centroxílicos; protoxilema não evidenciado; pontuações radiais dos traqueídeos, campos de cruzamento e raios semelhantes aos de *Vertebraria indica* ROYLE.

MYELONTORDOXYLON MUSSA 1978

(FIG. 16-II; J)

Espécie-tipo: *Myelontordoxylon vittii* MUSSA 1978, Bol. Inst. Geociências, USP, 9: 170-174. Pl. IV, V, VI.

Myelontordoxylon brasiliense MUSSA 1978

Myelontordoxylon brasiliense MUSSA, Bol. Inst. Geociências, USP, 9: 176. Pl. VI. Pl. VIII: Figuras 46, 47, 48.

Myelontordoxylon camposii (MUSSA, 1978) nov. comb.

1978, *Paratordoxylon camposii* MUSSA, Bol. Inst. Geociências 9: 174-177. Pl. VIII (Figuras 49, 50, 51), Pl. IX, XI.

Myelontordoxylon catarinense sp. nov.

(Estampas 8, 9, 10; Fig.text. 17-H e 19)

DISCUSSÃO

Um novo grupo de espécies independentes do complexo *Vertebraria* diz respeito ao morfogênero *Myelontordoxylon*. A princípio acreditou-se que o conjunto de feições ora discutidas fossem concernentes a *Tordoxylon*. As diferenças resultariam do esmagamento e da dissolução do tecido medular (Figura 16-I: I) nos ramos de crescimento assimétrico. O caráter intacto das bolsas, originadas por constrictões, seria inerente aos caules de crescimento simétrico (Figura 16-II; J). Mas, foi possível acompanhar em algumas amostras a formação gradual das ditas constrictões (MUSSA, 1978a: p. 171, Figura 5; Pl. IV, Figuras 21 e 23a). Estas se iniciam em níveis localizados ao longo das margens da medula. Consequentemente são níveis de reativação meristemática ou "níveis nodais". Aí se formam elementos vasculares novos ("xilema primário") e raios vasculares novos direcionados para a margem oposta ao da ativação. Ao mesmo tempo aparecem, nos respectivos campos de ativação, traços de radículas, além de outros traços indiferenciados. Em torno dos traços os elementos (traqueí

deos e raios) se dispõem em vórtices como em nós. Como resulta do a medula adquire, em vista longitudinal, a feição de uma longa fila de raios multisseriados ou de bolsas parenquimáticas, alongadas, verticalmente. Além desses eventos acrescenta-se aos espécimes do grupo a peculiaridade da dissecação do estelo para a formação de estelos de ramos, a ponto de mascarar, completamente, a individualidade do estelo principal. Sendo assim, *Myelontordoxylon* permanece como unidade independente de *Tordoxylon* até que novas averiguações coloquem em teste tal deliberação. Até o presente são conhecidas as seguintes espécies do morfogênero: *M. vittii* MUSSA 1978, *M. brasiliense* MUSSA 1978 e *M. camposii* (MUSSA, 1978) nov. comb. Estas procedem da Formação Irati do Estado de São Paulo e *M. catarinense* sp. nov. encontrada nos arenitos de estratificação cruzada da base da Formação Rio Bonito em Santa Catarina. As aproximações obtidas a partir do estudo dos espécimes indicam que a incidência de *Myelontordoxylon* é mais antiga que a de *Tordoxylon* nas seqüências permianas da Bacia do Paraná.

DIAGNOSE *emend.*

MYELONTORDOXYLON MUSSA 1978

Fragmentos lenhosos gimnospermóides, cilíndricos, de secção transversal simétrica, ou, às vezes, assimétrica; morfologia externa sem sinais de ornamentação ou segmentação; cunhas lenhosas bem formadas têm início a partir do centro medulado do estelo; medula incipiente em vista transversal; em vista longitudinal caracterizada por constrictões de nível a nível; tais constrictões resultam da reativação parenquimática localizada, por níveis, com a formação de elementos vasculares novos, isto é, traqueídeos e raios novos ("xilema primário") e traços de radículas adventícias; medula, em vista longitudinal, como que formada por uma fileira vertical de bolsas parenquimáticas ou raios medulares largos; estelos de ramificações aparecem via dissecação do estelo principal ou via ativação parenquimática a partir dos raios e

dos anéis em pleno corpo lenhoso secundário; anéis de crescimento presentes, nítidos, tendo o intrometimento de células de parênquima; pontuações radiais dos traqueídeos, campos de cruzamento e raios semelhantes aos de *Vertebraia indica* ROYLE e *Tordoxylon steynspruitense* KRÄUSEL.

TOROSXYLON nov.gen.

Espécie-tipo: *Torosoxylon striaeornatum* sp.nov.

Torosoxylon striaeornatum sp.nov., este trabalho, Estampa 88, Figuras 1-4.

1978. *Paratordoxylon camposii* MUSSA. Bol. Inst. Geociências, Univ. São Paulo, Brasil 9: 174. Pl. XI, Figura 64).

DISCUSSÃO

A espécie designada *M. camposii* (MUSSA) nov.comb. correspondia ao holótipo do morfogênero *Paratordoxylon*. A secção transversal demonstrou desenvolvimento assimétrico do cilindro vascular e a presença de escassas células parenquimáticas no ponto de convergência das cunhas lenhosas. Tais células poderiam se tratar do que classicamente se denominou de tecido conjuntivo nas raízes. Contudo, o referido holótipo mostrou a formação de órgãos laterais com medula. No pequenino estelo neo-formado de uma ramificação, em meio ao xilema secundário do estelo principal, vê-se a medula em formação (MUSSA, 1978a: Pl. X, Figuras 58 e 59; Pl. XI, Figuras 61 e 63). Nesta aparecem, em níveis diferenciados, traqueídeos novos e novos raios que, aos poucos, se dispõem radialmente em relação ao centro do estelo da ramificação. Desse modo atenta-se para que a medula esboçante da ramificação, no holótipo de *Paratordoxylon*, seja idêntica às presentes nas espécies de *Myelontordoxylon*. Em vista da constatação, o holótipo do primeiro morfogênero passa a representar uma nova espécie de *Myelontordoxylon*.

Quanto ao problema relacionado à continuidade do nome *Paratordoxylon* MUSSA optou-se por situá-lo como sinônimo de

Myelontorodoxylon apesar de existir a indicação de parátipos na descrição original. Dois deles mostram estado precário de preservação ao longo do eixo vertical do estelo, portanto, a posição sistemática verdadeira é impossível de reconhecer. Outro parátipo (GP/3T. 114) foi reexaminado e mostrou que a região central do estelo é realmente amedulada. Reconstitui, mais de perto, o plano lenhoso exárqueo de raízes, mas, também, chega a se confundir com a feição de um caule assimétrico do tipo das lianas, cuja medula sofreu esmagamento. A morfologia externa é idêntica à dos caules ornamentados por estrias longitudinais, paralelas e finas (Estampa 88, Figura 1; MUSSA, 1978a: Pl. XI, Figura 64). A caracterização anatômica do espécime fá-lo permanecer em separado dos morfogêneros *Torodoxylon*, *Myelontorodoxylon*, assim como de *Vertebraria*. A diagnose anteriormente elaborada quanto ao gênero *Paratorodoxylon* só condiz em parte com o seu plano anatômico. Manter a validade de *Paratorodoxylon*, após a substituição do holótipo seria possível de acordo com a Recomendação 7-B do Código Internacional de Nomenclatura Botânica. Mas, para ajustar a diagnose ao novo e indicado holótipo seria necessário introduzir emendas, devido ao caráter maciço do centro do estelo. Daí, portanto, resultaria procedimento confuso do ponto de vista da sistemática, razão por que a forma em questão passa a ser designada pelo nome novo *Torodoxylon*. Assim, o comportamento metodológico adotado faz com que se separe o mais possível, preliminarmente, as formas diversificadas, até que a documentação mais substancial confirme a opção ou reuna várias dentre elas num morfogênero único.

DIAGNOSE

TOROSOXYLON gen. nov.

Fragmentos lenhosos gimnospermóides com ornamentação externa representada por estrias longitudinais paralelas e finas; estelo com distribuição diferencial do crescimento, resultando secção transversal assimétrica; estelo amedulado; protoxilema exárqueo; escassas células de parênquima imiscuídas no centro ma

cigo, mas só nos níveis de formação de radículas; pontuações ra diais dos traqueídeos, dos campos de cruzamento e raios semelhan tes aos de *Tordoxylon* KRAUSEL 1956.

SOLIDOXYLON nov.gen.

Espécie-tipo: *Solidoxylon mafrense*

Solidoxylon mafrense sp.nov. Este trabalho: Figura 24; Estampa 15, Figuras 1-4; Estampa 16, Figuras 1-6.

DISCUSSÃO

O morfogênero em questão ainda permanece em posição sistemática indefinida. Apenas se verificam, por ora, afinidades dos quadros anatômicos do corpo secundário do lenho com os do morfogênero *Protophyllocladoxylon* KRAUSEL. Contudo, a espécie-tipo deste último se refere a fragmento do lenho secundário somente. MUSSA (1978) descreveu a espécie *Protophyllocladoxylon dolianitii* oriunda da mina de carvão Vendramini, em Criciúma, Santa Catarina (Camada Barro Branco) e MAHESHWARI (1972) descreveu a mesma espécie em sedimentos do Permiano da Antártida. O holó tipo de *Solidoxylon* n.g. compreende um fragmento lenhoso completo em suas partes, isto é, o estelo compreende centro lenhoso, maciço, como nas raízes, de modo que é impraticável a filiação do mesmo a *Protophyllocladoxylon*. Ademais ostenta um modo peculiar de ramificação, através da dissecação do estelo principal em estelos subsidiários de ramos (raízes?). Por ora mantém-se agregado ao complexo grupo *Vertebraria*, embora seja esse um procedimento artificial, sem bases sistemáticas, inspirado tão somente na maneira de emitir ramificações.

DIAGNOSE

SOLIDOXYLON nov.gen.

Fragmentos lenhosos gimnospermóides, protostélicos; pro

toxilema exárqueo; ao nível das ramificações ocorre a dissecação do estelo para a formação de estelos menores subsidiários dos ramos (raízes ?); corpo secundário centrífugo; anéis de crescimento nítidos; pontuações radiais dos traqueídeos multisseriadas, contíguas e alternas; campos de cruzamento de tipo phyllocladóide com nuances; raios homogêneos, unisseriados.

7.3 - MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR APRESENTAREM MEDULA MACIÇA E PROTOXILEMA MESÁRQUEO

Secção A - Corpo secundário do lenho não abietóide, não phyllocladóide e não taxóide

TAENIOPITYS KRAUSEL 1962

(Figura 17: A)

Espécie-tipo: *Taeniopitys scottii* KRAUSEL

1962. *Taeniopitys scottii* KRAUSEL. Appendix PLUMSTEAD T.A.E. Report 9: 133-138, Pl. XXV, Figuras 1-8; Pl. XXVI, Figuras 9-15; Pl. XXVIII, Figura 22.

1962. *Taeniopitys scottii* KRAUSEL. KRAUSEL, MAITHY & MAHESHWARI, Palaeobotanist 10 (1-2): 102, Text.Fig. 6.

Taeniopitys indica (HOLDEN, 1917) nov. comb.

1917. *Dadoxylon indicum* HOLDEN. Ann of Bot. 31 (123-124): 315-326. Pls. XVII, XVIII, XIX.

1972. *Damudoxylon indicum* (HOLDEN, 1917) MAHESHWARI. Palaeontographica Abt. B, 138 (1-4): 11.

Taeniopitys estivense sp. nov.

Este trabalho, Estampas 21 e 22

Taeniopitys transatlantica sp. nov.

Este trabalho, Estampas 23 e 24

Taeniopitys jucunda sp. nov.

Este trabalho, Estampas 85 e 86

DISCUSSÃO

Até à definição de *Taeniopitys* por KRÄUSEL (1962) não existia nenhum morfogênero gondvânico destinado a abranger as formas dadoxilóides, cujo corpo primário conservava elementos das fases iniciais de vascularização. Aí a razão da criação do mesmo. Mais tarde MAHESHWARI (1972) também iria desmembrar, dentre as formas dadoxilóides, aquelas cujo corpo primário só apresentava xilema de superposição ("xilema centrífugo"). Essas formas foram reunidas no morfogênero *Damudoxylon*. Portanto, a diferença essencial entre os dois morfogêneros reside na estruturação do corpo primário.

Ao descrever *Taeniopitys scottii* o autor acrescenta os comentários de que *Dadoxylon indicum* HOLDEN 1917, na verdade, apresentava a estruturação do corpo primário muito mais próxima da configuração mesárquea do que da endárquea, devido à presença de pequenos grupos de elementos vasculares, afastados do corpo do lenho e mergulhados, mais profundamente, na orla medular. Assim HOLDEN (1917) chamara a atenção para o fato de estarem, os mesmos associados às células do parênquima medular e classificara-os como xilema de transfusão. Segundo KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) e KRÄUSEL (1928, 1956, 1962) e de acordo com o progresso de estudos sobre lenhos gondvânicos sabe-se que muitas formas ainda conservam estruturas vasculares das fases iniciais de vascularização, sem completa reabsorção, daí serem consideradas mesárqueas; assim, portanto, segundo KRÄUSEL (1962) tais componentes em *Dadoxylon indicum* HOLDEN corresponderiam a formações primitivas, "centrípetas". Nesse sentido, pois, a espécie deverá integrar o morfogênero *Taeniopitys* obtendo posição sistemática mais adequada através da designação: *Taeniopitys indica* (HOLDEN) nov. comb.. Nos parágrafos concernentes ao morfogênero *Damudoxylon* são apresentados acréscimos às discussões em pauta, tendo em vista que MAHESHWARI (1972) optou pela inclusão de *Dadoxylon indicum* no morfogênero *Damudoxylon* MAHESHWARI.

DIAGNOSE

Lenho de tipo gimnospérmico; medula com diversos milímetros de diâmetro, heterocelular, com dutos secretores simples cercados por bainha parenquimatosa compacta; protoxilema mesárqueo (xilema centrípeto presente); corpo lenhoso secundário centrífugo; pontuações radiais dos traqueídeos, areoladas, em arranjo aproximado araucarióide; campos de cruzamento com diversas pontuações areoladas simples.

Secção B - Corpo secundário do lenho abietóide, phyllocladóide ou taxóide.

ABIETOPITYS KRÄUSEL 1928

(FIGURA 17: B)

Espécie-tipo: *Abietopitys perforata* KRÄUSEL

1928. *Abietopitys perforata* KRÄUSEL. KRÄUSEL & RANGE, Beitr. Erforsch. Dtsch. Sch. Geb. 20: 30. Pl. III.

1908. *Dadoxylon perforatum* GOTHAN. Mon. Ber. Deutsch. Geol. Ges.

1956. *Abietopitys perforata* KRÄUSEL. Senckenberg. Lethaea 38: 453, Pl. X, Figuras 37-38.

1961. *Abietopitys perforata* KRÄUSEL. KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI Palaeobotanist 10 (1-2): 100. Text. Fig. 3a, 3b.

Abietopitys articulata (DOHMS, 1976) nov. comb.

1976. *Bageopitys articulata* DOHMS 1976. Rev. Brasileira Geoc. 6: 164-181. 5 Estampas, Fig. Text. 1-7.

Abietopitys takedai sp. nov.

Este trabalho; Estampas 13 e 14.

DISCUSSÃO

Os morfogêneros *Abietopitys* e *Taeniopitys* são prioritários. Ostentam padrões anatômicos básicos para a classificação

Fig.17. Blocos-diagramas: morfôgêneros caracterizados por medulas maciças e protoxilema mesárqueo (A - *Taeniopitys*; B-*Abietopitys*; C - *Taxopitys*; D - *Phyllocladopitys*)

ção dos lignispécimes gondvânicos, desde que se desencadeou o desmembramento e a simplificação do grupo complexo *Dadoxylon*. A nível de gênero a característica mais forte de *Abietopitys* diz respeito aos raios lenhosos do tipo classicamente indicado como abietóide. Sendo assim, a designação de KRÄUSEL (1928) teve por finalidade estabelecer comparação, entre os quadros anatômicos, do lenho secundário, da forma por ele descrita e das formas recentes, identicamente caracterizadas como as do gênero *Abies*. Deve-se levar em conta, porém, que a composição do corpo primário da forma gondvânica e das formas recentes são suficientemente diversas, não havendo a intenção de se relacionar, taxionomicamente, uma forma às outras. O morfôgênero *Bageopitys* DOHMS 1976, foi criado mais recentemente. Nota-se, entretanto, na publica-

ção relativa, que não houve a comparação com os morfogêneros *Taeniopitys* e *Abietopitys*. Salvo pela natureza das células radiais, abietóides, o morfogênero se confundiria com *Taeniopitys* KRÄUSEL. A identificação, somente, de traços simples e múltiplos, em *Bageopitys*, e do protoxilema mesárqueo, não garantiria ao mesmo o posicionamento em unidade taxionômica independente. O progresso dos estudos sobre lignispécimes gondvânicos permite reconhecer que é acontecimento comum a vários morfogêneros, com estruturas mesárqueas, a associação com traços dessa natureza. Por outro lado, a descrição da espécie-tipo *Bageopitys articulata* oferece feições que impõem comparações com *Abietopitys*. Conforme as ilustrações apresentadas (DOHMS, 1976: Pl. III, Figura 6) e a descrição no texto (idem, p. 174) sobressaem os raios claramente abietóides. Não se pode fazer abstração dessa característica anatômica, cuja peculiaridade leva à distinção sistemática de diversos gêneros recentes, principalmente, entre as Pinaceae (GREGUSS, 1953). Por exemplo, vejam-se as ilustrações das células radiais de *Bageopitys* e comparem-se com as ilustrações de KRÄUSEL (1928: Taf. 5, Figura 4). É possível assinalar a identidade dos quadros anatômicos. E, além disso, as feições ilustradas por DOHMS (1976: Estampa II, Figuras 2 e 3), quanto à composição do corpo primário, de *Bageopitys*, são muito próximas daquelas ilustradas por KRÄUSEL (1928: Taf. 5, Figura 5) com respeito a *Abietopitys*. O primeiro autor menciona que alguns feixes primários não são mesárqueos, em *Bageopitys*, enquanto o segundo assinala que em algumas cunhas do lenho, de *Abietopitys*, ao invés de protoxilema mesárqueo também ocorre o endárqueo. Enfim, são duas as alternativas em relação ao morfogênero *Bageopitys*: se não se levar em conta a característica abietóide dos raios sua diagnose se confundirá com a de *Taeniopitys* KRÄUSEL. Com a menção da característica abietóide dos raios será idêntico a *Abietopitys* KRÄUSEL. Sendo assim, *Bageopitys articulata* terá melhor posicionamento sistemático como nova espécie do morfogênero *Abietopitys*, com a designação: *A. articulata* (DOHMS) nov. comb.

DIAGNOSE

Fragmento lenhoso gimnospérmico; medula parenquimatosa, maciça, homocelular; xilema primário localizado na extremidade das cunhas, penetrantes na medula, algumas com desenvolvimento centífugo e outras com desenvolvimento centrípeto; pontuações radiais dos traqueídeos predominantemente do tipo araucarióide; raios com células de paredes espessadas e pontuadas (tipo abietóide).

** As espécies *Abietopitys crassiradiata* ARCHANGELSKY e *Abietopitys patagônica* ARCHANGELSKY não estão incluídas na discussão pois foram fundamentadas em fragmentos de lenho secundário.

TAXOPITYS KRÄUSEL 1928

(FIGURA 17: C)

Espécie-tipo: *Taxopitys africana* KRÄUSEL 1928

1928. *Taxopitys africana* KRÄUSEL & RANGE, in KRÄUSEL & RANGE, Beitr.geol. Erforsch.dtsch. Schutzgeb. 20: 49, Tf. 10, Figuras 3, 4. Tf. 11, Figuras 1-5, Text.Fig. 17, 18.

1962. *Taxopitys africana* KRÄUSEL in KRÄUSEL, MAITY & MAHESHWARI, Palaeobotanist 10 (1-2): 100, Text.Fig. 2.

Taxopitys alves-pintoi KRÄUSEL & DOLIANITI 1958

1958. *Taxopitys alves-pintoi* KRÄUSEL & DOLIANITI, Palaeontographica Abt. B, 104 (4-6): 125. Tf. 20, Figura 29; Taf. 21, Figuras 30-35; Taf. 22, Figuras 36-39; Taf. 23, Figuras 40-44. Tf. 24, Figuras 45-48.

Taxopitys indica PRASAD & CHANDRA 1978

1978. *Taxopitys indica* PRASAD & CHANDRA. Curr.Sci. 47 (10): 348, Figuras 1-4.

Taxopitys jolyi sp.nov.

Taxopitys jolyi Este trabalho, Estampa 37, Figuras 1-4; Estampa 38, Figuras 1-4.

1978. *Taxopitys jolyi* MUSSA, Advances in Palaeobotany. Bol. IG-Inst.Geociênc.Univ.São Paulo 9 (57-152): 101.

* Lignispécimes com espessamentos espiralados. MARGUERIER, Ann. Soc.Géol. du Nord XCVII: 409-412, Pl. LXII.

DISCUSSÃO

Os espécimes de lenho de tipo taxóide são freqüentes nas seqüências gondvânicas, bem como em seqüências contemporâneas do hemisfério norte. A tendência demonstrada pelos paleobotânicos de comparar os quadros anatômicos das formas fósseis, com aqueles existentes nas recentes, é simplesmente a maneira de melhor caracterizá-los com o estabelecimento de termos formais de comparação. Nesse caso, pois, as recentes seriam as gimnospérmicas, principalmente coníferas. As fósseis envolvem uma riqueza muito maior de grupos taxionômicos, alguns dos quais extintos. Portanto, a maneira de designá-las utilizando a derivação de nomes de formas recentes é simplesmente prática e operacional. Nada expressa no sentido da filogenia.

DIAGNOSE

Fragmentos de lenho de tipo gimnospérmico; medula homocelular ou heterocelular, maciça; corpo primário do lenho centrípeto e centrífugo; corpo secundário centrífugo, com pontuações radiais dos traqueídeos em arranjo araucarióide, associado aos espessamentos espiralados.

PHYLLOCLADOPITYS KRÄUSEL 1928

(FIGURA 17: D)

Espécie-tipo: *Phyllocladopitys capensis* KRÄUSEL 1928

- 1928. *Phyllocladopitys capensis* KRÄUSEL. Beitr.geol.Erforsch. dtsch. Sch.Geb. 20: 35. Pl. VI, Figuras 34,35. Text.Fig. 14.
- 1956. *Phyllocladopitys capensis* KRÄUSEL. Senckenberg.Lethaea 37: 450. Pl. IX, Figuras 34, 35. Text.Fig. 5-b.
- 1962. *Phyllocladopitys capensis* KRÄUSEL in KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI, Palaeobotanist 10 (1-2): 99. Text.Fig. 1.
- 1972. *Phyllocladopitys capensis* KRÄUSEL. LEPEKHINA, Palaeontographica Abt. B, 138 (1-4): 63.

Phyllocladopitys martini KRÄUSEL 1956

- 1956. *Phyllocladopitys martini* KRÄUSEL Senckenberg.Lethaea 37: 451, Pl. VIII, Figuras 32, 33; Pl. XX, Figura 36, Text. Fig. 5-a.
- 1962. *Phyllocladopitys martini* KRÄUSEL in KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI, Palaeobotanist 10 (1-2): 100, Text.Fig. 4.
- 1972. *Phyllocladopitys martini* KRÄUSEL. LEPEKHINA, Palaeontographica Abt. B, 138 (1-4): 63.

DISCUSSÃO

Este trabalho não inclui nenhum espécime cujo plano anatômico se compare ao de *Phyllocladopitys*. Apenas se compara o corpo secundário de *Solidoxylon* n.g. com ressalvas. Devido a abundância de formas fósseis conhecidas, do Permiano, em ambos os hemisférios, caracterizadas por campos de cruzamento aproximadamente phyllocladóides, sciadopityóides, dacrydióides, ou tipos originais muito próximos, considera-se difícil estabelecer julgamentos sobre filogenia. MARGUERIER(1977-C) condensou algumas informações nesse sentido e procurou melhor caracterizar os morfogê

neros em questão. No caso em pauta, sejam os lignispécimes bo
reais, sejam os gondvânicos, os respectivos campos de cruzamento
denotam variações em torno do quadro mais comum. Este se refere
ao amplo poro oval ou elítico ("eipore" = ooporo) ocupando o
campo por inteiro ou quase por inteiro. Todavia, nem sempre as
variações de quadro encontram termos de comparação com os encon
trados em formas recentes. Estas, porém, são mencionadas ainda
que em caráter aproximativo para melhor ilustrarem as configura
ções descritas nas formas fósseis. A maioria das formas em pau
ta são permianas e extintas. Além disso compreendem morfogêne
ros independentes. Os gondvânicos, concernentes a espécimes me
dulados, compreendem os morfogêneros *Phyllocladopitys* KRÄUSEL
1928, *Megaporoxylon* KRÄUSEL 1928 e *Medullopitys* KRÄUSEL 1956. O
morfogênero *Protophyllocladoxylon* KRÄUSEL 1939 foi fundamentado,
simplesmente, em fragmento de lenho secundário. A partir de sua
definição sempre houve especulações se corresponderia à fração
do lenho secundário de *Phyllocladopitys*, de *Megaporoxylon* ou de
Medullopitys. A descrição de *Solidoxylon* traz nova alter
nativa a questão. Verifica-se que *Protophyllocladoxylon* está
mais próximo do lenho secundário de *Solidoxylon* do que propria
mente do lenho de *Phyllocladopitys* e demais morfogêneros mencio
nados. Contudo, a aproximação só se mostra evidente no que toca
ao arranjo das pontuações radiais dos traqueídeos. Com respeito
aos campos de cruzamento há variações. Com isso, suspeita-se so
bre as influências do hábito de vida da planta ou do ambiente on
de ela se desenvolveu.

DIAGNOSE

Fragmentos lenhosos gimnospérmicos; medula parenquima
tosa, maciça; xilema primário centrípeto, com destaque na orla
da medula; xilema secundário centrífugo; pontuações radiais dos
traqueídeos em arranjos desde o araucarióide típico aos campos
de pontuações opostas; células dos raios de paredes lisas; nos
campos de cruzamento em geral um poro oval a elítico, grande, ocu
pa o campo quase por inteiro; no lenho final poro com abertura
circular; no lenho inicial, a abertura em fenda chega à perife
ria do mesmo, como se aí existissem canalículos.

7.4 - MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR APRESENTAREM
MEDULA MACIÇA E PROTOXILEMA TRANSICIONAL
(MESO E ENDÁRQUEO)

Secção A - Medulas em que não consta o sistema escler_e
renquimatoso

ANTARTICOXYLON SEWARD 1914

(FIGURA 18: A)

Espécie-tipo: *Antarticoxylon priestleyi* SEWARD 1914

1914. *Antarticoxylon priestleyi* SEWARD. British Mus. (Nat. History) Geol. 1 (1): 17. Pls. 4-8. Text.Fig. 3.

1923. *Rhexoxylon priestleyi* WALTON. Royal Soc. London Philos. Trans. B (212): 79-109.

1956. *Rhexoxylon priestleyi* WALTON. Colon.Geol. and Min. Resources (London) 6 (2): 159-169.

1961. *Antarticoxylon priestleyi* SEWARD. ARCHANGELSKY & BRETT. Royal Soc. London Philos. Trans. B, Biol. Sci. 244 (706): 1-19.

Antarticoxylon sp. KRÄUSEL

1962. *Antarticoxylon* sp. KRÄUSEL Appendix PLUMSTEAD. T.A.E. (1955-1958) Sci. Rept. Geol. 9: 133-140.

Antarticoxylon sp. MAHESHWARI

1972. *Antarticoxylon* sp. MAHESHWARI. Palaeontographica Abt. B 138 (1-4): 34. Text.Fig. 16.

Antarticoxylon sewardii MUSSA 1980

1980. *Antarticoxylon sewardii* MUSSA. Actae II Congres. Argent. de Paleontol. y Bioestratigr. y I Congres Latinoamer. de Paleont. IV (1980): 139-155, Pls. I-IV.

DISCUSSÃO

O morfogênero *Antarticoxylon* é anterior à criação de *Taeniopitys* e de *Damudoxylon*. Tem expressão muito própria de vido ao enrugamento das estruturas e a presença de quadros anatómicos que denunciam tratar-se de planta adaptada a ambientes sub-aquosos. A medula pequena, num tronco de grande diâmetro, foi interpretada, de início, como provavelmente discóide. Entretanto, hoje é conhecida a natureza maciça da mesma (MUSSA, 1980, 1980a) associada a dutos e células secretoras. Com respeito à configuração do protoxilema este foi interpretado, preliminarmente, como endárqueo. Contudo a preservação do mate

Fig.18. Blocos diagramas: morfogêneros caracterizados por medulas maciças e protoxilema (meso e endárqueo) transicional (A - *Antarticoxylon*; B - *Brasilestiloxyton*)

rial encontrado, na Formação Irati, deixou em evidência o estágio transicional de reabsorção dos elementos das primeiras fases de vascularização. Aí se encontra a composição anelar, junto à orla medular. Os elementos proximais a medula são relativamente curtos, reticulados ou escalariformes, e, em geral, compõem anéis fechados, perceptíveis no contorno da mesma. Há campos, todavia, em que não se formam anéis e o protoxilema é tipicamente endárqueo seguido de campos em que se vêem nitidamente os elementos reticulados, curtos, como que projetados profundamente no corpo da medula. Daí, pois, a classificação mais cabível em protoxilema transicional ou meso-endárqueo.

Por ocasião da descrição de *Antarticoxylon seawardii* MUSSA houve a opção em considerar os elementos reticulados, quase idodiamétricos, situados adiante dos *loci* de protoxilema, como xilema de transfusão, daí a primeira classificação em protoxilema endárqueo. Todavia, em consonância com a interpretação sintetizada, no capítulo sobre o corpo primário do lenho, decide-se por traduzí-los como elementos realmente centrípetos e de ocorrência comum a diversos morfogêneros gondvânicos.

DIAGNOSE *emend.*

Lenhos de tipo gimnospérmico; medula pequena (menos que 1 cm de diâmetro) com células e dutos secretores; xilema primário centrípeto e centrífugo; anéis de crescimento ondulantes às vezes mascarados pelo enrugamento dos tecidos; bainhas de tecido mais frouxo se associam aos anéis denotando origem traumática, mediante a formação de traços numerosos; traços com área de expansão vertical muito ampla, largos e sinuosos em vista transversal; traços formados por traqueídeos espiralados, escalariformes e reticulados, simples, ou bifurcantes em pleno corpo secundário, ou emergindo, ainda, como traços geminados, em direção ao córtex; pontuações radiais, dos traqueídeos, alternas; raios homogêneos, uniseriados, de paredes lisas.

Secção B - Medulas contendo o sistema esclerenquimatoso

BRASILESTILOXYLON MUSSA 1978

(FIGURA 18: B)

Espécie-tipo: *Brasilestiloxylon piracicabense* MUSSA 1978

1978. *Brasilestiloxylon piracicabense* MUSSA. Advances in Palaeobot. and allied scienc. Bol. IG. Inst.Geoc.Univ. São Paulo, Brasil, 9: 118-122, 1 Estampa.

Brasilestiloxylon piracicabense MUSSA, Revisão. Este trabalho: Estampas 29, 30, 30-A.

Brasilestiloxylon scleriornatum sp.nov.

Este trabalho: Estampas 31, 32 e 33.

Brasilestiloxylon assisteense sp.nov.

Este trabalho: Estampas 34, 35 e 36.

Brasilestiloxylon farleyense (WALKOM, 1928)

1928. *Dadoxylon farleyense* WALKOM. Linn.Soc.New South Wales. Proc. 53. 3 (217): 261. Pl. 22, Figuras 4-9; Pl. 23, Figuras 1-3.

1972. *Kaokoxyton farleyense* (WALKON, 1928) MAHESHWARI. Palaeontographica, Abt. B 128 (1-4): 13.

DISCUSSÃO

A estruturação do corpo primário do morfogênero *Brasilestiloxylon* MUSSA é quase idêntica à de *Antarticoxylon*. Os elementos vasculares constantes da configuração anelar são, praticamente, todos, espiralados. Parece não existir inversão na ordem comum desses elementos. Tal configuração poderia ter catalogada, simplesmente, como endárquea. Mas, como é comum acontecer em espécimes permianos e, particularmente, gondvânicos, reconhece-se aí a presença das lacunas de reabsorção justamente nos campos onde estariam os verdadeiros *loci* de protoxilema. Os elementos proximais à

medula não os persistentes da fase alterna e atribuem ao conjunto o aspecto de extremidades aciculares. Em geral essas parecem se reunir duas a duas por meio de elementos espiralados mais curtos. Alguns, situados mais profundamente na medula, são curtos e estreitos e aparentam conter espessamentos escalariformes. Com isso, a configuração resultante é meso-endárquea. O protoxilema propriamente dito foi reabsorvido, não tendo acontecido o mesmo com os elementos da fase alterna.

A respeito da classificação de *Dadoxylon farleyense* WALKON no morfogênero *Brasilestiloxylon* verifica-se da própria descrição do autor que a espécie expõe configuração anelar na região primária do lenho. As respectivas ilustrações se comparam claramente com as comentadas em relação a *Brasilestiloxylon*. Considera-se inadequado grupar uma forma a qual associa, de modo claro, feições de mesarquicidade, com formas claramente endárqueas. Essa é uma das razões pela qual se discorda de MAHESHWARI (1972) ao reunir a espécie *D. farleyense* ao morfogênero *Kaokowylon*. Esse último morfogênero, além de nitidamente endárqueo contém o sistema esclerenquimatoso sujeito a uma programação peculiar, localizado nas margens da medula.

DIAGNOSE *emend.*

Fragmentos de lenho de tipo gimnospérmico; medula maciça, heterocelular; matriz parenquimática associada ao sistema esclerenquimatoso; programação deste como ninhos dispersos, globosos ou placoidais, de esclereídeos isodiamétricos, ou como sistema vertical de feixes de fibro-esclereídeos ou idioblastos fibrilares, dispersos; ninhos de esclereídeos e sistema esclerenquimatoso vertical associados, ou não, na mesma amostra; elementos esclerenquimatosos sem nenhuma conexão com os elementos do corpo primário do lenho; corpo primário transicional, associando campos de protoxilema endárqueo e campos mesárqueos, com elementos centrípetos persistentes; elementos primários em configuração anelar (tipo meso-endárqueo) com lacunas de reabsorção nos loci do verdadeiro protoxilema reabsorvido; pontuações radiais dos traqueídeos em arranjos que variam do sub-podocarpóide ao sub-ginkgóide; campos de

cruzamento araucarióides; raios homogêneos, unisseriados; traços bifurcantes desde próximo à periferia medular.

7.5 - MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR APRESENTAREM MEDULA MACIÇA E PROTOXILEMA ENDÁRQUEO

Secção A - Corpo secundário do lenho sem caracteres abietóides, phyllocladóides e taxóides

Sub-secção I - Medulas em que não consta o sistema esclerenquimatoso

DAMODOXYLON MAHESHWARI 1966 *emend.* MAHESHWARI 1972

(FIGURA 19: A)

Espécie-tipo: *Damudoxylon waltonii* MAHESH, 1966 *emend.* MAHESH. 1972

1966. *D. waltonii*, MAHESHWARI. *Palaeontographica* Abt. B. 138 (1-4): 9. Text. Fig. 1.

1961. *Gondwanoxylon waltonii* MAHESHWARI, in KRÄUSEL MAITHY & MAHESHWARI, *Palaeobotanist* 10 (1-2): 102, Fig. Text. 20.

1966. *Damudoxylon waltonii* MAHESHWARI, *Palaeobotanist* 15 (3): 247. Pl. 2, Figuras 10-14; Pl. 3, Figuras 15-19. Fig. Text. 4-7.

Damudoxylon rangei (KRÄUSEL, 1928) MAHESH. 1972

D. rangei (KRÄUSEL, 1928) MAHESHWARI, *Palaeontographica* Abt. B 138 (1-4): 10.

1928. *Dadoxylon rangei* KRÄUSEL in KRÄUSEL & RANGE, *Beitr. geol. Erforsch. deutsch Schutzgebiete* (Berlin) 20: 40; Pl. 8, Figuras 1-6; Pl. 9, Figuras 1-5; Text. Figs. 15-16.

Damudoxylon porosum (KRÄUSEL, 1928) MAHESH. 1972

1972. *D. porosum*(KRAUSEL, 1928) MAHESHWARI, Palaeontographica. Abt. B 138 (1-4): 11.

1928. *Dadoxylon porosum* KRÄUSEL KRÄUSEL & RANGE. Beitr. geol. Erforsch. deutschen Schutz gebiete (Berlin) 20: 43. Pl. 5, Figura 6; Pl. 9, Figura 6; Pl. 10, Figuras 1-2.

Damudoxylon parenchymosum (SUR. & MAITHY, 1962) MAHESH. 1972

1972. *D. parenchymosum* (SURANGE & MAITHY, 1962) MAHESHWARI, Palaeontographica Abt. B. 138 (1-4): 11.

1962. *Dadoxylon parenchymosum* SURANGE & MAITHY, Palaeobotanist 11 (1-2): 100. Pl. 2, Figuras 9-15; Text.Figs. 4-5.

Damudoxylon jamuriense (MAHESH., 1964) MAHESH. 1972

1972. *D. jamuriense* (MAHESHWARI, 1964) MAHESHWARI, Palaeontographica Abt. B 138 (1-4): 11.

1964. *Dadoxylon jamuriense* MAHESHWARI, Palaeobotanist 13 (2): 148. Pl. 1, Figuras 1-5; Pl. 2, Figura 6.

Damudoxylon daintreeii (CHAPMAN, 1904) MAHESH. 1972

1972, *Damudoxylon daintreeii* (CHAPMAN, 1904) MAHESHWARI, Palaeontographica Abt. B 138: 11.

1904. *Araucarioxylon daintreeii* CHAPMAN, Royal Soc. Victoria, Proc. 16 (n.s.): 320. Pl. 28, Figuras 1-3; Pl. 29, Figuras 1-3; Pl. 30, Figuras 3-4.

1926. *Dadoxylon arberi* SAHNI & SINGH. Indian Bot. Soc. J. 5 (3): 104. Pl. 1, Figuras 1-5; Pl. 2, Figuras 6-12; Pl. 3, Figura 13.

1926. *Araucarioxylon daintreeii* SAHNI & SINGH. Indian Bot. Soc. J. 5 (3): 109; Pl. 3, Figuras 14-16.

1933. *Dadoxylon krausei* SAHNI Geol. Surv. India Rec. 66 (4): 422.

1961. *Dadoxylon arberi* SEWARD in KRÄUSEL, MAITY & MAHESHWARI. Palaeobotanist 10 (1-2): 102.

1967. *Dadoxylon daintreeii* CHAPMAN. MAITHY, Palaeobotanist 16 (2): 145. Pl. 1, Figura 104; Text-Fig. 1.

Damudoxylon ? bakeri (SEWARD & WALTON, 1923) MAHESH. 1972

1972. *Damudoxylon (?) bakeri* (SEWARD & WALTON, 1923) MAHESHWARI, Palaeontographica. Abt. 138 (1-4): 11.

1923. *Dadoxylon bakeri* SEWARD & WALTON Geol.Soc. London Quart. J. 79, 3 (13): 325. Pl. 22, Figuras 19-22. Text.-Figs. 4-5.

1925. *Dadoxylon arberi* SEWARD & WALTON. South African Mus. Ann. 22: 2, Pl. 1, Figuras 1-6.

Fig.19. Blocos-diagramas: morfogêneros caracterizados por medulas maciças e protoxilema endurecido (A - *Damudoxylon*; B - *Trigonomyelon*; C - *Protopodocarpites*)

DISCUSSÃO

O morfogênero *Damudoxylon* foi criado para desfazer, pelo menos em parte, o complexo de morfogêneros congregados sob o mesmo nome *Dadoxylon* ENDLICHER. Em que pese a validade da definição de um morfogênero gondvânico paralelamente à existência de outro correspondente da província paleoflorística euro-americana, e relativo às formas dadoxilóides, a proposição de MAHESHWARI (1972), ao criar o morfogênero *Damudoxylon*, serviu para melhor situar a originalidade anatômica das formas austrais em comparação com as contemporâneas do hemisfério norte. Realmente, as austrais não poderiam continuar reunidas em bloco a morfogêneros amplos, como *Dadoxylon*, por força da individualidade de quadros anatômicos novos, cada dia melhor conhecidos, da província paleoflorística gondvânica. A apreciação dos planos anatômicos das respectivas formas deixa perceber, porém, que dentre as oito espécies incluídas por MAHESHWARI (1972), no morfogênero *Damudoxylon*, pelo menos três colocam-se em posição de questionamento. A primeira delas, *Damudoxylon bakeri* (SEWARD & WALTON) MAHESHWARI encerra variações mais leves em comparação com as outras duas. Essa espécie tem como feição muito própria o arranjo das pontuações radiais dos traqueídeos, não araucarióide, não agathióide e não cydadóide, mas, conforme o tipo aqui designado sub-ginkgóide. Esse arranjo se caracteriza pela composição em rosáceas ou em grupos afastados, com igual espaçamento entre eles ou, ainda, pelo arranjo das pontuações em filas horizontais pares, com quatro, cinco e até sete pontuações em cada uma, verificando-se o espaçamento igual entre os pares de filas horizontais. A par dessa característica *Damudoxylon bakeri* parece também conter pontuações grandes e aparentemente simples, além das pontuações de tipo araucarióide nos campos de cruzamento. Tal configuração de campo encontra termo de comparação na espécie recente do gênero *Ginkgo* e é comum a diversas espécies recentes dos gêneros *Podocarpus* e *Dacrydium*. Sendo assim a reclassificação de *Dadoxylon bakeri* em *Damudoxylon* MAHESHWARI deverá ser reavaliada em termos de características de plano anatômico do corpo secundário do lenho.

Outra espécie cuja inclusão nesse morfogênero oferece questionamento é *Dadoxylon indicum* HOLDEN, de acordo com os comentários já interpostos nos itens anteriores. Segundo a reclassificação de MAHESHWARI (1972) a espécie passou a ser designada *Damudoxylon indicum* (HOLDEN) MAHESHWARI 1972. A característica de maior destaque em relação à mesma é que o corpo medular e o corpo lenhoso estão separados por um "bainha" descrita por HOLDEN como formada por tecido de transfusão.

A verdadeira natureza e origem do tecido de transfusão é assunto controverso, entre botânicos, ainda hoje. BOUREAU (1953-I) resumiu as conclusões dos autores. Indicou que a origem tanto poderia estar ligada à transformação de elementos do xilema "centrípeto", como poderia estar relacionada à diferenciação do próprio tecido fundamental. A primeira das suposições é a mais difundida em meio aos paleoanatomistas. Quanto às formas recentes DOYLE & DOYLE (1948) indicaram a presença do mesmo tipo de tecido nas medulas dos gêneros de Taxodiaceae. ROTHERT (1899) apontou sua especial ocorrência na medula de *Cephalotaxus*. Para esses autores, o xilema de transfusão aí presente não constitui característica meramente fisiológica, mas, de alto significado sistemático e filogenético.

Quanto aos lignispécimes a documentação que oferecem tem demonstrado que os encaminhamentos de processos hologenéticos estão muito bem refletidos no corpo primário por sua natureza retentiva. As formas gimnospérmicas, fósseis, consideradas mais primitivas, conservam, na região vascular primária, grupos de elementos centrípetos em vários graus de reabsorção. Esse acontecimento é francamente notório em relação às formas gondvânicas, por várias vezes interpretado como traduzindo a presença do xilema de transfusão. Ordinariamente tem sido mencionada a existência de uma bainha de tecido de transfusão em torno da medula, mas, quase sempre, essa corresponde a grupos concêntricos de elementos relativamente curtos, nem sempre isodiamétricos, adiante dos *loci* de protoxilema e proximais à medula. Segundo as opiniões de alguns autores, condensadas por BOUREAU (1953-a), corresponderiam aos elementos primitivos, persistentes, agora, altamente especializados, como elementos de transfusão. À luz

dos conhecimentos conferidos por CHAUVEAU (1911) e teoria telômica (ZIMMERMANN, 1956) acrescenta-se que tais elementos são a evidência mais clara do evento hologenético de redução, captado apenas em quadros isolados ao longo dos períodos geológicos. No sentido prático da questão não seriam, pois, elementos novos associados ao sistema vascular, porém, elementos vasculares primevos em diversos estágios de redução e de reabsorção. KRÄUSEL (1962) ilustra o assunto ao referir que em *Taxopitys* KRSL. 1928 componentes idênticas foram interpretadas por ele como traqueídeos verdadeiros e o corpo primário daquele morfogênero classificado como "centrípeto". Configurações semelhantes ocorrem em *Taeniopitys* e na espécie ora discutida, *Dadoxylon indicum*, daí a razão por que se propõe a reclassificação: *Taeniopitys indica* (HOLDEN) nov. comb.

Uma terceira espécie incluída no morfogênero *Damudoxylon* a qual oferece razões de questionamento é *Damudoxylon iratiense* GUERRA-SOMMER 1978. Essa é caracterizada por um sistema de lacunas em formação a partir da região perimedular e em direção ao centro da medula, mas sem atingir, plenamente, a região central. Em vista radial a ordenação das lacunas é horizontalizada. Na descrição original de GUERRA-SOMMER (1978) percebe-se que tal sistema tem ampla repercussão anatômica, pois, de toda a forma, está sujeito, em origem, a evidente programação, a ponto de aparecerem "septações do tipo *artisiae* as quais são interrompidas ao nível dos dutos secretores, que funcionam como barreiras para a sua expansão" (cf. GUERRA-SOMMER, 1978: p. 132).

Os estudos sobre plantas gimnospermas recentes indicam que o desenvolvimento de lacunas medulares quase sempre obedece ao plano inerente ao respectivo *taxon*. A partir do embrião e da planta jovem, em inúmeros gêneros recentes, a lise celular tende a se orientar segundo o plano das divisões celulares, mas outros fatores também entram em jogo, como a natural resistência das paredes à dissolução ou a presença de outras componentes que não só parênquima. É preciso, porém, distinguir a simples dissolução ou ruptura das paredes, por interferência de agentes externos ou estranhos, dos sistemas programados de lacunas, cada vez melhor caracterizados com o crescimento da planta. Sendo assim, a própria programação é o elemento que melhor substancia a dis

tinção do caráter, do ponto de vista sistemático. DOYLE & DOYLE (1948), STEINBOCK (1926) e GRIS (1872) ressaltam o valor taxionômico dos sistemas de lacunas na classificação de amostras de lenhos recentes. DOYLE & DOYLE (1948) informam que os referidos sistemas servem para diferenciar os gêneros *Sciadopitys* e *Cunninghamia* de outros gêneros muitos semelhantes quanto ao padrão anatômico do lenho secundário.

Entre as formas gondvânicas fósseis, por motivos semelhantes KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) distinguiram as espécies de *Polysolenoxylon* e de *Solenoxylon* conforme a caracterização do sistema de lacunas medular.

Na Formação Rio Bonito (Santa Catarina) e na Formação Irati, principalmente, foram encontradas diversas amostras de lenho caracterizadas por um sistema especial de lacunas medulares. Em vista transversal os referidos elementos orientam-se radialmente e em vista longitudinal aparecem quase que horizontalizados. Essas amostras diferem daquelas correspondentes aos morfogêneros *Polysolenoxylon* e *Solenoxylon* pela falta de canais secretores e pelo plano de organização das lacunas. Nas amostras de maior porte as lacunas horizontais alcançam todo o espaço disponível do corpo medular. Nas amostras de menor porte (fragmentos de pequenos ramos) não chegam a abranger o corpo medular por inteiro e em geral se concentram na região perimedular, com tendência à expansão para a região central. Portanto, pelo motivo que levou KRAUSEL & DOLIANITI (1958) a separarem as unidades taxionômicas *Polysolenoxylon* e *Solenoxylon* considera-se necessária a separação da nova unidade *Paulistoxylon* nov.gen. (EST.XVII, Figuras 1-4; Estampa XVIII, Figuras 1-6). Pondera-se que *Damudoxylon iratiense* GUERRA-SOMMER, pelo caráter de lacunarização da medula ficaria classificado, mais adequadamente, nesse novo morfogênero, com a nova designação *Paulistoxylon iratiense* (GUERRA-SOMMER) nov. comb.

DIAGNOSE

Medula homocelular ou heterocelular; no último caso, células secretoras entremeiadas com células parenquimatosas; xi

lema primário endárqueo; pontuações radiais dos traqueídeos 1- 5 seriadas; campos de cruzamento com muitas pontuações.

TRIGONOMYELON WALTON 1925

(FIGURA 19: B)

Espécie-tipo: *Trigonomyelon pedroi* (ZEILLER, 1895) WALTON 1925

1925. *T. pedroi* (ZEILLER, 1895) WALTON 1925. South African Mus. Ann.: 22: 12.

1972. *T. pedroi* (ZEILLER) WALTON 1925 in MAHESHWARI, Palaeontographica Abt. B 138 (1-4): 14; Fig.-Text. 4.

1956. *Lobatoxylon pedroi* KRÄUSEL. Senckenberg. Leth. 37 (5/6): 421.

1895. *Dadoxylon pedroi* ZEILLER. Soc.Geol.Grance Bull.Ser. 3 (23): 620. Pl. 9, Figura 4. Text.-Figs. 8-19.

1895. *Dadoxylon pedroi* ZEILLER. Acad.Sci.Paris. C.R. 121: 964.

1902. *Dadoxylon pedroi* ZEILLER. in SCOTT, Royal Soc. Edingurg Trans. 40 (2-17): 359.

1905. *Dadoxylon pedroi* ZEILLER. in ARBER, British Mus. (Nat. History). Catalogue Fossil Plants of Glossopteris Flora: 199.

1908. *Dadoxylon pedroi* ZEILLER I.C.WHITE, Final Report Com.Estudos Minas de Carvão de Pedra (Brasil): 575.

1956. *Lobatoxylon pedroi* KRÄUSEL Sckenbergiana Leth. 37 (5/6): 421.

1961. *Lobatoxylon pedroi* Representação diagramática, in KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI. Palaeobotanist 10 (1-2): 102, Text.-Fig. 16.

Trigonomyelon kaokense (KRÄUSEL, 1956) MAHESHWARI 1972

1972. *Trigonomyelon kaokense* (KRÄUSEL, 1956) MAHESHWARI. Palaeontographica Abt. 138 B (1-4): 16.

1956. *Lobatoxylon kaokense* KRÄUSEL. *Senckenbergiana Leth* 37 (5/6): 420. Pl. 2, Figura 10; Pl. 4, Figura 17; Pl. 5, Figuras 18-21.

1961. *Lobatoxylon kaokense* KRÄUSEL in KRÄUSEL, MAITY & MAHESHWARI, *Palaeobotanist* 10 (1-2): 102, Text.-Fig. 18.

Trigonomyelon raniganjense MAHESHWARI 1966

1966. *Trigonomyelon raniganjense* MAHESHWARI. *Palaeobotanist* 15 (3): 244. Pl. 1, Figuras 1-8; Pl. 2, Figura 9, Text.-Figs. 1-3.

1961. *Polyloboxylon raniganjense* MAHESHWARI in KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI. Representação diagramática. *Palaeobotanist* 10 (1-2): 102. Text.-Fig. 16.

1972. *Trigonomyelon raniganjense* (MAHESH.) MAHESHWARI. *Palaeontographica Abt. 128 B* (1-4): 16.

Os morfogêneros *Dadoxylon* e *Trigonomyelon* têm planos anatômicos idênticos, mas o segundo tem prioridade sobre o primeiro. A única diferença entre ambos talvez se encontre na configuração, lobulada, da medula de *Trigonomyelon* WALTON 1925.

ZEILLER (1895) ao descrever a espécie-tipo *Dadoxylon pedroi* chamara a atenção para o quadro medular, lobulado, possivelmente relacionado com a filotaxia. WALTON (1925) opinou em favor da separação das formas assim caracterizadas em nova unidade anatômica - *Trigonomyelon* - todavia isto foi feito como simples observação inserida na descrição de outras espécies de *Dadoxylon*. KRÄUSEL (1956) ao rever a posição sistemática de algumas formas dadoxylóides situou *Dadoxylon pedroi* em unidade taxionômica nova com o nome *Lobatoxylon pedroi* (ZEILLER) KRÄUSEL 1956. Por sua vez, MAHESHWARI (in KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI, 1961) incluiu numa síntese sobre planos anatômicos, de morfômeros gondvânicos, o nome *Polyloboxylon* destinado aos espécimes caracterizados por numerosos lobos medulares. O próprio MAHESHWARI (1972) reviu tal procedimento e reconheceu a prioridade do nome *Trigonomyelon* WALTON 1925 sobre os demais. Contudo, já em 1967

MAITHY sugerira que tais aspectos de lobulação medular, provavelmente relacionados à filotaxia, não deveriam ter a força da diferenciação inter-genérica, mas, somente, inter-específica. Por essa razão propôs a inclusão do nome *Damudoxylon* como sinônimo de *Trigonomyelon*. Tende-se a acatar a sugestão de MAITHY (1967). Antes, porém, é necessário demonstrar que tal sorte de dinâmica por parte da medula é também comum às espécies de *Damudoxylon*. Até o presente há muito pouco de comprobatório nesse sentido. Tu do indica que a particularidade da lobulação refere-se, de modo claro, à participação do corpo medular na formação dos traços. Entretanto há vários graus e modos de lobulação com respeito aos espécimes gondvânicos. Em *Catarinopitys* nov. há idêntica lobulação relacionada à emissão de traços. Nesse morfôgênero há um canal central vertical, na medula, provavelmente de natureza mucilagínosa. À medida que os traços têm origem, em diferentes níveis, também se formam ramos horizontais do canal; estes são orientados radialmente, até próximo a periferia medular, onde se configura o traço e onde se delinea o lobo. Cada lobo, por sua vez, regride, e outros se acentuam, por níveis, à medida que novos traços têm origem. Em duas espécies relacionadas ao morfôgênero *Petalopitys* (*P. surangei* e *P. alaeornata*) há no centro da medula um amplo canal mucilaginoso. É o referido canal que adquire lobulação à medida que os traços se formam. Em *Cordaites* UNGER sabe-se que no estelo da parte apical do eixo (ápice caulinar), de onde partem folhagens novas, a medula é parenquimática, maciça e lobulada, em face da dinâmica meristemática formadora de traços. Em suma, a ponderação de MAITHY (1967) sobre vêm muito oportunamente, mas, antes que se coloque *Damudoxylon* como sinônimo de *Trigonomyelon* é preciso demonstrar que, pelo menos, em algumas espécies, a lobulação de *Trigonomyelon* regride à feição de *Damudoxylon* de nó a entrenó.

DIAGNOSE

Medula grande (1 cm a 4 cm de diâmetro); lobos medulares bem demarcados; células secretoras e (ou) dutos secretores presentes; protoxilema endárqueo ; pontuações radiais dos traqueídeos e dos campos de cruzamento araucarióides; raios homogêneos, unisseriados.

PROTOPODOCARPITYS MUSSA 1974

(FIGURA 19: C)

Espécie-tipo: *Protopodocarpitys roeslerii* MUSSA 1974

1974. *P. röslerii* MUSSA. An.Acad.Bras.Ciênc. 46 (3-4): 6.7-634
5 Estampas. Fig.-Text. 1-6.

P. roeslerii MUSSA. Este trabalho: Estampas 80-81.

DISCUSSÃO

Até o presente apenas o holótipo da espécie acima enunciada é que foi encontrado nas pedreiras do Irati (SP). Trata-se, porém, de um belo fragmento de lenho em estado de preservação razoável. Somente a medula é que muito deixa a desejar, porquanto está praticamente destruída. Aí restaram apenas parcelas de campos celulares restritos à periferia medular. Algumas lâminas do espécime em questão serviram, também, às investigações tafonômicas. E apesar do precário estado de preservação medular o fragmento de lenho demonstrou encerrar peculiaridades que valeram a sua segregação em novo *taxon* (MUSSA, 1974a). Tais peculiaridades se referem, principalmente, ao tipo de pontuação dos campos de cruzamento, claramente podocarpóides, isto é, aparece uma pontuação areolada, nítida, um pouco maior que as pontuações dos traqueídeos, no centro do campo, ou apenas duas.

Alguns caracteres do lenho secundário são suficientes o bastante para determinarem a classificação das amostras a ní

vel de morfogêneros, como as pontuações dos campos de cruzamento (phyllocladóides, podocarpóides, etc.) os espessamentos nas paredes dos traqueídeos e os espessamentos e pontuações dos raios. Portanto, pela mesma razão pela qual foram definidos morfogêneros como *Abietopitys* e *Phyllocladopitys* dediniu-se *Protopodocarpitys*. A diferença dos dois primeiros, no entanto, o corpo primário do lenho é endárqueo, e apenas nos campos de formação dos traços, múltiplos, é que se nota tendência à mesarquicidade.

DIAGNOSE

Fragmentos de lenho gimnospérmicos; anéis de crescimento bem demarcados; medula contendo células parenquimatosas e uma bainha de células secretoras como um soalho em torno da região perimedular; corpo primário centrífugo, com tendência à mesarquicidade nos campos onde se formam traços múltiplos; pontuações radiais dos traqueídeos, campos de cruzamento e raios, de tipo podocarpóide.

Sub-seccão II - Medulas contendo o sistema esclerenquimatoso

KAOKOXYLON KRÄUSEL 1956

(FIGURA 20: A)

1º GRUPO

Espécie-tipo: *Kaokoxylon sclerosum* (WALTON, 1925) KRÄUSEL 1956
1956. *K. sclerosum* (WALTON) KRÄUSEL, Senckenbergiana Lethaea 37 (5-6): 424.

1925. *Dadoxylon sclerosum* WALTON, South African Mus. Ann. 22: 13, Pl. 2, Figuras 7-10.

1961. *Kaokoxylon sclerosum* (WALTON) KRÄUSEL, KRÄUSEL, MAITY & MAHESHWARI, Palaeobotanist 10 (1-2): 100. Text.Fig. 12.

Kaokoxylon reuningii KRAUSEL 1956

1956. *K. reuningii* KRAUSEL. Senckenbergiana Lethaea 37 (5-6): 423, Pl. 6, Figura 25.

1961. *K. reuningii* KRAUSEL. KRAUSEL, MAITHY & MAHESHWARI, Palaeobotanist 10 (1-2): 100, Text. Fig. 11.

Kaokoxylon rioclarensense sp.nov.

K. rioclarensense sp.nov. Este trabalho, Estampas 26-28.

2º GRUPO: Posição discutível

Kaokoxylon durum KRAUSEL 1956

1956. *K. durum* KRAUSEL. Senckenbergiana Lethaea 37 (5-6): 424, pl. 6, Figura 26.

1961. *K. durum* KRAUSEL. KRAUSEL, MAITHY & MAHESHWARI, Palaeobotanist 10 (1-2): 102, Text. Fig. 15.

Kaokoxylon zaleskyi (SAHNI, 1933) MAHESHWARI 1966

1933. *Dadoxylon zaleskyi* SAHNI. Geol. Surv. India, Rec. 66 (4): 417. Pls. 23, 24; Text.-Figs. 1-7.

1961. *Kaokoxylon zaleskyi* (SAHNI) MAHESHWARI in KRAUSEL, MAITHY & MAHESHWARI. Palaeobotanist 10 (1-2): 100. Text.-Fig. 14.

1966. *Kaokoxylon zaleskyi* (SAHNI) MAHESHWARI. Palaeobotanist 15 (3): 254.

Kaokoxylon farleyense (WALKON, 1928) MAHESHWARI 1972

1972. *Kaokoxylon farleyense* (WALKON, 1928) MAHESHWARI 1972 Palaeontographica Abt. B. 138 (1-4): 13.

1928. *Dadoxylon farleyense* WALKON 1928. Linnean Soc. New South Wales, Proc. 53, 3 (217): 261. Pl. 22, Figuras 4-9, Pl. 23, Figuras 1-3.

DISCUSSÃO

Mais uma vez a difícil sistemática dos lignispécimes gondvânicos impõe análise a luz dos resultados de estudos sobre plantas recentes. A apreciação do plano anatômico de *Kaokoxylo* permite constatar diferenças fundamentais em comparação com *Damudoxylon* MAHESHWARI e *Trigonomyelon* WALTON, devido a presença de esclereídeos medulares cuja distribuição é bastante peculiar.

Conforme a opinião de muitos anatomistas (FOARD, 1959; FOSTER, 1955; BARUA & DATTA, 1959; ESAU, 1965) a par da origem por transformação de células parenquimáticas os esclereídeos também se desenvolvem a partir de derivadas do procâmbio ou de primórdios de esclereídeos. Sua presença é quase sempre interpretada como a particular resposta de alguns taxa à dinâmica de adaptação e sobrevivência face às circunstâncias ambientais. Os esclereídeos em arranjo programado são considerados representativos do ponto de vista da sistemática. Por exemplo, STEINBÖCK (1926) colocou em destaque as dificuldades para distinguir os gêneros recentes *Picea* e *Pseudotsuga*, ao se basear, somente, nos caracteres do lenho. Indicou que a distribuição ou programação do esclerênquima medular era a chave para essa distinção.

Da leitura de publicações sobre formas fósseis verifica-se que nem sempre tem sido dada a devida atenção às particularidades de organização do sistema esclerenquimatoso medular. Contudo, aí aparecem programações e arranjos tais que seria omisso não atribuir aos mesmos o seu valor sistemático, ou não reconhecê-los em sua expressão genética. Quanto ao morfogênero *Kaokoxylo* KRAUSEL 1956 nota-se que aí se reúnem dois grupos distintos de espécies. O primeiro corresponde a *Kaokoxylo sclerosum* (WALTON) KRAUSEL, *Kaokoxylo reuningii* KRAUSEL e *Kaokoxylo rioclarense* n.sp. caracterizadas pela presença de cordões de ninhos de esclereídeos interligados em séries, verticais. Tais cordões compõem verdadeiras colunas de esclerênquima dispostas ao longo da periferia medular. Além disso nota-se que os ninhos estão em íntima conexão com os loci de protoxile

Fig.20. Blocos diagramas: morfôgêneros caracterizados por medulas maciças e protoxilema endárqueo. I. Medulas com o sistema esclerenquimatoso associado (A - *Kaokoxyylon*). II. Corpo lenhoso secundário com caracteres phyllocladóides ou Taxóides (B - *Megaporoxyylon*; C - *Parataxopitys*; D - *Krausel pitys*).

ma, aparecendo em imediata continuação a eles. Entre eles há uma zona transicional de células fortemente espessadas, às vezes pontuadas. O segundo grupo é representado pelas espécies *Kaokoxyylon durum* KRAUSEL 1956, *Kaokoxyylon zalesskyi* (SAHNI) MAHESHWARI e *Kaokoxyylon farleyense* (WALKON) MAHESHWARI. Essas se distinguem das do primeiro grupo por apresentarem os ninhos de esclereídeos dispersos e não relacionados aos elementos primários do lenho. Ademais, existem outras diferenças concerenentes ao corpo secundário do lenho. As espécies do primeiro grupo têm arranjo preferencial sub-podocarpóide quanto às pontuações radiais dos traqueídeos. As do segundo grupo tendem ao tipo agathióide (cordai tóide).

MAHESHWARI (1972) ao estudar lignispécimes permianos da Antártida reviu gêneros gondvânicos e, entre eles *Kaokoxyylon*.

Assim, introduziu acréscimos a diagnose para abranger aspectos mais diversificados da medula. Na ocasião incluiu *Dadoxylon farleyense* WALKON 1928 como espécie do morfogênero *Kaokoxylon*, tendo em vista a semelhança de distribuição dos ninhos de esclereídeos com *Kaokoxylon durum* KRAUSEL 1956.

Na presente revisão pondera-se como inadequada a elasticidade de concepção quanto a *Kaokoxylon*. Acredita-se impraticável a agregação, no mesmo morfogênero, dos grupos diversificados, principalmente, no que toca as programações do sistema esclerenquimatoso medular. Portanto, as características essenciais do morfogênero se resumem na particular distribuição do esclerênquima, em íntima conexão com o corpo primário do lenho e com evidências muito claras de pré-esquematisação genética.

A espécie nomeada por MAHESHWARI (1972) como *Kaokoxylon farleyense* (WALKON, 1928) MAHESHWARI a par da diferenciação do padrão medular - ninhos de esclereídeos dispersos - expõe campos de tipo meso-endárqueo no corpo primário do lenho, segundo se percebe da descrição e das ilustrações de WALKON (1928). Na época conhecia-se muito pouco sobre as peculiaridades de composição do corpo primário dos lenhos gondvânicos. Por isso o autor enriquece o texto com detalhes, mas classifica a forma como endárquea. Mediante o fato verifica-se que *Dadoxylon farleyense* possui um plano anatômico semelhante ao admitido para o morfogênero *Brasilestiloxylon*, principalmente devido a configuração acicular e anelar na região primária do lenho. Aí o verdadeiro protoxilema foi reabsorvido restando em seu lugar a lacuna de reabsorção. Sendo assim propõe-se a nova designação: *Brasilestiloxylon farleyense* (WALKON) nov.comb. Com respeito as espécies *Kaokoxylon durum* KRAUSEL 1956 e *Kaokoxylon zaleskyi* (SAHNI) MAHESHWARI 1972 vê-se que não estão de acordo com as características sistemáticas de *Kaokoxylon*. Observa-se que o próprio KRAUSEL (1956) atribuiu amplo limite ao morfogênero ao incluir amostras com programações dispersas do esclerênquima medular. O padrão disperso é comum as medulas de diversos morfogêneros gondvânicos. Na província euro-americana o morfogênero *Scleromedulloxylon* DUBANGER & MARGUERIER 1977 assim se carac

teriza, mas a medula é do tipo *Artisia*. Consequentemente, segundo a presente interpretação as duas últimas espécies questionadas são passíveis de comparação com esse último morfogênero e com os morfogêneros gondvânicos *Austroscleromedulloylon*, *Damudoxylon* e *Brasilestiloxyton*. Esse último mencionado se caracteriza pelo esclerênquima disperso, mas o corpo primário do lenho aparece com uma configuração muito própria. O primeiro morfogênero, isto é, *Damudoxylon* se refere aos lenhos endárqueos e medulas maciças, homo ou heterocelulares, mas, nesse último caso, só se consideram células ou dutos secretores. Sendo assim, é oportuno fazer uma análise sobre a melhor das alternativas: a) apresentar diagnose acrescentada com respeito a *Damudoxylon* para abranger espécies com núcleos esclerenquimatosos medulares; b) apresentar diagnose acrescentada quanto a *Brasilestiloxyton* de modo a abranger espécies tipicamente endárqueas; c) separá-las em nova unidade sistemática. Acredita-se que a primeira alternativa seja a mais recomendada, em função da complexidade e da riqueza de planos anatômicos encontrados entre os lignispécimes gondvânicos. A terceira merece amadurecimento. Por ora opta-se por designar a espécie: *Damudoxylon* ? *durum* (KRAUSEL, 1956) e *Damudoxylon* ? *zalesskii* (SAHNI, 1933).

DIAGNOSE *emend.*

Fragmentos de caules de tipo gimnospérmico; medula pequena, maciça, circular, heterocelular, com células e dutos secretores e ninhos de esclereídeos em cordões, dispostos verticalmente na periferia da medula; cordões de esclereídeos em íntima conexão com os elementos do lenho primário; corpo primário do lenho centrífugo; idem, corpo secundário; pontuações radiais em arranjos variados desde o araucarióide ao sub-podocarpóide e sub-ginkgóide; campos de cruzamento, idem; raios homogêneos uniseriados.

Secção B - Corpo secundário do lenho abietóide,
taxóide ou phyllocladóide

Sub-secção I - Medulas maciças com o sistema es
clerenquimatoso associado

PARATAXOPITYS MANIERO 1951

(FIGURA 20: C)

Parataxopitys americana (MILANEZ & DOLIANITI, 1950) BARBOSA 1957

1957. *Parataxopitys americana* (MILANEZ & DOLIANITI) BARBOSA, Bol.
Soc.Bras.Geol., 6 (1): 5-6.

1950. *Spiroxylon americanum* MILANEZ & DOLIANITI. Arq. Jard.
Bot. 10: 117-129.

1951. *Parataxopitys brasíliana* MANIERO. Eng.Miner.Metal.
15: 231. Comunicação de O.H.LEONARDOS.

1951. *Parataxopitys brasíliana* MANIERO. An.Acad.Bras.Ciênc.
23: 105-112.

1957. *Parataxopitys americana* (MILANEZ & DOLIANITI) BARBOSA.
Bol.Soc.Bras.Geol., 6 (1): 5-6.

1956. *Parataxopitys brasíliana* MANIERO. Bol.Soc.Bras.Geol.,
5: 97-102.

1958. *Parataxopitys americana* (MILANEZ & DOLIANITI) in
KRAUSEL & DOLIANITI. Palaeontographica Abt. B. 104 (4-6):
116-118. Estampa 10, Figuras 1-6; Estampa 17, Figuras 7-8.

1948. Madeiras Fósseis...MANIERO ("*Dammaroxylon*") Eng.Min.
Metal. 12: 289-292.

DISCUSSÃO

Os morfogêneros *Taxopitys* KRAUSEL 1928 e *Parataxopitys*
MANIERO 1951 foram criados para abranger espécimes fossilizados

do lenho com caracteres taxóides no corpo secundário. Diferenciam-se devido às configurações do corpo primário, mesárquea em *Taxopitys* e endárquea em *Parataxopitys*. Segundo opinião de LEPEKHINA (1972) a distinção entre os dois morfogêneros firmada, simplesmente, nas configurações do corpo lenhoso primário, não teria bases sólidas. De fato, o estágio evolutivo em que se encontram as estruturas primárias, dos lenhos permianos, só nos últimos anos começaram a ser melhor compreendidas à luz dos trabalhos de CHAUVEAU (1911), BOUREAU (1939, 1952), WALTON (1925) e KRÄUSEL (1928, 1956, 1958, 1962). Os resultados de CHAUVEAU (1911) demonstraram que a mesma secção transversal pode, por vezes, combinar campos com maior grau de reabsorção dos elementos primitivamente formados e campos com certo retardamento na reabsorção, resultando configurações endárqueas e mesárqueas para a mesma secção. MUSSA (1978b) optou em favor da sugestão de LEPEKHINA (1972). Mas, posteriormente, outras investigações em torno de espécimes com caracteres taxóides, do Gondvâna, fizeram constatar a existência, predominante, com lenhos primários mesárqueos (*Taxopitys* e *Catarinopitys*). Em suma, não se encontrou nenhum novo espécime enquadrável em *Parataxopitys*, mas uma nova forma (*Kraeuselpitys*) com caracteres taxóides e protoxilema endárqueo. Portanto, a observação de LEPEKHINA (1972) vale uma análise ao referir que a ilustração de MANIERO (1956: Fig. 3) sugere condição mesárquea do protoxilema. Ora, o material que serviu de base à criação do morfogênero foi também examinado por MILANEZ & DOLIANITI (1950) e KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) e apontado por todos os autores como endárqueo. Nota-se que o campo selecionado por MANIERO (1956: Fig. 3) expõe estruturas fragmentadas e penetrantes na medula, com aspectos de campos mesárqueos, mas, trata-se realmente de um nível de má preservação. Com isso o morfogênero *Parataxopitys* permanece válido, a menos que novas investigações confirmem ou não o parecer de LEPEKHINA.

DIAGNOSE

Fragmentos de lenho de tipo gimnospermico; medula formada por dois tipos de tecidos; um parenquimático e outro escler

renquimatoso; este último forma cordões dispersos no corpo medular; lenho primário centrífugo, protoxilema endárqueo; lenho secundário com traqueídeos de tipo taxóide, cujas pontuações combinam arranjos variados a partir do araucarióide; campos de cruzamento com pequenas pontuações no campo; raios homogêneos, unisseriados.

Sub-seção II - Medulas sem o sistema esclerenquimatoso associado

KRAEUSELPITYS nov. gen.

(FIGURA 20: D)

Espécie-tipo: *Kraeuselpitys sculpturata* sp. nov.

1982. *Kraeuselpitys sculpturata*. Este trabalho: Estampas 40-42.

DISCUSSÃO

As feições taxóides caracterizam claramente o morfogênero *Kraeuselpitys* o qual difere basicamente de *Parataxopitys* pela ausência do sistema esclerenquimatoso na medula. Esta aparece associada ao sistema secretor, com células e dutos secretores. O diâmetro da medula é pequeno como em *Antarticoxylon* e, como nesse morfogênero, ocorrem traços com ampla expansão vertical e transversal. Em vista tangencial aparecem em grupos, alternantes ou quase paralelos, com o aspecto de nós centroxílicos: sucessão de grupos ao longo do eixo vertical sugere a existênciade tufos de ramos ou de folhagens, provavelmente em arranjo helicoidal. Os campos de cruzamento contêm pontuações dacrydióides. Os caracteres mencionados justificam, pois, a criação da nova unidade, cujo nome é dedicado ao paleobotânico que mais se dedicou ao estudo dos lignispécimes gondvânicos, RICHARD KRAUSEL.

DIAGNOSE

Fragmentos de lenho de tipo gimnospérmico; medula pa renquimática, diminuta, com células secretoras dispersas; traços, em vista transversal do tipo de *Antarticoxylon*; tangencialmente aparecem aos pares ou em tufos formados por duas séries de traços aproximadamente paralelas; corpo primário centrífugo, proto xilema endárqueo; corpo secundário do lenho com espessamentos de tipo taxóide; campos de cruzamento com uma grande pontuação areo lada, em geral ocupando o campo por inteiro; raios homogêneos, unisseriados.

MEGAPOROXYLON KRAÜSEL 1956

(FIGURA 20: B)

Espécie-tipo: *Megaporoxylon kaokense* KRAÜSEL 1956

1956. *M. kaokense* KRAÜSEL. Senckenbergiana Lethaea 37 (5-6): 421-423. Taf. 6, Figuras 22-24; Text.Fig. 4-a.

1961. *M. kaokense* KRAÜSEL. KRAÜSEL, MAITHY & MAHESHWARI. Palaeobotanist 10 (1-2): 102, Text.Fig. 21-a, d.

Megaporoxylon scherzii KRAÜSEL 1956

1956. *M. scherzi* KRAÜSEL, Senckenbergiana Lethaea 37 (5-6): 447-448. Taf. 6, Figura 27, Taf. 7, Figuras 28, 29, Text. Fig. 4-b.

1961. *M. scherzi* KRAÜSEL. KRAÜSEL, MAITHY & MAHESHWARI. Palaeobotanist 10 (1-2): 102, Text.Fig. 21-a, b.

Megaporoxylon zellei KRAÜSEL 1956

1956. *M. zellei* KRAÜSEL, Senckenbergiana Lethaea 37 (5-6): 448-449. Taf. 8, Figuras 30, 31.

1961. *m. zeilleri* KRAÜSEL. KRAÜSEL, MAITHY & MAHESHWARI, Palaeobotanist 10 (1-2): 102, Text.Fig. 21-a, c.

Megaporoxylon kraeuselli MAHESHWARI 1966

1961. *M. kraeuseli* MAHESHWARI, KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI, *Palaeobotanist* 10 (1-2): 102, Text.Fig. 21-a, e.

1966. *M. kraeuseli* MAHESHWARI, *Palaeobotanist* 15 (3): 250-254. Pl. 3, Figura 20; Pl. 4, Figuras 21-29; Text.Figs. 8-10.

Megaporoxylon antarcticum MAHESHWARI 1972

1972. *M. antarcticum* MAHESHWARI, *Paleontographica* Abt. B. 138 (1-4): 29-31. Pl. 9, Figuras 6, 7; Pl. 10, Figuras 1-6; Pl. 11, Figuras 1-4; Text.Fig. 13.

Megaporoxylon canalosum MAHESHWARI 1972

1972. *M. canalosum* MAHESHWARI, *Palaeontographica* Abt. B. 138 (1-4): 31-32; Pl. 11; figura 5, Pl. 12, Figuras 1-6; Text.Fig. 14.

DISCUSSÃO

LEPEKHINA (1972) propôs a colocação de morfogênero *Megaporoxylon* KRÄUSEL 1956 em sinonímia de *Medullopitys* KRÄUSEL 1928. Tal ponderação baseou-se em que as diferenças no caráter heterocelular da medula de um e de outro morfogênero não seriam essenciais. Veja-se, porém, que outras diferenças também se encontram na própria estruturação medular e na natureza dos traços; a medula de *Medullopitys* é inegavelmente septada (KRÄUSEL, 1928: p. 25, Fig. 5). A intersepção da septação se dá devido aos feixes longitudinais de fibro-esclereídeos. E os traços, nesse morfogênero, são tipicamente bífidios. Tais caracteres diferenciais em conjunto, compõem um plano anatômico distinto. Opina-se em manter os dois morfogêneros em separado, pelo menos até que se encontrem novos espécimes de *Medullopitys*, e, dessa forma, se possa averiguar sobre a evolução de um tipo de plano em outro.

DIAGNOSE

Fragmentos de lenho de tipo gimnospérmico; medula grande (cerca de 3 cm de diâmetro), circular, formada por células parenquimatosas em fileiras irregulares, entremeiadas de fileiras de células secretoras, retangulares, cujas paredes se dissolvem para formarem dutos de pequena extensão às vezes largos; xilema primário e secundário centrífugos; anéis de crescimento presentes; pontuações radiais dos traqueídeos em uma ou mais fileiras; campos de cruzamento em geral com um só poro ovóide ou, às vezes, dois separados.

7.6 - MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR MEDULAS LACUNOSAS, DIAFRAGMADAS E DISCOIDAIS OU MACIÇAS-TRANSICIONAIS

Secção A - Protoxilema endárqueo, medulas acanaís

MEDULLOPITYS KRÄUSEL 1928

(FIGURA 21: A)

Espécie-tipo: *Medullopitys sclerotica* (GOTHAN, 1908) KRÄUSEL

1928. *Medullopitys sclerotica* (GOTHAN, 1908) KRÄUSEL in KRÄUSEL & RANGE Beitr.Geol.Erforsch. der dt. Schutzgebiet. 20: 22-29; Tf. 1, Figura 11; Tf. 2, Figuras 2-6; Tf. 3, Figuras 1-5; Text.Figs. 4 e 5.

1908. *Dadoxylon scleroticum* GOTHAN. Mon.-Ber.Dtsch.Geol. Ges. Tf. 22, Figura 1.

1961. *Medullopitys sclerotica* (GOTHAN) KRÄUSEL KRÄUSEL MAITHY & MAHESHWARI, Palaeobotanist 10 (1-2): 101; Figura 10.

1972. *Medullopitys sclerotica* (GOTHAN) KRÄUSEL. LEPEKHINA, Palaeontographica Abt. B. 138 (1-4): 64.

DISCUSSÃO

As características de septação e lacunarização medular dando origem às feições lacunosa, discoidal ou diafragmada foram por demais discutidas nos capítulos sobre conceituação paleoanatômica da medula. Assim como nas plantas recentes, nas fósseis as lacunas, septos ou diafragmas medulares, quando formam sistemas, refletem qualquer relação herdada. Associam-se em geral ao sistema secretor e(ou) ao sistema esclerenquimatoso e, obviamente, se o seu desenvolvimento obedece a certos parâmetros o conjunto pode ser apreciado como verdadeiro sistema. As lacunas desenvolvidas desse modo diferem daquelas resultantes da ação de agentes estranhos ao corpo da planta, ou da degradação celular extemporânea, "post-mortem", ou por efeito da própria fossilização.

Entre as formas gondvânicas as lacunas e diafragmas ou septos são frequentes e quase sempre os sistemas podem abranger o corpo medular por inteiro. Em alguns espécimes, entretanto, vê-se que as lacunas e diafragmas só atingem a certo grau do desenvolvimento ficando logo retidas em seu progresso. Mesmo quando os sistemas abrangem a medula de modo sumário é possível captar níveis, ao longo do eixo vertical, em que houve a retenção, em graus transicionais, entre corpo medular maciço e lacunoso.

KRÄUSEL (1928) ao descrever a única espécie do morfôgênero *Medullopitys* apontou, em progresso, a septação medular. A ilustração apresentada pelo autor (cf. Fig.Text. 5, p. 25) é muito sugestiva nesse sentido, a par da observação de que se tivesse ocorrido a maturação do processo a configuração resultaria no tipo de medula *Artisia*. O morfôgênero *Medullopitys* KRÄUSEL 1928 apenas se distingue de *Megaporoxylon* KRÄUSEL 1956 por esse especial caráter, além de constar o sistema esclerenquimatoso na medula do primeiro. Sendo assim, não se justifica o parecer (LEPEKHINA, 1972) de que *Megaporoxylon* (medula não diafragmável) deva constar como sinônimo de *Medullopitys* embora ocorra, em ambos, campos de cruzamento phyllocladóides.

DIAGNOSE

Medula parenquimatosa, cujas células de parenquima formam bandas limitantes de lacunas discóides, horizontalizadas, interceptadas por feixes esclerenquimatosos verticais; corpo primário do lenho centrífugo, e, também, o secundário; pontuações radiais dos traqueídeos essencialmente araucarióides; raios homogêneos, unisseriados; traços diploxílicos com crescimento secundário.

PAULISTOXYLON nov. gen.

(FIGURA 21: B)

Espécie-tipo: *Paulistoxylon inflatum* sp. nov.

1982. *Paulistoxylon inflatum* sp. nov. Este trabalho: Estampas 45 e 46.

Paulistoxylon formosum sp. nov.

1982. *P. formosum* sp. nov. Este trabalho: Estampas 17 e 18.

Paulistoxylon iratiense (GUERRA-SOMMER, 1978) nov. comb.

1978. *Damudoxylon iratiense* GUERRA-SOMMER. Assoc. Latino americana de Paleob. y Palinolog. Extra 6: 131-141; Pls. I-III.

DISCUSSÃO

À primeira observação a secção transversal de *Paulistoxylon* se confunde com a de *Polysolenoxylon* KRAUSEL & DOLIANITI 1958 pela elevada concentração de lacunas abrangendo o corpo medular por inteiro. Essas são variáveis na forma e no tamanho como em *Polysolenoxylon*, mas não se formam canais secretores, nem periféricos nem dispersos. A observação rápida faz supor que as referidas lacunas se dispõem de modo desordenado, mas, a atenção dei-

xa perceber que existe a tendência à disposição radial. Nas secções longitudinais a ordenação sobressai de modo claro, aparecendo as lacunas horizontalizadas. A forma preferencial das mesmas é a elítica. Tudo indica que as lacunas não se formavam ao acaso; surgiram devido à dissolução de células de paredes mucilaginosas. Em uma das espécies, algumas lacunas com resquícios celulares podem ser referidas como bolsas mucilaginosas. Interpretação semelhante pode ser extensiva aos demais morfogêneros, caracterizados por lacunarização medular ou pela formação de certa sorte de canais mucilaginosos bastante peculiares. Em *Paulisto*-*xylon formosum* o entremeio das lacunas é composto por cordões parenquimáticos com vestígios de células mucilaginosas. Em *Paulistoxylon inflatum* aparecem, nesse entremeio, esclereídeos esparsos ou em grupos de dois a três. Em *Paulistoxylon iratiense* ocorrem células secretoras e dutos interceptando o desenvolvimento das lacunas.

DIAGNOSE

Fragmentos de caules de tipo gimnospérmico; alguns espécimes caracterizados por morfologia externa de gomos concêntricos; crescimento simétrico em torno do centro geométrico; medula diafragmada, multidiscóide, com lacunas horizontalizadas; malhas inter-lacunas de tecido parenquimático entremeiado ou não com esclereídeos unitários ou em grupos; corpo primário centrífugo; protoxilema endárqueo; corpo secundário com pontuações radiais em arranjos sub-podocarpóide a protogingkgóide; campos de cruzamento agathióides; raios unisseriados, homogêneos.

Fig.21. Blocos diagramas: Morfogêneros caracterizados por medulas lacunosas, diafragmadas ou discoidais. I - medulus acanais, protoxilema endárquico (A - *Medullopitys* B - *Paulia toxylon*; C - *Paranaseptoxylon*; D - *Austroscleromedulloxylon*)

PARANASEPTOXYLON nov. gen.

(FIGURA 21: C)

Espécie-tipo: *Paranaseptoxylon tabulatum* sp. nov.

1982. *Paranaseptoxylon tabulatum* sp.nov. Este trabalho: Estampas 47 e 48.

Paranaseptoxylon agrestinum sp. nov.

1982. *Paranaseptoxylon agrestinum* sp. nov. Este trabalho: Estampas 49 e 50.

DISCUSSÃO

Os quadros anatômicos da medula do morfogênero em pauta oferecem a originalidade não apreciada em nenhum dos morfogêneros permianos conhecidos. A medula enquadra-se no tipo septado cujos parâmetros de desenvolvimento das lacunas, ao invés de horizontais, são verticais. A espécie *P. tabulatum* se caracteriza por um sistema estratificados devido ao balizamento de ninhos placoidais de esclereídeos. Os ninhos, igualmente, aparecem horizontalizados ou inclinados. Em *P. agrestinum*, ao invés de ninhos de esclereídeos ocorrem feixes de fibro-esclereídeos sendo que por isso as lacunas se alongam no sentido vertical por muitos internós. Portanto, a característica do morfogênero não é o arranjo estratificado das lacunas, na espécie-tipo, pois esse é determinado pela ocorrência aproximadamente estratificada dos ninhos de esclereídeos. A formação de lacunas verticalizadas, em contraposição às horizontalizadas de *Paulistoxylon* é a característica básica do morfogênero. A tentativa classificação das espécies da unidade *Paranaseptoxylon* foi feita em relação ao morfogênero *Medullopitys* KRAUSEL 1928, todavia, não se tornou possível devido à orientação diversa dos sistemas de lacunas e ao tipo de pontuação dos campos de cruzamento.

DIAGNOSE

Fragmentos lenhosos de tipo gimnospérmico; medula cêntrica, heterocelular, lacunosa, sem canais secretores; sistemas de lacunas verticais, estratificadas ou não; orientação das lacunas determinada ou modificada pela presença do sistema esclerenquimatoso, em ninhos de esclereídeos ou feixes colunares esclerenquimatosos dispersos por toda a medula; corpo primário do lenho centrífugo; protoxilema endárqueo; corpo secundário do lenho com arranjos sub-podocarpóides a protoginkgóides quanto às pontuações radiais; campos de cruzamento com arranjos de pontuações agathióides; raios unisseriados, homogêneos.

AUSTROSCLEROMEDULLOXYLON nov.gen.

(FIGURA 21: D)

Espécie-tipo: *Austroscleromedulloxylon geraldinii* sp.nov.

1980. *Austroscleromedulloxylon geraldinii* MUSSA, MUSSA, GAMA-de-CARVALHO & SANTOS. Bol. IG. Inst.Geociências, Univ.São Paulo, Brasil. 11: 142-149; Pl. 1.

1982. *Austroscleromedulloxylon geraldinii* sp.nov. Este trabalho: Estampas 43 e 44.

DISCUSSÃO

Austroscleromedulloxylon caracteriza-se por uma feição extrema de diafragmação, isto é, o corpo medular é interceptado, de espaço em espaço, ao longo do eixo vertical, por verdadeiras plataformas esclerenquimatosas. Nas secções longitudinais estas aparecem estendidas transversalmente, de uma à outra margem da medula, em seu estágio máximo de maturação e a partir de uma das margens, em direção ao centro ou ultrapassando este, quando em estágios menos avançados de desenvolvimento. Certamente, devido ao grande esforço de tensão causado sobre as paredes das células parenquimatosas, intermediárias entre as plataformas, quase todas desapareceram restando apenas espaços vazios interdiafragmais. MUSSA, GAMA DE CARVALHO & SANTOS (1980) teceram algumas considerações de ordem paleoecológica a respeito do quadro anatômico em questão. DUBINGER & MARGUERIER (1975) descreveram forma semelhante do Carbonífero Superior (Bacia D'AUTUN), França, mas ocorrem variações, pois, ao invés de plataformas bem formadas, aí existem ilhotas dispersas de esclereídeos. Em *Austroscleromedulloxylon* a programação evidente das plataformas parece reter uma "memória" genética. Por exemplo, na medula de um nêo-estelo de ramo, formado no corpo secundário do estelo principal, verifica-se, desde muito cedo, o aparecimento de verdadeiras pontes ou plataformas esclerenquimatosas à semelhança da medula madura dos espécimes maiores. Com respeito às formas permianas em geral

confirma-se mais uma vez que a medula diafragmada ou discóide não é qualidade exclusiva do gênero *Cordaites*. Configurações semelhantes foram apontadas por FLORIN (1940) nas bainhas foliares de *Voltzia* e *Walchiapremmon* (coníferas). DUBINGER & MARGUERIER (1975) relacionaram o morfogênero *Scleromedulloxylon* a *Walchiapremmon* FLORIN 1940. Ainda que não tenham sido encontradas, até o presente, nos sedimentos do Irati do Estado de São Paulo, sementes, folhagens ou partes férteis de qualquer um dos grupos de plantas gondvânicas, acredita-se que o morfogênero em questão esteja mais próximo da estrutura anatômica de coníferas do que de plantas cordaitófitas, da mesma maneira que *Scleromedulloxylon* corresponde a *Walchiapremmon*.

DIAGNOSE

Fragmentos de lenho de tipo gimnospérmico; medula pequena, diafragmada; septos divisórios ou diafragmas representados por plataformas de esclereídeos a começar de uma das margens da medula e em direção à outra; tecido parenquimático, entre as plataformas, desintegrado, restando espaços vazios interdiafragmais; corpo primário e corpo secundário do lenho centrífugos; pontuações radiais dos traqueídeos em arranjos sub-podocarpóides a protoginkgóides; raios unisseriados, homogêneos; campos de cruzamento agathióides.

Secção B - Protoxilema endárqueo, medulas canalosas

SOLENOXYLON KRÄUSEL 1956

(FIGURA 22: A)

Solenoxylon wissi KRÄUSEL 1956

1956. *Solenoxylon wissi* KRÄUSEL. Senckenberg. Lethaea 37 (4): 414-417; Tf. 1, Figuras 1-4; Tf. 2, Figuras 5-8; Tf. 3, Figura 11.

1961. *Solenoxylon wissii* KRÄUSEL in KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI. *Palaeobotanist* 10 (1-2): 106, Text.Fig. 24.

1972. *Solenoxylon wissii* KRÄUSEL. LEPEKHINA, *Palaeontographica* Abt. B 138 (1-4): 60.

Solenoxylon kursii KRÄUSEL 1956

1956. *Solenoxylon kursii* KRÄUSEL in KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI. *Senckenberg. Lethaea* 37 (4): 417-419.

Tf. 2, Figura 9; Tf. 3, Figuras 12 e 13; Tf. 4, Figura 14; Text.Fig. 3-a.

1961. *Solenoxylon kursii* KRÄUSEL in KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI. *Palaeobotanist* 10 (1-2): 106; Text.Fig. 24.

1972. *Solenoxylon kursii* KRÄUSEL. LEPEKHINA, *Palaeontographica* Abt. B 138 (1-4): 60.

Solenoxylon oberholzerii KRÄUSEL 1956

1956. *Solenoxylon oberholzerii* KRÄUSEL. *Senckenberg. Lethaea* 37 (4): 419; Tf. 4, Figuras 15, 16; Text.Fig. 3-b.

1961. *Solenoxylon oberholzerii* KRÄUSEL in KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI. *Palaeobotanist* 10 (1-2): 106, Text.Fig. 24.

1972. *Solenoxylon oberholzerii* KRÄUSEL. LEPEKHINA, *Palaeontographica* Abt. B 138 (1-4): 60.

Solenoxylon sp. KRÄUSEL 1956

1956. *Solenoxylon* sp. KRÄUSEL. *Senckenberg. Lethaea* 37 (4): 419.

1972. *Solenoxylon* sp. in KRÄUSEL 1956. LEPEKHINA, *Palaeontographica* Abt. B. 138 (1-4): 60.

DISCUSSÃO

Os blocos-diagramas elaborados por KRAUSEL, MAITHY & MAHESHWARI (1961) sintetizam, de modo claro, a independência do morfogênero *Solenoxylon*, em relação aos demais, caracterizados pela presença dos sistemas de canais medulares. Ao se referir aos sistemas de canais subentende-se os canais secretores típicos, com o epitélio de revestimento nítido e os canais sem o respectivo epitélio e talvez concernentes a canais de mucilagem ou de um tipo desconhecido de secreção. Em *Solenoxylon* os canais secretores medulares são periféricos, mas, nem sempre simetricamente colocados e nem sempre formados à mesma distância da orla medular. Por certo a diafragmação da medula, de tipo discóide, interfere nessa distribuição, relativamente irregular, como também a filotaxia. Os caracteres essenciais para a diferenciação do gênero são, pois, as lacunas medulares discoidais e o sistema periférico de canais. KRAUSEL (1966) ainda reporta para o morfogênero a existência de raios primários largos e numerosos os quais se orientam para a formação de traços em verticilos, provavelmente. Sendo assim considera a referida forma anatomicamente comparável às coníferas.

DIAGNOSE

Fragmentos lenhosos de tipo gimnospérmico com anéis de crescimento nítidos; lenho primário e secundário centrífugos; medula de grande diâmetro cujas células, com meatos, formam um tecido frouxo, caracterizado por lacunas discoidais, sempre mais acentuadas com o estágio de maturação mais avançado.

SOLENOBRASILIOXYLON MUSSA 1978

(FIGURA 22: B)

Espécie-tipo: *Solenobrasilioxylon irinei* MUSSA 1978

1978. *Solenobrasilioxylon irinei* MUSSA. *Advances in Palaeobotany and Allied Sci. Bol. IG, Inst. Geociênc. Univ. São Paulo, Brasil* 9: 122-126, Estampa 2.

Solenobrasilioxylon irinei MUSSA. Este trabalho, Estampas 69 e 70.

Fig.22. Blocos diagramas: morfógenos caracterizados por medulas lacunosas, diafragmadas ou discoidais. II - medulas canaliculadas, protoxilema endárqueo (A - *Solenoxylon*; B - *Solenobrasilioxylon*; C - *Polysolenoxylon*)

DISCUSSÃO

Ao descrever as espécies do morfogênero *Solenoxylon* KRAUSEL (1956) comentou sobre a ausência de canais no corpo central da medula. MUSSA (1978) encontrou espécimes muito semelhantes, na Formação Irati do Estado de São Paulo, nos quais a morfologia externa, idêntica, dizia respeito a fragmentos lenhosos cilíndricos com uma grande medula (mais de 2 cm ou quase 3 cm). Nesta se percebia o sistema de canais periféricos. As secções longitudinais, polidas, também mostraram feições semelhantes às de *Solenoxylon*, de modo que a designação inicial, atribuída aos mesmos, foi *Solenoxylon* sp. Ao microscópio, entretanto, a secção transversal denunciou diferenças devido a um certo zoneamento entre a região periférica e o corpo central medular. Conforme ilustrado por MUSSA (1978a) e como é possível perceber das ilustrações deste trabalho (Estampa 69, Figuras 1, 2 e 5) a região periférica é marcada por uma concentração de canais originados, certamente, por várias gerações as quais formam como que uma coroa quase contínua na periferia da medula. A matriz parenquimática se resume, em suma, a cordões celulares que contornam os canais ou se estiram radialmente. O corpo central medular aparece mais denso, com apenas algumas estruturas ovais, ou arredondadas, idênticas aos canais periféricos menores. Assim, as duas zonas são bem distintas (Estampa 69, Figura 5). No caso, o adensamento do corpo central se deve a que não se formam lacunas discóides completas como em *Solenoxylon* mas, sequências horizontais de mini-lacunas discóides, idênticas às de *Medullopitys* KRAUSEL (1928, Text.Fig. 5). Como nesse último morfogênero tal configuração se deve à presença de idioblastos esclerenquimatosos interceptando o desenvolvimento de lacunas discoidais (Estampa 70, Figuras 1-4) típicas. A par desses detalhes as estruturas idênticas aos canais periféricos, aparentes no centro da medula, dizem respeito ou a verdadeiros canais, menos extensos que os periféricos ou a zonas de células mucilaginosas cujas paredes se dissolvem, gradualmente, para dar origem a canais de mucilagem (Estampa 70, Figura 1). Com essa diferença, isto é, pela inexistência de canais de mucilagem em nenhuma das espécies descritas de

Solenoxylon como também pela ausência de canais secretores verdadeiros e de idioblastos fibrilares no corpo medular MUSSA (1978c) optou pela definição de uma nova unidade taxionômica *Solenobrasilioxylon*. No entanto, ainda se examinam novas amostras para o melhor conhecimento da evolução dos canais medulares, periféricos e centrais, confirmando-se ou não a independência de *Solenobrasilioxylon* em relação a *Solenoxylon*.

DIAGNOSE emend.

Fragmentos lenhosos de tipo gimnospérmico, cilíndricos, com medula de grande diâmetro (maior que 2 cm), zoneada em vista transversal, com zona periférica representada por coroa densa de canais secretores de dimensões variadas, desde os pequenos (250 µm/100µm) aos grandes (4 mm/2mm) onde a matriz de parenquima aparece como tiras ou bandas celulares, radiais, no contorno dos canais; corpo central medular aparentemente maciço com canais menores, dispersos; longitudinalmente há seqüências horizontais de mini-lacunas discóides, cujo desenvolvimento é interceptado ou por idioblastos fibrilares, simples ou ramificados, ou pelos canais ou por zonas de mucilagem que evoluem até à configuração de longos canais, verticais, mucilaginosos; corpo primário do lenho e corpo secundário centrífugos; campos de cruzamento agathióides, pontuações radiais sub-podocarpóides; raios unisseriados, homogêneos.

POLYSOLENOXYLON KRAUSEL & DOLIANITI 1958

(FIGURA 22: C)

Espécie-tipo: *Polysolenoxylon whitei* (MANIERO) KRAUSEL & DOLIANITI

1958. *Polysolenoxylon whitei* (MANIERO) KRS. & DOL. *Palaeontographica* Abt. B. 104 (4-6): 118. Taf. 17, Figuras 9-11.

1944. *Dadoxylon whitei* MANIERO. Bol.Fac.Fil.Ci.Letr.Univ. São Paulo, Brasil, Geol. 45 (1): 107-112, Figuras 1-5.

1944. *Dadoxylon whitei* MANIERO. Rev.Inst.Adolfo Lutz 4:
212-214. Estampas 1-3.

1961. *Polysolenoxylon whitei* (MANIERO) KRÄUSEL in KRÄUSEL
MAITHY & MAHESHWARI. Palaeobotanist 10 (1-2): 105, Fig.Text.
23.

1972. *Polysolenoxylon whitei* KRÄUSEL & DOLIANITI *emend.*
MAHESHWARI. Palaeontographica Abt. B. 138 (1-4): 17.

Polysolenoxylon krauselii (SURANGE & MAITHY) MAHESHWARI

1972. *Polysolenoxylon krauselli* (SURANGE & MAITHY) MAHESHWARI.
Palaeontographica Abt. 138 (1-4): 18.

1961. *Barakaroxylon krauseli* SURANGE & MAITHY. Palaeobo-
tanist 10 (1-2): 11. Pl. 1, Figuras 3-7; Text.Fig. 5.

1961. *Barakaroxylon krauseli* SURANGE & MAITHY. KRÄUSEL,
MAITHY & MAHESHWARI. Palaeobotanist 10 9L-2): 106.

1971. *Barakaroxylon jhariense* (SURANGE & MAITHY) KULKARNI,
MAITHY & SURANGE. Palaeobotanist 18 (3): 305-308, 1969
issued 1971.

Polysolenoxylon bageense GUERRA 1975

1975. *Polysolenoxylon bageense* GUERRA. Acta I, Congr.Arg.Paleont.
y Biostr. 1: 393-394.

Polysolenoxylon resiniferum (GUERRA) nov.comb.

1976. *Barakaroxylon resiniferum* GUERRA. Ameghiniana XIII (3-4):
362. 2 Estampas.

Polysolenoxylon manieroi sp.nov.

Polysolenoxylon manieroi sp. Este trabalho, Estampas 51-
52-A.

Polysolenoxylon taguaiense sp.nov.

Polysolenoxylon taguaiense sp.nov. Este trabalho, Estam-
pas 77, 78

Polysolenoxylon septosum sp.nov.

Polysolenoxylon septosum sp.nov. Este trabalho, Estampa
67, Figs.1-5; Estampa 68, Figs. 1-4.

DISCUSSÃO

Ao se discutir problemas de ordem sistemática relacionados com o morfogênero *Polysolenoxylon* inevitavelmente tem-se que levar em consideração o morfogênero *Barakaroxylon*. Quando de sua criação foi este considerado independente de *Polysolenoxylon* por conter medula caracteristicamente maciça. MAHESHWARI (1972) e LEPEKHINA (1972) colocaram-no, respectivamente, em sinonímia de *Polysolenoxylon*. KULKARNI, SURANGE & MAITHY (1972) em posterior revisão comprovaram a independência taxionômica do mesmo. D^umons

Quanto a *Polysolenoxylon* verifica-se que tende a se transformar num complexo, devido à amplitude atribuída à diagnose, em várias ocasiões modificada, para abranger quadros anatômi cos os mais diversos. O caminho para a simplificação, portanto, é o retorno à diagnose original de KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) . MAHESHWARI (1972) ao rever o morfogênero incluiu no mesmo as espécies de *Barakaroxylon* SURANGE & MAITHY, *Indoxylon* SURANGE & MAITHY e a espécie *Dadoxylon lafoniense* HALLE 1912. Apresentou, portanto, diagnoso modificada, com limites mais amplos: "Me dula com canais e células secretoras, mas não discóide. Xilema primário endárqueo, anéis de crescimento nítidos, pon tuações radiais araucarióides". Nessas condições *Polysolenoxylon* passaria a abranger todos os lignispécimes gondvânicos caracterizados por canais secretores medulares, salvos os casos mais raros de formas com medulas discóides. Veja-se, porém, que os sistemas de canais têm evolução peculiar, de gênero a gênero, entre as formas recentes. E não seria, certamente, diferente, no tocante às fósseis. Ademais KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) precisa ram, antes de mais nada, a existência de um sistema de canais pe

riféricos "como em *Solenoxylon*" associado à presença de canais "bem menores dispersos no centro da medula". Não houve por parte dos autores a sequer menção da presença de um canal axial-vertical, simples ou ramificado, isto é, com ramos conectores horizontais entre o canal axial e os periféricos. No entanto, esses são quadros frequentes nas medulas das formas gondvânicas, consideradas por MAHESHWARI (1972) como polysolenóides, mas que denunciam, seguramente, renques diferenciados num complexo de plantas contemporâneas. Vários pontos de discussão sobressaem, pois, com respeito à tendência em caracterizar, de modo amplo, o morfôgênero *Polysolenoxylon*. O primeiro, diz respeito à falta de conhecimento sobre o paradeiro do verdadeiro holótipo em que se basearam KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) quando da criação da nova unidade. Sabe-se que os autores estabeleceram o morfôgênero com base na reavaliação da espécie *Dadoxylon whitei* MANIERO 1941. Em seu trabalho esclarecem que as próprias lâminas de MANIERO (1941) foram utilizadas na reavaliação além de ter sido obtida mais uma secção transversal. Assim, nem a descrição ou ilustrações de MANIERO (1941) nem as de KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) e nem a representação diagramática de KRÄUSEL (KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI, 1961) expõem a presença de um canal vertical, amplo, de origem provável mucilagínosa, ocupando o centro da medula, como feição principal, estando presentes ou não os canais periféricos. Ao contrário, todas as ilustrações denunciam somente esses últimos e alguns canais dispersos no centro do corpo medular. Desse modo, foi possível examinar boa parte das lâminas que serviram de base à descrição original de *Dadoxylon whitei* MANIERO, gentilmente cedidas pelo próprio Dr. JORDANO MANIERO. Estas foram acrescentadas de outras lâminas encontradas no Departamento de Paleontologia e Estratigrafia (Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo). Tal conjunto ainda que não mostrasse a medula por inteiro deixou claro que, de fato, o plano anatômico do morfôgênero é aquele sintetizado por KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) na diagnose original. Afora isso, encontrou-se no Departamento de Paleontologia do Instituto de Geociências, USP, um espécime catalogado como holótipo (nº Nr 7/81) o qual, na verdade, tem um plano anatômico diverso do apontado pelos autores do morfôgê

nero. Ao invés de canais dispersos no centro da medula existe, de fora a fora, ao longo da extensão longitudinal, um amplo canal axial, cilíndrico, evidente em todos os níveis de secção e não ramificado. O diâmetro é de cerca de um terço do diâmetro da medula. Por sua vez, os canais periféricos medulares são imperceptíveis mesmo nos campos fronteiros com os de origem dos traços. Percebe-se, claramente, que a natureza dos canais *polysolenoides* é diversa da do canal axial. Este último tem a morfologia dos canais originados pela dissolução das paredes celulares com a formação de depósitos de mucilagem. Os primeiros conservam os estratos de revestimento e têm a morfologia típica dos canais secretores encontrados em algumas formas gimnospérmica recentes, principalmente coníferas. Esses, quando presentes, estão nitidamente relacionados com a filotaxia. Portanto, a existência do canal vertical-central é tão marcante na anatomia do espécime que não se compreenderia a não menção do mesmo na descrição original dos autores. Sobressai, pois, a dúvida, a respeito do espécime que ora é indicado como holótipo, do morfogênero, o qual se mostra em contradição com a descrição e a diagnose dos autores KRAUSEL & DOLIANITI (1958). Com isso, tem-se pela frente um problema de ordem sistemática.

Várias alternativas foram prescritas na tentativa de melhor situar o problema. Em primeiro lugar foi consultado o Dr. ELIAS DOLIANITI (DNPM-RJ) sobre o repositório do espécime que realmente serviu de base à diagnose do morfogênero. Soube-se que KRAUSEL (1958) levava parte do material para o Senckenbergen Inst. (Frankfurt A.M.) para complementar fotomicrografias da publicação (KRAUSEL & DOLIANITI, 1958). Não se sabe devidamente que material lhe foi cedido ou se o mesmo teve o devido retorno. Em resumo, é possível que o espécime apontado como holótipo no Departamento de Paleontologia do Instituto de Geociências, USP, tenha correspondido a um fragmento cadastrado em paralelo, isto é, a um parátipo o qual não condiz, realmente, com a diagnose original do morfogênero. O referido fragmento tem hoje cerca de 5,5 cm de comprimento por 2 cm de diâmetro, após a laminação. Pensou-se, a princípio, que os quadros anatômicos em discussão coexistissem na mesma amostra, ocorrendo a variação de nó a internó.

Mas, as secções em série feitas em amostras idênticas da Formação Irati, tal não indicaram. Os espécimes, quando caracterizados pelo amplo canal axial denota sê-lo, praticamente, em todos os níveis, ao longo de muitos inter-nós. E, quando caracterizados por canais dispersos estes apenas variam em número e posição sem que dêem lugar ao amplo canal de provável origem mucilagínosa.

Mediante a documentação reunida até aqui conclui-se que o plano anatômico descrito por KRÄUSEL & DOLIANITI (1958), como *Polysolenoxylon*, compreende uma feição comum na Formação Irati do Estado de São Paulo, em paralelo com a feição-tipo também comum do espécime que de modo enigmático substituiu o verdadeiro holótipo de *Polysolenoxylon*. Consequentemente, a referência da feição deve permanecer separada do questionado morfogênero. Propõe-se tratá-la como nova unidade, recebendo a designação *Atlanticoxylon* gen.nov. Ainda com respeito a tendência em caracterizar de modo amplo, *Polysolenoxylon*, ressaí a maneira empírica adotada por paleobotânicos de interpretar, como idênticas, formas distintas quanto à origem e evolução dos sistemas de canais medulares. Nas medulas das formas gondvânicas há canais semelhantes aos resiníferos de gimnospermas recentes e secretores de muitas angiospermas e há canais semelhantes aos de origem mucilagínosa. Quanto a esses últimos, algumas estruturas por várias vezes referidas, nas descrições de lignispecímenes, como canais, compreendem, morfológicamente, bolsas lisígenas com indicações de mucilagem ou outra secreção desconhecida. Da apreciação da medula polysolenóide depreende-se que ela incorpora canais secretores periféricos, nitidamente relacionados com a filotaxia; canais menores, centrais, dispersos, escassos; e, lacunas, tantas vezes aludidas em publicações. Estas correspondem a campos de dissolução de paredes celulares, via formação de mucilagem. Assim compreendem, verdadeiramente, cavidades mucilagínosas.

Segundo a apreciação de MAHESHWARI (1972) e também de LEPEKHINA (1972) os sistemas de canais, presentes em *Polysolenoxylon* e *Barakaroxylon*, seriam idênticos, daí proporem a colocação do segundo morfogênero como sinônimo do primeiro. Quando

to às lacunas de *Polysolenoxylon* a opinião de MAHESHWARI (1972) é de que se formariam "post-mortem", durante a fossilização. Os pontos de vista dos respectivos autores se expõem a discussão. Em relação às lacunas, é provável que algumas tenham se formado "post-mortem", mas não o sistema por completo. KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) descreveram, em *Polysolenoxylon*, lacunas cuja forma e tamanho, irregulares, orientavam-se, todavia, em sentido radial ou apenas com suave inclinação em relação ao eixo vertical da amostra. O exame de novas amostras colhidas nas Formações Irati e Estrada Nova (SP) demonstra que nos níveis nodais a disposição radial é fortemente orientada em acompanhamento aos traços. Algumas tanto se alongam em seguimento aos mesmos que chegam a conferir à medula a forma estelar, enquanto que em outros níveis a forma rotineira é circular. A investigação levada a efeito fez concluir que entre a feição-tipo-*Barakaroxylon* e a feição-tipo-*Polysolenoxylon* há exemplos de medulas transicionais. Encontram-se quadros progressivos de lacunarização às vezes no mesmo espécime. Há níveis em que o desfecho se deu de modo completo e níveis em que se deu de forma atenuada, ficando retido durante estágios da vida do indivíduo. Ordinariamente os níveis nodais são menos lacunarizados. A região dos inter-nós mais facilmente se predispõe a formação de lacunas. As condições do ambiente de posicional, durante o tempo de vida do indivíduo, parecem ter interferido no desenvolvimento das mesmas (MUSSA, GAMA DE CARVALHO & SANTOS, 1980). As condições ambientais inóspitas devem ter causado a lacunarização sumária, em todos os níveis, ao longo do eixo vertical de muitos espécimes de *Polysolenoxylon* (MUSSA, GAMA DE CARVALHO & SANTOS, 1980). Em suma, o que realmente diferencia os dois morfogêneros é o sistema secretor cujas dessemelhanças encontram-se no modo de evolução dos canais. Quanto às lacunas, a evolução do sistema é polysolenóide, seja em *Polysolenoxylon*, seja em *Barakaroxylon*.

Enfim, *Polysolenoxylon* apresenta, na medula, um sistema de canais periféricos verticais, quase sempre com o epitélio de revestimento bem preservado a ponto de se poder comparar sua morfologia com a dos canais secretores do lenho recente das Pinaceae. No centro da medula os canais dispersos têm idêntica estrutura

ção. O corpo medular, em vista geral, expõe a matriz parenquimática tomada por lacunas, variáveis em forma e tamanho, com terminante tendência ao arranjo radial, isto é, em seguimento ao rumo dos traços. Nos espécimes melhor preservados percebe-se que existiam grupos de células parenquimáticas especiais, cuja secreção (mucilagem, provavelmente) predispôs o desaparecimento das paredes, resultando cavidades, com um conteúdo ou vazias, genericamente descritas como lacunas.

Portanto, a medula de *Polysolenoxylon* retrata quadros defensivos à fisiologia da planta, no sentido de aeração ou de reter água. É sabido que a mucilagem, entre outras finalidades, aumenta apreciavelmente essa capacidade (FAHN, 1974).

DIAGNOSE

Fragmentos de lenho de tipo gimnospérmico, semelhantes a *Solenoxylon*, mas, apresentando, além dos canais secretores periféricos também canais no interior da medula; por isso a configuração não é discóide como em *Solenoxylon* e a medula apresenta-se subdividida em lacunas de formato irregular; corpos primário e secundário centrífugos; arranjos de pontuações radiais como em *Solenoxylon*; idem, no que toca aos campos de cruzamento.

BARAKAROXYLON SURANGE & MAITHY *emend.*

KULKARNI, MAITHY & SURANGE 1971

(FIGURA 23: A)

Espécie-tipo: *Barakaroxylon jhariense* SURANGE & MAITHY *emend.*

KULKARNI, MAITHY & SURANGE 1971

1971. *Barakaroxylon jhariense* SURANGE & MAITHY *emend.* KULKARNI, MAITHY & SURANGE. *Palaeobotanist* 18 (3): 305-308, Pl. 1, Text.Fig. 1 1969 issued 1971.

1956. *Dadoxylon jhariense* SURANGE & SAH. *Palaeobotanist* 5 (2): 100-103, 1 Pl., Text.Figs. 1, 2.

1961. *Barakaroxylon jhariense* (SURANGE & SAH., 1956)
SURANGE & MAITHY. Palaeobotanist 10 (1-2): 108-113.
1 Pl., Text.Figs. 1, 2.
1961. *Indoxylon canalosum* SURANGE & MAITHY. Palaeobotanist 11 (1-2): 96-102, Pls. 1-2, Text.Figs. 1-4.
1973. *Barakaroxylon brasiliense* SCHRAGE. Diss.Mestr.Inst.
Geoc. Univ.Federal Rio Grande do Sul, Brasil, Estampas I-XXVIII.
1976. *Barakaroxylon brasiliense* SCHRAGE in GUERRA.
Ameghiniana XIII (3-4): 262. Fig.Text. 2-a.

DISCUSSÃO

Os estudos experimentais de JEFFREY (1925) em plantas recentes demonstraram que a formação dos canais secretores (via traumatismos ou não) compreendem resposta particular a cada gênero. Em *Cedrus*, *Abies*, *Tauca* e *Pseudolarix* comumente não aparecem canais no cilindro lenhoso. Em *Cedrus* os traumatismos induzem à formação de canais verticais e horizontais em conexão uns com os outros. Nos demais gêneros mencionados só se originam canais verticais. Entrementes, em *Pinus*, aparecem canais verticais e horizontais, via natural, em sistemas conectados. A incidência de painéis semelhantes nas medulas de morfogêneros gondvânicos orienta o discernimento sobre a independência dos taxa. E, uma vez demonstrada a ineficácia do caráter maciço ou lacunoso da medula para a separação dos morfogêneros *Polysolenoxylon* e *Barakaroxylon* - pois que ambos exibem medulas transicionais, polysolenóides - encontra-se, na evolução do sistema secretor, a razão da separação de ambas as unidades. Com base nas ilustrações de SURANGE & SAH (1956) em *Barakaroxylon* existem canais periféricos como os de *Polysolenoxylon*. Na região central medular, porém, não aparece um canal central, vertical, só de modo progressivo aparecem o canal central e os ramos horizontais, conectores entre o vertical, central e os periféricos. Assim, transpondo-se o quadro anatômico descrito por JEFFREY (1925) concernente aos canais

traumáticos do lenho de *Cedrus*, para a medula de *Barakaroxylon*, reconhece-se a concordância de composição dos sistemas secretores. Em *Barakaroxylon* não houve ressalvas por parte dos autores sobre a admissível diferença de composição, do canal central, e ramos horizontais, em relação aos canais secretores periféricos, típicos. Portanto, até agora, tudo leva a crer que sejam da mesma natureza, ainda que as ilustrações de *Barakaroxylon jhariense* (= *Indoxylon canalosum* SURANGE & MAITHY 1962) permitam conjecturas sobre a possível origem mucilagínosa do canal vertical, central, e ramos horizontais. Em relação às formas recentes lembra-se a possibilidade de confronto com a origem dos canais ou bolsas de mucilagem (VAN TIEGHEM, 1872; CHAMBERLAIN, 1965) das medulas de *Ginkgo* e das Cycadaceae. No tocante às Angiospermas são numerosos os exemplos dos quais sobressaem Moraceae e Palmae cujas medulas contêm a progressiva formação de canais ou cavidades, nos locais onde existiu a formação de mucilagem. A frequência apreciável de espécimes da Formação Irati (SP) com estruturas comparáveis fundamenta o julgamento sobre a natureza diferente dos canais, até então tratados como de igual origem, como sejam os periféricos solenóides e o central barakaróide. Assim se distinguem as novas unidades descritas neste trabalho com os nomes *Catarinopitys*, *Atlanticoxylon* e *Petalopitys*. Ve-se que *Petalopitys* só se mantém em separado de *Barakaroxylon* por que não há dúvidas sobre a origem mucilagínosa do canal vertical, central.

Mediante os termos de comparação com as formas recentes chega-se à conclusão que, da mesma forma que os canais secretores típicos, os últimos mencionados (mucilagínosos) também caracterizam somente algumas famílias ou gêneros. Por isso considera-se incontestado seu valor sistemático.

Com respeito à independência de *Barakaroxylon* em relação a *Polysolenoxylon* sintetiza-se o histórico do seu reconhecimento a partir da definição de *Dadoxylon jhariense* SURANGE & SAH. Após a revisão de SURANGE & MAITHY (1961) passou a representar a espécie-tipo de *Barakaroxylon*. Conforme a primeira diagnose do morfogênero este só se diferenciava de *Polysolenoxylon*

devido à feição maciça da medula, e do morfogênero *Solenopitys*, em razão do caráter endárqueo do protoxilema. Mas, desde então tornou-se manifesto o encontro de espécimes com medulas polysolenóides, transicionais, na Formação Irati (SP), cuja posição sistêmica se tornava difícil discernir. A fundamentação de *Indoxylon* SURANGE & MAITHY 1962 atraiu ao problema novas discussões. No holótipo de *Indoxylon* reconheceu-se o sistema de canais periféricos e um canal vertical, central, de grande expressão anatômica, conectado ao sistema de canais verticais, periféricos, por meio dos ramos horizontais. Para MAHESHWARI (1972) tais canais secretores não passariam de campos de degradação celular, ocorrida durante a fossilização. Nessa convicção o autor situou *Indoxylon*, assim como *Barakaroxylon* como sinônimos de *Polysolenoxylon*. A simplificação de MAHESHWARI (1972) facilitaria profundamente a classificação dos morfogêneros gondvânicos, caracterizados por canais secretores medulares, pois que estes não entrariam como termos de diferenciação, mas, somente, o caráter endárqueo ou mesárqueo do protoxilema e a diafragmação da medula. Assim restariam apenas três opções diagnósticas: *Solenoxylon* KRAUSEL 1956, *Solenopitys* KRAUSEL & DOLIANITI 1958 e *Polysolenoxylon* KRAUSEL & DOLIANITI 1958. As duas primeiras segundo as diagnoses originais dos autores dos morfogêneros e a terceira, conforme a diagnose modificada por MAHESHWARI (1972). No entanto, KULKARNI, MAITHY & SURANGE (1971) reexaminaram nova coleção de amostras e o próprio holótipo de *Barakaroxylon* e resultados significativos impuseram nova orientação ao problema. Ao procederem secções em série verificaram a mudança progressiva da feição-tipo *Barakaroxylon* para a feição *Indoxylon*. O número de canais periféricos regredia à medida que o canal central se tornava mais nítido. Esse, ao atingir a individualização máxima, deixava perceber a formação dos canais horizontais. Mediante o fato a unidade *Barakaroxylon* mostrou-se independente de *Polyxolenoxylon*, devido à particular evolução ontogenética do sistema de canais medulares. Portanto, restam apenas as respostas as seguintes indagações: a) os autores não fizeram menção sobre o possível relacionamento dos canais com a filotaxia ou qual o grau desse relacionamento; b) igualmente, não conferem esclarecimen

tos sobre a verdadeira natureza dos canais horizontais e do central, ou se realmente idênticos aos perifêricos.

DIAGNOSE *emend.*

Fragmentos lenhosos de tipo gimnospérmico, medula com canais secretores verticais, perifêricos; de nível a nível a evolução do sistema resulta no aparecimento de um canal vertical, central e de ramos conectores horizontais, entre os perifêricos e o central; lenho primário centrífugo; lenho secundário com pontuações araucarióides; raios homogêneos, unisseriados, raro bisseriados; campos de cruzamento araucarióides.

Fig.23. Blocos diagramas: morfogêneros caracterizados por medulas canalosas, maciças ou transicionais, lacunosas, diafragma das ou discoidais e protoxilema endárqueo(I) canais secretores típicos (II) e ou mucilaginosos (A - *Barakaroxylon*; D - *Atlantioxylon*; C - *Petalopitys*; B - "*incertae*")

ATLANTICOXYLON nov.gen.

(FIGURA 23: D)

Espécie-tipo: *Atlanticoxylon salpicatum* sp.nov.

Atlanticoxylon salpicatum sp.nov. Este trabalho: Estampas 54, 55, 56.

Atlanticoxylon marginatum sp.nov.

A. marginatum n.sp. Este trabalho, Estampas 52, 53.

Atlanticoxylon foraminatum sp.nov.

A. foraminatum n.sp. Este trabalho, Estampas 57, 58.

Atlanticoxylon scallonatum sp.nov.

A. scallonatum n.sp. Este trabalho, Estampas 59, 60.

Atlanticoxylon porangabense sp.nov.

A. porangabense n.sp. Este trabalho, Estampas 79, 79-A.

Atlanticoxylon (?) *monocanalosum* (KULKARNI) nov.comb.

1971. *Barakaroxylon monocanalosum* KULKARNI. *Palaeobotanist* 18 (3): 309-311, Pl. 1, Figuras 1, 2.

Atlanticoxylon krauselii (MAHESHWARI, 1972) nov.comb.

1972. *Polysolenoxylon krauselii* MAHESHWARI. *Palaeontographica* Abt. B 138 (1-4): 33-34. Pl. 14, Figuras 1-7, Text. Fig. 15.

DISCUSSÃO

Alguns espécimes do Permiano da Bacia do Paraná, ordinariamente classificados no morfogênero *Polysolenoxylon*, foram objeto de reexame. Entre os mesmos enquadra-se aquele que, no catálogo de tipos do Instituto de Geociências (São Paulo) consta

como o holótipo do morfogênero *Polysolenoxylon* KRAUSEL & DOLIANI ti. Conforme comentado os espécimes em pauta não se enquadram nos termos da diagnose original elaborada quanto a *Polysolenoxylon*. As medulas dos referidos espécimes são caracterizadas, principalmente, por um amplo canal vertical, central, cilíndrico, de grande diâmetro (aproximadamente 1/3 do diâmetro medular). Na região periférica medular, porém, não se reconhecem verdadeiros canais secretores. Se existiram, não foram captados em nenhum nível de secção (Estampas 52 a 59). Acredita-se que seja um caráter da unidade a ausência dos canais periféricos, pois que as respectivas medulas, sendo lacunarizadas em alto grau, conforme o tipo polysolenóide, só ostentam cavidades provavelmente de natureza mucilagínosa e da mesma natureza que o canal central, onde resquícios de paredes celulares ainda podem muito bem ser percebidas. Um espécime assim caracterizado, com diâmetro de 10 cm, tendo 17 cm de comprimento, foi coletado numa das pedreiras próximas da cidade de Cezário Lange (SP) e mostrou o referido canal axial persistente ao longo de seu comprimento. Em nenhum dos níveis seccionados, inclusive na altura de algumas cicatrizes de inserção de ramos, verificou-se alguma modificação, nem a extinção do canal, nem a formação de ramos horizontais. Nos campos de origem dos traços, na periferia medular, algumas estruturas presentes lembram muito mais bolsa de mucilagem do que propriamente canais.

DIAGNOSE

Fragmentos de caules de tipo gimnospérmico; medula canalosa, homo ou heterocelular; no centro da mesma um canal, vertical, central, cilíndrico, amplo, chegando a 1/3 do diâmetro medular cuja origem está ligada a campos de mucilagem na região central da medula; ausência de canais secretores de outra natureza na periferia medular; medula geralmente lacunosa, polysolenóide; corpo primário do lenho centrífugo; pontuações radiais dos traqueídeos sub-podocarpóides a sub-ginkgóides; campos de cruzamento agathióides; raios homogêneos e unisseriados.

PETALOPITYS nov.gen.

(FIGURA 23: C)

Espécie-tipo: *Petalopitys surangea* sp.nov.

Petalopitys surangea sp.nov.

P. surangea sp.nov. Este trabalho, Estampas 61, 62, 63.

Petalopitys alaeornata sp.nov.

P. alaeornata sp.nov. Este trabalho, Estampas 65, 65, 66.

DISCUSSÃO

Nesta seqüência de planos anatômicos concernentes às medulas canalosas ainda merecem destaque aquelas que, além do amplo canal, vertical, central, de grande diâmetro, ainda expõem, na região periférica, um sistema de canais secretores típicos. O arranjo destes é radial, simetricamente distribuídos em alguns espécimes ou esparsos, com distribuição irregular em outros. Em vista geral transversal percebe-se claramente o relacionamento dos canais com a filotaxia e, principalmente, o amplo canal central cuja origem provável está ligada à formação de mucilagem. Este tem forma exótica, petalóide. Em alguns espécimes tem a forma de um trevo tripetalóide e em outros tetrapetalóides. A lobulação ou pétalos do canal é talvez a expressão mais clara da inteiração do mesmo na dinâmica de formação dos traços. Sugere resposta aos traumatismos que daí decorrem. As secções transversais em série mostram que, por níveis, um dos lóbulos ou pétalos se acentua mais que os outros, alongando-se na direção da periferia da medula, em seguimento ao traço mais recente aí em formação. Em vista longitudinal o canal apresenta, em certos níveis, em uma ou outra margem, placas transversais de células espessadas, cuja natureza se coloca entre a do parênquima de paredes espessadas e a dos esclereídeos. A partir de tais níveis é que se dão as expansões petalóides do canal, daí poderem corresponder a níveis nodais.

Encontram-se, pois, diferenças visíveis no plano anatômico das formas em questão, em comparação com os morfôgêneros *Polysolenoxylon*, *Atlanticoxylon* e *Barakaroxylon*. Entretanto, em relação a esse último tais diferenças não são tão marcantes. Enquanto que em *Barakaroxylon* ocorrem canais conectores horizontais, em *Petalopitys* há apenas a lobulação do canal central. Por outro lado, as publicações não informam sobre a verdadeira natureza do canal central de *Barakaroxylon*. Devido ao fato, prefere-se manter as formas brasileiras em unidade independente, ou seja, *Petalopitys* nov.gen. Em comparação com *Atlanticoxylon* tal procedimento encontra apoio em WALTON (1925) que optou por separar, do morfôgênero *Dadoxylon* ENDL., os espécimes cuja medula se mostrava lobulada. Assim definiu o morfôgênero *Trigonomyelon*. No presente caso, porém, trata-se de lobulação do canal axial.

DIAGNOSE

Fragmentos de caules de tipo gimnospérmico; medula grande, circular, maciça, transicional para lacunosa, heterocelular, com sistema de canais secretores periféricos e um canal vertical, central, de grande diâmetro, lobulado; cada lóbulo mais se acentua e se alonga radialmente, até próximo da periferia medular, à medida que traços têm origem; sistema periférico de canais secretores e canal axial, vertical, de origem mucilagínosa, com evidente inteiração na formação dos traços, devido a traumatismos; protoxilema endárqueo; corpo secundário do lenho com pontuações radiais dos traqueídeos com arranjos que variam do araucarióide ao sub-ginkgóide; raios homogêneos, unisseriados.

7.7 - MORFOGÊNEROS CARACTERIZADOS POR MEDULAS MACIÇAS CANALOSAS E PROTOXILEMA MESÁRQUEO

SOLENOPITYS KRAUSEL & DOLIANITI 1958

(FIGURA 24: A)

Espécie-tipo: *Solenopitys paulistana* KRAUSEL & DOLIANITI 1958

1958. *Solenopitys paulistana* KRAUSEL & DOLIANITI. *Palaeontographica* Abt. B 104 (4-6): 115-137, Tf.

1961. *Solenopitys paulistana* KRAUSEL & DOLIANITI in KRAUSEL, MAITHY & MAHESHWARI. *Palaeobotanist* 10 (1): 101, Text.Fig. 7.

1972. *Solenopitys paulistana* KRAUSEL & DOLIANITI. LEPEKHINA, *Palaeontographica* Abt. B 138 (1-4): 67.

Solenopitys lafoniensis (HALLE, 1912) nov.comb.

1912. *Dadoxylon lafoniense* HALLE. *Bull.Geol.Inst.Univ. Upsala* 11: 180-181.

1972. *Polyeolenoxylon lafoniense* (HALLE) MAHESHWARI. *Palaeontographica* Abt. B 138 (1-4): 18.

1976. *Barakaroxylon lafoniense* (HALLE) SCHRAGE in GUERRA. *Ameghiniana Rev.Assoc. Paleontolog. Argentina* XIII (3-4): 259-262.

Solenopitys rusticana sp.nov.

Solenopitys rusticana sp.nov. Este trabalho. Estampas 71, 72.

Solenopitys picturata sp.nov.

Solenopitys picturata sp.nov. Este trabalho. Estampas 73, 74.

DISCUSSÃO

O morfogênero *Solenopitys* KRAUSEL & DOLIANITI 1958 compreende a espécie-tipo *S. paulistana* e as espécies ora descritas *S. rusticana* e *S. picturata*. De modo especial a Formação Irati (SP) denota ser muito rica em amostras do mesmo *taxon*. Por conseguinte restringiu-se, neste trabalho, à descrição das novas espécies, embora outro número de amostras colhidas recaísse na classificação *S. paulistana* KRAUSEL & DOLIANITI. Além das espécies mencionadas considera-se ainda inclusa no morfogênero

ro a espécie *Dadoxylon lafoniense* HALLE 1912. Esta fora incluída por MAHESHWARI (1972) em *Polysolenoxylon*, e, por SCHRAGE (1973: in GUERRA, 1976) em *Barakaroxylon*. As investigações levadas a efeito indicam, porém, apreciável constância no modo de estruturação do xilema primário, idêntico ao de *Solenopitys* KRÄUSEL & DOLIANITI. Aí se encontram, quase sempre, expansões aciculares livres ou em anel, e até pequenos grupos de traqueídeos, isolados e afastados do cilindro lenhoso, envolvidos pelo parênquima medular. A inversão de posição dos elementos primitivos nem sempre é percebida em todos os campos, mas, nem por isso o protoxilema deixa de conter um forte caráter mesárqueo. HALLE (1912) ao

Fig.24. Blocos diagramas: morfôgêneros caracterizados por medulas maciças, canalosas e protoxilema mesárqueo ou transicional (A - *Solenopitys*; B - *Catarinopitys*)

descrever a espécie *Dadoxylon lafoniense* apresentou minuciosa descrição sobre a composição do corpo primário da mesma. Igualmente, introduziu boas ilustrações que evidenciam o relacionamento da espécie com o morfogênero *Solenopitys*. A par desse aspecto são também coincidentes a distribuição do sistema secretor e a composição geral do corpo medular. Numa época em que os conhecimentos sobre a evolução do lenho primário, das formas gondvânicas, eram restritos, percebe-se, no entanto, que ao classificar essa parte do lenho como endárquea HALLE (1912) não deixou de comentar os aspectos de exceção aí presentes. Uma vez situado o problema não é mais possível relacionar a espécie *D. lafoniense* aos morfogêneros *Polysolenoxylon* ou *Barakaroxylon*.

DIAGNOSE

Fragmentos de caules de tipo gimnospérmico; medula de diâmetro médio a grande, maciça, heterocelular, contendo um sistema de canais secretores periféricos, verticais como em *Solenoxylon*; embora o xilema primário seja centrífugo e centrípeto ao mesmo tempo não forma um círculo contínuo na periferia medular; corpo secundário centrífugo com pontuações sub-podocarpóides a sub-ginkgóides nos traqueídeos; campos de cruzamento de tipo agathióide; raios homogêneos, unisseriados.

CATARINOPITYS nov.gen.

(FIGURA 24:B)

Espécie-tipo: *Catarinopitys bittancourtii* sp.nov.

C. bittancourtii sp.nov. Este trabalho, Estampas 11, 12.

DISCUSSÃO

Ao contrário dos demais morfogêneros discutidos este só foi constatado nos sedimentos da Formação Rio Bonito. Tratam-

-se de fragmentos de caules cuja medula, lobulada, lembra a do morfogênero *Trigonomyelon*. Mas, a presença de um canal vertical, central, de origem mucilagínosa, com ramos horizontais emitidos por níveis, lembra o tipo de medula barakaróide, ao passo que os caracteres do lenho secundário são taxóides. Devido à originalidade do plano anatômico foi preciso defini-la em unidade taxionômica nova, designada *Catarinopitys*. A espécie é dedicada ao Dr. JEFFERSON BITTANCOURT, Diretor do DER na região de Mafra (SC) o qual muito estimulou trabalho e participou, pessoalmente, da coleta do material presentemente discutido.

DIAGNOSE

Fragmentos de caules de tipo gimnospérmico; distribuição simétrica do crescimento; medula cêntrica, maciça, lobulada (tetragonal), homo ou heterocelular; sistema secretor semelhante ao barakaróide, mas representado por um canal vertical, central, de origem mucilagínosa; por níveis aparecem ramos horizontais de mesma natureza, orientados radialmente os quais terminam num campo da periferia medular, onde um lobo se acentua e aparece o primeiro esboço de um traço; lenho primário centrífugo e centrípeto; lenho secundário com pontuações em arranjos agathióides de a araucarióide; os espessamentos de tipo taxóide estão presentes e mais nítidos nas secções tangenciais; campos de cruzamento agathióides; raios homogêneos e unisseriados.

DISCUSSÕES COMPLEMENTARES

Algumas espécies ainda serão mantidas sob o prisma de averiguações, no sentido de classificá-las mais adequadamente. O resultado confirmará ou levará a sua classificação para unidade taxionômica mais condizente com seu plano anatômico.

1973. *Barakaroxylon brasiliense* SCHRAGE. Diss.Mestr. Inst.Geoc. Univer.Fed.R.G.do Sul, Brasil: 49, Estampas I-XXVIII.

1976. *Barakaroxylon brasiliense* SCHRAGE in GUERRA. Ameghiniana Rev.Assoc.Paleontolog. Argentina XIII (3-4): 259, 262.

1972. *Polysolenoxylon lafoniense* MAHESHWARI. Palaeontographica Abt B 138 (1-4): 32-33. Pl. 12, Figura 7, Pl. 13, Figuras 1-7.
1975. *Polysolenoxylon bortoluzzii* GUERRA. Actas I Congres. Argentino de Paleont. y Biostr. I: 392-393.

Atlanticoxylon porangabense n. sp. Este trabalho, Estampas 79, 79-A.

As espécies *Atlanticoxylon porangabense* n.sp. e *Polysolenoxylon bortoluzzii* GUERRA 1975 se caracterizam por conter um sistema de canais secretores verticais, periféricos, bem estruturado, isto é, com o epitélio de revestimento nítido em torno dos canais. Além destes o centro da medula é ocupado por um amplo canal vertical, circular, de natureza diversa que os periféricos. Sua origem possivelmente está ligada a concentração da mucilagem, nessa região da medula, que após a rupturação das paredes celulares forma um espaçoso oco ou canal, à semelhança do que ocorre hoje em *Palmae*. Os canais secretores periféricos estão relacionados, muito claramente, com a filotaxia, isto é com os efeitos traumáticos da formação dos traços. O canal central denota ser um recurso defensivo de seleção e armazenagem de águas adequadas à planta, vivente em condições inóspitas. Em vista disso prefere-se aguardar a observação de novos espécimes. Em suma, a partir daí poderá ocorrer as emendas à diagnose de *Atlanticoxylon* ou *Petalopitys*, para abranger, também, os espécimes portadores de canais periféricos e secretores típicos.

Quanto a *Barakaroxylon brasiliense* SCHRAGE e *Polysolenoxylon lafoniense* MAHESHWARI as interrogações sobre o posicionamento se ligam ao fato de aparecerem no centro da medula da primeira espécie, ora um ora dois canais, idênticos aos periféricos, e no da segunda espécie um canal central. Quanto a *B. brasiliense* acredita-se que por não haver interconecções de canais, por meio de ramos horizontais, seria mais condizente a classificação em *Polysolenoxylon*. Aí fica, pois, a sugestão para se apreciar esse aspecto. Quanto à segunda espécie, malgrado o precário estado de preservação, foi indicado um canal central. Su

põe-se tratar de espécime relacionado ao morfogênero *Atlanticoxylon*, embora os canais periféricos e centrais estejam agora representados somente por cavidades preenchidas por matriz mineral.

A Tabela 21 contém o resumo dos principais caracteres presentes nos morfogêneros de medulas canaloas para melhor si tuar a independência dos respectivos planos anatômicos.

LEGENDA

▶	protoxilema endárqueo
◀◀	protoxilema mesárqueo
✕	protoxilema transicional(meso e endárqueo)
	bainha de tecido de transfusão
	bainha de tecido secretor
✱	células secretoras
•	células esclerenquimatosas
✱	grupos ou ninhos de esclereídeos
	idioblastos fibrilares, fibro-esclereídeos, colunas de esclereídeos
	bainha parenquimática perimedular
	medulas lacunosas, diafragmadas ou discoidais
	dutores secretores
o	canais secretores
o	canais de origem mucilagínosa

MORFOGÊNEROS Gondwana	MEDULA		CANAIS MEDULARES			PROTOXILEMA		TRAÇOS
	Maciça	Lacunosa	Sistema periférico	Sistema central medular		End.	Mes.	
				Canais dispersos	canal axial			
<i>Solenoxylon</i> KRSL 1956		discoidal	distribuição radial	ausentes	ausente	+		simples e múltiplos
<i>Solenobrasiliorylon</i> MSS 1978	transicional	discoidal	várias gerações distribuição radial	presentes	ausente	+		simples e múltiplos
<i>Solenopitys</i> KRSL & DOL. 1958	+	-----	distribuição radial, simétrica (relacionada com a filotaxia)	ausentes	ausente		+	bifurcantes no X. 2º
<i>Polysolenoxylon</i> KRSL & DOL. 1958	transicional	lacunas radiais irregulares	distribuição radial, simétrica ou irregular (relacionada com a filotaxia)	presentes	ausente	+		simples ou duplos
<i>Barakaroxyton</i> SUR. & MAITH. 1961 emend KULK. MAITH. & SUR.	+	transicional, polysolenóide	distribuição radial irregulares	canais conectores horizontais	presente em certos níveis	+		
<i>Atlanticoxyton</i> nov. gen.	transicional	polysolenóide	ausentes	ausentes	origem mucilaginosa; cilindrico s/ ramificações	+		bifurcantes
<i>Petalopitys</i> nov. gen.	transicional	polysolenóide	distribuição radial (relacionada com a filotaxia)		origem mucilaginosa; lobulado; relacionada com a filotaxia	+		duplos a múltiplos
<i>Catarinopitys</i> nov. gen.	maciça	-----	ausentes	ramos horizontais por níveis, relacionados com a filotaxia	origem mucilaginosa; emissão de ramos radiais; relacionada com a filotaxia		+	duplos ou múltiplos

TABELA 21

Morfogêneros gondvânicos caracterizados pela presença de medulas canalosas

8 - SISTEMÁTICA - ESPÉCIMES PERMIANOS DA BACIA DO PARANÁ

8.1 - FORMAÇÃO RIO BONITO

SCHOPFIICAULIA nov.gen.

Schopficaulia peripaludica sp.nov.: Espécie-tipo

DESCRIÇÃO

SCHOPFIICAULIA PERIPALUDICA sp. nov.

(EST.5, FIGS.1-7; EST.6,FIGS.1-7; EST.7,FIGS.1-5; FIGS.16 e 25)

Holótipo: GP/3T. 1295 (parátipos:GP/3T. 1264 a 1294;
GP/3T. 1296; RB/SC 1-30), Col.Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP. 35.I, Rio da Estiva, km 139, BR-116 (entre
Mafra e Papanduva, SC).

Horizonte: Argilitos carbonosos intercalados em siltitos;
parte média superior da Formação Rio Bonito (Figura 5), SC, Brasil.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA. Conforme referido na introdução, as amostras consistem de uma, duas ou mais séries de blocos interconectados. Algumas cicatrizes milimétricas (0,5-0,6 mm) de forma circular estão presentes em alguns blocos cuja morfologia condiz com a da porção basal caular. Tudo indica que se tratem de cicatrizes de raízes. Diversos espécimes consistem de uma só sequência longitudinal de blocos quadrangulares a retangulares interconectados. Outros têm composição mais complexa representada por duas a três séries de blocos relacionadas entre si (Estampa 5, Figura 2). Algumas sequências de blocos se orientam transversalmente ou rumam em linha inclinada em relação ao eixo principal. Compreendem ramificações. Os primeiros segmentos destas, conectados com o eixo principal, deixam uma cicatriz elítico-alongada ao se destacarem do mesmo. Tais cicatrizes são diferentes daquelas

descritas e correspondentes a raízes. O primeiro bloco de ramificação, em conexão com o eixo principal, quase sempre se aproxima da forma elítico-espatulada. Simula o aspecto de uma folha carnuda, enquanto que os demais blocos têm, rotineiramente, a forma quadrangular a retangular. Uma das amostras conservou na parte dorsal uma fração de ramificação comprimida contra o eixo principal. O primeiro segmento da mesma tem a forma espatulada descrita e a inserção do ramo se dá a partir do sulco transversal. Tudo indica que as ramificações tinham começo na região inter-blocos, aqui interpretadas como níveis nodais. Há casos em que o primeiro segmento formado, da ramificação, apesar de ter início na região inter-blocos (sulcos transversais) se acola lado a lado com o segmento do eixo principal deixando cicatrizes ao se destacarem. Em alguns segmentos se percebe uma estriação fina, de estrias rasas e paralelas. Essas estão niveladas, agora, ao plano da superfície dos blocos, talvez devido à retração dos tecidos, "post-mortem". Além das estrias, a ornamentação externa dos eixos se resume nos sulcos transversais e nas caneluras longitudinais. Os sulcos transversais compreendem sulcos em anel completo que abraçam o espécime de todos os lados, da parte ventral a dorsal (Estampa 5, Figura 1). Estes, repetidos de nível a nível, subdividem os eixos em questão em blocos, ou segmentos, separados por incisura profunda. Esta, por sua vez, não secciona o eixo de modo completo, pois a conexão entre os blocos é garantida pela continuidade do cilindro cilíndrico vascular, não segmentado. As seqüências múltiplas de blocos expõem, ordinariamente, uma, duas a três caneluras e costelas longitudinais. Quando o eixo é formado por uma série única a canelura ou a costela é mediana. Quando é formado por várias séries as caneluras são mediana e laterais ou só laterais. A reconstrução ilustrada na Figura sugere que cada bloco ou segmento quadrangular não possuía, realmente, a forma achatada. Os segmentos ou blocos sucessivos seriam, na verdade, as secções compactadas de um cilindro formado por gomos concêntricos. A superfície transversal, polida, de alguns blocos, dão indicações da existência de gomos compactados (Estampa 5, Figura 3) num cilindro cujo eixo geométrico nem sempre era cêntrico. As cur

Fig.25. Reconstituição hipotética do eixo de *Schopflicaulia peripaludica* gen.et sp.nov.

vaturas dos gomos tinham amplitudes várias, devido à distribuição diferencial do crescimento. A ilustração (Estampa 5, Figura 3) deixa perceber a existência de gomos num segmento compactado o qual só aparentemente teria sido quadrangular. A secção transversal dos blocos é quase sempre elítica a glossóide. No contorno da secção sobressaem uma ou mais reentrâncias correspondentes ao posicionamento das caneluras e costelas longitudinais. À primeira vista a configuração da secção lembra a de um pecíolo lenhoso, exótico, que adotou o comportamento esteológico dos caules. A medula situa-se num ponto tal que orienta a convergência dos gomos em sua direção. A superfície transversal, polida, ainda mostra a orientação original dos gomos pressionados contra o centro geométrico, deslocado excentricamente (Estampa 5, Figura 3). As dimensões dos blocos unitários variam de 3,5 a 4,0 cm de largura por 4,0 a 4,5 cm de com

primento e 1,5 a 2,5 cm de espessura após a compactação. Os blocos das ramificações são menores e não ultrapassam a 50% das dimensões dos blocos do eixo principal.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA. Aparentemente idêntica à de *Vertebraria indica* revela-se, entretanto, original, com o protoxilema endárqueo, típico dos caules, ou de pecíolos lenhosos relativos a folhas macrófilas.

A Medula. A partir da periferia do segmento e praticamente alcançando a medula existem duas caneluras mais profundas que sulcam o segmento em sentido radial (Estampa 5, Figura 1). A medula, após a compactação tem o contorno semelhante a uma fenda quase linear. Ao microscópio, porém, vê-se que deveria ter sido cilíndrica de contorno lobulado. Em alguns segmentos as secções transversais mostram diversas lacunas alares, expandidas da medula, e penetrantes por entre as cunhas do lenho (Estampa 5, Figura 6). Os quadros anatômicos apresentados pela medula e tecidos vizinhos fazem acreditar que se trata de uma região bastante complexa. Era de se esperar que em todos os campos, dos arredores da medula, se encontrasse somente o tecido vascular e o parênquima radial associado. Contudo, como que em prolongamento às caneluras mais profundas encontram-se conjuntos celulares pouco comuns, nessa região, como se revestissem as próprias caneluras e aí aparecessem por retração, após o início da fossilização. Trata-se de uma amálgama de tecidos distorcidos, enrugados e comprimidos contra a periferia medular os quais denotam composição variada (Estampa 5, Figura 4). São estratos celulares numerosos que aparentam natureza diversa dos traqueídeos e raios do lenho propriamente dito. As células têm paredes menos espessas que a dos elementos vasculares e simulam, pelo formato, células cuticulares com certo grau de enrugamento. Os elementos vasculares, no entanto, se diferenciam em meio à trama, pois as paredes são fortemente espessadas e se alinham em filas radiais. Assim, originam cunhas bem formadas na orla medular (Estampa 5, Figura 5; Estampa 6, Figura 1). As células que compõem a trama complexa poderiam ser interpretadas como componentes de frações cuticulares do revestimento das caneluras

mais profundas, capturadas pela secção transversal, ocasionalmente. Dessa maneira, aparecem em meio às células uma ou várias faixas diferenciadas com estruturas idênticas às estomatárias (Estampa 5, Figuras 4 e 7). É notável que em meio as células de tipo cuticular, enrugadas, as configurações estomatárias se mantêm assim, alinhadas, em faixa, semelhantes as cutículas de glossopterídeas. Não somente um, mas, diversos segmentos mostraram campos idênticos em vista transversal. Cumpre, pois, aguardar que material melhor preservado confirme a natureza dos elementos ora descritos. As distorções em face da compactação são comuns em xilemas gondvânicos. MAHESHWARI (1972) expõe estruturas distorcidas em *Araucarioxylon allanii* as quais chegam a simular campos cuticulares, porém, a ocasional composição de configurações estomatárias ainda não se apreciou em literatura.

Quanto à medula propriamente dita, sua natureza é parenquimática. O contorno é lobulado. A razão são as cunhas do xilema modelando a periferia da mesma, apesar da interferência da trama de tecidos distorcidos das vizinhanças. A preservação do material muito deixa a desejar, mas as secções longitudinais da medula surpreendem pela particularidade do panorama anatômico. Esta aparece subdividida em setores longitudinais paralelos. Há campos em que se vê um único setor e campos em que se vêem dois a três setores paralelos. Os setores medulares são separados por cordões unitários ou duplos de fibro-esclereídeos (Estampa 6, Figuras 4 a 7). Os setores longitudinais da medula, por sua vez, são subdivididos em câmaras sucessivas por meio de cordões de células parenquimáticas. Em campos de melhor preservação vê-se que correspondem a células bojudas, de paredes finas ou células em forma de barril como as dos raios primários. Em geral a posição dos cordões parenquimáticos é horizontal ou um pouco inclinada. As câmaras originadas por esse meio contêm um preenchimento celular bastante alterado pelo início da carbonificação. Tudo indica que se tratavam de células parenquimáticas de paredes finas e de forma poligonal, muitas das quais secretoras ou de paredes mucilaginosas. Aquelas situadas mais próximo da periferia da medula tendiam à forma retangular. Aspecto interessante da configuração medular está ligado a formação de traços a partir dos cor

dões parenquimáticos horizontais. Aí se percebe a formação de corpúsculos circulares, representando traços de órgãos laterais não completamente amadurecidos os quais penetram o corpo secundário do lenho, com a mesma configuração, em direção ao córtex. Na maneira característica de formação de traços, pois, a afinidade com o grupo complexo *Vertebraria*. Em *V. indica* a origem se dá nas plataformas inter-braços radiais; em *Tordoxyton* formam-se traços e nós marginais a partir da atividade parenquimática localizada no espaço longitudinal central; em *Myelontordoxyton* a partir da atividade parenquimática, intensificada por níveis, da medula (constricções medulares), dando origem a elementos vasculares novos ao mesmo tempo que a traços de radículas adventícias; nesse morfogênero aprecia-se, comumente, o evento da dissecação medular para originar o novo estelo da ramificação.

Corpo primário do lenho. Na região perimedular estão bem perceptíveis as cunhas digitiformes de lenho primário mergulhando em curvatura suave em direção ao centro geométrico do estelo (Estampa 6, Figura 1). O protoxilema é claramente endárqueo. Acompanha-se facilmente a sequência de elementos desde os anelados aos traqueídeos secundários pontuados (Estampa 6, Figuras 2 e 3) na secção radial. A clareza de composição do corpo primário dessas amostras é algo notável em comparação com a dos morfogêneros *Vertebraria*, *Tordoxyton* e *Myelontordoxyton* os quais fogem à regra geral: a presente forma ostenta a composição típica de caules gimnospermicos e gimnospermóides.

Corpo secundário do lenho. Nas secções transversais nota-se o rumo ondulante das fileiras radiais de traqueídeos (Estampa 5, Figura 6; Estampa 7, Figura 3). Há a tendência de as fileiras se orientarem conforme o pressuposto rumo dos gomos. Em consequência os anéis de crescimento só podem ser percebidos ao microscópio, devido ao freqüente desvio das filas radiais de traqueídeos. Tais desvios também resultam do aparecimento de traços de ramificações os quais evoluem até a composição de estelos

quase completos (Estampa 7, Figura 1) em pleno corpo secundário do lenho. É difícil afirmar se os referidos estelos dizem respeito a raízes, propriamente, mas, observa-se desde os primeiros esboços que a forma dos mesmos é tetralobulada. Sendo assim, esta poderia evoluir até à formação de gomos como se admite para os espécimes em discussão. Na secção transversal o formato dos traqueídeos é, em geral, quadrangular. Nas secções longitudinais são mais longos no lenho final e de aspecto fusiforme e mais curtos no lenho inicial. As paredes radiais contêm uma a duas fileiras de pontuações areoladas, contíguas e alternas. Apesar de contíguas a forma arredondada é mantida sem muito se pressionarem umas às outras. Quando as fileiras são duplas adquirem forma sub-arredondada à sub-poligonal. O arranjo não é típico araucarióide; é próprio (Estampa 7, Figura 4). Os campos de cruzamento mostram três a quatro (cinco) pontuações areoladas, menores e arredondadas por campo (Estampa 7, Figura 2). Os raios, vistos transversalmente têm células retangulares grandes as quais são bojudas e muito nítidas na região primária. Em vista tangencial vê-se que são homogêneos (Estampa 7, Figuras 5 e 6) unisseriados e apenas com um a dois estratos celulares de altura. Com muita frequência as secções tangenciais expõem perturbações devido à presença de traços indiferenciados, de ramos, de raízes, ou de folhas.

DIAGNOSE

SCHOPFIICAULIA PERIPALUDICA sp. nov.

Eixos segmentados, de tipo vertebrarióide, formados por uma ou mais seqüências longitudinais de blocos quadrangulares, cada qual com 3-4 cm de comprimento, por 3,5 - 4,5 cm de largura e 1,5 - 2,0 cm de espessura; as ramificações se continuam a partir do eixo principal com a mesma morfologia segmentada apresentada pelo mesmo. Os segmentos ou blocos quadrangulares são separados entre si por meio de sulcos transversais; ao longo do eixo existem caneluras longitudinais em posição média

na ou lateral; superfície transversal, polida, dos segmentos, sugere a morfologia original de gomos, no contorno dos mesmos; estriação fina e paralela perceptível na superfície de alguns segmentos. Secção transversal dos segmentos elítica-espatulóide com o centro geométrico excêntrico; assimetria devido a distribuição diferencial do crescimento. Medula subdividida em setores longitudinais por meio de cordões de fibro-esclereídeos; cada setor subdividido em câmaras sucessivas por meio de cordões parenquimáticos transversais; traços de radículas ou de outros órgãos em formação a partir dos cordões parenquimáticos transversais; câmaras medulares preenchidas por células parenquimáticas retangulares, na periferia medular, e, poligonais, no centro; células escurecidas pela carbonificação, mas denotam ou natureza secretora ou mucilagínosa de numerosas delas. Corpo lenhoso primário centrífugo, protoxilema endárqueo. Anéis de crescimento presentes no lenho secundário com ondulações orientadas por gomos; traqueídeos quadrangulares em vista transversal; em vista longitudinal, alongados no lenho final do anel; no lenho inicial, com aspecto fusiforme e curtos; pontuações radiais, areoladas alternas, arredondadas, contíguas em uma a duas fileiras; campos de cruzamento com três a quatro pontuações areoladas menores. Raios homogêneos, unisseriados com um a dois estratos celulares de altura; raios primários com células bojudas do tipo de "barril". Traços no corpo lenhoso secundário com evolução para a formação de estelo tetralobulado em vista transversal.

MYELONTORDOXYLON MUSSA 1978

Myelontorodoxylon viti MUSSA: Espécie-tipo

DESCRIÇÃO

MYELONTORDOXYLON CATARINENSE sp.nov.

(Estampa 8, Figuras 1-4; Estampa 9, Figuras 1-4; Estampa 10, Figuras 16-II H-J; Figura 36, no texto)

Holótipo: GP/3T. 1333. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.35II Rio da Estiva, 110 m S do marco km 139 da Rodovia BR-116 (entre Mafra e Papanduva), SC.

Horizonte: Arenitos de estratificação cruzada, da base da Formação Rio Bonito (Figura 5), SC.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: fragmento de lenho gimnospermóide, com medula. O aspecto da secção transversal é o de um caule de planta anômala, em comparação com a secção transversal das plantas conhecidas, recentes ou fósseis. É difícil caracterizá-la de modo indiscutível como fração de raiz ou de ramo. Em ambas as situações sobressai o caráter anômalo do espécime. Tende-se, porém, a considerá-lo muito mais como um fragmento de ramo, talvez de planta desconhecida, do que propriamente raiz.

A amostra apresenta encurvamente na região mediana (Estampa 8, Figura 2) onde certa fração quebrou-se sem poder ser encontrada no afloramento. Do que restou da mesma mediu-se cerca de 28 cm de comprimento e 3,5 cm de diâmetro. A amostra encontra-se descorticada. Ao longo do seu comprimento assinalam-se cicatrizes ou nós relativos à inserção de órgãos laterais (Estampa 8, Figura 2, a, b, c, d), em relevo acima da superfície. Cada nó mede em torno de 0,5 cm a 1 cm de diâmetro. Os nós denunciam o arranjo helicoidal em torno do eixo. Existem também cicatrizes menores, algumas de poucos milímetros de diâmetro. Lembram cicatrizes de radículas. Caráter marcante na amostra é a evolução do estelo, de nível a nível, perceptível a olho desarmado nas secções transversais. De início há um estelo único. O centro do

mesmo é demarcado por uma região maciça como a das raízes, porém, no caso, há uma medula incipiente possivelmente esmagada devido aos movimentos de torsão, durante o crescimento. A partir das vizinhanças da medula há anéis de crescimento nítidos e regulares. Ao se aproximar da altura dos nós o contorno medular se acentua. Observa-se, depois disso, uma perturbação, ou seja, a perda da forma cilíndrica, devido ao alongamento que se acentua em cada margem oposta, resultando um sulco mediano. Nessa ocasião a forma é a de um oito deitado (Figura-Texto 17). O sulco mediano progride. A partir daí, em níveis mais acima, já existem dois estelos não-formados, nos limites do estelo principal. Este perdeu a individualidade e dois estelos menores, bem formados, praticamente de igual dimensão, se dispõem no centro do estelo principal (Estampa 8, Figura 1). Cada qual encerra anéis de crescimento nítidos, e, a olho desarmado, aparentam mútua independência no seio do estelo principal. Sem dúvida, tal dinâmica diz respeito às ramificações. Em raízes é pouco usual. Mas, quer se trate de caule ou de raiz, o espécime é um exemplo anômalo pela maneira de formação de ramificações.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: numa observação de relance as duas unidades anatômicas, diferenciadas no cilindro central, fazem admitir que se trate de um evento de diastelia, tal a independência estrutural que aparentam. Mas, o fato real não é esse. Conforme ilustram a Figura 1 da Estampa 8 e as Figuras 1 e 2 da Estampa 10, não se encontra entre ambas as unidades a periderme como nas formas polistêlicas ou nem somente o parênquima. Nota-se, porém, elementos vasculares novos, raios e células de parênquima, indicadoras da intensa atividade meristemática em transcurso. Só nessa região é que propriamente se identificam traqueídeos primários, com espessamentos escalariformes, juntamente com os raios primários de células bojudas. Nesse nível do eixo, tais elementos novos logo se distribuem radialmente em torno dos não-estelos. A partir daí a região medular de cada um deles pode passar pelos mesmos eventos de subdivisão, ou, um dos dois estelos pode reduzir, progressivamente, sua expressão, a ponto de o eixo retomar seu aspecto normal, com um centro geométrico bem definido.

A Medula. Se é que a região central do estelo deve realmente ser designada de medula não se trata, contudo, de um corpo cilíndrico ocupando o centro do mesmo. Tratam-se de escassas células parenquimáticas reunidas no centro do órgão vascular (Estampa 10, Figura 4), cujo número varia, de nível a nível, ao longo do eixo longitudinal, com cerca de três a quatro células, até oito a doze células observadas em vista transversal. O diâmetro das mesmas nesse mesmo plano de secção, varia de um mínimo de 10 μ m a cerca de 25 μ m. Praticamente todas as células dessa região estão preenchidas por um conteúdo escuro. Este poderia dizer respeito a alguma atividade secretora. Tal conteúdo também se intromete nos traqueídeos mais próximos o que dificulta avaliar a real espessura das paredes celulares. Em secção transversal o formato das células parenquimáticas é sub-poligonal e chegam a se confundir com o formato dos elementos vasculares. As secções em série expõem níveis em que são escassas e a medula, como um órgão definido denota ter sofrido compressão. Em outros níveis são mais abundantes e as secções expõem como que uma surgente medula num eustelo primitivo, gimnospermóide. A menor ou maior definição do corpo medular só se esclarece satisfatoriamente a partir da observação das lâminas longitudinais (Estampa 9, Figuras 3 e 4). Aí, todavia, não se aprecia o corpo medular com o diâmetro regular, ao longo do eixo longitudinal. Mas, como em *Myelontorodoxylon sanpaulense* MSS. 1978 apreciam-se estruturas semelhantes a uma seqüência de bolsas parenquimáticas orientadas longitudinalmente como uma seqüência de raios largos, em fila longitudinal (Figura 26-a). Na verdade, porém, as bolsas parenquimáticas resultam de constricções medulares, isto é, resultam da existência de níveis de atividade meristemática avançada a ponto de aí se formarem elementos vasculares novos e radículas. Duas raízes bem formadas podem ser vistas na Estampa 8, Figura 4 onde foi preparada a secção tangencial através de polimento. Nota-se, nas secções longitudinais, que as radículas têm origem ao nível de constricções e maturam no corpo lenhoso secundário, antes de alcançarem o córtex. De outra maneira, as mesmas secções longitudinais mostram que, ao nível dos nós (níveis de subdivisão da medula com a formação

de novos estelos) a correspondente subdivisão longitudinal tam
bém ocorre. As bolsas parenquimáticas como que se desdobram em
duas séries longitudinais, cada uma destinada ao novo estelo in
dividualizado.

Corpo primário do Lenho - Pouco há a acrescentar, pois
que os níveis das constrictões medulares são a sede de uma ativi
dade tal que é possível captar, como de improviso, a formação de
elementos vasculares novos (Estampa 9, Figura 3). Aí aparecem
traqueídeos curtos, com aspecto fusiforme ostentando espessamen
tos escalariformes os quais dão lugar aos elementos de pontua
ções radiais areoladas. Devido à peculiaridade desses níveis
MUSSA (1978) interpretou-os como níveis nodais o que mais uma vez
se confirma. Assim, portanto, o xilema primário se localizaria,
mais propriamente, nos campos de atividade parenquimática os
quais teriam posicionamento localizado e corresponderiam, devida
mente, aos elementos vasculares não-formados, para suprir ao es
telo das ramificações. Sendo assim é problemático tentar loca
lizar o protoxilema ou classificá-lo como endárqueo ou exárqueo.

Corpo secundário do Lenho - Nas secções transversais
normais, isto é, naquelas em que o estelo é único os anéis de
crescimento são regulares, levemente ondulantes e bem demarcados
(Estampa 8, Figura 3). A peculiaridade é que há intrometimento
localizado de células de parênquima nos anéis (Estampa 9, Figura
1). Nessas secções nota-se que o diâmetro dos elementos vascula
res diminui gradualmente em direção ao centro do estelo sem que,
no entanto, seja possível indicar as extremidades de cunhas. Tal
dificuldade é devida a concentração de material escuro, de tipo
resinoso, peculiar às células medulares (Estampa 9, Figuras 3 e 4).
Os traqueídeos do lenho secundário não têm paredes espessadas, co
mo se verifica comumente em troncos gimnospérmicos, a partir da
região medular. A espessura das paredes só se acentua no lenho
final dos anéis (Estampa 9, Figura 1). Em vista transversal a
forma preferencial dos mesmos é a quadrangular (lenho final) ou
retangular (lenho inicial). No lenho inicial os diâmetros dos
traqueídeos, em vista transversal, variam de um mínimo de 20 μm
(diâmetro menor) a 30 μm (diâmetro maior) a um máximo de 25 μm
(diâmetro menor) a 56 μm (diâmetro maior). No lenho final as di

mensões variam de 5 μ m a 10 μ m (diâmetro menor) e 10 μ m a 20 μ m (diâmetro maior). Nos níveis em que a medula sofre subdivisão ocorrem perturbações em toda a secção transversal, desde irregularidades no curso normal dos anéis que passam a contornar, independentemente, os estelos néo-formados, até o aparecimento mais concentrado de parênquima nos mesmos. Igualmente, o arranjo radial dos traqueídeos se desorganiza a ponto de alguns deles serem seccionados, parcialmente, no sentido longitudinal, em plena secção transversal. As secções radiais mostram traqueídeos com pontuações areoladas alternas, contíguas, hexagonais (Estampa 10, Figuras 4 e 6). Predominam as fileiras duplas de pontuações mas aparecem campos esdrúxulos ao longo do comprimento dos traqueídeos (Estampa 10, Figura 6), com pontuações contíguas e opostas, por curta distância. Os arranjos das pontuações radiais mais se ajustam ao tipo araucarióide do que ao tipo agathióide ou cordaitóide. Os campos de cruzamento expõem pequenas pontuações geralmente arredondadas e de aréolas estreitas em número variável de 1 a 3 (4) pontuações (Estampa 10, Figura 4). Os raios têm destaque nas secções transversais. Naquelas em que o estelo é único as células tem a forma retangular, de paredes lisas, e são muito nítidas entre os feixes de traqueídeos. Nas secções em que há a formação de novos estelos as células dos raios se apresentam, em muitos campos, com pontuações de tipo abietóide (Estampa 9, Figura 2). Naturalmente essa característica, restrita aos níveis de perturbação meristemática, resulta de traumatismos. A característica abietóide, portanto, aparece também nas secções radiais (Estampa 10, Figura 4) nos níveis de formação de ramificações (novos estelos). Em suma, os raios são unisseriados, com poucos estratos celulares de altura, isto é, 1-3 (5) estratos celulares no máximo.

Traços e Ramificações - A dinâmica formadora de elementos vasculares novos e traços, ao nível das constricções medulares, é o caráter que decide a posição sistemática do fóssil. O esboço de novos estelos de órgãos laterais, no presente caso, deixa evidente a participação da medula. Em *Myelontordoxylon camposii* (MUSSA) n.comb. a origem parece ter se dado a partir da atividade meristemática do parênquima dos anéis e dos raios,

No fôssil presentemente examinado aprecia-se na Figura 1 da Es tampa 8 uma certa independência estrutural dos dois órgãos, a ponto de a individualidade do estelo único ficar razoavelmente mascarada. Entre os dois pequenos estelos há uma zona tran sicional, nítida, e que não se constitui, de modo essencial, de tecido lenhoso. Tampouco, não corresponde à periderme dos cau les polistélícos. De certo que aí predominam células parenqui matosas, em geral retangulares, largas (Estampa 8, Figura 1; Es tampa 10, Figuras 1, 2 e 3), mas também ocorrem traqueídeos cur tos, em forma de fusão, escalariformes e areolados, além de raios nêo-formados com células escuras - possivelmente secretoras - e bojudas. Os traqueídeos e os raios novos orientam-se em dire ção às duas unidades formadas como se a região inter-estelos fos se a geradora. A secção transversal, representada pelas duas unidades, circunscritas nos limites do estelo principal (cilin dro central), diz respeito a secção de ramificações como que em for quilha, antes de emergir na superfície do órgão vascular. Ac i ma e abaixo do nível das ramificações o estelo principal read quire a feição normal e o corpo secundário do lenho apresenta traços conforme a ilustração da Figura 26-b.

Do relato acima dir-se-ia que se trata de um evento rotineiro de ramificação, mas, de certo que conhecido principalmente entre os caules anômalos de formas recentes. Idêntica di nâmica é conhecida no que toca às plantas tipo-lianas ou trep adoras. Como nessas últimas, aí estão presentes células de parên quima distribuídas nos anéis e nos raios, como para dar maior plasticidade aos movimentos do órgão vascular, durante o cresci mento. Essas células retêm a capacidade de subdivisão. Em ou tro plano, fato semelhante levou DELEVORIAS (1955) a interpretar tais células, presentes nos raios e no xilema primário, das Me dulosaceae, como o procâmbio persistente. No caso presente, além dos anéis do xilema, e além dos raios, a própria medula é, por toda a sua extensão, uma sucessão de campos de intensa ati vidade meristemática, localizados, porém, ao nível das constric ções. Conforme essa interpretação os referidos campos não se riam *loci* exárqueos de protoxilema, comuns nas raízes. Seriam, entretanto, campos de retenção da atividade primária (DELEVORIAS,

1955), e também sede da formação de traços de radículas, de traços de ramificações, além da formação de componentes novos do próprio lenho. Portanto, indica-se, de preferência, nesse grupo de plantas, a posição do "xilema primário", e, não, a posição do protoxilema como tal.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA. As questões sistemáticas relacionadas com a individualidade do morfogênero *Myelontordoxylon* foram, por demais, discutidas na apreciação crítica das formas relacionadas ao complexo *Vertebraria*.

As espécies distribuídas no morfogênero *Myelontordoxylon* são: *M. sanpaulense* MUSSA 1978, com medula incipiente, ápices de cunhas truncados em secção transversal e radículas neo-formadas na altura das constricções medulares, em curso quase horizontal (em relação ao eixo longitudinal do espécime).

M. vittii MUSSA 1978, com medula de configuração estelar em secção transversal (ainda que incipiente), com células poligonais de paredes espessas e células secretoras; os ângulos reentrantes da medula tanto poderiam representar raios primários como marcas de traços foliares; as radículas adventícias formadas ao nível das constricções têm curso quase vertical ou levemente inclinado, em relação ao eixo longitudinal do espécime. A forma presentemente discutida tem medula incipiente, quase imperceptível em secção transversal, com a subdivisão da mesma e formação de dois estelos novos nos limites do estelo original; formação de pares de radículas não obrigatoriamente, e, quando presentes, em geral têm posição simétrica em relação ao eixo longitudinal do espécime; características abietóides nos raios, precisamente nos níveis de traumatismos, em vista das ramificações; pontuações radiais dos traqueídeos, araucarióides, com nuances em campos restritos. *M. camposii* (MUSSA) n. comb. tem a secção transversal assimétrica; o estelo do ramo se origina a partir da atividade parenquimática dos raios e do parênquima dos anéis e o estelo principal mantém sua individualidade; este apresenta o eixo longitudinal sem constricções aparentes talvez devido aos movimentos de torção do caule, durante o crescimento, com distri

buição diferencial e conseqüente assimetria; as pontuações ra diais dos traqueídeos combinam, no lenho final, o tipo arauca rióide de arranjo, e, no lenho inicial, grupos estelares ou em rosáceas.

Com base nas diferenças enumeradas descreve-se a nova espécie: *Myelontordoxylon catarinense* n.sp.

Fig.26. *Myelontordoxylon catarinense* sp.nov.: desenhos esquemáticos de campos medulares (A) e traços em pleno corpo secundário do lenho(B)

DIAGNOSE

Fragmentos lenhosos de forma cilíndrica, gimnospermóides; centro geométrico não deslocado; anéis de crescimento nítidos, ondulados, com a inclusão de células parenquimáticas ativas no lenho inicial do anel; medula incipiente e caracterizada por constrictões, de nível a nível, configurando uma sucessão de bolsas parenquimáticas encadeadas ao longo da extensão longitudinal do espécime; constrictões resultantes da atividade meristemática como se fora o procâmbio persistente e reativado, por níveis, com a formação de elementos vasculares novos e radículas adventícias. Na secção transversal, ocupam o diâmetro da medula oito a doze células, no máximo, de forma arredondada a sub-arredondada; subdivisões da medula ao nível das ramificações, para originar novos estelos de ramos; estes aparecem incorporados no estelo principal; região entre os novos estelos com parênquima pontuado, traqueídeos novos e raios em curso de distribuição em torno dos néo-estelos; região mais externa do cilindro central com ordenação normal; elementos vasculares novos formados ao nível de constrictões medulares, curtos, em forma de fuso; alguns são escalariformes, os demais areolados. Filas radiais de traqueídeos, em secção transversal, pouco regulares devido à ondulação dos anéis. Pontuações radiais contíguas e alternas, forma hexagonal, arranjo araucarióide, preferencialmente em duas séries longitudinais; nuances em campos restritos, com pontuações contíguas e opostas; campos de cruzamento araucarióides; 1-3 (4) pequenas pontuações arredondadas de aréolas estreitas por campo; raios unisseriados com 1 a 5 estratos celulares de altura; parênquima radial com características abietóides restritas as regiões traumáticas das ramificações; configuração estélica normal em níveis acima e abaixo do nível das ramificações; pares de traços de radículas quase sempre presentes em posição simétrica ao eixo longitudinal do espécime, aparentes ao nível das constrictões medulares; também se formam traços isolados de radículas.

CATARINOPITYS nov. gen.

Catarinopitys bittancourtii sp.nov.: Espécie-tipo

DESCRIÇÃO

CATARINOPITYS BITTANCOURTII nov.gen.et sp. nov.

(Estampa 11, Figuras 1-4; Estampa 12, Figuras 1-6;
Figura 27, no texto)

- Holótipo: GP/3T. 1345. Col. Paleontologia, IG/USP.
- Procedência: AF/GP.35 II. Rio da Estiva, 110 m S do marco km 139 da BR-116 (entre Mafra e Papanduva), SC.
- Horizonte: Arenitos de estratificação cruzada; base da Formação Rio Bonito, SC (Figura 5, no texto).

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: fragmento de lenho de tipo gimnospérmico, medulado; forma cilíndrica; distribuição simétrica do crescimento. Trata-se de uma fração de ramo com cerca de 14 cm de comprimento por 2,5 cm de diâmetro. Externamente não há ornamentação perceptível ou acidente anatômico relevante. A medula é nítida a olho desarmado, com diâmetro de cerca de 1,5 cm. Em torno dela os anéis de crescimento são bem demarcados e regulares.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - Em contraste com a morfologia externa, simples, a caracterização microscópica da amostra encerra configurações anatômicas originais, de difícil confronto com formas recentes.

Em secção transversal a medula chama a atenção pela forma quadrangular (Estampa 11, Figura 1; Figura 27-a), cujos vértices são largos e arredondados. Assemelham-se a quatro lôbulos simetricamente formados em relação ao eixo do caule, ocorrendo pequena variação no que toca ao desenvolvimento dos mesmos. Numa observação de relance julgar-se-ia tratar-se do gênero *Trigonomyelon*, WALTON 1925, não fora diversos outros carac.

teres anatômicos aí associados. Assim, o formato quadrangular se deve à ingressão de lóbulos parenquimáticos medulares, no corpo lenhoso primário. Os lóbulos têm evidente relacionamento com a formação de traços, duplos e múltiplos, por isso, ao microscópio, a configuração das extremidades dos lóbulos se assemelha a um leque aberto. A Figura 1, da Estampa 11 e a Figura 27-a ilustram vários lóbulos medulares em um dos quais se vê, mais claramente, a saída de um traço múltiplo. Nota-se que a partir da extremidade do referido lóbulo, em direção ao centro da medula, existe como que uma rasura radial. A observação mostra que é regular e não decorre da ocasional decomposição do parênquima de medula. Diz respeito a um canal, de tipo mucilaginoso, desenvolvido no plano horizontal e orientado em rumo radial como que estabelecendo relação entre o próprio traço e o canal vertical localizado no centro medular (Estampa 11, Figura 3). Em todos os níveis das secções longitudinais é possível constatar o percurso do canal vertical sem interrupções relevantes. Ocorrem somente variações no diâmetro do mesmo. Diz-se que se trata de um canal vertical e a sua origem provável deve estar ligada a zonas de mucilagem. Em alguns campos é possível ver uma ou duas séries de células retangulares e estreitas, bem menores do que as células do parênquima medular, nos arredores dos canais, vertical e horizontal. Tratam-se, por consequente, de células persistentes da zona mucilaginosa. Estas encontram-se obstruídas por um conteúdo escuro o qual lembra a atividade secretora. Em todos os níveis da secção longitudinal o material escuro está presente, porém, restrito à orla dos canais (Estampa 11, Figura 3). Na secção transversal está também evidente e especialmente restrito à periferia do canal horizontal. Fala-se em canal horizontal, como sendo único, nas secções transversais. De fato, é único e bem delineado em níveis diferenciados de secção, desaparecendo na passagem de um para outro nível. Contudo, na região acima da extinção do primeiro canal começa a se esboçar um outro, também horizontal e radial, agora, em ângulo diverso do anterior, ou seja, dirigido para a extremidade do outro lóbulo medular. Da mesma forma que o primeiro canal este, igualmente, desaparece, em nível mais acima. Dois canais horizontais foram acompanhados nas

secções examinadas. Constatou-se que há níveis da secção transversal em que nenhum canal aparece e há níveis em que é possível captar o desaparecimento de um deles e o início da formação do outro canal horizontal. Nem sempre a secção transversal se mostra com preservação satisfatória, ora devido à introdução de material escuro, nas vizinhanças dos canais, ora devido ao rompimento das células por efeito de traumatismos. Interpreta-se que a origem dos traumatismos relaciona-se com a formação de traços. Na verdade, vê-se aí um exemplo expressivo da inteiração do corpo medular na gênese dos traços. À primeira vista a configuração quadrangular, lobulada, da medula do espécime, lembra o morfôgênero *Trigonomylon*. Todos os autores que lidaram com amostras desse morfôgênero (WALTON, 1925; ZEILLER, 1895; KRÄUSEL, 1956 e MAHESHWARI, 1962, 1966) interpretaram a formação de lóbulos medulares como devida a origem de traços de folhas e de ramos. Em *Trigonomylon*, porém, não há formação de canais secretores medulares. Em outros exemplos têm sido apontados canais secretores nessa parte do estelo, notadamente nas formas permianas, mas em geral, os autores não fazem menção a respeito do relacionamento dos canais com os traços. O morfôgênero *Barakaroxylon* SUR. & Maith. emend. KULK, MAITH & SUR. expõe um sistema de canais bem próximo da configuração do sistema que ora se descreve, entretanto, os autores não dão indicações sobre o possível relacionamento dos canais com a filotaxia. Quanto ao presente espécime a sugestão alcançada da apreciação do sistema de canais é de que se tratava de uma forma com arranjo helicoidal dos órgãos laterais, pela maneira como se formam os canais horizontais. Aparece um de cada vez, vale dizer, um por nível que, no caso, corresponde realmente ao nível modal.

A periferia medular, na região inter-lóbulos, tem uma aparência bem peculiar devido ao modo abrupto com que o corpo primário do lenho se limita com a medula (Estampa 11, Figura 2). Assim, se a região observada se situa entre dois lóbulos regressivos, isto é, entre dois lóbulos dos quais os traços já foram emitidos, em um nível mais abaixo, vê-se que a faixa periférica é quase retilínea. Então, no contato entre o lenho e a medula vê-se que os traqueídeos secundários chegam a orla medular em vá

rios campos. A concentração de elementos primários se dá mais claramente nas vizinhanças dos lóbulos.

Apesar da presença do sistema de canais secretores a medula é maciça, parenquimática, formada por células arredondadas, sub-poligonais e poligonais, em vista transversal, cujas dimensões variam de 32 μm a 69 μm quanto ao diâmetro maior e 25 μm a 45 μm quanto ao menor. Aí se encontram grupos de células de paredes finas intercalados com células de paredes mais espessas e algumas séries de células pontuadas (Figura 27-E). Já nas secções transversais é possível perceber a existência de células parenquimáticas, caracterizadas por espessamentos lineares, paralelos, nas paredes horizontais (Estampa 11, Figura 2; Figura 27-D). Esse é um caráter original das células medulares e de valor sistemático; KUBBART (1914), ROTHEST (1899), STEINBÖCK (1926), GRIS (1872) e DOYLE & DOYLE (1948) conferiram às mesmas especial atenção. Em vista longitudinal tais células aparecem desde a periferia até o centro da medula em fileiras esparsas, simples ou duplas; são estreitas, de forma retangular, com 60 μm a 90 μm de comprimento e 10 μm a 15 μm de largura, intercaladas entre as séries do parênquima normal. Na secções longitudinais os referidos espessamentos lineares aparecem localizados junto às margens laterais das células (Estampa 11, Figuras 3 e 4; Figura 27-F). Nas secções longitudinais o formato geral de todas as células é o retangular e as unidades aparecem em fileiras mais ou menos regulares. Nota-se que na orla medular e nos arredores do canal vertical, central, as fileiras são representadas por células retangulares alongadas, enquanto que nas zonas intermediárias são mais largas, com introdução de fileiras unitárias de células parenquimatosas, pontuadas, ou células contendo espessamentos lineares (Figuras 27; C-F).

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO - Ao se observar o xilema primário, se a preocupação for a de localizar a posição do protoxilema ter-se-á pela frente um problema. À primeira vista este aparentará ser simplesmente endárqueo, mas, o exame do contorno medular, completo, oferece algumas dúvidas. Por exemplo, as Figuras 1 e 2 da Estampa 11: a primeira foto corresponde a vis

ta geral e, a segunda, ao detalhe de um dos lados, quase retil^íneo, da medula quadrangular. Apesar da rasura da secção, focalizada, na Figura 2, é possível observar a penetração mais profunda de traqueídeos (Figura 2: no alto, à direita) no corpo medular em alguns campos restritos. A proporção que se aproxima dos lobos (Figura 1, à direita) a penetração se faz maciça. Disso resultam secções longitudinais denotando ordenação centrífuga do corpo primário, e em alguns campos, a centrípeta. A Figura 4 da Estampa 11 mostra um campo centrípeta com alternância de elementos espiralados e reticulados, e, mais profundamente, duas fileiras irregulares de elementos estreitos com pontuações areoladas. Sendo assim, no espécime em discussão o protoxilema é, ao mesmo tempo, endárqueo e mesárqueo. Ao classificá-lo diz-se que é transicional. Geralmente a configuração mesárquea só é encontrada junto dos lóbulos, nas proximidades da região onde se formam os traços.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO - Os anéis de crescimento são bem demarcados, como o demonstram as Figuras 3 e 4 da Estampa 12. Contudo, a estruturação dos mesmos é complexa, devido à intromissão, abundante, de células parenquimáticas.

Não é possível opinar com segurança sobre o papel do parênquima localizado no limite do lenho final e inicial dos anéis. Poderia estar ligada a formação de novos elementos ou apenas teria função de atribuir maior plasticidade ao caule que se encurvaria durante o crescimento em torno de um apoio. As secções longitudinais mostram a constante presença do parênquima nos anéis. A peculiaridade maior das secções longitudinais situa-se, porém, na existência de espessamentos espiralados, nítidos, consistentes, cujas alças são estreitamente contíguas, em vista tangencial (Estampa 12, Figuras 3 e 5) e, nas secções radiais, só aparentes nos traqueídeos do lenho final. Numa observação rápida acredita-se que os espessamentos só se restringem as secções tangenciais. Mas, a observação detida das secções radiais indica a presença localizada dos mesmos. Tal evento encontra, talvez, explicação, no fato de que os traqueídeos, do lenho inicial, bem mais largos que os do lenho final ostentam

as paredes inteiramente pontuadas. Aí ocorrem quase sempre duas a três fileiras de pontuações areoladas, alternas, contíguas e hexagonais. As aberturas são nítidas e circulares (Estampa 12, Figura 6). O arranjo das pontuações é típico agathióide, assim como os campos de cruzamento, com 3, 4 - 6 pontuações areoladas, cujas aberturas são em fenda elítica (Estampa 12, Figura 4). Os raios homogêneos têm paredes lisas. São unisseriados com um a oito estratos celulares de altura (no máximo nove e em média cinco).

POSIÇÃO SISTEMÁTICA - Entre as formas gondvânicas conhecidas não há nenhuma idêntica à que se acaba de descrever. Conforme comentado, o morfogênero *Trigonomyelon* (WALTON) lembra essa forma devido ao aspecto lobulado da medula. No hemisfério norte tem-se o morfogênero *Parapitys* (ZALESSKY), cuja medula tem a forma pentagonal. Contudo, as diferenças existentes em relação aos dois citados gêneros são muito fortes, principalmente em razão do sistema de canais secretores medulares no espécime em questão, além da ocorrência de espessamentos espiralados nos traqueídeos do lenho secundário.

Nota-se que esse espécime associa caracteres araucarióides e taxóides, distinguindo-se, ainda, devido à composição do corpo lenhoso primário. Assim, torna-se evidente a necessidade de designar esta forma com nome genérico novo: *Catarinopitys* nov. gen. lembrando o Estado de Santa Catarina de onde procede o holótipo.

Fig.27. *Catarinopitya bittancourtii* gen. et sp. nov.: desenhos esquemáticos da secção transversal, vista geral (A); células medulares em vista transversal (B,C) e radial (E,F)

DIAGNOSE

Fragmentos de lenho de tipo gimnospérmico; secção transversal cilíndrica, simétrica; medula lobulada, grande, tetragonal; 3 mm por 2,6 mm quanto aos diâmetros maior e menor; maciça, parenquimática com células de paredes finas e células de paredes espessas, sub-arredondadas a poligonais em secção transversal, retangulares, em filas mais ou menos regulares em secção longitudinal; fileiras de células retangulares, alongadas e estreitas, com espessamentos lineares, paralelos, também visíveis em secção transversal, intrinsecas entre as células maiores; células parenquimáticas, medulares, de paredes lisas ou pontuadas; sistema de canais secretores compreendendo um vertical axial o qual emite, por níveis, um ramo radial, horizontal, orientado em direção da origem do traço; traços têm formação na extremidade dos lóbulos medulares; traços duplos e múltiplos; o corpo lenhoso primário forma cunhas planas na orla medular; protoxilema endárqueo e mesárqueo, em diferentes campos; mesárqueo junto aos lóbulos onde se originam traços; endárqueo, nas margens medulares laterais; corpo secundário do lenho com anéis de crescimento regulares, nítidos, com células de parênquima incluídas no limite entre o lenho final e o inicial; traqueídeos com espessamentos espiralados, alças estreitamente contíguas na secção tangencial; espessamentos idênticos só perceptíveis em alguns traqueídeos do lenho final, nas secções radiais; pontuações radiais dos traqueídeos em arranjo agathióide, em duas a três fileiras de pontuações contíguas e alternas com abertura central; campos de cruzamento com três, quatro a seis pontuações areoladas, com aberturas em fenda elítica e inclinada; raios homogêneos, unisseriados, com um a nove estratos celulares de altura.

ABIETOPITYS KRÄUSEL 1928

Abietopitys perforata KRÄUSEL 1928: Espécie-tipo

DESCRIÇÃO

ABIETOPITYS TAKEDAI sp. nov.

(EST.13, FIGS.1-4; EST.14, FIGS.1-6; FIG.28, no texto)

Holótipo: GP/3T. 1376. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.35II. Rio da Estiva, 110 m S do marco Km 139 da Rodovia BR-116 (entre Mafra e Papanduva, SC).

Horizonte: Arenitos de estratificação cruzada da base da Formação (Figura 5, no texto) Rio Bonito, SC.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: fragmento de lenho de tipo gimnospérmico, cilíndrico, descorticado e encerrando a medula. Não há relevos nem ornamentações de destaque na superfície externa. O comprimento é de cerca de 12 cm e o diâmetro, apenas 2,2 cm. A fração que restou do corpo lenhoso é mais espessa de um dos lados da amostra do que do outro sem que por isso denote fortes sinais de compactação. Em um dos lados a espessura do corpo lenhoso é próxima de 1,2 cm, e, do outro 0,5 cm o que significa que o ramo era aplainado em um dos lados e abaulado de outro. Quanto à forma assemelha-se aos ramos que crescem apoiados num suporte ou no substrato. A cor da amostra é amarela ferruginosa. A

fossilização deu-se por silicificação. Há depósitos secundários de óxido de ferro nas partes superficiais da mesma. A olho desarmado a medula é diminuta, com cerca de 0,5 mm de diâmetro. O contorno é o mesmo do cilindro vascular, abaulado de um lado e aplainado do outro. Ocupa o centro geométrico da amostra. Como a medula, os anéis de crescimento são nítidos a olho desarmado, com sinais de ondulações e enrugamentos.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: ao microscópio, a primeira evidência é o enrugamento e a ondulação na ordem normal das estruturas. Assim se apresentam os próprios anéis e o contorno medular (Figura 28-C), mas, as imagens não expressam compactação. Talvez, mais provavelmente, resultem da retração dos tecidos, "post-mortem", pela natural perda de água. O evento é especialmente comum em plantas que normalmente mantêm acúmulo de água nos tecidos, como sucedâneo a condições ambientais inóspitas.

A MEDULA - O contorno medular é palmilhado por cunhas de bojo convexo. Estas assumem o aspecto de franjas compostas por cunhas geminadas duas a duas. As duas cunhas geminadas separam-se por uma reentrância rasa, causada, por leve invaginação do parênquima medular intrometido entre elas (Estampa 13, Figura 4). As cunhas duplas, por sua vez, separam-se das duplas vizinhas por invaginações mais penetrantes do parênquima medular, no corpo lenhoso, resultando a configuração de raios primários largos. Há invaginações medulares no lenho, com o aspecto duplo-lobulado ou bifurcante (Figura 28-C). Fica evidente, pois, que cada lobo diz respeito a traços duplos (Estampa 13, Figura 1). Cada traço atinge a um máximo de cerca de 1 mm no corpo lenhoso secundário para depois desaparecer.

As células medulares, em secção transversal, têm como forma mais comum a poligonal. Há, nessa mesma secção, numerosos campos com aglomerados de material escuro, por dentro e por fora das células, de modo que é duvidoso tecer considerações sobre atividades ligadas a secreção. No centro da medula as células são maiores e mais regularmente poligonais. Na periferia medular

são menores, de forma poligonal ou variável. As células maiores às vezes ultrapassam 150 µm de diâmetro e as menores chegam até a 50 µm de diâmetro. Nas secções longitudinais o formato das células medulares é sub-retangular a poligonal com o eixo vertical mais longo que o horizontal. As periféricas são retangulares estreitas e as centrais são poligonais alongadas. Na periferia medular há esboços de organização em filas radiais; no centro da medula as células têm disposição irregular. Tanto na periferia como no centro do corpo medular aparecem células pontuadas de parênquima (Estamap 14, Figura 1). Há autores como KRAUSEL (KRAUSEL in PLUMSTEAD, 1963) que mencionam a presença de uma faixa parenquimatosa diferenciada na região perimedular. Assim acontece com *Taeniopitys scottii* (KRAUSEL, 1963). O espécime ora discutido expõe essa faixa, com cerca de cinco a seis séries celulares, cujas componentes são estreitas e longas. Nas áreas extra origm dos traços as células tendem a se estratificar por meio de filas longitudinais, ao passo que as do centro estão de sorganizadas e diferenciadas quanto à forma e o tamanho.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO - A apreciação do corpo primário do lenho, conforme os moldes clássicos, levaria a classificá-lo como endárqueo. Como sucede, porém, com numerosas formas permianas, de ambos os hemisférios, as exigências de classificação não são tão simples como parecem.

Em algumas das cunhas lenhosas, penetra ntes na medula, o protoxilema é nitidamente endárqueo (Estampa 13, Figuras 1, 2 e 4; Figura 28-B). Em outras cunhas, classificá-lo como endárqueo não seria a interpretação mais exata. Assim, tem-se que recorrer aos trabalhos de CHAUVEAU (1910) para melhor interpretar a condição do protoxilema. Nessa caso particular observa-se que alguns elementos vasculares, das primeiras fases de vascularização, persistem nas extremidades das cunhas, sem terem sido reabsorvidos por completo. Tais elementos primitivos aí aparecem em pequenos grupos ou em alças, projetadas para o interior da medula. As alças, quando presentes, quase sempre limitam uma lacuna de reabsorção (Estampa 13, Figura 4; Figura 28-A).

As secções longitudinais mostram campos em que a orde

nação dos elementos vasculares é normal e campos correspondentes aos grupos aprofundados na medula e as alças. Nesses grupos e nas alças se percebem duas ou mais séries de elementos areolados, junto a periferia medular, além da sequência de espiralados e anelados. Tudo indica que as séries de elementos avanzados, em alças, ou grupos, na medula, sejam os próprios elementos da fase intermediária aí persistentes. Conseqüentemente, no conjunto, ou seja, no corpo primário em geral, o protoxilema verdadeiro inexiste. Mas, em função da posição atual dos anelados e espiralados diz-se que ocorrem campos mesárqueos e endárqueos.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO - Aí se percebem anéis de crescimento nítidos a olho desarmado (Estampa 13, Figuras 1 e 2). A amostra devia corresponder a um ramo de pouca idade. Em secção transversal a forma mais geral dos traqueídeos varia entre a quadrangular e a retangular (Estampa 13, Figura 3). Isto se percebe onde não se deu o franzimento dos tecidos. Tal sorte de enrugamento ou franzimento indica ser muito mais conseqüência da perda de água, "post-mortem", do que resultado da compactação. Assim como no gênero *Antarcticoxylon* (SEWARD, 1914) o enrugamento das estruturas altera a concentricidade dos anéis e, às vezes, causa a formação de falsos anéis entre os verdadeiros. Fala-se em enrugamento de estruturas porque não se nota sinais de unilateralidade na orientação das mesmas, mediante compactação. Existem cerca de 12 anéis de crescimento e estes abrangem o inteiro contorno do cilindro vascular, com passagem marcante entre os elementos do lenho final e os do inicial. O lenho inicial de um anel, localizado em posição mediana, na fração preservada do estelo, tem cerca de 50 a 60 estratos celulares e o lenho final cerca de 3 a 4 estratos.

Em secção radial (Estampa 14, Figura 5) os traqueídeos mostram de uma a duas séries (até três séries) de pontuações areoladas, alternas, arredondadas, próximas umas das outras, mas, sem a estreita contiguidade que ocasionaria o formato hexagonal ou poligonal das mesmas. Quando em duas séries podem aparecer em duas fileiras, separadas, lembrando o arranjo cordaitóide. Os raios são unisseriados, com um a cinco (raro

seis) estratos celulares de altura. São heterogêneos os quais incorporam células parenquimáticas, com espessamentos espiralados, e raios que incorporam traqueídeos transversos com pontuações areoladas (Estampa 14, Figuras 2 e 4). Em consequência dessas características os campos de cruzamento são de dois tipos: os de células quase do tipo ereto com uma simples pontuação areolada, no centro do campo, ou, no máximo duas e os campos de células procumbentes os quais contêm pontuações areoladas, pequenas, numerosas, com cinco a seis ou até dez pontuações por campo (Estampa 14, Figura 6).

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: Diversos morfogêneros gondvânicos seriam susceptíveis de comparação com o plano anatômico da presente forma, não fora a peculiaridade marcante das células dos raios, quer em vista transversal, quer em vista tangencial, ou ainda a composição dos campos de cruzamento. Até o que as investigações podem adiantar, no presente, só eram conhecidos raios heterogêneos, nas forams gimnospérmicas, a partir do Mesozóico (GREGUSS, 1953; VOGELLEHNER, 1967, 1968). Um espécime brasileiro, com características idênticas nos raios (MUSSA, 1973-f) foi descrito em publicação anterior oriundo dos sedimentos Pirambóia (Mesozóico), Minas Gerais. Portanto, o quadro anatômico dos raios, incorporando traqueídeos transversos, é pouco usual com respeito ao Permiano. Sendo assim, no que toca ao espécime questionado os caracteres associados do xilema secundário (abietóides, cordaitóides), da medula e do xilema primário denotam um plano lenhoso próprio. Por exemplo, raios dessa natureza só as Pinaceae os possuem, entre as plantas gimnospérmica recentes. Com respeito ao corpo primário dir-se-ia, à primeira vista, que se trata de uma forma mesárquea, mas, ao contrário, a secção transversal pode associar campos mesárqueos e endárqueos. Há campos da mesma secção em que os elementos primitivos foram reabsorvidos, restando em seu lugar uma lacuna de reabsorção e há campos em que restaram pequenos grupos de elementos vasculares, separados do corpo do lenho, e aprofundados na medula; ao mesmo tempo, há campos tipicamente endárqueos. Assim, a forma encontra-se num estágio evolutivo transicional do sistema vascular e as feições "primárias" ne

la presentes não são comparáveis às de nenhum gênero conhecido de gimnosperma recente. Ao mesmo tempo a medula, relativamente grande, difere das presentes em formas gimnospérmicas recentes em geral.

É possível comparar a presente amostra: a) quanto a estruturação geral da medula, aos morfogêneros *Taeniopitys* (KRSL, 1963) e *Megaporoxylon* (KRSL, 1956, b) quanto ao corpo primário do lenho a *Megaporoxylon* (KRSL) e *Abietopitys* KRSL; c) em relação ao corpo lenhoso secundário, a *Abietopitys* (KRSL). Mas, relaciona-se ao tipo *Australoxylon* (Grupo I) de MARGUERIER (1973) no que tange ao arranjo das pontuações radiais dos traqueídeos. Ora, as características gerais da medula e as do lenho secundário, afins a *Australoxylon* Grupo I (tipo cordaitóide) são, de certa forma, comuns a numerosos morfogêneros. Mas, a composição do corpo primário do lenho associada aos caracteres abietóides (pinóides) dos raios, e, conseqüentemente, dos campos de cruzamento, só dizem respeito ao morfogênero *Abietopitys* (KRSL, 1928). Por isso, tem-se aqui a descrição de uma nova espécie do morfogênero. Esta é dedicada ao Dr. FRANCISCO TAKEDA, Professor da U.F.S.C., pela colaboração nos trabalhos de localização da ocorrência fossilífera e coleta das amostras, da Formação Rio Bonito, em questão.

DIAGNOSE

Fragmento lenhoso cilíndrico, tipo gimnospérmico; medula central, parenquimática maciça; contorno levemente lobulado devido a invaginações do parênquima no lenho; periferia medular com faixa parenquimática diferenciada das células centrais; células periféricas retangulares, menores, aproximadamente estratificadas; células centrais em arranjo irregular; tanto as células centrais quanto as periféricas com paredes lisas ou pontuadas; algumas células de paredes espessadas; corpo primário do lenho distribuído nos ápices das cunhas plano-convexas; conservação de alguns elementos da fase intermediária ou dos primeiros da fase de superposição, sob a forma de pequenos grupos destacados das cunhas ou formando alças limitantes de uma lacuna de reabsorção; campos

de xilema endárqueo associados a campos de xilema mesárqueo; cor po secundário do lenho com anéis de crescimento nítidos, ondula dos ou enrugados; diferença clara entre os últimos elementos do lenho final e os primeiros do lenho inicial; pontuações areola das nas paredes radiais em uma ou duas séries (raro três) de pon tuações alternas, sub-arredondadas; não há contiguidade estreita entre as pontuações; em geral, quando bisseriadas o arranjo se dá em duas fileiras separadas; campos de cruzamento dos traqueí deos transversos contendo em geral uma pequena pontuação areola da no centro do campo ou no máximo duas; campos de cruzamento do parênquima radial ostentando numerosas pontuações menores, aga thióides, em número de cinco a seis, no máximo dez pontuações por campo; leves espessamentos espiralados às vezes perceptíveis no parênquima radial; raios unisseriados com um a cinco (seis) es tratos celulares de altura; homogêneos simples e heterogêneos de tipo abietóide.

Fig. 28. *Abietopitys takadai* sp. nov.: desenhos esquemáticos de campos da secção transversal com protoxilema mesárqueo (A), endárqueo(B) e (C) vista geral da secção

SOLIDOXYLON nov. gen.

Solidoxylon mafrense sp. nov.; Espécie-tipo

DESCRIÇÃO

SOLIDOXYLON MAFRENSE sp. nov.

(EST.15, FIGS.1-4; EST.16, FIGS.1-6; FIG.29, no texto)

Holótipo: GP/3T. 1357. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.35 II. Rio da Estiva, 110 m ao S do marco Km 138, da BR-116 (entre Mafra e Papanduva, SC).

Horizonte: Arenitos de estratificação cruzada da base da Formação Rio Bonito, SC (Figura 5, no texto).

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Trata-se de um dos espécimes mais interessantes coletados na ocorrência. Corresponde a um fragmento de órgão vascular com cerca de 40 cm de comprimento e 12 cm de diâmetro. A altura de 15 cm abaixo de uma das extremi

Fig.29. *Solidoxylon mafrense* gen. et sp.nov.; desenhos esquemáticos da secção transversal ao nível de uma ramificação(A); e campos de cruzamento peculiares(B).

dades conservou-se uma fração de ramificação ligada ao corpo principal, com 5 cm de extensão e 1,6 cm de diâmetro (Estampa 15, Figura 1). A ramificação é mais larga na extremidade conectada ao tronco e parte do corpo principal num ângulo de 35° . O espécime poderia ter sido cilíndrico, mas, fossilizado, apresenta-se achatado em um dos lados e abaulado de outro. A semelhança de diversos espécimes coletados na mesma localidade lembra o aspecto de plantas que se apoiam em suportes ou no substrato. Contudo, poderia traduzir o formato comum das raízes sub-superficiais e tabulares. Após seccionada, a superfície transversal mostra um centro diminuto semelhante à medula. Desde esse centro observam-se anéis de crescimento em sucessão regular os quais sobressaem pelo ritmismo e concentricidade. As secções transversais em série continuam a mostrar idêntica regularidade até ao nível da ramificação. Aí começa a se acentuar relativa perturbação, a partir dos anéis mais externos até os mais internos, com o aparecimento de duas incisuras no arqueamento dos anéis. Essas aumentam gradualmente através da distância de 1,5 cm a 2 cm, em relação ao eixo vertical do espécime. Afinal, duas estruturas novas aparecem definidas à maneira de dois estelos, isto é, o estelo principal e o subsidiário, da ramificação, ambos praticamente com o mesmo porte (Figura 29-A). Nas margens da secção transversal seccionada há esboços de estelos menores formados da mesma maneira.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Ao microscópio vê-se que não se trata de um evento de diastelia, pois as unidades estruturais formadas são intimamente relacionadas com o estelo principal. Diferentemente de *Myelontodoxylon*, não há a formação de uma faixa parenquimática onde se originam raios e traqueídeos novos na região intermediária das unidades estruturais. Os próprios anéis de crescimento é que se orientam em torno do estelo da ramificação estendendo-se daí em direção ao estelo vizinho (Estampa 15, Figura 2). O centro dos estelos neo-formados é que são a sede de formação dos elementos novos, integrantes de cada unidade.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: A medula inexistente no centro da secção. O plano estrutural é mais próximo daquele relativo às

raízes do que aos caules. Se se trata, de raiz, deve ter correspondido a uma atípica ao ser comparada com os padrões anatômicos da maioria das raízes recentes. A Figura 4 da Estampa 15 focaliza o centro do estelo em vista transversal. Aí se distinguem, nitidamente, pelo menos, três polos exárqueos de protoxilema. O que há de atípico nessa configuração é que os elementos do corpo primário organizam-se em filas simples, independentes umas das outras, orientadas radialmente, a começar do centro do estelo. Cada fila compõe-se de quatro a cinco elementos, em vista transversal, cujo diâmetro é bem menor que o dos demais elementos presentes na secção. As séries ou filas de elementos primitivos, ainda em vista transversal, têm cerca de 150 μ m a 200 μ m e correspondem, em geral, a dois, três ou mais *loci* exárqueos de protoxilema. Tais séries partem do centro do órgão vascular e o metaxilema tem o desenvolvimento intermediário em relação às mesmas (Estampa 15, Figura 4), isto é, desenvolve-se quase sem ordenação radial no espaço compreendido entre as séries de elementos primitivos. Em todas as secções transversais obtidas, seja nos níveis em que o estelo se apresenta simples, seja nos níveis de ramificação, o corpo primário se apresenta com idêntica configuração. A Figura 2, da Estampa 15 corresponde à secção transversal abrangendo também o estelo não-formado da ramificação. A secção passou um pouco inclinada no centro deste, de modo que os elementos primitivos são vistos quase que longitudinalmente.

Nenhuma das secções longitudinais captou indícios de medula. Simplesmente, na parte correspondente ao centro podem aparecer elementos escalariformes e reticulados, curtos. São, possivelmente, os correspondentes às séries de elementos primitivos percebidos nas secções transversais. Tais elementos são logo seguidos por traqueídeos pontuados, de início mais curtos e largos, e, posteriormente, mais longos, cujo diâmetro varia em relação à posição inicial ou final nos anéis.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Os traqueídeos secundários dispõem-se em filas radiais, no estelo simples, mas, subordinam-se às perturbações de formação dos estelos de ramificações. Por

tanto, onde os anéis sofrem desvios, no rumo concêntrico, ou onde aparecem as incisuras relativas à individualização de novos estelos, subsidiários de ramos, o arranjo radial dos traqueídeos se desorganiza. A forma geral dos mesmos, no lenho final de um anel, é geralmente quadrangular, passando à forma sub-poligonal e retangular, no lenho inicial. Em vista transversal as paredes dos traqueídeos não se mostram muito espessadas, mas, longitudinalmente, o espessamento se ressalta no lenho final. Característica marcante dos traqueídeos, em vista longitudinal, é, talvez, o número elevado de séries de pontuações areoladas. Quase sempre se encontram duas a três séries no lenho final do anel, e, quatro e até cinco séries, no lenho inicial. As pontuações são quase sempre hexagonais, alternas e contíguas, no lenho inicial (Estampa 16, Figura 3). Têm forma sub-arredondada e achatada, pela contiguidade e alternância, no lenho final dos anéis (Estampa 16, Figura 5). São pontuações guarnecidas (Estampa 15, Figura 3) como as que se encontram, comumente, nas espécies recentes dos gêneros *Agathis* e *Abies*. Não se concorda em classificar tal arranjo, em fileiras numerosas, como de tipo araucarióide. Com certa margem de elasticidade conceitual o arranjo ora apreciado enquadra-se melhor no tipo agathióide, ou, mais precisamente, no tipo cycadóide. Todavia, no que toca às pontuações de campos de cruzamento o espécime se distancia sobremaneira dos tipos aventados. No lenho final dos anéis (Estampa 16, Figura 6) as pontuações de campo são, em geral, sub-circulares com aberturas amplas, lenticulares, inclinadas. O diâmetro maior das aberturas situa-se entre 10 μ m a 12 μ m e o diâmetro menor entre 5 μ m e 8 μ m. A pontuação ocupa quase o campo inteiro e tem cerca de 20 m - 24 m. No lenho inicial vê-se que as pontuações abrangem o campo por completo, e, por isso, têm forma tabular, com aberturas em fenda horizontal. Tais aberturas são alongadas, quase tanto quanto as respectivas pontuações. Nas extremidades a fenda ou abertura emite ramos que sulcam a orla da pontuação de tal maneira que esta parece ser subdividida em várias meia-luas. Estão aí patentes pontuações de campo (Estampa 16, Figuras 1, 2 e 6) semelhantes às que ocorrem nos gêneros *Acmopile*, *Dacrydium*, *Phyllocladus* e algumas espécies de *Podocarpus* (Podocarpaceae);

Juniperus e *Thuja* (Cupresaceae) e diversas espécies de *Pinus* (Pinaceae). Todavia, a referida semelhança ocorre com nuances, especialmente no lenho inicial do anel, como se acabou de descrever. Claramente, o tipo de pontuação que mais se aproxima, no caso, é o pinóide, sem o detalhe das aberturas em fenda linear atingindo até à borda da pontuação. Na verdade, são pontuações de morfologia incomum (Figura 29-B) entre as formas recentes e fósseis, conhecidas, por isso constituem um tipo próprio ao morfogênero. Não são perfeitamente idênticas (lenho inicial) as que KRAUSEL (1928, 1949, 1956 a, b) denominou "eipores" (= ovíporos) dos morfogêneros *Protophyllodoxyton* e *Phyllocladopytis* e nem correspondem aos "circumpores" (lenho final) de GREGUSS (1953).

As secções tangenciais da amostra indicam paredes lisas para os traqueídeos e raios unisseriados com um a oito (dez) estratos celulares de altura. Na região em que os anéis sofrem desvios de rumo as células dos raios quase sempre encerram um conteúdo escuro que lembra secreção resinosa (Estampa 16, Figura 4). Assim também a secção orientada demonstra distorsões, pois os raios vistos tangencialmente são cortados com inclinação e voltados para o plano radial.

RAMIFICAÇÕES: Conforme o descrito, a formação de traços começa a se dar por uma gradual perturbação na regularidade dos anéis de crescimento. Estes mudam o percurso natural para contornarem a nova unidade anatômica, formada no seio do estelo principal. Tal perturbação resulta da atividade parenquimática das células radiais ao nível do lenho inicial do anel. Até certo ponto, o evento se assemelha ao que se passa em *Myelontodoxyton*. Mas, nessa última forma existe uma zona parenquimática entre os estelos onde se originam componentes novos do lenho. Em *Myelontodoxyton* a medula passa por uma dinâmica de subdivisão em que cada ramo do corpo medular se destina a um nêo-estelo. No caso ora discutido, um feixe diferenciado entre os demais torna-se o centro fascicular do novo estelo, cuja individualização tem início com a mudança de percurso dos anéis de cresci

mento. Os anéis internos tornam-se cada vez mais independentes para se disporem em torno dos estelos das ramificações, ao passo que os anéis mais externos, gradualmente, contornam todos os não-estelos situados nos limites do cilindro vascular. À medida em que se avança para os anéis mais externos vê-se que estes são comuns a ambas as unidades individualizadas no estelo maior.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: O plano anatômico do espécime é comparável, em seus aspectos principais, ao lenho secundário de *Phyllocladopitys* KRSL (1928), *Protophyllocladoxylon* KRSL (1939) e *Megaporoxylon* KRSL (1956). O primeiro morfogênero, no entanto, só diz respeito a fragmentos de lenho secundário; o segundo e o terceiro dizem respeito a lignispécimes medulados, diferentes da composição apresentada pela forma que ora se discute, cujo núcleo central do estelo é lenhoso e maciço.

Em virtude, pois, da impossibilidade de se incluir a amostra questionada em quaisquer dos morfogêneros conhecidos, considera-se, com respeito à mesma, um novo morfogênero.

DIAGNOSE

Fragmento de lenho de tipo gimnospérmico, amedulado. Centro do estelo lenhoso, maciço. Corpo primário, no centro do estelo, representando por simples séries, independentes, de elementos primitivos; tais séries compreendem filas radiais, curtas, iniciadas no centro do estelo, em número de duas, três (ou mais); cada fila radial de elementos primitivos compreende, em vista transversal, quatro a cinco traqueídeos correspondentes ao protoxilema exárqueo; metaxilema situado entre as filas radiais de elementos primitivos; em vista longitudinal compreendem traqueídeos escalarrifformes e reticulados, escassos, logo seguidos por traqueídeos secundários areolados; corpo secundário do lenho com anéis de crescimento regulares, concêntricos; perturbações no rumo dos anéis

ao nível das ramificações; estas se definem pela diferenciação de um feixe que se torna o centro fascicular de um novo estelo em formação no seio do estelo principal; os anéis de crescimento mais internos passam a contornar independentemente os novos estelos formados; os anéis mais externos arqueiam-se normalmente abrangendo todas as néo-estruturas incorporadas no estelo principal; traqueídeos secundários com numerosas séries de pontuações areoladas, hexagonais a poligonais, contíguas, alternantes, guarnecidas; em geral, três a quatro séries; mais raramente cinco séries de pontuações areoladas, no lenho inicial do anel de crescimento; campos de cruzamento de tipo pinóide, com nuances; no lenho final uma só pontuação de forma sub-circular (e abertura lenticular-inclinada) que ocupa o campo inteiro, raro duas; uma só pontuação tabular, procumbente, abrangendo por completo o campo, no lenho inicial; nessas últimas, abertura em fenda linear, horizontal, sulcam a areola da pontuação em meias-lua; raios unisseriados com uma dez estratos celulares de altura.

PAULISTOXYLON nov. gen.

Paulistoxylon inflatum nov. sp.: Espécie-tipo

DESCRIÇÃO

PAULISTOXYLON FORMOSUM sp. nov.

(Estampa 17, Figuras 1-4; Estampa 18, Figuras 1-6)

Holótipo: GP/3T. 1336. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP. 35 II. Rio da Estiva, 110 km ao S do marco km 139 (entre Mafra e Papanduva), BR-116, SC.

Horizonte: Arenitos de estratificação cruzada da base da Formação Rio Bonito, SC (Figura 5).

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Pequeno espécime de lenho, de forma cilíndrica, com cerca de 15 cm de comprimento, por 2,8 cm

de diâmetro. A medula tem, aproximadamente, 8 mm quanto ao diâmetro maior e 4,5 mm quanto ao diâmetro menor. Em comparação com o diâmetro da amostra a medula é ampla. Há evidências de descorticação do espécime, porque as zonas do lenho, correspondentes aos limites dos anéis, são fracas, e se destacam com facilidade. O formato do corpo medular parece ter sido circular. Mas, alguma sorte de retração de tecidos provavelmente ocorreu seguida de certo grau de compactação. A forma atual é a elíptica um pouco comprimida. O contorno é lobulado irregular (Estampa 17, Figura 2). Com bastante evidência se percebe o percurso dos anéis de crescimento a olho desarmado.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - parenquimática, não muito bem preservada. É possível, porém, documentar a apreciação sobre sua composição. A secção transversal (Estampa 17, Figura 2) denuncia caráter maciço transicional com lacunas elípticas alongadas. Percebe-se, com evidência, a disposição radial das mesmas, tendo o começo a partir das margens da medula. As secções longitudinais expõem tais lacunas alongadas no sentido horizontal as quais conferem ao corpo medular a feição de septação, isto é, de medula diafragmada (Estampa 17, Figura 4) do tipo *Artisia*. Na secção tangencial verifica-se em um dos campos a formação de um traço de ramo (Estampa 17, Figura 3). Na medula do mesmo as referidas lacunas desorganizam-se, em parte, quanto à posição horizontal e se dispõem em acompanhamento ao rumo do traço (Estampa 17, Figura 3). As lacunas em formação têm o aspecto discóide, com abaulamento mediano. Desde logo, porém, adquirem posição definida. Começam na margem e morrem na região mediana do corpo medular. Devido ao estado de preservação pouco satisfatório da amostra acreditou-se, a princípio, que se tratavam de rasuras por má conservação dos tecidos, ou desgaste irregular durante a laminação. Entretanto, há secções passando por níveis bem preservados, com evidências de atividade meristemática, devido à formação de traços (Estampa 17, Figura 3). Aí as lacunas não-formadas aparecem claramente organizadas em sistema bem definido. Tal fato faz com que sejam encaradas como estruturas anatômicas verdadeiras. Fazem par

te do plano anatômico da medula. Aproximam a composição da mesma à encontrada nos gêneros *Cordaites* Unger (província euro-americana), *Septomedullopitys* LEPEKHINA (província euro-americana), *Solenoxylon* KRAUSEL (Gondvana africano) e *Solenobrasiloxylon* MUSSA (Gondvana brasileiro).

A natureza das células medulares é preponderantemente parenquimática. Há um conteúdo escuro, difuso entre as mesmas. Este preenche o lúmen de algumas delas, principalmente as daquelas situadas na periferia medular. Tal conteúdo simula a resina comumente presente em células de paredes espessas mas é incerto. Pode tratar-se de um depósito mineral. A par disso, aitambém ocorrem depósitos intersticiais de limonita precipitados após a fossilização, como preenchimento secundário de interstícios e meatos. O fato dificulta o reconhecimento da existência real de esclereídeos associados às células parenquimáticas. Não obstante isso verifica-se, com certeza, a natureza diagramada da medula, cujos septos se constituem de células parenquimatosas.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: A Figura 1 da Estampa 17 expõe um campo em que o protoxilema endárqueo mergulha na periferia medular. Nesse limite o lenho tem a configuração de cunhas de extremidades afiladas. Há campos em que alguns pares de cunhas chegam a limitar uma lacuna acelular. Ao que tudo indica esta deve, também, corresponder ao que CHAUVEAU (1911) denominou de lacuna de reabsorção. Mas, no caso presente a reabsorção progrediu a ponto de restarem apenas os elementos da fase de superposição.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: A Figura 2 da Estampa 17 e a Figura 1 da Estampa 18 expõem em primeiro plano os anéis de crescimento nítidos. Nota-se que os mais próximos da medula, como o próprio contorno medular, são ondulados. O espaçamento entre os mesmos é váriável. Os anéis mais distantes são regulares. Considera-se que a ondulação dos anéis, mais próximos da medula, resulte de uma sujeição destes à retração

do tecido medular. A Estampa 18, Figura 1 mostra o forte contraste existente entre o lenho inicial e o final de um anel, cuja amplitude é razoável, indicativo de longo período de condições inóspitas, durante o crescimento do tronco.

As secções transversais do corpo secundário não mostram nenhum caráter de exceção presente nos anéis, nos raios e nos traqueídeos. As secções longitudinais não denotam bom estado de preservação em todos os campos. Nas secções radiais alguns campos permitem averiguar o arranjo araucarióide presente no lenho final dos anéis (Estampa 18, Figuras 3 e 5). Aí aparecem, em geral, uma a duas séries de pontuações contíguas, mas há também composições próprias em que aparecem fileiras unitárias de pontuações contíguas e, por alguma distância, filas duplas (Estampa 18, Figura 5). Quando em filas duplas as pontuações são alternas. No lenho inicial os campos são araucarióides, mas, aparecem variações em alguns deles como se observa na Figura 6 da Estampa 18, em que o arranjo se aproxima, muito mais, do tipo *Australoxylon* (Grupo II) MARGUER.

Os campos de cruzamento só se tornaram perceptíveis nas lâminas de maior espessura, razão por que em nenhuma das fotomicrografias saíram nítidos. Todavia, deixam perceber que correspondem ao tipo araucarióide com 3-4 (5) pontuações por campo (Estampa 17, Figura 3).

Como em todos os espécimes, caracterizados por anéis de crescimento, ondulados, foi difícil de se obter secções tangenciais bem orientadas. A Figura 4 da Estampa 18 expõe uma dessas secções dentre as melhores obtidas. Vê-se aí que os raios são homogêneos, de altura pouco significativa, isto é, têm apenas 1 a 2 estratos celulares de altura, e, no máximo, e mais raramente, 5-6 estratos celulares.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA DO ESPÉCIME: Apesar do estado de conservação um pouco precário há campos que oferecem perceptibilidade bem clara. Sendo assim, foi possível classificar o espécime. A par de outros espécimes idênticos encontrados na Formação Irati, SP, verifica-se que a medula incorpora caracteristí

cas anatômicas novas no que concerne à septação em morfogêneros da província paleoclorística gondvânica.

Enquadrar-se-ia perfeitamente no gênero *Damudoxylon* MAHESH. (1966) *emend.* MAHESH. 1972 devido às semelhanças relacionadas à composição dos lenhos secundário e primário. As secções transversais da medula também são aparentemente aproximadas. Hesita-se, porém, na inclusão dessa amostra no referido morfogênero em vista da presença patente de lacunas medulares, orientadas, as quais, evidentemente, não correspondem a rasuras do tecido ou à desintegração por efeito da laminação. Os "peels" expõem as mesmas estruturas as quais, ao nível da formação de um traço (secção tangencial) sofrem transtornos de posição, como as próprias células do parênquima medular, orientadas no sentido da evolução do traço. Por conseguinte, tais lacunas de ordenação definida até na medula em esboço do traço sujeitam-se com bastante evidência à programação de cunho genético. Dessa maneira, representam um caráter sistemático forte que não justificaria a simples separação como nova espécie do morfogênero *Damudoxylon*. Comparem-se, por exemplo, os três gêneros gondvânicos estabelecidos em bases tais como nas Figuras 21 e 22. Assim se constatará a individualidade da composição medular da presente forma. O mesmo acontecerá se for comparada com morfogêneros conhecidos do hemisfério boreal. O plano anatômico do espécime ora descrito demonstra composição conforme o plano anatômico de *Cordaites* UNGER no que tange ao corpo primário e secundário do lenho. Com pertinência à medula há pequenas nuances relacionadas à amplitude do desenvolvimento das lacunas horizontais. Na amostra em discussão essas não evoluem até à feição discóide perfeita. Não recobrem o diâmetro completo do corpo medular, como no gênero *Cordaites*. Essa, talvez, seja a característica anatômica mais importante do espécime brasileiro a qual propõe ressaltar em relação ao gênero *Cordaites* UNGER. Resultam, certamente, de variações ambientais em províncias paleoflorísticas independentes.

Há controvérsias entre morfologistas paleobotânicos sobre a ocorrência genuína de *Cordaites* no Gondvana. Tende-se a classificar as folhagens próximas do referido gênero em unidade independente, isto é, *Noeggerathiopsis*. No presente contexto não

cabe discutir tal controvérsia. Faltam, por exemplo, estudos sistemáticos em ocorrências fossilíferas de formações sedimentares contemporâneas, da parte norte do Brasil. Esses, somente, é que orientariam sobre o melhor comportamento a seguir, especialmente no que toca a sistemática de lignispécimes caracterizados como a amostra em questão.

HSU & BOSE (1952) descreveram um espécime fossilizado de idade provável entre o Carbonífero Luperni e o Permiano Inferior, do Shansi Central, China. Este foi incluído no gênero *Cordaites* UNGER pelo fato de a medula ter caráter discóide. Em vista das ilustrações, parece que as pontuações de campo de cruzamento não se filiam muito bem ao tipo cordaitóide, porém ao podocarpóide. Portanto, a respeito da aplicação do nome *Cordaites* à espécie há necessidade de nova ponderação.

Mediante os questionamentos em pauta descreve-se a amostra como nova espécie da unidade taxionômica *Paulistoxylon* (novo morfogênero discutido no texto). A espécie-tipo do mesmo procede da Formação Irati (*Paulistoxylon inflatum*) do Estado de São Paulo. Outro espécime de maior porte, de composição idêntica a este (Estampa 89, Figuras 1, 2) foi encontrado na mesma localidade. O tecido medular porém, está inteiramente decomposto. Restou, no lugar da medula, um verdadeiro molde em arenito fino o qual deixa perceber que se trata de medula tipo *Artisia*.

DIAGNOSE

Fragmento medulado de lenho, de tipo gimnospérmico. Medula elítica, por retração dos tecidos e compactação, parenquimática, septada; lacunas inter-diafragmas a partir de cada margem do corpo medular, estendidas em sentido horizontal até à região mediana, onde morrem; programação semelhante perceptível na medula neo-formada de uma ramificação; traços simples; corpo primário em cunhas estreito-alongadas, penetrantes na medula; protoxilema endárqueo; xilema secundário com anéis de crescimento evidentes.

dentes; primeiros anéis mais ondulados que os subseqüentes; ca racterísticas gerais do corpo secundário, agathióides; pontua ções radiais dos traqueídeos em uma, duas a três séries, contí guas, hexagonais a sub-arredondadas, quando em fileiras simples, alternas quando em fileiras múltiplas; arredondadas e afastadas em casos esporádicos, na parte mediana dos elementos do lenho inicial dos anéis; três a quatro pontuações cupressóides nos cam pos de cruzamento. Raios unisseriados com um a três (cinco) es tratos celulares de altura.

CONSIDERAÇÕES DE ORDEM PALEOECOLÓGICA: As medulas re feridas como septadas ou diagramadas, ou, ainda, discóides, co mo no caso específico do gênero *Cordaites*, são interpretadas co mo feições xeromórficas, ou seja, como recurso de defesa da plan ta mediante condições inóspitas, não rotineiras, durante seu ci clo de vida. Tais condições, em geral, referem-se à presença de águas pouco adequadas à fisiologia da planta ou ao fornecimento, apenas periódico, de águas aproveitáveis pelo organismo da plan ta. Diversas dentre as plantas recentes adotam recursos seme lhantes e tais feições anatômicas, quase sempre, só dizem respei to a um ou alguns gêneros de uma família.

No espécime que se descreve tal característica medular, associada às características perceptíveis, de retração e enruga mento, da margem da medula, acompanhada da retração e ondulação dos primeiros anéis, leva a considerar que, no ambiente de vida, sucedia alguma sorte de injunção, estimuladora do recurso de de fesa. Essa poderia ser traduzida, ou por efeito de más condi ções da água ambiental, ou por efeito de suprimento escasso. Em ambos os casos haveria a premente necessidade do recurso de cap tura e de armazenagem, de água adequada, à planta carente, duran te condições agressivas de vida.

Ora, as duas feições comentadas, a da septação da medu la e a do enrugamento dos primeiros anéis, poderiam ser tomadas como contraditórias. A primeira, interpretada como estrutura armazenadora, e, a segunda, como feição resultante de dessecamen to. Contudo, a segunda feição não contradiz a primeira. Ao con

trário; a retração sugere relativa pobreza da água ambiental durante períodos e justifica a disponibilidade, relacionada com a adoção morfológica da septação, para armazenagem e garantia de vida.

A maioria das localidades fossilíferas da Formação Rio Bonito retratam ambientes próximos do litoral e, de preferência, deltáicos. Sendo assim, é fácil de se compreender que haveriam de predominar, durante muitos meses do ano, águas ambientais sa_lôbras. As atenuações ocorreriam em períodos de pluviosidade (anéis sazonais presentes). Eis porque, possivelmente, a premên_{ci}a e armazenagem de águas, adequadas, fornecidas só por perío_{do}s.

DAMUDOXYLON

Damudoxylon waltonii MAHESH. 1967 *emend.* MAHESH. 1971

DESCRIÇÃO

DAMUDOXYLON DELICATUM sp.nov.

(Estampa 19, Figuras 1-4; Estampa 20, Figuras 1-6)

Holótipo: GP/3T. 1355. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP 35 II. Rio da Estiva, 110 m ao S do marco km 139 da Rodovia BR-116 (entre Mafra e Papanduva) SC.

Horizonte: Arenitos de estratificação cruzada da base da Formação Rio Bonito (Figura 5) SC.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: A amostra representa uma fração de ramo de 7 cm de comprimento por 2,5 cm de diâmetro. A medula ocupa a posição central com cerca de 1,2 cm quanto ao diâmetro maior e 0,9 cm quanto ao menor. A forma original do ramo teria sido a cilíndrica, mas, depois de fossilizado, apresenta-se com certo grau de achatamento, o que atribui ao mesmo a forma

elipsóide em secção transversal. Além dessas características não há no espécime qualquer outro pormenor que se possa destacar a olho desarmado. Não existem cicatrizes de ramificação ou ornamentação superficial que mereça menção.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - O contorno é circular achatado, quase elítico em vista transversal, porém levemente sinuoso. É remontado por cunhas plano-convexas do lenho. A natureza do corpo medular é parenquimática, maciça, heterocelular. Em secção transversal compõe-se de células quase isodiamétricas multiangulares, de paredes mais finas na região central da medula. As periféricas têm paredes um pouco mais espessas, existindo as de paredes lisas e as pontuadas. Tanto na secção transversal quanto nas longitudinais as pontuações são simples, com a feição de pequeninas fendas, circulares a lenticulares. Longitudinalmente as células parenquimatosas têm o formato retangular, alongado no sentido do eixo vertical. Por curtas distâncias, ao longo do mesmo eixo longitudinal chegam a se organizar em fileiras quase regulares, mas logo se desorganizam (Estampa 19, Figura 2). Acredita-se que tal não advinha da natural compactação do espécime, durante a fossilização, porém, do intrometimento de células geralmente globosas, mais escuras que as demais, do tipo de células secretoras as quais se tornam como que centros de atração das células parenquimáticas ao redor. As células secretoras aparecem esparsas ou formam pequenos grupos de duas a três células somente. Nas secções longitudinais aparecem esparsas, grupadas ou em filas curtas que não chegam a evoluir para a estrutura de dutos secretores.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: A região limite com a medula tem a configuração de cunhas plano-convexas, crescimento centrífugo. Nas margens das mesmas os elementos primários abrangem a amplitude de cinco a seis camadas celulares (Estampa 19, Figura 1). O protoxilema é endárqueo, com localização lateral em relação ao contorno das cunhas.

Quase sempre os elementos primários e os primeiros

estratos de células medulares limitam uma lacuna em meia-lua nos ápices das cunhas, cujo lado plano da lacuna está voltado para o corpo lenhoso e o lado curvo para o corpo medular em contato com células secretoras ou com células pontuadas do parênquima. O mesmo quadro descrito se repete em numerosas cunhas na periferia medular. Em vista longitudinal a região do protoxilema apenas inclui vestígios de elementos anelados. Aí ocorrem elementos espiralados de espirais frouxas, e, no metaxilema os espiralados, de espirais contíguas, e os escalariformes. Não se identificou elementos reticulados.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Anéis de crescimento pouco nítidos e de fraca expressão. A Figura 3 da Estampa 19 ilustra um campo de transição do lenho inicial para o final. Nota-se, (em baixo e no centro da foto) que apenas existe uma leve variação de forma e de tamanho dos elementos vasculares. Em vista transversal a forma mais geral dos traqueídeos é a quadrangular a sub-quadrangular. Ordinariamente ocorrem irregularidades na ordenação das fileiras radiais dos traqueídeos. Os raios são bem formados, de paredes lisas, separando feixes de três a seis ou mais (radiais) traqueídeos. Algumas células radiais, nessa secção, chegam a atingir cerca de 50 μ m - 60 μ m de comprimento, ao passo que o diâmetro médio dos traqueídeos varia entre 20 μ m a 25 μ m. Se na secção transversal os anéis de crescimento são pouco nítidos, nas secções radiais têm expressão muito própria. Aí o lenho inicial forma seqüências de elementos largos e mais curtos que os do lenho final, cujas paredes terminais formam um ângulo agudo de modo que o aspecto dos traqueídeos é fusiforme (Estampa 20, Figuras 1 e 2). Nessa região do anel as paredes radiais dos traqueídeos são cobertas por pontuações areoladas, alternas, hexagonais com estreita contiguidade entre elas. São freqüentes os traqueídeos bi e trisseriados e raros os unisseriados (Estampa 20, Figuras 1, 2, 3 e 5). O tipo de arranjo condiz com o agathióide. As Figuras 4 e 5 da Estampa 19 expõem campos longitudinais do lenho final do anel. Os traqueídeos são uni e bisseriados, cujas pontuações têm forma sub-poligonal e sub-arredondadas. São alternas, contíguas, ocorrendo variações. Então, aparecem campos de oposição como no

tipo *Australoxylon* de MARGUERIER (1973). Por sua vez, os campos de cruzamento também adquirem expressão muito forte no lenho inicial dos anéis. As células dos raios são procumbentes e o estiramento horizontal sobre os traqueídeos largos ocasiona a formação de concavidades nas paredes laterais (Estampa 20, Figuras 3 e 5). Nos referidos campos de cruzamento aparecem cinco, seis, dez até quatorze pequenas pontuações de aréolas estreitas e aberturas centrais ou inclinadas, estruturando o tipo agathióide de campo. No lenho final as paredes das células radiais têm disposição normal e o número de pontuações varia de três, quatro a cinco pontuações por campo.

Os raios são unisseriados. A altura dos mesmos varia de um a oito estratos celulares. A maior frequência da altura situa-se em torno de quatro a seis estratos celulares.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: O conjunto de quadros anatômicos faz incluir a amostra no gênero *Damudoxylon* MAHESH. 1967 *emend.* MAHESH. 1972. O Quadro 1 resume as espécies conhecidas do morfogênero; mostra as diferenças entre as mesmas e a que ora se descreve. Esta se distingue, principalmente, pela estruturação dos traqueídeos do lenho inicial dos anéis, largos e curtos, de extremidades em ângulos muito agudos, isto é, fusiformes. Nesses o arranjo das pontuações é agathióide, mais frequentemente com três séries de pontuações; os campos de cruzamento contêm numerosas pontuações pequenas de aréolas estreitas; as paredes laterais das células radiais, nos campos, apresentam forte concavidade, de um e de outro lado, como se a célula do raio sofresse estiramento. De outro modo, no lenho final, os traqueídeos têm comprimento, largura e paredes terminais de aspecto comum, com pontuações em uma a duas fileiras segundo o arranjo de *Australoxylon* MARGUERIER 1973. Consequentemente, a nova espécie passa a se denominar *Damudoxylon delicatum* sp. nov.

ESPÉCIES	CORPO MEDULAR			CORPO PRIMÁRIO			
	S. Transv.	DIÂMETRO	S. Long.	Seção Transversal		Seção Radial	Seção Longitudinal
				Amplitude	Forma		
A <i>D. waltonii</i> (MUNESH, 1966) encl. I, MUNESH, 1972	Circular, maciça, heterocel. célis. parang. isodiam. pared. espaços; células. secret. dispersas.	1 cm	Célis. parang. filag. verticil. célis. secret. em grupo; de 4 a 6 dispersas.		endárg.	elem. frou- so-espiral.	Elem. estrai- to espiral. etc.
B <i>D. bakeri</i> (SEWARD & WALTON) MUNESH, 1972	Circ. maciça, heterocel. células. parang., gdes., células. secret., perifer. dispersas.	Idem			curvas agudas endárg.	centrif.	
C <i>D. daintreii</i> (CHAPMAN) MUNESH, 1972	Maciça, parenquimát., células. s/ meatos; poligonais.	1,7 mm			endárg.	centrif.	
D <i>D. porosum</i> (KRSU) MUNESH, 1972	Circular; parenquimát., células. arredond. arranjo irregular pontual.	1,5 cm	Quadro idêntico S. Tv.		endárg.	centrif.	Elem. espir. reticul.
E <i>D. parenchymatum</i> (BUR & MATHY) MUNESH, 1972	Maciça, parenquimát. meatos; célis. circulares.	1 cm	Filas vert. células. retangul. a quadradas.	5-8 estrat. celul. res	endárg.	centrif.	Elem. anelad. Elem. escala- rif. a retic.
F <i>D. janur-lense</i> (MUNESH) MUNESH, 1972	Maciça, parenquimát. células. polig. paredes finas	3,3/1,7 cm	Filas + irreg. células. retang.		endárg.	centrif.	Elem. espiral. Elem. escala- rif.
G <i>D. rangai</i> (KRSU) MUNESH, 1972	Maciça, parenquimát. células. perifer. menores, células. cen- trais maiores	2 cm	Filas vert. células. quadrang.		endárg.	centrif.	Elem. espiral. Elem. escala- rif. a retic.
H <i>D. delicatum</i> n. sp.	Maciça, heterocel., matriz parang. (+) células. secret. perif. e dispersas células. parang. pared. finas	1,2/0,8 cm	Célis. parang. paredes finas, retang., filag. vert. + regul.; células. secret. globosas	endárg.	centrif. endárg.	elem. anelad. (vestig.), espiralad.	Quadrados; retang.

cont.

CORPO				SECUNDÁRIO					PROCEDÊNCIA	POSIÇÃO GEOLÓG.
Seção	Transversal		Seção	Radial		Seção	Longitudinal			
Ampl.	Forma	Forma	Forma	Forma	Forma	Forma	Forma			
Presentes; ampl. de 1-30 estratos celul.		Poligona		1-3(4) fil. hexag., raro arred., raro separ. Filas duplas, paral., separadas, rosáceas	1-9 ptq. areol.		Homog., 1-seriad. raro 2-ser.; 1-14 estr. cel. alt.		West Jamuria Colliery, East Raniganj Coalfield, Bengal, Ind.	Raniganj Stage (P. sup.) Mount Glossopferis Formation (P.)
Presentes; ampl. 5-9 mm			1-ser. separam 1-8 filas rad traq.	2-4 fil. arranjo sub-alt., sub-oposto, 2 filas paral. separ., rosáceas	3-5 ptq. poq. ou 1 poro elit. (?)		1-ser. (2); 2-16 estr. cel. alt.		Gondwana das Ilhas Falklands-Choiseul Sound	Pennsiano
				1 fil., raro 2; circulares, contiguas, raro separ.	1-2 ptq. daeoryd. 4-6 ptq. cupress. 4-9 ptq. arauc.		?		Baron river, Austrália	Perm-carbonif. (?)
Presentes		Retang. ou quadrados		1-3 fil., arauc.	numerosas, arauc.		1-ser.		Estrada de Ilhna para Ketmanshoop, região entre Ketmanshoop e Gibeon, Sw Africa	Karoo Canadas Eoca F. Nama (Range, 1928)
Presentes; X-inicial, 30-40 células. X-final, 2-3 células. de ampl.			1-ser. separam em méd. 3-10 filas rad traq.	1-4 fil. comum/2 fil. alt., opost., sub-alt., sub-opost., hexag. ou achatadas	2-8 ptq.; comum 4-5; circul., areol.	1-2 fil., ptq. alt. contigu.	98%, 1-ser.; raro 2-ser.; 1-18 células. alt.		Khar Khari Colliery, Campo carbonífero Narhita Bihar, Índia	Barakar (P. inf.)
Presentes				1-2 fil., raro 3 sub-opost., sub-alt., contiguas ou separ.	1-5 ptq.				W-Jamuria Colliery, Campo carbonífero do E-Raniganj, Bengal.; Índia	Raniganj Stage (P. sup.)
Presentes		retang. (X. inicial)		1-3 fil., raro 4-5, arauc.	numerosas, poq.		1-ser.; 1-10 estr. cel. alt.		Leito do rio dos Pelizes Berseba; Estrada HNS-Ketmanshoop; campo carb. Aurus, 7km da Estr.	Karoo Canadas Eoca F. Nama
Presentes, ord. lantes; X-inicial + de 50 estratos celul. X-final, 8-10				2-3 fil., hexag. alt. contiguas; th. sub-circulares, sub-hexag., arauc.	4-5 (6-14) ptq., areol. cupress.		1-ser.; 1-8 estr. cel. alt.		Rio da Estiva, Km 139 da BR-116 entre Pafira e Papandava (SC) Brasil	F. Rio Bonito (P. mód.)

QUADRO 1

DIAGNOSE

Fragmento de lenho com medula, de tipo gimnospérmico. Medula central com 1,2 cm por 0,9 cm quanto aos diâmetros maior e menor; forma sub-circular, margens sinuosas no contato com as cunhas plano-convexas do lenho; natureza maciça, parenquimática, heterocelular; células parenquimáticas poligonais, quase isodiamétricas em secção transversal; tendência à formação de fileiras, nas secções longitudinais; células parenquimáticas simples e células pontuadas; maior concentração destas últimas na orla medular; células secretoras dispersas no corpo da medula ou formando grupos de duas a três células; filas verticais de células secretoras em número de duas a três, sem evoluírem para verdadeiros dutos resiníferos; corpo primário do lenho centrífugo, protoxilema endárqueo; amplitude média do corpo primário, de cinco a seis estratos celulares; elementos anelados seguidos de espiralados e escalariformes; lacuna em meia-lua situada entre o ápice da cunha e a primeira camada de células medulares; corpo secundário com anéis de crescimento pouco demarcados em vista transversal, porém muito claros em vista longitudinal; na secção transversal, traqueídeos de forma quadrangular a sub-quadrangular; na secção radial, traqueídeos do lenho inicial, largos e curtos, de extremidades agudas, fusiformes; 2-3 (4) séries de pontuações contíguas, alternas; no lenho final 1-2 séries de pontuações alternas às vezes não muito contíguas ou em duas fileiras separadas de pontuações alternas, sub-poligonais a arredondadas; campos de cruzamento do lenho inicial mostrando concavidades nas paredes laterais, devido ao estiramento das células radiais sobre os traqueídeos largos; pontuações numerosas em número de 5-8, 10 (14); campos de cruzamento do lenho final com menor número de pontuações, isto é, 3-4 (5) pontuações por campo cuja disposição das paredes é normal; raios unisseriados, com 4-6 (10) estratos celulares de altura.

TAENIOPITYS KRÄUSEL 1962

Espécie-tipo: *Taeniopitys scottii* KRÄUSEL 1962

DESCRIÇÃO

TAENIOPITYS ESTIVENSE sp.nov.

(Estampa 21, Figuras 1-5; Estampa 22, Figuras 1-6)

Holótipo: GP/3T. 1356. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.35 II. Rio da Estiva. 110 m S do marco
km 139. BR-116 (entre Mafra e Papanduva) SC.

Horizonte: Arenitos de estratificação cruzada da base da
Formação Rio Bonito (Figura 5) SC.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: A amostra em pauta diz respeito a um belo fragmento de caule (Estampa 21, Figura 2) com uma ramificação lateral. Esta tem quase as mesmas dimensões do ramo principal. O espécime tem a forma cilíndrica, com 4,5 cm de diâmetro e cerca de 30 cm de comprimento. A ramificação tem cerca de 16 cm de extensão; é mais larga em seu ponto de inserção no caule - 4,5 cm de diâmetro - e mais fina na extremidade livre que, por sua vez, está esfacelada. Na superfície externa do ramo principal existem três pontos de inserção de ramos, em arranjo alternante, com o aspecto de protuberâncias com cicatriz central de onde saíam as ramificações.

Em vista transversal a amostra deixa perceber a medula ampla, com 1 cm quanto ao diâmetro maior e 0,4 cm quanto ao menor. Esta teria sido circular. Atualmente é elítica, por compactação. Do mesmo modo como sucede com diversas amostras da mesma localidade, em alguns níveis do espécime a medula está oca, em outros, aonde havia a medula, o espaço está preenchido por um material arenáceo, fino, caolínico, do mesmo tipo do sedimento onde provavelmente a planta se fossilizou; em níveis restritos há vestígios da medula não inteiramente desintegrada. Em torno des

ta os anéis de crescimento são percebidos com nitidez e regularidade, ainda que com percurso um tanto ondulante.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - As secções feitas em série com espaçamento médio de 1 cm a 2 cm ao longo do eixo vertical lograram alcançar alguns níveis em que, pelo menos, parte do corpo medular estava preservado. No entanto, os procedimentos de laminação encontraram dificuldade porque essa região, principalmente, se mostrava friável. Daí a necessidade de proceder o cozimento em bálsamo para efeito de capturar campos com a estrutura preservada.

A retração aparente nos tecidos da medula deve ter acontecido no período "post-mortem" e pré-fossilização. É bem provável que as células medulares sofressem certo grau de decomposição, restando, pois, o cilindro medular parcialmente oco. A Figura 1 da Estampa 21 ressalta muito bem a forma elítica da medula. A orla desta é inteiramente recortada, com a aparência franjada devido à presença de cunhas agudas do corpo lenhoso as quais lhe dão o aspecto estelar. A par desse aspecto há recortes radialmente retilíneos, em secção transversal, com penetração profunda do parênquima, no lenho, correspondentes a traços de ramos ou de folhas. Alguns traços têm amplitude radial marcante, outros são menos expressivos. A medula é heterocelular maciça. Por todo o corpo medular existe um material impregnante, escuro, que dificulta a visibilidade dos campos. As lacunas, perceptíveis nas Figuras 3, 4 e 5 da Estampa 21 não são elementos anatômicos verdadeiros. Resultam de rupturas do tecido medular, provavelmente, "post-mortem". Para além dos limites da medula, já no corpo lenhoso, também aparecem lacunas idênticas e originárias, talvez, da mesma causa. Em secção transversal as células medulares são arredondadas a sub-arredondadas, até poligonais. As dimensões variam de 40 μ m por 20 μ m quanto ao diâmetro maior e de 20 μ m por 25 μ m quanto ao menor. Na periferia da medula as células tendem a apresentar contorno quase poligonal. Em geral as paredes celulares não são muito espessadas; as periféricas têm paredes um pouco mais espessadas que as centrais, sendo os espessamentos da ordem de 1,5 μ m a 2,5 μ m (Estampa 22, Figura 3). Ele

mentos idioblásticos, fibrilares, esclerenquimatosos, curtos, en contram-se dispersos entre as células medulares centrais. As secções longitudinais mostram, na região periférica, células retangulares particulares organizadas em fileiras (2-4) pouco regulares. Constituem uma zona de transição entre o corpo lenhoso e o tecido medular propriamente dito. O limite entre as células periféricas medulares e as dessa zona (Estampa 22, Figura 2) é nítido e lembra a ilustração de HOLDEN (1917: E, Pl. XVII, Figura 6) relativamente a *Dadoxylon indicum* HOLDEN. Lembra igualmente, em traços gerais, as ilustrações de KRÄUSEL & DOLIANITI (1958: Pl. 21, Figura 32, Pl. 22, Figuras 37-38) relativas a *Taxopitys alves-pintoi*. HOLDEN (1917) interpreta tal conjunto celular como uma bainha especial de elementos de transfusão. KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) têm-no como conjunto de elementos do xilema centrípeto, com localização profunda na orla medular. Concorde-se com essa última opinião, conforme as discussões anteriormente transcritas.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: As ilustrações corresponden tes ao corpo primário do lenho (Estampa 21, Figuras 1, 3 e 5) realçam muito bem o aspecto estelar do contorno da medula devido a sucessão de cunhas agudas, de extremidades aciculares, separadas por intromissões de células parenquimáticas ou raios primários largos. Existem cerca de 45 cunhas bem formadas, a par de outras menos significativas no inteiro contorno medular. Em geral, as extremidades aciculares das cunhas pares não convergem para um ponto comum. Por conseguinte, não limitam lacunas de reabsorção. Contudo, de modo esporádico, tal composição pode acontecer (Estampa 21, Figura 1, em baixo). As Figuras 2 e 5 da Estampa 22 ilustram campos junto a margem medular, em vista radial. Na Figura 5, à esquerda, verifica-se a presença de duas fileiras de células com espessamentos escalariformes cujos elementos unitários têm formato retangular. À direita dos escalariformes, mais avançados na medula, vê-se uma a duas fileiras de elementos espiralados, seguidos de elementos reticulados e pontuados. As fileiras de elementos espiralados, aprisionados entre os escalariformes, junto à medula, e os reticulados, junto

aos areolados secundários, correspondem ao protoxilema mesárqueo. As células retangulares com espessamentos escalariformes encontram-se junto à periferia medular e são seguidas de séries de células menores, reticuladas, ou apresentando séries de pontuações areoladas alternando com séries de elementos escalariformes (Estampa 22, Figura 2). Em vista disso fica bem caracterizada a situação mesárquea do protoxilema, ou melhor, a retenção de elementos primitivos, das fases iniciais de vascularização.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Os elementos anatômicos aí presentes têm arranjo de tipo araucarióide com algumas variações. Os anéis de crescimento são muito claros, com relativa ondulação em todo o contorno. É difícil avaliar a real amplitude dos mesmos, pois existem numerosos anéis secundários, não contínuos, intercalados entre os principais. Calcula-se que a amplitude média esteja em cerca de 8-10 camadas celulares, no lenho final, e em torno de 50 camadas, no lenho inicial. No lenho inicial o formato geral dos traqueídeos, em secção transversal, é o quadrangular achatado. As pontuações radiais dos traqueídeos aparecem, em geral, em fileira única de pontuações contíguas, no lenho final do anel, ou, localmente, em duas fileiras alternantes de pontuações contíguas (Estampa 22, Figuras 1, 5 e 6). No lenho inicial verifica-se o mesmo arranjo, isto é, uma fileira de pontuações contíguas, de diâmetro bem menor que o diâmetro do traqueídeo, e, na região mediana deste, duas fileiras de pontuações irregulares quanto à disposição; às vezes, na parede radial do mesmo traqueídeo, ocorrem duplas de pontuações alternantes, seguidas de série unitária de pontuações contíguas e estas seguidas novamente por duplas etc. (Estampa 22, Figuras 4, 5 e 6). Os campos de cruzamento são do tipo araucarióide, ou seja, com 3 a 5 (6) pontuações areoladas menores por campo. Nas secções tangenciais as paredes dos traqueídeos e raios são lisas. Os raios são unisseriados, cuja altura varia de um a dez estratos celulares, no máximo.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: Não são poucos os espécimes fossilizados de lenho, notadamente os permianos, mais antigos, que

ostentam na periferia medular, em seguimento ao lenho, uma se quência de elementos particulares. Para alguns autores tratam-se de elementos de transfusão (HOLDEN, 1917). Para outros, com preendem, de fato, os elementos centrípetos comuns nos caules adultos de plantas desse período. Por exemplo, dentre as formas conhecidas do Permiano brasileiro *Taxopitys alves-pintoi* KRSL & DOL. 1958 ostenta idêntica composição do corpo primário do le nho. Extra o Gondvana brasileiro as espécies *Dadoxylon indicum* HOLDEN 1917 e *Taeniopitys scottii* KRAUSEL 1962 compreendem for mas muito semelhantes à que ora se discute. Esta se distancia de *Taxopitys alves-pintoi* devido ao caráter do plano anatômico secundário. Quanto à *Taeniopitys scottii* assemelha-se profun damente no que tange à composição do corpo primário do lenho, mas apresenta diferenciação, em nível específico, principalmente no que diz respeito ao arranjo das pontuações radiais dos traqueí deos e quanto à presença de dutos secretores na medula daquela espécie. Ao descrever *Taeniopitys scottii* KRAUSEL (1962) desta cara a estreita semelhança entre a composição do xilema primá rio dessa espécie e a de *Dadoxylon indicum*. O que nessa última espécie se descrevera como xilema de transfusão era, na verdade, o próprio xilema centrípeto, idêntico ao presente em *Taxopitys alves-pintoi*.

Em formas recentes como em *Cephalotaxus koraiana* des creve-se, também, a presença de elementos de transfusão na medu la (ROTHERT, 1899) cuja composição, de um modo geral, chega mui to perto da que se acaba de descrever. Por sua vez, os elemen tos de transfusão, para a maioria dos anatomistas, nada mais são do que os próprios elementos vasculares, primitivos, que passa ram por transformação, para possibilitarem à planta melhor desem penho de sobrevivência em condições inóspitas de vida. Sendo as sim, mesmo com a aparência atual de elementos de transfusão, na orla medular, não passam de elementos centrípetos transformados. Por essa razão concorda-se com KRAUSEL (1962) de que a "bainha me dular, de elementos de transfusão", (segundo HOLDEN, 1917), veri ficada em *Dadoxylon indicum*, nada mais é do que uma faixa per sistente de elementos primitivos (corpo primário centrípeto) re tidos desde as primeiras fases de vascularização.

O morfogênero *Taeniopitys* KRAUSEL 1962 foi criado para abranger as formas classicamente tidas como dadoxilóides, porém, com elementos centrípetos presentes no corpo primário. Portanto, o *Dadoxylon indicum* HOLDEN 1917, posteriormente revisado por MAHESHWARI (1972) como *Damadoxylon indicum*, ficará melhor situado, sistematicamente, no morfogênero *Taeniopitys*, com a designação *Taeniopitys indica* (HOLDEN, 1917) n.comb. A espécie que se acabou de descrever recebe a denominação *Taeniopitys estivense* sp.nov. com diferenças específicas bem apreciáveis, em comparação com a anatomia medular e do xilema secundário de *Taeniopitys indica* (HOLDEN) nov.comb.

DIAGNOSE

Fragmento de lenho, medulado, de tipo gimnospérmico; medula com 1 cm por 0,4 cm quanto aos diâmetros maior e menor; forma elítica; aspecto estelar devido ao contorno recortado por cunhas agudas do xilema primário; medula maciça parenquimática, com elementos fibrilares (idioblastos esclerenquimatosos) intermetidos entre as células parenquimáticas; bainha periférica transitória entre a medula propriamente dita e o lenho, compreendendo elementos retangulares, areolados, ou com espessamentos reticulados e escalariformes; estes seguidos em direção ao lenho por elementos espiralados, reticulados e areolados, do corpo secundário do lenho; corpo primário centrípeto e centrífugo; traços numerosos, com percurso radial retilíneo, penetrantes profundamente no corpo lenhoso; cunhas pontiagudas do corpo primário do lenho em número de 45 ou mais; corpo secundário centrífugo; traqueídeos, em secção transversal, de forma quadrangular, no lenho inicial do anel, e quadrangular achatada no lenho final; traqueídeos, em vista radial, com pontuações areoladas, preferencialmente em uma fileira de pontuações contíguas, ou, no mesmo traqueídeo, campos com fileira única de pontuações e campos com fileiras duplas e alternantes; pontuações arredondadas a sub-arredondadas no lenho final, hexagonais, no lenho inicial; campos de cruzamento com 3 a 6 pontuações areoladas pequenas, por campo; raios unisseriados com 1-10 estratos celulares de altura

8.2 - ESPÉCIMES DA FORMAÇÃO IRATI

TAENIOPITYS KRÄUSEL 1962

Espécie-tipo: *Taeniopitys scottii* KRÄUSEL 1962

DESCRIÇÃO

TAENIOPITYS TRANSATLANTICA sp.nov.

(Estampa 23, Figuras 1.4; Estampa 24, Figuras 1-4)

Holótipo: GP/3T. 1296. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: Pedreira de calcário de Porangaba, Bairro de Partes, 2 km S da cidade; 4 km distante do km 162 da Rodovia Castelo Branco, Porangaba, SP.

Horizonte: Banco calcário, base da Formação Irati, SP. (Figura 6).

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Lenho de tipo gimnospérmico, medulado, com cerca de 25 cm de comprimento e 9 cm por 10 cm quanto aos diâmetros maior e menor. A superfície transversal expõe com grande destaque a medula, ampla, circular, sem sinais de lobulação por enrugamento ou compactação. Os anéis de crescimento são também percebidos a olho desarmado seguindo-se uns aos outros com espaçamento amplo. Externamente, ao longo do corpo da amostra, apenas sobressaem duas cicatrizes de ramos, circulares, com cerca de 1 cm de diâmetro formando sua ve proeminência. Tudo indica que o arranjo das ramificações do tronco obedeceu ao esquema em helicoidal. O lenho apresenta-se descorticado, silicificado, e tem a cor esbranquiçada idêntica à do banco calcário de onde procede.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - Existe junto da periferia medular uma faixa decomposta contornando por completo a medula. Todavia, no interior da mesma alguns campos preservados deixam muito bem entrever qual seria a estruturação completa do corpo medular. Tal zona de degradação celular, em

princípio, faz pensar que se trata de um anel de canais secretores periféricos ou de verdadeira bainha de células secretoras. Mas, tal não corresponde à realidade. Trata-se, apenas, da destruição dos primeiros estratos de células parenquimatosas por diferença de tensão existente entre a grande medula, parenquimatosa, e o próprio lenho (Estampa 23, Figuras 1 e 3). O coração da medula é homocelular, de natureza parenquimática, maciça (Estampa 23, Figura 1). Em vista transversal as componentes celulares são poligonais, quase isodiamétricas, e, de preferência, hexagonais. Existe uma leve tendência à diminuição do tamanho em direção à periferia (Estampa 23, Figuras 2 e 4). Por isso é difícil discernir, à primeira vista, as células parenquimáticas menores e poligonais dos traqueídeos vizinhos, do corpo primário do lenho, quase das mesmas dimensões. Além disso, tais células medulares periféricas têm, especialmente, paredes espessadas. O fato faz com que se torne mais estreita a semelhança com os primeiros elementos do lenho. Um meio de diferenciação, porém, em secção transversal, é a ordenação radial dos traqueídeos do lenho, inexistente no parênquima medular. Em vista transversal, assim como em vista longitudinal, percebe-se que grande número das células medulares tem paredes espessas (Estampa 24, Figuras 1 e 2) com o lúmen poligonal, conforme o formato da própria celula ou, às vezes, circular. Contudo, entre as células espessadas há também conjuntos parenquimáticos de paredes finas intrometidos entre as séries de células espessadas. Nas secções longitudinais é mais fácil apreciar o grau de variação existente entre essas células, quer seja quanto a forma ou quanto as dimensões. Há seqüências longitudinais organizadas em filas, não estratificadas, por todo o corpo medular, mas essas filas sobressaem, principalmente, na periferia medular onde são mais regulares. Nessa região as células, em geral, têm a forma retangular, cujo eixo maior é o vertical (Estampa 24, Figura 2). Tais fileiras longitudinais - em direção ao centro da medula - dão lugar às seqüências de células um pouco mais largas que altas e de forma sub-retangular a quadrangular. A parte central da medula é bem mais homogênea do que a periférica, levando-se em conta a configuração e o tamanho das células.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: O desenvolvimento é caracte
risticamente centrífugo e centrípeto. A orla medular é contor
nada por cunhas cujo desenho é quase imperceptível no contato com
a região periférica da medula. Há aí semelhança de dimensão e
de forma com os elementos do lenho. A observação de detalhe, en
tretanto, destaca a individualidade das cunhas aciculares, de ex
tremidades livres ou de extremidades unidas aos pares. Às vezes
as cunhas têm a aparência esgarçada. Compreendem feixes de ele
mentos vasculares os quais mergulham, quase sempre, bem profun
do, na medula. Em diversos campos os feixes de xilema contornam
uma a duas células parenquimáticas globosas, maiores do que as
existentes na região periférica, ou apenas delimitam pequena la
cuna de reabsorção (Estampa 23, Figura 2; Estampa 24, Figura 1).
Há outros campos, porém, em menor escala, em que aparecem grupos
isolados de elementos primários, ilhados entre as células do pa
rênquima medular periférico. Bem melhor do que a secção trans
versal as secções radiais deixam perceber o caráter mesárqueo
do protoxilema e o desenvolvimento centrípeto e centrífugo do
metaxilema. As Figuras 2, 3 e 4 da Estampa 24 ilustram campos
da secção radial estruturados nesse estilo. Aí percebe-se a su
cessão de elementos anelados, espiralados e reticulados, e, a par
tir dos anelados, em direção ao centro da medula, novamente, al
guns espiralados e traqueídeos areolados. Com respeito aos ele
mentos areolados, os primeiros a partir da orla medular são lon
gos, de paredes terminais quase horizontais. Aparecem a seguir
aos elementos de forma quadrangular, como as próprias células pa
renquimatosas, munidos de pontuações areoladas. Sendo assim tem-
-se aí uma estrutura centrípeta bem evidente no corpo primário
do lenho.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Logo à primeira observação
têm destaque os traços foliares ou de ramos, originados desde a
periferia medular, mas, de penetração radial ampla no corpo do
lenho. Começam como traços simples, e, a partir da região media
na do primeiro anel de crescimento sofrem bifurcação tornando-se
em traços duplos (Estampa 23, Figura 3) após um percurso radial
de 400 μ m a 500 μ m. Os anéis de crescimento têm demarcação cla

ra em vista transversal. A amplitude de um anel completo é grande. A média parece situar-se entre 800 μ m a 1 mm. Os limites entre os lenhos final e inicial parecem corresponder a zonas de fragilidade do tronco. Nota-se aí, assim como na periferia da medula, certo grau de dissolução e decomposição celular (Estampa 23, Figuras 3 e 4). Nas secções radiais os traqueídeos têm pontuações em uma ou duas fileiras. Nem sempre são contíguas, mas demonstram em alguns campos espaçamento relativo; a maioria dos traqueídeos mostra quase sempre uma fila ou séries de pontuações arredondadas, espaçadas, cujas aberturas são também circulares. Com frequência menor, em geral no lenho inicial dos anéis, encontram-se traqueídeos bisseriados com pontuações alternantes e intercalações de campos com oposição, sem contiguidade estreita, ou em duas fileiras colaterais, separadas. Sendo assim, o arranjo é mais próximo do tipo podocarpóide do que do araucarióide. Os campos de cruzamento, ao contrário, são araucarióides, com três a quatro pequenas pontuações de areolas estreitas e aberturas arredondadas ou elípticas, por campo. Os raios são unisseriados variando em altura de um a oito (dez) estratos celulares.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: As discussões sistemáticas pertinentes à espécie *Taeniopitys estivense* são válidas em relação à forma que se descreve. No caso presente verifica-se a formação de um traço simples, bifurcante em pleno corpo secundário do lenho. Verifica-se, também, a predominância de traqueídeos com pontuações em uma só fileira, estas separadas entre si. Secundariamente (no lenho inicial) aparecem traqueídeos com duas fileiras de pontuações separadas; em alguns campos aparecem pontuações em filas separadas e colaterais. Tais características, em comparação com as presentes nas demais espécies do morfogênero *Taeniopitys* determinam a nova espécie designada *Taeniopitys transatlantica*. Assim também, são elementos anatômicos relativos à diferenciação inter-específica as células medulares de paredes espessadas, diversas das encontradas em *Taeniopitys scottii*, *Taeniopitys indica* e *Taeniopitys estivense*. A nível de gênero as características inerentes à forma em questão esta

riam, em parte, de acordo com os morfogêneros *Abietopitys* (= *Bageopitys*) e *Taxopitys*, contudo, há ressalvas relativas aos caracteres do corpo secundário do lenho nos referidos morfogêneros.

DIAGNOSE

Fragmento de lenho de tipo gimnospérmico, com medula; medula maciça, parenquimática, circular, grande, com 1,4 cm de diâmetro; em secção transversal, células medulares quase isodiamétricas, poligonais - de preferência hexagonais - com diminuição de tamanho do centro em direção a periferia; células periféricas idênticas, na forma e na dimensão, aos primeiros elementos do corpo lenhoso; células medulares em fileiras verticais com regularidade variável em vista longitudinal; séries de células de paredes espessas com intrometimento de séries de células de paredes finas; configuração retangular alongada, junto à periferia; retangulares a quadrangulares, aproximando-se do centro da medula; células retangulares periféricas com 50 µm a 70 µm por 13 µm a 15 µm quanto ao comprimento e largura; células quadrangulares com 40 µm a 50 µm quanto aos eixos vertical e horizontal. Corpo primário do lenho centrífugo e centrípeto; extremidades das cunhas aprofundadas no corpo medular. E em alguns campos, formam anéis em torno de células parenquimáticas, globosas, ou de pequenas lacunas de reabsorção; protoxilema mesárqueo; elementos centrípetos representados por traqueídeos com espessamentos escalariformes e areolados. Corpo secundário do lenho com anéis de crescimento nítidos; ao microscópio correspondem a zonas de fragilidade com elementos vasculares em desagregação; pontuações radiais dos traqueídeos preferencialmente em uma fileira; arredondadas e não contíguas; traqueídeos com duas fileiras de pontuações no lenho inicial do anel; geralmente em duas fileiras paralelas, afastadas, de pontuações arredondadas, não contíguas. Campos de cruzamento com três a quatro pequenas pontuações de areolas estreitas e aberturas inclinadas, conforme o tipo araucarióide.

de; raios unisseriados com um a oito estratos celulares de altura; traços simples com início junto à orla medular, bifurcantes em pleno corpo secundário do lenho.

KAOKOXYLON KRÄUSEL 1956

Espécie-tipo: *Kaokoxydon sclerosum* (WALTON) KRÄUSEL 1956

DESCRIÇÃO

KAOKOXYLON RIOCLARENSE sp.nov.

(Estampa 25, Figuras 1-4; Estampa 26, Figuras 1-4; Estampa 27, Figuras 1-4; Estampa 28, Figura 1; Fig.30, no texto)

Holótipo: GP/3T. 1382. Col. Paleontologia, IG/USP;
parátipo: GP/3T. 1384.

Procedência: AF/GP.8. Pedreira de calcário Vitti. Assistência, Município de Rio Claro, SP.

Horizonte: Formação Irati, SP (Figura 7).

A amostra GP/3T. 1215 serviu para ilustrar e documentar o capítulo sobre tafonomia dos espécimes colhidos na Formação Irati (veja neste trabalho, capítulo 3: Estampas III e IV).

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Ambos os espécimes são medulados, de cor castanha escura, quase negra, como o folhelho e o sílex, acima do banco calcário da Formação Irati. As Figuras 2 e 4 da Estampa 25 ilustram o holótipo em sua forma original, ao ser preparado para laminar. A superfície transversal foi polida em uma das extremidades. Na Figura 2 observam-se a medula circular um pouco achatada e os anéis de crescimento nítidos, regulares quanto à frequência e amplitude a partir do primeiro anel. A Figura 4 deixa perceber três cicatrizes de ramos com arranjo em espiral. O holótipo representado na Figura 4 tem

cerca de 30 cm de comprimento; a segunda amostra, bem menor, tem cerca de 7,5 cm de comprimento e diâmetro médio de 4,5 cm. As medulas de ambos os espécimes têm, respectivamente, 1,1 cm por 0,9 cm e 0,8 cm por 0,7 cm quanto aos diâmetros maior e menor. As linhas radiais vistas na superfície transversal dizem respeito a zonas de fragilidade pela saída de traços de ramos ou de folhas.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Logo de início a anatomia do espécime chama a atenção pela beleza do conjunto de caracteres aí aparentes. Termo de comparação encontra-se em *Kaokoxylon sclerosum* KRSL 1956.

A medula é de natureza maciça e heterocelular. O formato original, circular, sofreu certo grau de achatamento. A borda medular é sinuosa com lances das componentes medulares, (raios primários), em ângulo agudo na periferia do corpo lenhoso. Compreendem, por certo, a saída dos traços de órgãos laterais. O centro da medula, em ambas as amostras, é marcado por uma pequena lacuna, presente em alguns níveis, ao longo do eixo vertical (Estampa 26, Figura 1). A matriz medular principal é parenquimá tica, mas sobressaem com peculiaridade de aspecto, o sistema esclerenquimatoso, na orla da medula, e as células espessadas e pontuadas em associação com o mesmo. Além disso, há dutos secretores dispersos por todo o corpo da medula. O panorama geral das células medulares em seu arranjo e forma pode ser apreciado na Estampa 25, Figura 1 e Estampa 26, Figura 1. Em vista transversal as células têm forma poligonal, sub-poligonal a sub-circu lar existindo entre elas pequenos meatos triangulares ou meatos de forma variada. Em geral a espessura das paredes celulares é pequena, da ordem de 2,5 μ m a 3 μ m. As dimensões são variáveis. O coração da medula se compõe de células maiores. A partir daí verifica-se a diminuição gradual de tamanho em direção à periferia. Na região periférica da medula além das células menores de tipo comum há aquelas de paredes espessadas, associadas ao esclerênquima. O arranjo e distribuição das células parenquimatosas é mais perceptível nas secções longitudinais. As Figuras 1 e 3 da Estampa 26 e a Figura 5 da Estampa 28 ilustram campos longitu

dinais da medula. Especialmente a Figura 3 da Estampa 26 mostra o arranjo em fileiras aproximadamente regulares. Há subdivisões celulares segundo vários planos como se percebe nas proximidades dos dutos secretores (Figura 3, Estampa 26; Figura 5, Estampa 28) ou na região do esclerênquima periférico. O formato das células de parênquima, nas secções longitudinais, varia do quadrangular ou multiangular ao sub-arredondado. As células de forma quadrangular, no coração da medula, tendem a ser achatadas. Algumas células do parênquima periférico, isto é, as situadas entre o esclerênquima e a região primária do lenho e ao redor do esclerênquima têm natureza secretora. Apresentam-se preenchidas por um conteúdo escuro semelhante à resina. As dimensões das células parenquimáticas em secção transversal variam, de 30 μ m a 50 μ m de altura por 28 μ m a 45 μ m de largura; a espessura das paredes situa-se entre 10 μ m a 18 μ m. Na região central medular a altura varia de 60 μ m a 180 μ m e a largura de 50 μ m a 60 μ m. A espessura das paredes situa-se entre 4 μ m e 8 μ m. O caráter mais especial da medula é a presença de uma bainha de células reforçadas na região marginal, isto é, pericentricamente a ela. Esta compõe-se de células esclerenquimatosas coordenadas em ilhotas ou ninhos, associadas a células secretoras de paredes espessadas e a células pontuadas de paredes espessadas. Tanto em vista transversal quanto em vista longitudinal tal bainha perimedular aparece com o aspecto de um cordão, simples ou duplo (Estampa 25, Figura 1; Estampa 26, Figura 1), representado por sucessivos ninhos de aparência estelar. O centro de cada ninho ou ilhota é ocupado por células esclerenquimatosas, isodiamétricas, em todos os planos de secção. Desse núcleo esclerenquimático (Estampa 25, Figura 3, Estampa 27, Figura 3) irradiam as células parenquimáticas espessadas e simples. Em vista transversal, o ninho de esclereídeos se compõe de células densas cujo lúmen se revela diminuto, de forma circular ou em fenda linear, simples ou ramificada do qual irradiam canalículos. Além dos canalículos (Estampa 27, Figura 4) em alguns esclereídeos estão bem claras as zonas de crescimento. Os ninhos de esclereídeos, em vista longitudinal, aparecem envolvidos por células de forma quadrada, pontuadas, cujas paredes

são menos espessas que as dos esclereídeos "sensu strictu" (Estampa 27, Figuras 2 e 4). A par das células pontuadas há ainda outros tipos celulares associados aos ninhos. Algumas, apesar de as paredes serem um pouco espessas, estão inteiramente escurecidas devido a evidências de atividade secretora (Estampa 27, Figura 2). Outras, parecem representar células parenquimáticas simples, cuja forma difere das células pontuadas e secretoras. Adquirem o formato preferencial triangular com o vértice mais agudo voltado para o ninho de esclereídeos, como se irradiassem a partir daí (Estampa 26, Figura 3). Com respeito às células quadrangulares, pontuadas, associadas aos ninhos, STEINBÖCK (1926) descreveu células de mesmo tipo, como esclerêquima, na medula de espécies recentes do gênero *Taxodium*.

No que toca às formas fósseis KRAUSEL (1928, 1958) reconheceu, na medula de *Taxopitys*, células aproximadamente idênticas. De fato, na amostra que se descreve nota-se que os ninhos de esclereídeos mantêm estreita relação com o corpo primário do lenho, aparecendo em continuidade imediata a este (Estampa 26, Figuras 1 e 3; Estampa 27, Figura 1). Todas as ilustrações relativas, indicam que cada ninho se relaciona diretamente com um ou mais "loci" de protoxilema; entre o protoxilema propriamente dito e os referidos ninhos só se intrometem escasas células parenquimáticas (Estampa 26, Figuras 1, 3; Estampa 27, Figura 1). Interpreta-se, pois, que as células pontuadas sejam verdadeiros elementos de conexão entre os ninhos de esclereídeos e o corpo primário do lenho. No presente caso não se tratam, devidamente, de traqueídeos centrípetos, mas, de parênquima altamente especializado relacionado, quanto à distribuição, aos ninhos de esclereídeos. Tais células espessadas e pontuadas, ao mesmo tempo, devem ser consideradas, mais cabivelmente, como esclereídeos de um tipo diverso daqueles presentes no núcleo dos ninhos (Estampa 27, Figura 3). Os cordões longitudinais, periféricos, medulares, de esclereídeos, adquirem, realmente, a aparência de cordões, devido à existência de células parenquimáticas espessadas radiantes de um ninho e relacionadas às radiantes dos ninhos vizinhos (Estampa 26, Figura 3; Estampa 27, Figura 1; Figura 30). Assim os cordões formados nem sempre são unitários

ao longo de todo o percurso vertical. Localmente há ramificações, aparecendo cordões duplos por curto espaço em vista longitudinal (Fig.30).

Além dos elementos descritos um outro tipo de componente celular aparece disperso por toda a medula. São filas verticais de células estreitas e retangulares preenchidas por conteúdo escuro do tipo de secreção. Estruturam séries longitudinais de células secretoras cujas paredes transversais quase sempre desaparecem para formarem dutos, dispersos por todo o corpo medular (Estampa 25, Figura 1; Estampa 26, Figuras 1, 4; Estampa 28, Figura 5). Em diversos campos algumas células das séries conservam suas paredes transversais dando em resultado a formação de dutos septados.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: É centrífugo e o protoxilema endárqueo, a par de sua relação direta com os ninhos de esclereídeos periféricos medulares. A Figura 1 da Estampa 27 mostra como se dispõem os elementos vasculares primários a partir da conexão com o cordão longitudinal de esclereídeos. Vê-se que os últimos elementos do corpo lenhoso são traqueídeos espiralados (frouxo-espiralados) intrometidos entre as células mais externas dos ninhos de esclereídeos. A partir daí a amplitude do corpo primário varia de sete a dez séries de traqueídeos; 1, 2 (3) séries de elementos frouxo-espiralados; 4-5 séries de elementos contíguo-espiralados; 2 séries de elementos reticulados, seguidos pelos traqueídeos com pontuações areoladas do corpo secundário.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Anéis de crescimento nítidos e regulares em vista transversal (Estampa 25, Figuras 1 e 2). Entre o lenho inicial e o final de um anel é comum aparecer uma sub-zona de oscilação no diâmetro dos traqueídeos, com a amplitude de oito a dez camadas celulares as quais retomam, logo a seguir, as dimensões naturais das células do lenho inicial do anel. Tais oscilações dizem respeito a anéis secundários em relação aos principais. Indicam oscilações climáticas, por períodos curtos, durante o ciclo sazonal maior. Contam-se cerca de oito anéis principais, de percurso completo, em torno do eixo do tronco. Além

desses há anéis menos demarcados. O número de camadas celulares do lenho inicial e final de um anel oscila muito desde o centro, em direção à periferia do tronco. Na região do quarto e do quinto anéis o lenho final compreende de seis a oito camadas celulares concêntricas. O lenho inicial chega a atingir a cem ou mais camadas celulares.

Em secção transversal o formato dos traqueídeos varia de retangular ao sub-poligonal e arredondado, no lenho inicial, passando ao retangular-achatado no lenho final. Em vista radial os traqueídeos contêm pontuações areoladas em 1, 2 (3) fileiras. Os do lenho inicial têm, em geral, duas fileiras; alguns deles chegam a apresentar três fileiras, na região mediana. Os traqueídeos do lenho final quase sempre apresentam só uma fileira de pontuações. As Figuras 1 e 3 da Estampa 28 ilustram o arranjo das pontuações radiais as quais fogem do tipo característico araucarióide. Quando em uma fileira são arredondadas, próximas (Estampa 26, Figura 4; Estampa 28, Figura 2) ou espaçadas (Estampa 28, Figura 6), sem se achatarem por causa da contiguidade. Quando em duas fileiras são bem contíguas em alguns campos (Estampa 28, Figuras 1 e 3) ou apenas próximos, sem nenhum grau de achatamento. O conjunto de arranjos descrito tende a reconstituir aspectos de campos podocarpóides das plantas recentes em que as pontuações ora se alternam ora são contíguas e opostas ao longo do mesmo traqueídeo. Os campos de cruzamento encerram pontuações de areolas estreitas, com aberturas longo-elípticas e horizontais ou sub-circulares (Estampa 28, Figuras 3 e 4). Constituem um tipo próprio de arranjo. Fogem, portanto, ao tipo clássico araucarióide. Em alguns campos verificam-se a presença de receptáculos elípticos ou ovóides que podem conter até duas pontuações. Tal configuração, conseqüentemente, aproxima a configuração de campo a tipos podocarpóides entre as espécies recentes. Nos campos encontram-se de 2 a 4 (5) pontuações, ora paralelas ora alternas.

Os raios vasculares são de pequena altura. Encontram-se com maior freqüência raios de 2-3 estratos celulares de altura; raramente ultrapassam de 8 a 10 células. Em 1 mm² encontram-se 70% de raios, com 2-3 estratos celulares de altura. 15% têm apenas 3-10 estratos celulares de altura. Algumas células ra

Fig. 30. *Laokoxydon rioclarensis* sp. nov.: desenho esquemático da programação do sistema esclerenquimatoso em conexão com elementos do corpo lenhoso primário

diais são resinosas (Estampa 26, Figura 2) e encontram-se associadas no mesmo raio com células parenquimatosas normais. A bisseriação é evento esporádico e só ocorre localmente na região mediana do raio.

DIAGNOSE

Lenho do tipo gimnospérmico medulado. Medula com 10mm por 0,9 mm quanto aos diâmetros maior e menor; natureza parenquimática, maciça, heterocelular; tendência à maior dimensão das células na região central da medula; concentração de células menores nas camadas periféricas; contorno medular quase circular realçado por ninhos de esclerenquima; a cada ninho se associam células de parênquima de paredes espessas simples e pontuadas com pequenas pontuações areoladas em arranjo alternado; arranjo vertical das células medulares em filas não muito regulares, principalmente nas proximidades dos ninhos de esclereídeos e dos dutos secretores; esclereídeos quase isodiamétricos em todas as orientações.

de secção; lúmen pequeno, circular ou em fenda, canaliculados; dutos secretores dispersos por todo o corpo medular; células secretoras esparsas na região periférica; corpo lenhoso primário centrífugo, protoxilema endárqueo; elementos primários com espessamentos frouxo-espiralados passando a elementos com espessamentos estreito-espiralados, escalariformes e reticulados; corpo secundário do lenho com anéis de crescimento nítidos; alguns anéis secundários, intercalados entre os principais, não têm continuidade; traqueídeos quadrados a retangulares em secção transversal; em vista radial pontuações em uma e duas fileiras, esporadicamente três fileiras; quando em uma, são contíguas sem muito se achatarem, ou separadas e esparsas, de forma circular; em duas filas (ou três) associam a alternância e a oposição no mesmo traqueídeo; arranjo próximo do tipo podocarpóide; campos de cruzamento com 2 a 4 (5) pontuações por campo; aréolas estreitas; arredondadas a elípticas; há pontuações elípticas alongadas no sentido horizontal; algumas parecem englobar até duas pontuações menores; raios unisseriados; de modo esporádico bisseriação na região mediana dos raios e associação de células resinosas e células parenquimáticas normais; altura média dos raios, 2-3 estratos celulares; escassos os raios com 10 estratos celulares de altura.

BRASILESTILOXYLON MUSSA emend.

Espécie-tipo: *Brasilestiloxylon piracicabense* MUSSA 1978

DESCRIÇÃO

BRASILESTILOXYLON PIRACICABENSE sp.nov. emend

(Estampa 29, Figuras 1-6; Estampa 30, Figuras 1-4; Estampa 30-A, Figuras 1-4; Figura 31, no texto)

Holótipo: GP/3T. 1192. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência. AF/GP.8. Rodovia Tietê-Piracicaba (SP-127) na altura do km 26, SP.

Horizonte: Nível de sílex dos depósitos calcários da Formação Irati, SP (Figura 7).

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmentos de lenho de forma cilíndrica irregular, como se a morfologia externa, antes da descorticação, fosse feita em gomos. Estes seriam representados por caneluras verticais ou concavidades de caimento em ângulos agudos (Estampa 29, Figuras 5 e 6). A medula é cêntrica e a distribuição do crescimento, no caule, simétrica. Os anéis de crescimento são nítidos a olho desarmado e acompanham as ondulações conforme o próprio desenho do contorno do caule, em vista transversal. As dimensões do holótipo são de cerca de 9 cm de comprimento por 6 cm a 7 cm de diâmetro. A medula é ampla, com dimensões da ordem de 2 cm para 1 cm quanto aos diâmetros maior e menor. Parece ter sofrido certo grau de achatamento, mas, mesmo assim, sobressai a olho desarmado a configuração estelar acompanhando, de certa forma, o contorno das caneluras e costelas presumíveis como presentes na superfície do caule.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - A medula tem o contorno aproximadamente estelar; convexidades e ângulos agudos se distribuem em todo o contorno. Os vértices agudos dos ângulos, reentrantes no lenho, dizem respeito aos traços originados desde a orla medular. As convexidades correspondem às cunhas plano-convexas do corpo lenhoso dissecadas em inúmeras pontas, agudas, de extremidades aciculares. Sendo assim, a orla da medula, ao microscópio, parece ser franjada (Estampa 29, Figuras 1 e 2; Estampa 30, Figura 1) em torno do corpo medular maciço, parenquimático e heterocelular. As células predominantes são as de parênquima, quase sem variação, no que toca à dimensão das mesmas. Por todo o corpo da medula as dimensões celulares variam de 20 μ m a 50 μ m. O formato das células parenquimáticas, em vista transversal, é o poligonal, passando a sub-poligonal e arredondado (Estampa 29, Figuras 1 e 2). Nas secções de orientação longitudinal a forma mais comum é a poligonal-retangular até sub-retangular. Aparecem organizadas em fileiras mais ou menos regulares.

As centrais são de dimensões um pouco maiores do que as periféricas. Ocorrem rupturas no tecido parenquimático nas proximidades do esclerênquima colunar. De modo esparsos, por toda a matriz medular, há grupos celulares de paredes ligeiramente mais espessas que não chegam, porém, a configurar verdadeiros esclereídeos. Esses grupos adquirem a aparência (Estampa 30, Figura 4) placoidal. Compreendem células que variam em número de seis a quatorze, ou maior número. Entre as células do parênquima medular encontram-se, dispersos, esclereídeos que em vista transversal têm forma estelar e cujos vértices são agudos e alongados. Os unitários são a maioria. Mais raramente aparecem grupos de dois (três). Em vista longitudinal a aparência dos mesmos é diversa. Compreendem idioblastos alongados, unitários ou em feixes estreitos (fibro-esclereídeos) alongados. Muitos dos idioblastos, porém, mudam a aparência fibrilar, por se apresentarem subdivididos em câmaras cristalíferas quadrangulares, adquirindo a feição de cordões longitudinais cristalíferos (Estampa 29, Figuras 3 e 4; Estampa 29-A, Figura 4). Em associação com tais idioblastos formam-se entre dois cordões longitudinais, ou a partir de um só, placas quadrangulares de esclereídeos cristalíferos. Não se verificou a presença de células secretoras ou de dutos secretores, mas alguns idioblastos têm uma inclusão escura que pode corresponder a qualquer sorte de secreção.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: O que mais chama a atenção na periferia medular, são as estruturas remanescentes das fases iniciais de vascularização que, na secção transversal, liga-se à aparência das cunhas esgarçadas em tiras longas e finas. Estas se coordenam em anéis, isto é, as extremidades de tiras vizinhas aprofundam-se no corpo medular e podem "convergir" até o ponto em que se unem em alça ou anel. Dessa maneira, cada par delimita uma cavidade ou lacuna de reabsorção, acelular, ou com algumas células, inclusas, de parênquima. Essa é a feição predominante em toda a orla medular. Todavia, há bandas e feixes individuais que não se coordenam com os vizinhos conforme o descrito acima. Há, ainda, configurações em que três ou quatro convergem até um ponto comum, e, a partir daí, parecem expansões com aspecto bandeado e aprofundado no corpo medular. De acordo com o procedimento clássico, para classificação do corpo primário

rio do lenho dir-se-ia que o protoxilema é endárqueo e o desenvolvimento do corpo lenhoso primário, centrífugo. Mas, o que ocorre, realmente, é a conservação dos elementos vasculares, originados durante as primeiras fases de vascularização. Os elementos lignisvasculares, aprofundados como expansões, na medula, são, de fato, elementos vasculares persistentes da fase intermediária. A lacuna indica a reabsorção dos elementos da fase alternada e parcial reabsorção dos elementos intermediários (Estampa 29, Figura 1). Ora, diante da configuração desse tipo torna-se difícil apontar a posição do protoxilema, pois o verdadeiro foi reabsorvido (CHAUVEAU, 1911). Assim, as secções longitudinais não denotam qualquer sorte de inversão de posição dos elementos lignisvasculares.

No tocante aos lenhos fósseis não se denomina, necessariamente, de xilema centrípeto, só os casos de inversão na ordem de aparecimento dos elementos vasculares, mas, também, quando as componentes celulares se mantêm avançadas no corpo medular e distanciados do próprio cilindro lenhoso. Os elementos de menor diâmetro, aparentemente mais primitivos, ocupam posição tal que deveriam ser definidos como protoxilema mesárqueo, mas, devido à identidade de espessamentos espiralados nas paredes radiais de todos os elementos, apenas a aparência é centrífuga. Por isso, vale a pena a análise mais acurada das secções longitudinais radiais. Estas oferecem quadros anômicos bem característicos ao morfogênero no que tange a composição do corpo primário. Vê-se que a orla medular é caracterizada por uma feição serreada em vista geral (Estampa 29, Figura 3; Estampa 30, Figura 3). Esta resulta das configurações das cunhas em feixes com extremidades aciculares ou estilóides; em geral as extremidades aciculares vizinhas, se unem duas a duas por meio de elementos espiralados cada vez mais curtos. Assim, a margem do corpo primário compreende uma sequência vertical de pontas aciculares as quais delimitam, entre cada par, a lacuna de reabsorção. Adiante das extremidades assim coordenadas, há, ainda, uma bainha de aparência tênue, formada por sequência de uma a quatro fileiras verticais, de elementos retangulares, finos e alongados, com espessamentos frouxo-espiralados a estreitos.

to-espiralados em direção ao centro da medula. A preservação não deixa afirmar além disso, mas há indicações de alguns elementos reticulados, projetados ainda mais profundo, no interior da medula (Estampa 30, Figura 3). A sequência de elementos espiralados continua a partir da margem serrada da medula, quase sem alteração, com uma amplitude de cerca de 500 μ m para dentro do cilindro lignisvasvular. Só a essa altura é que aparecem 1-2 fileiras de elementos escalariformes e uma fileira única de elementos reticulados. Como se vê, a extensão radial do corpo primário do lenho é notável e é notável a amplitude radial ocupada por elementos espiralados. Quadros anatômicos do corpo primário assim configurados foram comparados por KRAUSEL (1928, 1962) com a composição anatômica de *Mesoxylon* SCOTT. O autor considera tais espécimes compreendidos no grupo, designado por ele, *Mesoxylloideae* e relacionado às Cordaitales. De fato, os espécimes referidos ao morfogênero *Brasilestiloxylon* mostram diversas feições de afinidade em relação a *Mesoxylon* como seja, também, a natureza dos traços. Diferem com pertinência ao corpo primário apenas na feição em anel na qual o protoxilema não deve ser referido "sensu strictu", como mesárqueo; o protoxilema verdadeiro inexistente; em seu lugar está presente a lacuna de reabsorção, contornada por duas alças do xilema da fase intermediária, conforme descrito. Tais descrições de alças ou bandas aciculares, formando anel, são apenas figurativas, nada expressam no sentido do encaminhamento evolutivo das componentes.

A partir da região perimedular observam-se dois eventos anatômicos. O primeiro diz respeito aos traços bifurcantes como em *Mesoxylon* SCOTT. Estes se iniciam a partir de raios parenquimáticos largos, e avançam no cilindro lenhoso por uma distância de mais de um milímetro, com o mesmo aspecto da letra V, cujo vértice, agudo, se volta para o córtex (Estampa 30, Figuras 1 e 2). Em seguimento a esse vértice individualizam-se dois feixes que divergem em ângulo de cerca de 30° a 35° e seguem por uma distância média de 1,6 mm, para desaparecerem, em seguida, no corpo lenhoso.

O segundo evento anatômico a se observar é a feição

dos raios primários, cujas células são globosas, em forma de barril. Em geral são unisseriados em origem, mas são comuns os de duas ou três séries celulares, antes de alcançarem posição mais avançada ou seja, cerca de 500 μ m no corpo secundário do lenho.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Os traqueídeos secundários em fileiras radiais têm, na secção transversal, a configuração preferencial quadrangular. Os anéis de crescimento são nítidos. Não são densos em número por área considerada. O espaçamento médio entre eles quase sempre ultrapassa 1,5 mm e atinge 2 mm. As pontuações radiais dos traqueídeos diferem, sobremaneira, do arranjo mesoxylóide ou do arranjo cordaitóide. No espécime em questão tanto no lenho inicial do anel, como no lenho final há séries de uma a duas fileiras de pontuações. No lenho final (MUSSA, 1978c) tendem à alternância e contiguidade e à forma hexagonal. Há, entretanto, a combinação de aspectos podocarpóides e protoginkgóides nos traqueídeos iniciais, isto é, ao longo do mesmo elemento aparecem campos de pontuações opostas, ou campos de pontuações não contíguas, ou, no mesmo traqueídeo, uma série de pontuações seguida de campos de pontuações duplas alternas ou duplas opostas. No lenho inicial as pontuações, de preferência, são espaçadas; pode-se dizer que há até um certo ritmismo no espaçamento das mesmas com grupos em rosácea. Nessas as pontuações são alternantes. Há rosáceas de cinco pontuações, de quatro e de três. Há diádes e tríades opostas, em linha horizontal (MUSSA, 1978c). Os campos de cruzamento são de tipo agathióides; mostram pontuações pequenas areoladas em número que varia de uma a três pontuações, mais raramente aparecem quatro ou cinco pontuações. Os raios são unisseriados, com oito-dez estratos celulares de altura, mas a predominância (75%) situa-se em torno dos raios com 1-5 estratos celulares de altura.

DIAGNOSE *emend.*

Medula maciça, heterocelular; matriz parenquimática formada por células de paredes finas; forma geral das células, em secção transversal, poligonal; forma geral, nas secções longitudinais, retangular; organização em filas verticais um pouco irregulares; grupos placoidais de células parenquimatosas, de paredes um pouco mais espessas que o geral dispersos na medula; esclerênquima presente, em vista transversal, como células esparsas, unitárias ou grupos de duas (três); cada célula tem o formato estelar, cujos vértices são alongados e agudos; em vista longitudinal compreendem idioblastos esclerenquimatosos fibrilares; numerosos dentre eles contêm subdivisões em câmaras cristalíferas, quadrangulares; esclereídeos fibrilares unitários ou em feixes de dois a três; intrometimento de idioblastos esclerenquimatosos cristalíferos, em grupos placóides entre dois feixes fibrilares ou associado a apenas um deles; não há conexão ou relacionamento do sistema esclerenquimatoso com o corpo primário do lenho; corpo lenhoso primário com notável expansão radial; a maior parte dos elementos é de tipo espiralado; há poucas séries escalariformes ou reticuladas; configuração transversal em anel; lacunas de reabsorção em lugar dos *loci* do verdadeiro protoxilema; configuração longitudinal representada por extremidades aciculares na margem medular; cada extremidade acicular aparece unida à seguinte por meio de elementos espiralados curtos que delimitam, em relação a cada par, uma lacuna de reabsorção; adiante das lacunas duas a três séries de elementos espiralados e, possivelmente, reticulados; compreendem o xilema centrípeto; protoxilema meso e endárqueo, isto é, mesárqueo transicional; corpo secundário do lenho combina arranjos de pontuações podocarpóides (lenho final) a protoginkgóides (lenho inicial) nos traqueídeos; campos de cruzamento com 1-3 (5) pontuações areoladas por campo; raios 1-seriados, 75% com 1-5 estratos celulares de altura; alturas máximas 8-10 estratos celulares; raios primários com células em "barril", globosas; traços se iní

ciam por raios largos do parênquima medular, no lenho, com terminações em V cujo vértice é voltado para o córtex; a partir do vértice, traços logo desmembrados em dois feixes bifurcantes; divergem em ângulo de 20 a 35°; seguem independentemente e desaparecem cerca de 1,6 mm no corpo lenhoso.

BRASILESTILOXYLON SCLERIORNATUM sp. nov.

(Estampa 31, Figuras 1-4; Estampa 32, Figuras 1-4; Estampa 33, Figuras 1-6; Figura 31, no texto)

DESCRIÇÃO

Holótipo: GP/3T. 1438, Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: Pedreira de calcário Itapetininga (Propriedade do sr. João Vitti), SP.

Horizonte: Banco de calcário da base da Formação (Figura 7) Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Pequeno fragmento de ramo, de forma cilíndrica, de tipo gimnospérmico, com cerca de 8 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro. Os anéis de crescimento são nítidos a olho desarmado. Externamente não existem cicatrizes ou ornamentação que deva ser colocada em destaque.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - Tem um contorno circular, levemente sinuoso, devido à penetração das lenhas na orla medular. Os tecidos da região periférica acham-se rupturados, e, por isso, numa observação rápida, tem-se a impressão de que se tratam de lacunas. Na verdade são rupturas resultantes da distensão das paredes das células parenquimatosas, relativas aos primeiros estratos periféricos. Tais paredes celulares são finas, em contraste com as dos esclereídeos e fibroesclerídeos que a partir daí se dispersam por todo o corpo medular.

O contorno das cunhas do lenho, não aparece intacto ao longo da orla medular como nas espécies *Brasilestiloxylon piraicabense*. Aí, também, as referidas cunhas aparecem dissecadas em feixes e tiras de extremidades estilóides, pontiagudas. Os pares

de feixes aciculares em geral se unem em anel e delimitam lacunas de reabsorção na orla medular. Essas têm formato anguloso, cujo vértice mais agudo se prolonga radialmente na direção do lenho (Estampa 31, Figura 3). Desse modo, tais lacunas, associadas àquelas resultantes das rupturas, por tensão, dão à região periférica a aparência lacunosa, polysolenóide, o que não corresponde à realidade. A medula é de natureza maciça, heterocelular. As Figuras 1, 3 e 4 da Estampa 31 ilustram alguns campos transversais das mesmas. Vê-se que o corpo central, parenquimático, é interrompido, de espaço a espaço, por ninhos dispersos de esclereídeos (Figura 2, Estampa 32). As células parenquimáticas têm, como forma mais geral a poligonal e, secundariamente, a forma arredondada. São quase isodiamétricas em secção transversal; não há distribuição preferencial de tipos celulares por zonas. As células periféricas denotam ser apenas ligeiramente menores do que as centrais. Assim, as referidas dimensões variam em torno de 40 μ m - 50 μ m de diâmetro quanto às células maiores e 20 μ m - 25 μ m quanto às menores. Em todas as orientações de secção os esclereídeos aparecem em ninhos placôides, aproximadamente horizontalizados, dispersos no corpo medular. Em vista transversal a forma preferencial dos esclereídeos unitários é a hexagonal, quase isodiamétrica. Longitudinalmente os esclereídeos unitários são quadrangulares a sub-quadrangulares, um pouco menores do que as células parenquimáticas ao redor (Estampa 33, Figura 4). Os ninhos de esclereídeos congregam número variável de elementos, isto é, desde 5 a 6 por grupo ou ninho até cerca de 16; são mais raros os grupos de 16-20 esclereídeos. Associados aos ninhos ou independentes deles aparecem, ainda, idioblastos esclerenquimatosos, alongados, do tipo de fibro-esclereídeos, pontuados, semelhantes aos fibro-traqueídeos devido às pontuações, porém, formados por uma sucessão vertical de células tão curtas (Estampa 31, Figura 2) quanto as do parênquima. Nas secções transversais, quanto a sua presença notam-se células poligonais espessadas, dispersas no corpo medular ou associadas aos ninhos de esclereídeos (Estampa 31, Figura 1). Aí, porém, numa observação de relance chegam a se confundir com traqueídeos esparsos na medula. A observação mais

detida deixa perceber sua natureza mais próxima das componentes, classificáveis como fibro-esclereídeos. Aparecem unitários ou grupos de dois (três). Compreendem fileiras longitudinais de células retangulares de paredes espessas e pontuadas (Estampa 31, Figura 2; Estampa 32, Figuras 1, 2) com pontuações areoladas, diminutas, sub-arredondadas a hexagonais, com aberturas geralmente em fenda linear.

A aparência longitudinal da medula pode ser muito bem apreciada, em vista geral, na Figura 2 da Estampa 32. Observa-se que as células parenquimatosas se dispõem em fileiras verticais quase regulares. Tal regularidade sofre a interceptação dos ninhos de esclereídeos (braquiesclereídeos) e dos fibro-esclereídeos pontuados. Os ninhos são placoidais, e dir-se-ia que até se dispõem de modo organizado no corpo medular, isto é, em filas alternantes de ninhos placoidais (Estampa 32, Figura 2). Pode acontecer que dois a três ninhos alternos, mais próximos, se unam por meio de braços radiantes de parênquima espessado (Figura 31). Surgem, assim, ninhos placoidais dispostos em diagonal em relação ao eixo vertical do corpo medular. Em geral os esclereídeos que compõem os ninhos mostram aberturas em fenda das quais irradiam canalículos ramificados ou não. Alguns deles têm paredes espessas e lúmen amplo e este preenchido por substância escura (Estampa 33, Figura 4) semelhante à secreção resinosa. Tais esclereídeos deviam associar, no caso, a função de secreção. A dimensão média dos mesmos é da ordem de 30 μm a 35 μm ao passo que a dimensão dos respectivos lúmens gira em torno de 15 μm - 20 μm .

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: O aspecto é anelar, resultante da convergência das tiras de xilema na orla da medula, com a formação de lacunas especiais, na margem do corpo lenhoso. Tal quadro anatômico reconstitui quadros idênticos, descritos em plântulas de formas recentes por CHAUVEAU (1911), referentes a lacunas de reabsorção. No caso presente, as lacunas são, certamente, idênticas em origem (Estampa 31, Figuras 3, 4). As seções de orientação transversal deixam evidentes dois tipos de lacunas de reabsorção. O primeiro deve a sua formação ao fecha

mento da lacuna por meio de células de parênquima, formando um anel a partir das extremidades aciculares de cada par de feixes. O segundo, resulta do próprio encontro das extremidades aciculares formadas por traqueídeos centrípetos, aparecendo expandidas, mais profundamente, na medula, limitando a lacuna em questão. A associação de configurações desse tipo dificulta a classificação do corpo primário do lenho conforme os padrões convencionais. O protoxilema, como tal, não mais está presente. Em seu lugar encontra-se a lacuna de reabsorção. Se estivesse presente seria mesárqueo. Assim, não faz sentido expressar esse tipo de estruturação como endárqueo. Ainda mais porque aí persistem alguns elementos, primitivos, centrípetos. A melhor caracterização, portanto, é a de tipo transicional, anelar, com lacunas de reabsorção ou tipo meso e endárqueo. Onde o fechamento da lacuna se dá por meio de células de parênquima o campo assim apreciado mostra o protoxilema endárqueo. Onde, porém, as alças são formadas por meio dos próprios traqueídeos primários, ou onde se formam pequenos grupos de traqueídeos, destacados do corpo lenhoso, é possível caracterizar o protoxilema como mesárqueo. A amplitude do corpo primário do lenho situa-se em torno de 10-12 camadas celulares, nos campos endárqueos, com algumas unidades a mais, geralmente separadas do cilindro lenhoso, por células de parênquima, nos campos mesárqueos.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Os anéis de crescimento são nítidos (Estampa 31, Figura 1) com marcada diferença de forma e de dimensão entre o lenho final e o inicial dos anéis. Na região mediana do cilindro lenhoso secundário a amplitude do lenho inicial gira em torno de 80-120 traqueídeos, em vista transversal, e, no lenho final, em torno de 5-7. Nesta secção os referidos traqueídeos têm forma quadrangular à retangular no lenho inicial; mostram-se achatados e estreitados no lenho final. As pontuações radiais aparecem em uma a duas séries. Três séries só são vistas na região mediana dos traqueídeos largos do lenho inicial. O arranjo das pontuações aproxima-se do tipo podocarpoide. Pode ocorrer uma série de pontuações circulares, contíguas, sem se achatarem ou então uma série de pontuações circula

res afastadas, em filas regulares e fora de alinhamento ao longo do mesmo traqueídeo. Em duas (três) séries as pontuações são alternas ou opostas em campos diversos do mesmo traqueídeo; igualmente, são circulares, contíguas, sem se achatarem ou afastadas (Estampa 33, Figuras 1, 3 e 5). Os campos de cruzamento fogem ao tipo podocarpóide. Aí se encontram duas a seis pontuações de areolas estreitas e aberturas lenticulares inclinadas (Estampa 33, Figura 2). Dimensões das pontuações de campo de cruzamento em torno de 8 μ m e 5 μ m quanto aos diâmetros maior e menor. Com respeito aos raios vasculares existem os de altura máxima, com até seis estratos celulares. Cerca de 90% dos raios, porém, têm de um a três estratos celulares de altura (Estampa 33, Figura 6).

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: A composição do corpo primário do lenho, anelar, transicional, e a associação do sistema esclerenquimatoso à medula (ninhos de esclereídeos e fibro-esclereídeos) define claramente as características do morfogênero *Brasilestiloxyton* MUSSA 1978. Ao contrário do morfogênero *Kaokoxyton* KRÄUSEL 1956 não existe nenhuma conexão entre o sistema esclerenquimatoso medular e o corpo primário do lenho. Quanto à caracterização em nova espécie, o próprio modo de composição dos esclereídeos medulares diferenciam essa forma das demais espécies do morfogênero. Por isso, passa a ser designada *Brasilestiloxyton scleriornatum* sp. nov.

DIAGNOSE

Fragmento de lenho de tipo gimnospermico, medulado; medula de contorno circular levemente sinuoso; maciça, heterocelular, com 0,5 cm de diâmetro; células parenquimáticas de paredes finas; poligonais em secção transversal ou, de preferência, hexagonais; secundariamente algumas células são arredondadas; em vista longitudinal são retangulares a quadrangulares; sistema esclerenquimatoso medular presente; não relacionado ao corpo pri

Fig. 31. *Brasilestiloxylon scleriornatum* sp. nov.: desenho esquemático da programação do sistema esclerenquimatoso

mário do lenho; fibro-esclereídeos em organização colunar, pontuados, em filas unitárias ou grupos de duas (três) filas dispersas na medula; composições colunares de fibro-esclereídeos associados a ninhos placoidais de braquiesclereídeos; nas secções longitudinais os referidos ninhos têm a disposição aproximada em fileiras verticais em que os ninhos são alternantes; conexão de ninhos placoidais vizinhos ocasiona a formação de placas diagonais de esclereídeos medulares; os braquiesclereídeos têm forma quadrangular a sub-quadrangular com ampla abertura em fenda munida de ramificações; corpo secundário do lenho representado por séries radiais de traqueídeos de forma quadrangular a retangular em secção transversal; pontuações radiais em uma a duas séries em arranjo próximo do podocarpóide; quando em uma série são arredondadas, contíguas ou afastadas; em duas séries, alternas, contíguas, arredondadas ou afastadas, opostas e contíguas ao longo do mesmo traqueídeo; campos de cruzamento com duas a seis pontuações de aréolas estreitas, de aberturas lenticulares, inclinadas; raios unisseriados; 90% comum a três estratos celulares de altura; altura máxima, seis estratos celulares; anéis de crescimento nítidos e regulares.

BRASILESTILOXYLON ASSISTEENSE sp.nov.

(Estampa 34, Figuras 1-4; Estampa 35, Figuras 1-5; Estampa 36, Figuras 1-6; Figura 32, no texto).

Holótipo: GP/3T. 1383, Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.8. Pedreira de Calcário Vitti, Rodovia Tietê-Piracicaba (SP-127) na altura do km 36, SP.

Horizonte: Base da Formação Irati (banco calcário, Figura 7), SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: A amostra é de bela aparência, mas o estado de preservação é precário. Apresenta-se descortificada. Do lado externo expõe caneluras ou sulcos longitudinais paralelos. Estes provavelmente se originaram no período pré-fossilização, com a perda do córtex devido aos deslocamentos e transporte. A par dos sulcos longitudinais estão presentes duas rachaduras transversais que dividem a amostra em três partes aproximadamente iguais (Estampa 34, Figuras 2 e 4). Só uma delas ficou separada da peça principal, ficando unidas as outras numa peça única. Externamente observam-se cicatrizes de órgãos laterais em número de três. São circulares e formam relevo na superfície da amostra. A distribuição das três cicatrizes denota arranjo em espiral. O fragmento lenhoso diz respeito à parte de um ramo, com 28 cm de comprimento por 7 cm de diâmetro. Tem forma cilíndrica e cor amarela esbranquiçada; a fossilização deu-se por meio da calcedônea; trata-se de permineralização do lenho.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - Cilíndrica de contorno levemente sinuoso. Nas ssecções transversais e longitudinais ainda se encontram campos em estado de preservação razoável. Em parte a cor esbranquiçada é da calcedônea, responsável pela permineralização; esta dificulta a melhor percepção dos caracteres microscópicos. A sinuosidade do contorno medular decor

re da penetração de cunhas como que subdivididas em múltiplas tiras penetrantes na medula, radialmente. A natureza desta é heterocelular. Compõe-se de células parenquimáticas entremeiadas por fibro-esclereídeos em séries unitárias. Esses últimos, em vista transversal, aparecem como células de forma hexagonal, unitárias, menores do que as células parenquimáticas e de paredes espassadas (Estampa 34, Figura 3; Estampa 35, Figura 1; Estampa 36, Figura 1). Nas secções longitudinais são vistos como cordões uniseriados de esclereídeos e estes de forma hexagonal mais definida do que na secção transversal. O lúmen de cada esclereídeo (Figura 32) é também hexagonal ou circular. A peculiaridade marcante dos cordões é que formam espirais longas, de mais de 50 μ m de extensão, com a forma de grandes "esses" abertos, estendidos verticalmente, inclinados ou horizontalizados no corpo medular (Estampa 34, Figura 3; Estampa 36, Figuras 3 e 4). As setas sobre as fotomicrografias respectivas indicam o rumo dos referidos cordões em meio da matriz parenquimática. Alguns deles se colocam bem próximo da margem medular, mas não revelam qualquer conexão ou relacionamento direto com o corpo primário do lenho. Em secção transversal, como nas secções longitudinais, enquanto os diâmetros maior e menor, das células parenquimáticas, situam-se em torno de 40 μ m a 80 μ m os diâmetros dos esclereídeos variam em torno de 20 μ m a 30 μ m. As células da matriz parenquimática, por sua vez, são poligonais, de preferência. Têm paredes finas e meatos diminutos entre elas. Mostram a tendência à disposição em fileiras verticais as quais se apresentam tanto mais desorganizadas quantos sejam os cordões sinuosos de esclereídeos cruzando os respectivos campos medulares (Estampa 34, Figura 3; Estampa 35, Figura 3). Certamente que a presença desses cordões esclerenquimatosos causa um esforço sobre as paredes finas das células parenquimáticas. Assim, as vizinhas a eles acompanham o percurso, subordinadas às mesmas e visíveis sinuosidades. O mesmo sucede nas margens da medula onde, em vista transversal, as células parenquimáticas expõem arranjo e forma peculiares, ao redor das extremidades radiais de xilema (Estampa 36, Figuras 1 e 2). Nessa região as células de parênquima têm a forma poligonal mais longa do que larga, cujo

vértice mais agudo se dispõe em torno da extremidade acicular do lenho, como se irradiassem a partir daí. Tal organização produz, na secção transversal, o aspecto estelar característico, resultante do parênquima em torno das extremidades aciculares do xilema.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: São várias as figuras inseridas no texto e nas Estampas (Estampa 34, Figura 1; Estampa 35, Figuras 1 e 5; Estampa 36, Figuras 1 e 2) deste trabalho para ilustrar o modo como se configura o corpo primário do lenho. A amplitude deste situa-se em torno de 14 seqüências de traqueídeos, radialmente, a partir da medula. Em sua maior parte compreendem elementos espiralados, de espessamentos contíguos. Próximos do lenho secundário dão lugar aos traqueídeos areolados, e, junto à medula, terminam, em alguns campos, com elementos espiralados idênticos. Em outros campos percebe-se que a partir dos últimos espiralados aparecem de uma a duas seqüências verticais de elementos curtos e estreitos. Alguns deles deixam perceber a presença de espessamentos escalariformes. Tais seqüências de elementos escalariformes (Estampa 35, Figura 3; Estampa 36, Figura 4, no alto à esquerda) dizem respeito, certamente, aos grupos afastados do cilindro lenhoso e distribuídos mais profundamente na orla medular, conforme se vê nas secções transversais (Estampa 34, Figura 1; Estampa 36, Figura 1). Conseqüentemente, é possível reconhecer, em muitos campos, o protoxilema endárqueo; em outros, o mesárqueo. Há também incidência da configuração anelar, todavia, em menor escala que nas demais espécies de *Brasilestiloxylon*. Nesse último caso a lacuna de reabsorção originada não permanece acelular; em seu lugar os dois braços aciculares do lenho englobam uma a duas células globóides de parênquima. Mediante o que foi descrito, pois, a melhor maneira de caracterizar o corpo primário do lenho é de apontá-lo como centrífugo e centrípeto, ao mesmo tempo; e, o protoxilema, em situação transicional entre mesárqueo e endárqueo.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Os anéis estão presentes mas são pouco nítidos. Os quatro primeiros anéis são os que mais se

destacam, mesmo assim torna-se difícil proceder contagem de camadas celulares para avaliação da amplitude média dos mesmos. Sabe-se apenas que o lenho final do quarto anel compreende cerca de 4-5 camadas celulares, porém, a avaliação do número no lenho inicial, é difícil de se obter. Em vista transversal, a forma preferencial dos traqueídeos é a poligonal, passando à sub-arredondada no lenho inicial. As secções longitudinais não demonstram bom estado de preservação. Todavia, diversos campos mostram pontuações em uma só fileira ou, em duas, mas, em ambos os casos, são espaçadas e de forma arredondada. A alternância é relativa. No mesmo traqueídeo as pontuações, quando bisseriadas, podem se dispor alternantes ou opostas ao longo do mesmo traqueídeo. São pontuações guarnecidas e o tipo de arranjo se aproxima do podocarpóide (Estampa 35, Figuras 2 e 4). Os campos de cruzamento deixam entrever muito pouco de sua composição (Estampa 36, Figuras 5 e 6). Encontram-se apenas campos residuais os quais, no lenho inicial, chegam a conter de uma a quatro pontuações areoladas pequenas, e, no lenho final, em geral, uma, ou até duas pontuações areoladas por campo. Os raios são unisseriados. O estado de preservação não permite avaliar muito bem a altura máxima dos mesmos. Tudo indica, porém, que se tratam de raios com poucos estratos celulares de altura.

Fig.32. *Brasilestiloxylon assisteense* sp. nov.: desenho esquemático da programação do sistema esclerenquimatoso medular

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: O conjunto de caracteres demonstrado através das ilustrações deixa bem claro que se trata de mais uma espécie do morfogênero *Brasilestiloxylon*. Vê-se, pelo modo transicional de estruturação do corpo primário do lenho, bem como pela presença de cordões de esclereídeos dispersos na medula, tão característicos do morfogênero em questão, que se trata de uma espécie diferenciada das demais já descritas, cujo nome sistemático escolhido é *Brasilestiloxylon assisteense* sp. nov.

DIAGNOSE

Fragmento de lenho de tipo gimnospérmico. Medula maciça, heterocelular, formada por matriz parenquimática e esclerênquima; este representado por cordões de esclereídeos em séries unitárias, formando longas espirais, ou linhas sinuosas dispersas por todo o corpo medular; células de parênquima de forma poligonal, com meatos diminutos entre elas; tendência à organização em filas radiais, desordem devida à presença das espirais de esclerênquima, este sem conexão evidente com o corpo primário do lenho. Corpo lenhoso primário centrífugo e centrípeto; elementos centrípetos compreendendo grupos de traqueídeos separados do cilindro lenhoso e mergulhados na periferia medular ou alças de xilema centrípeto de configuração anelar; protoxilema transicional meso e endárqueo. Corpo secundário do lenho compreende traqueídeos com pontuações radiais em uma ou duas séries de pontuações circulares, ora contíguas, ora afastadas no mesmo traqueídeo; quando bisseriadas as pontuações são alternas com alguns campos de oposição ao longo do mesmo traqueídeo; campos de cruzamento com 1-2 pontuações areoladas por campo no lenho final do anel e 1-4 pontuações por campo no lenho inicial. Raios unisseriados de poucos estratos celulares de altura; caracteres do lenho secundário, podocarpóides.

TAXOPITYS KRÄUSEL 1928

Espécie tipo: *Taxopitys africana* KRÄUSEL 1928

DESCRIÇÃO

TAXOPITYS JOLYI sp.nov.

(Estampa 37, Figuras 1-4; Estampa 38, Figuras 1-4; Estampa 39, Figuras 1-6)

Holótipo: GP/3T. 1391. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.80. Pedreira de calcário Moura-II, (2^a frente de exploração), Rodovia Tietê-Piracicaba, Município de Piracicaba, SP.

Horizonte: Nível de calcário intercalado em folhelhos, acima do "banco" basal.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmento de lenho de tipo gimnospérmico, medulado. A medula é circular, de contorno sinuoso, nítida em superfície polida. O comprimento da amostra é de 6,5 cm e o diâmetro 2 cm. A medula tem, aproximadamente, 7 mm de diâmetro. O espécime tem cor castanha escura, quase negra, semelhante à cor do folhelho com nódulos de sílex, comuns na Formação Irati de São Paulo. Trata-se de um fragmento de caule, com distribuição de crescimento simétrica.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: No corpo secundário do lenho, assim como no primário e na medula o espécime sobressai pela originalidade da combinação dos caracteres anatômicos.

A Medula cêntrica, maciça e heterocelular. A forma é circular de margem sinuosa. Aproxima-se da feição estelar devido à configuração das cunhas de xilema, plano-convexas, quase equidimensionais. As lâminas que seccionam a medula transversalmente expõem-na com a cor escura, quase negra, o que dá idéia de ter havido um estágio pré-permineralização, de condições de carbonificação. De fato, a cor escura é generalizada em toda a

amostra. Contudo, o realce maior da medula se deve a componentes celulares diversas, de paredes fortemente espessadas e associadas à matriz parenquimática (Estampa 37, Figura 2). Compreendem esclereídeos. As células parenquimáticas medulares ocupam campos como que estrangulados por nódulos ou grandes ninhos de esclereídeos. Os ninhos se distribuem por todo o corpo medular, irregularmente, com a forma e a dimensão as mais variadas em secção transversal. Correspondem a verdadeiros aglomerados de esclereídeos de cor escura e de pequeno lúmen. Além desses ocorrem na medula outros elementos de forma poligonal, em geral hexagonais, cujas paredes são espessas, mas, o lúmen, é amplo. Aparecem em pequenos grupos ao redor dos *loci* de protoxilema, ou como elementos separados do cilindro lenhoso. Aparecem, também, como unidades dispersas em diversos campos do corpo medular, ou, nas proximidades dos ninhos esclerenquimatosos. As secções longitudinais esclarecem muito bem sobre a natureza desses elementos que, adiante dos *loci* de protoxilema, dizem respeito ao xilema primário centrípeto; dispersos, correspondem a traqueídeos, presentes no corpo medular. Nas secções longitudinais os traqueídeos sobressaem com distribuição em duas categorias: 1) os relativamente longos, de extremidades fusiformes que ostentam espessamentos espiralados ou escalariformes; aparecem unitários ou em grupos junto aos *loci* de protoxilema; 2) os elementos de extremidades fusiformes, quase isodiamétricos, apresentando espessamentos escalariformes a reticulados. A posição preferencial dos traqueídeos longos se dá junto à periferia do cilindro lenhoso (Estampa 38, Figura 3). Os elementos curtos e reticulados encontram-se desde aí e por todo o corpo medular, em séries longitudinais simples, duplas, raro, triplas. Tais elementos reticulados, quase isodiamétricos, KRÄUSEL et al. interpretou-os, em *Taxopitys alves-pintoi* KRÄUSEL & DOLIANITI 1958, como verdadeiros traqueídeos centrípetos, além dos primeiros descritos. HOLDEN (1917) identificou-os numa faixa perimedular, em *Dadoxylon indicum*, e interpretou-os como xilema de transfusão. De uma forma ou de outra, isto é, sejam eles verdadeiros traqueídeos, ou elementos de transfusão, a presente análise propõe considerá-los como elementos centrípetos, cuja função, em ambos

os casos, seria a mesma, ou seja, a de vascularização da medula além dos limites teóricos do corpo primário.

Os ninhos de esclereídeos são representados por densos aglomerados dessas unidades e aparecem com forte destaque em todas as orientações de secção da medula (Estampa 37, Figura 2; Estampa 38, Figura 4; Estampa 39, Figura 1). Em vista transversal percebe-se tendência à disposição radial dos mesmos e em vista radial mostram-se dispersos como ninhos placóides verticalizados. Os ninhos, individualmente, compreendem um núcleo denso com cerca de 20-26 esclereídeos, isodiamétricos, poligonais, com lúmen central diminutos e canalículos ramificados radiais. Em muitos deles nota-se, com bastante clareza, as linhas de crescimento. A dimensão média do esclereídeo situa-se em torno de 20 μ m a 45 μ m. Em torno do núcleo denso colocam-se os esclereídeos de forma e dimensões idênticas, porém, com lúmen mais amplo, associados às próprias células de paredes espessadas do parênquima medular (Estampa 37, Figura 4). Em vista longitudinal percebe-se melhor a associação dos esclereídeos isodiamétricos, densos, com lúmen pequeno e canalículos de ramificações aos esclereídeos de lúmen amplo e de paredes espessas. Nota-se que o interior desses últimos aparece preenchido por material escuro que poderia indicar a associação da atividade secretora do esclereídeo (Estampa 38, Figura 4). Diferentemente das demais espécies gondvânicas de *Taxopitys*, na presente amostra os esclereídeos de um ninho não aparecem em fileiras. Ao contrário, em todas as secções aparecem aglomerados. Só as células de parênquima, nas vizinhanças, é que tendem à organização em filas verticais.

A matriz parenquimática compreende células de tamanho e forma variáveis em vista transversal. Mesmo assim, nota-se a predominância de células sub-poligonais a poligonais e de células sub-circulares de paredes semi-espessadas até as de paredes finas, em menor escala. Nas secções longitudinais o aspecto pouco muda, só que há a maior tendência aos formatos quadrangular e retangular, coexistentes com células sub-arredondadas (Estampa 38, Figuras 3 e 4; Estampa 39, Figura 1). Na superfície transversal, devido ao tamanho dos ninhos tem-se a impres-

são de que o conjunto deles quase engloba o restante da matriz parenquimática. Só as secções longitudinais mostram o contrário. As dimensões médias das células parenquimáticas, arredondadas, estão em torno de 40 μ m a 50 μ m. As retangulares (vista longitudinal) medem de 50 μ m a 70 μ m de comprimento e 20 μ m - 29 μ m de diâmetro. Quanto aos traqueídeos medulares as dimensões variam em torno de 30 μ m de diâmetro por 50 μ m de comprimento.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: Ocupa as margens das cunhas plano-convexas do lenho, no contorno medular. Os campos reentrantes entre as cunhas vizinhas são marcados pela presença de raios primários, unisseriados, de células bojudas ou em barril ("barrel-shape" - IAWA). Esses raios denotam estreito relacionamento com os traços de folhas ou de ramos, perceptíveis, em grande número, no inteiro contorno medular. Quanto aos traços é possível observar, em diversos campos, a formação de um simples traço monoxílico. Este após percurso aproximado de 1 mm torna-se bifurcante em dois traços independentes os quais divergem entre si em ângulo agudo. A configuração lembra as *Mesoxylodeae* (KRAUSEL, 1928), todavia, nesse espécime há também o aparecimento de traços triplos ou simples (Estampa 37, Figura 2).

À primeira vista o corpo primário do lenho parece enárqueo, mas logo se notam grupos de traqueídeos separados do cilindro lenhoso, por meio de células de parênquima. Da mesma maneira percebem-se expansões em bandas radiais e até transversais de traqueídeos primitivos, aprofundados na matriz medular. Em geral, tais expansões de traqueídeos primários têm começo de cada lado das células radiais primárias, de formato bojudo (Estampa 37, Figura 3). Em diversos campos continuam em arco, quase plano, como parcelas de uma bainha semi-absorvida de traqueídeos avançados no corpo medular (Estampa 38, Figura 1). A composição, dessa maneira, evidenciada, realça, para o corpo primário do lenho, o caráter combinado (Estampa 37, Figuras 1 e 2; Estampa 38, Figura 1) centrífugo e centrípeto. Comumente o protoxilema se localiza no limite natural da cunha seguido de

elementos do metaxilema. Há, também, metaxilema presente nas bainhas vasculares avançadas na orla medular.

A Figura 3 da Estampa 38 expõe um campo longitudinal do metaxilema centrípeto. À direita, em baixo, vêem-se elementos anelados do protoxilema. Daí, em direção ao centro da medula há intercalação de seqüências de elementos semi-espessados os espiralados, reticulados e, mais raramente, areolados. Os reticulados são, em parte, semelhantes às células parenquimatosas aí intrometidas, devido à organização em séries unitárias, ou duplas, de curta extensão longitudinal. A partir daí seguem-se traqueídeos com cerca de 1 mm de comprimento, de extremidades fusiformes munidos de espessamentos espiralados e escalariformes. Organizam-se em séries unitárias, duplas (triplas), raro em séries de maior número de traqueídeos. Nessas séries, algumas fileiras são representadas por traqueídeos com pontuações areoladas e estas são arredondadas, em filas simples. Após isso há novamente a intromissão de séries longitudinais de células parenquimáticas, seguindo-se séries de elementos isodiamétricos com pontuações reticuladas. Em direção ao centro da medula continuam a aparecer séries esparsas de traqueídeos longos, escalariformes e de traqueídeos quase isodiamétricos, reticulados. Mediante tal quadro anatômico a classificação mais plausível é a de KRAUSEL (1928, 1962) ao reconhecer aí o xilema primário centrípeto e o caráter mesárqueo do protoxilema.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Há anéis de crescimento, de marcados, sem muito destaque, com espaçamento amplo entre eles. Em geral, há seqüências de 3-4 (7) elementos, no lenho final, e, 80-120 (150) no lenho inicial. A característica principal são os espessamentos espiralados nítidos em todas as secções longitudinais (Estampa 39, Figuras 2, 5, 6). A secção radial mostra traqueídeos com pontuações areoladas em uma ou duas fileiras. São predominantes os traqueídeos com uma fileira simples, de pontuações contíguas, arredondadas e um pouco achatadas, com abertura circular no lenho final. Os traqueídeos com fileiras duplas mostram pontuações alternas, sub-circulares a sub-hexagonais, devido à contiguidade, e são mais frequentes no lenho inicial. Em

ambos os casos (traqueídeos com uma só fileira ou com duas fileiras de pontuações) verifica-se a associação com espessamentos espiralados, representados por espirais simples ou, com menor frequência, por espirais duplas, quase horizontais. Os campos de cruzamento comumente contêm uma ou, no máximo, quatro pontuações areoladas pequenas, com aberturas lenticulares e inclinadas. A secção tangencial expõe espessamentos idênticos (Estampa 39, Figura 2) aos da secção radial. Os raios são unisseriados, de altura pouco significativa, isto é, não ultrapassam de oito estratos celulares. 50% têm dois a quatro estratos celulares de altura; 35% têm de cinco a seis estratos celulares de altura; 15% têm de sete a oito estratos celulares de altura. Algumas células componentes dos raios são resinosas. Nas proximidades dos traços costumam aparecer raios com bisseriação só localmente, além de alguns raios articulados.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: São muito claras as diferenças inter-específicas entre *Taxopitys africana*, *Taxopitys indica* e a presente amostra. Em relação as duas espécies desde logo se diferencia a medula em vista da presença do sistema esclerenquimatoso medular. Em comparação com *Taxopitys alves-pintoi* existem semelhanças. Diferenças essenciais, porém, se encontram na configuração dos campos de cruzamento, com menor número de pontuações e ainda na composição e arranjo dos ninhos de esclereídeos medulares. Em *Taxopitys alves-pintoi* vêem-se nos campos de cruzamento de uma a quatro pontuações ou até seis, em filas alternas. Por sua vez, os ninhos de esclereídeos são mais arredondados do que alongados em vista longitudinal. Assim também não se dispõem verticalizados como na forma que se descreve, aparecendo, de modo mais concentrado, junto à margem da medula, embora apareçam, também, na parte central. Por outro lado, na forma em pauta aparece bisseriação localizada nos raios bem como raios articulados. Sendo assim, o espécime que ora se descreve, como nova unidade taxionômica, será designado *Taxopitys jolyi* sp. nov.

DIAGNOSE

Fragmentos de lenho, medulados, de tipo gimnospérmico. Medula maciça, heterocelular, compacta, com as seguintes componentes celulares: matriz parenquimática, ninhos e aglomerados placoidais de esclereídeos e traqueídeos esparsos; células de parênquima (de permeio entre séries simples ou duplas (triplas) de elementos vasculares) de paredes semi-espessadas a finas, sub-arredondadas a sub-retangulares; ninhos de esclereídeos placoidais verticalizados ao longo da extensão longitudinal da medula; a forma dos ninhos varia desde a circular e elítica até à irregular, alongada; os esclereídeos isodiamétricos, poligonais, não se organizam em filas, mas livremente nos ninhos; componentes esclerenquimatosos densos formam núcleos contornados por esclereídeos de lúmen amplo, resiníferos; traqueídeos dispersos na medula representados por séries unitárias ou de duas a três filas de elementos curtos, quase isodiamétricos, reticulados e por elementos longos e estreitos com espessamentos escalariformes ou espiralados; tais elementos são dispersos no corpo medular, mas, preferencialmente, concentrados junto à periferia do corpo lenhoso; corpo primário do lenho centrífugo e centrípeto; protoxilema mesárqueo; encontram-se elementos centrípetos, em alças ou em grupos, distanciados do cilindro lenhoso, separados por células de parênquima; raios primários unisseriados com células bojudas, globosas ou em barril; de cada lado, em geral, células centrípetas de xilema, compreendem elementos espiralados escalariformes e areolados (raros); traços simples com início na orla medular e bifurcantes em pleno corpo secundário do lenho; corpo secundário caracterizado por espessamentos espiralados visíveis em todas as orientações de secção longitudinal; espirais quase horizontais, simples, raro duplas; pontuações radiais areoladas em uma ou duas fileiras, arredondadas a sub-hexagonais, contíguas sem muito se achatarem; em duas fileiras, alternas, sub-poligonais, contíguas; aberturas das pontuações circulares; campos de cruzamento com uma ou duas pontuações areoladas, pequenas, de aberturas lenticulares e inclinadas, mais raro até quatro pontuações por campo; raios unisseriados com um a oito estratos celulares de altura, bisseriação localizada; idem, raios

articulados, nas proximidades dos campos onde ocorrem os traços de órgãos laterais.

KRAEUSELPITYS nov.gen.

Espécie-tipo: *Kraeuselpitys sculpturata* sp.nov.

DESCRIÇÃO

KRAEUSELPITYS SCALPTURATA sp.nov.

(Estampa 40, Figuras 1-4; Estampa 41, Figuras 1-6; Estampa 42, Figuras 1-5)

Holótipo: GP/3T. 1422. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP. 34. Pedreira de calcário Assistência, km 24, Rodovia Rio Claro-Piracicaba (SP-127), SP.

Horizonte: Nível de sílex em sedimentos calcários com intercalações de folhelhos, acima do "banco". Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmento de lenho, medulado, de tipo gimnospérmico; cor castanha, quase negra, com impregnações de sílex em quase toda a superfície. A secção transversal polida, atacada por ácidos (Estampa 41, Figura 3) faz sobressair os anéis de crescimento, numerosos, estreitamente espaçados e ondulantes, através do inteiro contorno de cilindro vascular. A amostra denota ter sofrido certo grau de enrugamento, por perda de água ainda no período de pré-fossilização. Desse modo, sem estar muito compactada expõe enrugamentos concêntricos. Não se pode perceber o contorno da medula a olho desarmado, senão, apenas, a sua posição cêntrica no tronco.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula. O seu diâmetro maior mede cerca de 1,8 mm e o diâmetro menor não chega a 1 mm. É, pois, uma medula pequena, de aspecto estelar, ou pentagonal, distorcida (Estampa 40, Figura 1). Os vértices do pentágono não

são pontiagudos, mas representados por curvas atenuadas de onde partem traços, observados em todos os níveis seccionados da amostra. A margem medular está realçada pela presença de cunhas do corpo lenhoso, plano-convexas, glossóides e equidimensionais. O corpo medular é parenquimático, maciço. As células têm forma sub-circular a sub-poligonal e até variada. As de forma sub-poligonal às vezes justapõem parede contra parede, enquanto que as arredondadas formam meatos. As células não têm arranjo preferencial distinto, em função da forma e do tamanho, mas, aparecem misturadas em todos os campos, com a tendência à concentração de células menores na periferia (Estampa 40, Figuras 1, 3, 4). Entre essas células algumas são de tipo secretor, conforme indicaram os "peels", obtidos das superfícies transversal e radial. As células, de maneira geral, são isodiamétricas, nas secções transversais; maior tendência em relação à forma quadrangular e retangular em vista longitudinal.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: Contorna a periferia medular com a configuração de cunhas equidimensionais, espatulóides, separadas entre si por raios primários. Estes se compõem de células bojudas passando a retangulares. Nas margens frontais das cunhas localizam-se os *loci* de protoxilema endárqueo. O metaxilema só se desenvolve centrifugamente, assim como o restante do corpo lenhoso. Os campos da secção radial mostram a sequência de elementos desde os frouxo-espiralados, aos estreito-espiralados, escalariformes e reticulados. A amplitude radial dos elementos primários em secção transversal varia de 8 a 12 séries.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Toda a originalidade do plano anatômico dessa forma reside na composição do xilema secundário. À primeira vista é possível confundí-la com alguns espécimes do morfogênero *Antarticoxylon*, por causa do enrugamento das estruturas e incipiência marcante da medula. Além desse detalhe, é ainda possível confundí-la com *Antarticoxylon* devido à presença de traços proeminentes semelhantes aos daquele gênero. A partir da orla medular os referidos traços como que rasgam o corpo lenhoso rumo ao córtex, arrastando consigo uma

faixa larga de células medulares, penetrantes no cilindro lenho secundário (Estampa 40, Figura 1). Nota-se que os traços aparecem dois a dois, em pontos aproximadamente simétricos na orla medular (Estampa 40, Figura 1). Alguns cortam o lenho quase que até à periferia do fragmento, como traço contínuo e largo, representado por feixes numerosos de elementos vasculares e parênquima abundante (Estampa 42, Figura 4). Em diversos campos da superfície transversal, estão presentes, igualmente, faixas radiais de células parenquimáticas correspondentes, talvez, às lacunas do traço e ao tecido de cicatrização.

A apreciação dos traços nas secções tangenciais dá a indicação da existência de dois tipos. O primeiro, conforme ilustrado na Figura 5 da Estampa 42, é menos freqüente. Corresponde a traços de percurso retilíneo e transversal, em relação ao eixo longitudinal da amostra. Esses, desde as proximidades da margem medular compõem o corpo completo de radículas adventícias. O segundo tipo é possível apreciar na Figura 2 da Estampa 42 e na Figura 6 da Estampa 41. Tomando-se como referência o eixo vertical da amostra observa-se uma sequência de traços, unitários ou pares, dispostos lado a lado ao longo do mencionado eixo. São numerosos e a sua evolução no corpo lenhoso é diferente daquela encontrada nos traços de radículas. Possivelmente correspondem aos feixes largos vistos na secção transversal ou estes seriam relativos a ramos. A distribuição dos traços pares, ou, às vezes, unitários, distribuídos ao longo do eixo longitudinal, é susceptível de comparação com os parâmetros filotáxicos das coníferas recentes. MARGUERIER (1978) apontou arranjos próximos desse em lignispécimes com espessamentos espiralados do Karoo do Madagascar. A ilustração da superfície tangencial de uma amostra, apresentada pela autora, é idêntica à desta que ora se descreve. MARGUERIER (1978) comenta que tal arranjo denuncia relacionamento com as *Coniferophyta*, mas, não exclui a possibilidade de aproximação com as *Cordaitophyta*. No tocante à amostra ora discutida o relacionamento com as coníferas é o mais provável, devido à presença dos caracteres medulares e do corpo secundário do lenho.

Por exemplo, os traqueídeos têm espessamentos espiralados, bem nítidos, em toda a superfície longitudinal. Nas paredes radiais são mais delicados com espirais simples; as espirais duplas e ramificadas são menos frequentes. Nos traqueídeos do lenho inicial as volutas são quase horizontais, e, nas do lenho final têm inclinação suave. Nas paredes radiais as espirais se associam a pontuações, em fileira simples ou duplas, alternas. Em geral (Estampa 41, Figuras 4, 5) são pontuações separadas ou esparsas, de forma circular. Quando em fileiras duplas - no lenho inicial do anel - as pontuações são contíguas, alternantes, havendo campos restritos, de oposição, no mesmo traqueídeo. A maneira de disposição das espirais, nos traqueídeos pontuados, lembra, em alguns campos, a configuração calitróide, mas o evento não é regra (Estampa 41, Figuras 4, 5). Os campos de cruzamento são caracterizados pela presença de uma só pontuação areolada, grande, quase circular, de abertura elítica, levemente inclinada. O tipo de pontuação de campo é dacrydióide, também comum entre *Taxaceae* recentes. Essas últimas, em geral, combinam configurações de dois tipos, às vezes na mesma espécie. A presente amostra contém somente pontuações dacrydióides. A secção tangencial (Estampa 42, Figuras 1, 3) mostra traqueídeos com espessamentos semelhantes aos da secção radial, porém, mais proeminentes. Os raios são unisseriados com um a doze estratos celulares de altura. Algumas células dos raios parecem ter sido resiníferas, devido ao preenchimento escuro em numerosas delas.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: O espécime em questão posiciona-se bem próximo dos morfogêneros *Taxopitys* KRAUSEL 1928 e *Parataxopitys* MANIERO 1951. Todavia, distancia-se do primeiro, devido à diferença de composição do corpo primário. Do segundo, distancia-se quanto a vários aspectos: por exemplo, no que tange aos traços (vista tangencial) quase sempre formados em duplas, em relação ao eixo vertical, aparentes de nível a nível; assim, também, são diferentes os campos de cruzamento e o plano anatômico da medula. Portanto, descreve-se a amostra em unidade taxionômica independente. O fato de a composição do xilema primário de *Parataxopitys*, ser bastante controvertida (MAHESHWARI, 1972;

LEPEKHINA, 1972) e considerada como do mesmo tipo de *Taxopitys* distancia aquele morfogênero da unidade em pauta. Além disso, as diferenças essenciais entre os morfogêneros dizem respeito, às configurações dos campos de cruzamento, aos planos anatômicos medulares diversos, os planos filotáxicos diferentes. Consequentemente, a forma em discussão recebe um novo nome, isto é, *Krausel pitys*, em homenagem aquele que mais sobressai dentre os que se dedicaram ao estudo dos lignispécimes gondvânicos até o presente, Dr. RICHARD KRAUSEL.

DIAGNOSE

Fragmento de caule de tipo gimnospérmico. Medula parenquimática maciça, heterocelular, diminuta; contorno medular sub-circular com lóbulos nos locais de saída dos traços; células parenquimáticas sub-poligonais a sub-circulares em vista transversal, retangulares, irregulares a arredondadas, com tendência a formarem filas verticais nas secções longitudinais; células secretoras dispersas na medula e concentradas nos ápices das cunhas plano-convexas, do lenho, na periferia medular; longitudinalmente as células secretoras formam filas verticais das quais resultam dutos com septos persistentes. Corpo primário centrífugo, protoxilema endárqueo; cunhas lenhosas espatulóides, separadas por raios primários de células grandes e bojudas. Corpo secundário centrífugo; anéis de crescimento presentes; espessamentos espiralados nas paredes radiais e tangenciais dos traqueídeos; espessamentos espiralados radiais combinados com pontuações unisseriadas e bisseriadas; em uma fileira, as pontuações são contíguas ou separadas e arredondadas; em fileiras duplas, alternantes, contíguas, sub-hexagonais; espessamentos espiralados e pontuações areoladas combinadas reconstituem campos com aspectos callitróides, sem que os mesmos sejam regra; espessamentos delicados nas secções radiais e consistentes nas secções tangenciais; em ambos os tipos de secções podem ocorrer, em campos restritos, espirais duplas ou ramificadas; em ambas as secções o ângulo de

curvatura é predominantemente baixo e aparecem espiras quase horizontais; campos de cruzamento com uma pontuação areolada, grande, dacrydióide, raro duas pontuações (só no lenho inicial); raios unisseriados com um a doze estratos celulares de altura; traços numerosos perceptíveis nas secções tangenciais; alguns, menos consistentes, logo maturam no cilindro vascular completo de ráculas adventícias; outros traços, maiores, aparecem com aspecto nodular em grupos de dois, ou simples, dispostos em linha vertical como se existisse um pressuposto eixo determinando a organização; esta é semelhante a do plano filotáxico das coníferas em geral.

AUSTROSCLEROMEDULLOXYLON nov. gen.

Espécie-tipo: *Austroscleromedulloxylon geraldinii* sp. nov.

DESCRIÇÃO

AUSTROSCLEROMEDULLOXYLON GERALDINII sp. nov.

(Estampa 43, Figuras 1-5; Estampa 44, Figuras 1-6)

Holótipos: lâminas GP/3T.1317 - Col. Prof. Geraldini, Porangaba, SP

Procedência: Afloramentos dos sedimentos calcários da base da Formação Irati, arredores da cidade de Porangaba, SP.

Horizonte: Banco calcário, acima da "laje azul" (Membro Taquaral). Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmentos de lenho de tipo gimnospérmico. O holótipo tem cerca de 23 cm de comprimento por 7,5 cm de diâmetro. A cor é a amarela esbranquiçada. Em geral, esfacelam facilmente, com a simples pressão dos dedos de modo que, para seccioná-lo foi preciso mantê-lo em imersão, por um dia, em adesivo "Araldite" dissolvido em xilol MERCK. Mediante a absorção do adesivo e posterior secagem, os espécimes mostraram-se capazes de suportar o corte para as preparações petrográficas e de "peel". Devido à cor esbranquiçada do material os "peels" não chegaram ao bom resultado esperado, mesmo após a coloração à base da safranina.

A secção transversal polida mostra que os tecidos sofreram certo grau de retração. A ondulação dos anéis mais externos é característica, muito embora a medula não denuncie o evento. Assim, permanece circular (Estampa 43, Figura 3) em diferentes níveis de secção.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: O principal destaque diz respeito, inegavelmente, ao sistema esclerenquimatoso medular.

A Medula - Diminuta e localizada no centro do ramo mede, nos espécimes maiores, cerca de 3,5 mm por 4,0 mm, e, nos menores, em torno de 1 mm. Trata-se de medula "sui generis", heterocelular, diafragmada. Não encontra termos precisos de comparação com as formas gimnospermicas recentes. No tocante aos fósseis pode ser parcialmente comparada com algumas espécies da Formação Irati (Bacia do Paraná) bem como com o morfogênero *Scleromedulloxylon* DUBINGER & MARGUERIER, da província paleoflorística euro-americana, de idade carbonífera superior. Os morfogêneros comparáveis mostram caracteres profundamente atenuados, como que num simples esboço, em relação aos da forma que ora se descreve. O contorno externo da medula deveria ser, originalmente, circular e estelar. No presente mostra-se estelar-elítica. Ex põe, em vista transversal, aglomerados circulares e placoidais de tecido esclerenquimatoso de cor escura (Estampa 43, Figuras 1, 4; Estampa 44, Figura 5) disposto junto da periferia da medula. Tais aglomerados de esclerênquima são tão proeminentes que, nos espécimes menores, chegam a corresponder a 1/3 do inteiro contorno do círculo concernente ao corpo medular. Em consequência, a matriz parenquimática aparece desintegrada quase por completo. Assim, das células de parênquima só restam, propriamente, alguns campos esfacelados mostrando elementos celulares de paredes finas e de forma irregular. Tais campos preservados localizam-se, em geral, nas zonas livres entre os aglomerados do esclerênquima, só perceptíveis junto ao limite com o corpo vascular primário e nas secções longitudinais. Em vista radial o esclerênquima tem o aspecto de placas ou de bastões curvos na periferia da medula estruturam verdadeiras pontes ou diafragmas esclerenquimatosos transmedulares, formados mediante a associação de numerosos es

clereídeos unitários. Tais pontes têm início em uma das margens do cilindro medular e crescem em direção à outra margem, em sentido transversal ao do eixo vertical do espécime. Entende-se que o desenvolvimento das pontes de esclereídeos se acentua tanto mais quanto mais avançada a maturação da planta; constata-se o comparecimento dessas em fragmentos de todos os graus de desenvolvimento e até na medula de um ramo ainda incluso no estelo principal de uma das amostras (Estampa 44, Figura 1). Os esclereídeos que compõem as pontes são pequenos e isodiamétricos, em secção transversal, e quadrangulares ou retangulares nas diversas secções longitudinais (Estampa 43, Figura 5; Estampa 44, Figuras 2 e 6). Em geral, o lúmen dos mesmos acompanha, de modo grosseiro, o formato do próprio esclereídeo, e a partir dele se irradiam canalículos de pontuações, simples e ramificados. Os esclereídeos quadrangulares medem em torno de 35 μ m a 40 μ m; os retangulares medem 50 μ m de comprimento por 25 μ m de largura, em média. A avaliação do número de esclereídeos que compõe uma ponte esclerenquimatosa (Estampa 43, Figura 5) é praticamente difícil, tão numerosos eles são. Os intervalos medulares entre as pontes esclerenquimatosas são acelulares e correspondem a verdadeiras câmaras de armazenagem de água, possivelmente. A medula, assim, aparece diafragmada em vista longitudinal. O fato sugere a adoção de recurso xeromórfico por parte da planta, mediantes condições inóspitas de vida.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: Centrífugo e o protoxilema endárqueo. De acordo com o que é possível concluir, em face do estado de preservação das amostras, a sucessão de elementos primários se dá a partir dos espiralados. Não se sabe se com a destruição do parênquima medular, quase por completo, também se destruíram os elementos anelados. O corpo primário do lenho acompanha o contorno das cunhas plano-convexas, de larga base, voltadas para a medula. Nos campos inter-cunhas às vezes há frações residuais de parênquima, penetrantes em cone agudo, no corpo lenhoso primário. Às vezes o parênquima não mais existe e, por toda a margem do corpo primário notam-se rasgões em cone agudo os quais podem denotar a emissão de traços simples ou múltiplos.

A localização de um nó na parte externa da amostra fez com que se processassem secções em série, para averiguações sobre a anatomia nodal. A alguns milímetros abaixo do nó (13 mm) encontrou-se um nível da secção transversal, no estelo principal (Estampa 43, Figura 1) com um pequenino estelo néo-formado, correspondente a um ramo antes de emergir no córtex. O pequenino estelo, em vista transversal, aparece seccionado conforme a orientação radial (Estampa 44, Figura 1). Foi possível observar que mesmo nesse estelo jovem a medula tem caráter diafragmado, por meio de pontes avantajadas de esclerênquima. Assim, portanto, tal característica do esclerênquima faz parte de uma programação, manifesta desde o primeiro esboço do cilindro vascular, daí o seu valor taxionômico. A Figura 5 da Estampa 44 coloca em destaque outro nó, presente em uma das secções tangenciais obtidas. Vê-se que o mesmo foi seccionado segundo o plano transversal e a medula é a réplica, diminuta, do quadro anatômico do estelo principal.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Nada há de relevante a assinalar, isto é, nada há que fuja ao padrão secundário encontrado nos xilemas gondvânicos conhecidos. As paredes radiais dos traqueídeos expõem de uma a duas fileiras de pontuações areoladas, ou, localmente, três fileiras. São contíguas sem se achatarem ou levemente afastadas. São alternantes, mas ocorrem campos restritos de pontuações opostas no mesmo traqueídeo. Às vezes aparecem (lenho final), também, traqueídeos com duas fileiras separadas de pontuações. Os campos de cruzamento não estão bem preservados. Mesmo assim a Figura 3 da Estampa 44, indica que aí existiam pontuações de tipo areolado. Estas agrupam-se, em geral, em número de duas a quatro. Não é possível avaliar se há combinação de maior número de pontuações por campo. Os raios são sempre unisseriados e não ultrapassam de cinco estratos celulares de altura. Os anéis de crescimento mostram-se ondulados, principalmente com respeito aos mais internos. Em parte, a ondulação pode ser devida à passagem dos traços foliares e de ramos em direção ao córtex. O lenho final tem, de amplitude, quatro a oito camadas celulares e o lenho inicial, em média, apresenta de 50 a 80 camadas celulares.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: Os caracteres presentes no corpo da medula são suficientes para realçar a originalidade dessa forma em comparação com as demais conhecidas. Comparando-se com os morfogêneros gondvânicos, é no Permiano da Bacia do Paraná que se concentra o maior número de espécies caracterizadas pela presença do esclerênquima medular com as feições as mais variadas. Vê-se que alguns parâmetros de distribuição do esclerênquima podem ser comuns a diferentes morfogêneros. Portanto, há a necessidade de a sistemática, nesse caso, se apoiar em outras características do lenho que não, apenas, o padrão de distribuição do esclerênquima. Há formas de corpo primário centrípeto, com diversos padrões de distribuição de esclerênquima, semelhantes aos das formas de corpo primário centrífugo, com ou sem canais secretores. O mesmo se dá no tocante às lacunas.

No Permiano da Bacia do Paraná foram identificados, até o presente, seis padrões de lacunarização bem definidos, associados ou não ao esclerênquima. A Figura 21 esquematiza os padrões de composição do plano lenhoso dessas formas com a representação dos principais caracteres do lenho, incluindo o esclerênquima. Vê-se que os espécimes questionados são originais, em relação a cada um deles. Por isso, são descritos em unidade taxionômica à parte ao mesmo tempo que se estabelece o confronto entre material gondvânico e o morfogênero *Scleromedulloxylon* DUBINGER & MARGUERIER 1978, da Bacia D'AUTUN, França. O plano anatômico medular sugere afinidades em relação às coníferas, fósseis e recentes. FLORIN (1940) indicara em relação a *Voltsia* e *Walchiapremnon* comportamento semelhante do sistema esclerenquimatoso, fato que levou DUBINGER & MARGUERIER (1975) a relacionarem o morfogênero *Scleromedulloxylon* às coníferas. Em relação às medulas dos lenhos de coníferas recentes, quer no estágio de plântula, quer no estágio adulto, há vários gêneros cujo comportamento do sistema esclerenquimatoso medular é semelhante ao que ora se aprecia. Por exemplo, os gêneros recentes *Pseudotsuga*, *Keteleeria* e *Abies* mesmo no estágio adulto encerram configurações próximas desta que se descreveu, apenas com aspectos atenuados quanto à maior concentração dos esclereídeos por ninhos, placas ou pontes esclerenquimatosas.

DIAGNOSE

Fragmentos lenhosos de tipo gimnospérmico; medula diminuta, diafragmada; placas ou pontes de esclerênquima subdividem a medula em câmaras sucessivas no sentido longitudinal; pontes de esclerênquima formadas por esclereídeos isodiamétricos em secção transversal e quadrangulares a retangulares, nas secções longitudinais; lúmen dos esclereídeos acompanha o formato dos mesmos com canalículos de pontuações presentes, simples ou ramificados; câmaras acelulares entre as pontes de esclereídeos; células parenquimáticas rompidas por tensão diferencial a partir das placas de esclereídeos; zonas parenquimáticas residuais junto à periferia medular e na região limite com o corpo primário do lenho; protoxilema endárqueo, cunhas lenhosas, plano-convexas, separadas em certos campos pela intromissão de células medulares em raios largos; tais raios formam cone agudo e rasgam o lenho em sentido radial em correspondência com a saída de traços, duplos, os quais se reunem como traço único em pleno corpo lenhoso; estelo não-formado de um ramo presente em meio ao estelo lenhoso principal; medula do estelo do ramo diafragmada como a do eixo principal. Corpo secundário representado por traqueídeos com pontuações radiais areoladas em uma, duas, ou , localmente, três fileiras de pontuações não muito contíguas, alternas, com alguns campos de oposição; forma das pontuações sub-hexagonal; campos de cruzamento com duas a quatro pontuações areoladas, pequenas, por campo; raios unisseriados com um a cinco estratos celulares de altura.

PAULISTOXYLON gen. nov.

Espécie-tipo: *Paulistoxylon inflatum* sp. nov.

DESCRIÇÃO

PAULISTOXYLON INFLATUM sp. nov.

(Estampa 45, Figuras 1-6; Estampa 46, Figuras 1-4; Figura 34, no texto)

Holótipo: GP/3T. 1408. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.34. Pedreira de calcário de Assistência (2ª frente de exploração). Rodovia Tietê-Piracicaba, na altura do km 24, Município de Rio Claro, SP.

Horizonte: Referências de trabalhadores da pedreira informam que a amostra procede dos sedimentos acima do banco, ricos em nódulos de sílex.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Trata-se de um fragmento de caule de cor castanha escura, quase negra, de forma cilíndrica subdividida em gomos (Estampa 45, Figura 1), isto é, a parte externa da amostra apresenta gomos concêntricos, cada qual separado do vizinho por sulcos longitudinais bem marcados ao longo de todo o comprimento da amostra. Sendo assim, a secção transversal da mesma tem o aspecto de rosácea de aproximadamente 8 gomos (Estampa 45, Figura 2). Num desses sulcos longitudinais, entre os gomos do caule, existe uma cicatriz elítica e alongada. Esta corresponde a cicatriz de um ramo.

O comprimento da amostra é de 14 cm e o diâmetro situa-se entre 6 cm - 6,5 cm. A medula é grande, cêntrica, de for

ma circular, aproximada. Tem cerca de 1,8 cm de diâmetro. Sobressaem na superfície transversal, polida, traços de grande repercussão anatômica os quais partem de margem medular e atravessam toda a fração preservada do cilindro lenhoso, para terminarem num ponto tal, da superfície da amostra, que coincide com um dos sulcos longitudinais. Portanto, nos sulcos aí existentes é que se dava, de nível a nível, a inserção de órgãos laterais (ramos e folhas). A Figura 2 da Estampa 45 corresponde à superfície polida da amostra, atacada por ácido fluorídrico. Aí aparecem com destaque a medula e quatro traços nítidos, além de outros traços de menor repercussão anatômica a olho desarmado.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: É original entre as formas gondvânicas conhecidas.

A Medula. Apesar de ter a forma circular quase perfeita a margem é levemente sinuosa, devido as cunhas de xilema, de larga base, voltadas para o centro da mesma. A própria Figura 2 e as Figuras 3, 5 e 6 da Estampa 45 indicam que se trata de medula lacunar, sem canais. Existe aí uma trama de células medulares como malhas de uma rede, cujas lacunas têm a forma e dimensões variáveis. O conjunto de células aí presentes mostra que a natureza da medula era heterocelular. É bem possível que durante os estágios de caule jovem esta se apresentasse maciça, mas, a natureza das células que aí existem deve ter influenciado na ruptura e lise celular, para dar origem às lacunas. Assim deve ter existido alguma injunção causadora do recurso de formação das lacunas medulares, relacionada com a fisiologia da planta (recursos xeromórficos). No aspecto geral a medula lembra a do gênero *Polysolenoxylon*, porém, as diversas secções transversais ou longitudinais não deram nenhuma indicação da presença de canais secretores. Esse fato afasta a possibilidade de se incluir a presente amostra no referido morfogênero. A trama celular aí presente tem natureza complexa. É formada por células de parênquima e por células esclerenquimatosas do tipo de braquiesclereídeos. Estes últimos aparecem como que costurando as faixas celulares que restaram da matriz de parênquima. As componentes do parênquima têm paredes finas, fato que permite subentender que a tensão de

contato dos esclereídeos, esparsos ou agrupados entre as células do parênquima tenha facilitado a formação de lacunas. Na secção transversal, como nas longitudinais, os esclereídeos têm forma poligonal e suas dimensões situam-se entre um máximo de 9,2 μm /136,5 μm e 155 μm /133 μm e um mínimo de 57 μm /46 μm (Estampa 46, Figura 4). Apresentam lúmen cêntrico e canalículos radiais ramificados. As células do parênquima medular têm dimensões idênticas às dos esclereídeos ou são bem maiores, isto é, podem ser até três vezes maiores que os esclereídeos de maior dimensão. As células formadoras das malhas têm paredes espessas e são pontuadas. As pontuações, cortadas em secção transversal, aparecem como elos sucessivos de uma corrente. No interior das malhas as células parenquimatosas têm paredes finas. Na verdade, o interior das malhas devia corresponder a campos mucilaginosos, cujas paredes celulares preexistentes foram paulatinamente desintegradas. Portanto, a medula continha células mucilaginosas e células de parênquima de paredes mais espessadas as quais constituem, agora, as bandas parenquimáticas inter-lacunas. Há casos em que somente as células parenquimatosas contornam as lacunas, em faixa unitária, chegando a simular, numa observação de relance, a secção de um canal secretor (Estampa 45, Figura 3). Em alguns campos da periferia medular encontram-se composições diversas do parênquima, em fileiras estratificadas, de células de paredes finas, fileiras essas só remanescentes em campos restritos (Estampa 46, Figura 3). Devido à forte destruição celular, evidenciada em todas as secções, não se sabe, ao certo, se tais fileiras estratificadas formavam bainha definida na orla medular. Assim, na mesma medula existe uma feição anatômica de grande destaque e de alto valor sistemático que é a orientação das lacunas em sentido horizontal ou quase horizontal, em relação ao eixo vertical do espécime. Não se trata da configuração discóide, mas, trata-se da configuração septada, em que a lacunarização progressiva parece ter se subordinado a certos parâmetros pré-determinados. Desse modo, as lacunas aparecem horizontalizadas, orientação essa, só modificada, ligeiramente, devido à resistência ou barreiras dos esclereídeos, unitários ou em grupos, dispersos no corpo medular.

Tem-se, portanto, nessa forma, a sujeição a um comando de ordem genética, razão pela qual é separada em unidade taxionômica no va.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: O corpo lenhoso primário tem amplitude aproximada de 8-10 camadas celulares. Dois aspectos principais se ressaltam na secção transversal: as dimensões das primeiras células radiais a partir da medula e a tendência à con figuração em anel dos elementos primários (Estampa 46, Figuras 1 e 2). As células dos raios primários são retangulares, boju das, às vezes globosas, e, desde logo, se diferenciam das células radiais secundárias. Do mesmo modo, os traqueídeos primá rios têm diâmetro tão grande que é fácil confundí-los com os traqueídeos secundários logo a seguir. Os números servem para mostrar as diferenças de dimensão entre as células dos raios pri mários e as do secundário. No corpo primário variam de um míni mo de 82 μ m a um máximo de 129 μ m, de comprimento, para um míni mo de 22 μ m a um máximo de 37 μ m de largura. No lenho secundá rio variam entre 92,5 μ m a 108 μ m de comprimento e 14,8 μ m a 19 μ m de largura.

Quanto aos traqueídeos do corpo primário, mais uma vez se comenta sobre a dificuldade em se estandardizar a classi ficção do protoxilema, do mesmo modo que se faz em relação às plantas recentes. A presente amostra tem o corpo primário pre ponderantemente centrífugo e o protoxilema endárqueo, mas combi na quadros tendentes à mesarquicidade, ou melhor, que recordam a ultrapassada condição mesárquea (Estampa 46, Figura 2). Assim, os elementos do corpo primário compõem, em alguns campos, a con figuração anelar em torno de uma a duas células parenquimáticas globosas ou, às vezes, em torno de uma lacuna. Não há, propria mente, inversão ou formação profunda de traqueídeos pontuados. Ao contrário, em muitos campos, estes têm início logo a partir da periferia medular, com a ausência dos mais primitivos espira lados e escalariformes. Em outros campos, a sequência é normal, desde os anelados aos reticulados, passando aos areolados.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: No contato com a região pe

rimedular estão presentes, em alguns campos, traqueídeos secundários, areolados, com uma única fileira de pontuações. Estas são circulares de abertura também circular e não são contíguas. As paredes terminais dos traqueídeos nessa região têm extremidades agudas. Nas secções longitudinais distanciadas da periferia medular os traqueídeos secundários têm de uma a três fileiras de pontuações areoladas, de abertura inclinada, lenticular, ou arredondada. Preponderam as fileiras de pontuações separadas. Quando em duas ou mais fileiras alternam-se e, no mesmo traqueídeo, podem aparecer campos de oposição. Não há, propriamente, pontuações contíguas. Em alguns traqueídeos formam-se grupos de pontuações em duplas, em tríades ou tétrades lembrando ora o tipo podocarpóide de arranjo, ora o tipo sub-ginkgóide. Os anéis de crescimento (Estampa 45, Figura 2) estão presentes e sofrem, nitidamente, a influência morfológica dos gomos, assumindo idêntica configuração. Em vista transversal os traqueídeos são quadrangulares a retangulares, separados em feixes de 4 a 12 seqüências, por meio de raios secundários homogêneos. O comprimento e a largura das células radiais, nessa secção, oscilam em torno de 88 μ m a 110 μ m de comprimento, por 23 μ m a 38 μ m de largura, nos raios primários, e, de 92 μ m a 108 μ m de comprimento, por 15 μ m a 19 μ m de largura nos raios secundários. Os campos de cruzamento não aparecem com clareza, em todas as secções, por isso não se obteve fotomicrografias adequadas. No entanto, foi possível constatar a existência de 2 a 3, raro até seis pontuações areoladas por campo.

Traços: constituem elemento anatômico de destaque, a partir da primeira observação. Portanto, a amostra, como tal, propõe futura complementação sobre dados filotáticos. Na Estampa 45, as Figuras 1, 2 e 5 expõem quadros dos mesmos. Na Figura 1, vê-se a cicatriz lenticular, verticalizada, conforme a própria orientação do sulco entre dois gomos distintos, na superfície do espécime. Na Figura 2, vê-se a correspondência em vista transversal em que os traços sulcam o corpo inteiro do lenho, a partir da orla medular e terminam justamente nos sulcos situados entre os gomos. As cicatrizes, conforme a Figura 1, se acumulam alternadamente, em certos níveis, com razoável proximidade.

dade entre elas. É possível imaginar que haveria no espécime a formação de tufos de ramos alternantes, acumulados por níveis. A Figura 5 mostra o quadro anatômico transversal da saída de uma das ramificações com grande destaque ao longo da secção transversal, causando volutas nas seqüências radiais dos traqueídeos. São traços que se formam com múltiplos feixes de traqueídeos a partir da orla medular.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: As características morfológicas dos traços são de tipo coniferóide. A ornamentação externa, por meio de gomos, é "sui generis", no tocante aos espécimes gondvânicos, cordaitóides ou coniferóides. A septação medular, em comparação com as plantas permianas, enquadra-se no tipo *Artisia* (cordaitóide) com a única diferença de que as lacunas, por interferência dos esclereídeos, não se completam com forma discoi-dal perfeita. Formam-se, porém, numa mesma linha horizontal, múltiplas lacunas discóides menores. Em certo grau a medula do espécime se aproxima da do morfogênero *Solenobrasilioxylon* exceto que não contém canais. Quanto à anatomia do corpo primário e secundário é semelhante aos de numerosas formas gondvânicas. Conseqüentemente, a caracterização morfológica externa, por meio de gomos, a cicatriz lenticular, verticalizada, no sulco, entre os gomos, os traços que partem da margem medular persistentes, até à sua emergência entre os gomos e a natureza septada da medula, com septos horizontais, são caracteres peculiares somente a essa forma os quais não permitem integrá-la em quaisquer dos morfogêneros gondvânicos conhecidos. Essa é a razão por que se deve denominá-la com um nome novo *Paulistoxylon* nov. gen. Os ligníspécimes permianos do Estado de São Paulo, desde longa data caracterizaram as ocorrências fossilíferas do Irati, daí a escolha do nome.

DIAGNOSE

Fragmento de caule gimnospermóide, medulado, morfologia externa feita por meio de gomos separados por sulcos longitudinais ao longo da completa extensão do espécime; cicatrizes alternantes acumuladas em certos níveis do caule como se aí existissem tufo de órgãos laterais, medula grande de 1,3 cm de diâmetro, cêntrica, de cuja periferia partem traços foliares em feixes múltiplos, persistentes ao longo do inteiro percurso radial até emergir na periferia do caule, nos sulcos entre os gomos; medula heterocelular, lacunosa, multi-discóide, com lacunas horizontalizadas originadas pela decomposição de campos de células mucilaginosas; septos inter-lacunas, parenquimáticos, contendo esclereídeos unitários ou em grupos de 2 a 3; esclereídeos poligonais a sub-arredondados, quase isodiamétricos na seção transversal, bem como nas longitudinais; lúmen dos esclereídeos, circulares, com canalículos radiais ramificados; células parenquimáticas medulares, retangulares em vista longitudinal, e tendentes a se organizarem por estratos, na região periférica medular; na região central, bandas parenquimáticas com células de forma e tamanho variáveis, sem ordenação discernível, de paredes semi-espessadas que persistem nos septos inter-lacunas, juntamente com os esclereídeos; corpo primário centrífugo, protoxilema endárqueo; campos em que os traqueídeos areolados secundários aparecem desde o limite com a medula, com pontuações circulares, em uma fila, espaçadas; campos com aspecto anelar

limitantes de pequena lacuna ou elementos do lenho em torno de uma ou duas células globosas de parênquima; corpo secundário com pontuações radiais dos traqueídeos, areoladas, em uma a três fileiras ou séries de pontuações separadas, circulares, alternas às vezes em grupos (díades, tríades ou tétrades), no mesmo traqueídeo; campos alternos e campos de oposição; campos de cruzamento com 1-4 (6) pequenas pontuações areoladas; raios unisseriados; raios primários de células bojudas; raios secundários homogêneos com 1-12 estratos celulares de altura; anéis de crescimento acompanham a morfologia de gomos visível, externamente, no caule.

PARANASEPTOXYLON nov.gen.

Espécie-tipo: *Paranaseptoxylon tabulatum* sp.nov.

DESCRIÇÃO

PARANASEPTOXYLON TABULATUM sp.nov.

(Estampa 47, Figuras 1-5; Estampa 48, Figuras 1-5;
Figura 35, no texto)

Holótipo: GP/3T. 1397. Col. Paleontologia, IG/USP.

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

Horizonte: Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Espécime com 7 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro numa extremidade e 4 cm na outra. O fósil, como um todo, parece corresponder à fração quebrada de um ramo, justamente ao nível de um nó, pois além de abaulada na região mediana contém uma cicatriz de ramo formando relevo na superfície (Estampa 47, Figura 3). Os anéis de crescimento sobressaem facilmente na superfície, transversal, polida. Aí se vê a medula cêntrica, pequena, circular, com angulosidades locais.

lizadas que a fazem se aproximar da forma hexagonal com lados curvos.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A anatomia revela um conjunto de caracteres originais, localizado na medula, contudo, o corpo primário, bem como o secundário, contêm características comuns a numerosas espécies de morfogêneros gondvânicos.

A Medula - As diversas secções transversais não mostram estado de preservação medular ideal (Estampa 47, Figura 1). A aparência geral dessa secção faz supor que se trate de mais uma medula de tipo polysolenóide. Somente junto à periferia medular é que se vêem células do parênquima ainda preservado (Estampa 47, Figura 5). Na parte central restaram frações esfaceladas das malhas polysolenóides e uma área sem tecidos, agora preenchida pela calcedônea informe. Os canais secretores inexistem e, apesar de ser um tipo de medula com células escassas, por unidade de área, aparecem aglomerados placóides de elementos escuros e de paredes espessas, compreendendo o sistema esclerenquimatoso e justificando a natureza heterocelular da estruturação da medula. As secções longitudinais foram mais bem sucedidas. Por meio delas vê-se que é lacunosa, não polysolenóide (Estampa 47, Figura 4). Em vista longitudinal vê-se que as lacunas e o sistema esclerenquimatoso, associados, dão origem a um quadro anatômico totalmente novo: as lacunas obedecem a um padrão de organização definido através do qual todas têm a forma aproximada, elítica, e disposição vertical, ou seja, disposição paralela ao eixo longitudinal da amostra. Tal sistema de lacunas se originou a partir de um substrato de células parenquimatosas, diferenciadas, quanto à forma e dimensões. As frações preservadas deixam perceber que há núcleos de células parenquimatosas, aglomeradas, sem arranjo algum, unidades essas que incluem células de forma variável e de dimensões variáveis. Por entre os referidos aglomerados passam cordões verticais de células parenquimatosas, pequenas, geralmente retangulares e de paredes espessas. A dissolução das paredes das células, de forma e de dimensão variáveis, incluídas entre as séries verticais, de células retangulares, espessadas, faz gerar lacunas verticalizadas (Estampa 48, (Figura 5)

com tendência a se organizarem em estratos. Tudo indica que se trata de campos mucilaginosos, onde as paredes se dissolvem. As malhas que os limitam correspondem às filas de células retangulares, menores, e, de paredes espessas. A estratificação das lacunas resulta da presença de verdadeiras balizas horizontais, como que firmando as extremidades das lacunas e separando-as em andares. Tais balizas correspondem aos ninhos placoidais, horizontalizados, de esclereídeos (Estampa 47, Figura 4). Desse modo, se dois ou mais ninhos placóides se dispõem em linha aproximadamente horizontal as lacunas aparecem estratificadas. Se os ninhos se afastam da horizontal o fato interfere na estratificação. As lacunas têm a forma elítica, cujo eixo maior situa-se entre 300 μ m a 700 μ m e a largura, entre 80 μ m a 110 μ m. Portanto, a rede de malhas e lacunas assim geradas refletem uma memória genética relacionada, por um lado, com os planos de divisão celular e com a morfologia das componentes do parênquima da medula. E por outro lado, com os próprios esclereídeos, organizados num sistema original e programado. Em cada ninho, separadamente, vêem-se esclereídeos em número de 36 a 48 (52), de forma poligonal, achatada, ordenados em filas verticais e sub-opostos. Há ninhos menores com o aspecto nodular e ninhos maiores placóides (Estampa 47, Figura 4; Estampa 48, Figura 3). Nas secções longitudinais os ninhos tabulares ou placóides chegam ao comprimento e à largura máxima de 1,8 mm por 0,8 mm, e ao comprimento e à largura mínima de 500 μ m a 350 μ m. Individualmente cada esclereídeo mede, quanto aos diâmetros maior e menor de um máximo de 23 μ m por 18 μ m a um mínimo de 12 μ m por 8 μ m. São munidos de lúmens elíticos dos quais irradiam canalículos radiais com ramificações. Às vezes, nas malhas inter-lacunas se encontram núcleos persistentes de células parenquimáticas de forma e dimensões variáveis, mas, em geral, a tecitura das malhas corresponde às filas de células retangulares de paredes um pouco espessadas. A espessura dessas paredes às vezes ultrapassa de 1,5 μ m a 2,5 μ m.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: No presente caso, o xilema dito primário é, na verdade, o xilema de superposição. O corpo primário, pois, em vista transversal tem a amplitude de cerca de

10 a 11 camadas celulares, com a seguinte e aproximada distri
buição: 1-2 séries de elementos anelados; 3 séries de elementos
frouxo-espiralados; 3 séries de elementos estreito-espiralados;
1 série de elementos escalariformes; 1 série de elementos reti
culados (Estampa 48, Figuras 3 e 4). O protoxilema se coloca
nas extremidades recortadas das cunhas plano-convexas, de larga
base, na orla medular (Estampa 47, Figuras 1 e 5). Nos espa
ços entre duas cunhas irrompem traços simples. Nada há a se
anotar em relação aos raios primários.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Em secção transversal vêm-
-se seqüências radiais de traqueídeos quadrangulares a sub-arre-
dondados. Os feixes de traqueídeos se compõem de 2-4 (8-10) sé
ries separadas por raios homogêneos. Tangencialmente verificam-
-se raios estritamente unisseriados (Estampa 47, Figura 2) com
alturas que variam de um a seis estratos celulares. Numa área
de 1 mm² a maior porcentagem de incidência recai sobre os raios
de dois a três estratos celulares de altura (75%). A secção ra
dial não demonstra bom estado de preservação. Alguns campos, po
rém, permitem apreciar o arranjo das pontuações em uma a duas
fileiras alternas, em vista geral. A observação de detalhe co
loca em relevo variações (Estampa 48, Figuras 1 e 2). Nos ca
sos de duas fileiras não há alternância em sentido estrito. Ao
longo do mesmo traqueídeo quase sempre se sucedem campos de al
ternância, e, campos de oposição.

Em uma ou duas fileiras, nem sempre as pontuações são contíguas. Muitas vezes aparecem afastadas, ou formando pequenos grupos em rosácea. Quando afastadas as pontuações têm forma quase circular e quando próximas não chegam a ser perfeitamente hexagonais. Assim, o arranjo tende ao tipo podocarpóide (sub-podocarpóide). Os campos de cruzamento apresentam, no lenho inicial, pontuações areoladas pequenas em número de 4-6 (8) pontuações por campo (Estampa 48, Figura 4) e, no lenho final, geralmente, 3-4 pontuações. Os anéis de crescimento são nítidos e regulares em todo o contorno do cilindro lenhoso. Em vista transversal, um dos anéis da região mediana, entre a medula e a periferia da amostra (4º anel) tem a amplitude de cerca de 500 μ m (distância radial medida, incluindo-se os lenhos inicial e final do mesmo anel).

DIAGNOSE

Fragmento lenhoso de tipo gimnospérmico, medulado; medula cêntrica, circular, com angulosidades, aproximando-se da forma hexagonal, lacunosa, heterocelular, sem canais; lacunas verticais, de forma elítica, tendentes à estratificação ou à formação de andares; estratos balizados por ninhos placoidais, horizontalizados, de esclereídeos; lacunas verticais originadas a partir de aglomerados de células cujas paredes desintegram-se por deposição de mucilagem; forma e dimensão dessas células variáveis, o conjunto sendo intercalado por séries verticais de células menores, retangulares, de paredes espessadas; a dissolução das paredes das células (mucilagem) origina lacunas separadas por cordões verticais de células mais espessadas; esclereídeos individuais dos ninhos placóides dispõem-se em filas verticais em arranjo oposto a sub-oposto nos ninhos; esclereídeos unitários de lúmen elítico com canalículos de pontuações ramificados. Corpo lenhoso, no limite com a medula, forma cunhas plano-convexas fendidas em pontas; corpo primário do lenho, centrífugo, protoxilema endárqueo; corpo secundário com anéis de crescimento nítidos; pontuações radiais dos traqueídeos em uma ou duas fileiras, de forma arredondada a sub-hexagonal; alternas ou opostas

ao longo do mesmo traqueídeo e contíguas ou separadas; quando em mais de uma fileira podem formar pequenos grupos em rosácea; arranjo de tipo próximo ao podocarpóide; campos de cruzamento com 3-4 pequenas pontuações areoladas, no lenho final do anel, e, 4-6 (8) pontuações no lenho inicial; raios unisseriados com 1 a 6 estratos celulares de altura; os raios de 2-3 estratos são os mais frequentes.

PARANASEPTOXYLON AGRESTINUM sp.nov.

(Estampa 49, Figuras 1-5; Estampa 50, Figuras 1-4; Fig.33)

Espécie-tipo: *Paranaseptoxylon tabulatum* sp.nov.

DESCRIÇÃO

PARANASEPTOXYLON AGRESTINUM sp.nov.

Holótipo: GP/3T. 1239, Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.8. Pedreira Amaral Machado. Rodovia Tietê-Piracicaba (SP-127) na altura do marco km 57, Piracicaba, SP.

Horizonte: Sedimentos calcários da Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Amostra com cerca de 13,5 cm de comprimento e 5 cm de largura. A forma atual é a de um cilindro achatado e a impressão que se tem é de que o espécime sofreu compactação. Contudo, é curioso, porque nenhum indício de compressão, compactação ou franzimento é encontrado na composição do caule, mantendo-se a forma circular da medula e a curvatura harmônica dos anéis. Estes, como a medula, deixam-se perceber, claramente, a olho desarmado. Na parte externa da amostra encontra-se uma cicatriz de ramo, circular e côncava, de cerca de 1,7 cm de diâmetro. No centro desta há a marca da medula da ramificação contornada por anéis de crescimento (Estampa 49, Figura 5).

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Trata-se de um espécime peculiar em relação a todos os demais descritos e um dos exemplos

mais felizes ao se demonstrar que o caráter lacunoso ou o maciço, da medula, pode estar presente no mesmo espécime em vários graus de transição.

A Medula. Observada em secção transversal, polida, parece corresponder ao tipo polysolenóide, com a maioria das lacunas orientadas radialmente ou tendendo a essa orientação. Em vista disso a forma é a estelar com numerosos vértices, cada qual correspondendo à penetração profunda de uma lacuna radial no cilindro lenhoso (Estampa 49, Figura 1). Trata-se de medula transicional entre o tipo lacunoso e o maciço. Na Estampa 49 a Figura 5 mostra dois níveis de secções transversais. O primeiro nível, acima da cicatriz, está ilustrado na Figura 1 da Estampa 49. O segundo nível está exposto na Figura 2 da Estampa 50. Nota-se que a secção próxima da cicatriz do ramo é lacunosa e polysolenóide. A secção abaixo é, praticamente, maciça. As secções longitudinais complementam os mesmos quadros. Por exemplo, a Figura 1 da Estampa 50 corresponde à secção radial do nível próximo à cicatriz, onde, em vista transversal, a medula é lacunosa. A Figura 4 da mesma Estampa diz respeito ao nível em que a secção se mostra maciça. Comparando-se as duas ilustrações vê-se que, contrariamente ao que se poderia inferir, da observação da secção transversal, não se tratam de lacunas polysolenóides. Aí existem diversas lacunas lenticulares menores, verticalizadas (Estampa 50, Figura 1, em baixo), logo ao início de sua formação. Várias lacunas menores, em geral, evoluem para extensas lacunas longitudinais paralelas ao eixo vertical do espécime (mesma Figura, no alto). A Figura 4 da Estampa 50 captou um nível do corpo medular, maciço, onde só se encontram escassas lacunas, ao início de sua formação. A Figura 3 da Estampa 50 ilustra o desenvolvimento de uma delas. Assim, é possível verificar que o modo de formação de lacunas, nesse espécime, é semelhante ao do espécime anteriormente descrito no gênero *Paranaseptoxylon*. Somente difere porque há, naquele, a tendência à formação de lacunas por andares ou estratificadas, devido ao balizamento dos ninhos, horizontalizados, de esclereídeos. No presente espécime, ao contrário, não há ninhos hori

zontais, mas o sistema esclerenquimatoso organiza-se em colunas ou séries verticais. Dessa maneira, há também um balizamento lateral das lacunas, sujeitas, pelo sistema esclerenquimatoso, à expansão vertical. Em vista transversal o esclerênquima se define bem como um conjunto de células diferenciadas (Estampa 49, Figura 3 e 4). As menores, espessadas, poligonais, em geral formam bolsas relacionadas com as extremidades das cunhas de xilema (Estampa 49, Figura 4) ou compõem pequenos grupos geralmente situados próximo da região periférica medular. Em torno dos grupos e bolsas de esclereídeos aparecem elementos espessados, maiores, de forma poligonal (pentagonal a hexagonal) de lúmen poligonal a circular preenchido por material escuro que indica a atividade secretora associada a alguns desses elementos. As dimensões dos mesmos, em vista transversal, situam-se em torno de 40 μ m a 45 μ m. Nos níveis de secção em que a medula é maciça ou transicional para lacunosa, a organização do sistema esclerenquimatoso é idêntica (Figuras 1 e 4 da Estampa 50). Tudo indica que a organização do sistema idioblástico esclerenquimatoso obedece à esquematização genética. Nos níveis em que a medula é lacunosa há idioblastos poligonais, maiores, que em geral se colocam de entremeio nas malhas polysoleóides da medula. Ao mesmo tempo os esclereídeos em pequenos grupos também se dispersam pelo centro da mesma e assim resultam os quadros longitudinais das Figuras 1, 3 e 4 da Estampa 50. Portanto, os idioblastos maiores, poligonais, que também formam como que uma coroa em torno das bolsas ou ninhos de esclereídeos são, na verdade, fibro-esclereídeos unitários ou em feixes os quais contêm, entre as suas componentes, os esclereídeos isodiamétricos do tipo braquiesclereídeos. Boa parte dos fibro-esclereídeos contém um material escuro semelhante à resina o que permite inferir sobre a associação de sua função à resinosa. Da mesma forma que os feixes, referidos, incorporam braquiesclerídeos, podem, também, conter células parenquimatosas. Consequentemente, a decomposição, paulatina, dessas, dá em resultado o aparecimento de lacunas longitudinais menores. Muitas vezes, porém, vêem-se lacunas originadas em meio à própria matriz parenquimática caracterizada com a mesma orientação (Estampa 50, Figura 1, em baixo). Os fibro-esclereídeos, em vista longitudinal,

têm a aparência de fibras septadas e os braquiesclereídeos têm pequena abertura circular e canálculos radiais com ramificações. A matriz parenquimática medular, em secção transversal, mostra-se formada por células poligonais que, nos níveis de medula lacunosa, se restringem a cordões parenquimáticos, associados ao esclerênquima os quais, por sua vez, reduzem a medula à configuração de simples malhas de rede. Assim, nesses níveis, é marcante o irrompimento de traços relacionados às extensas lacunas, alongadas radialmente, com uma penetração de até mais de 1 mm no cilindro lenhoso secundário. Nos níveis em que a medula é maciça as células parenquimáticas têm paredes menos espessas e são maiores na região central. São levemente mais espessadas na região periférica. O irrompimento dos traços parece se refletir, profundamente, no corpo medular, pois em certos níveis aprecia-se, na região central, uma configuração de aspecto estelar (pentaestelar ou hexaestelar) como se aí se refletisse o quadro da emissão de traços em um nível anterior, restaurado, agora, por novas células de parênquima (Estampa 50, Figura 2). Tal quadro anatômico, de fato, resulta das marcas deixadas pelo irrompimento dos traços, em outro nível, seguido, talvez, do novo preenchimento por células parenquimáticas. Mediante o quadro vê-se, mais um exemplo da intensa participação do corpo medular na formação dos traços. Daí sobressai a necessidade de se voltar sobre essas e outras amostras gondvânicas para proceder estudos filotáticos, no caule. Em vista longitudinal o conjunto das células parenquimáticas da medula caracteriza-se pela justaposição das paredes celulares deixando meatos insignificantes. Nessa secção a forma mais geral é a quadrangular com variações até à forma sub-poligonal, ocorrendo fileiras pouco regulares. Há campos em que se forma uma espécie de mosaico de células parenquimáticas, como também, por curtas distâncias, aparecem células em pilhas.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: Nos níveis em que a medula é maciça o contorno medular é quase cilíndrico. Nesse caso, as cunhas lenhosas que a contornam são planas, levemente convexas. Contudo, nos níveis em que a medula é lacunosa o contorno das

cunhas é bem demarcado, separando-se umas das outras com a entrada das lacunas relativas aos traços. Tratam-se de cunhas plano-convexas de larga base, algumas das quais multipartidas em diversas pontas, por meio de lacunas radiais menores. O corpo primário, propriamente, compreende cerca de 8-14 séries de traqueídeos, a partir da orla medular. *Loc*i de protoxilema encontram-se nas margens das cunhas e extremidades das bandas repartidas das mesmas (Estampa 49, Figuras 3 e 4). O corpo primário é centrífugo e o protoxilema endárqueo. Os primeiros elementos reconhecíveis a partir da medula são frouxamente espiralados seguindo-se os estreitamente espiralados, os escalariformes até os traqueídeos pontuados do lenho secundário. Junto aos *loc*i de protoxilema, de cada lado, sempre se encontram lacunas radiais da medula penetrantes no lenho. A Estampa 49, Figura 1 e Figura 3 mostra a saída do traço na orla medular. Este parece corresponder a traço duplo, cujos ramos se reúnem num traço único logo a seguir. Em outros campos o início do traço parece ser simples. O número de traços é alto nos níveis em que a medula é lacunosa. São eles os responsáveis pelo aspecto estelar da mesma, aspecto esse transicional para o circular nos níveis seguintes.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Constitui-se como um tipo comum em comparação com os demais espécimes gondvânicos. Em vista transversal a secção dos traqueídeos é quadrangular. Os anéis de crescimento são bem contrastados devido a diferença de diâmetro dos traqueídeos do lenho inicial e do lenho final. O lenho final se constitui, em média, de cinco a oito séries de traqueídeos e o lenho inicial de 30-50, nos anéis mais internos, e de 80 a 120, nos anéis mais externos. As pontuações radiais dos traqueídeos aparecem em uma a duas fileiras ou, na parte mediana dos traqueídeos do lenho inicial, em três fileiras. Em uma fileira são arredondadas, de modo geral e ligeiramente separadas. Igualmente, as pontuações em maior número de fileiras, ordenadas sem maior contiguidade na maioria dos campos. Ordinariamente, são alternas, mas há campos em que se colocam opostas ao longo do mesmo traqueídeo. As pontuações em três fileiras chegam a ser alternas, contíguas, hexagonais ou sub-poligonais. Os campos de

Fig.33. *Parana septoxylon agrestinum* sp. nov.: desenho esquemático da programação do sistema esclerenquimatoso medular

cruzamento têm pequenas pontuações de aréolas estreitas e abertura circular a lenticular. Formam grupos estelares ou são, também alternas. O número de pontuações de campo varia de duas a cinco. Os raios são unisseriados com altura média em torno de três a cinco estratos celulares (75%), mas, há raios que atingem a casa de 8-10 estratos celulares (5%) e raios que ficam entre 6-7 estratos celulares de altura (20%).

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: As características gerais da presente amostra levariam a inclusão da mesma no morfogênero *Medullopitys* KRAUSEL 1928. As feições estruturais mais próximas encontram-se na medula, principalmente devido à presença do esclerênquima colunar semelhante ao de *Medullopitys*. Em identidade com o referido morfogênero, também aparecem lacunas com a diferença de que em *Medullopitys* formam-se lacunas horizontais as quais podem dar origem a medulas de tipo *Artisia*. Na amostra em questão as lacunas são verticais. Nessa amostra, como em *Medullopitys*, a medula encontra-se em estágio transicional entre maciça e lacunosa. Há identidade, ainda, na composição do corpo primário do lenho e na composição do corpo secundário. Contudo, as pontuações de campos de cruzamento são de tipos diversos. Em *Medullopitys* são phyllocladóides, enquanto que, na presente amostra, são araucarióides. Esse aspecto, associado à orientação longitudinal das lacunas medulares impede que se inclua a mesma no referido morfogênero.

O fato de esta se caracterizar pela presença de esclereídeos, na medula, poderia sugerir alguma ligação com o morfogênero *Kaokoxylon* KRAUSEL 1956. Mas, quando da criação do próprio morfogênero o autor observou que uma das diferenças essenciais entre este e *Medullopitys* se encontrava no esclerênquima. Nesse último gênero os esclereídeos formam cordões ou colunas no corpo medular. Em *Kaokoxylon* a organização do tecido esclerenquimatoso se dá com a feição de ninhos em imediata conexão com *loci* de protoxilema numa medula maciça. Sendo assim, a presente amostra não se enquadra, satisfatoriamente, no gênero *Kaokoxylon*. Não se enquadra, do mesmo modo, em *Demudoxylon*, pois este se caracteriza por medula parenquimática com células

secretoras e dutos secretores. Similarmente, não tendo sido encontrada nenhuma estrutura secretora que justificasse a inclusão da mesma no gênero *Polysolenoxylon* considera-se a unidade taxionômica *Paranaseptoxylon* (neste trabalho) a mais próxima. Em primeiro lugar, pela formação de lacunas medulares verticais, como na espécie *Paranaseptoxylon inflatum*, sem que, no entanto, se organizem por estratos como naquela espécie; em segundo lugar, devido à presença do sistema esclerenquimatoso, balizando as lacunas, mas que na forma em discussão é bem diverso do existente na espécie *Paranaseptoxylon inflatum*. Nessa última forma so ocorrem esclereídeos; não ocorrem fibro-esclereídeos associados dando em resultado a organização colunar do esclerênquima. Não se considera, por ora, que a organização diferente do sistema esclerenquimatoso seja razão suficiente para separar essa forma em unidade independente, até que novos espécimes venham documentar opinião em contrário. Assim se descreve a nova espécie *Paranaseptoxylon agrestinum* sp.nov.

DIAGNOSE

Fragmento lenhoso de tipo gimnospérmico, medulado, com cicatriz de ramo do lado externo do espécime. Medula circular-estelar, lacunosa a transicional - maciça, dependendo do nível em que passa a secção; medula heterocelular, grande, com mais de 1 cm de diâmetro; sistema de lacunas orientado radialmente em vista transversal e verticalmente, em vista longitudinal; lacunas radiais principais relacionadas com a formação de traços, numerosos, penetrantes radialmente no lenho com rasto de apreciável extensão, lacunas do corpo central mostram tendência à idêntica orientação; nível maciço da medula com marca estelar (penta ou hexaestelar) do irrompimento dos traços; matriz parenquimática representada por células poligonais, em vista transversal, qua

drangulares a sub-poligonais em vista longitudinal; justaposição das células em filas irregulares com aspecto de mosaico, e, por curtas distâncias; paredes das células, parenquimatosas, finas a semi-espessadas; sistema esclerenquimatoso presente, representado, em vista transversal, por bolsas de esclereídeos (braquiesclereídeos) contornados por idioblastos esclerenquimatosos e por componentes dispersos; em vista longitudinal, colunas de esclereídeos contornados por fibro-esclereídeos verticalizados, unitários ou em feixes; fibro-esclereídeos dispersos por todo o corpo medular; esclereídeos isodiamétricos (braquiesclereídeos) com aberturas centrais e canálculos ramificados de pontuação. Corpo primário centrífugo, protoxilema endárqueo. Corpo secundário com arranjo de pontuações sub-ginkgóide de a sub-podocarpóide, com pontuações em uma a duas fileiras, às vezes três; pontuações sub-arredondadas, levemente separadas; campos de cruzamento com pontuações areoladas pequenas em ordenação estelar em número de duas a cinco. Raios unisseriados com 1 a 8 (10) estratos celulares de altura.

POLYSOLENOXYLON KRÄUSEL & DOLIANITI 1958

Espécie-tipo: *Polysolenoxylon whitei* (MANIERO) KRÄUSEL & DOLIANITI 1958

DESCRIÇÃO

POLYSOLENOXYLON MANIEROI sp.nov.

(Estampa 51, Figuras 1-3; Estampa 52-A, Figuras 1-5; Figura 36 no texto)

Holótipo: GP/3T. 1394. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: Pedreira de calcário de Assistência. Rodovia Piraicaba-Rio Claro, na altura do km 24. Município de Rio Claro, SP.

Horizonte: Banco calcário. O espécime contém impregnações de sílex na superfície. Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmento de tronco de tipo gimnospérmico, cilíndrico, com uma das extremidades de diâmetro ligeiramente menor que o da outra extremidade. Do lado externo há duas cicatrizes de ramos, uma de cada lado do espécime. Vê-se a primeira em posição inferior da amostra e, a segunda, em posição superior, do lado oposto. São indicativas de ramificação em espiral. A medula sobressai, centricamente, na superfície transversal polida. Tem cerca de 1,5 cm de diâmetro. Os anéis de crescimento são nítidos e regulares a olho desarmado.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A não ser a medula, as demais partes do tronco estão satisfatoriamente preservadas. Apesar de ser uma amostra de relativo porte não há aí caracteres incomuns, em comparação com as formas gondvânicas conhecidas.

A Medula - Desde a primeira observação verifica-se sua natureza lacunosa, porém com a presença de canais secretores. O tipo é polysolenóide. Componentes medulares principais: matriz parenquimática, canais secretores e lacunas. Trata-se de medula de forma circular, com angulosidades, devido às cunhas do cilindro lenhoso na sua periferia. Em vista geral, transversal ou longitudinal, o corpo da medula é palmilhado por numerosas lacunas. As maiores concentram-se junto à periferia medular e as menores no centro da mesma. Em vista transversal as periféricas são elíticas e se alongam, radialmente, no sentido do irrompimento dos traços. Vão até junto da periferia do cilindro lenhoso mas não chegam a sulcá-lo em seguimento ao traço. As lacunas centrais não mostram orientação definida, mas, preferencial, ou a tendência ao rumo radial. Em vista geral (Estampa 51 Figura 2) observa-se que em meio à intrincada malha medular há estruturas de forma mais arredondada do que elítica localizadas, principalmente, na periferia da medula (setas indicativas, Estampa 51, Figura 2) justamente nos campos de saída dos traços. Algumas dessas estruturas estão também presentes de modo disperso, no coração da medula. São canais secretores do tipo encontrado em *Polysolenoxylon whitei* (MANIERO) KRAUSEL & DOLIANITI 1958. As secções transversais foram obtidas de cada uma das extremidades e da região mediana de um dos pedaços da amostra. Os

quadros sempre foram idênticos, isto é, a medula lacunosa e a maior ou menor concentração de parênquima inter-lacunas, além dos canais secretores com variação em número e posição, de secção em secção. Os espaços inter-lacunas e canais são representados pelas malhas de células parenquimáticas poligonais até sub-arredondadas em vista transversal. Palmilhando-se entre tais células reconhecem-se carreiras de células retangulares, bem menores as quais contornam estruturas semelhantes a lacunas, mas, na verdade, são canais de secreção. As células parenquimáticas maiores apresentam, em sua grande maioria, paredes de pouca espessura. Entretanto, as menores ostentam paredes semi-espessadas. A lise celular tem origem entre as células de paredes finas. Assim, aquelas que na periferia das lacunas não foram destruídas parecem ter sofrido retração, de modo que houve coalescência das paredes próximas originando-se verdadeiros cordões, estruturados por paredes celulares, retraídas, e limitantes de lacunas. Nas secções longitudinais o quadro se torna mais claro, pois que se diferenciam, facilmente, as séries de pequenas células retangulares em torno dos canais bem como os cordões de paredes celulares, retraídas, e as células remanescentes da matriz parenquimática. Estas são, em geral, quadrangulares, e se dispõem por estratos, em filas horizontais, de modo compacto, sem deixarem meatos. Os canais secretores não têm grande extensão vertical situando-se, o seu comprimento, entre 2 mm a 6,7mm (Estampa 51, Figura 3). São contornados por duas ou três séries de células retangulares, não contíguas. O aparecimento dos mesmos, tanto perifericamente, como centralmente, em posições mutantes, de acordo com o nível, deixa bem claro seu relacionamento com a filotaxia. Esta, em trabalho futuro, será pormenorizada. Sobre a origem das lacunas ou cavidades dos tecidos, muitas vezes também confundidas com canais, interpreta-se a sua origem da mesma maneira que em relação aos morfogêneros *Paulistoxylon* e *Paranaseptoxylon*. Resultam de campos de células mucilaginosas, cujas paredes se degradaram.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: Está presente nas margens das cunhas plano-convexas do cilindro lenhoso, em contato com a me

dula. As reentrâncias laterais das cunhas correspondem às emergências dos traços. Foi possível captar o percurso dos traços, de modo mais claro, em vista transversal. Seguem em rumo radial, nas secções de mesma orientação. O corpo primário é centrífugo e o protoxilema endárqueo (Estampa 52-A, Figura 1). Inicia-se por elementos espiralados, logo passando aos escalariformes e reticulados. A amplitude aproximada do corpo primário é de cerca de treze séries longitudinais de traqueídeos.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Anéis de crescimento nítidos, levemente sinuosos em consequência da passagem de traços simples através do cilindro lenhoso secundário. A amplitude média dos anéis situa-se entre 600 μ m a 2 mm. Os traqueídeos expõem pontuações radiais areoladas em arranjo aproximado de tipo podocarpóide. Isto significa que nem sempre as fileiras de pontuações são regulares, já que em muitos campos aparecem fora de alinhamento ou em filas, ao longo do mesmo traqueídeo, ou também aparecem opostas ou alternas. A forma das pontuações é circular (Estampa 52-A, Figuras 3 e 5). Os campos de cruzamento estão bem preservados (Estampa 52, Figura 4). Em cada campo estão presentes 1 a 4 pontuações arredondadas ou suavemente elípticas, com aréolas estreitas e aberturas amplas. Os raios são unisseriados com um a oito estratos celulares de altura (Estampa 52-A, Figura 2).

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: Mediante a revisão feita neste trabalho são espécies do morfogênero *Polysolenoxylon*: *P. whitei* (MANIERO) KRÄUSEL & DOLIANITI, *P. bageense* GUERRA, *P. resiniferum* (GUERRA) n. comb., e, provavelmente *P. kraeuselli* (SURANGE & MAITHY) MAHESHWARI pois são as únicas que estão de acordo com a diagnose original do morfogênero, segundo KRÄUSEL E DOLIANITI (1958). Com base nessa diagnose o plano anatômico polysolenóide tem como caracterização fundamental a distribuição periférica dos canais, e, além deles, alguns canais dispersos no centro da medula. O aspecto lacunoso da medula também caracteriza o morfogênero, mas, constitui-se em caráter essencial devido à orientação demonstrada pelo sistema, diferente da orientação per

ceptível em outros morfogêneros. Sendo assim, vê-se que a amostra ora questionada enquadra-se sem maiores restrições no plano anatômico de *Polysolenoxylon*. Em nível de espécie diferencia-se de *P. whitei* no que toca a diversos caracteres do corpo secundário. Na presente forma, por exemplo, as pontuações radiais são unisseriadas e bisseriadas, não contíguas, arredondadas, às vezes sem ordem ou em filas irregulares; formam campos de alternância e de oposição no mesmo traqueídeo. Em *P. whitei* são até trisseriadas, contíguas, hexagonais e, nos campos de cruzamento mencionam-se pontuações numerosas o que não é o caso da forma em discussão. Em relação a *P. bageense* GUERRA ocorrem diferenças no que tange aos dutos secretores medulares, naquela espécie, e ao elevado número de pontuações por campo de cruzamento. Quanto a *P. resiniferum* (GUERRA) nov. comb. (= *Barakaroxylon resiniferum* GUERRA 1976) tem-se pela frente a mudança para o morfogênero *Polysolenoxylon* em vista do não comparecimento de um canal axial, com ramos conectores horizontais, em relação ao sistema periférico de canais. Em nível de espécie são várias as diferenças em comparação com a forma que se discute agora. Dentre as mesmas basta mencionar os dutos secretores e o esclerênquima, associados ao parênquima medular naquela espécie. Com respeito a *P. krauselii* ocorrem diferenças no número de fileiras de pontuações radiais dos traqueídeos, de uma a quatro naquela espécie, além dos raios altos e do maior número de pontuações por campo de cruzamento. A espécie designada por GUERRA (1975) como *P. bortoluzzi* não condiz com a original diagnose de KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) por isso a autora acrescentou emendas, já tendo sido acrescentadas outras, sob outro prisma, por parte de MAHESHWARI (1972). Os espécimes examinados, das Formações permianas da Bacia do Paraná, têm demonstrado que há independência de evolução do sistema secretor em morfogêneros distintos. A evolução do sistema secretor em *Polysolenoxylon* é diferente da evolução em *Barakaroxylon* daí a nova reclassificação da espécie ao mesmo tempo que o retorno à diagnose original dos autores do morfogênero. Em face disso, a espécie de GUERRA (1975) ficará melhor classificada no novo morfogênero *Atlanticoxylon* com a designação *A. bortoluzzi* (GUERRA) n. comb. A forma, objeto da presente dis

Fig.34. *Polysolenoxylon manieroi* sp.nov.: desenhos esquemáticos de campos medulares em vistas transversal (A) e radial (B)

cussão passa a se designar *P. maniero*i em face da originalidade em nível específico da mesma.

DIAGNOSE

Fragmento de caule de tipo gimnospérmico; medula lacunosa, polysolenóide, com canais secretores periféricos e canais centrais dispersos; forma circular, de contorno sinuoso a esteelar devido ao contato com as cunhas plano-convexas do lenho; lacunas periféricas maiores que as centrais, elipsóides e alongadas em vista transversal, com forte tendência à disposição radial; canais secretores periféricos de forma circular a elítica adiante dos campos reentrantes da medula no lenho; duas a três séries de células retangulares, estreitas, no contorno dos mesmos; canais relacionados com a saída de traços simples; canais centrais dispersos, menores, arredondados em secção transversal; matriz parenquimática formada por células poligonais em vista transversal e retangulares, com tendência a formarem filas estratificadas em vista longitudinal; corpo primário centrífugo; amplitude aproximada de treze séries de elementos, desde os espiralados com espirais frouxas aos estreito-espiralados escalariformes e reticulados; protoxilema endárqueo; corpo secundário com anéis de crescimento nítidos, a amplitude varia de 600 µm a 2 mm; pontuações radiais com arranjo sub-podocarpóide; campos de cruzamento com uma a quatro pontuações arredondadas a elíticas de aréolas estreitas e aberturas amplas; raios unisseriados, com um a oito estratos celulares de altura.

ATLANTICOXYLON nov.gen.

Espécie-tipo: *Atlanticoxylon marginatum* n.sp.

DESCRIÇÃO

Atlanticoxylon marginatum n. sp.

(Estampa 52, Figuras 1-4; Estampa 53, Figuras 1-6)

Holótipo: GP/3T. 1396 (parátipo: GP/3T. 1395), Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.80. Rodovia Tietê-Piracicaba, km 2,5 da estrada para Bairrinho - Pedreira de calcário Moura-I, Município de Piracicaba, SP.

Horizonte: Sedimentos calcários da Formação Irati, SP. (a superfície das amostras aparecem encrustadas de sílex).

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmento de tronco de 20 cm de comprimento e 18 cm de diâmetro numa das extremidades, e, na outra, 14 cm de diâmetro (Estampa 52, Figura 2). Na parte superior do espécime há uma grande cicatriz correspondente à saída de um ramo. A forma da amostra é a cilíndrica afunilada, ou seja, perde em diâmetro a partir de uma extremidade e em direção a outra. Parece ter correspondido a uma fração de tronco quebrada nas proximidades do topo. Em vista transversal há anéis de crescimento nítidos e regulares. A medula aparece com a forma elítica, em contraste com a circunferência quase perfeita da secção transversal. Não deve ter havido compactação do espécime, como era de se esperar, mas, a simples perda de água, refletindo-se, tal evento, na retração dos tecidos medulares, formados por células de paredes mais finas. A secção transversal da medula mede cerca de 6 mm quanto ao diâmetro maior e 3 mm quanto ao menor. Trata-se, pois, de medula pequena, quanto à dimensão.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Aí ocorre um condensado de caracteres "sui generis" como será visto a partir da descrição.

A Medula - Em vista transversal destaca-se, desde logo, pela natureza fortemente lacunosa. Aparenta corresponder ao quadro anatômico das medulas polusolenóides, mas, o canal aí presente tem origem diversa que os secretores comuns. As componentes medulares principais são: a matriz parenquimática, reduzida à aparência de muitas tiras ou bandas celulares, estreitas, limitantes das lacunas do canal secretor; sistema secretor, representado por um amplo canal vertical, central; sistema esclerenquimatoso. Na medula ocorre um tipo de zonação em que a região periférica é intensamente tomada por lacunas e a região central, ocupada por um canal de amplo diâmetro e de grande repercussão no contexto medular (Estampa 52, Figura 1). Este corresponde a um terço do diâmetro da medula. É contínuo ao longo de muitos inter-nós, conforme mostram as secções praticadas em diferentes níveis. Em vista transversal tem a forma elítica, acompanhando o próprio formato medular. Teria sido circular, originalmente, assim como a medula, mas a retração das componentes medulares justifica a alteração da forma. Assim em vista longitudinal aparece mais largo ou mais estreito, dependendo do nível da secção (Estampa 52, Figuras 1, 3 e 4). No interior do canal encontra-se um material residual de cor castanha escura, concentrado, principalmente, nas margens. Deve corresponder a vestígios das células de paredes mucilaginosas, dissolvidas, e relacionadas com a origem do mesmo. Em todas as orientações de secção é possível perceber uma a diversas séries, compostas por células retangulares e estreitas, formando como que uma bainha, constituída de faixas ou tiras, celulares, dispostas em torno do canal. Individualmente as células têm cerca de 40 μ m a 60 μ m de comprimento e 15 μ m a 20 μ m de largura. Em muitos campos tais faixas pericanais correspondem a cerca de seis a oito camadas celulares. Algumas componentes celulares aí presentes são preenchidas pelo mesmo conteúdo escuro existente no interior do canal. Fazem parte, portanto, do conjunto de células de paredes mucilaginosas as quais uma vez dissolvidas, causaram a formação do amplo canal. A partir da bainha pericanal há fileiras celulares organizadas, igualmente, em tiras, dispostas em sentido preferencial radial, como se umas se emendassem às outras até à orla da medula, nos limites

do cilindro lenhoso (Estampa 52, Figuras 1 e 3). Daí resulta uma estrutura em malhas limitantes de lacunas. Conforme a observação da secção transversal, se as lacunas periféricas tendem ao arranjo radial, devido à partida dos traços, nas vizinhanças do canal axial, tal ordem de arranjo se altera para a posição tangencial acompanhando o contorno do mesmo. As tiras parenquimáticas que entremeiam as lacunas são formadas de 1 a 2 (3) camadas celulares. As lacunas localizadas nas partes limitantes da medula com o lenho são amplas e elípticas. As extremidades são pontiagudas. A orientação é radial. Marcam os locais de origem dos traços e simulam raios primários largos. Mas, de fato representam espaços acelulares. Mais para o interior da medula as lacunas têm forma idêntica, porém a orientação se dá em acompanhamento à periferia do grande canal central. Tratar-se-ia, provavelmente, o conjunto de lacunas, de amplas câmaras aéreas, ou, quiçá, de reservatórios de água. De qualquer forma são reservatórios (de gases ou de águas) com alguma finalidade de manutenção de condições adequadas à vida da planta. Entre as formas recentes é possível apreciar estruturas comparáveis em plantas adaptadas a ambientes de aeração escassa (pantânicos), ou de escasso suprimento de águas, adequadas, às condições de vida. Em muitas delas ocorrem campos mucilaginosos na medula, dos quais resultam bolsas, cavidades e até canais mucilaginosos. Interpreta-se, pois, tal composição da medula, como sendo de idêntica origem. A partir da periferia medular o conjunto de malhas celulares e lacunas tem um belo efeito estético. Distribuem-se aí ninhos de esclereídeos acompanhando o contorno do cilindro lenhoso. O contorno da medula resulta das cunhas quase planas do lenho de modo que as margens são quase lisas. As reentrâncias dizem respeito à penetração de lacunas radiais, cujas extremidades externas são em V- longo os quais se relacionam com o irrompimento de traços (Estampa 52, Figuras 1 e 4). Os ninhos de esclereídeos marginam a medula. O arranjo é perceptível em todas as orientações de secção. Está, porém, mais claro, nas secções longitudinais (Estampa 53, Figuras 1, 3 e 4). Aí também se nota que em uma ou outra ocasião pode haver ninhos deslocados, mais profundamente, no corpo medular. Em secção transver

sal os ninhos compreendem esclereídeos arredondados, com cerca de 18 μ m a 20 μ m de diâmetro e de células parenquimatosas de paredes espessadas de dimensões aproximadamente idênticas. Em vista longitudinal as dimensões dos esclereídeos e das células do parênquima são idênticas às da secção transversal, mas, a forma das componentes tende mais para a retangular. Os esclereídeos unitários tendem à ordenação em filas verticais. O ninho, observado em vista longitudinal, tem a aparência placoidal com esclereídeos estratificados.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: Abrange a margem proximal das cunhas planas junto a periferia medular. A característica não é geral, porém muito difundida a da conexão entre os ninhos de esclereídeos e os elementos das primeiras fases de vascularização. Sendo assim, em vista transversal, os primeiro traqueídeos de um feixe ou de mais de um feixe seguem em contínua sucessão aos ninhos de esclereídeos. O fato atribui à margem do lenho a feição de bolsas suspensas pelo xilema contendo tecido esclerenquimatoso. O protoxilema é endárqueo e o corpo primário centrífugo (Estampa 53, Figura 2). O corpo primário, propriamente, se compõe de poucas fileiras de traqueídeos (4 a 5 ou 6 a 8) iniciando-se a partir dos elementos espiralados.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Os traços de ramos ou de folhas iniciam-se na orla medular, contudo marcam sobremaneira o corpo secundário do lenho. Em seu começo são monoxílicos, todavia, a partir de níveis variáveis do percurso no lenho (400 μ m a 600 μ m) tornam-se diploxílicos e bifurcantes. Os traços bifurcantes, após percurso por quatro a seis anéis desaparecem na matriz lenhosa deixando sinais de grande perturbação anatômica. A Figura 4 da Estampa 52 ilustra muito bem o fato, ressaltando as lacunas que por tal motivo se originaram. Ainda em pleno corpo lenhoso, um traço simples pode se unir a outro bifurcante, acarretando idêntica perturbação no cilindro lenhoso e no rumo dos anéis de crescimento. Estes são regulares, na medida em que não suceda a interferência dos traços. São nítidos. A amplitude é variável desde a margem interna do lenho. Na parte mediana do cilindro lenhoso a amplitude média situa-se em torno de 80 a 120 séries de traqueídeos (secção transversal) no lenho inicial e

quatro a cinco séries no lenho final. Nessa mesma secção a forma dos traqueídeos é quadrangular à multiangulosa. As pontuações radiais estão presentes em uma a duas (três) fileiras. Não são contíguas, mas, espaçadas, em arranjo variado, sub-oposto a alterno e de forma circular, com abertura central, redonda a elítica, dependendo da região do anel. Há campos ocasionais no lenho inicial e na parte mediana do traqueídeo em que se encontram até três fileiras de pontuações. Nesse caso, têm forma hexagonal e são contíguas. Os campos de cruzamento (Estampa 53, Figuras 5 e 6) têm pontuações menores, elíticas, de aréolas estreitas (oculíporos). Predominam (4-5) quatro a cinco pontuações por campo, mas existem aqueles com uma ou duas pontuações. Os raios lenhosos são unisseriados sem exceção (Estampa 52, Figura 3) e atingem a altura máxima de oito (8) estratos celulares. Muitas dentre as células radiais são resiníferas, fato que pode muito bem ser decorrente de traumatismos em vista da perturbação dos traços em seu rumo para o córtex.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: Os espécimes permianos portadores de um canal axial medular, de composição semelhante ao descrito, são comuns na província paleoflorística gondvânica. Em geral aparece associado a outros canais secretores ou pode comparecer sozinho. No capítulo em que se expôs sobre o comportamento metodológico de estudo das medulas mencionou-se os resultados de estudos em plântulas e plantas jovens de coníferas (VAN TIEGHEM, 1872; HANES, 1927). Com esses resultados vê-se que a classificação dos lenhos fósseis pode se balizar mais seguramente na apreciação do sistema secretor. Tem havido relativa tendência, por parte dos paleoanatomistas, de encarar apenas descritivamente os canais secretores sem o acompanhamento da sua evolução, devidamente esboçado de inter-nó a inter-nó. Assim, têm sido integrados no mesmo *taxon* espécimes portadores de sistemas de canais bastante diversos evolutivamente. Talvez a tendência em foco resulte da opinião de que sendo traumáticos, os canais, teriam valor sistemático pequeno. Não obstante isso sabe-se que a resposta traumática não deixa de se subordinar a uma memória genética (FAHN, 1971). Eis a razão porque se dife

rencia, agora, dos morfogêneros *Barakaroxylon* e *Polysolenoxylon* a forma em questão. Quanto à concepção do morfogênero *Polysolenoxylon* o retorno à diagnose original de KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) é uma condição imposta pela averiguação de que as formas, com canais dispersos não evoluem para a configuração de um canal central de até um terço do diâmetro da medula. Verifica-se que em níveis nodais e inter-nodais os quadros: canais dispersos ou canal axial são mantidos em espécimes diferenciados. Na descrição da espécie-tipo de *Polysolenoxylon*, KRÄUSEL & DOLIANITI (1958) referem: "Am Rande stehen senkrecht, auf dem Querschnitt kreisförmige oder elliptische, scheinbar dickwandige Röhren; einige engere Kanäle gleichen Baues finden sich auch im Innern des Markes..." (= Na periferia dispõem-se canais perpendiculares e circulares, em secção transversal, ou elípticos, aparentemente de paredes espessas. Alguns canais menores, de estrutura semelhante, acham-se, também, no interior da medula...). Igualmente, KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI (1961) ao procederem a revisão dos lenhos gimnospérmicos com medula esboçaram em desenho diagramático as mesmas características do sistema de canais (cf. KRÄUSEL, MAITHY & MAHESHWARI, 1961: p. 105, Fig.-Text. 23) Quanto a *Barakaroxylon* supõe-se que o canal vertical e central existente na medula desse morfogênero não seja do mesmo tipo sector que os periféricos polysolenóides. Tanto ele como os ramos horizontais, teriam origem mucilagínosa, como na forma que se descreve. No entanto, nessa última, o canal mucilagínoso central não emite ramos, é tipicamente cilíndrico. Portanto, a forma presentemente estudada permanecerá em unidade taxionômica à parte até que nova documentação prove em contrário.

CONSIDERAÇÕES DE ORDEM PALEOECOLÓGICA: A maioria dos espécimes oriundos da Formação Irati concentra na medula caracteres que refletem recursos xeromórficos. Os principais compreendem os sistemas de lacunas e a concentração do esclerênquima na medula. Tudo indica que ambos os elementos anatômicos aí aparecem para capacitar as plantas a maior aeração ou a armazenagem de águas adequadas à vida (METCALF & CHALCK, 1953). Resta, portanto, mediante o estudo do ambiente de sedimentação, interpretar a razão da presença dos referidos recursos. No caso da For

mação Irati, tudo indica que seja a proximidade de águas salinas e salôbras. A água adequada seria fornecida por periodismo pluviométrico, daí arazão da armazenagem. Termo de comparação en contra-se entre angiospermas recentes de hábitos aquáticos, pan tânicas ou, em contraposição, plantas viventes em locais áridos, sujeitas a periodismo pluvial.

DIAGNOSE

Fragmento de tronco de tipo gimnospérmico; medula de forma elítica por retração das paredes celulares; lacunosa, hete rocelular; um amplo canal vertical, axial, de origem provável mu cilaginosa abrange cerca de um terço da medula e é contínuo por muitos inter-nós; periferia do canal contornada por dois a três estratos de células de forma retangular; matriz parenquimática, medular, lacunosa, compreendendo lacunas radiais com vértices agudos e orientadas radialmente nos campos de saída dos traços; lacunas centrais dispersas cuja orientação acompanha a curvatura da periferia do canal axial; matriz parenquimática reduzida a ti ras ou bandas de células de paredes retraídas, originando como que malhas de uma rede, cujos espaços são as lacunas; ninhos de esclereídeos nas terminações dos feixes lenhosos junto à orla me dular, freqüentemente com o aspecto de bolsas de esclerênquima suspensas pelos feixes lenhosos; esclereídeos unitários ordena dos em filas verticais de três a cinco elementos em cada fila, dando ao ninho a aparência estratificada em vista longitudinal; associação de células parenquimatosas de paredes espessas aos ninhos; traços em início junto à orla medular, como traços sim ples, tornando-se diploxílicos, bifurcantes, após percurso ra dial de 400 μ m a 600 μ m; desaparecimento do traço em pleno corpo lenhoso com intenso transtorno anatômico e formação de lacunas; corpo lenhoso primário centrífugo, protoxilema endárqueo; corpo secundário do lenho com anéis de crescimento nítidos; irregula ridades nos anéis causadas pela passagem dos traços; traqueídeos com pontuações radiais sub-podocarpóides em uma, duas (três) fi

leiras, não contíguas, sub-arredondadas, alternas, com alguns campos de oposição no mesmo traqueídeo; traqueídeos do lenho inicial, em sua parte mediana, com três fileiras de pontuações alternas, contíguas e hexagonais; campos de cruzamento com três a cinco pontuações pequenas, elípticas, de aréolas estreitas (oculíporos); raios unisseriados, incluindo células resiníferas; um a oito estratos celulares de altura.

ATLANTICOXYLON SALPICATUM sp.nov.

Espécie-tipo: *Atlanticoxylon marginatum* nov.gen.et sp.nov.

DESCRIÇÃO

(Estampa 54, Figuras 1-4; Estampa 55, Figuras 1-4; Estampa 56, Figuras 1-5)

Holótipo: GP/3T. 1403, Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.80. Pedreira de calcário Moura-II. Rodovia Tietê-Piracicaba, na altura do km 2,5 para Bairro, Município de Piracicaba, SP.

Horizonte: Calcários com sílex da Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: A amostra compreende dois blocos. Estes, conectados formam um fragmento de tronco de 40 cm de extensão e 11 cm por 8 cm relativamente aos diâmetros maior e menor. A fotografia exposta na Figura 2 da Estampa 54 mostra os dois fragmentos antes de serem cortados. A secção transversal de ambos é quase elítica. O fragmento maior lembra a forma de meia-lua tendo uma base aplainada e o lado superior curvo. O tronco sofreu descorticação e a perda gradativa dos anéis lenhosos mais externos. O formato do caule faz com que se pense que a planta, em vida, poderia estar apoiada sobre uma superfície, para que um dos lados - representando a base do tronco - se tornasse achatado, quase plano e o outro - representando o lado superior - conservasse a curvatura normal. A medula é cêntrica nos dois fragmentos, pequena, com cerca de 6 mm de diâmetro. Os anéis

de crescimento são nítidos, regulares, com amplitude média de 0,8 mm a 1mm.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Se o espécime fosse classificado sumariamente seria mais um a ser incluído no morfogênero *Polysolenoxylon* em virtude da amplitude atribuída ao mesmo pelas emendas sucessivas à diagnose.

A Medula - Em primeiro plano sobressai a natureza lacunosa e heterocelular, o canal secretor amplo, vertical e central abrange um terço do corpo medular. O contorno da medula é circular com sinuosidades, estas ocasionadas pela saída de traços simples. Na periferia não há evidências de canais secretores. Há apenas lacunas e no centro o amplo canal vertical e axial de origem provável mucilaginoso. Este último tem cerca de 4,5 mm de diâmetro e a sua presença foi constatada ao longo de todo o comprimento da amostra (Estampa 54, Figura 4). Em vista longitudinal o referido canal apenas mostra a variação do diâmetro, mas persiste por muitos inter-nós. No contorno do mesmo verifica-se a presença de uma faixa representada pela integração de várias bandas ou séries de células, alongadas e estreitas, cujas paredes terminais são retas ou inclinadas (Estampa 56, Figura 3). O elemento anatômico mais ressaltante da medula do espécime é, pois, o canal único, no centro da medula, sem ramificações e sem extinção ao longo de muitos inter-nós como é típico em canais mucilaginosos. O tecido parenquimático medular praticamente se reduz às bandas parenquimáticas a partir da periferia até junto do amplo canal. Vê-se, pois, um conjunto de tiras ou bandas de células de paredes retraídas as quais delimitam lacunas. Estas acompanham a curvatura do canal, na parte mais central do corpo medular e tendem à ordenação radial, na parte periférica da medula. Tais quadros descritos correspondem à vista transversal (Estampa 54, Figura 1; Estampa 55, Figura 1). Longitudinalmente a ordenação das lacunas se dá no sentido vertical. O sistema de lacunas é elemento anatômico marcante na medula do espécime. As Figuras 1 e 4 da Estampa 54 dão uma visão de conjunto das secções medulares. Vê-se que aí existem lacunas organizadas e não caóticas ou só parcialmente

orientadas como no morfogênero *Polysolenoxylon*. As lacunas, como o canal central, devem ter tido igual origem, ligada à existência de campos mucilaginosos em que as paredes celulares, rompidas, originam grandes cavidades, lacunas e canais. A formação orientada das lacunas denota caráter genético, assim como a própria existência de campos mucilaginosos. Em vista transversal a forma preferencial das lacunas é a elítica, assim como em vista radial e tangencial. Têm aspecto fusiforme alongado e se dispõem de modo paralelo e verticalmente nas secções longitudinais (Estampa 55, Figuras 3 e 4), sem se mostrarem estratificadas. Nos entremeios das malhas parenquimáticas, em fila vertical simples ou, localmente, em filas múltiplas, estão ninhos de esclereídeos dispostos na região mediana, entre a periferia da medula e a periferia do canal axial (Estampa 54, Figura 4; Estampa 55, Figuras 3 e 4). Em vista transversal os esclereídeos unitários são sub-arredondados e quase isodiamétricos. Longitudinalmente são quadrangulares (Estampa 55, Figura 2; Estampa 56, Figura 1). Em todas as orientações de secção se percebe a abertura cujo diâmetro é igual a um terço do diâmetro do esclereídeo. Esta contém canalículos radiais ramificados ou não. Em vista transversal os esclereídeos aparecem agrupados nos ninhos e em vista longitudinal a tendência é se disporem em filas verticais com certa variação para o arranjo em torno de um centro. Aos referidos ninhos associam-se células parenquimatosas de paredes espessas com preenchimento escuro semelhante a material resinoso. Deveriam desempenhar função secretora, associadas aos ninhos. Os traços têm início a partir da orla medular. São múltiplos e nos campos de formação dos mesmos as lacunas como que se orientam no mesmo rumo radial do traço, em seguimento a ele.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: A observação da Figura 3 da Estampa 54 coloca em destaque a natureza endárquea do protoxilema e o caráter centrífugo do corpo primário do lenho. Este compreende pouco mais de uma dezena de séries de traqueídeos, sendo, os primeiros, caracterizados por espessamentos frouxo-espiralados. Seguem, a partir daí, os estreito-espiralados, os es

calariformes e os reticulados. O xilema primário compreende a zona proximal das cunhas lenhosas nas margens da medula. São cunhas de larga base que atribuem ao contorno medular a figura circular levemente ondulada. As zonas reentrantes das cunhas correspondem a invaginações do parênquima medular as quais marcam a saída de traços múltiplos.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Caracteriza-se por anéis de crescimento nítidos e regulares em todo o contorno da amostra. A amplitude média dos anéis é de 1 mm a 1,5 mm. O lenho inicial de um anel pode incorporar de 40 a 110 camadas celulares e o lenho final, 5 a 6. Em vista transversal a forma mais geral dos traqueídeos é a retangular. As paredes radiais apresentam pontuações areoladas em uma a duas fileiras ou, mais raramente, três fileiras. Quando em uma fileira não são contíguas e a forma é circular. Em duas fileiras podem se colocar em arranjo contíguo-alterno, adquirindo forma hexagonal (Estampa 56, Figura 2). Há casos de ocorrência de pontuações em duas fileiras separadas por um intervalo, no centro da parede radial, de cerca de 1,5 μ m a 1,8 μ m. No caso, a forma é circular. Há traqueídeos que se iniciam com duas fileiras de pontuações alternas e contíguas os quais, em determinada altura apresentam três fileiras de pontuações alternas e contíguas, para retomarem, em seguida, o arranjo em duas fileiras. Os campos de cruzamento têm de uma a cinco pequenas pontuações de forma arredondada à quase elítica, com aréolas muito estreitas e ampla abertura circular (Estampa 56, Figura 4). Os raios lenhosos são homogêneos invariavelmente unisseriados (Estampa 56, Figura 5) com altura média de 4-5 estratos celulares por área de 1 mm² e altura máxima de 10 estratos celulares.

DIAGNOSE

Fragmentos de caules de tipo gimnospérmico; medula central, circular, de bordo levemente sinuoso no contato com as

cunhas plano-convexas, de larga base, do cilindro lenhoso; natureza heterocelular, lacunosa; componentes medulares compreendem a matriz parenquimática, o sistema esclerenquimatoso e o sistema secretor; um canal de origem provável mucilaginoso com diâmetro de cerca de um terço do diâmetro da medula, sem ramificações, de percurso vertical, contínuo ao longo de muitos inter-nós, ocupa o centro da medula; bainha parenquimática no contorno do amplo canal, compreendendo cerca de 5 a 9 camadas celulares; canais secretores periféricos, solenóides, não identificados na periferia medular; em vista transversal a matriz parenquimática está reduzida a tiras ou bandas de células de parênquima de paredes retraídas, tangenciais ou inclinadas em relação à periferia do canal, limitando lacunas elípticas que acompanham a curvatura do mesmo; a orientação só se altera nos campos de saída dos traços onde tomam o mesmo rumo radial; longitudinalmente, lacunas fusiformes, verticais, paralelas, não estratificadas; nos entremeios das células parenquimáticas ninhos de esclereídeos, associados a células secretoras, ordenados em filas verticais, na região mediana entre a periferia do amplo canal axial e a periferia da medula; esclereídeos unitários sub-arredondados, em vista transversal, quadrangulares em vista longitudinal e em filas verticais, tendendo ao arranjo radial, com aberturas de 1/3 do diâmetro do esclereídeo; presentes canalículos de pontuações às vezes ramificados; corpo primário do lenho centrífugo, protoxilema endárqueo; traços múltiplos a partir da orla medular, corpo secundário com pontuações radiais dos traqueídeos em 1-2 (3) fileiras; em uma fileira, não são contíguas, de forma circular; em duas fileiras ora são contíguas e alternas, de forma hexagonal, ora em duas fileiras de pontuações de percursos separados ao longo da parede radial do traqueídeo; três fileiras de pontuações, restritas à região mediana dos traqueídeos do lenho inicial do anel; campos de cruzamento com 1-5 pontuações pequenas, sub-circulares, de ampla abertura e aréolas muito estreitas; raios homogêneos, unisseriados, com 1 a 10 estratos celulares de altura.

ATLANTICOXYLON FORAMINATUM sp.nov.

DESCRIÇÃO

(Estampa 57, Figuras 1-6; Estampa 58, Figuras 1-4; Figura 37, no texto)

Holótipo: GP/3T. 1388 (parátipo: GP/3T. 1386). Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.8. Pedreira de calcário Vitti-I. Rodovia Tietê-Piracicaba (SP-127) na altura do km 36.

Horizonte: Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmentos de lenho de tipo gimnospérmico (Estampa 57, Figura 1). O holótipo tem cerca de 6,5 cm de comprimento por 2,8 cm de largura. Uma segunda amostra mede 3,5 cm de comprimento por 2 cm de largura. A superfície polida, depois de atacada por ácidos, mostra muito bem a medula de tipo polysolenóide, com 9 mm de diâmetro. Os fragmentos são cilíndricos; a medula ocupa o centro geométrico dos mesmos. Os anéis de crescimento são nítidos, regulares e concêntricos.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Por diversos anos a topografia microscópica que se irá descrever foi tida como peculiar ao morfogênero *Polysolenoxylon*. Os fragmentos em questão são semelhantes em estrutura ao suposto holótipo daquele morfogênero. As dúvidas sobre a numeração da amostra, tida como o verdadeiro holótipo de *Polysolenoxylon* (e encontrada entre as amostras da coleção da antiga Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo) foram suficientemente discutidas no capítulo sobre a apreciação e crítica dos morfogêneros. As descrições dos autores KRAUSEL & DOLIANITI (1958) se referem a um plano anatômico medular bem diverso deste que se irá apreciar, daí a transposição da forma em discussão, para a nova unidade anatômica *Atlanticoxylon*.

A Medula - parenquimática, circular, de aspecto estelar, em vista transversal, heterocelular, mas lacunosa em alto

grau. Só se vêem células nos campos restritos às áreas inter-lacunas periféricas relacionadas, de modo claro, com a formação dos traços em geral pares. Estes têm começo junto às lacunas elipsóides de vértices agudos, orientadas em sentido radial, quando vistas na superfície transversal do ramo. Na margem interna do corpo lenhoso, no limite com a medula, há, ainda pequenas lacunas pares, em forma de cone (Estampa 58, Figuras 1 e 4) penetrantes no corpo lenhoso primário. Parecem corresponder aos raios primários, mas, na verdade, são originadas do rompimento dos traços pares. Na dependência do nível em que a amostra foi seccionada observam-se campos em que o parênquima medular está razoavelmente preservado e campos em que o processo de lacunarização chegou a condições sumárias. Portanto, em alguns níveis a medula é polysolenóide típica, em outros níveis ela se mostra transicional entre maciça e lacunosa (Estampa 57, Figura 2; Estampa 58, Figura 2). A secção transversal é caracterizada, em todos os níveis, pela saída de traços foliares pares. A mesma secção realça, em primeiro plano, além das lacunas, o amplo canal circular, central, de provável origem mucilagínosa e de percurso vertical, contínuo, ao longo de toda a extensão das amostras examinadas (Estampa 58, Figura 2). Não há ramos horizontais do canal e em torno do mesmo ainda sobreexistem células parenquimáticas menores, lembrando células de revestimento dos canais (Estampa 58, Figura 1). Ao redor desse grande canal axial, cujo diâmetro aproximado é de cerca de $1/3$ do diâmetro medular, encontram-se lacunas de forma variada à elipsóide. Se existem canais menores na parte periférica da medula ou na região mediana, entre a periferia do grande canal e a orla medular, é difícil apontar. O mais provável é que sejam ausentes. Há campos da secção transversal (Estampa 58, Figura 4) nos quais algumas células preservadas, nas malhas inter-lacunas, dão a impressão da presença de canais secretores de forma desde a elipsóide à irregular. O mesmo acontece nas secções longitudinais (Estampa 57, Figura 2; Estampa 58, Figura 3). Considera-se impróprio atribuir às referidas formações o caráter de canais de secreção sem resguardar dúvidas em face do avanço do processo de desintegração celular. No presente caso a lise

celular atingiu a vários graus de evolução não deixando ver, claramente, a presença das células de revestimento ou sequer vestígios. No caso em pauta diz-se apenas que há, nitidamente, um amplo canal vertical, axial, cilíndrico e extenso por muitos nós e inter-nós, indiviso e não ramificado, como se o centro medular fosse ocupado, no estágio jovem do caule, por um campo central, cilíndrico, de células com depósitos mucilaginosos. Com a maturação as paredes se romperam restando o amplo canal (ou oco central). Este porém, não teria sido acontecimento casual, mas, realmente, um recurso de defesa (como em *Palmae* recentes) para armazenagem de água ou, mesmo, aeração. Nas amostras em pauta, como nas demais do mesmo gênero, constata-se a maior orientação das estruturas que nas medulas das espécies de *Polysolenoxylon*. Consequentemente, as lacunas da periferia são maiores, elítico-alongadas e penetrantes radialmente no lenho, no sentido do irrompimento dos traços. As extremidades das referidas lacunas, voltadas para o lenho, são agudas e sulcam o cilindro lenhoso pela distância de 250 μ m a 500 μ m. As lacunas centrais de forma variada-em certos níveis de secção mais que em outros-tendem ao arranjo radial ou aparentam desordem (Estampa 58, Figura 1). As células parenquimáticas, nos campos entre as lacunas, dispõem-se, em vista longitudinal, em aparente desordem. O quadro de fundo é semelhante a um mosaico celular, com células de tamanho e forma variadas. Aí se distinguem células multiangulosas, maiores (40 μ m a 80 μ m), isoladas ou em grupos caóticos e células diminutas, em filas verticais (10 μ m a 15 μ m), apresentando divisão "em pilha". As lacunas parecem ter começo nos grandes meatos entre as células maiores, seguindo-se a destruição das paredes celulares. Consequentemente, o panorama rotineiro, em vista longitudinal, é o do aparecimento de numerosas lacunas cercadas por séries de células parenquimáticas diminutas, cujas paredes são mais espessas que as das células maiores (Estampa 57, Figura 2; Estampa 58, Figura 2). É provável que as lacunas medulares tenham tido origem semelhante à do canal central. Deveriam existir campos celulares mucilaginosos os quais originaram as lacunas com função de aeração ou armazenagem de águas apropriadas à vida.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: Nada há a destacar de original com respeito ao protoxilema endárqueo e ao corpo primário centrífugo. As secções radiais não deixam perceber elementos anelados. Somente os frouxo-espiralados (3 séries) seguidos dos estreito-espiralados (4-6 séries) escalariformes (2-3 séries) e reticulados-pontuados (1 série). Assim, o caráter que marca o corpo primário do lenho é a saída dos traços simples, muitos dos quais se tornam bifurcantes em pleno corpo secundário para desaparecerem após curto percurso.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Anéis de crescimento presentes com regularidade. Na parte mediana do cilindro lenhoso há anéis de grande amplitude (1 mm ou mais). Os mais próximos da medula têm em média 500 μ m a 700 μ m de amplitude, com 4-6 estratos celulares no lenho final do anel. Em secção transversal os traqueídeos são quadrangulares a retangulares. As paredes radiais têm pontuações em 1-2 fileiras às vezes estreitamente contíguas e alternantes e às vezes sub-circulares e espaçadas. Os campos de cruzamento têm 1-6 pequenas pontuações de aréolas estreitas e forma elítica a sub-circular, em filas horizontais ou dispersas. Raios homogêneos unisseriados, com 1 a 5 estratos celulares de altura.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: A reclassificação de espécimes tais como esses, no morfogênero *Atlanticoxylon* foi por demais discutida. Demonstrou-se a inviabilidade da anexação das formas em questão no morfogênero *Polysolenoxylon*. Em nível específico são muito claras as diferenças entre *A. marginatum* e *A. salpicatum*, em vista das variações no modo de distribuição do sistema esclerenquimatoso. A presente forma não ostenta elementos esclerenquimatosos medulares, portanto, difere das anteriores como nova espécie designada *A. foraminatum* sp.nov.

DIAGNOSE

Fragmentos lenhosos de tipo gimnospérmicos; medula cêntrica, circular, com aspecto próximo do estelar devido ao irrompimento de lacunas relacionadas aos traços; corpo medular palmilhado por lacunas de todos os tamanhos, de forma preferencial elítica, com um canal indiviso, cilíndrico, percorrendo verticalmente o espécime, contínuo por muitos inter-nós e em posição central na medula; diâmetro do canal corresponde a 1/3 do diâmetro medular; origem provável, mucilagínosa, assim como a origem das lacunas; na secção transversal em todos os níveis sobressai o contorno circular do canal e em torno a matriz parenquimática lacunosa; grandes lacunas elíticas orientadas radialmente na periferia medular e relacionadas, quase sempre, a duas lacunas menores, com aspecto de cones, junto ao corpo primário do lenho; dizem respeito à saída de traços pares; há tantas lacunas radialmente alongadas quantos os traços pares por nível de secção transversal; lacunas entre a orla medular e a periferia do canal em arranjo caótico tendente ao radial; em vista longitudinal a disposição das lacunas tende à verticalidade; espacos inter-lacunas compreendem campos de células parenquimáticas grandes, de forma variada, contornados por séries verticais de células parenquimáticas diminutas; células parenquimáticas de maior tamanho em vários graus de decomposição originando lacunas verticalizadas em vista longitudinal; protoxilema endárqueo,

Fig.35. *Atlanticoxylon foraminatum* sp.nov.: desenhos esquemáticos de campos medulares em vistas transversal (A) e radial(B)

corpo primário centrífugo; traços pares a partir da orla medular em rumo para o córtex como traços simples ou bifurcantes em pleno corpo secundário do lenho; anéis de crescimento bem demarcados e nítidos no corpo lenhoso secundário; pontuações radiais dos traqueídeos em uma ou duas fileiras de pontuações contíguas ou espaçadas, arredondadas a sub-hexagonais; quando em duas fileiras são hexagonais, alternas e contíguas, com variações; campos de cruzamento com 3 a 6 pontuações de aréolas estreitas, elípticas, a sub-arredondadas em fileiras horizontais; raios uniseriados com um a cinco estratos celulares de altura.

DESCRIÇÃO

ATLANTICOXYLON SCALLONATUM sp. nov.

(Estampa 59, Figuras 1-4; Estampa 60, Figuras 1-6)

Holótipo: GP/3T. 1390. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP. 34. Pedreira de calcário de Assistência. Rodovia Piracicaba-Rio Claro, na altura do km 24, Município de Rio Claro, SP.

Horizonte: Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Ao ser entregue para estudo a amostra ainda se encontrava incluída em calcário branco acinzentado com nódulos de sílex. Na superfície viam-se impregnações localizadas do próprio sílex, de cor castanha escura. O fragmento em questão é cilíndrico descorticado. Vários anéis concêntricos do corpo lenhoso foram perdidos e outros ainda mostram seu parcial contorno (Estampa 60, Figura 1). Correspondia certamente a um tronco cujo verdadeiro diâmetro devia ser bem maior do que o aparente atual. O diâmetro da amostra é de cerca de 10 cm e o comprimento de cerca de 12 cm. A medula é grande (1,2 cm de diâmetro) e cêntrica, com o aspecto de mácula esbranquiçada. À primeira vista assemelha-se à medula de *Polysolenoxylon*, mas, a luz do microscópio, as diferenças sobressaem. Dentre elas, a ausência do sistema secretor perceptível a olho desarmado, na superfície polida de espécimes de *Polysolenoxylon*.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A preservação precária concernente à medula e ao corpo primário do lenho determinou que as observações fossem efetuadas sobre lâminas mais espessas do que usualmente se utiliza nos estudos paleoanatômicos. Só assim foi possível obter campos razoáveis para as ilustrações fotomicrográficas as quais acompanham a descrição da amostra.

A Medula - Caracteriza-se pela natureza lacunosa e heterocelular na qual sobressaem: células parenquimatosas, células esclerenquimatosas e lacunas. Essas últimas têm orientação radial não muito regular. Em direção ao centro medular dispõem-se de modo desorganizado, em torno de uma cavidade circular com a configuração de um grande canal (Estampa 59, Figuras 1 e 4). Nas secções longitudinais, porém, tal estrutura não é contínua. Dessa maneira a medula é acanal. As lacunas aí presentes têm a forma e o arranjo irregulares tanto na secção transversal quanto nas secções radial e tangencial e assemelham-se a verdadeiras cavidades causadas por dissolução das paredes celulares, devido a deposição de substâncias, como mucilagem. Assim também existe o esforço de tensão sobre as paredes celulares parenquimáticas, a partir de grupos de esclerênquima aí distribuídos. Sendo assim, as secções transversais (Estampa 59, Figuras 1 e 2) compreendem um quadro caótico de aglomerados de células parenquimatosas, lacunas ou cavidades irregulares e ninhos de esclerêdeos. A partir da orla medular, em contato com as cunhas do corpo lenhoso, e distribuídas no centro da medula, as células parenquimáticas têm forma e tamanho variáveis. Mesmo assim percebe-se a maior concentração das menores, perifericamente (30 μ m - 35 μ m de diâmetro) e das maiores (60 μ m a 80 μ m de diâmetro) centralmente. As periféricas têm paredes ligeiramente mais espassas que as centrais. As periféricas tendem ao formato poligonal, enquanto que as centrais ora se apresentam sub-arredonda das ora quadrangulares (Estampa 59, Figura 4). Algumas células medulares, notadamente as que se encontram nas vizinhanças dos ninhos de esclerêdeos estão preenchidas por um conteúdo escuro. Deveriam ser células secretoras associadas aos ninhos. Esses compreendem os elementos de maior repercussão anatômica no corpo medular. Em vista transversal têm contorno arredondado. Apá

recem como agrupamentos sub-circulares de esclereídeos. São sim ples ou relacionados aos vizinhos por meio de ramificações. Em vista longitudinal têm aparência tabular, distribuídos transver salmente em relação ao eixo vertical do tronco, ou têm leve in clinação, ou suave curvatura em relação ao referido eixo. Os dois últimos quadros acontecem ao se unirem ninhos tabulares vi zinhos com a formação de braços ou ramificações de ninho a ninho (Estampa 59, Figura 3). Em vista transversal os esclereídeos, ob servados como unidades, têm a forma quase circular ou multiangu- losa. São isodiamétricos e o lúmen se acha preenchido por con teúdo escuro. Deveriam associar a função secretora a sua função normal. Em vista longitudinal são poligonais a quadrangulares , pequenos (20 μ m por 17 μ m quanto aos diâmetro maior e menor) com lúmen lenticular. Organizam-se em filas verticais de 4 a 6 (7) esclereídeos, ocorrendo a oposição entre esclereídeos vizinhos , em numerosos dentre os ninhos observados (Estampa 60, Figuras 2 e 4). Em vista radial observa-se a tendência à disposição al ternante entre os ninhos placoidais por todo o corpo medular. As sim, quando as ramificações ocorrem entre dois ninhos alternos forma-se como que uma ponte de esclereídeos em diagonal ou se a ramificação se estende a um ninho mais abaixo tem-se uma formação placoidal em curva (Estampa 59, Figura 3). As lacunas, portanto, se formam entre os ninhos placoidais e sua forma está subordinada ao espaço disponível entre eles. Pelo aspecto estru tural deveriam, pois, representar o papel de câmaras de armazena gem de água, balizadas pelo esclerênquima, ou câmaras aéreas.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: Como é comum acontecer nos es pécimes do morfogênero *Atlanticoxylon* as cunhas do lenho se apresentam como que esgarçadas em muitas pontas aciculares pene- trantes no corpo da medula. O caráter centrípeto não se revela em nenhum campo das lâminas. Há simplesmente a colocação profun da, no corpo da medula, dos referidos elementos lenhosos e, no caso, espiralados. Notam-se em alguns campos a formação anelar, mas, a preservação é precária para se ter um quadro mais claro demonstrativo de que o protoxilema é simplesmente endárqueo e o corpo primário do lenho centrífugo. Tudo parece indicar, porém,

que a configuração anelar é ocasional. São frequentes os traços que a partir da orla da medula rumam em direção radial, como traços simples, atingindo o corpo secundário e desaparecendo.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Em vista transversal com põem-se de fileiras radiais de traqueídeos de forma poligonal arredondada. Os feixes compreendem de 4-8 fileiras de traqueídeos separados por raios de células reto-alongadas (35 μ m por 20 μ m quanto ao valor médio do comprimento e da largura). A secção radial mostra traqueídeos de extremidades fusiformes com uma a duas fileiras de pontuações areoladas. De ocorrência menor são os traqueídeos de três fileiras de pontuações. Os traqueídeos do lenho final apresentam pontuações em uma fileira, associando, ocasionalmente, duas pontuações opostas, sub-opostas ou sub-alternas, continuando por uma fileira até que se formem nova dupla de pontuações (Estampa 60, Figura 6). Os traqueídeos do lenho inicial contêm, de regra, duas fileiras de pontuações alternas ou opostas; esse último aspecto aparece só localmente sem muita contiguidade entre as pontuações por isso conservam a forma circular. Às vezes aparecem traqueídeos com pontuações em grupos separados. Nesse caso é que ocorrem três fileiras. Há, também, traqueídeos com três fileiras de pontuações alternas e contíguas. Os campos de cruzamento têm de 2-4 pontuações de aréolas estreitas, sub-circulares e de abertura ampla circular a lenticular. Os raios são unisseriados cuja altura varia de 1 a 8 estratos celulares. Os raios de 3-4 estratos celulares de altura são os mais frequentes (57%). Os anéis de crescimento são bem demarcados. Na região mediana do cilindro lenhoso, preservado, a amplitude é de cerca de 9 mm.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: O espécime em discussão se enquadra no plano anatômico de *Atlanticorylon*, mas, interpõe-se uma interrogação pois o estado precário de preservação do corpo primário do lenho impõe expectativa. Se for confirmada a posição sistemática que ora é atribuída vê-se que difere claramente das demais espécies do mesmo morfogênero em vista da programação dos ninhos de esclereídeos.

DIAGNOSE

Fragmento de lenho de tipo gimnospérmico; medula circular de margens repartidas, grande (1,2 cm de diâmetro), cêntrica com o aspecto de mácula esbranquiçada a olho desarmado, lacunosa; heterocelular, na qual sobressaem células esclerenquimatosas, parenquimatosas e lacunas; lacunas periféricas com tendência ao arranjo radial e centrais em arranjo caótico; em vista geral, o arranjo, a forma e as dimensões das lacunas são completamente irregulares que mais se assemelham a verdadeiras cavidades causadas por dissolução das paredes via deposição de mucilagem e pelas diferenças de tensão entre as paredes espesadas dos elementos esclerenquimatosos e as paredes mais finas das células parenquimatosas; matriz parenquimática formada por cêlulas variáveis quanto à forma e o tamanho; percebe-se a maior concentração de células menores perifericamente cujas paredes são ligeiramente mais espessas que as centrais; nas vizinhanças dos ninhos de esclereídeos, ocorrência de células de tipo secretor; ninhos de esclereídeos, em vista transversal, dispersos na medula como núcleos arredondados de células espessadas, simples ou ramificados; em vista longitudinal, ninhos tabulares ou placoidais cuja maior extensão é transversal ao eixo vertical do espécime, ou levemente inclinada ou com suave curvatura, devido a ramos que unem ninhos placoidais vizinhos; tendênça à formação de filas de ninhos placoidais alternantes; donde resulta a configuração inclinada ou em curva quando estes se unem por meio de ramos; esclereídeos unitários, transversais, de forma circular à multiangulosa; longitudinais, são poligonais a quadrangulares, ordenados em séries verticais de 4-6 (7) elementos em cerca de 12-16 (20) séries verticais de esclereídeos opostos; corpo primário do lenho centrífugo; protoxilema endárqueo; traços de órgãos laterais simples, corpo secundário do lenho com anéis de crescimento nítidos e regulares; pontuações radiais dos traqueídeos com 1-2 (3) fileiras de pontuações; em uma fileira, pontuações circulares, arredondadas, separadas, com o parecimento de duplas de pontuações opostas em diferentes alturas dos traqueídeos; quando em duas fileiras, são contíguas sem se achata

rem ou separadas; três fileiras de pontuações nos traqueídeos do lenho inicial, contíguas e alternas ou em rosáceas; campos de cruzamento com 2-4 pontuações de aréolas estreitas, e abertura ampla, circular a lenticular; raios unisseriados, homogêneos, 1-8 estratos celulares de altura.

PETALOPITYS nov. gen.

Espécie-tipo: *Petalopitys alaeornata* sp.nov.

DESCRIÇÃO

PETALOPITYS ALAEORNATA nov.gen.et sp.nov.

(Estampa 64, Figuras 1-4; Estampa 65, Figuras 1-4; Estampa 66, Figuras 1-5)

Holótipo: GP/BT. 1405, Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: LP/JR. Pedreira de calcário do Irati nos arredores da cidade de Laranjal Paulista, SP.

Horizonte: Formação Irati, SP (obs.:o espécime foi encontrado a superfície do terreno - informação verbal dos coletores).

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmentos lenhosos de tipo gimnospérmico. O holótipo tem 14 cm de comprimento por 7 cm de diâmetro. A medula tem cerca de 8mm de diâmetro. A amostra é cilíndrica com distribuição simétrica do crescimento. Os anéis de crescimento são nítidos a olho desarmado e numerosos por área considerada (Estampa 64, Figura 1).

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A amostra em questão foi encontrada à superfície do terreno, nas proximidades dos afloramentos da Formação Irati, em Laranjal Paulista. Denota ter sofrido alguma sorte de retrabalhamento, pós-fossilização, pois a superfície tem indicações de polimento.

A Medula - Em vista transversal a aparência da medula é lacunosa de tipo polysolenóide (Estampa 64, Figuras 1, 2 e 3). As secções longitudinais indicam variações em torno dessa estruturação. Transversalmente a matriz parenquimática medular é representada por um tecido frouxo, formado por células de paredes finas, com meatos (Estampa 64, Figura 3). A forma e a dimensão dessas células são variáveis. Predominam as sub-arredondadas sobre as poligonais e as de maior dimensão sobre as menores. As referidas dimensões variam de um mínimo de 30 μ m a 40 μ m a um máximo de 120 μ m a 150 μ m. Compõem uma espécie de malha fina em todos os espaços situados entre o cilindro lenhoso e a região periférica medular. Em vista longitudinal a organização das células do parênquima não é muito diversa. Há a tendência de se organi-zarem em filas verticais (Estampa 65, Figuras 3 e 4). Sendo assim, classifica-se a medula como maciça, transicional para lacunosa, e heterocelular. Na zona periférica existem canais secre-tores verticais concêntricos, mas não são formados de modo simétrico uns em relação aos outros. A par desses, no centro da medula, ocupando a posição do eixo longitudinal há um amplo canal de aspecto petalóide. Sendo assim, as células parenquimáticas mostram paredes mais consistentes nas vizinhanças dos canais periféricos onde há estratos de células menores, de paredes finas, correspondentes às células parenquimáticas do revestimento dos canais secretores. As Figuras 1, 2 e 3 da Estampa 64 expõem alguns campos concernentes aos canais periféricos. São bem formados. Aí as células são isodiamétricas e algumas estreito-alonga-das. Acompanham o contorno dos referidos canais. Cada canal periférico encerra um conteúdo escuro, no interior, indicativo, talvez, da remanescente secreção (Estampa 64, Figuras 2 e 3). A aparente irregularidade de distribuição desses canais, ao longo do contorno da medula se relaciona às expansões alares do grande canal central, rumo a periferia medular. Portanto, os canais periféricos, menores, são encontrados nos campos não atingidos pelas referidas expansões. Quanto a grande figura aliforme (tetrape-talóide) do centro da medula, em origem trata-se de um canal axial de origem provável mucilagínosa. Este passou por evolução em tamanho e forma até chegar à configuração ilustrada nas Figuras 1 e 3 da Estampa 64. Por níveis sucessivos, ao longo do ei-

xo vertical as expansões alares ou petalóides mais se acentuam ou parcialmente se mascaram, à medida que traços pares têm formação. Por exemplo, As Figuras 1 e 3 da Estampa 64 mostram que as extremidades das expansões petalóides rumam na mesma direção dos traços. Esses últimos são pares em origem e se unem em traço único após percurso de menos de 1 mm já em pleno corpo lenhoso secundário. O nível da secção correspondente à Figura 1, Estampa 64 expõe o contorno inteiro do canal central como a figura de uma borboleta, ou de flor de quatro pétalas. Na região mediana há uma constricção que não chega, porém, a dividir o grande canal em dois. A secção radial da medula passando justamente por esse nível está representada na Figura 1 da Estampa 65. Aí se vê aproximativamente, uma conjunção das paredes laterais do canal; o quadro anatômico resultante é incomum. De cada lado da margem do canal há o aparecimento de uma faixa celular pouco usual na composição da medula ou na estruturação das paredes dos canais secretores. Tal faixa compreende cerca de oito ou mais estratos celulares de paredes espessas (esclereídeos) a ponto de se confundirem com a feição de traqueídeos seccionados transversalmente em plena secção radial. A Figura 2 da Estampa 65 mostra o detalhe dessa faixa nas margens do grande canal. É como se a zona de quase cisão em dois, do mesmo, estivesse balizada por células reforçadas. Essas têm a forma quadrangular e compõem duas formações placóides horizontais em relação ao eixo vertical da medula. É como se tal estruturação anatômica refletisse em pleno corpo da medula os efeitos traumáticos da origem dos traços. A tendência demonstrada de subdivisão de um canal em dois lembra o que ocorre na medula de *Ginkgo biloba* em que precisamente nos níveis nodais o canal axial, mucilaginoso, aparece subdividido em dois (VAN TIEGHEM, 1972; DANGEARD, 1872). Além disso deve ser notada a evidente redução do número de canais periféricos, por níveis, redução essa provavelmente relacionada à filotaxia. É de se esperar que a evolução do canal petalóide chegue a dois amplos canais centrais, como em *Ginkgo*, mas nenhuma secção do espécime chegou a evidenciar tal suposição. Quanto ao balizamento da área por meio de esclereídeos vê-se que não estão aí presentes por acaso. Devem ter algum desempenho, pelo

menos mecânico, quando da origem dos traços de órgãos laterais. Representam plataformas que, em um dos lados alcançam 1,2 mm de extensão e do outro 0,5 mm. Dos dois lados as plataformas se continuam por células do parênquima medular atravessadas, de espaço a espaço, por idioblastos esclerenquimatosos fibrilares. Em muitos campos esses deixam perceber natureza de fibro-esclereídeos (Estampa 65, Figuras 3 e 4). Em vista transversal distingue-se, na orla medular, uma bainha contínua de parênquima unindo as extremidades dos feixes lenhosos, nos limites da medula. A partir daí a matriz parenquimática é palmilhada por esclereídeos dispersos, que nessa secção têm a forma poligonal. Rotineiramente aparecem também preenchidos por um conteúdo escuro. O fato permite inferir que associavam a função mecânica à de secreção (Estampa 64, Figuras 2 e 3; Estampa 66, Figura 3). Em vista radial a aparência dos esclereídeos é retangular em cordões longitudinais com espaçamento de 100 μ m a 300 μ m entre eles.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: Centrífugo. Ocupa as margens das cunhas plano-convexas, de larga base, separadas por traços de órgãos laterais, pares, às vezes múltiplos, ou apenas por pequenas lacunas, em cone, formadas pelo irrompimento dos traços (Estampa 64, Figuras 2 e 3). As margens das cunhas em vista transversal são franjadas, isto é, divididas em múltiplos feixes lenhosos separados por raios primários unisseriados. No contato com a região perimedular sobressai a referida bainha de células parenquimatosas retangulares a qual estrutura uma espécie de cordão que tangencia as extremidades dos feixes. Assim, a margem do cilindro lenhoso aparece palmilhada por uma série de pequenas lacunas ou espaços acelulares, diferentes, contudo, das lacunas em cone, dos traços. O protoxilema é endárqueo (Estampa 66, Figura 4). A amplitude do corpo primário é de cerca de 12 estratos celulares e em alguns campos longitudinais aparecem imediatamente após seqüências de fibro-esclereídeos da medula.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Em vista geral, transversal, o elemento anatómico de maior destaque corresponde aos anéis de crescimento, com estreito espaçamento e muita regularidade. A

Figura 1 da Estampa 64 oferece uma apreciação geral da frequência dos anéis, por unidade de área, e sua amplitude a partir da região mais próxima da medula. Os traqueídeos secundários têm forma quadrangular, na secção transversal e os raios se compõem de células estreitas e retangulares. As secções radiais expõem pontuações em duas ou três fileiras, às vezes quatro, mas, somente na parte mediana dos traqueídeos do lenho inicial. Em duas, três ou quatro fileiras o arrajo é sempre alternado com nuances, isto é, a alternância de pontuações hexagonais e contíguas cede lugar, ao longo do mesmo traqueídeo, a campos de pontuações afastadas, um tanto desarrumadas, ou opostas ou, ainda, em grupos com aspecto de rosáceas. Portanto, o arranjo não é, de forma alguma, araucarióide. Pode-se qualificá-lo de gondvanóide (GRAMBAST, 1960) porque é realmente comum e predominante entre as formas da província paleoflorística gondvânica (Estampa 66, Figuras 1 e 2). Todavia, a fim de melhor confrontá-lo com os padrões de organização nas formas recentes diz-se que é subginkgóide, isto é, chega mais perto do arranjo encontrado na forma recente do gênero *Ginkgo*. Os campos de cruzamento, igualmente, contêm configurações ginkgóides, com pontuações pequenas, de forma elítica e abertura lenticular. Encontram-se de 3 a 9 pontuações por campo, quase sempre em arranjo estelar (Estampa 66, Figuras 1 e 5). Os raios são homogêneos, unisseriados, com 1 a 8 estratos celulares de altura. A maior incidência se encontra nos raios de 3 a 4 estratos celulares de altura.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: O aparecimento de canais periféricos secretores e do grande canal axial de origem mucilaginosa lembra os quadros anatômicos medulares dos morfogêneros *Barakaroxylon* e *Atlanticoxylon*. O aspecto de maior relevo e originalidade diz, porém, respeito ao modo de estruturação do canal central, vertical, sem a presença de ramos horizontais, como em *Barakaroxylon*, e sem o formato cilíndrico indiviso como em *Atlanticoxylon*. A forma é petalóide ou lobulada, algumas vezes tripetalóide, outras tetrapetalóide. A configuração é em geral acentuada nos níveis de irrompimento dos traços. Relembra-se que WALTON (1925) ao estudar alguns espécimes gondvânicos,

catalogados como *Dadoxylon* sugeriu que alguns dentre eles, caracterizados por medula de forma lobulada, não deveriam permanecer incluídas naquele morfogênero. A lobulação da medula, conforme WALTON, estava ligada a um padrão particular de filotaxia ou seja de anatomia nodal. Sendo assim, designou as formas assim caracterizadas com o novo nome *Trigonomyelon*, revalidado por MAHESHWARI (1967). A amostra em pauta não ostenta a lobulação no contorno medular. Há um campo central mucilaginoso o qual deu origem ao canal. Aprecia-se a lobulação desse canal, característica por níveis. Assim como em *Trigonomyelon* WALTON (1925) tudo leva a crer que a razão da configuração esteja ligada a formação de traços, vale dizer, à filotaxia. Em identidade com o procedimento desse autor separa-se a presente forma, em unidade taxionômica à parte a qual se designa *Petalopitys*. A espécie-tipo leva a denominação *P. alaeornata* sp.nov. Aguarda-se no entanto, nova reavaliação sobre o morfogênero *Barakaroxylon* através da qual poderá ser confirmada ou não a independência de *Petalopitys* em comparação com aquele morfogênero, prioritário.

DIAGNOSE

Fragmento de caule de tipo gimnospérmico; medula centríca, de forma circular, contornada por cunhas lenhosas plano-convexas de larga base; maciça, transicional para lacunosa, heterocelular; componentes medulares representadas por sistema de canais secretores periféricos, matriz parenquimática, esclerênquima e um amplo canal, vertical, central de origem mucilagínosa; aparência da medula, maciça, transicional para lacunosa; matriz parenquimática compreende células de paredes finas com meatos; células de paredes semi-espessadas nas proximidades dos canais secretores; longitudinalmente as células parenquimáticas se dispõem em filas verticais não muito regulares; células parenquimáticas, meatos e lacunas atribuem as secções o aspecto de tecido frouxo; fibras esclereídeos dispostos verticalmente, aparecem dispersos na medula, nas secções longitudinais; sistema de canais periféricos bem formado; grande canal vertical axial de

configuração petalóide (tetrapetalóide); cada lóbulo se expande em direção à periferia da medula em acompanhamento ao rumo dos traços; região mediana do canal apresenta um estreitamento do diâmetro por níveis como se a evolução do evento fosse subdividir o canal em dois; nesses níveis a presença em cada margem do canal de uma formação placóide, de esclereídeos, cuja presença além da função mecânica parece estar ligada à origem de traços. Corpo primário centrífugo, protoxilema endárqueo. Corpo secundário contém pontuações radiais nos traqueídeos em duas, três (quatro) fileiras de pontuações em arranjo contíguo e alterno, passando ao arranjo de pontuações semi-afastadas, sem ordem ou opostas no mesmo traqueídeo, ou, ainda, formando grupos em rosáceas; campos de cruzamento com três a seis (nove) pontuações por campo, cujo arranjo também forma rosáceas; raios unisseriados homogêneos com 1 a 8 estratos celulares de altura, a maior incidência recai nos raios de três a quatro estratos celulares de altura; traços a partir da orla medular, duplos ou múltiplos.

DESCRIÇÃO

PETALOPITYS SURANGEI sp. nov.

(Est.61,Figs.1-5; Est.62,Figs.1-6;Est.63,Figs.1-5)

- Holótipo: GP/3T. 1400 Col. Paleontologia, IG/USP.
Parátipos: GP/3T. 1398, GP/3T. 1399. Provavelmente se relacionam ao *taxon*: GP/3T. 1402 e GP/3T. 1404.
- Procedência: AF/GP. 8. Pedreira de Calcário Vittti. Rodovia Tietê-Piracicaba na altura do km 36. Município de Piracicaba, SP.
- Horizonte: Banco de calcário dolomítico em associação com nódulos abundantes de sílex.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Três peças separadas, cada qual medindo 6 cm, 6,5 cm e 7 cm de extensão, por 8,5 cm a 10 cm

de diâmetro foram encontradas pelos trabalhadores da Pedreira nos arredores de Rio Claro, SP, por ocasião de um trabalho de campo. Verificou-se que os três pedaços compunham uma peça única (Estampa 61, Figura 3) com cerca de 20 cm de comprimento. O encontro dos três fragmentos sucessivos facilitou o estudo do espécime por níveis diferenciados, com a visão de quadros anatômicos esclarecedores. Assim como em *Barakaroxylon* e *Atlanticoxylon* há um canal de origem provável mucilagínosa, no centro da medula, perceptível até macroscopicamente. Nos três fragmentos esse amplo canal direcionado segundo o eixo longitudinal das amostras parece ser contínuo. Em um dos fragmentos está exposto como um orifício petalóide, vasado de extremidade a extremidade, com preenchimento secundário de sílica, sob a forma de drusas de quartzo ou de cristais isolados. Em vista da presença de componente tão marcante a medula é expressivamente ampla, com cerca de 2,5 cm de diâmetro. É irrestritamente circular e o grande canal ocupa o centro geométrico da mesma.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Toda a originalidade taxionômica do espécime está circunscrita à medula de aparência ginkgóide e assim também o próprio xilema primário e secundário.

A Medula - Em secção transversal é grande, canalosa, cilíndrica e sobressai acima de todas as demais componentes estruturais do caule. À primeira vista assemelha-se à medula de *Polyolenoxylon* devido ao caráter lacunoso. Ao microscópio vê-se que se trata realmente de um tipo transicional entre maciça e lacunosa, com variações em torno do tipo clássico polysolenóide. As lacunas sobressaem especialmente em vista transversal. Nas secções longitudinais percebe-se em numerosos campos a matriz parenquimática, quase contínua, e apenas interceptada por lacunas menos frequentes do que a aparência transmitida pela secção transversal. Nas secções radiais são longas e verticalizadas (Estampa 63, Figura 4) alcançando um máximo de 2 mm de extensão. A matriz parenquimática se compõe de células de paredes finas e lisas. Na secção transversal essas têm a forma variada, poligonal, sub-poligonal, arredondada ou irregular. Algumas são pequenas como os esclereídeos que aí se intrometem. A maioria corresponde a

células grandes cujo mútuo contato se dá de modo frouxo restando meatos. As dimensões das células parenquimáticas, em secção transversal, variam de um mínimo de 35 μ m por 45 μ m (células menores) a um máximo de 495 μ m por 433 μ m (células maiores). Nas secções de orientação longitudinal (Estampa 63, Figura 4) há seriação celular segundo filas irregulares e o diâmetro maior da célula está sempre orientado verticalmente. A partir da orla medular até os limites do canal central vê-se que a matriz parenquimática está entremeiada de esclereídeos unitários, ou em pequenos grupos de dois a três. São dispersos e em vista transversal têm forma poligonal ou, de preferência, hexagonal. As dimensões dos mesmos situam-se entre 35 μ m a 45 μ m nessa secção, onde a maior concentração se dá junto à periferia medular ou junto à periferia dos canais. Nas secções longitudinais o esclerênquima se compõe de dois tipos de elementos: os esclereídeos hexagonais a poligonais, unitários, ou, de modo mais escaso, os grupos de dois a três (Estampa 61, Figura 4) e os idioblastos esclerenquimatosos longos, fibrilares (Estampa 61, Figura 4; Estampa 63, Figura 4). Em ambos os tipos há o preenchimento por um conteúdo escuro, provavelmente resinoso, denotando a associação da função secretora à mecânica. Além dos referidos elementos a medula contém canais secretores periféricos, de forma oval à oval irregular. Na secção focalizada na Estampa 61, Figura 1 são encontrados cerca de 12 canais maiores e em torno de 14 canais menores. Os maiores contêm comprimento e largura que variam, em média, de 1,5 mm a 2,6 mm por 990 μ m a 2 mm. Os menores têm em torno de 466 μ m a 680 μ m de comprimento por 277 μ m a 550 μ m de largura. Os canais distinguem-se das lacunas por apresentarem estratos de células parenquimáticas especiais ao seu redor, células essas de forma retangular a subretangular. No centro da medula sobressai o grande canal vertical de configuração tripetalóide cuja origem foi diversa da dos canais periféricos (mucilagem). De nível a nível vê-se que as expansões petalóides adquirem sua expressão máxima ou, em parte, regridem. Em outras palavras, de nível a nível uma ou outra das expansões aumenta mais que as outras mostrando o relacionamento traumático com o irrompimento de traços. Assim as expansões tendo

dem a regredir à medida que o traço avança no corpo lenhoso se cundário. A Figura 1 da Estampa 61 deixa claro como as referi das expansões do canal se acentuam até se aproximarem da perife ria medular onde têm partida traços simples. Esses, após percur so de cerca de 500 μ m no cilindro lenhoso desaparecem sem mais deixar sinais. A secção transversal assim como as de orientação longitudinal mostram a presença de uma bainha não contínua de cé lulas parenquimáticas, diferenciadas no inteiro contorno do cor po medular, cujas paredes não foram dissolvidas via deposição de mucilagem. Em vista longitudinal são retangulares, estreitas e longas, em filas irregulares.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: O contorno do cilindro lenho so, no limite com a medula, se faz por meio de cunhas planas. Em detalhe as margens das cunhas têm a aparência franjada, como em tiras. Essas compreendem feixes compostos por duas a oito sé ries de traqueídeos (Estampa 63, Figuras 1 e 2). De algum modo lembra a configuração de *Brasilestiloxylon*, mas, no caso, as ex tremidades dos feixes não compõem anéis formados por traqueídeos primitivos. No presente caso as extremidades dos feixes também são aciculares, mas estão unidas por meio de uma bainha de célu las de parênquima. Em secção transversal essa é bem perceptível e compreende uma a duas camadas de células parenquimatosas retan gulares, cujo lado mais extenso tangencia as extremidades dos feixes. Daí resulta a formação de câmaras acelulares de forma triangular separando feixes vizinhos; portanto, tem-se mais um exemplo de protoxilema endárqueo e corpo primário centrífugo.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Existem anéis de crescimen to nítidos e regulares, com passagem brusca do lenho final ao inicial de um anel. No lenho final aparecem, quase sempre qua tro a cinco estratos de elementos retangulares, achatados (20 μ m de largura; 5 μ m a 10 μ m de altura). Seguem-se os elementos do lenho inicial com cerca de 50 a 80 estratos (Estampa 62, Figura 2). Na região do lenho secundário é freqüente o aparecimento de traqueídeos resiníferos os quais tendem a se deslocar para fora do alinhamento radial natural (Estampa 62, Figura 5). Tudo indi

ca que tais perturbações dizem respeito à passagem dos traços após mergulharem em ângulo no corpo lenhoso. As secções radiais mostram traqueídeos com uma a duas fileiras de pontuações contíguas sem se achatarem e de forma sub-arredondada. Com menor frequência aparecem, no lenho inicial, traqueídeos com três fileiras de pontuações contíguas, alternas e de forma hexagonal (arranjo agathióide). Há campos em que as pontuações são opostas por curto percurso no mesmo traqueídeo (Estampa 62, Figuras 4 e 6), ou formam grupos em rosácea (arranjo protoginkgóide). Os campos de cruzamento encerram três, quatro (seis) pontuações de forma elíptica, aréolas estreitas e aberturas lenticulares (oculíporos). Os raios, nas secções longitudinais, expõem a introdução de células resiniíferas (Estampa 62, Figura 3; Estampa 63, Figura 3). São unisseriados nos níveis em que não há traumatismos pela passagem dos traços. Nos níveis traumáticos há casos (escassos) de local bisseriação ao longo do mesmo raio. Esses contêm 1 a 12 (14) estratos celulares de altura. A maior incidência recai sobre os de 3 a 5 estratos de altura. Assim como a bisseriação, os raios articulados também ocorrem só em níveis traumáticos.

DIAGNOSE

Fragmento de caule de tipo gimnospérmico; medula grande, cilíndrica, canalosa, transicional entre lacunosa e maciça, heterocelular; lacunas medulares sobressaem em secção transversal; menos frequentes e ocasionais em alguns níveis das secções longitudinais; elípticas e verticais nessas últimas orientações de secção; matriz parenquimática representada por células de paredes finas e lisas, em seriação vertical, sem regularidade; células de tamanho e forma variáveis, cujas paredes vizinhas formam meatos resultando a aparência de um tecido medular "frouxo"; esclerênquima presente como unidades dispersas ou pequenos grupos de dois a três elementos distribuídos em dois tipos: esclerídeos hexagonais a poligonais e idioblastos fibrilares; ambos os tipos associam a função de secreção à mecânica; canais secretores periféricos verticais com estratos de revestimento perceptíveis; no centro da medula um grande canal vertical, tripeta

lôide de origem provável mucilaginoso; cada expansão radial petalôide se acentua à medida que irrompem traços simples, chegando bem próximo da periferia medular, junto ao campo de origem do traço; corpo primário do lenho centrífugo, protoxilema endárqueo; corpo secundário do lenho com anéis de crescimento nítidos e regulares; passagem brusca do lenho final ao inicial; traqueídeos radiais com 1-2 (3) fileiras de pontuações, desde o arranjo alternado e contíguo ao arranjo espaçado de pontuações arredondadas; campos de oposição e de alternância das pontuações ao longo do mesmo traqueídeo ou campos de formação de grupos em rosácea; campos de cruzamento com 3-4 (6) pontuações pequenas, de aréolas estreitas, de forma elítica e aberturas lenticulares (oculíporos); raios unisseriados, bisseriação localizada nos níveis traumáticos bem como a introdução de células resinosas e alguns raios articulados. 1 a 12 (14) estratos celulares de altura; maior incidência sobre os de 3 a 5 estratos celulares de altura.

POLYSOLENOXYLON KRÄUSEL 1956

Espécie-tipo: *Polysolenoxylon wissi* KRÄUSEL 1956

DESCRIÇÃO

POLYSOLENOXYLON SEPTOSUM sp. nov.

(Estampa 67, Figuras 1-5; Estampa 68, Figuras 1-4)

- Holótipo: GP/3T 1300 Col. Paleontologia, IG/USP.
 Fragmento pequenino cedido para a preparação de lâminas pelo Sr. Antônio José Freitas - morador local).
 O holótipo corresponde as lâminas com a numeração acima atribuída.
- Procedência: Pedreira de calcário dolomítico, na estrada de Piracicaba para Itu, SP.
- Horizonte: Calcário da Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmento de tronco de tipo gimnospermico, cilíndrico, de 14 cm de diâmetro e 8 cm de extensão. Ao ser laminado fragmentou-se em frações centimétricas de modo que só essas é que restaram do holótipo. Os anéis de crescimento são nítidos e regulares a partir da orla medular. A medula é grande, circular, com cerca de 2,5 cm de diâmetro.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A amostra facilmente se esfacela segundo a orientação longitudinal dos feixes. Mesmo assim, após cozimento em bálsamo foi possível a obtenção de lâminas longitudinais e transversal.

A Medula - Trata-se de medula polysolenóide. A escassez de canais dispersos no centro do corpo medular não exclui a apreciação da forma no gênero *Polysolenoxylon*. Em vista transversal há uma ligeira variação no adensamento celular entre o centro e a periferia da medula. Daí resulta a feição de zoneamento. Os elementos anatômicos presentes são: o parênquima, o esclerênquima e os canais secretores. A partir da periferia medular há sinais de emissão de traços simples. Os canais secretores principais têm distribuição periférica. No centro da medula, mal preservado, os canais são mais raros e menores. Os canais secretores periféricos são verticais, concêntricos, guardando relativa simetria no contorno da medula. Há canais maiores, ovais, e menores sub-circulares a ovalados. A dimensão média dos maiores situa-se em torno de 360 μ m quanto ao diâmetro maior e 270 μ m quanto ao menor (Estampa 67, Figura 1). Estes são contornados por um ou dois estratos de células parenquimáticas especiais. A posição de cada canal periférico é marcada por uma lobulação da medula reentrante no corpo lenhoso. A configuração sugere o relacionamento com a formação de traços. Apesar de o corpo central medular encontrar-se profundamente rupturado é possível identificar canais menores dispersos (Estampa 67, Figura 4). A matriz parenquimática compreende células de paredes finas e células de paredes espessadas e pontuadas. A zona parenquimática inter-canais é formada por células de paredes finas as quais por efeito da retração ficaram com as paredes aproximadas e aparentemente coalescidas. Assim formaram-se ver

dadeiros cordões ao redor dos canais e a periferia da medula tomou a configuração de malhas as quais delimitam alguns campos de células intactas. Nesses campos a forma preferencial das células, em vista longitudinal, é a retangular. Secundariamente, ocorrem células sub-circulares a poligonais. Em secção radial as dimensões médias das mesmas situam-se entre 100 μ m quanto à largura e 150 μ m a 350 μ m quanto à altura (Estampa 67, Figura 4). Após a sequência de canais periféricos, em direção ao centro da medula ocorre uma sequência celular mais ou menos densa (Estampa 67, Figura 1) onde algumas células de paredes semi-espessadas conservam pontuações simples. O esclerênquima aparece como ninhos de contorno circular formados por esclereídeos isodiamétricos, arredondados, sub-poligonais a hexagonais nas secções radial e transversal (Estampa 68, Figura 2). Nas secções longitudinais os ninhos têm a configuração placoidal ou tabular (Estampa 67, Figura 2). Na secção radial os esclereídeos unitários medem aproximadamente 50 μ m por 70 μ m quanto aos diâmetros maior e menor. Na secção transversal as dimensões situam-se em torno de 80 μ m. A distribuição preferencial dos ninhos se dá na região periférica, localizando-se quase sempre nos campos entre os canais secretores ou nas proximidades dos mesmos (Estampa 67, Figura 1; Estampa 68, Figura 2). Tanto nas secções de orientação longitudinal quanto na secção transversal a distribuição dos ninhos se efetua segundo a programação de *Austroscleromedulloylon*. Em vista longitudinal aparecem nas margens da medula com o aspecto de tabiques ou placas estreitas e horizontalizadas em relação ao eixo vertical da amostra (Estampa 67, Figuras 4 e 5). Quase todas têm o seu início junto ao corpo primário do lenho e se estendem em direção ao centro medular, morrendo antes de atingirem esse centro. Variam de um mínimo de 600 μ m a um máximo de 1,2 mm. Em certos campos uma ou outra placa pode se desenvolver em continuação à placa vizinha. Assim se estrutura uma linha aproximadamente horizontal, de margem à margem, na medula, composta pelas referidas placas de esclereídeos. Portanto, não se formam lacunas, propriamente, mas, câmaras resultantes da dissolução das paredes celulares nos espaços entre as formações placóides do esclerênquima. Os aspectos de programação são en

contrados na ordenação dos ninhos de esclereídeos, assim como na própria composição interna dos mesmos. Na secção radial aparecem ordenados em filas verticais de esclereídeos opostos, cada fila composta por 4-5 (6) elementos (Estampa 67, Figura 2).

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: É nitidamente centrífugo e o protoxilema endárqueo, conforme ilustram as Figuras 2 e 4 da Estampa 68. No corpo primário não se encontram mais do que elementos espiralados em séries cujo número varia de 13-14 (15), sucedendo-se desde logo os elementos secundários com pontuações areoladas. A configuração do corpo primário em vista radial é estilóide, isto é, as extremidades dos feixes se afinam, ocupadas por traqueídeos cada vez mais curtos; tais pontas se continuam para o interior da medula por meio de células pontuadas de parênquima.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: É semelhante ao corpo secundário de inúmeras amostras descritas da Formação Irati. Os primeiros anéis acompanham a mesma ondulação da orla medular. A amplitude dos mesmos aumenta à medida que se afastam da medula (Estampa 68, Figura 1). Em secção transversal os traqueídeos têm a forma quadrangular preferencial; passam a retangular achatada no lenho final dos anéis. Os raios separam feixes lenhosos formados por séries de dois a dez traqueídeos. A secção radial não expõe campos em bom estado de preservação. Percebe-se que as pontuações ocorrem em duas a três fileiras. São alternas, contíguas, de forma hexagonal (tipo agathióide) com alguns campos restritos de pares de pontuações opostas ao longo de alguns traqueídeos (tipo podocarpóide). Os campos de cruzamento só deixam perceber, 3-4 (5) pontuações por campo, mais frequentemente 2-3. Os raios são unisseriados e homogêneos. A altura média situa-se entre 2-3 estratos celulares. Os raios mais altos contêm até seis estratos celulares.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: Muito embora não ocorra sistema de lacunas discoidais, verifica-se que os amplos espaços acelulares, ao chegarem ao seu grau máximo, poderiam reproduzir a medula do tipo *Artisia* como nos gêneros *Solenoxylon* KRAUSEL 1956 e *Solenobrasilioxylon*. No caso, ao invés de diafragmas parenqui

matosos existem formações placóides de esclerenquima e extensos campos em que as paredes celulares, parenquimáticas, desapareceram. Mas, a par disso há um sistema de canais secretores periféricos e centrais semelhante ao de *Polysolenoxylon* além da identidade de composição dos xilemas primário e secundário. Tal conjunto de aspectos justifica a inclusão no mesmo morfogênero como nova espécie. Esta se diferencia das demais principalmente em vista da programação dos ninhos placoidais de esclereídeos. Enfim, a tendência em comparar as estruturas presentes nas amostras, em discussão, com aquelas comuns às formas recentes faz lembrar *Ginkgo*. Um aspecto muito peculiar é a concentração exclusiva de elementos espiralados desde os limites com a medula até à transposição para os elementos com pontuações areoladas do xilema secundário. Além disso, os raios lenhosos de altura pouco significativa também estão presentes nessa forma além do comentado aspecto do corpo primário do lenho.

DIAGNOSE

Fragmento de caule de tipo gimnospermico; medula grande, (2,5 cm de diâmetro) canalosa, heterocelular, polysolenóide com células de parênquima de paredes finas até semi-espessadas, lisas ou pontuadas; tecido parenquimático desde cedo degenera deixando amplos espaços vazios de forma irregular; canais secretores periféricos, verticais, concêntricos e canais menores, mais escassos, verticais, centrais; a lobulação medular, reentrante no lenho, coincide com a posição dos canais periféricos; sistema esclerenquimatoso em arranjo programado, como ninhos tabulares ou placoidais de esclereídeos, horizontalizados em vista radial, com início na margem da medula e morrendo antes de chegar ao centro da mesma; os ninhos de esclereídeos podem se formar uns em seguida dos outros, em linha horizontal, de margem à margem, na medula; ninhos de esclereídeos individuais formados por filas verticais de 4-5 (6) elementos aproximadamente opostos; corpo primário do lenho centrífugo, protoxilema endárqueo; corpo primário formado somente por elementos espiralados, desde a orla medular até o limite com o xilema secundário; feixes com ter

SOLENOBRASILIOXYLON MUSSA 1978

Solenobrasilioxylon irinei MUSSA - Espécie-tipo

(Est.69,Figs.1-5; Est.70,Figs.1-4; Fig.35, no texto)

DISCUSSÃO

A descrição da espécie foi apresentada por MUSSA (1978-c) em caráter preliminar. Novas amostras da mesma espécie são frequentes nos afloramentos do Irati dos arredores de Porangaba (SP). Tratam-se de pequenos fragmentos cilíndricos nos quais sobressae a grande medula, circular (mais de 2 cm) em ramos cujo diâmetro médio oscila em torno de 3,5 cm a 4,0 cm (Estampa 69, Figura 3). A anatomia dos espécimes se mostra semelhante à de *Solenoxylon* KRÄUSEL (1956-b) com a ressalva de que também se encontram, nos mesmos, canais centrais. Estes ou são do mesmo tipo que os periféricos (Figura 35, no texto) ou são canais de origem, provável, mucilagínosa (Estampa 70, Figura 1). As Figuras 2 e 4, da Estampa 70 focalizam células cujas paredes estão em vias de dissolução. Assim se originam, igualmente, as lacunas semi-discóides, horizontais (Estampa 70, Figura 3). A diferença de *Solenoxylon* KRÄUSEL não são lacunas discóides (tipo *Cordaites*) porém, multilacunas discóides, horizontalizadas, devido à interceptação de idioblastos fibrilares dispersos por todo o corpo medular (Estampa 70, Figuras 1-4). O protoxilema é endárqueo (Estampa 69, Figura 4) e a característica maior se deve ao grande número de canais concentrados em todo o contorno periférico da medula. Originam-se por várias gerações e relacionam-se, provavelmente, com os traços múltiplos os quais denotam afinidade, segundo KRÄUSEL (1956) com plantas coníferofíticas (Estampa 69, Figuras 1, 2 e 5).

Fig.36. *Solenobrasilioxylon irineii* MUSSA: desenhos esquemáticos de campos medulares em vistas transversal (A) e radial(B)

minações aciculares na orla da medula; corpo secundário do le nho com anéis de crescimento nítidos; pontuações radiais dos traqueídeos 1, 2, 3 fileiras de pontuações contíguas, alternas, hexagonais; às vezes um mesmo traqueídeo expõe campos de alternância e de oposição. Raios unisseriados com 2-3 estratos celu lares de altura, em média, e um máximo de seis estratos celulares nos campos observados; traços aparentemente simples.

SOLENOPITYS KRAUSEL & DOLIANITI 1958

Espécie-tipo: *Solenopitys paulistana* KRAUSEL & DOLIANITI 1958

SOLENOPITYS RUSTICANA sp. nov.

(Estampa 71, Figuras 1-4; Estampa 72, Figuras 1-5;
Estampa 73, Figuras 1-4)

DESCRIÇÃO

Holótipo: GP/3T. 1401. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.8. Pedreira Vitti: Rodovia Tietê-Piracicaba, na altura do km 36, Município de Piracicaba, SP.

Horizonte: Formação Irati (P), SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmento lenhoso de tipo gimnospérmico, com 6 cm de comprimento por 2,5 cm de diâmetro. Na parte externa da amostra há três cicatrizes de ramificações, distribuídas em arranjo espiralado. Essas aparecem quase no mesmo nível, só denotando suave alternância como em muitas coní feras recentes (Estampa 72, Figura 3). A medula é circular, com 1,4 cm de diâmetro. Os anéis de crescimento são regulares e nítidos.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - É circular, de margens levemente sinuosas, maciça e heterocelular. As sinuosi dades das margens estão relacionadas à saída dos traços. Esses

são simples ou múltiplos (Estampa 71, Figuras 1, 2 e 3). Há apenas um sistema de canais periféricos. Adiante de cada canal existe quase sempre uma lobulação medular e esta relacionada a traços que a partir daí tiveram seu começo. O corpo medular é estruturado pela matriz parenquimática, pelo esclerenquima e pelo sistema secretor. Este compreende células secretoras, esparsas na matriz parenquimática ou associadas a ninhos esclerenquimáticos (Estampa 71, Figuras 1 e 3); os dutos secretores também esparsos por todo o corpo medular, desde os de duas a três séries celulares, verticais, aos mais longos (Estampa 73, Figura 1); os canais secretores, periféricos têm disposição concêntrica ou radial; são simetricamente colocados na orla medular e a forma é circular à oval. Em torno dos mesmos aparecem estratos especiais em geral em uma só série celular, às vezes mais, no revestimento dos canais. Nas secções longitudinais não se verifica a extinção dos canais, por níveis, mas a persistência de septos entre secções longitudinais consecutivas (Estampa 73, Figura 4). O sistema esclerenquimatoso é representado por ninhos de esclereídeos dispersos que sobressaem como máculas escuras e arredondadas (Estampa 71, Figuras 1, 2, 3) em todo o corpo medular. Os esclereídeos de tipo braquiesclereídeos são os componentes dos ninhos. Vistos unitariamente são isodiamétricos, poligonais, em vista transversal, quadrangulares a retangulares em vista longitudinal (Estampa 73, Figura 2); os esclereídeos unitários são munidos de aberturas circulares com canalículos de pontuações ramificados. Não há preferência por zonas, para o aparecimento dos esclereídeos em ninhos. Cada ninho se constitui em unidade de forma circular em vista transversal; tem a configuração de placas retangulares nas secções longitudinais. Alguns aparecem mais concentrados próximo aos campos de origem dos traços. A matriz parenquimática, por sua vez, compreende células poligonais de paredes finas, quase isodiamétricas em vista transversal; são quadrangulares, em filas verticais irregulares nas secções longitudinais. As células parenquimáticas são entremeiadas por células secretoras e interceptadas por dutos secretores e ninhos esclerenquimáticos.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: A secção transversal expõe o contorno do cilindro lenhoso, do lado interno. Aí aparecem cunhas plano-convexas de larga base. As margens das mesmas não são lisas. Existe como que um esgarçamento dos feixes, pela intromissão de células parenquimáticas entre eles, de modo que as margens das cunhas adquirem a aparência franjada, enquanto que as extremidades dos feixes têm a feição acicular (Estampa 72, Figuras 1, 2). Tais extremidades, em vista transversal, ora persistem livres, ora formam grupos de duas a três as quais se unem a grupos de extremidades, unidas, vizinhas. Assim como que se estrutura um arco do qual resulta a feição anelar e mesárquea do protoxilema (Estampa 72, Figura 1). Na secção radial vê-se que os elementos espiralados são continuados, em direção ao centro da medula, por elementos escalariformes, seguidos de elementos espiralados, de espirais contíguas, e por elementos pontuados, com pontuações transicionais entre reticuladas e areoladas (Estampa 72, Figuras 4, 5). Assim constata-se a configuração centrípeta do corpo primário e a condição mesárquea do protoxilema.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Os anéis de crescimento estão presentes no lenho secundário com nitidez e regularidade. A amplitude média dos primeiros anéis é da ordem de 800 μ m. A dos anéis seguintes oscila em torno de 1 mm - 2 mm. As paredes radiais dos traqueídeos têm pontuações areoladas em uma a duas fileiras. Em uma fileira, aparecem em estreita contiguidade a ponto de se achatarem mutuamente no lenho final; no inicial são, de preferência, esparsas. Não há contiguidade estreita e nem regularidade quanto à ordenação. Assim, mantêm a forma circular. Quando aparecem em duas fileiras (lenho final) são alternas e contíguas, com a forma sub-hexagonal; no lenho inicial têm arranjo alterno ou irregular (Estampa 71, Figura 4). Às vezes o mesmo traqueídeo compõe configurações de alternância e de oposição ou configurações em grupos espaçados (sub-ginkgóide). Há casos de traqueídeos com duas fileiras espaçadas de pontuações, cada fileira deslocada para junto de uma das paredes laterais do traqueídeo. Os campos de cruzamento têm uma a quatro pontuações areoladas (Estampa 71, Figura 4). Os raios são unis

seriados, homogêneos, com um a quinze estratos celulares de altura; nas proximidades dos campos em que há traumatismos (emissão de traços) aparecem alguns raios articulados e outros parcialmente bisseriados (Estampa 73, Figura 3). Em vista transversal percebe-se que os traços são frequentes e o mesmo verifica-se em vista tangencial; aparecem em número de um a dois (três) aproximados e orientados transversalmente em plena secção do corpo secundário.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: As fotomicrografias juntamente com a descrição da amostra não deixam dúvidas de que se trata, realmente, de mais uma espécie do morfogênero *Solenopitys* KRÄUSEL & DOLIANITI 1958. São marcantes as configurações presentes no corpo medular, desde o caráter maciço da medula aos canais periféricos solenóides. Do mesmo modo, a composição do corpo primário do lenho típica do morfogênero. Em nível de espécie está muito próxima de *S. paulistana* em relação aos caracteres mais gerais. Contudo, mostra-se peculiar no que toca à existência do esclerênquima medular, ausente em *S. paulistana*. No presente caso o esclerênquima, representado por ninhos dispersos, em toda a medula, garante a determinação da nova espécie *Solenopitys rusticana* sp. nov.

DIAGNOSE

Fragmento de lenho de tipo gimnospérmico com três cicatrizes de ramos em arranjo espiralado, e estas apenas com ligeiro desnível umas em relação às outras; medula circular, grande, com 1,4 cm de diâmetro, maciça, heterocelular em cuja estrutura entram a matriz parenquimática, o esclerênquima e o sistema secretor; o esclerênquima compreende ninhos de esclereídeos (braquiesclereídeos) circulares em vista transversal e placoidais em vista longitudinal, dispersos por todo o corpo medular; sistema secretor representado por células secretoras, dispersas, e canais secretores verticais, periféricos, em geral com disposição radial e simétrica, em vista transversal, quase sempre originados nas proximidades dos campos aonde se formam

os traços de órgãos laterais; matriz parenquimática representada por células poligonais em vista transversal e, poligonais a quadrangulares, formando filas verticais irregulares nas secções radiais; periferia medular, lobulada, devido à saída de traços simples ou múltiplos; corpo primário do lenho representado por cunhas plano-convexas, de larga base, cujas margens apresentam esgarçamento, devido à formação de feixes estreitos em pontas aciculares; configuração mesárquea do protoxilema, corpo primário centrífugo e centrípeto; traqueídeos secundários com pontuações areoladas em arranjos que variam desde o sub-podocar-póide ao sub-ginkgóide; campos de cruzamento com uma a quatro pontuações areoladas pequenas; raios homogêneos, unisseriados, 1 a 15 estratos celulares de altura, com bisseriação esporádica localizada só na região mediana dos raios; articulação dos raios e bisseriação nos níveis de traumatismos por emissão de traços.

SOLENOPITYS PICTURATA sp.

(Estampa 74, Figuras 1-6; Estampa 75, Figuras 1-6:
Estampa 76, Figuras 1-6)

DESCRIÇÃO

Holótipo: GP/3T. 1392, Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: Pedreira de Calcário Vittti I: Rodovia Tietê-Piracicaba (SP-127) na altura do km 36. Piracicaba, SP.

Horizonte: Formação Irati (P), SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmento de lenho de tipo gimnospérmico, de forma cilíndrica. Do lado externo encontram-se duas cicatrizes de ramos, alternas (Estampa 76, Figura 6). A amostra corresponde a um fragmento de ramo com cerca de 7 cm de comprimento por 2 cm de diâmetro. Na superfície transversal, polida, percebe-se a medula de diâmetro médio, isto é, 6,8 mm e os anéis de crescimento bastante regulares.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - Tem contorno circular, de margens quase lisas, isto é, com sinuosidades leves. Em um dos quadrantes do círculo, referente à secção transversal da medula, as sinuosidades denotam relacionamento com a formação de traços (Estampa 74, Figura 2). As lâminas sucessivas da mesma secção, transversal, evidenciam a tendência à maior concentração das sinuosidades em quadrantes opostos por níveis. Evi^udentemente tem-se aí uma sugestão para a reconstituição filotáxica do espécime cujos órgãos laterais poderiam ter arranjo espiralado, no caule, e este com peculiaridades. A medula tem natureza maciça e heterocelular (Estampa 74, Figura 1). Em meio à matriz parenquimática sobressaem o esclerênquima e o sistema de secreção. O esclerênquima, em secção transversal aparece como um núcleo escuro, de forma circular, localizado no centro geométrico da própria medula. Esta se compõe de esclereídeos isodiamétricos de lúmen cêntrico, pequeno, arredondado, sem canalículos de pontuações perceptíveis (Estampa 71, Figura 1). Nas secções longitudinais a aparência dos esclereídeos é idêntica, porém, na secção tangencial da medula sobressai a associação de células parenquimáticas pontuadas, de paredes semi-espessadas, dispostas em côroa em torno dos núcleos de esclereídeos (Estam^upa 75, Figuras 2 e 3). Essas possivelmente têm função secretora. Assim também, entre os esclereídeos unitários aparecem células isoladas ou em grupos (duas ou mais) as quais compreendem, mais propriamente, células parenquimáticas isodiamétricas como os próprios esclereídeos, cujo lúmen é amplo e as paredes espesas. Em todas as orientações da secção longitudinal a estrutura que em vista transversal aparentava ser apenas um núcleo, esclerenquimatoso, maciço, localizado no centro geométrico do corpo medular, aparece como ninhos de esclereídeos alternantes, às vezes ramificados, pares ou triplos, em torno do eixo longitudinal do espécime (Estampa 74, Figura 5). Vê-se aí, por conseguinte, um quadro programático o qual oferece sugestões sobre o possível relacionamento com o plano filotáxico. No entanto, tratam-se de simples sugestões pois que a filotaxia no caule foi até agora inferida. As células secretoras estão presentes por todo o corpo medular, mas concentram-se com maior repercussão,

junto à periferia. Nas secções longitudinais dispõem-se isoladas e dispersas ou se organizam em séries verticais de duas a três unidades; quase sempre compõem dutos secretores ora de pequena extensão longitudinal, ora muito longos, nos quais podem às vezes persistir parcelas das paredes celulares transversais. A par dessas componentes do sistema secretor ainda se encontram os canais secretores periféricos e verticais. Têm arranjo radial e, como é característico no gênero, são colocados simetricamente. A posição rotineira dos mesmos dá-se adiante das lobuções da medula, penetrantes no cilindro lenhoso. A forma é oval a sub-arredondada. Em torno dos canais quase sempre existe uma a várias camadas de células parenquimatosas especiais, do revestimento dos mesmos. Quanto à matriz parenquimática medular o formato geral das células é o poligonal. Em vista transversal são hexagonais a sub-hexagonais. Tornam-se um pouco menores junto à periferia medular. Próximo aos ninhos de esclereídeos colocam-se em posição radiante e aí são retangulares alongadas (Estampa 75, Figuras 2, 4). Em meio às células parenquimáticas, ainda que de modo pouco frequente, há a intromissão de células de paredes espessas, cuja configuração lembra traqueídeos seccionados no plano transversal. Outras células, mais raras, apresentam as paredes crivadas do tipo de elementos do floema (Estampa 75, Figuras 5, 6). Na secção radial as células parenquimáticas têm como forma, a mais rotineira, a quadrangular ou sub-retangular organizadas em filas um tanto irregulares.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: O contorno do corpo lenhoso estrutura cunhas planas no limite com a medula. A observação de detalhe mostra que na presença de terminais aciculares dos feixes lenhosos algumas extremidades avançam soltas para o interior do corpo medular; outras contornam em alça uma célula globosa de parênquima. Às vezes há o acúmulo de elementos lenhosos (traqueídeos) do lado do anel voltado para o centro da medula. Há campos em que várias alças se interconectam (Estampa 74, Figura 4; Estampa 76, Figura 1); daí resulta a formação de campos mesárqueos; há, igualmente, campos (vista longitudinal, radial) em que as extremidades em alça compreendem elementos com espes

samentos espiralados espaçados, seguidos ou não por uma a duas séries de células parenquimatosas. Estas, em direção ao centro da medula, dão lugar, novamente, aos elementos de espirais frouxas e a elementos com pontuações areoladas; estas aparecem em séries simples ou múltiplas (Estampa 76, Figuras 5, 6) de pontuações alternas, contíguas e hexagonais. Assim se caracteriza, pois, o caráter centrífugo e centrípeto do corpo primário, característico do morfogênero *Solenopitys*.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Os caracteres gerais não fogem à regra do que comumente se encontra na maioria dos lenhos secundários gondvânicos. Embora a preservação do corpo secundário do lenho deixe muito a desejar notam-se pontuações radiais areoladas em uma ou duas fileiras. De preferência são contíguas ou achatam-se mutuamente e adquirem a forma hexagonal, quando em duas fileiras. Há campos em que se sucede a alterância e a contiguidade bem como a oposição das pontuações. No lenho inicial, ainda que alternantes a contiguidade não é estreita, permanecem com a forma sub-arredondada. Nesse conjunto de configurações vê-se, pois, o padrão gondvânico típico (GRAMBAST, 1960). Os campos de cruzamento se acham bem preservados. É possível constatar a ocorrência de duas a quatro pontuações areoladas e pequenas no campo (Estampa 76, Figura 3). Os raios são uniseriados e não se encontram mais do que seis estratos celulares de altura (Estampa 74, Figura 3). Os anéis de crescimento são regulares e nítidos, com amplitude média de 1 mm na região mediana do cilindro lenhoso.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: As características da amostra estão de acordo com o plano anatômico de *Solenopitys* KRAUSEL & DOLIANITI 1958. A presença do sistema esclerenquimatoso como ninhos alternantes, distribuídos em torno do eixo longitudinal, representa uma feição original em relação a *S. paulistana*, a qual não apresenta esclerênquima medular; assim também em relação a *S. rusticana* cujos ninhos de esclereídeos aparecem dispersos por todo o corpo medular. Portanto, têm-se, no presente caso, uma nova espécie: *Solenopitys picturata* sp.nov.

DIAGNOSE

Fragmento de lenho de tipo gimnospérmico, cilíndrico , com medula; medula cêntrica, maciça, heterocelular; sistema se-cretor representado por canais secretores verticais, periféricos, concêntricos e simetricamente posicionados uns em relação aos ou-tros; a distribuição dos canais denota relacionamento com a ori-gem dos traços; células secretoras presentes, associadas ao es-clerênquima, ou dispersas; dutos secretores presentes, dispersos; sistema esclerenquimatoso representado por ninhos de esclereídeos com disposição, aproximada, alternante, em relação ao eixo longi-tudinal da amostra; matriz parenquimática formada por células he-xagonais em vista transversal e retangulares, em filas grosseiras em vista longitudinal; aí também aparecem células retangulares , alongadas, radiantes dos ninhos de esclerênquima, e células de pa-redes transversais crivadas como as células do floema; corpo pri-mário centrífugo e centrípeto, protoxilema mesárqueo; corpo se-cundário do lenho com anéis de crescimento regulares, cuja ampli-tude, na região mediana, chega a 1 mm; pontuações radiais dos traqueídeos em uma ou duas fileiras; levemente achatadas em fi-leira única, hexagonais e alternas em fileiras duplas, no lenho final; no lenho inicial aparecem sem contiguidade estreita e têm a forma sub-arredondada; em geral a alternância é interrompida por campos de pontuações alternas; campos de cruzamento com 2-4 pontuações areoladas; raios homogêneos, unisseriados, 1-6 estra-tos celulares de altura.

POLYSOLENOXYLON KRAUSEL & DOLIANITI 1958

POLYSOLENOXYLON TAGUAIENSE sp. nov.

(Estampa 77, Figuras 1-4; Estampa 78, Figuras 1-5)

DESCRIÇÃO

Holótipo: GP/3T. 1407 Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: Fazenda Gobbo, Município de Taguaí, SP.

Horizonte: Formação Irati (P), região da Serra de Fartura, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmento de lenho de 9 cm de comprimento e 6 cm de diâmetro. Forma aproximadamente cilíndrica. A parte externa da amostra apresenta cicatriz de órgão lateral com 2,5 cm de diâmetro e formato circular. A superfície transversal, polida, deixa em destaque a medula, grande, de 1,3 cm de diâmetro e de aspecto estelar. Percebem-se, também, anéis de crescimento nítidos e ondulantes em todo o contorno da amostra (Estampa 77, Figuras 1-A, B).

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Trata-se de um espécime típico do morfogênero *Polysolenoxylon*. Traduz sem restrições as condições estabelecidas quanto ao morfogênero pelos autores KRAUSEL & DOLIANITI (1958). A esse respeito basta comparar os planos anatômicos apresentados pelas medulas da presente forma daquele correspondente à espécie-tipo do morfogênero. A configuração da medula é estelar em consequência do irrompimento de traços pares, perceptíveis a partir da orla. Nesses campos aparecem ou lacunas ou raios medulares dividindo o cilindro lenhoso em cunhas de aspecto longo-espatulado. A medula é de tipo polysolenóide, mas encontra-se num estágio transicional entre maciça e lacunosa (Estampa 77, Figura 4); aí existem numerosas lacunas, porém, as mais ressaltantes estão próximas da periferia ou se alongam radialmente em direção à periferia, em acompanhamento ao rumo dos traços; as lacunas mais irregulares e menos proeminentes encontram-se na parte central. Em todos os níveis a natureza transicional entre maciça e lacunosa se revela. O maior ou o menor destaque das lacunas irá depender da repercussão dos traços que irrompem a partir da periferia medular. Portanto, os elementos anatômicos principais da medula compreendem: lacunas, elementos secretores incluindo canais, a matriz parenquimática e o esclerênquima. Tra

ta-se da medula heterocelular e canalosa. A Figura 4 da Estampa 77 ilustra, na secção transversal, a disposição radial da maioria das lacunas, embora no corpo central exista relativa irregularidade. Na periferia as lacunas são estreitas e alongadas radialmente. Têm o comprimento médio situado entre 0,7 mm a 1 mm e a largura média entre 100 μ m a 250 μ m. Algumas são conectadas, de modo que adquirem maior comprimento. Por efeito da degradação celular podem se tornar bem mais largas, pois há evidências da existência de campos mucilaginosos, em que as paredes celulares se dissolvem para surgirem as lacunas em pauta. A tendência à formação das lacunas tanto pode estar ligada a um recurso de defesa em relação às condições ambientais (mucilagem) como ao efeito traumático de formação dos traços. Na orla medular são nítidos os pares de lacunas e adiante do campo em que se formam também tem origem um canal secretor vertical. Assim, a configuração comum em diversos campos da periferia medular é a do comparecimento de um canal secretor ladeado por duas lacunas radiais estreitas e bem mais penetrantes no corpo lenhoso que as demais. Daí se conclui sobre a rotineira formação de traços pares. Algumas lacunas radiais são tão alongadas que podem atingir até cerca de 3 mm de comprimento, chegando bem próximo do centro do corpo medular. Aí também existe uma extensa zona cujas células foram destruídas (Estampa 77, Figura 4). No centro da medula, além das lacunas, ocorrem canais secretores verticais, não muito numerosos, menores que os periféricos e dispersos. A matriz parenquimática é formada por células cujas paredes ficaram retraídas, muitas das quais coaleceram, nos campos inter-lacunas. Desse modo aparecem verdadeiros cordões os quais conservam poucas células intactas, dando origem, juntamente com as lacunas, à feição polysolenóide de matriz em malhas de rede. As secções radial e tangencial oferecem quadros mais atenuados de lacunarização, posto que as lacunas abrangem pouca profundidade no sentido vertical. Os cordões celulares limitantes das lacunas, em quase todos os campos, contêm células esclerenquimatosas, entremeiadas, unitárias ou em filas longitudinais formadas por esclereídeos de forma hexagonal à pentagonal. O conteúdo escuro em numerosos deles faz pensar na associação da função secretora por parte dos mesmos. Os canais secretores são elípticos, com cerca de 250 μ m/50 μ m quanto

aos diâmetros maior e menor. Em torno deles ocorre um a dois estratos celulares de revestimento. As células da matriz parenquimática tem dimensões variáveis, com meatos. KRAUSEL (1928) descreve esse tipo de tecido como tecido parenquimático frouxo. Aí as células tanto se rupturam com facilidade como dão origem a espaços intercelulares (Estampa 78, Figuras 1, 2, 4). O formato geral das células é poligonal a quadrangular, mas com frequência adquirem o aspecto de amarrotamento. Em secção transversal as dimensões médias situam-se em torno de um mínimo de 180 μ m de comprimento e 120 μ m de largura a um máximo de 150 μ m de comprimento. A secção radial da medula indica que, dependendo do nível, esta é mais lacunosa ou mais maciça e as células tendem à disposição em filas. O formato chega a ser variável, em alguns campos, mas predominam as quadrangulares e retangulares. O esclerênquima medular compreende esclereídeos esparsos ou ninhos localizados nas extremidades das cunhas lenhosas e dispersos. As cunhas lenhosas seriam planas cujas margens os tentam como que feixes estreitos (esgarçados) de traqueídeos. Esses por sua vez convergem ou são reunidos pelas extremidades, por meio de um ninho de esclereídeos. Assim a configuração da margem adquire a aparência de uma série de cunhas espatulóides, ou mesmo, digitiformes, cuja parte convexa diz respeito, realmente, aos ninhos esclerenquimatosos. Além dos ninhos, como foi mencionado, há pequenos grupos de esclereídeos ou alguns unitários que estruturam filas verticais; por isso mesmo compreendem mais propriamente, fibro-esclereídeos. Portanto, o sistema esclerenquimatoso medular compreende ninhos de esclereídeos relacionados às cunhas, ninhos dispersos com o aspecto de ilhotas, de forma sub-circular, na secção transversal, e fibro-esclereídeos verticalizados. Em todas as orientações de secção as componentes dos ninhos são poligonais, isodiamétricas (Estampa 77, Figura 2; Estampa 78, Figuras 1, 2) na secção transversal e quadrangulares, na radial. Nessa última secção as ilhotas, dispersas, de esclereídeos tem o aspecto de placas quadrangulares a retangulares, algumas das quais alongadas no sentido vertical. Nessa secção é possível perceber, em alguns esclereídeos, a lamelação concêntrica dos mesmos. Em geral todos os ninhos tem como que

uma capa de células de paredes espessadas cujo "status" fica entre o parênquima de paredes espessadas e o esclereídeo propriamente dito.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: É tipicamente centrífugo, marcando cunhas separadas por lacunas pares, indicativas, por certo, da origem de traços duplos. O protoxilema é endárqueo (Estampa 77, Figura 2).

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Não há características incomuns em comparação com o corpo secundário da maioria dos espécimes gondvânicos. Na secção transversal os traqueídeos têm organização radial e forma quadrangular ou retangular, dependendo da região do anel em que se situam. O arranjo das pontuações aproxima-se do agathióide. No lenho inicial do anel, como no final, as pontuações são contíguas, alternas, hexagonais a sub-hexagonais, organizadas em duas a três fileiras (Estampa 78, Figura 3). Os campos de cruzamento expõem configurações de dois tipos: numerosas pontuações pequenas (1-9) isto é, uma a nove pontuações de forma elítica e aréolas estreitas (oculíporos) sem arranjo preferencial, no lenho inicial do anel (Estampa 78, Figura 3); uma a quatro (1-4) pontuações areoladas, no lenho final do anel (Estampa 77, Figura 3; Estampa 78, Figura 5). Os raios são homogêneos, unisseriados, com (1-14) um a quatorze estratos celulares de altura, em média (4-5) quatro a cinco estratos celulares de altura.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: Se o enfoque da amostra der maior ênfase ao caráter maciço ou lacunoso da medula fica-se num impasso, porque aí se encontra mais um exemplo de medula transicional, entre o tipo barakaróide e o polysolenóide. O caráter sistemático que nessas circunstâncias se impõe é o tipo de sistema de canais. No presente caso, como se vê, é o polysolenóide, do mesmo padrão que *Polysolenoxylon whitei* (MANIERO) KRAUSEL & DOLIANITI. Difere dessa espécie e das demais descritas, no mesmo morfogênero, principalmente devido à composição original do sistema esclerenquimatoso. Na presente forma os ninhos que

variam da feição de bolsas nas extremidades das cunhas, à configuração quadrangular-placoidal, dos ninhos dispersos, vistos em secção radial, e a ocorrência de fibro esclereídeos, dispersos, na medula são caracteres nunca descritos nas demais espécies conhecidas do morfogênero. Desse modo, descreve-se a nova espécie *Polysolenoxylon taguaiense* sp.nov.

DIAGNOSE

Fragmento de lenho de tipo gimnospérmico; medula de forma estelar polysolenóide, com 1,2 cm de diâmetro em estágio transicional entre maciço e lacunoso; lacunas mais acentuadas pela forma, orientação e dimensão, na periferia medular; arranjo predominante das lacunas periféricas, o radial; no centro da medula há a ocorrência de certo mascaramento na disposição radial existindo relativa variedade de forma e de tamanho; medula canalosa, heterocelular; sistema de canais secretores periféricos, verticais; canais menores e menos numerosos, esparsos no centro da medula; canais periféricos quase sempre ladeados por duas lacunas radiais, sugerindo relacionamento com a origem de traços duplos; matriz parenquimática compõe verdadeiros cordões inter-lacunas, de células de paredes finas com meatos; esclerênquima representado por ninhos periféricos relacionados às cunhas lenhosas; ninhos dispersos sub-circulares em vista transversal, placoidais, quadrangulares a verticalizados em vista radial; fibro-esclereídeos verticalizados confundem-se, em vista transversal, com esclereídeos esparsos; corpo primário do lenho centrífugo, protoxilema endárqueo; corpo secundário com anéis de crescimento nítidos e regulares; amplitude média dos anéis, de 1 mm a 1,5 mm; traqueídeos com 2-3 (4) fileiras de pontuações em arranjo agathióide; campos de cruzamento com 1-9 pequenas pontuações no lenho inicial e 1-4 pontuações areoladas no lenho final; raios unisseriados, homogêneos, com 1-14 estratos celulares de altura; a predominância recai sobre os de 4-5 estratos celulares de altura.

ATLANTICOXYLON PORANGABENSE sp. nov.

(Estampa 79, Figuras 1-4; Estampa 79-A, Figuras 1-4)

DESCRIÇÃO

Holótipo: PO/3311 (amostra coletada pela autora, ainda não foi cadastrada como tipo na instituição que será repositório).

Procedência: Pedreira de Calcário Porangaba. 1ª Frente de Exploração.

Horizonte: "Banco calcário", base da Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmento lenhoso com cerca de 18 cm de comprimento por 7,5 cm de diâmetro, cor cinza es branquiçada. Anéis de crescimento nítidos e regulares. Medula cêntrica, circular (Estampa 79, Figuras 3-A e 3-B).

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Apesar do precário estado de preservação foi possível interpretar a anatomia conforme as ilus trações das respectivas Estampas.

A Medula - Pequena, com cerca de 3,5 mm de diâmetro. Em vista geral tem o tipo polysolenóide de configuração, mostran do-se lacunosa e heterocelular. A matriz medular está represen tada por parênquima, esclerênquima e elementos do sistema secre tos, isto é, células secretoras e canais secretores. Quanto a esses últimos (Estampa 79, Figuras 1,4) há um sistema bem defi nido representado por canais verticais, periféricos, radiais, com distribuição aproximadamente simétrica. A forma dos mesmos é em geral oval; alguns conservam um conteúdo amorfo e escurecido no interior. O posicionamento dos canais está em íntimo rela cionamento com os traços, simples e nem sempre de percurso ra dial perfeito os quais se esboçam a partir da periferia medular. Os canais periféricos normalmente deixam perceber um a dois es tratos de células parenquimáticas do revestimento. As dimensões dos mesmos variam entre um máximo de 400 μ m a um míni

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: É centrífugo e o protoxilema endárqueo. A partir da margem medular e coincidindo com a posição dos canais há grandes vazios celulares, alongados através do lenho, em sentido radial. É possível que correspondam a zonas de fragilidade causadas pela saída dos traços.

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Em secção transversal os traqueídeos, orientados radialmente, têm a forma quadrangular à poligonal, passando à quadrangular achatada no lenho final dos anéis. As pontuações areoladas radiais aparecem em uma a duas fileiras; três fileiras de pontuações só ocorrem localmente. No lenho final as pontuações tendem à estreita contiguidade. Em uma fileira achatam-se mutuamente. Em mais de uma fileira adquirem a forma hexagonal. Em vista geral o lenho final oferece campos agathióides típicos em que as pontuações alternas e hexagonais formam verdadeiros mosaicos recobrendo por inteiro as paredes. No lenho inicial ocorre a contiguidade e a alternância, mas, igualmente, variações em torno desses quadros conforme o tipo sub-podocarpóide: campos de pontuações opostas alternantes com campos de pontuações alternas ao longo do mesmo traqueídeo; há ainda traqueídeos com pontuações arredondadas e esparsas e traqueídeos com duas fileiras separadas de pontuações ou traqueídeos que associam, ao mesmo tempo, os dois últimos tipos de configurações. Os campos de cruzamento encerram numerosas pontuações pequenas e areoladas; são cinco a sete pontuações no lenho inicial e três a quatro no lenho final. Os raios são homogêneos e unisseriados, em média com um a cinco estratos celulares de altura.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: A espécie foi reunida ao grupo em que a posição sistemática é ainda discutível. A ausência de canais secretores esparsos, na medula lacunosa, afasta a suposição de que se trate de um *Polysolenoxylon*. A existência do amplo canal de origem (provável) mucilaginoso, no centro da medula, aproxima essa forma do morfogênero *Atlanticoxylon*. Nesse último morfogênero não há, caracteristicamente, canais secretores periféricos. Esses aparecem em *Barakaroxylon* que ao mesmo

tempo associa os periféricos à presença de um canal axial vertical. A natureza desse último canal, em *Barakaroxylon* ainda é mal conhecida. Portanto, se for de origem mucilagínosa, como se supõe a presente forma e *P.bortoluzzi* GUERRA deverão integrar o morfogênero *Barakaroxylon* SUR.& MAITHY emend. KULKARNI, MAITHY & SURANGE 1971 ou *Petalopitys* (neste trabalho), se for o caso.

DIAGNOSE

Fragmento lenhoso de tipo gimnospérmico; medula cêntrica pequena com menos de 1 cm de diâmetro; macica, transicional para lacunosa, heterocelular; sistema secretor representado por canais verticais periféricos com estratos de revestimento nítidos, em torno; além desses desenvolveu-se um canal central, vertical, amplo, ao longo do eixo longitudinal do espécime, de origem provável mucilagínosa; matriz parenquimática representada por seqüências de células poligonais, em vista transversal e quadrangulares, em vista radial, cuja dissolução das paredes dá em resultado o aparecimento de lacunas; células de parênquima de forma quadrangular, em filas verticais, grosseiras, nas secções de orientação longitudinal; ocorrência de células secretoras, mais arredondadas, principalmente nas proximidades dos canais; esclerênquima representado por elementos esparsos ou grupos esparsos de elementos de forma poligonal e lúmen diminuto em vista transversal, correspondendo a fibro-esclereídeos e feixes de fibro-esclereídeos em vistas radial e tangencial; corpo lenhoso primário centrífugo, protoxilema endárqueo; corpo secundário do lenho com anéis de crescimento nítidos; pontuações radiais agathióides, no lenho final, combinando campos podocarpóides no lenho inicial; campos de cruzamento com numerosas pequenas pontuações por campo, no lenho inicial (cinco a sete) e mais escassas no lenho final (três a quatro); raios homogêneos, unisseriados, um a cinco estratos celulares de altura.

Protopodocarpitys MUSSA 1974

Espécie-tipo: *Protopodocarpitys rheslerii* n.sp.

(Estampa 80, Figura 1; Estampa 81, Figuras 1-3)

DESCRIÇÃO

Os acrêscimos a primeira descrição da espécie (1974) têm por objetivo repisar sobre o caráter da configuração das pontuações de campos de cruzamento. Quanto aos demais caracteres do lenho nada mais se tem acrescentar. A descrição da espécie-tipo baseou-se num fragmento de lenho com medula. Todavia, o estado de preservação dessa última era muito restrito. Em verdade, no lugar da medula existia um espaço oco preenchido pela calcedônea (Estampa 80, Figura 1), nesse trabalho caracterizada como calcedônea fluidal (Capítulo 5), devido ao aspecto assumido após a precipitação. Nas margens da medula existiam campos restritos de células preservadas. Assim parece ter existido uma bainha de células especiais, possivelmente secretoras, no inteiro contorno da medula. Nada se pode afirmar sobre a presença do esclerênquima; presume-se não ter existido; da mesma maneira, sobre se o corpo medular era realmente maciço, lacunoso ou diafragmado. Se realmente existia uma dessas condições a tecitura medular era simplesmente parenquimática e até mucilagínosa em alguns campos para se desintegrar de modo tão sumário, ainda no período pré-fossilização. Dessa maneira, se o corpo lenhoso não contivesse um caráter marcante como o dos campos de cruzamento, bastaria a definição do lenho como plano anatômico simplesmente. Mas, no caso, trata-se de um fragmento medulado, com frações parciais da medula, tendo os lenhos primário e secundário preservados. Tais condições impuseram a definição do morfogênero, cujo posterior esclarecimento sobre a composição da medula só virá a acrescentar outros dados à definição. Portanto, as Figuras 1, 2 e 3 da Estampa 81 servem para realçar a fuga, generalizada, ao tipo araucarióide de arranjo. De fato, esse arranjo é mais próximo dos encontra

mo de 250 μ m quanto ao diâmetro maior e um máximo de 100 μ m a um mínimo de 80 μ m quanto ao diâmetro menor (Estampa 79-A, Figuras 2 e 4). A par do sistema periférico nota-se, no centro da medula, uma ampla estrutura semelhante a um canal secretor. Entretanto, tudo indica que se trate, realmente, de um canal de origem mucilagínosa. Esse ocupa a posição do eixo longitudinal e apresenta 1 mm de diâmetro. A forma é circular e a extensão abrange praticamente o inteiro comprimento da amostra. A matriz parenquimática, na secção transversal, se distribui com a feição de malhas de uma rede, isto é, formam-se cordões de células cujas paredes ficam estiradas em torno dos canais, tanto dos periféricos quanto do amplo canal central, mucilagínoso (Estampa 79-A, Figuras 1, 2, 3). Na secção radial as células parenquimáticas são retangulares, quase quadrangulares e a tendência é formarem filas verticais (Estampa 79-A, Figura 3). Devido à dissolução das paredes celulares parenquimatosas, em alguns campos, resultou em todas as orientações de secção a feição lacunosa tipo *Polysolenoxylon* (Estampa 79, Figuras 1, 2, 3). Em torno das lacunas e do amplo canal central aparecem, também, conjuntos não contínuos de células bojudas que aparentam ter exercido função secretora. Entremeando com o parênquima ocorre o comparecimento do esclerenquima sob forma de componentes dispersas desde a periferia até o centro, nos limites do amplo canal de mucilagem. Há elementos dispersos ou pequenos grupos, ou ninhos de contorno circular em vista transversal. Nessa mesma orientação de secção os elementos esclerenquimáticos aparecem com a forma poligonal e o lúmen diminuto, munidos de canalículos de pontuações com o aspecto de simples esclereídeos. Em vista longitudinal, ao contrário, os grupos de elementos esclerenquimáticos compõem, realmente, feixes verticais de fibro-esclereídeos. Entre esses as células parenquimáticas de paredes mais finas começam o processo de desintegração das paredes, promovendo a formação das lacunas. Nos campos em que o parênquima se mantém intacto vêem-se filas grosseiras de células quadrangulares, de modo que parecem fazer parte das mesmas seqüências de fibro-esclereídeos.

dos em alguns gêneros recentes de Podocarpaceae (*Microcachrys*, *Phyllocladus* e *Podocarpus*) daí a designação de arranjo sub-podocarpóide. O mesmo se expressa em relação as pontuações de campo de cruzamento. Fogem as configurações mais comuns no Gondwana, que são as de tipo araucarióide e agathióide e relembram as de tipo podocarpóide genuínos, isto é, uma só pontuação areolada no campo, ou, no máximo, duas (raro mais do que duas).

Não foram encontradas novas amostras concernentes a esse morfogênero. No entanto ele é mantido conforme a diagnose (Capítulo 7) por sua individualidade no que toca ao corpo secundário do lenho. Presume-se que a medula também encerre peculiaridades, em comparação com outros morfogêneros, mas é preciso guardar o encontro de espécimes melhor preservados. Por outro lado, o corpo primário do lenho é centrífugo, o protoxilema enárqueo.

ANTARTICOXYLON SEWARD 1914

Espécie-tipo: *Antarticoxylon priestleyi* SEWARD 1914

Comentários a descrição original de MUSSA (1978-f)

(Tipos: GP/3T. 1435; GP/3T. 1436; GP/3T. 1437;
GP/3T. 1429 - Col. Paleontologia, IG/USP.

Antarticoxylon sewardii MUSSA 1978

(Estampa 83, Figuras 1-4)

São muito frequentes, na Formação Irati, SP, as amostras de lenho concernentes ao morfogênero *Antarticoxylon*. A Figura 1 da Estampa 82 ilustra uma delas a qual, como todas as demais encontradas, até agora, corresponde à fração de um tronco de grande porte. A respeito da anatomia alguns aspectos ainda obscuros, desde a descrição original de SEWARD (1914) foram esclarecidos através da apreciação dos quadros anatômicos das amostras do Irati. Essas encontram-se em estado de preservação sa

tisfatório. Por conseguinte, as conclusões vão contra as opiniões de WALTON (1923) e confirmam ARCHANGELSKY & BRETT (1961) ao afirmarem que *Antarticoxylon* tem um plano anatômico profundamente diverso do de *Rhecoxylon* BANCROFT. Realmente não há intromissões do parênquima nos anéis de crescimento dando em resultado várias seqüências primárias e secundárias, do centro do estelo ao córtex. A Figura 2 da Estampa 82 coloca em destaque o limite entre o lenho final e o inicial de um anel, relativo à amostra ilustrada na Figura 1, Estampa 82. Apesar de as estruturas de *Antarticoxylon* se apresentarem rotineiramente com enrugamentos e franzimentos, típicos do morfogênero, e daí surgirem falsos anéis, nota-se que a ilustração referida expõe, de modo claro, um anel de composição comum entre os lenhos gimnospérmicos. Do mesmo modo, a Figura 3 da Estampa 82 expõe em detalhe um campo do lenho inicial do anel, cujo estado de preservação é apreciável. Assim afasta-se de uma vez a suspeita de que, no caso, existiam campos rhexoxylóides. Quanto às configurações presentes no corpo primário do lenho sempre houve indagações a partir da descrição original de SEWARD (1914). A descrição de *Antarticoxylon sewardii* apontou que em torno da organização das estruturas primárias havia motivos para suspeitar-se do caráter centrífugo das mesmas. Mesmo assim, na ocasião, MUSSA (1978-d) optou por classificá-las como centrífugas e o protoxilema endárqueo com ressalvas. A verificação, porém, de um número bem maior de amostras mostrou a constância da presença de elementos reticulados, largos e curtos, ou estreitos e de média extensão, localizados mais profundamente na medula (Estampa 82, Figura 4), adiante dos campos de protoxilema ou intrometidos entre os seus elementos. Observa-se que não formam bainha contínua. Por outro lado, não constituem, propriamente, o xilema de transfusão, onde, em geral, as componentes guardam relativa homogeneidade. Tratam-se, de preferência, de elementos primitivos, na forma questionada, como é comum acontecer entre as formas permianas. Sendo assim, reconhece-se o estágio transicional em que se encontra o corpo primário do lenho, resultando, pois, a classificação, neste trabalho, em corpo primário transicional e protoxilema meso e endárqueo.

TOROSOXYLON nov. gen. et sp. nov.

Espécie-tipo: *Torosoxylon striaeornatum*

DESCRIÇÃO

TOROSOXYLON STRIAEORNATUM sp. nov.

(Estampa 83, Figuras 1-5)

Holótipo: GP/3T. 114 Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.34. Pedreira de Calcário de Assistência: Rodovia Rio Claro-Piracicaba, na altura do km 24, Município de Rio Claro, SP.

Horizonte: Níveis de calcário com sílex, acima do banco (informação verbal de trabalhadores).

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: A amostra tem o curioso aspecto de um ramo encurvado (ou raiz) ornamentado com estrias paralelas em toda a superfície. Há pequenas cicatrizes de inserção de órgãos laterais com distribuição aproximadamente alternada (Estampa 83, Figura 1) facilmente perceptíveis. A superfície transversal, polida, mostra assimetria na distribuição do crescimento, ficando o centro geométrico fortemente deslocado.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Trata-se de um fragmento de lenho protostélico. Se assim não for, a região central do estele sofreu esmagamento de tal sorte, por torsão, que o centro se tornou denso, resultando a feição de uma raiz diárquea (Estampa 83, Figura 3). Várias secções transversais, procedidas no espécime, mostraram a região central esfacelada a ponto de as partes apresentarem a configuração de cunhas, pontiagudas, como as de *Tordoxylon*, mas, relacionadas, entretanto, claramente, ao centro lenhoso maciço. Assim, as secções radiais não lograram alcançar nenhum campo em que se captasse algum espaço longitudinal, tipo região medular, onde se verificasse a formação de traços, indiferenciados ou de radículas, como nos morfogêneros *Tordoxylon*

e *Myelontordoxyton*. Assim, também, não se distingue na região maciça do estelo nenhum elemento com espessamentos anelados, espiralados, escalariformes ou reticulados. Todos os traqueídeos têm pontuações areoladas. O fato permite duas interpretações: ou houve o esmagamento das estruturas primárias ou elas realmente inexistem, como originalidade da forma. Consequentemente, muito embora descrita como raiz restará sempre uma dúvida sobre a verdadeira natureza. As características de arranjos de pontuações radiais dos traqueídeos e dos campos de cruzamento são idênticas às dos morfogêneros citados. A secção tangencial (Estampa 83, Figura 2) mostra a formação abundante de traços, possivelmente de radículas, em pleno corpo secundário do lenho. Uma secção oblíqua (Estampa 83, Figura 4) passando pelo centro maciço mostra campos restritos onde se aprecia a formação de traços. As secções transversais, porém, em alguns níveis, expõem nos limites do estelo principal o estelo não-formado de raízes diárqueas, com a mesma aparência do estelo principal (Estampa 83, Figura 5).

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: O plano anatômico é tão próximo do de *Tordoxyton* que quase chega a se confundir com o desse morfôgenero. Mas, em vista dos estelos de raízes não-formadas, idênticos ao estelo principal, vê-se que se trata do plano anatômico de uma raiz. Esse, no entanto, é "sui-generis", devido a distribuição assimétrica do crescimento e a não identificação dos elementos primários. Portanto, de um lado a forma dá indicações de relacionamento com os dois mencionados morfogêneros, (*Tordoxyton* e *Myelontordoxyton*) e de outro, se revela diferente do plano anatômico contemporâneo, do hemisfério norte, concernente às raízes de cordaitáceas, designadas *Amyelon* WILLIAMSON 1874. A forma em discussão, pois, recebe o novo nome *Torosoxyton striaeornatum* sp.nov.

TOROSXYLON TRIANGULATUM sp. nov.

(Estampa 84, Figuras 1-4)

DESCRIÇÃO

Holótipo: GP/3T. 1389. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: AF/GP.8. Pedreira de calcário Vitti-I. Rodovia Tietê-Piracicaba (SP-127) na altura do km 36.

Horizonte: Sedimentos calcários da Formação Irati, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Pequeno fragmento de lenho, aparentemente amedulado, com cerca de 5 cm de extensão. A secção transversal é elítica encurvada (Estampa 84, Figura 4), cujo diâmetro maior é de cerca de 7,5 cm e o menor de 2,5 cm. Na superfície não há ornamentações nem cicatrizes de órgãos laterais.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A secção transversal, polida, traduz um quadro anatômico original pela dissimetria evidente. Há um centro geométrico deslocado, em torno do qual os anéis de crescimento se desenvolveram de modo regular (Estampa 84, Figs. 1 e 4). Na região mediana da amostra há como que um sulco mediano tendente a separá-la em dois segmentos. Mas, curiosamente, num dos segmentos os anéis de crescimento têm idêntica orientação, em continuidade aos anéis do segmento vizinho. A vista geral, transversal, pois, revela os anéis de contorno completo ao redor do centro triárqueo. Estes deixam perceber a distribuição diferencial do crescimento num espécime protostélico, cujo centro do estelo lembra o morfogênero *Amyelon*, mas cujas zonas mais externas têm marcada originalidade devido à dissimetria. Em nenhuma das secções radiais foi possível captar campos com elementos do protoxilema e do metaxilema. Apenas se vêem, como em *Tordoxylon* e *Myelontordoxylon*, arranjos variados de pontuações, areoladas, combinando feições podocarpóides e sub-ginkgóides. Uma das secções longitudinais passou pelo estelo de uma ramificação (Estampa 84, Figura 3) cujo centro é triárqueo como o do estelo principal. Portanto, tem-se aí uma espécie diferencia

da de *Torosoxylon striaeornatum*, cuja designação é *Torosoxylon triangulatum* sp.nov.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: Repisa-se a peculiaridade dessas formas, em comparação com *Amyelon* WILLIAMSON, devido à marcante dissimetria na distribuição radial do crescimento. Tudo indica que se tratem de raízes e é bem possível que relativas aos morfogêneros *Myelontorodoxylon* e *Torodoxylon*. Contudo, enquanto não se prosseguirem as investigações, sobre a conexão ou o relacionamento dos planos anatômicos, diferenciados, é conveniente manter as respectivas formas em unidades taxionômicas independentes.

8.3 - FORMAÇÃO ESTRADA NOVA

TAENIOPITYS KRAUSEL 1962

TAENIOPITYS JUCUNDA sp.

(Estampa 85, Figuras 1-5; Estampa 86, Figuras 1-6)

DESCRIÇÃO

- Holótipo: Material cedido para estudo e obtenção de lâminas pelo Professor Geraldini, Diretor do Ginásio Estadual de Porangaba. As lâminas foram cadastradas com a numeração do IG/USP, GP/3T. 1304.
- Procedência: Arredores da cidade de Porangaba - margem do rio que passa próximo à cidade, Estado de São Paulo.
- Horizonte: Afloramentos da Formação Estrada Nova no vale do rio que atravessa a cidade de Porangaba, SP.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Fragmento de lenho, medulado de 18 cm de comprimento por 4,5 cm de diâmetro. Cor amarela esbranquiçada. Medula em destaque na superfície transversal, devido à grande dimensão, com cerca de 2,8 cm de diâmetro. A

forma original deve ter sido a circular, mas, no presente, aparece oval (Estampa 85, Figura 1). Os anéis de crescimento são nítidos a olho desarmado e regulares.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: A Medula - É parenquimática, maciça, de natureza heterogênea. Há fibro-traqueídeos e traqueídeos areolados e espiralados esparsos pelo corpo medular inteiro. A matriz parenquimática é praticamente homogênea em secção transversal, representada por células poligonais, isodiamétricas, geralmente hexagonais, sem formarem meatos, cujas paredes não são muito finas. Na mesma secção transversal vê-se algumas células menores de forma pentagonal à hexagonal, de vértices alongados. Nas secções radiais correspondem ou a fibro-traqueídeos ou a verdadeiros traqueídeos areolados e espiralados, isolados ou em grupos. As células parenquimáticas, em vista radial, têm, rotineiramente, formato quadrangular e paredes semi-espessadas e estão dispostas em filas regulares de margem à margem, na medula (Estampa 85, Figura 5). Células parenquimáticas reto-alongadas e pontuadas se concentram em filas na periferia medular, assim como um ou dois estratos celulares de elementos de forma irregular. As camadas parenquimáticas que fogem à regra estão em íntima associação com o corpo primário do lenho.

CORPO PRIMÁRIO DO LENHO: A configuração das cunhas do lenho em torno da medula sobressai pela forma glossóide alongada (Estampa 85, Figura 4) na direção do centro medular. Já numa observação de relance é possível perceber que o desenvolvimento do corpo primário se deu de modo centrífugo e centrípeto. A parte convexa, na região limite das cunhas do lenho, com a medula, compreende, em secção transversal, traqueídeos de configuração quase idêntica à das células dos primeiros estratos medulares. O quadro anatômico relativo ao protoxilema é mesárqueo com os elementos do metaxilema em torno. Embora as secções radiais não tenham oferecido campos em boas condições de fotografia, percebe-se a inversão na ordem dos elementos (Estampa 85, Figura 3; Estampa 86, Figura 1). A faixa ocupada por séries de elementos espiralados é extensa, compreende cerca de 14 a 15 fileiras desses

elementos os quais em direção às margens da medula vão se tornando mais estreitos e curtos. Ao mesmo tempo aparecem rodeados por elementos com espessamentos reticulados, de curta extensão, globosos, aos de forma variável, até elementos com pontuações reticuladas e pontuações areoladas. A partir daí, em direção ao centro da medula persistem, isoladamente, filas unitárias ou duplas de elementos espiralados ou pontuados, sendo que a matriz básica medular corresponde às células do parênquima. A partir da orla da medula em todo o contorno da mesma há traços múltiplos, de preferência. Alguns mostram-se bifurcantes a partir da orla medular, como é possível observar na Figura 1, Estampa 85, Figura 4, Estampa 86). Ao longo da periferia do lenho, no limite com a medula é ainda possível apreciar a presença de lacunas marcantes dos traços (Estampa 85, Figura 4).

CORPO SECUNDÁRIO DO LENHO: Os anéis de crescimento estão bem demarcados, com amplitude média de 1 mm a 1,5 mm. A forma preferencial dos traqueídeos em secção transversal é retangular à quadrangular, dependendo da região do anel de crescimento. Os raios têm paredes horizontais lisas. As paredes radiais dos traqueídeos têm pontuações, de preferência, em uma fileira, e nesse caso dispõem-se separadas, conservando a forma arredondada. De modo secundário aparecem duas fileiras de pontuações alternas a sub-alternas e até pontuações localmente opostas. Os campos de cruzamento não estão bem preservados. Supõe-se que o número de pontuações areoladas não ultrapasse de quatro, por campo, no lenho inicial; no lenho final há, predominantemente, uma pontuação dacrydióide por campo. Os raios são homogêneos, uniseriados, e em todos os campos tangenciais a altura é pouco significativa, isto é, predominam os raios com três a quatro estratos celulares de altura.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: Os caracteres do corpo primário do lenho e a medula, a canal, dizem respeito ao morfogênero *Taenio pitys*. No entanto, as pontuações de campos de cruzamento, curiosamente, têm caracterização original no lenho final do anel. Aí aparece uma única pontuação areolada, maior que as pontuações

radiais dos traqueídeos (Estampa 86, Figura 3) ocupando a área inteira do campo. Tal configuração recai no plano podocarpóide, semelhante ao plano secundário de *Protopodocarpitys*. Mas, como o caráter denota estar restrito ao lenho final mostrando-se, os campos, semelhantes aos de *Taeniopitys*, no lenho inicial, classifica-se, por ora, o espécime, em *Taeniopitys* com a designação *T. jucunda*. Caso se venha a reconhecer a diferenciação de outros espécimes, quanto às pontuações do campo de cruzamento, então, a mesma deverá ser reclassificada em novo morfogênero.

DIAGNOSE

Fragmento de lenho de tipo gimnospérmico; medula grande (com 2,8 cm de diâmetro), maciça, heterocelular, composta por matriz parenquimática, fibro-traqueídeos, elementos vasculares areolados e espiralados dispersos, unitários ou em grupos de dois ou três; células parenquimáticas poligonais, na secção transversal e quadrangulares nas secções longitudinais, organizadas em filas verticais regulares; lenho primário centrífugo e centrípeto, protoxilema mesárqueo; corpo primário do lenho presente na região proximal das cunhas, de aspecto glossóide, penetrantes na medula; em direção ao lenho secundário há uma faixa extensa de elementos espiralados, seguida de elementos reticulados e areolados; corpo secundário do lenho com anéis de crescimento nítidos; pontuações areoladas predominantemente em uma fileira de unidades separadas, de forma arredondada, ou em duas fileiras de pontuações alternas, sub-alternas ou opostas, localmente; campos de cruzamento com um máximo de quatro pontuações areoladas no lenho inicial, em geral menos, e uma única pontuação dacrydióide no lenho final, no máximo duas; raios homogêneos em média três a quatro estratos celulares de altura. Traços em geral múltiplos, às vezes bifurcantes a partir da orla medular ou deixam lacuna marcante na periferia primária do lenho.

TORDOXYLON KRAUSEL 1956

Espécie-tipo: *Tordoxygen steynspruitense* KRAUSEL 1956

TORDOXYLON SILVATICUM sp. nov.

(Estampa 87, Figuras 1-4)

DESCRIÇÃO

Holótipo: GP/3 T. 1303. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: ± 5 km S de Porangaba, SP, margens do rio que corta a cidade.

Horizonte: Arenitos finos com intercalações de calcário da Formação Estrada Nova.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: A amostra diz respeito ao fragmento de um tronco de relativo porte, silicificado. Houve o preenchimento da calcedônea criptocristalina e informe em todas as lacunas, espaços e interstícios dos tecidos. A preservação é precária e a secção transversal, polida, deixa perceber o centro geométrico do estelo deslocado. A distribuição do crescimento deu-se de maneira desigual por isso a secção transversal é assimétrica.

TOPOGRAFIA MICROSCÓPICA: Em vista transversal percebe-se que o lugar do centro geométrico, onde normalmente se situaria a medula, é ocupado por um espaço celular no qual terminam cunhas lenhosas pontiagudas. A impressão é de que se tratava de uma raiz (tipo *Amyelon*) diárquea ou triárquea, de grande porte (Estampa 87, Figura 1), cujo corpo primário reduzido sofreu destruição gradual. Tratar-se-ia, pois, de uma raiz de secção transversal assimétrica. As secções radiais passando pelo centro acelular deixam perceber, porém, quadros anômicos originais, semelhantes aos do morfogênero *Tordoxygen*. Esses são diferenciados do comum, com respeito as raízes em geral. As Figuras 2, 3 e 4 da Estampa 87 compreendem secções

de orientação longitudinal nas quais as extremidades secciona das das cunhas como que subdividem o campo central em vários espaços longitudinais paralelos. De nível a nível vêm-se, de modo claro, traços, muitos dos quais bem cedo maturam no corpo inteiro de radículas. Tudo indica que essas correspondam a raízes adventícias, por sua precoce maturação no corpo secundário do lenho. Nas diferentes espécies o número e o rumo dos traços são variáveis. Na presente amostra observa-se a formação de traços pares, de nível a nível, a partir de cada margem do espaço longitudinal, em todas as secções radiais e tangenciais obti das. Nesses níveis os vórtices celulares em torno dos traços, em formação, às vezes causam uma proeminência do tecido lenhoso para o interior do espaço acelular, produzindo a aparência de "pontes" lenhosas, conforme as descritas em relação à *Vertebraria* (SCHOPF, 1965) mas nesse caso (Estampa 87, Figuras 2, 3) não há a formação de pontes ou plataformas lenhosas. Por essa razão abstém-se de classificá-la naquele morfogênero, considerando-o mais próximo do plano anatômico de *Tordoxylon*.

As discussões em torno da natureza dessas amostras, ora consieradas como raízes, ora como caules anômalos, do tipo de lianas, continuam de pé. Algumas (*Tordoxylon steynspruitense*) encerram frações conservadas do córtex, já no estágio maduro, fato pouco comum em raízes. Outros da mesma forma, dão indicações de traços de dois tipos, uns cuja maturação não se completou no corpo lenhoso e aparecem com a feição de nós, ou traços centroxílicos, nas margens do espaço lacunoso, e outros que maturam gerando o corpo inteiro de radículas em pleno corpo lenhoso (*Tordoxylon sanpaulense*). A presente amostra contém uma diversificação, no que toca à formação rotineira de traços pares, de nível a nível. Por isso requer sua classificação como espécie independente de *T. steynspruitense* e de *T. sanpaulense*, cujo nome passa a ser *T. silvaticum*.

DAMUDOXYLON MAHESHWARI

DAMUDOXYLON sp.

(Estampa 88, Figuras 1-6)

DESCRIÇÃO

Holótipo: GP/3T. 1305. Col. Paleontologia, IG/USP.

Procedência: Serra da Fartura (arredores da cidade de Fartura, SP).

Horizonte: Formação Estrada Nova.

TOPOGRAFIA MACROSCÓPICA: Um pesado fragmento de lenho correspondente à parte basal de um tronco, com cerca de 60 cm de altura por 70 cm de largura foi coletado, nos sedimentos da Formação Estrada Nova, dos arredores de Fartura (SP). Desde logo foi constatada a dificuldade em ser estudado, em vista da falta de serra apropriada para o corte e laminação e da impossibilidade de quebrá-lo para obter um fragmento com a medula. A parte superficial do espécime mostrou-se facilmente fragmentável e daí foram retiradas frações das partes medianas e superior do tronco. A parte basal indica que se continuava, lateralmente, por meio de raízes (Estampa 88, Figura 3). A superfície externa do tronco é marcada pela presença de cicatrizes de ramificações (Estampa 88, Figura 6). O arranjo provável era helicoidal. Algumas dentre as frações retiradas do tronco, após o polimento, revelaram que a matriz lenhosa também é marcada, em certos níveis, pela frequência de traços correspondentes aos estelos das ramificações (Estampa 88, Figura 5), nítidos nas seções de orientação longitudinal. O arranjo aí existente parece ser o mesmo do encontrado na parte externa do espécime. Os estelos das ramificações aparecem num estágio de maturação completo, tendo a medula bem formada, anéis de crescimento (crescimento secundário) e lacunas de traços (Estampa 88, Figura 4). A medula, diminuta, nesse estágio de maturação, é parenquimática, homocelular. O protoxilema é nitidamente endárqueo. Os caracte

res do corpo secundário são idênticos aos do estelo principal, cujas lâminas transversal e tangencial estão ilustradas nas Figuras 1 e 2 da Estampa 88. A passagem dos elementos do lenho final para o inicial se dá de maneira gradual, sem variação brusca no diâmetro dos traqueídeos. As pontuações radiais dos traqueídeos não são araucarióides típicas. Em geral são alternas, em duas fileiras, raro três, mas conservam a forma arredondada com relativo espaçamento entre elas. Em alguns traqueídeos são espaçadas, quando em uma ou mais fileiras, ou formam grupos, passando à alternância regular às vezes no mesmo traqueídeo. Por conseguinte, os arranjos não fogem à regra dos arranjos típicos do Gondvana. Os raios, por sua vez, são predominantemente unisseriados e contêm, em média, cinco a sete estratos celulares de altura; o mínimo e o máximo variam entre um e dezesseis estratos celulares.

POSIÇÃO SISTEMÁTICA: Em princípio o espécime em foco difere muito pouco da caracterização de *Woodworthia* sp. descrita por MANIERO. Tal classificação, no entanto, merece algumas considerações. O morfogênero *Woodworthia*, criado por JEFFREY (1910) se referiu a fragmentos de lenho, do Triássico do Arizona, portadores de características araucarióides, mas cujos traços foliares não eram persistentes no corpo secundário do lenho. Ao contrário os brotos terminais curtos ("short shoots") eram persistentes no lenho provavelmente durante a vida do indivíduo. JEFFREY (1910) concluiu em seus trabalhos que essa última característica talvez fosse comum aos diversos gêneros coniferofíticos antigos. As investigações sobre lenhos gondvânicos fazem crer que a persistência dos brotos terminais curtos ("short shoots") no lenho secundário era comum a diversos morfogêneros gimnospérmicos ou gimnospermóides. Aprecie-se por exemplo, neste trabalho, as ilustrações relativas a *Paulistoxylon formosum* (Estampa 17, Figura 3), a *Kraeuselpityx sculpturata* (Estampa 41, Figura 5). Há outros exemplos não ilustrados, neste mesmo trabalho, como os de *Solenopityx rusticana* etc. Sendo assim considera-se que a simples identificação dessa característica, no lenho de algum espécime gondvânico, não seja de tal maneira

suficiente para determinar a sua classificação num referido morfogênero. Por outro lado, na descrição de *Woodworthia* sp. de MANIERO não há informações sobre a persistência ou não dos traços foliares no lenho, de acordo com as condições taxionômicas apontadas por JEFFREY (1910). Sendo assim, quanto ao espécime ora descrito opta-se pela inclusão no morfogênero *Damudoxylon* MAHESHWARI em vista da estruturação aparente da medula, do caráter endárqueo do protoxilema, da peculiaridade do arranjo das pontuações radiais dos traqueídeos e das pontuações dos campos de cruzamento. Por ora, enquanto não se obtêm lâminas da região central do tronco, permanece com a designação *Damudoxylon* sp. Quanto à *Woodworthia* sp. trata-se de classificação baseada em fragmento de lenho secundário. Conforme o ponto de vista já discutido neste trabalho a opção é classificá-la como um plano anatômico de tipo *Australoxylon* MARGUERIER 1973.

OBSERVAÇÕES: As localidades da Formação Estrada Nova, abordadas neste trabalho, têm como característica marcante a abundância dos espécimes, representados somente por lenho secundário, sobre os espécimes medulados. Sugerem, portanto, transporte por relativa distância, mais que os oriundos das demais Formações. Absteve-se de aqui incluir as descrições dos referidos espécimes, em geral classificados no tipo *Australoxylon*, bem como de outros, com medula, classificados no morfogênero *Damudoxylon* além das formas tordoxylóides, muito frequentes.

9 - ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS E ESTRATIGRÁFICOS - DISCUSSÃO

A partir dos estudos paleoanatômicos aqui discutidos e das observações de caráter taxionômico sobre os vários jazigos fossilíferos examinados, é possível atingir-se algumas conclusões de ordem geral relativas à paleoecologia e à distribuição estratigráfica dos lenhos fósseis, neopaleozóicos, da Bacia do Paraná.

Nesse contexto, as primeiras observações referem-se à concentração de feições que correspondem a recursos xeromórficos nos planos anatômicos dos morfogêneros da Formação Irati, e às características anatômicas ligadas à adaptação de alguns morfogêneros dessa formação e da parte superior da Formação Rio Bonito a ambientes periodicamente inundáveis (sub-aquosos).

O exame das listas de morfogêneros neopaleozóicos conhecidos na literatura e os *taxa* novos aqui propostos (Tabelas 22 e 25) permitem constatar que a Formação Irati exhibe uma diversificação de formas muito mais ampla que as demais formações sedimentares permianas da Bacia do Paraná.

Com respeito, porém, à distribuição estratigráfica geral dos morfogêneros (Tabelas 23 e 24) esperava-se uma correspondência mais estreita entre as lignitafofloras da Bacia do Paraná e de outras regiões gondvânicas. Entretanto, tal correspondência só pode ser notada, por ora, entre as assembléias lignitafoflorísticas das formações White Band e Eccá, da Bacia Karoo da África do Sul e as das formações Irati e Estrada Nova da Bacia do Paraná (Tabela 25) respectivamente. De maneira menos acentuada nota-se a devida correspondência entre as assembléias das Formações Barakar (Índia) e o Irati. A assembléia da Formação Raniganj por sua vez é comparável em parte com a da Formação Irati e em parte com a da Formação Estrada Nova.

Nota-se, contudo, o caráter preliminar deste primeiro quadro estratigráfico e comparativo já que no Brasil assim como na África e Índia (e mesmo Austrália, Argentina e Antártida),

existem claros imensos no conhecimento das lignitaflores permianas.

No que tange aos aspectos paleoecológicos e paleoambientais ligados à distribuição estratigráfica dos morfogêneros estudados, algumas observações iniciais podem ser discutidas.

O morfogênero *Vertebraria*, por exemplo, tem sua incidência claramente ligada às formações portadoras do carvão gondvânico, seja no continente africano, seja na Austrália ou Antártida. No Brasil, o morfogênero *schopfiacaulia*, do mesmo grupo complexo, só foi igualmente reconhecido, até o presente, nos argilitos com finas camadas de carvão da parte média-superior da Formação Rio Bonito. Os morfogêneros *Catarinopitys* e *Solidoxylon*, por sua vez, só foram encontrados nos arenitos da base da Formação Rio Bonito, em Santa Catarina. O morfogênero *Solidoxylon* contém caracteres do corpo secundário semelhantes aos do *Protophyllocladoxylon* KRÄUSEL (taxon este baseado em fragmento de lenho secundário). Uma espécie dessa entidade (*P. dolianitii*) foi identificada por MUSSA (1958) na Camada Barro Branco (Formação Rio Bonito) próximo a Criciúma (SC). MAHESHWARI (1972) identificou a mesma espécie em sedimentos permianos da Antártida. Portanto, é possível que os fragmentos do corpo secundário do lenho, classificados em *Protophyllocladoxylon*, ora digam respeito ao morfogênero *Solidoxylon*, ora a *Phyllocladopitys* KRÄUSEL 1956. *Solidoxylon*, contudo, parece ocorrer em posição estratigráfica mais baixa que *Phyllocladopitys*.

O morfogênero *Myelontordoxylon* ocorre com relativa frequência nas Formações Rio Bonito e Irati, não tendo ainda sido identificado, até o momento, na Formação Estrada Nova. Da mesma maneira o morfogênero *Paulistoxylon*, frequente nas Formações Rio Bonito e Irati, não foi até o presente identificado na Formação Estrada Nova. Esse morfogênero seria uma réplica austral do gênero *Cordaites* UNGER. Conjetura-se que seja possível o seu relacionamento com *Neoggerathiopsis* (BUNBURY) FEISTMANTEL, muito mais do que seria facultado admitir com respeito às medulas diafragmadas e canalosas polysolenóides. Assim, portanto, nota-se o decréscimo da frequência desse morfogênero em direção da Formação Estrada Nova, fato que concorda com a distribuição estratigráfica de RÖSLER (1975) quanto às associações taoflorísticas permia

nas do Brasil.

Um grupo de morfogêneros que também se revela potencialmente importante estratigraficamente no Gondvana brasileiro, africano ou indu, (e, possivelmente, das Malvinas) é o caracterizado pela presença de medulas canalosas. Incluem-se aí *Solenoxylon* KRÄUSEL, *Polysolenoxylon* KRÄUSEL & DOLIANITI, *Solenopitys* KRÄUSEL & DOLIANITI, *Barakaroxylon* SURANGE & MAITHY *emend.* KULKARNI, MAITHY & SURANGE e *Atlanticoxylon* nov.gen. Neste contexto situam-se ainda os morfogêneros *Solenobrasilioxylon* MUSSA e *Petalopitys* nov.gen. Assim, a Tabela 25 indica um horizonte preferencial de incidência dos relacionados morfogêneros nas Formações White Band da África do Sul, Irati (BRasil) e Barakar, da Índia.

A distribuição estratigráfica dos morfogêneros neopaleozóicos deste segmento do Gondvana (Tabela 25) mostra ausência desses taxa na Formação Raniganj. O mesmo parece ocorrer no que toca a Formação Estrada Nova e à Formação Eccä. Com relação à primeira, alguns espécimes raros, com medula polisolenóide, foram identificados a partir de espécimes rolados encontrados junto às margens do rio Feio, em Porangaba, São Paulo. A posição estratigráfica é, contudo, duvidosa, já que nos arredores também ocorrem afloramentos do Irati.

A distribuição dos demais morfogêneros tais como *Brasilestiloxylo* (uma espécie na Austrália), *Austroscleromedulloxylo* etc. é ainda mal conhecida pois foram identificados somente em regiões restritas do Gondvana.

A partir dessa análise torna-se evidente a relação entre a ocorrência estratigráfica dos morfogêneros gondvânicos, em geral, e os tipos de condições de sedimentação predominantes nas bacias durante o tempo de vida dos espécimes. Por exemplo, numerosos botânicos atualmente se detêm na investigação das influências ambientais sobre os caracteres anatômicos das plantas recentes e dos recursos que adotam em face de condições pouco comuns. Muitas dessas plantas, por exemplo, embora não xerófitas, adotam recursos xeromórficos, tanto mais relevantes quanto mais inóspitas ou inadequadas à sobrevivência são as condições ambientais.

EAMES & MC DANIELS (1947), METCALFF & CHALK (1953) entre os autores mais antigos, apontam diversos recursos xeromórficos os quais dão indicações dos tipos possíveis de ambientes nos quais viveram essas plantas. Em relação às Formações Irati e White Band, sobressai a presença do sistema esclerenquimatoso nas medulas dos espécimes. Chama a atenção as programações expressivas do sistema no sentido de balizar e estruturar compartimentos no corpo medular. Em *Kaokoxylon* aparecem ninhos globóides formando cordões ou verdadeiras colunas verticais, junto dos *loci* de protoxilema, em todo o contorno da medula que, nesse caso, é parenquimática e maciça. Pode-se subentender que aí se delineava uma verdadeira paliçada esclerenquimática para ajudar a equilibrar o conteúdo de água no parênquima medular.

Em *Paranaseptoxylon tabulatum*, *Polysolenoxylon septosum* e *Austroscleromedulloxylon geraldinii* verifica-se o aparecimento de ninhos placoidais horizontalizados, cujo comportamento mecânico denota ser idêntico ao dos diafragmas esclerenquimáticos de algumas plantas recentes com adoção de recursos xeromórficos. Explicação análoga teriam as colunas esclerenquimatosas dispersas pelo corpo medular de vários morfogêneros, notadamente *Brasilestiloxylon* e *Medullopitys*.

Além do esclerênquima, outro recurso muito comum, de tipo xeromórfico, é a formação de lacunas, cavidades e até canais, através da deposição de mucilagem. Os morfogêneros polysolenóides são praticamente caracterizados por lacunas medulares de origem mais provável mucilagínosa. É possível, em lâminas delgadas, a observação de campos em que aglomerados de células aparecem com aspecto de "tecido frouxo" (KRÄUSEL, 1928) ou esponjoso, cujas paredes celulares estão em vias de dissolução. As lacunas assim originadas serviriam ou para a aeração, em ambientes de baixa oxigenação, ou para a armazenagem de águas apropriada à fisiologia e só fornecidas mediante periodismo pluvial.

O sistema secretor que aparece notavelmente desenvolvido em numerosas formas pode, por sua vez, decorrer de efeitos traumáticos, seja pela formação de traços, seja por interferências externas ao corpo da planta. No caso em pauta, ao mesmo

tempo em que os canais aparecem, o corpo secundário do lenho é também marcado pela presença de anéis de crescimento regulares. Estes últimos indicariam periodismo sazonal, enquanto que os ca nais são relacionados à filotaxia e se dispõem quase sempre adiante dos campos de origem dos traços. Ao mesmo tempo, há mor fogêneros que denotam intensificação na formação de canais, por várias gerações sucessivas, como é o caso de *Solenobrasiliowylon*.

Além dos canais secretores relacionados com a filotaxia aparecem outros canais menores, distribuídos verticalmente no corpo da medula, desde a periferia, até o centro. Esses relacionam-se, possivelmente, com traumatismos por agentes externos ao corpo da planta. Por exemplo, a condição inóspita de águas impróprias à vida ou a falta de oxigenação, ou a variação de sa linidade etc. causariam o irrompimento de tais respostas por parte da planta. Igualmente se considera no que toca ao aparecimento de idioblastos cristalíferos e fibrilares. Sendo assim, é possível paralelizar tais averiguações com os resultados do estudo tafonômico e conceber, realmente, a interferência de águas salôbras a salinas durante o tempo de deposição do Ira ti, não só durante a fossilização, mas, também, anteriormente, du rante o tempo de vida das plantas aí dispersas.

No que toca à Formação Rio Bonito e, ainda, ao Irati, vale a pena lembrar a ocorrência de morfogêneros com planos ana tômicos típicos de adaptação a ambientes semi-inundáveis ou pan tanosos. Situa-se, nesse caso, a medula de *Schopfiacaulia*, sub dividida em compartimentos, como se esses também se destinassem à aeração ou ao armazenamento da água. Quanto aos demais morfo gêneros do complexo *Vertebraria* lembra-se a formação frequente de radículas adventícias ao longo do corpo medular (*Myelon* tordo *xylon*) de quase todos os espécimes, evento também indica tivo da necessidade de fixação da planta em substrato de menor consistência.

MUSSA, GAMA DE CARVALHO & SANTOS (1980) efetuaram um estudo das principais associações lignitafoflorísticas da For mação Irati do Estado de São Paulo em relação às litobiofácies

reconhecidas por MEZZALIRA (1972). Na ocasião discutiu-se sobre a coincidência do aparecimento de recursos xeromórficos mais acentuados nos espécimes oriundos da base da Formação Irati (banco calcário), enquanto que nos encontrados em níveis mais altos apareciam idênticos recursos, contudo, com feições mais atenuadas. Tal observação se aplica, igualmente, em relação aos níveis onde o sílex é menos frequente ou mais frequente. Segundo a presente interpretação, o ritmismo no aparecimento do sílex implicaria, devidamente, em repetidos rebaixamentos de nível das águas, oscilações e periodismo intempérico. No Estado de São Paulo, em geral, os espécimes provenientes de afloramentos mais ricos em sílex contêm recursos xeromórficos menos acentuados. A partir daí há, conseqüentemente a sugestão relativa à maior frequência de períodos chuvosos, atenuantes, seguindo-se aos períodos de rebaixamento de águas.

PERMIANO										TR		
Série Dwyka			Série Ecca			Série Beaufort			Série			
Glacial	Upper Shales	White Band	Lower	Middle	Upper	Lower	Middle	Upper	Estágio Molteno	Stormberg	ESPECIES	PROCEDÊNCIA
											<i>Damudoxylon porosum</i> (Krausel) MAHESH, 1972	Estrada Huns-Ketmanshoop, entre Ketmanshoop e Gibeon, SW-África
											<i>Damudoxylon rangei</i> (Krausel) MAHESH, 1972	Margem do rio do Peixe, Berseba: Campo de Carvão Aurus a 7 Km da estrada Huns-Ketmanshoop, África-SW
											<i>Taxopitys africana</i> KRAUSEL, 1928	Cratera Doros, Kaokoveld: sedimentos intermédios entre o Ecca e o Stormberg (Série Beaufort?)
											<i>Abietopitys perforata</i> (Gothan) KRAUSEL, 1928	Estrada Huns-Ketmanshoop, entre Ketmanshoop e Gibeon, SW-África
											<i>Medullopitys sclerotica</i> (Gothan) KRAUSEL, 1928	Estrada Huns-Ketmanshoop, entre Ketmanshoop e Gibeon, SW-África
											<i>Phyllocladopitys capense</i> KRAUSEL, 1928	1) Região do rio do Peixe, Berseba (Ketmanshoop): Gani Kobis, Karoo do Sul. 2) Goamas Amalia: região do rio Asab, SW-Africano
											<i>Phyllocladopitys martini</i> KRAUSEL, 1956	Macienthal, SW-Africano (Dwika sup.)
											<i>Kaokoxylen durum</i> KRAUSEL, 1956	Fazenda Roiberg, Distrito Welwitschia, Kaokoveld (nível abaixo do horizonte com Mesossaurídeos) SW-Africano
											<i>Kaokoxylen reuningir</i> KRAUSEL, 1956	
											<i>Megaporoxylon kaokense</i> KRAUSEL, 1956	Fazenda Roiberg, Distrito Welwitschia, Kaokoveld (nível abaixo do horizonte com Mesossaurídeos) SW-Africano
											<i>Megaporoxylon schersii</i> KRAUSEL, 1956	Macienthal (nível "White Band"), SW-Africano
											<i>Megaporoxylon zeilei</i> KRAUSEL, 1956	Amalia (nível "White Band"), SW-Africano
											<i>Solenoxylon kurzii</i> KRAUSEL, 1956	Fazenda Roiberg, Distrito Welwitschia, Kaokoveld do Sul, SW-Africano
											<i>Solenoxylon oberholzeri</i> KRAUSEL, 1956	Fazenda Roiberg, Distrito Welwitschia, Kaokoveld do Sul, SW-Africano
											<i>Solenoxylon nissi</i> KRAUSEL, 1956	Fazenda Roiberg, Distrito Welwitschia, Kaokoveld do Sul, SW-Africano
											<i>Trigonoxylon kaokense</i>	Fazenda Roiberg, Distrito Welwitschia, Kaokoveld do Sul, SW-Africano (Dwika sup., abaixo do horizonte com Mesossaurídeos)
											<i>Protophylocladoxylon natalense</i> (Warren) SHULTZ-MOTEL, 1961	Natal (Fm. Ecce Superior), Província do Cabo
											<i>Australoxylon arberi</i> (Seward) MARGUERIER, 1973	Província do Cabo, Klipgat, Murraysburg (África do Sul): parte superior da Fm. Beaufort inferior
											<i>Australoxylon natalense</i> MARGUERIER, 1973	Natal (Fm. Ecce Superior), Província do Cabo
											<i>Australoxylon teixeirae</i> MARGUERIER, 1973	Bacia Tete, Estrada Carinde-Magôe (21 Km de Carinde, Moçambique (Fm. Karoo)
											<i>Tordoxylen steinspruitense</i> KRAUSEL, 1956	Thaba-Nchu, Faz. Fourie, Steynspruit, Estado Livre de Orange, África do Sul
											<i>Vertebraria indica</i> ROYLE, 1939	Campo de carvão de Mhukuru, Tanganica
											<i>Kaokoxylen scleromum</i> KRAUSEL, 1956	Krome Sprint, Herschel, Província do Cabo (Mogopoot, Província do Cabo (Série Stormberg, Molteno ou mais alto)
											<i>Lithorhiza tanuirama</i> PANT, 1958	Karoo, África

TABELA 23
Gondwana Africano

Perm. sup.	PERMIANO			TR		ESPECIES	PROCEDÊNCIA		
	Inf.	Médio	Sup.	Inf.					
Grupo Talchir			Grupo Damuda		Panchet				
"Boulder bed"	Fm. Talchir	Fm. Karharbari	Gr. Barakar	Folh. Iron stone Fm. Notur. Fm. Barren mras	Fm. Ranigaj	Gr. Kamthi	Fm. Hingir		
								<i>Damudoxylon parenehymosum</i> (Surange & Marthy) MAHESH. 1972	Mina de carvão Kharkhari, campo de carvão Narhia, Bihar
								<i>Damudoxylon waltonii</i> MAHESH. 1966	Mina de carvão Jamuriã-W. Campo Ramiganj, Bengala P-sup.
								<i>Damudoxylon jamuriense</i> (Mahesh.) MAHESH. 1972	Mina de carvão Jamuriã-W. Campo Ramiganj-E, Bengala
								<i>Damudoxylon daintreei</i> (Chapman) MAHESH. 1972	Baron River; Carbonif. inf.-Permiano inf.
								<i>Atlanticoxylon</i> spp (?)	
								<i>Vertebraria indica</i> ROYLE 1839	Praticamente em todos os campos de ocorrência do carvão permiano do Gondvana da Índia
								<i>Taeniopitys indica</i> HOLDEN nov. comb.	Deogarh, Série Barakar
								<i>Trigonomylon ranigangense</i> MAHESH. 1972	Mina de carvão Jamuriã-W. Campo de Carvão Ramiganj, Bengala
								<i>Megaporoxyton Krauseli</i> MAHESH. 1966	Mina de carvão Jamuriã-W. Campo de Carvão Ramiganj, Bengala
								<i>Barakaroxyton jhariense</i> (Surange & Sah) KULKARNI, NAITHY & SURANGE 1972	Mina Kharkhari, 18ª frente de exploração; Campo de Carvão Jharia, Bihar
								<i>Polysolenoxylon krauseli</i> (Surange & Maithy) MAHESH. 1972	18ª frente de exploração. Campo de Carvão Jharia (Mina Kharkhari, Bihar)
								<i>Taxopitys indica</i> PRASAD	Kanhargaon, Distr. Chandrapur, Maharashtra. Kamthi beds. P-sup.
								<i>Kaokoxyton zaleskyi</i> (Sahni) MAHESH. 1972	2 milhas W de Asansol (East Indian Railway) Bengala
								<i>Prototaxoxyzon indicum</i> MEHTA 1952	
								? <i>Barakaroxyton monocanalosum</i> KULKARNI 1971	Mina Kharkhari, 18ª frente de exploração; Campo Jharia, Bihar.

TABELA 24

GONDVANA DA ÍNDIA

(1)	(2)	(3)
Fm. Ecça Sup.	Fm. Estrada Nova	Fm. Raniganj
Fm. Ecça Inf.	Fm. Irati	Fm. Barakar
Fm. "White Band"	Fm. Rio Bonito	Fm. Kaharbari
Sedimentos carbonosos		
<i>Tordoxyzylon</i> <i>Taxopitys</i> <i>Kaokoxyzylon</i> <i>Damudoxyzylon</i>	<i>Toroxyzylon</i> <i>Tordoxyzylon</i> <i>Damudoxyzylon</i> <i>Taeniopitys</i> <i>Polysolenozylon</i> (?)	<i>Damudoxyzylon</i> <i>Vertebraria</i> <i>Trigonomyelon</i> <i>Megaporoxyzylon</i> <i>Taxopitys</i> <i>Kaokoxyzylon</i> <i>Prototaxozylon</i>
<i>Damudoxyzylon</i> <i>Abietopitys</i> <i>Medullopitys</i> <i>Phyllocladopitys</i> <i>Vertebraria</i>	<i>Abietopitys</i> <i>Taeniopitys</i> <i>Taxopitys</i> <i>Solenopitys</i> <i>Antartioxyzylon</i> <i>Brasilestiloxyzylon</i> <i>Kaokoxyzylon</i> <i>Trigonomyelon</i> <i>Parataxopitys</i> <i>Polysolenozylon</i> <i>Barakaroxyzylon</i> <i>Atlantioxyzylon</i> <i>Petalopitys</i> <i>Krasuselpitys</i> <i>Solenobrasiliioxyzylon</i> <i>Paulistioxyzylon</i> <i>Paranaseptioxyzylon</i> <i>Austroscleromedulloxyzylon</i> <i>Tordoxyzylon</i> <i>Myelontordoxyzylon</i> <i>Toroxyzylon</i>	<i>Damudoxyzylon</i> <i>Vertebraria</i> <i>Taeniopitys</i> <i>Barakaroxyzylon</i> <i>Polysolenozylon</i> <i>Atlantioxyzylon</i>
<i>Solenozylon</i> <i>Kaokoxyzylon</i> <i>Damudoxyzylon</i> <i>Trigonomyelon</i> <i>Megaporoxyzylon</i>	<i>Abietopitys</i> <i>Taeniopitys</i> <i>Catarinopitys</i> <i>Damudoxyzylon</i> <i>Paulistioxyzylon</i> <i>Schopfiaaulia</i> <i>Myelontordoxyzylon</i> <i>Solidioxyzylon</i> <i>Toroxyzylon</i> <i>Protophyllocladioxyzylon</i>	
<i>Vertebraria</i> <i>Lithorhiza</i>		

OBSERVAÇÕES:

Deixa-se de acrescentar outras regiões gondvânicas devido à escassez de estudos nesse sentido. Tafofloras segundo RÖSLER (1975). C, D.

TABELA 25

Distribuição dos Morfogêneros conhecidos no Gondwana da África (1), do Brasil (2) e da Índia (3)

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, G.S. 1946 · Embryogeny and the development of the apical meristems of *Pseudotsuga*. II. Late Embryogeny American Journal of Botany 34: 73-80.
- ALLEN, G.S. 1947 · Embryogeny and the development of the apical meristems of *Pseudotsuga*. III. Development of the apical meristems. American Journal of Botany 34: 204-210.
- AMARAL, S.E. 1967 · Geologia e Petrologia da Formação Irati (Permiano) no Estado de São Paulo. Tese (Livre-Docência) Fac.Fil.Ciën.Letras, Universidade de São Paulo: 81 p.
- ARBER, E.A.N. 1901 · Notes on ROYLES's types of fossil plants from India. Geol. Mag., ser. 4, 8 (12): 546-549.
- ARBER, E.A.N. 1902 · On the CLARCKE COLLECTION OF FOSSIL PLANTS from NEW SOUTH WALES. The Quarterly Journal of the Geological Society of London (58): 1-27.
- ARBER, E.A.N. 1905 · Catalogue of the fossil plants of the Glossopteris flora in the Department of Geology, British Museum (Natural History), monograf of the Permo-Carboniferous flora of India and the southern hemisphere. London, British Mus. (Nat. History), 255 p.
- ARCHANGELSKY, S. 1960 · Estudio anatomico de dos especies del genero "*Abietopitys*" Kräusel, procedentes de la serie Nueva Lubecka, Chubut, Argentina. Act.geol. Lilloana 3: 331-338.
- ARCHANGELSKY, S. & BRETT, D.W. 1961 · Studies on Triassic fossil plants from Argentina - I. Rhexoxylon from the Ischigualasto Formation. Royal Soc. London, Philos. Trans. Ser. B, Bio. Sci., 244 (706): 1-19.
- ARNOLD, C.A. 1941 · The petrification of wood. Mineralogist 9 (9): 323-324.
- BAAS, P. 1973 · The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance BLUMEA 21 (2): 193-252.
- BAILEY, I.W. & FAULL, A.F. 1934 · The cambium and its derivative tissues. IX Structural variability in *Sequoia sempervirens* and its significance in the identification of fossil woods. Jour. Arnold Arboretum 15: 233-254.

- BAILEY, I.W. 1953 . Evolution of the tracheary tissue of land plants. Amer. J.Bot. 40: 4-8.
- BARBOSA, O. 1957 . Observação sobre *Paratoxopitys americana* (Milanez & Dolianiti). Bol.Soc.Brasil.Geol. 6 (1): 5-6.
- BARUA, P.K. & DUTTA, A.C. 1959 Leaf sclereids in the taxonomy of *Thea camellias* - II. *C. sinensis* Phytomorphology 9: 372-282.
- BEALES, F.W. 1965 . Diagenesis in pelleted limestones. Symposium on dolomitization and limestone diagenesis. Soc. Economic Paleontologist and Mineralogists. Special Publication (13): 49-70.
- BECK, C.B. 1960 . The identity of *Archaeopteris* and *Callixylon* Brittonia 12: 351-68.
- BECK, C.B. 1962 . Reconstructions of *Archaeopteris* and further consideration of its phylogenetic position. Amer.J. Bot. 49: 373-382.
- BECK, C.B. 1966 . On the origin of gymnosperms. Taxon. 15 (9): 337-338.
- BECK, C.B. 1970a . Problems of generic delimitation in Paleobotany. Proceedings North Amer. Paleonto. Conv.
- BECK, C.B. 1970b . The appearance of gymnospermus structure Biological Rev. 45: 379-400.
- BERTRAND, C.E. 1874 . Anatomic comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères. Ann.Sc.Nat. 5 (20): 5-153.
- BOUREAU, E. 1939 . Recherches anatomique et experimentales sur l'ontogenie des plantules des Pinacées et ses rapports avec la phylogenie. Ann.Sci.Nat.Bot. et Biol.Begetale. II-I (1): 1-219.
- BOUREAU, E. 1952 . Sur les problèmes posés par l'anatomie comparée de certaines plantes vasculaires paléozoïques et actueles. Palaeobotanist. 1: 99-103.
- BOUREAU, E. 1953 . Anatomic Vegetal, 3 vols.
- BROOKS, F.T. & STILES, W. 1910 . The structure of *Podocarpus spinulosus* (Smith) R.Br. Ann.Bot. 24 (94): 305-318.
- BUNBURY, C.J.F. 1861 . Notes on a collection of fossil plants from Nagpur, Central India. Geol.Soc. London Quart. J. 17: 325-354.

- BUSSE, W. 1893 . Beitr. zur Kenntniss der Morphologie und Jahresperiode der Weisstanne (*Abies alba*) Flora: 77: 113-175.
- BUURMAN, P. 1972 . Mineralization of fossil wood. Scripta Geologica 12: 1-43.
- CARLQUIST, S. 1961 . Comparative plant anatomy. Holt.Hinehart & Winston, New York.
- CARLQUIST, S. 1966 . Wood anatomy of compositae: A summary with comments on factors controlling wood evolution. ALISO 6 (2): 25-44.
- CHALK, L. 1940 . Wood anatomy and plant physiology. Chronica Botanica 6 (3): 59-60.
- CHAPMAN, F. 1904 . On a collection of Upper Palaeosoi and Mesozoic fossils from West Australia and Queensland, in the National Museum, Melbourne, Royal Soc.Victoria, Proc. 16 (1): n.p. 306-335, 3 pls.
- CHAUVEAU, G. 1903 . Un nouvel appareil sécréteur chez les Coni fères. Compt.Rend.4/mai/1903.
- CHAUVEAU, G. 1910 . Sur les tissus transitoires du corps végétatif des plantes vasculaires.Compt.Rend.
- CHAUVEAU, G. 1911 . L'appareil conducteur des plants vasculaires les phases principales de son évolution. Ann.Soc.Nat.Bot. 13: 1113-1433.
- CHAUVEAU, G. 1912 . Le type cycadéen et la phylogénue des phanerogames. Bul.Soc.Bot.France. 22/11/1932: 694-703
- CHAMBERLAIN, C.J. 1965 . Gymnosperms. Structure and Evolution. The Univers. of Chicago Press USA, 3rd ed., 484 p.
- COIMBRA, A.M. & MUSSA, D. 1979 . Primeiros resultados do estudo tafonômico sobre lignispécimes permianos da Bacia do Paraná. Resumo apresentado na Reunião dos Membros do Projeto PICG-42 sobre o Paleozóico Superior da América Latina.
- COMMITTEE ON NOMENCLATURE 1964. Multilingual Glossary of Terms Used in Wood Anatomy. International Association of Wood Anatomists, Winterhur
- DANA, J.D. - 1849 . United States exploring expedition (1838-1842) Geology 10: 756 p. C. Scherman ed., Philadelphia.
- DAEMON, R.F. & QUADROS, L.P. 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. Brazilian Geol.Congr. 24th (Brasília, 1970), Proc.: 359-412.
- DANGEARD, P.A. 1892. Recherches sur les plantules des Coni fères. Le Botaniste 3: 126-204.
- DARRAH, W.C. 1952. The material and methods of palaeobotany. Palaeobotanist 1: 145-153.

- DELEVORYAS, T. 1962 . Morphology and evolution of fossil plants
New York, 189 p.
- DICKISON, W.C. 1975. The basis of angiosperm phylogeny: Vegetative
anatomy. Ann. Missouri Bot. Gard. 62: 590-620.
- DOHMS, M.H. 1976 . Nova madeira de gimnosperma do Permiano do
Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Geociências 6 (3):
164-181.
- DOLIANITI, E. 1954 . A flora do Gondwana inferior em Santa Ca
tarina - 4. O gênero *Vertebraria* no Brasil. Depto. Nac. Pro
dução Mineral. DGM: Notas Preliminares e Estudos 81: 1-5.
- DOUBINGER & MARGUERIER, J. . 1975 . Paléoxylologie: Étude anat
omique comparée de *Scleromedulloxylon aveyronense* nov. gen.,
nov. sp. du Permien de St. Afrique. Geobios 8 (1): 25-59.
- DOYLE, M.H. & DOYLE, J. 1948 . Pith structure in conifers.
I Taxodiaceae. Royal Irish Acad. Proc. B. 52: 15-39.
- ENDLICHER, S. 1840 . Genera plantarum secundum ordines natura
les disosita. Wien.
- ENDLIGHER, S. 1847 . Synopsis Coniferarum. II. Abietineae fos
siles Sangalli; Scheitlin and Zollikofer: 383-406.
- ESAU, K. 1965 Anatomy of seed plants, New York, John Wiley
& Sons, Inc. 2nd ed., 743 p.
- FAHN, A. & ZAMSKI, E. . 1970 . The influence of pressure, wind,
wounding and growth substances on the rate of resin duct
formation in *Pinus halepensis* wood Israel. Journal of Botany
19: 429-446.
- FAHN, A. 1971 . Plant Anatomy, Pergamon Press Oxford. New
York. 2nd ed. revised, 577 p.
- FANKHAUSER, J. 1882 Die Entwicklung des Stengles und des Blattes
von *Ginkgo biloba* L. wiss. Beilage z. d. Progr. d. Stadt. Gumn.
Bern.
- FEISTMANTEL, O. . 1876 . Contributions towards the knowledge of
the fossil floras in India (Fossil plants from the Damuda
series, Raniganj coalfield) J. Asiatic Soc. Bengal. 45 (2):
329-382.
- FEISTMANTEL, O. . 1881 . The fossil flora of the Gondwana
System (Damuda-Ponchet divisions). Palaeontologia Indica
12 (3): 1- 149.
- FEISTMANTEL, O. 1886 . The fossil flora of the Gondwana system
2. The fossil flora of some of the coalfields in Western
Bengal. Memoirs of the Geolog. Survey of India 12 (4): 22.

- FLORIN, R. 1940 . Die konifere des Oberkarbons und Unteren Perms-Palacontographica. 85 B (5): 243-363.
- FLORIN, R. 1951 . Evolution in *Cordaites* and Conifers. Acta Horti Bergiani 15 (11): 285-388.
- FOARD, D.E. 1959 . Pattern and Control of sclereid formation in the leaf of *Camellia japonica*. Nature 184: 1663-1664.
- FOLK, R. & PITTMAN, 1972 Length-slow chalcedony: a new testamen for vanished evaporites. J.Sedim.Petrol. 41: 1045-1058.
- FOSTER, A. 1938 . Structure and growth of the shoot apex in *Ginkgo biloba*. Bull.Tor.Bot.Club 65: 531-556.
- FOSTER, A. 1941 . Comparative studies on the structure of the shoot apex in seed plants. Bull.Toor.Bot.Club. 68 (6): 339-350.
- FOSTER, A.S. 1955 . Structure and Ontogeny of terminal sclereids in *Boronia serrulata*. Amer.Jour.Bot. 42: 551-560.
- FULFARO, V.J. & SUGUIO, K. 1978 . Geologia da região de Fartura, São Paulo. Ann. XXVIII Congres.Bras.Geologia; 173-180.
- GALLWIZ, H. 1954 Verkalkung und verkieselung von Hölzern in der Braunkohle des Geiseltales. Wiss. Z. Univ. Halle Math. Nat. 4: 41-44.
- GILBERT, S.G. 1941 . Methods in phylogenetic investigations of wood anatomy as applied to a study of ring porosity. Chronica Botanica 6 (16): 374-375.
- GOEPPERT, H.R. 1850 . Monographie der fossilen Coniferen. Hollandische Maatsch.-Wetensch. Naturk. Verh. 6: 1-286.
- GOTHAN, W. 1905 . Anatomie lebender und fossiler Gymnospermenholzer-Abh. K. Preuss.Geol.Landesanst. (N.F.) 44: 108.
- GOULD, R.E. 1975 . A preliminary report on petrified axes of *Vertebraria* from the Permian of eastern Australia. In Gondwana Geology: Papers presented at the third Gondwana Symposisum, Canberra, Austrália, 1973, Campbell, K.S.W. ed. Australian National University Press: 109-115.
- GOULD, R.E. & DELEVORYAS, T. 1977 . The Biology of Glossopteris: Evidence from petrified seed-bearing and pollen-bearing organs. ALCHERINGA (1): 387-399. Armidale N.S.W. Australia.

- GRAHAM, R. 1933 . Preparation of paleobotanical sections by the peel method. *Stain Technol.* 8 (2): 65-68.
- GRAMBAST, L. 1952 . Sur la signification des structures généralisées chez les Coniferales et la valeur des Protopinacées en tant que groupe. Note à l'Academia des Sciences. Séance: 10/12/1952: 1533-1535.
- GRAMBAST, L. 1960a . Evolution des structures ligneuses chez les Coniferophytes. *Mém. Soc.Bot. France*, 39: 30-41.
- GRAMBAST, L. 1960b . Étude d'un *Dadoxylon* permien du Congo Belge. *Ann.Mus.Roy Congo Belga Tervuren ser. in 8. Sc.Géol.* 30: 1-9.
- GRAMBAST, L. 1960c . Remarques sur les *Dadoxylon* permo-carbonifères des territoires à flore de Gondwana. *Ann.Mus. Roy Congo Belge Tervuren, Ser. in 8, Sc. geol.* 30: 11-21.
- GRAND'EURY, C. 1877 . Mémoires sur la flore Carbonifère du département de la Loire et du centre de la France. *Mém.Ac. Sci. Inst. France* 24 (1): 634.
- GREGUSS, P. 1955 . A Phylogenetic system of the Gymnosperm in the light of the Xylotomy, In: *Identification of living Gymnosperms on the Basis of Xylotomy*. Akad.Kiadó, Budapest.
- GREGUSS, P. 1961 . Permische fossile Holzzer aus Ungarn. *Paleontographica* 109 B (5-6): 131-146.
- GREGUSS, P. 1967 . Fossil Gymnosperm Woods in Hungary from the Permian to the Pliocene-Budapest. *Akad-Kiadó* 136. P. 86 pls.
- GREGUSS, P. 1968 . Xylotomy of the living Cycads. *Akad.Kiadó*. Budapest.
- GRIMM, W.D. 1964 . Los cuarzos idiomorfos, como minerales indicadores de las facies salinas. *Notas J. Comunicaciones* 74: 157-184.
- GRIS, A.M. 1872 . Extrait d'un mémoire sur la moëlle des plantes ligneuses. *Ann.Sci.Nat.Bot.* 5 (14): 34-83.
- GUERRA, M. 1975 . Presença do gênero *Polysolenoxylon*, Formação Irati do Rio Grande do Sul, Brasil. *Actas I Congres.Argent. de Paleontol. y Biostratigr.* (1): 371-399.
- GUERRA, M. 1976a . Uma nova madeira petrificada na Formação Irati do Rio Grande do Sul. *AMEGHINIANA (Assoc.Paleontol. Argentina)* 13 (3-4): 254-267.

- GUERRA, M. 1970b . *Vertebraria* (ROYLE) SCHOPF 1965. Un Genre Présent dans la Formation Irati du Rio Grande do Sul (Brésil). Actes du 101^e Congrès National des Sociétés Savantes. Lille, 1976. Sciences (1): 51-68.
- GUERRA, M. 1977b . Comentário sobre a estrutura de *Vertebraria indica* (ROYLE) SCHOPF 1965. Assoc.Latinoamericana de Paleobotanica y Palinologia. Bol. 4: 2-7.
- GUERRA-SOMMER, M. 1977a . *Damudoxylon* (MAHESHWARI) MAHESHWARI, 1972, um gênero ocorrente no Gondwana do Brasil. Pesquisas, Porto Alegre, RS, 7: 131-144.
- GUERRA-SOMMER, M. 1978 . *Damudoxylon* (MAHESHWARI) MAHESHWARI, 1972, um gênero ocorrente no Gondwana do Brasil. Assoc. Latinoamericana de Paleobotanica y Palinologia Extra 6: 131-141.
- GUNCKEL, E.J. & WETMORE, H.R. 1946 . Studies of development in long shoots and short shoots of *Ginkgo biloba* L.I. the origin anal pattern of development of the cortex, pith and procambium. Ann.J. Bot. 33: 285-294.
- GWINE-VAUGHAM, D.T. 1914 . On a "mixed pith" in an anomalous stem of *Osmunda regalis*. Ann.Bot. 28: 251-254.
- HALLE, T.G. . 1912 . On the geological structure and history of the Falklaand Islandes. Bull.Geol.Inst.Univ. Upsala, 11: 176-181.
- HANES, C.S. 1927 . Resin canals in seedling conifers. J. Linn. Soc.Bot. 47: 613-636.
- HOLDEN, R. 1917 . On the anatomy of two palaeozoic stems from India. Ann.Bot. 31 (123-124): 315-326.
- HSÜ, J. & BOSE, M.N. 1952. On a new cordaites stem, *Cordaitea sahnii* from Central Shansi, China. Palaeobotanist 1:241-244.
- JAPIASSU, A.M-S. 1970 . Contribuição à Paleontologia da Formação Morro Pelado, Estado de Santa Catarina, Brasil: *Dadoxylon duartei* n.sp. An.Acad.Bras.Ciênc. 42 (3): 493-500.
- JEFFREY, E.C. 1897 . The morphology of the central cylinder in vascular plants. Rep.Brit.Assoc.Toronto 1897: 869-870.
- JEFFREY, E.C. 1902 . The structure and development of the stem in the pteridophyta and gymnosperms. Phil.Trans. Roy.Soc. London B. 195:119-146.
- JEFFREY, E.C. 1910 . A new araucarian genus from the Triassic. Proceed Boston Soc.Natural History 34: 325-332.
- JEFFREY, E.C. 1912, a, b, c The history, comparative anatomy and evolution of the *Araucarioxylon* type (Contribut.from the Phanerogamic Laboratoires of Harvard University nº 55-58) Proceed. of the American Academy of Arts and Sci. 48 (13): 531-571.

- JEFFREY, E.C. 1925 . Resin canals in the evolution of conifers. Proceed. National Acad. Sci. 11: 101-106.
- JOY, K.W.; WILLIS, A.J. & LACEY, W.C. 1956 . A rapid cellulose peel technique in palaeobotany. Ann.Bot. (N.S.) 20: 635-637.
- KOENIGUER, J.C. 1979 . Les bois fossiles du Bassin de Paris.
- KRAUT, H. 1933 . Die chemische Untersuchung des Ägyptischen Kieselhölzer. Abh. Bayer Akad. Wiss. Math-Natur. Wiss. Abt. N.F. 16: 16-23.
- KRAUS, G. 1870 in SHIMPER, W.Ph. . Traité de Paleontologie végétale ou la Flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel. Paris, J.B.Vaillière et Fils, 2: 381.
- KRÄUSEL, R. 1928a in KRÄUSEL, R. & RANGE, P. 1928 . Beiträge zur Kenntnis der Karroformation Deutsch-Südwest-Afrikas. Beitr. Geol. Erforsch. dtsh., Schutzgebiet. 20: 1-54.
- KRÄUSEL, R. 1928b . Paleobotanische Notizen 10, Über ein Keuperholz cordaitoidem Mark-Senckend. Leth. 10 (6).
- KRÄUSEL, R. 1939 . Ergebnisse der Forschungareisen Prof. E. STROMBR'S in den Wüsten Ägyptens. 3. Die fossilen Pflanzen Ägyptens. Abh. Bayr. Akad. Wiss., m-n Abt. (N.F.) 47.
- KRÄUSEL, R. 1949 . Kritische Untersuchungen zur Diagnostik lebender und fossiler Koniferen-Hölzer, pt. 2, in Die fossilen Koniferen-Hölzer (Unter Ausschluss von Arancayoxylon KRAUS). Palaeontographica Abt. B 89 (4-6): 83-203.
- KRÄUSEL, R. 1956a . Der, Versteinerte Wald im Kaokoveld, Südwest-Afrika. Senckenb. Leth. 37: 411-415.
- KRÄUSEL, R. 1956b . Hölzer aus dem südlichen Gebiet der Karro-Schichten Südwest-Afrikas. Senckenb. Leth. 37: 447-453.
- KRÄUSEL, R. 1956c . Lianen aus den Karro-Schichten Süd-Afrikas. Senckenb. Leth. 37 (1/2): 1-24.
- KRÄUSEL, R. & DOLIANITI, E. 1958 . Gymnospermenhölzer aus dem Paläozoikum Brasiliens. Palaeontographica. Abt. B. 104 (4-6): 115-137.
- KRÄUSEL, R.; MAITHY, P.K. & MAHESHWARI, H.K. 1961 . Gymnospermous woods with primary structures from Gondwana rocks. A Review. Palaeobotanist 10 (1-2): 97-107.
- KRÄUSEL, R. 1962 . Antarctic fossil wood, appendix in PLUMSTEAD, E.P. Fossil floras of Antarctica-Trans-Antarctic Expedition 1955 to 1958 Sci.Rept.Geol. 9: 133-140.
- KUBART, B. 1924. Einige Bemerkungen über den diagnostischen Wert des Markkörpers bei Koniferen. Hölzern. Ber. deut. bot. Ges. 42

- KULKARNI, S.; MAITHY, P.C. & SURANGE, K.R. 1971 . On *Barakaroxylon jhariense*. Palaeobotanist. 18 (3): 305-308.
- KULKARNI, S. 1971 . *Barakaroxylon monocanalosum* n.sp. from Iharia coalfield. Palaeobotanist 18 (3): 309-311.
- LANJOW, J. *et al.* 1961 . International Code of Botanical Nomenclature. Internat.Assoc.Plant Taxonomy, Utrecht: 372 p.
- LEONARDOS, O.H. 1951 . *Parataxopitys brasiliiana* MANIERO: Nova madeira da Formação Irati. Engenharia, Mineração e Metalurgia 15 (89): 231.
- LEPEKHINA, V.G. & YATSENKO-KHMELEVSKY, A.A. 1966 . Classification and nomenclature of woods of palaeozoic, pycnoxylic plants-Taxon. 15 (2): 66-70.
- LEPEKHINA, V.G. 1972 . Woods of palaeozoic pyenoxylic gymnosperms with special reference to North Eurasia representatives. Palaeontographica 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.
- LINDLEY, J. & HUTTON, W. . The fossil flora of Great Britain, or figures and descriptions of the vegetable remains found in a fossil state in this country (1: 1831; 2: 1832; 3: 1837): 218 p. James Ridgway.
- MAITHY, P.K. 1966 . Studies in the Glossopteris Flora of India-26. Glossopteridales from the Karharbari beds, Giridish Coalfield, India. Palaeobotanist 13: 248-262.
- MAITHY, P.K. 1967 . Some further observations and remarks on *Araucarioxylon daintreei* CHAPMAN. Palaeobotanist 16 (2): 145-146.
- MAHESHWARI, H.K. 1964 . Studies in the Glossopteris flora of India-24. On two new species of fossil wood from the Raniganj Stage of Raniganj Coalfield. Bengal. Palaeobotanist. 13 (2): 148-152.
- MAHESHWARI, H.K. 1966 . Studies in the Glossopteris Flora of India-28. On some fossil woods from the Raniganj Stage of the Raniganj Coalfield Bental. Palaeobotanist 15 (3): 243-257.

- MAHESHWARI, H.K. 1972 . Permian wood from Antarctica and revision of some lower Gondwana wood taxa. *Palaeontographica* B-138 (1-4): 1-43.
- MANIERO, J. 1944a . *Dadoxylon whitei* sp. Bol.Fac.Fil.Ciên. Letras, USP. *Geologia* 45 (1): 107-112.
- MANIERO, J. 1944b . *Dadoxylon whitei* sp. Inst. Adolfo Lutz (SP). *Rev.* 4, nrs. 1-2: 212-214.
- MANIERO, J. 1945 . Sobre a estrutura de *Dadoxylon derbyi* Oliveira. Bol.Fac.Fil.Ciên.Letras, USP, *Geologia* 2: 133-138.
- MANIERO, J. 1946a . Contribuição ao estudo de *Dadoxylon nummularium* WHITE. Not.Prel.Estudos, Depto.Nac.Prod. Miner. Davis. Geol. Pal., Rio de Janeiro, 35, p. 1-6, 3 pls. 1 tab.
- MANIERO, J. 1946b . Uma nova madeira fóssil do Brasil Meridional. *Rev.Inst.Adolfo Lutz* 6 (1): 65-76, São Paulo.
- MANIERO, J. 1948a . Madeira fóssil do Permiano Superior. *Mineração e Metalurgia* 13 (75): 193.
- MANIERO, J. 1948b . Madeiras fósseis da Formação Estrada Nova de Rio Claro, Estado de São Paulo. *Miner. e Metalurgia*. 12 (72): 289-292.
- MANIERO, J. 1951 . *Parataxopitys brasiliiana* gen.n.sp. n. - Madeira nova do Permiano Inferior. *An.Acad.Bras.Ciên.* 23 (1): 105-112.
- MANIERO, J. 1956 . Nova contribuição ao estudo de *Parataxopitys brasiliiana*. *Bol.Soc.Bras.Geologia* 5 (1): 97-102.
- MARGUERIER, J. 1973a . Le Genre *Australoxylon* dans la flore gondwanienne *Compt.Rend.des Societes savantes*. Toulouse, 1971, *Sci.* 5: 99-105.
- MARGUERIER, J. 1973b . *Paleoxylologie du Gondwana African. Étude et affinités du Genere Australoxylon*. *Palaeont. afr.* 16: 37-58.
- MARGUERIER, J. 1976 . *Paléoxylologié du Karoo Malgache. Étude d'un bois fossile de la Sakamena (District de Mahabo) Dadoxylon (Araucarioxylon) malaimbandense n.sp.* *Actes 97^e Congrès Nation. des Soc.Sav.Sciences* 4: 87-105.
- MARGUERIER, J. 1977a . Découverte de bois fossiles à épaississements spiralés dans la flore de la Sakamena malgache - *Paleoxilologie du Gondwana africain. Annales Soc. Géologique du Nord (France)* 97: 409.

- MARGUERIER, J. 1977b. Sur la ponctuation simple dans les champs de croisement de quelques structures paléozoïques et mesozoïques. Comptes Rendus 102^e Congrès National Soc. Sav. 1: 79-97.
- MEDEIROS, R.A. & THOMAZ FILHO, A. 1973. Fácies e ambientes deposicionais da Formação Rio Bonito. SEPES: Setor de Doc. Petrobrás.
- MEDEIROS, R.A. 1973. Estudo faciológico da Formação Rio Bonito, Bacia do Paraná. Brazilian Geol. Congr. 27th (Aracaju) 2: 135-136.
- MENDES, J.C.; FULFARO, V.J.; AMARAL, S.E. & LANDIM, P.M.B. 1966. A Formação Irati (Permiano) e fácies associadas. Bol. Soc.Bras.Geologia 15 (3): 23-43.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1950. Anatomy of the Dicotylidons 2 vs. Oxford University Press, England.
- MEZZALIRA, S. 1971. Contribuição ao conhecimento da geologia de subsuperfície e da paleontologia da Formação Irati, no Estado de São Paulo. An.Acad.Bras.Ciênc., Suplemento 43: 273-336.
- MILANEZ, F.R. & DOLIANITI, E. 1950. Novo gimnosperma do Permiano Inferior. Separata Arquivos Jardim Botânico, Rio de Janeiro 10: 117-129.
- MUSSA, D. 1958. Conífera fóssil do Carbonífero Superior de Santa Catarina. DNPM, Div.Geol.Miner., Bol. 182: 1-22.
- MUSSA, D. 1974. Paleoxiloanatomia Brasileira II - Novo gênero de lenho fóssil da Formação Irati, Estado de São Paulo. An. Acad.Bras.Ciênc. 46 (3/4): 617-634.
- MUSSA, D. 1978a. On the anatomy of wood showing affinities with the genus *Vertebraria* Royle. From the Irati Formation, State of São Paulo, Brazil. Bol. IG., Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo 9: 153-201.
- MUSSA, D. 1978b. Estruturas vasculares iniciais em lignoespécimes gondwânicos, interpretadas à luz das pesquisas ontogenéticas modernas. Bol. IG, Instituto de Geociências, USP (9): 95-104.

- MUSSA, D. 1978c . *Brasilestiloxyton* e *Solenobrasillioxyton* dois novos gêneros gondvânicos da Formação Irati, Estado de São Paulo. *Advances in Paleobotany and allied Sciences in Brazil*. Bol.Inst.Geoc. USP (9): 118-126. Ed. O. Rösler.
- MUSSA, D.; GAMA DE CARVALHO, R. & SAAD, A.R. 1978 . Medula do tipo *Artisia* na Formação Irati (Permiano) Estado de São Paulo, Brasil. Bol. IG. Instituto de Geociências, USP (9): 114-117.
- MUSSA, D. 1980 . Ocorrência do gênero *Antarticoxyton* SEWARD na Formação Irati (Permiano) do Estado de São Paulo, Brasil. *Actas II Confr.Argent. de Paleontolog. y Biostratigr. I Congres. Latinoamer. de Paleonto.* (1978) (4): 139-155.
- 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 Inst. Geociências, USP (11): 142-149.
- MUSSA, D. Estudo crítico sobre o Complexo *Vertebraria*: ocorrência de nova forma na Formação Rio Bonito, Santa Catarina, Brasil. Trabalho apresentado em Sessão Acad.Brasil.Ciências, 11/11/1981.
- MUSSA, D. Nova forma do Complexo *Vertebraria* nos argilitos carbonosos da Formação Rio Bonito, Santa Catarina, Brasil. Trabalho apresentado na 3ª Reunião de Paleobotânicos e Palinólogos 8-10 de dezembro de 1981.
- MUSSA, D. & COIMBRA, A.M. 1982 (no prelo) Lignispécimes permianos da Bacia do Paraná -Estudo taxonômico. Trabalho apresentado em Sessão Acad.Brasil.Ciências em 14/5/1982.
- NAMBOODIRI, K.K. & BECK, C.B. 1968a . A comparative study of the primary vascular system of conifers. I. Genera with helical phyllotaxia. *Am.J.Bot.* 55 (4): 447-457.
- NAMBOODIRI, K.K. & BECK, C.B. 1968b . A comparative study of the primary vascular system of conifers. II. Genera with opposite and whorled phyllotaxis. *Am.J.Bot.* 55 (4): 458-463.
- NAMBOODIRI, K.K. & BECK, C.B. 1967c . A comparative study of the primary vascular system of conifers. III. Stelar evolution in gymnosperms. *Am.J.Bot.* 55 (4): 464-472.

- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A. & MUHLMANN, H. 1969 . Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. Bol. Téc. PETROBRÁS 12 (3): 291-346.
- NOVRUZOVA, Z.A. 1968 . The water conducting system of trees and shrubs in relation to ecology Izd. AN Azerb. SSR, Baku, 230 p.
- OGURA, Y. 1968 . On the primitive types of Stelar System in the Pteridophytes. J.Ind.Bot.Soc. 42-A: 135-141.
- OGURA, Y. 1972 . Comparative anatomy of vegetative organs of the Pteridophytes. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Stuttgart 2nd ed. revis. 459 figs.
- OLDHAM, R.D. 1897 . On a plant of *Glossopteris* with part of the rhizome attached and on the structure of *Vertebraria*. Rec.India Geol. Surv. 30 (1): 45-50.
- OLIVEIRA, E.P. 1936 . *Dadoxylon derbyi* sp.nov, Brazil Serv. Geol. e Miner. Notas Prel. 1, p. pl. 1.
- PANT, D.D. 1956 . On two compressed palaeozoic axes: *Stigmara ficoides* in the gimnostrobus condition and *Vertebraria indica*. Ann. of Bot. N.S. 20 (79): 419-429.
- PANT, D.D. 1958 . Structure of some roots and spores from Lower Gondwana (Permocarboniferous) of E. Africa Vijnana Parishad Anusandhan Patrika (1): 231-234.
- PANT, D.D. & SINGH, R.S. 1968 . The structure of *Vertebraria indica* ROYLE. Palaeontology 11 (5): 643-653.
- PANT, D.D. & SINGH, R.S. 1974 . On the stem and attachment of *Glossopteris* and *Gangamopteris* leaves. Palaeontographica Abt. B. 147 (1-3): 42-73.
- PANT, D.D. 1977 . The plant of *Glossopteris*. Jour. Indian Bot. Soc. 56 (1): 1-23.
- PLUMSTEAD, E.P. 1958 . The habit of growth of *Glossopteridae*. Transact. of the Geological Soc.of South Africa 1 (61): 81-93.
- PLUMSTEAD, E.P. 1962 . Fossil floras of Antarctica- Trans. Antarctic Expedition (1955-1958), Sci.Rept. Geol. 9 (2): 154.
- PRASAD, M.N.V. & CHANDRA, S. 1978 . First Record of *Taxopitys* from the Indian Lower Gondwana. Curr. Sã 47 (10): 348.
- PUTZER, H. 1952 . Camadas de carvão mineral e seu comportamento no sul de Santa Catarina. Dep.Nacional Prod.Mineral (Div. Fomento) 91: 182.

- RAMOS, A.N. 1967 . Análise estratigráfica da Formação Rio Bonito. Bol. Téc. PETROBRÁS 10 (3-4): 357-407.
- RAU, W. 1933 . *Cedroxylon canoanense*, nova madeira fóssil do Rio Grande do Sul. Rev.Sudamer. Bot. 1 (3): 65-68.
- RAU, W. 1934 . *Dadoxylon (Araucarioxylon) butiense* n.sp. Ein Beitrag zur Entwicklung der Holzstruktur der Palaeozoischen Koniferen Rio Grande do Suls. Rev.Sudamer.Bot. 1 (6): 1-4.
- RAU, W. 1934b . *Dadoxylon (Araucarioxylon) butiense* n.sp. Ein beitrage zur Entwicklung der Holzstruktur der Palaeozoischen Koniferen Rio Grande do Suls. Revista Sudamerica de Botânica 1 (6): 169-172.
- RAU, W. 1935 . *Dadoxylon (Araucarioxylon) butiense* n.sp. Uma contribuição ao desenvolvimento da estruturas das coníferas paleozóicas do Rio Grande do Sul. Separata do Bol.Soc. Engenharia do Rio Grande do Sul (12): 1-11.
- RENAULT, B. 1879 . Structure comparée de quelques tiges de la flore carbonifère. Mus.Hist.Nat. Paris Nouv. Arch. 2: 213-348.
- REVUELTA, M^a A. 1976 . Texturas de las rocas silíceas inorgánicas en ambiente continental y significado genético. Estudios geol. 32: 371-383.
- RIBEIRO FILHO, E. & MUSSA, D. 1977 . Histological and framboi-dal textures in diagenetic pyrite from the Gondwana Coal beds, Brazil. Bol. IG. Inst.Geociências, USP, 8: 1-20.
- RIGBI, J.F. 1970 . The distribution of lower Gondwana Plants in the Paraná Basin of Brazil. Proceed. Gondwana Symposium: 575-584.
- X ROCHA-CAMPOS, A.C. 1972 . Late Paleozoic Geology of Northern Paraná Basin. Internat.Symposium on the Carboniferous and Permian Systems in South America: Excursion Guide-book.Acad. Brasil.Ci., Inst.Geociências, USP: 68 p.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. & RÖSLER, O. 1978 . Late Paleozoic faunal and floral successions in the Paraná Basin, Southeastern Brazil. Bol. IG, Inst.Geociências, USP 9: 1-16.
- RÖSLER, O. 1975 . Tafoflorulas eogondwanicas do Brasil. II - Ocorrência de Rio da Estiva (Permiano-Formação Rio Bonito, Santa Catarina). Bol. IG., Inst.Geociências, USP 6: 1-11.

- RÖSLER, O. 1978 . The Brazilian Eogondwanic Floral succession. Advances in Palaeobotany and allied sciences in Brazil. O.Röslér ed. Bol. IG., Inst.Geociências, USP 9: 85-91.
- RÖSLER, O.; ROHN, R. & ALBAMONTE, L. 1981 . *Libélula permiana* do Estado de São Paulo, Brasil (Formação Irati): *Gondvanoptilon brasiliense* gen. et sp.nov. Ann. II Congres. Latinoamer., Paleontologia, Porto Alegre, 1: 221-232.
- ROTHERT, W. 1899 . Ueber Parenchymatische tracheiden und harzgänge im Mark-Von *Cephalotaxus*-Arten. Berichte d, Deutschen Bot. Geselisch. 17: 275-290.
- ROYLE, J.F. 1833 . Illustrations of the botany and other branches of the natural history of the Hymalayan Mountains and of the flora of Cashmere. 2: 100 O. Wm. H. Allen Co., London.
- SAAD, A.R. 1977. Estratigrafia do Sub-grupo Itararé no Centro e Sul do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- SABLON, L. du 1890. Recherches sur la formation de la tige des Fougères. Ann.Sci.Nat.Bot.Sér.7(11): 1-16
- SAHNI, B. & SINGH, T.C.N. 1926 . On some specimens of *Dadoxylon arberi* (Sew.) from New South Wales, and Queensland. Indian Bot.Soc, J. 5, 3 p 103-112, 3 pls.
- SAHNI, B. 1933 . *Dadoxylon zalesskyi* a new species of Cordaitean trees from the lower Gondwanas of India. Records of the Geological Surv of India 66: 414-429.
- SCHRAGE, C. 1973 . *Barakaroxylon brasiliense* sp.nov. Madeira fóssil da Formação Irati, Rio Grande do Sul. Univers.Federal do Rio Grande do Sul. Inst.Geociências - Dissertação de Mestrado: 1-63.
- SCHOPF, J.M. 1965 . Anatomy of the axis in *Vertebraria in* "Geology and Paleontology of the Antarctic". J.B. Hadley ed. Amer.Geoph.Union, Antarctic Research series 6: 217-228.
- SCHOPF, J.M. 1970 . Petrified peat from a permian coal bed in Antarctica. Science 169: 274-277.
- SCHOPF, J.M. 1971 . Notes on plant tissue preservation and mineralization in a permian deposit of peat from Antarctica America Journ.Sci. 271: 522-543.
- SCHOPF, J.M. 1973 . The contrasting plant assemblages from Permian and Triassic deposits in Southern continents. The Permian and Triassic Systems and their mutual boundary. U.S. Geological Survey, Columbus, Ohio, USA: 379-397.

- SCHOPF, J.M. 1975 . Modes of fossil preservation. Review of Palaeobotany and Palynology 20: 27-53.
- SCOTT, D.H. 1902-1905 . On the structure of certain paleozoic stems with the *Dadoxylon* type of wood. Trans., Roy. Soc. Edinburgh. 40-2 (17): 331-365 * 1902 - impresso como separatas.
- STEINBOCK, H. 1926 . Über den anatomischen Bau des Markkörpers einiger Koniferen-Hölzer. Osterr. bot. Zeitschr. 75, (4-6): 65-84.
- SEN, J. 1955 . Structure of *Vertebraria*. Nature (175): 176.
- SEWARD, A.C. 1910 Fossil Plants. Cambridge (England) Univ. Press. Biological ser. 2: 624 p.
- SEWARD, A.C. 1914 . Antarctic fossil plantas in British Antarctic ("Terra Nova") Expedition, 1910. Natural History Report. British. Mus. (Nat. History), Geol. 1 (1): 1-49.
- SEWARD, A.C. 1917 . Fossil plants (Pteridospermatae, Cycadofilices, Cordaitales, Cycadophyta). Cambridge (England), Univ. Press, Biologic Ser. 3: 656 p.
- SEWARD, A.C. 1919 . Fossil plants (Ginkgoales, Coniferales, Gnetales). Cambridge (England) Univ. Press. Biological ser. 4: 543 p.
- SEWARD, A.C. & WALTON, J. 1923 . On a collection of fossil plants from the Falkland Islands- Geol. Soc. London, Quart. J. 79 3 (13): 313-333.
- STERLING, C. 1946 . Organization of the shoot of *Pseudotsuga taxifolia* (Lamb) Britt. I Structure of the shoot apex. Am. J. Bot. 33: 742-750.
- STERLING, C. 1947 . Sclereid Formation in the shoot of *Pseudotsuga taxifolia*. American Journal of Botany, 34: 45-52.
- ST. JOHN, R.N. 1927 . Replacement vs. impregnation in petrified wood. Econ. Geol. 22: 729-739.
- STORZ, M. 1933 . Zur petrogenesis der Kieselhölzer Agyptens Abh. Bayer Akad Wiss. Math. - Nat. wiss N.F. 16: 24-50.
- SUGUIO, K. & MUSSA, D. 1978 . Madeiras fósseis dos aluviões antigos do Rio Tietê, São Paulo. Bol. IG., Inst. Geociências, USP 9: 25-45.

- SURANGE, K.R. & SAH, S.C.D. 1956 . Studies in the Glossopteris flora of India-7. *Dadoxylon jhariense* sp.nov. from the Jharia Coalfield, Bihar. *Palaeobotanist* 5 (2): 100-103.
- SURANGE, K.R. & MAHESHWARI, H.K. 1960 . Studies in the Glossopteri Flora of India-11. Some observations on *Vertebraria* from the Lower Gondwana of India. *Palaeobotanist* 9 (1-2): 61-67.
- SURANGE, K.R. & MAITHY, P.K. 1961 . Studies in the Glossopteris Flora of India-13. *Barakaroxylon*, a new genus of petrified wood from the Lower Gondwana-sof India, *Palaeobotanist* 10 (1-2): 108-113.
- SURANGE, K.R. & MAITHT, P.K. 1962 . Studies in the Glossopteris flora of Inida-14. Two new fossil woods from the Lower Gondwanas of India. *Palaeobotanist* 11 (1-2): 96-102.
- TAKHTAJAN, A.L. 1953 . Phylogenetic principles of the system of higher plants. *Bot.Rev.* 19 (1): 1-44.
- TAKHTAJAN, A.L. 1964 . The *taxa* of the higher plants above the rank of order. *Taxon* 13 (5).
- THOMPSON, J.M. 1920 . New stelar facts and their hearing on the stelar theories for the ferns. *Trans.Roy.Soc.Edinburgh* (52): 715-735.
- UNGER, F. 1850 . *Genera et species plantarum fossilium*, Viena.
- VAN DER GRAAFF, N.A. & BAAS, P. 1974 . Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude. *BLUMEA* 22: 101-121.
- VAN TIEGHEM, M.Ph. & DOULIOT, H. 1886 . Sur la polystelie. *Ann.des Sci.Nat.Bot.* 7 (3): 275-322.
- VAN TIEGHEM, M.Ph. 1871 . Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires. *Ann. des Sc.nat.Bot.* 5 (13).
- VAN TIEGHEM, M.Ph. 1872 . Mémoire sur les canaux sécrétoires des plantes. *Am des Sci.Nat.Bot.* 5 (16): 96-201.
- VAN TIEGHEM, M.Ph. 1908. Sur les canaux à mucilage des piperées. *Ann.Sci.Nat.Bot.sér.9*(7):117-127.
- VESTAL, P.A. 1940 . Wood anatomy as an aid to classification and phylogeny. *Chronica Botanica* 6 (3): 53-54.
- VOGELLEHNER, D. 1964 . Zur Nomenklatur der fossilen Holzgattung *Dadoxylon* ENDLICHER 1847. *Taxon* 13 (7): 233-237.

- WALKER, T.R. 1962 . Reversible Nature of Chert Carbonate Replacement in Sedimentary Rocks. Geol.Soc.America Bull.(73): 237-242.
- WALKOM, A.B. 1928 . Fossil plants from the upper paleozoic rocks of New South Wales. Linnean Soc.New Wales. Proc. 53-3 (217): 254-269.
- WALTON, J. 1923 . On *Rhexoxylon* BANCROFT-a Triassic genus of plants exhibiting a liane-type of vascular organization. Royal Soc.London, Philos, Trans, B (212): 79-109.
- WALTON, J. 1925 . On some South African fossil woods. Ann. of the South African Mus. 22: 1-26.
- WALTON, J. 1928 . Method of preparing sections of fossil plants contained in Coal Balls or in other types of petrification. Nature 3076 (122): 571.
- WALTON, J. & WILSON, J.A.R. . 1932 . On the Structure of *Vertebraria*. Proc.Roy.Soc.Edinburgh 52 II (8): 200-207.
- WHITE, D. 1908 . Fossil flora of the coal measures of Brazil, pt 3. in WHITE, I.C., Final report. Rio de Janeiro, Comis. Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brazil: 337-617.
- WITHAN of LARINGTON, W. 1833 . The internal structure of fossil vegetable found in the carboniferous and oolitic deposits of Great Britain, Edinburgh.
- YATSENKO-KHMELEVSKY, A.A. 1948 . Printsipy sistematiki drevesiny. Tr.Bot. inst.An Arm. SSR. 5: 5-155.
- YATSENKO-KHMEMEVSKY, A.A. 1954 . Osnovy i metody anatomiches. Kogo issledovaniya drevesiny. M-L.
- ZEILLER, R. 1895a . Note sur la flore fossile des gisements houillers de Rio Grande do Sul (Brasil meridional). Soc.Geol. France, Bull.Ser. 3 (23). 601-629.
- ZEILLER, R. 1895b . Sur quelques empreintes végétales des gisements houillers du Brésil meridinal. Acad.Sci.Paris, Compte Rendu 121: 961-964.
- ZEILLER, R. 1896b . Sur l'attribution du genre *Vertebraria*. Compte Rednu 122: 744-747.
- ZEILLER, R. 1896a . Étude sur quelques plantes fossiles, en particulier *Vertebraria* et *Glossopteris*, des environs de Johannesburg, (Transvaal) Bull.Soc.Geol.France sér. 3.

- ZIMMERMANN, W. 1938 . Die Telomtheorie. Biologie 7: 385-391.
- ZIMMERMANN, W. 1952 . Main Results of the telome theory.
Palaeobotanist 1: 456-470.
- ZIMMERMANN, W. 1954a . Die Homologieprobleme, erläutert am
Beispiele der Stelärtheorie. Ber.Dt.Bot.Ges.67: 311-317.
- ZIMMERMANN, W. 1954b . Stelärtheorie und Telomtheorie. Rapp.
Comm. 8 Congr. Internat. Bot.Paris 5: 140-141.
- ZIMMERMANN, W. 1956 . On the phylogeny of the Stale, Bot.Mag.
Tokyo 69: 401-409.