

ESTUDO TAXONÔMICO DO GÊNERO *AUSTRALOXYLON* MARGUERIER 1973 COM A DESCRIÇÃO DE *A. CATARINENSIS* SP. NOV. PARA O PERMIANO INFERIOR, BACIA DO PARANÁ, BRASIL

SHEILA MERLOTTI & FRANCINE KURZAWÉ

Departamento de Botânica, CCB, PPGBVE, UFSC, Campus Universitário, 88.040-900, Florianópolis, Brasil.
sheila@ccb.ufsc.br; franly_k@hotmail.com

RESUMO – A revisão bibliográfica de *Australoxylon* Marguerier 1973 indica que das 24 espécies registradas para o gênero, *A. arberi*, *A. farleyense*, *A. jhariense*, *A. lafoniense*, *A. whitei*, *A. zalesskyi* e *A. ranaensis* correspondem a espécimes medulados ou que exibem características xilêmáticas distintas do morfotáxon. *Australoxylon cf. angustum* e *A. australe* são sinônimos de *A. nicoli*. *Australoxylon bengalense* e *A. allani* carecem de reposicionamento taxonômico, propondo-se para a primeira a manutenção da denominação original e, para a segunda, uma nova combinação. O inventário específico de *Australoxylon*, acrescido da espécie nova *A. catarinensis* sp. nov., do Permiano Inferior da bacia do Paraná, revela que o gênero abrange atualmente 16 espécies válidas. O estudo aponta para a necessidade de retorno à definição original de *Australoxylon* de modo a evitar que o mesmo transforme-se em um complexo taxonômico do tipo *Dadoxylon-Araucarioxylon*.

Palavras-chave: Estudo taxonômico, *Australoxylon*, *A. allani* (Kräusel) nov. comb., *A. catarinensis* sp. nov., Permiano Inferior, bacia do Paraná.

ABSTRACT – TAXONOMIC STUDY OF THE GENUS *AUSTRALOXYLON* MARGUERIER 1973 IN THE LOWER PERMIAN, PARANÁ BASIN, SC, BRAZIL. The revision of *Australoxylon* Marguerier 1973 through literature indicates that from the 24 species registered to this genus, *A. arberi*, *A. farleyense*, *A. jhariense*, *A. lafoniense*, *A. whitei*, *A. zalesskyi* and *A. ranaensis* correspond to specimens with pith or exhibit xylematic features different from this morphotaxon. *Australoxylon cf. angustum* and *A. australe* are synonyms of *A. nicoli*. *Australoxylon bengalense* and *A. allani* require taxonomic replacement, for which the maintenance of the original denomination for the first and a new combination for the second are proposed herein. The specific inventory of *Australoxylon*, including the new species *A. catarinensis* from Lower Permian of the Paraná Basin, reveals therefore that the genus currently includes 16 valid species. The present study indicates the necessity of returning to the original definition of *Australoxylon* in order to avoid its transformation into a taxonomic complex such as *Dadoxylon-Araucarioxylon*.

Key words: Taxonomic study, *Australoxylon*, *A. allani* (Kräusel) nov. comb., *A. catarinensis* sp. nov., Lower Permian, Paraná Basin.

INTRODUÇÃO

A aplicação da paleoanatomia de lenhos à taxonomia constituiu-se em difícil e exaustivo trabalho, especialmente, quando estes representam apenas frações do xilema secundário do eustelo original. Tal fato deve-se em parte à acentuada confusão sistemática, gerada a partir da segunda metade do século XIX, com o estabelecimento dos morfotaxons *Dadoxylon* Endlicher 1847 e *Araucarioxylon* Kraus 1870. Estes morfotaxons adquiriram, desde então, ampla e complexa abrangência, englobando espécimes que diferiam estruturalmente (integralmente preservados ou não), temporalmente (Carbonífero ao Terciário) e geograficamente (diferentes províncias paleogeográficas). Deve-se, também, em parte, à

variabilidade anatômica do corpo lenhoso secundário dos espécimes gondvânicos (paleozóicos), o qual, analisado isoladamente, limita as possibilidades de determinação taxonômica. Além disto, também à metodologia de estudo atualmente utilizada, que foi desenvolvida em decorrência da constatação anterior e que procede à diferenciação inter-*taxa* através da associação dos caracteres anatômicos da medula e do xilema primário aos do xilema secundário. Sendo assim, a identificação taxonômica das frações lenhosas compostas apenas por xilema secundário conduziu à elaboração de diversas tentativas de uma melhor definição e posicionamento sistemático do complexo *Dadoxylon-Araucarioxylon* (Kräusel *et al.*, 1962; Lepekhina & Yatsenko-Khemelevsky, 1966; Lepekhina, 1972 e Maheshwari, 1972) e da elucidação

de aspectos referentes à anatomia do xilema secundário dos lenhos gondvânicos (Grambast 1952, 1960). Dentre estas, destacam-se os estudos realizados por Marguerier (1973a, b,) que ao identificar em espécimes oriundos do Permiano africano arranjos característicos de pontoações radiais (misto – araucarióide e abietóide – e em grupos, às vezes limitadas por crássulas), salientou a classificação imprópria dos mesmos no morfotáxon *Dadoxylon*. Baseada na marcante diferença das pontoações radiais entre as formas austrais e boreais, aquela autora propôs para as formas gondvânicas, restritas ao xilema secundário, a designação *Australoxylon*.

Desde a criação do morfogênero *Australoxylon*, diferentes autores arrolaram as espécies pertencentes ao gênero, identificaram novas espécies e propuseram novas combinações (Prasad & Chandra, 1978, 1981; Prasad, 1982; Pant & Singh, 1987; Giraud 1991; Weaver *et al.*, 1997), cujo conjunto abrange, atualmente, 24 designações específicas. Neste contexto, o presente trabalho objetiva a delimitação dos caracteres diagnósticos de *Australoxylon*, de modo a evitar que o mesmo, à semelhança de *Dadoxylon-Araucarioxylon*, transforme-se em mais um complexo taxonômico.

ESTUDO TAXONÔMICO

A revisão bibliográfica do gênero *Australoxylon* demonstrou a existência de 24 espécies nominais para o gênero:

- A. allani* (Kräusel) Marguerier 1973
- A. cf. angustum* (Halle) Maheshwari 1972
- A. arberi* (Sahni & Singh) Marguerier 1973
- A. australe* (Arber) Marguerier 1973
- A. bainii* Weaver, McLoughlin & Drinnan 1997
- A. barakarensis* (Surange & Saxena) Marguerier 1973
- A. bengalense* (Holden) Marguerier 1973
- A. duartei* (Japiassú) Marguerier 1973
- A. farleyense* (Walkom) Marguerier 1973
- A. jhariense* (Surange & Sah) Marguerier 1973
- A. kanhargaoense* Prasad & Chandra 1978
- A. kharkhariense* (Maithy) Marguerier 1973
- A. lafoniense* (Halle) Marguerier 1973
- A. longicellularis* Prasad & Chandra 1981
- A. mondii* Weaver, McLoughlin & Drinnan 1997
- A. natalense* Marguerier 1973
- A. nicoli* (Seward, Walton) Marguerier 1973
- A. ningahense* (Maheshwari) Prasad 1982
- A. parbeliense* (Rao) Prasad 1982
- A. ranaensis* Pant & Singh 1987
- A. teixeirae* Marguerier 1973
- A. whitei* (Maniero) Marguerier 1973
- A. zalesski* (Sahni) Marguerier 1973
- A. zambesiensis* (Maithy) Pant & Singh 1987

Após o estudo destas descrições, foi constatado que algumas delas não apresentavam os critérios diagnósticos de *Australoxylon* e, portanto, não poderiam ser consideradas como pertencentes ao mesmo. Frente ao exposto, é proposto no presente trabalho a exclusão destas espécies do gênero *Australoxylon*. São elas:

***A. arberi* (Sahni & Singh) Marguerier 1973.** A espécie *Dadoxylon arberi*, descrita originalmente por Sahni & Singh (1926) e proveniente do Permiano da Austrália, compreende um fragmento composto de medula (com células secretoras?), ampla (3,0 cm de diâmetro) e cilíndrica, associada a xilema primário (endárqueo?) e xilema secundário com anéis de crescimento distintos, pontoações radiais 1-3s, de tipo misto, em grupos e limitadas por crássulas, raios lenhosos 1s numerosos, raramente 2s, com 1-20 ($m = 12$) células de altura, e campos de cruzamento com 2-10 pontoações circulares ou elípticas. Sua identificação baseou-se na estruturação do xilema secundário, comparável à de *D. arberi* Seward 1919. Entretanto, *D. arberi* Seward, referente a um fragmento substituído de estruturas primárias, é considerada aqui sinonímia de *Australoxylon nicoli* Marguerier 1973 (Seward, 1917; Walton, 1956). Deste modo, o espécime medulado descrito por Sahni & Singh (1926) não exhibe correspondência com este táxon e deve ser retirado de *Australoxylon* até que seja revisado.

***A. farleyense* (Walkom) Marguerier 1973.** A espécie *Dadoxylon farleyense*, descrita por Walkom (1928) e oriunda do Permiano da Austrália, é um fragmento medulado, cuja medula, pequena (4,5 x 7,5 mm de Ø) e de contorno octogonal, apresenta ninhos de esclerédeos dispersos e conectados vertical e horizontalmente. O xilema primário tem configuração endárquea e o xilema secundário possui anéis de crescimento distintos, pontoações radiais 1-2s, ocasionalmente 3s, aproximadamente de tipo araucarióide, raios lenhosos 1s, às vezes 2s, com 2-21 ($m = 2-3$) células de altura, campos de cruzamento com 1-7 pontoações pequenas e elípticas e pontoações tangenciais 1-2s ocasionais. Maheshwari (1972) situou-a no gênero *Kaokoxylo* Kräusel 1956 e, a este respeito, é interessante salientar que o autor, não obstante a eleição de *K. reuningi* Kräusel 1956 como espécie-tipo, o qual exhibe o mesmo padrão esclerenquimático da espécie-tipo de Kräusel (1956), *K. sclerosum*, indicou que o gênero inclui, além de cordões ou ninhos de esclerédeos verticalizados e periféricos, esclerédeos isolados e dispersos no corpo medular. Considerando-se que *K. durum* Kräusel 1956 revela ninhos esclerenquimáticos não limitados à margem da medula, tende-se a aceitar como válida a concepção de Maheshwari (*op. cit.*), o qual inclui no gênero *Kaokoxylo* a espécie *D. farleyense* Walkom 1928.

***A. jhariense* (Surange & Sah) Marguerier 1973.** Conforme a descrição original de Surange & Sah (1956), a espécie *Dadoxylon jhariense*, do Permiano da Índia, apresenta como principais características a medula grande (2,0 cm de Ø), maciça e dotada de canais secretores periféricos e células secretoras dispersas, isoladas ou em grupos, xilema primário endárqueo e xilema secundário com anéis de crescimento distintos, pontoações radiais 1-4 ($m = 2-3$)s, de tipo araucarióide, raios lenhosos 1-2s, com 1-22 ($m = 3$) células de altura, campos de cruzamento com 2-6 ($m = 3-4$) pontoações e pontoações tangenciais 1-2s. Surange & Maithy (1962), ao procederem à análise deste material-tipo e de coleção de mesma localidade, com base na presença de canais secretores periféricos e de

células secretoras na medula e no caráter maciço da mesma, propuseram a nova combinação *Barakaroxylon jhariense*. Posteriormente, Kulkarni *et al.* (1971), ao revisarem nova coleção de espécimes de mesma procedência e observarem a ocorrência de um canal central, além dos periféricos, conectado horizontalmente a estes, apresentaram acréscimos à diagnose genérica de *Barakaroxylon*, situando *Indoxylon* como sinônimo. Constatou-se, portanto, que a espécie descrita por Surange & Sah (1956) corresponde a *B. jhariense* Surange & Maithy emend. Kulkarni, Maithy & Surange 1971.

A. lafoniense (Halle) Marguerier 1973. A espécie *Dadoxylon lafoniense*, descrita por Halle (1912) e oriunda do Permiano das Ilhas Malvinas, contém medula maciça, grande (1,0 cm de Ø) e com canais periféricos (secretores?), xilema primário endárqueo e xilema secundário com anéis de crescimento distintos, pontoações radiais 1-2s, de tipo misto, e raios lenhosos 1s, muito baixos, com 1-9 (m = 1-6) células de altura; não há referências na descrição sobre a organização das pontoações dos campos de cruzamento. A espécie foi, inicialmente, situada no gênero *Polysolenoxylon* Kräusel & Dolianiti 1958 por Maheshwari (1972) com base na análise de um exemplar do Permiano norte-americano considerado similar à *D. lafoniense*, sobretudo pela ocorrência de pequenos canais secretores dispersos na medula, pelo xilema primário endárqueo, pelas pontoações radiais 1-2s e pelos raios lenhosos baixos, com poucas células de altura. Posteriormente, Guerra (1976) indicou sua inclusão, por Schrage (1973), em *Barakaroxylon* Surange & Maithy emend. Kulkarni, Maithy & Surange 1971 devido a presença de canais secretores periféricos no corpo medular. Mussa (1986), entretanto, considerando a associação de medula maciça e dotada de sistema de canais secretores perimedulares à xilema primário de configuração mesárquea-tradicional, caráter marcante do gênero *Solenopitys* Kräusel & Dolianiti 1958, propôs a nova combinação *Solenopitys lafoniensis* (Halle), aqui reiterada.

A. whitei (Maniero) Marguerier 1973. A espécie descrita por Maniero (1944), originária do Permiano do Brasil, foi situada por Kräusel & Dolianiti (1958) no gênero *Polysolenoxylon* devido a presença de medula (1,3 cm de Ø) lacunosa e portanto, além de canais secretores periféricos, canais secretores dispersos no interior do corpo medular. Dentre as demais características, a espécie apresenta xilema primário endárqueo e xilema secundário com anéis de crescimento distintos, pontoações radiais 1-3s, de tipo araucarióide, raios lenhosos 1s, com 1-14 (m = 1-4) células de altura, e campos de cruzamento com muitas pontoações. Tendo em vista a sinonímia deste gênero com *Barakaroxylon*, proposta por Lepekhina (1972), e as emendas ao gênero *Polysolenoxylon* efetuadas por Maheshwari (1972), que conferiram grande amplitude ao mesmo, e por Guerra (1975), que incluiu a presença, na medula, de um grande canal central além dos periféricos, Mussa (1986) propôs o retorno à diagnose original de Kräusel & Dolianiti (*op. cit.*) como forma de simplificação do gênero *Polysolenoxylon*, revalidando, assim, a espécie *Polysolenoxylon whitei* (Maniero) Kräusel & Dolianiti 1958.

A. zalesskyi (Sahni) Marguerier 1973. A espécie *Dadoxylon zalesskyi*, descrita por Sahni (1933) e proveniente do Permiano da Índia, caracteriza-se pela pequena medula

(7,0 – 8,0 mm de Ø), maciça e heterocelular, com a presença de esclereídeos dispersos, isolados ou em grupos e de paredes pontoadas, xilema primário endárqueo e xilema secundário com anéis de crescimento marcados, pontoações radiais 1-5s, de tipo misto, raios lenhosos 1s, com 3-10 (m = 3-5) células de altura, e campos de cruzamento com 1-5 pontoações ovais a circulares. Com base na estruturação do sistema esclerenquimático, Maheshwari (1961 in Kräusel *et al.*, 1962) incluiu-a no gênero *Kaokoxylon* Kräusel 1956. Mais tarde, através do exame de novas seções do espécime descrito por Sahni (1933) e de seções de outros espécimes referidos, então, provisoriamente, como *D. zalesskyi*, Maheshwari (1967) apresentou acréscimos à diagnose, incluindo dentre as características específicas a ocorrência, ocasional, de raios lenhosos 2s, com 1-18 (m = 6) células de altura, e o predomínio de pontoações radiais de tipo araucarióide. De acordo com a revisão efetuada, portanto, o espécime corresponde a *Kaokoxylon zalesskyi* (Sahni 1933) Maheshwari 1967.

A. ranaensis Pant & Singh 1987. A espécie, correspondente a um fragmento de xilema secundário e proveniente do Permiano da Índia, possui anéis de crescimento distintos, pontoações radiais 1-3s, de tipo misto e em grupos de 2-3, crássulas, traqueídeos do lenho final com espessamentos terciários, raios lenhosos 1s a parcialmente 2s, com 1-33 (m = 1-14) células de altura, e campos de cruzamento com 18 pontoações contíguas e poligonais ou não contíguas, ovais elípticas a ovais alongadas. Não obstante as similaridades anatômicas com *Australoxylon*, especialmente em relação ao arranjo das pontoações dos traqueídeos, limitadas por crássulas, e a conformação dos raios lenhosos, a presença de espessamentos terciários impede a vinculação da espécie com este morfogênero. A este respeito, os próprios autores salientaram que tal caráter, de diferenciação genérica, sugeriria sua inclusão em novo gênero, o qual não foi estabelecido devido ao precário estado de preservação do exemplar.

RESULTADOS TAXONÔMICOS

Relação das espécies válidas pertencentes a *Australoxylon* e as respectivas sinonímias

Australoxylon bainii Weaver, McLoughlin & Drinann 1997

Australoxylon bainii Weaver, McLoughlin & Drinann, 1997: 658-661, figs. 3, 8A-D, G, 9.

Australoxylon barakarensis
(Surange & Saxena) Marguerier 1973

Dadoxylon barakarensis Surange & Saxena, 1959: 1-3, pl. 1, text-figs. 1-6.

Araucarioxylon barakarensis (Surange & Saxena) Maheshwari, 1972:8.

Zalesskioxylon barakarensis (Surange & Saxena) Lepekhina, 1972:66.

Australoxylon barakarensis (Surange & Saxena) Marguerier, 1973:tab.1.

Australoxylon bengalense (Holden) Marguerier 1973

Dadoxylon bengalense Holden, 1917:320-322, pl. 20, figs. 19-22.

Araucarioxylon bengalense (Holden) Maheshwari, 1972:8, pl. 1, figs. 1-5; pl. 2, fig. 1; text-fig. 7.

Australoxylon bengalense (Holden) Marguerier, 1973: tab.1.

Discussão. A espécie *Dadoxylon bengalense*, descrita por Holden (1917) e procedente do Permiano da Índia, consiste de um fragmento de xilema secundário que exhibe anéis de crescimento distintos, pontoações radiais 1-4s reunidas em grupos de 2-4, raios lenhosos 1s, com 1-20 (m = 6-7) células de altura, e campos de cruzamento com 2-7 pequenas pontoações. Maheshwari (1972), ao apresentar emendas à diagnose de *Araucarioxylon* Kraus 1870, incluiu-a neste morfotáxon sob a denominação de *Araucarioxylon bengalense* Holden. Marguerier (1973a), com base em seus caracteres anatômicos, vinculou-a à *Australoxylon*, propondo a nova combinação *Australoxylon bengalense* (Holden). Posteriormente, Pant & Singh (1987) transferiram-na para o gênero *Paracatervoxylon* considerando as diferenças existentes entre as formas vinculadas a *Australoxylon* e *Dadoxylon bengalense*, quais sejam: pontoações radiais de 3 tipos (araucarióide, abietóide, agrupadas) e limitadas por crássulas em *Australoxylon versus* pequenas pontoações agrupadas, ocupando áreas maiores dos traqueídeos, e ausência de crássulas em *D. bengalense*. Entretanto, constata-se que a transferência da espécie por Pant & Singh (*op. cit.*) é inconsistente, uma vez que a descrição efetuada por Holden (1917) corresponde à de *Australoxylon*. Adicionalmente, a espécie-tipo deste morfotáxon, *Australoxylon teixeirae*, não apresenta crássulas, cuja ocorrência no gênero, conforme a diagnose original, é ocasional (*"Ponctuations radiales et groupes de ponctuations limités dans certains cas par de crassules."* Marguerier, 1973a:43). Deste modo, propõe-se aqui a manutenção da denominação *Australoxylon bengalense* (Holden) Marguerier 1973.

Australoxylon duartei (Japiassú) Marguerier 1973

Dadoxylon duartei Japiassú, 1970:494-497, ests. 1-3, fig-text. 1-4.

Australoxylon duartei (Japiassú) Marguerier, 1973: tab. 1.

Australoxylon kanhargaoense Prasad & Chandra 1978

Australoxylon kanhargaoense Prasad & Chandra, 1978:597, text-figs. 1-3.

Australoxylon kharkhariense (Maithy) Marguerier 1973

Dadoxylon kharkhariense Maithy, 1965:92, pl. 1, figs.5-8; text-figs. 3-4.

Araucarioxylon kharkhariense (Maithy) Maheshwari, 1972:9.

Australoxylon kharkhariense (Maithy) Marguerier, 1973:tab.1.

Australoxylon longicellularis Prasad & Chandra 1981

Australoxylon longicellularis Prasad & Chandra, 1981:1-4, pl. 1, figs.3-7; text-figs. 1, E-H; tab. A.

Australoxylon mondii Weaver, McLoughlin & Drinnan 1997

Australoxylon mondii Weaver, McLoughlin & Drinnan, 1997:661, figs. 4-7; 8 E,F, H-O; 10-12.

Australoxylon natalense Marguerier 1973

Australoxylon natalense Marguerier, 1973:43-47, pl. 1, fig. 4; pl. 2, figs. 2-3; pl. 3, fig. 3; pl. 4, figs. 1-2; pl. 5, fig. 4; pl. 6, figs. 1-2, 4-5; figs-texte 5-7.

Australoxylon nicoli (Seward, Walton) Marguerier 1973

Dadoxylon australe Arber, 1905:191, text-figs. 40-43.

Dadoxylon cf. angustum (Felix) Halle, 1912:180-181, pl. 4, figs. 8-9.

Dadoxylon nicoli Seward, 1917:255-256.

Dadoxylon arberi Seward, 1919:177-178.

Dadoxylon nicoli (Seward) Walton, 1956:165, tabs. 1-2.

Araucarioxylon arberi (Seward) Maheshwari, 1972:5.

Australoxylon nicoli (Seward, Walton) Marguerier, 1973:tab.1.

Discussão. A espécie *Dadoxylon cf. angustum* (Felix), descrita por Halle (1912) e proveniente do Permiano das Ilhas Malvinas, é um fragmento de xilema secundário que apresenta anéis de crescimento distintos, pontoações radiais 2-3s, de tipo araucarióide, raios lenhosos 1s, ocasionalmente 2s, com 1-25 células de altura, e campos de cruzamento com 2-5 pequenas pontoações. Lepekhina (1972) incluiu-a no gênero *Zalesskioxylon* Lepekhina & Yatsenko-Khemelevsky 1966 sob o epíteto específico *Z. hallei* (Halle) Lepekhina, baseando-se no fato de que a descrição original de Felix (1894 *in* Halle 1912), relativa a um espécime do Permiano australiano, é incompleta, não ilustrada e distinta daquela de Halle (*op. cit.*) pelo menor número de pontoações radiais (1-2s), pelos raios lenhosos caracteristicamente estreitos e pelos campos de cruzamento com menor número de pontoações. Porém, ambas as descrições indicam pontoações com arranjo araucarióide e raios lenhosos muito estreitos (*"A characteristic feature is, that the cells of the medullary rays are very narrow ..."* Halle (*op. cit.*), p. 180), evidenciando a inadequação da segregação de *D. cf. angustum* no gênero *Zalesskioxylon*. Maheshwari (1972) situou-a como sinonímia de *Araucarioxylon arberi* (Seward 1919) argumentando a impossibilidade de utilização da combinação *Araucarioxylon nicoli* (= *Dadoxylon nicoli*) por tratar-se de *nomen nudum*. Salienta-se que *Dadoxylon nicoli* Seward 1917 foi nomeada dois anos mais tarde como *Dadoxylon arberi* pelo mesmo autor (Seward 1919) e recebeu, posteriormente, conforme a prioridade, a designação original *D. nicoli* (Walton 1956). Marguerier (1973a), mediante os caracteres anatômicos exibidos por esta, propôs a combinação *Australoxylon nicoli* (Seward, Walton), a qual corresponde, portanto, a espécie indicada por Maheshwari (1972). Neste contexto, opta-se, por ora, considerar *D. cf.*

angustum como sinonímia de *Australoxylon nicoli*. Entretanto, a ausência de maior detalhamento em sua diagnose original (Halle, 1912) e de plena convergência anatômica com o último gênero citado aponta para a necessidade de sua futura revisão taxonômica visando confirmar, ou não, tal posicionamento sistemático.

A espécie *Dadoxylon australe*, descrita por Arber (1905) e oriunda do Permiano australiano, compreende um fragmento de xilema secundário com anéis de crescimento bem marcados, pontoações uni a multisseriadas, raios lenhosos 1s numerosos, raramente 2s, com 6-12 ou mais células de altura, e campos de cruzamento com 2-6 pontoações. Seward (1917), ao revisá-la, renomeou-a de *Dadoxylon nicoli*. Considerando-se a discussão acima apresentada, referente a esta designação específica, a espécie descrita por Arber (1905) constituiu-se, portanto, em sinonímia de *Australoxylon nicoli* (Seward, Walton) Marguerier 1973.

Conforme constatado na bibliografia, ressalta-se, ainda, a confusão taxonômica gerada em torno das designações específicas *Dadoxylon nicoli* Seward 1917 e *Dadoxylon arberi* Seward 1919. Esta última foi erroneamente identificada por Walton (1925) no Permiano africano e por Sahni & Singh (1926) no Permiano da Austrália, uma vez que os espécimes correspondentes são dotados de medula e xilema primário. *Dadoxylon nicoli* Seward 1917 foi corretamente registrada por Silva *et al.* (1967) no Permiano africano, incluindo, porém, entre as sinonímias, as citações de Walton (1925) e Sahni & Singh (1926).

Australoxylon ningahense (Maheshwari) Prasad 1982

Dadoxylon ningahense Maheshwari, 1964:149-151, pl. 2, figs. 7-12; text-figs. 1-3.

Australoxylon ningahense (Maheshwari) Prasad, 1982:142.

Australoxylon parbeliense (Rao) Prasad 1982

Dadoxylon parbeliense Rao, 1935:177-178, pl. 12, figs. 1-7; pl. 13, figs. 1-8; text-fig. 1; tab 1.

Araucarioxylon parbeliense (Rao) Maheshwari, 1972:8.

Australoxylon parbeliense (Rao) Prasad, 1982:141.

Australoxylon teixeirae Marguerier 1973

Australoxylon teixeirae Marguerier, 1973:39-42, pl. 1, figs. 1-3, 5; pl. 2, figs. 1, 4; pl. 3, figs. 1-2, 4; pl. 4, figs. 3-5; pl. 5, figs. 1-3; figs-texte 2-4.

Australoxylon zambesiensis (Maithy) Pant & Singh 1987

Zalesskioxylon zambesiensis Maithy, 1977 :24-26, pl. 1, text-fig. 1; tabs.1-2.

Australoxylon zambesiensis (Maithy) Pant & Singh, 1987 :tab. 9.

Australoxylon allani (Kräusel) nov. comb.

Dadoxylon allani Kräusel, 1962:138-139, pl. 27, figs. 1-6; pl. 28, figs. 2-4.

Araucarioxylon allani (Kräusel) Maheshwari, 1972:23-24, pl. 3, figs. 1-3; pl. 4, figs. 1-5; text-fig. 9.

Discussão. Maheshwari (1972) propôs para a espécie *Dadoxylon allani*, descrita por Kräusel (1962) e originária do Permiano da Antártica, a nova combinação *Araucarioxylon allani*. Porém, conforme a descrição específica original, esta apresenta características correspondentes àquelas de *Australoxylon*, como anéis de crescimento distintos, pontoações radiais 1-2s, raramente 3s, isoladas ou em pequenos grupos, raios lenhosos principalmente unisseriados, com 1-12 ($m = 2-5$) células de altura, e campos de cruzamento com 1-8 ($m = 3-6$) pontoações. Apesar de que Giraud (1991) lista *A. allani* (Kräusel) Marguerier 1973 entre as espécies de *Australoxylon*, Marguerier (1973a,b) não propôs tal combinação. A autora apenas incluiu a espécie *D. allani* Kräusel 1962 em um grupo relacionado a *Australoxylon* e caracterizado pelo predomínio de pontoações radiais araucarióides. Sendo assim, propõe-se aqui a nova combinação *A. allani* (Kräusel 1962) para a mesma.

Australoxylon catarinensis sp. nov.

(Figura 1 A, L)

Holótipo. Pb 088/UFSC, Departamento de Botânica, Laboratório de Paleobotânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.

Parátipos. Pb 087, Pb 090 / UFSC.

Localidade-tipo. Chapadão Serra da Boa Vista (27°41'21"S, 49°10'18" W), 6,4 km da rodovia BR-282, limite dos Municípios de Alfredo Wagner e Rancho Queimado, SC, Brasil.

Estratigrafia. Membro Siderópolis, Formação Rio Bonito, Grupo Guatá, Supergrupo Tubarão, Permiano Inferior, Bacia do Paraná.

Diagnose. Lenho secundário com anéis de crescimento distintos; lenho inicial amplo, com 1,5 a 7,5 mm de largura (29 a mais de 100 traqueídeos) e células com contorno oval (diâmetro radial médio = 46,5 μm ; diâmetro tangencial médio = 48,0 μm) nas seções transversais; lenho final reduzido, com 0,02 a 0,08 mm de largura (3 a 7 traqueídeos) e células comprimidas radialmente, com contorno retangular (diâmetro radial médio = 30,0 μm ; diâmetro tangencial médio = 40,0 μm) nas seções transversais. Pontoações radiais areoladas de tipo misto, unisseriadas a trisseriadas ($m = 2s$, contíguas, alternas); unisseriadas esparsas e circulares a contíguas e levemente achatadas; bisseriadas contíguas, arredondadas a poligonais e alternas a opostas; trisseriadas contíguas, poligonais e alternas. Raios lenhosos homogêneos, unisseriados, com 2 a 20 ($m = 6-7$) estratos celulares. Campos de cruzamento com 2 a 6 ($m = 2-3$) pontoações areoladas pequenas, circulares (diâmetro médio = 9,5 μm) a ovais (diâmetro maior médio = 12,0 μm ; diâmetro menor médio = 9,0 μm) com aberturas elípticas.

Diagnosis. Secondary wood with distinct growth rings; wide (1.5 to 7.5 mm) early wood rings (29 up to 100 tracheids)

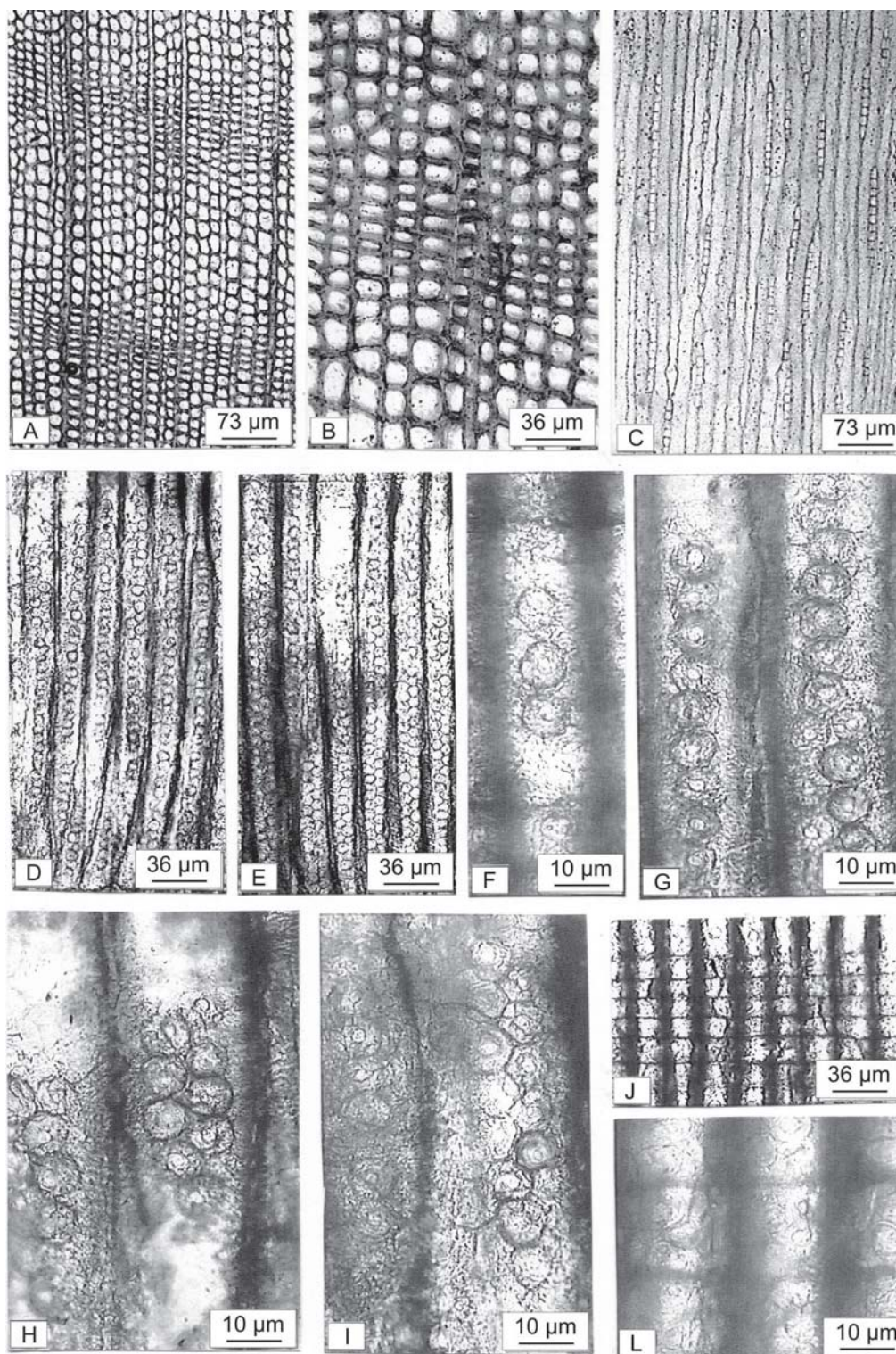


Figura 1. *Australoxylon catarinensis* sp. nov., Pb 008/UFSC: **A**, xilema secundário, em seção transversal, mostrando anéis de crescimento distintos; **B**, detalhe da figura anterior destacando um anel de crescimento; **C**, seção longitudinal evidenciando os raios lenhosos unisseriados; **D-E**, pontoações radiais areoladas unisseriadas e bisseriadas; **F**, pontoações radiais areoladas unisseriadas, esparsas, circulares; **G**, pontoações radiais areoladas unisseriadas contíguas, levemente achatadas, e bisseriadas contíguas, arredondadas a poligonais, alternas; **H**, pontoações radiais areoladas bisseriadas contíguas, arredondadas a poligonais, alternas; **I**, pontoações radiais areoladas trisseriadas contíguas, poligonais, alternas; **J**, campos de cruzamento mostrando as pontoações areoladas; **L**, detalhe da figura anterior mostrando as pontoações areoladas, pequenas, circulares a ovais.

Figure 1. *Australoxylon catarinensis* sp. nov., Pb 008/UFSC: **A**, secondary xylem in cross-section showing distinct growth rings; **B**, part of previous figure showing a growth ring; **C**, longitudinal section showing uniseriate xylem rays; **D-E**, uniseriate and biseriate radial bordered pits; **F**, uniseriate, sparse and circular radial bordered pits; **G**, uniseriate, contiguous, slightly flattened radial bordered pits and biseriate, contiguous, rounded to polygonal and alternate radial bordered pits; **H**, biseriate, contiguous, rounded to polygonal and alternate radial bordered pits; **I**, triseriate, contiguous, polygonal and alternate radial bordered pits; **J**, cross-fields showing bordered pits; **L**, detail of previous figure showing small and circular to oval bordered pits.

and oval cells (average radial diameter = 46.5 μm ; average tangential diameter = 48.0 μm) in cross-sections; narrow (0.02 to 0.08 mm) late wood wood rings (3 to 7 tracheids) and cells radially compressed, with rectangular outline (average radial diameter = 30.0 μm ; average tangential diameter = 40.0 μm) in cross-sections. Radial bordered pits

of mixed type, uniseriate to triseriate (averaging at 2s, contiguous, alternate); uniseriate pits sparse and circular to contiguous and slightly flattened; biseriate pits contiguous rounded to polygonal and alternate to opposite; triseriate pits contiguous, polygonal and alternate. Xylem rays homogeneous, uniseriate, 2-20 (averaging at 6-7) cells

Tabela 1. Caracteres anatômicos das espécies de *Australoxylon*.
Table 1. Anatomical features from the species of *Australoxylon*.

Espécies	Pontoações radiais/ crássulas	Pontoações tangenciais	Raios lenhosos	Campos de cruzamento	Horizonte/ Localidade/ Cronoestratigrafia
<i>A. bainii</i>	1-4s (m=2-4), tipo misto, em grupos, crássulas	ausentes	1s, 30-91 céls. de altura	2-7 circulares, contíguas	Camadas de carvão Bainmedart, Beaver Lake, Antártica, Permiano Superior
<i>A. barakareense</i>	1-3s (m=2), tipo misto	1s	1s (localmente 2s), 1-22 (m=13) céls. de altura	2-5 (m=2-4) araucarióides	Formação Barakar, Bihar, Índia, Permiano Inferior
<i>A. bengalense</i>	1-4s, tipo misto grupos de 2-5 (m=20)	ausentes	1s, 1-20 (m=6-7) céls. de altura	2-7 pequenas	Formação Barakar, Bengal, Índia, Permiano Inferior
<i>A. duartei</i>	1-3s, tipo misto, em grupos	ausentes	1s (raramente 2s), 2-20 (m=6) céls. de altura	4-6 (m=6) circulares	Formação Rio do Rasto, Santa Catarina, Brasil, Permiano Superior
<i>A. kanhargaoense</i>	1-3s, tipo misto, grupos de 2-4	1-3s	1-2s, 1-30 (m=9-10) céls de altura	1-7 (m=4) circulares a ovais	Formação Kamthi, Maharashtra, India, Permiano Superior
<i>A. kharkhariense</i>	1-3s, tipo misto, grupos de 2-3	1s	1-2s (m=1s), 1-29 (m=5) céls. de altura	2-7 elípticas, contíguas	Formação Barakar, Bihar, Índia, Permiano Inferior
<i>A. longicellularis</i>	1-3s (m=2), tipo misto, grupos de 2-4	1-2s	1-2s (raramente 3s), 1-64 (m=6-7) céls.	3-4 (m=7) circulares	Formação Kamthi, Maharashtra, India, Permiano Superior
<i>A. mondii</i>	1-4s, tipo misto, grupos de 2-5, crássulas	1-3s	1s (localmente 2s), 1-23 céls. altura, cavidades interconectadas entre as céls. dos raios	3-10 circulares, contíguas	Camadas de carvão Bainmedart, Beaver Lake, Antártica, Permiano Superior
<i>A. natalense</i>	1-4s (m=1-3)s, tipo misto, grupos de 2-5, crássulas	ausentes	1s (localmente 2s), 1-40 (m=2-15) céls. de altura	1-7 (m=3-4) araucarióides	Formação Ecca, Natal, África, Permiano Inferior
<i>A. nicoli</i>	1-n s (m=1-2), tipo misto	ausentes	1s (raramente 2s), 6-n (m=6-12) céls. de altura	2-6 oblíquas	Série New Castle, New South Wales, Austrália, Permiano
<i>A. ningahense</i>	1-4s, tipo misto	1-2s	1s (raramente 2s), 1-11 (m=2-3) céls. de altura	1-6 circulares a ovais	Formação Raniganj, Bengal, Índia, Permiano Superior
<i>A. parbeliense</i>	1-5s, tipo misto	ausentes	1s (raramente 2s), 1-24 (m=2-3) céls. de altura	1-9 ovais	Formação Raniganj, Bengal, Índia, Permiano Superior
<i>A. teixeirae</i>	1-3s, tipo misto, grupos de 2-5	ocasionais	1s (localmente 2s), 1-60 (m = 2-16) céls. de altura	1-10 (m=4-6) araucarióides	Formação Karroo, Moçambique, África, Permiano Inferior
<i>A. zambesiensis</i>	1-4s (m=2-3), tipo misto, grupos de 2-6	1-2s, grupos de 2-3	1-2s, 1-24 (m=5-6) céls. de altura	2-4 (m=5-6) circulares a ovais	Carvão Chipanga, Moçambique, África, Permiano
<i>A. allani nov. comb.</i>	1-3s (m=1-2), abietóide, em grupos	ausentes	1s (localmente 2s), 1-12 (m=2-5) céls. de altura	1-6 (raramente 8) circulares a ovais	Camadas de carvão, Allan Nunatak, Geleira Mackay, Antártica, Permiano
<i>A. catarinensis sp. nov.</i>	1-3s, tipo misto	ausentes	1s, 3-20 (m=6-7) céls. de altura	2-6 (m=2-3) circulares a ovais	Formação Rio Bonito, Santa Catarina, Brasil, Permiano Inferior

high. Cross-fields showing 2-6 (usually 2-3) bordered pits, small, rounded (9,5 μm diameter) to oval (12,0 μm greater diameter; 9,0 μm smaller diameter) with elliptical pores.

Descrição e discussão. A espécie é representada por um fragmento silicificado de lenho, cilíndrico, com 15,0 cm de comprimento e 8,0 x 10,0 cm de diâmetro. Exibe superfície externa irregular e angulosa e anéis de crescimento macroscopicamente imperceptíveis nas seções transversais. Anatomicamente caracteriza-se pelo xilema secundário de tipo misto, com pontuações radiais areoladas unisseriadas a trisseriadas, com predomínio das bisseriadas contíguas e alternas, raios lenhosos unisseriados e, em média, baixos e por campos de cruzamento, em geral, com um reduzido número de pequenas pontuações areoladas circulares a ovais.

Dentre as espécies assinaladas para o gênero, *A. barakarensis* (Surange & Saxena) Marguerier 1973 é a que mais se assemelha a aqui descrita. Nela também se observa o xilema secundário de configuração mista, com igual número de séries e predomínio de pontuações radiais bisseriadas, não dispostas em grupos, e campos de cruzamento com pequeno número de pontuações. Entretanto, esta se distingue pela presença de parênquima axial disperso no lenho, de pontuações tangenciais e de raios lenhosos ocasionalmente bisseriados e, em média, mais altos, indicando uma divergência taxonômica entre ambas. As demais espécies diferem da nova entidade taxonômica especialmente pelo agrupamento das pontuações radiais e pela bisseriação, ocasional, dos raios lenhosos, caracteres representados em 10 (62,5 %) das 16 espécies do gênero. É interessante salientar a reduzida representatividade das crássulas, ocorrentes em apenas 3 espécies (18,7 %). Weaver *et al.* (1997) sugerem que a presença não só deste caráter, como também de pontuações tangenciais, é determinada pela preservação e preparação do material, constituindo-se, provavelmente, em meio pouco seguro para a separação de espécies. O epíteto específico refere-se a procedência do lenho. *A. catarinensis* sp. nov. é comparada com outras espécies do gênero na Tabela 1.

CONCLUSÕES

O estudo taxonômico efetuado indica que das 24 espécies de *Australoxylon* descritas na literatura sete não se constituem em espécies válidas por apresentarem características distintas daquelas indicadas na diagnose original (Marguerier 1973 a,b), duas são sinonímias de uma espécie válida, *A. nicoli*, e duas devem ser reposicionadas taxonomicamente. Deste modo, a determinação de *A. catarinensis* sp. nov. revela que o gênero inclui, até o momento, 16 espécies.

Reitera-se a proposta de Marguerier (1973a,b) de classificação dos espécimes gondvânicos, restritos ao xilema secundário e com pontuações radiais características, de tipo misto e em grupos, no gênero *Australoxylon*.

O problemático posicionamento taxonômico do complexo *Dadoxylon-Araucarioxylon* indica a necessidade de ex-

tensiva revisão do mesmo, a qual permitirá, possivelmente, a transferência de algumas espécies de ambos os gêneros, destituídas de medula e provenientes do Gondwana, para o morfogênero *Australoxylon*.

REFERÊNCIAS

- Arber, E.A.N. 1905. *Catalogue of the fossil plants of the Glossopteris flora in the Department of Geology, British Museum (Natural History), Monograph of the Permo-Carboniferous flora of India and the Southern Hemisphere*. London, British Museum (Natural History), 255 p.
- Giraud, B. 1991. Les espèces du genre *Dadoxylon* depuis 1962: leur répartition et leur évolution du Permien à la fin du Mésozoïque. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **67**:13-39.
- Grambast, L. 1952. Sur la signification des structures généralisées chez les Coniférales et le valeur des Protopinacées en tant que group. *Note à l'Académie des Sciences, Séance*, **10/11**:1533-1535.
- Grambast, L. 1960. Etude d'un *Dadoxylon* permien du Congo belge et remarques sur les *Dadoxylon* permocarbonifères des territoires à flore du Gondwana. *Annales du Musée Royal du Congo Belge*, **30**(8):1-22.
- Guerra, M. 1975. Presença do gênero *Polysolenoxylon* na Formação Irati do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA, 1, 1974. *Actas*, Tucumán, p. 371-400.
- Guerra, M. 1976. Uma nova madeira petrificada na Formação Irati do Rio Grande do Sul. *Ameghiniana*, **13**(3-4):254-267.
- Halle, T.G. 1912. On the geological structure and history of the Falkland Islands. Upsala, Geological Institute, University Upsala, p. 115-229 (Bulletin 11).
- Holden, R. 1917. On the anatomy of two Palaeozoic stems from India. *Annals of Botany*, **31**(123-124):315-326.
- Japiassú, A.M.S. 1970. Contribuição à paleontologia da Formação Morro Pelado, Estado de Santa Catarina, Brasil: *Dadoxylon duartei* n. sp. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **42**(3):493-500.
- Kräusel, R. 1949. Kritische Untersuchungen zur Diagnostik lebender und fossiler Koniferen-Hölzer, pt. 2, in Die fossilen Koniferen-Hölzer (Unter Ausschluss von *Araucarioxylon* KRAUS). *Palaeontographica* Abt. B, **89**(4-6):83-203.
- Kräusel, R. 1956. Der "Versteinerte Wald" in Kaokoveld, Südwest-Africa. *Senckenbergiana Lethaia*, **37**(5-6):411-426.
- Kräusel, R. 1962. Antarctic fossil wood. Appendix. *Scientific Reports Geology*, **9**: 133-140 (Trans-Antarctic Expedition 1955-1958).
- 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. 1962. Gymnospermous woods with primary structures from Gondwana rocks – A review. *Palaeobotanist*, **10**(1-2):97-107.
- Kulkarni, S.; Maithy, P.K. & Surange, K.R. 1971. On *Barakaroxylon jhariense*. *Palaeobotanist*, **18**(3):305-308.
- Lepekhina, V.G. 1972. Woods of Palaeozoic pycnoxylic gymnosperms with special reference to North Eurasia representatives. *Palaeontographica*, **138B**(1-4):44-106.
- Lepekhina, V.G. & Yatsenko-Khemelevsky, A.A. 1966. Classification and nomenclature of woods of Palaeozoic pycnoxylic plants. *Taxon*, **15**(2):66-70.
- Maheshwari, H.K. 1965. 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. 1967. Studies in the *Glossopteris* Flora of India – 28. On some fossil woods from the Raniganj Stage of the Raniganj Coalfield, Bengal. *Palaeobotanist*, **15**(3):243-257.
- Maheshwari, H.K. 1972. Permian wood from Antarctica and revision of some Lower-Gondwana wood taxa. *Palaeontographica Abt. B*, **138**(1-4):1-43.
- Maithy, P.K. 1965. Studies in the *Glossopteris* Flora of India – 19. Two new species of *Dadoxylon* from the Lower Gondwanas of India. *Palaeobotanist*, **13**(1):89-93.
- Maithy, P.K. 1977. A new species of *Zallesskioxylon* from the *Glossopteris* bearing beds of Zambesi Basin, Mozambique. *Geophytology*, **7**(1):24-28.
- Maniero, J. 1944. *Dadoxylon whitei* sp. nov. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, p. 107-112 (Boletim 45).
- Marguerier, J. 1973a. Paleoxylogologie du gondwana africain: etude et affinités du genre *Australoxylon*. *Paleontologie Africaine*, **16**:37-58.
- Marguerier, J. 1973b. Le genre *Australoxylon* dans la flore gondwanienne. In: CONGRÈS NACIONAL DES SOCIÉTÉS SAVANTES, 96, 1971. *Sciences*, Toulouse, p. 99-105.
- Mussa, D. 1986. As formas gondwânicas do grupo solenóide e sua distribuição estratigráfica. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **58**(1):61-88.
- Pant, D.D. & Singh, V.K. 1987. Xylotomy of some woods from Raniganj Formation (Permian), Raniganj Coalfield, India. *Palaeontographica Abt. B*, **203**(1-3):1-82.
- Prasad, M.N.V. 1982. An annotated synopsis of Indian Palaeozoic gymnospermous woods. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **38**:119-156.
- Prasad, M.N.V. & Chandra, S. 1978. *Australoxylon* from the Kamthi beds of Lower Gondwana, India. *Current Science*, **47**(16):597.
- Prasad, M.N.V. & Chandra, S. 1981. Two species of *Australoxylon* from the Kamthi Formation of Chandrapur District, Maharashtra. *Geophytology*, **11**(1):1-5.
- Rao, H.S. 1935. On a sphaerosiderite, containing a new species of *Dadoxylon* (*D. parbeliense*) from the Lower Gondwana Coal Measures of India. *Records of the Geological Survey of India*, **69**(2):174-183.
- Sahni, B. 1933. *Dadoxylon zalesskyi*, a new species of cordaitan trees from the Lower Gondwana of India. *Records of the Geological Survey of India*, **66**:414-429.
- Sahni, B. & Singh, T.C.N. 1926. On some specimens of *Dadoxylon arberi* Sew. from New South Wales and Queensland. *Journal of the Indian Botanical Society*, **5**(3):103-112.
- Seward, A.C. 1917. *Fossil Plants*. Cambridge, Cambridge University Press, v. 3, p. 255-256.
- Seward, A.C. 1919. *Fossil Plants*. Cambridge, Cambridge University Press, v. 4, p. 177-178.
- Schrage, C. 1973. *Barakaroxylon brasiliense* sp. nov. *Madeira fóssil da Formação Irati, Rio Grande do Sul, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 63 p.
- Silva, G.H.; Barreto, L.S. & Carvalho, L.H.B. 1967. *Dadoxylon nicoli* Seward do Karoo de Tete. *Revista dos Estudos Gerais Universitários de Moçambique*, série IV, Ciências Geológicas, **4**:37-56.
- Surange, K.R. & Maithy, P.K. 1962. Studies in the *Glossopteris* Flora of India – 13. *Barakaroxylon*, a new genus of petrified wood from the Lower Gondwanas of India. *Palaeobotanist*, **10**(1-2):108-112.
- 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. & Saxena, Y.N. 1959. Studies in the *Glossopteris* Flora of India – 10. *Dadoxylon barakarensis* sp. nov. from the Jharia Coalfield, India. *Palaeobotanist*, **7**(1):1-5.
- Walkom, A.B. 1928. Fossil plants from the Upper Palaeozoic rocks of New South Wales. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*, **53**(217):255-269.
- Walton, J. 1925. On some South African fossil woods. *Annals of South African Museum*, **22**(1):1-26.
- Walton, J. 1956. *Rhexoxylon* and *Dadoxylon* from the Lower Shire Region of Nyasaland and Portuguese East Africa. *Colonial Geology and Mineral Resources*, **6**(2):159-168.
- Weaver, L., McLoughlin, S. & Drinnan, A.N. 1997. Fossil woods from the Upper Permian Bainmedart Coal Measures, northern Prince Charles Mountains, East Antarctica. *Journal of Australian Geology and Geophysics*, **16**(5):655-676.

Received in January, 2006; accepted in March, 2006.