

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CÂMPUS DE BOTUCATU**

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**VARIAÇÕES ESTRUTURAIS DO LENHO DE ESPÉCIES DE CERRADO DO  
ESTADO DE SÃO PAULO**

**JULIA SONSIN OLIVEIRA**

**Dissertação apresentada ao Instituto  
de Biociências, Câmpus de Botucatu,  
UNESP, para obtenção do título de  
Mestre em Ciências Biológicas  
(Botânica), AC: Morfologia e  
Diversidade Vegetal**

**BOTUCATU - SP**

**- 2006 -**

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CÂMPUS DE BOTUCATU**

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**VARIAÇÕES ESTRUTURAIS DO LENHO DE ESPÉCIES DE CERRADO DO  
ESTADO DE SÃO PAULO**

**JULIA SONSIN OLIVEIRA**

**PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> CARMEN REGINA MARCATI**

**ORIENTADORA**

**PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> SILVIA RODRIGUES MACHADO**

**Co-orientadora**

**Dissertação apresentada ao Instituto  
de Biociências, Câmpus de Botucatu,  
UNESP, para obtenção do título de  
Mestre em Ciências Biológicas  
(Botânica), AC: Morfologia e  
Diversidade Vegetal**

**BOTUCATU - SP**

**- 2006 -**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: **ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE**

Oliveira, Julia Sonsin.

Variações estruturais do lenho de espécies de cerrado do Estado de São Paulo / Julia Sonsin Oliveira – Botucatu : [s.n.], 2006.

Dissertação (mestrado) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2006.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carmen Regina Marcati

Co-orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sílvia Rodrigues Machado

Assunto CAPES: 20303009

1. Cerrados. 2. São Paulo (Estado). 3. Madeira – Anatomia. 4. Anatomia vegetal.

CDD 581.4

Palavras chave: Anatomia da madeira; Camadas de crescimento; Células perfuradas de raio; Espécies de cerrado; Xilema secundário.

*Meu pai acha que construo árvores!!!  
Sou Engenheira Florestal.*

## *Agradecimentos*

Aos meus pais João e Maria que não se perderam tentando achar a casa de chocolates, mas que como bom chocólatras gostariam!!! Na verdade, sempre me deram apoio, carinho, poesias, alguns cineminhas, baladinhas, almoços e jantares deliciosos. A todas às minhas cachorras por que sempre me fizeram muita companhia, principalmente nos dias de frio, os meus pés sempre ficaram bem quentinhos. À minha orientadora e amiga Carmen Regina Marcati que trabalha comigo desde sempre nessa empreitada de novas descobertas e com quem aprendi muito, já que é praticamente minha mãe aqui de Botucatu. À professora Silvia Rodrigues Machado pelas novas idéias, ajuda nos trabalhos e pelas baladinhas com umas conversas boas e música ao vivo. À Camila, à Tatiana e ao pessoal da botânica, que às vezes eu ia atormentar um pouco, trocar umas idéias, e até falar besteiras. Ao Clemente Campos que durante as coletas desse trabalho me ajudou bastante, demos bastante risada com as histórias contadas. Espero que para as próximas coletas continue assim. Às meninas da Banda Beatriz (Felícia), Fernanda (Palha), Juliana (Lessie) e a Renata (como é professora não sei se devo colocar o apelido!!!), que sempre fizeram boas baladas e me ajudaram muitas vezes até a estudar, mas principalmente a me divertir e relaxar um pouco!!!! Aliás, a banda continua sem nome. Alguma idéia??? Às meninas que moraram em casa, Núria (P-nuria), Regina (Perereca), Selma, Suzana (Açaí) e a Tati, pelos almoços, risos, brigadeiros, conselhos, etc.

Ao Departamento de Recursos Naturais - Ciências Florestais, que me acolheu durante esses anos. Ao laboratório de Anatomia da Madeira da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP de Botucatu, que eu sempre trabalhei com minhas madeiras. Ao Departamento de Botânica da UNESP de Botucatu.

## INDICE

Resumo	1
Abstract	2
Introdução e Revisão Bibliográfica	3
Objetivo Geral	9
Objetivo Específico	9
<b>Capítulo 1</b>	
<b>Camadas de crescimento em espécies lenhosas de cerrado: ocorrência e marcadores anatômicos</b>	
Abstract	13
Resumo	13
Introdução	13
Material e Métodos	14
Resultados	14
Discussão	15
Referências Bibliográficas	18
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Tendências anatômicas da madeira de ramos de espécies arbustivas e arbóreas de cerrado do centro oeste do estado de São Paulo</b>	
Abstract	55
Resumo	55
Introdução	56
Material e Métodos	57
Resultados e Discussão	59
Referências Bibliográficas	71
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Células perfuradas de raio no lenho de raízes e ramos de espécies de cerrado do estado de São Paulo</b>	
Abstract	95
Resumo	95
Introdução	96
Material e Métodos	97
Resultados e Discussão	99
Referências Bibliográficas	106
<b>Considerações Finais</b>	
Referências Bibliográficas	120

OLIVEIRA, J. S. **VARIAÇÕES ESTRUTURAIS DO LENHO DE ESPÉCIES DE CERRADO DO ESTADO DE SÃO PAULO**. 2006. 129P. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

RESUMO - Informações sobre características anatômicas do xilema secundário de espécies de cerrado são escassas, porém de grande importância, uma vez que o cerrado é influenciado por fatores ambientais diversos e as espécies que aí se encontram apresentam características morfológicas externas e internas peculiares. Estes estudos permitem compreender a influência dos fatores ambientais nas características estruturais do lenho. O presente trabalho tem por objetivo verificar os padrões e as variações estruturais do lenho, bem como determinar possíveis características de valor taxonômico e ecológico de 48 espécies arbustivas e arbóreas, incluídas em 27 famílias, ocorrentes em área de cerrado localizada no município de Pratânia, região centro-oeste do estado de São Paulo, Brasil (23° 02' 55,5" S e 48° 31' 26,1" W). Foram amostrados três espécimes para cada espécie e de cada espécime foi coletado o ramo mais desenvolvido da copa. Destes ramos foram retirados discos que tiveram sua porção basal polida para as análises macroscópicas qualitativas e para as análises microscópicas qualitativas das características anatômicas do lenho. Verificou-se, destas análises, a presença de células perfuradas de raio (CPR) em sete espécies e, desta forma, decidiu-se por coletar também as raízes destas espécies para averiguar a presença das CPR no lenho destas. As raízes foram coletadas a uma profundidade de aproximadamente 30 cm. Nas amostras das raízes foram realizadas análises qualitativas e quantitativas das CPR. No lenho dos ramos caulinares das espécies foram caracterizados os marcadores de crescimento, bem como foi descrita a estrutura das camadas de crescimento. Os seguintes padrões foram observados: camadas de crescimento bem definidas (61% das espécies), mal definidas (33%), e ausentes (6%); porosidade difusa (94%), anel semi-poroso (6%); sem arranjo de vasos (84%), com arranjo radial (10%) e tangencial (6%); vasos solitários e múltiplos (94%) e exclusivamente solitários (6%); placas de perfuração simples (90%) e múltiplas (10%); diâmetro tangencial dos vasos pequeno, de até 100 µm (77%) e médio, de 100 a 200 µm (23%); frequência de vasos baixa, de 5 a 20/mm<sup>2</sup> (65%), média, de 20 a 40/mm<sup>2</sup> (23%) e alta, de 40 a 100/mm<sup>2</sup> (8 %); e muito alta e muito baixa, menor que 5/mm<sup>2</sup> e maior que 100/mm<sup>2</sup>, respectivamente (4% cada); comprimento dos elementos de vaso médio, de 350 até 800 µm (56%), curto de até 350 µm (42%), e longo, maior que 800 µm (2%); fibras septadas (40%), fibras semelhantes ao parênquima presente nas espécies *Didymopanax vinosum*, *Miconia albicans*, *M. ligustroides* e *Zanthoxylum rhoifolium*, fibras finas a espessas (77%) e espessas (23%), e fibras gelatinosas (42%); parênquima axial em faixas e paratraqueal no mesmo lenho (35,4%), paratraqueal (31,3%), em faixas (20,8%), apotraqueal (8,3%), em faixa e apotraqueal no mesmo lenho (4,2%); raios heterocelulares (81%), homocelulares (4%) e homo e heterocelulares no mesmo lenho (15%); Células perfuradas de raio (14,5%). As células perfuradas de raio (CPR) foram encontradas nas raízes e nos ramos das espécies *Didymopanax vinosum* (Araliaceae), *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae), *Sweetia subelegans* (Fabaceae-Faboideae), *Byrsonima basiloba*, *B. coccolobifolia*, *B. verbascifolia* (Malpighiaceae) e *Alibertia concolor* (Rubiaceae) e são reportadas aqui pela primeira vez. As CPR são maiores que as células normais de raio, ocorrem isoladas ou em grupos de duas ou mais no mesmo raio e estão presentes predominantemente nas margens unisseriadas de raios multisseriados em todas as espécies. Nas raízes e nos ramos, as placas de perfuração das CPR são semelhantes as dos elementos de vaso na maioria das espécies, com exceção dos ramos de *D. vinosum* e raízes de *C. brasiliense*. Em todas as espécies estudadas os valores do diâmetro das placas das CPR foram maiores nas raízes, porém somente em *D. vinosum*, *B. basiloba* e *B. verbascifolia* as diferenças foram estatisticamente significativas. Nos ramos, os valores do diâmetro das placas dos EV foram maiores que os das CPR na maioria das espécies, porém somente em *D. vinosum* esta diferença foi estatisticamente significativa. Nas raízes, o diâmetro das placas foi maior nas CPR que nos EV somente em *C. brasiliense* e *B. basiloba*, porém esta última não apresentou diferença estatística significativa. De um modo geral, o padrão de características anatômicas encontradas na maioria das espécies de cerrado estudadas é o comum para as espécies da flora brasileira. A elevada incidência de camadas de crescimento no lenho possibilita estudos em diversas áreas, inclusive a dendrocronologia.

Palavras-chave: anatomia da madeira, camadas de crescimento, células perfuradas de raio, espécies de cerrado, xilema secundário.

OLIVEIRA, J. S. **STRUCTURAL WOOD VARIATIONS IN CERRADO'S SPECIES OF SÃO PAULO STATE.** 2006. 129P. DISSERTATION (MASTERS) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

**ABSTRACT** - Information about the secondary xylem anatomy of cerrado species are scarce, but of great importance, since cerrado is influenced by the environmental factors its species show peculiar external and internal morphologic characteristics. These studies allow a better comprehension of the environmental factors influence on the structural characteristics of the wood. These studies aims to verify patterns and the structural variations of the secondary xylem, and also to determine the characteristics of ecological and taxonomic value of 48 shrubby and arboreal species, from 27 families of the Pratiânia's cerrado region, located in the west central part of the state of São Paulo, Brazil (23° 02' 55, 5" S e 48° 31' 26,1" W). In these studies we obtained three specimens from each species. From each specimen we collected the most developed branches of the treetops. From the collected branches, samples were taken and its basal portion polished for the qualitative macroscopic analysis and also for the qualitative and quantitative microscopic analysis of the secondary xylem characteristics. From these analyses, we verified the presence of perforated ray cells (PRC) in seven species and also we decided to collect roots to verify the presence of PRC's in the secondary xylem of these species. The roots were collected to a depth of 30 cm, and on the samples qualitative and quantitative analyses were performed on the PRC. On the secondary xylem of branches we characterized the growth ring markers and described the structure of the growth layer. The following patterns were observed: growth rings well defined (61%), poorly defined (33%), absent (6%); diffuse-porous (94%) and semi-ring-porous (6%); without vessel arrangement (84%), in radial pattern (10%) and in tangential bands (6%); solitary and multiple vessels (94%) and exclusively solitary (6%); simple perforation plate (90%) and multiples (10%); tangential diameter of vessels, small, up to 100 µm (77%), medium, 100-200 µm (23%); low frequency of vessels, 5-20/mm<sup>2</sup> (65%), medium 20-40/mm<sup>2</sup> (23%) and high, 40-100/mm<sup>2</sup> (8%), and too low, smaller than 5/mm<sup>2</sup>, and too high, higher than 100/mm<sup>2</sup> (2% each); Mean vessel element length, 350 to 800 µm (56%), small up to 350 µm (42%), and long bigger than 800 µm (2%); fibres septate (40%), parenchyma-like fibre bands were present in the wood of *Didymopanax vinosum*, *Miconia albicans*, *M. ligustroides* and *Zanthoxylum rhoifolium*, fibres thin to thick-walled (77%) and very thick-walled (23%), and gelatinous fibres (42%); axial banded parenchyma and paratracheal which occur in the wood of the same species (35,4%), paratracheal (31,3%), banded (20,8%), apotracheal (8,2), banded and apotracheal which occur in the wood of the same species (4,2%); heterocelular rays (81%); homocelular ray (4), and homo and heterocelular which occur in the wood of the same species (15%); perforated ray cells (14,5). The PRC's were found in the roots and branches of the species *Didymopanax vinosum* (Araliaceae), *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae), *Sweetia subelegans* (Fabaceae - Faboideae), *Byrsonima basiloba*, *B. coccolobifolia*, *B. verbascifolia* (Malpighiaceae) and *Alibertia concolor* (Rubiaceae) and are reported here for the first time. The PRC are larger than the usual ray cells. They occur isolated or in groups of two or more in the same ray and they are present predominantly in the uniseriate margins of multiseriate rays in all studied species. In roots and branches, the types of the perforation plate of the PRC are the same as in a vessel element in most species, with the exception of the *D. vinosum* branches, and in branches and roots of *C. brasiliense*. In all studied species the values of the perforation plate diameter of PRC were larger on the root than on the branches itself, however, only in *D. vinosum*, *B. basiloba* and *B. verbascifolia* the statistical difference was significant. In branches of most species the values of the perforation plate diameter of VE were larger than the CPR, however only in *D. vinosum* the statistical difference was significant. The perforation plate diameter was larger in PRC than in the VE only in the root of the species *C. brasiliense* and *B. basiloba*, however in the *B. basiloba* the statistical difference was not significant. In general, the patterns of the anatomical characteristics found on the majority of cerrado's species are the common patterns found on the Brazilian flora. The high incidence of growth rings on the secondary xylem allows studies in different research areas, including dendrocronology.

Key words: cerrado species, growth ring, perforated ray cells, secondary xylem, wood anatomy.



## I. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O cerrado é o segundo maior bioma do país em área, superado apenas pela Floresta Amazônica (Ratter *et al.* 1997). Sua importância vem sendo demonstrada ao longo dos anos tanto pela alta biodiversidade quanto pela grande quantidade de espécies vegetais que esta unidade biológica apresenta (ver Leitão Filho 1992, Castro 1994, Ribeiro & Walter 1998, Durigan 2003, Gomes *et al.* 2004). Dadas as condições ambientais altamente restritivas em relação aos padrões convencionais ideais para o desenvolvimento de plantas, encontra-se no cerrado uma flora peculiar, única no mundo, cujos processos evolutivos são quase completamente desconhecidos (Durigan 2003). Segundo Coutinho (1990) e Castro (1994), há pelo menos 2500 espécies de vegetais superiores, sendo que a flora total do cerrado estimada é de 5000 a 7000 espécies, nas quais 38% ainda são desconhecidas.

De acordo com Rizzini (1971), as famílias mais ricas em espécies e mais importantes na composição da vegetação alta do cerrado são: Anacardiaceae (14), Annonaceae (26), Apocynaceae (30), Bignoniaceae (22), Leguminosae (124), Malpighiaceae (54), Melastomataceae (24), Myrtaceae (31), Rubiaceae (31), Sapindaceae (19) e Vochysiaceae (20), bem como palmeiras (20).

A maioria das espécies do cerrado é utilizada como fonte de alimentos, medicamentos, plantas ornamentais, produtos madeireiros, artesanato, produtos taníferos e melíferos (Almeida *et al.* 1998 e Lorenzi 2000).

O cerrado ocupava uma área de mais de 2.000.000 km<sup>2</sup>, o que originalmente representava cerca de 23% do território brasileiro (Ribeiro & Walter 1998). Nos dias atuais, somente 20% das áreas de cerrado estão em estado conservado (Falcomer *et al.* 2001). Suas áreas ocupam de 5° a 28° de latitude (Castro 1994) e a altitude varia do nível do mar até 1800 m (Ratter *et al.* 1997), abrange como área contínua os estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, parte dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo e como áreas disjuntas ao norte do estado, o Amapá, Amazonas, Pará e Roraima e ao sul, em pequenas “ilhas” o Paraná (Ribeiro & Walter 1998 e Gomes *et al.* 2004).

A vegetação do cerrado compreende um mosaico de fitofisionomias que variam de campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão (Coutinho 2002). É caracterizada por apresentar, geralmente, um estrato de árvores e arbustos tortuosos, enegrecidos pelo fogo e de casca espessa, dispersos sobre uma camada contínua de gramíneas que reveste o terreno (Durigan *et al.* 2004). No cerrado, os invernos são secos, e os verões

chuvosos se concentram principalmente de outubro a março (Ribeiro & Walter 1998), com uma precipitação média anual de 1300 mm, mas podem chegar até perto de 2000 mm (Rizzini 1997). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C (Ribeiro & Walter 1998), e segundo Carvalho *et al.* (1991), o tipo climático do município é definido como Cwb (mesotérmico de inverno seco), dado obtido pela classificação de Köppen (1931), em que o mês mais quente não apresenta temperatura média maior que 22°C, sendo o mês de julho o mais frio e seco, podendo variar de acordo com sua localização (Ribeiro & Walter 1998). Altos níveis de irradiação, solos areno-argilosos, com baixa fertilidade, ácidos e ricos em alumínio, alta incidência de herbívoros, e queimadas periódicas são fatores característicos do cerrado (Coutinho 1990, Ribeiro & Walter 1998, Franco 2002).

Historicamente, as áreas de cerrado sempre foram como aquelas a serem desmatadas para ocupação agropecuária, em função de uma política pouco distributiva, voltada apenas ao aumento da produtividade de culturas agroindustriais de grandes mercados (Bitencourt & Mendonça 2004, Carmo & Comitre 2004 e Coutinho 1990). A agricultura de subsistência, a pecuária, a grande demanda de carvão vegetal como fonte de energia para propriedades rurais, pequenas indústrias, olarias e siderurgia, além de madeira para mobiliário e construção civil também contribuíram para o desmatamento deste ecossistema (Ratter *et al.* 1997, Barreira *et al.* 2002, Oliveira & Marquis 2002). Desta maneira, o cerrado vem sendo assustadoramente devastado de forma desordenada, sem que estudos sobre a sua biologia, dinâmica regenerativa, manejo sustentável e economicidade de suas espécies sejam aprofundados (Coutinho 1990, Barreira *et al.* 2002 e Carmo & Comitre 2004). Como Coutinho (1990) diz: ver o cerrado como uma grande extensão de solos adequados à expansão agrícola é uma visão estreita e pobre, diante de todo potencial que a natureza ali oferece.

Hoje, o cerrado é considerado um dos 25 “hotspots” globais – áreas prioritárias para a conservação da diversidade biológica do mundo (Mittermeier *et al.* 1999); apenas 1,5% das áreas de cerrado estão protegidas por unidades governamentais de conservação (Coutinho 1990 e Leitão Filho 1992), sendo que se faz urgente incrementar sua proteção pela implantação de mais parques nacionais, reservas biológicas e estações ecológicas em diferentes regiões do país (Coutinho 1990, Leitão Filho 1992).

No estado de São Paulo, originalmente, o cerrado ocupava 14% de seu território (Bitencourt 2004). Nos dias atuais, os remanescentes dessa vegetação cobrem menos de 1% do estado e apresentam-se em formas de manchas dispersas, associadas a solos de baixa fertilidade, especialmente na Depressão Periférica e no Planalto Ocidental Paulista (Durigan *et al.* 2004 e Mendonça 2004). Leitão Filho (1992) comenta que apesar do estado de São

Paulo ocupar área marginal à maioria das áreas de distribuição dos cerrados, ainda abriga uma considerável diversidade de espécies e cerca de 34% do total listado refere-se a espécies arbóreas. Felizmente, há pelo menos uma década, os setores da sociedade paulista já vêm se mobilizando no sentido de reduzir a retirada das espécies do cerrado (Bitencourt 2004).

Nos remanescentes de cerrado do estado de São Paulo, as famílias Leguminosae, Annonaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Vochysiaceae, e Myrtaceae têm alta constância e grande riqueza específica (Gomes *et al.* 2004). E, segundo Leitão Filho (1992), que listaram 266 espécies pertencentes a 156 gêneros incluídos em 61 famílias, as famílias mais ricas em espécies são Myrtaceae (27), Melastomataceae (16), Caesalpiniaceae (16), Fabaceae (14) e Rubiaceae (14), e os gêneros mais ricos em espécies são *Myrcia* (13), *Miconia* (12), *Eugenia* (8), *Erythroxylum* (7) e *Byrsonima*, *Qualea*, *Symplocos* e *Vernonia* com cinco espécies cada um.

Segundo Bicudo (1987), no município de Botucatu, estado de São Paulo, foram identificadas 101 espécies arbustivas e arbóreas em área de cerradão, sendo que as famílias mais representativas em espécies são Myrtaceae (10), Asteraceae (9), Caesalpiniaceae (7), Rubiaceae (7) e Erythroxylaceae, Vochysiaceae, Annonaceae com cinco espécies cada, e Bignoniaceae, Melastomataceae e Verbenaceae com 4 espécies cada. Em área de campo cerrado foram identificadas 69 espécies arbustivas e arbóreas, sendo mais representativas em espécies as famílias Asteraceae (9), Myrtaceae (9), Verbenaceae (5) e Annonaceae (4). Comuns aos dois ambientes foram encontradas 55 espécies arbustivas e arbóreas, sendo as famílias Asteraceae (7), Myrtaceae (6), Verbenaceae (4) e Annonaceae (4) as mais representativas. Todas estas informações realçam a importância em conservar as poucas áreas remanescentes de cerrado no estado de São Paulo.

Na década de 60, realizou-se o 1º Simpósio sobre o Cerrado em São Paulo, no qual foram discutidos temas botânicos sobre as plantas dessa formação vegetal. Neste evento, percebeu-se a necessidade de expandir os estudos anatômicos dos representantes dessa flora para o xilema secundário (Pinho 1966). Tais estudos até então eram, em sua maioria, voltados para as pesquisas de órgãos foliares (Pinho 1966, Pinho *et al.* 1992 e Nisgoski *et al.* 1998), como por exemplo, os de Morretes & Ferri (1959), Morretes (1967, 1969). Até os dias atuais os estudos anatômicos do xilema secundário de espécies de cerrado são limitados a poucas espécies, frente à diversidade que esta unidade biológica apresenta.

Os trabalhos que consolidaram a importância dos estudos anatômicos do xilema secundário com espécies de cerrado foram os de Beiguelman (1962a, 1962b), Pinho (1966), Araújo & Araújo Filho (1973), Paviani (1974, 1978), Pinho & Camargo (1979), Pinho *et al.*

(1992), Machado & Angyalossy-Alfonso (1995), Machado *et al.* (1997), Nisgoski *et al.* (1998) e Marcati *et al.* (2001).

Os estudos anatômicos do xilema secundário têm importância na taxonomia, para a identificação correta das espécies, na filogenia vegetal, para a interpretação da evolução das plantas vasculares, e na anatomia ecológica, para a compreensão das adaptações particulares ao ambiente em que o vegetal ocorre (Pinho *et al.* 1992, Nisgoski *et al.* 1998, Soffiatti & Angyalossy-Alfonso 1999).

Sabe-se que os padrões anatômicos da madeira são resultado da combinação genética, do hábito e localização em que a madeira foi formada na árvore (caule e raízes) e de fatores como: clima, condições do solo, altitude, latitude (Klaassen 1999). Os estudos voltados à anatomia ecológica da madeira são focados principalmente na influência dos fatores ambientais nas características quantitativas dos vasos, como o seu diâmetro, o comprimento do elemento e a frequência de vasos (Alves & Angyalossy-Alfonso 2000). Já, as tendências ecológicas associadas aos parâmetros qualitativos das células do lenho são raramente discutidas (Alves & Angyalossy-Alfonso 2000). As tendências ecológicas relacionadas ao tamanho e tipo de raio, distribuição e abundância de parênquima e tipo de fibra têm recebido menor atenção devido à dificuldade de se interpretar uma função diferencial, vantagem ou desvantagem nos vários sistemas ecológicos (Baas 1982).

Os trabalhos em anatomia ecológica da madeira têm sido realizados com espécies de diversas floras do mundo inteiro. Destes estudos, poucos relacionam as características anatômicas do lenho com o hábito e a fenologia das plantas. A maioria dos autores discute a influência da temperatura e da disponibilidade de água na estrutura da madeira destas espécies. Neste sentido, damos destaque aos trabalhos de: Worbes (1985, 1995), que estudou a dinâmica de crescimento de 60 espécies de árvores tropicais na Amazônia, demonstram que a formação de camadas de crescimento é induzida pela ocorrência de períodos de seca ou de inundação anuais, sendo que um período de dois a três meses com precipitação abaixo de 60 mm é condição ambiental para que as espécies formem a camada de crescimento; Détienne (1989) estudou os marcadores e a periodicidade das camadas de crescimento em caules de 30 espécies de 16 famílias da África e da Guiana Francesa e observou que os marcadores das camadas de crescimento são sempre formados durante o período mais seco da estação, porém estes variam mais entre os gêneros do que com relação aos fatores climáticos; Carlquist (1977, 1980, 1988) estudou diversas espécies de diferentes floras e afirmou que o agrupamento de vasos se dá no lenho de espécies que ocorrem em ambientes mais secos para aumentar a proteção contra o embolismo, e que placas de perfuração múltiplas nos vasos

auxiliam na dissolução das bolhas de ar que eventualmente venham a se formar em épocas de menor disponibilidade de água; Ewers (1985) estudou a estrutura do xilema e a condução de água em coníferas, lianas e dicotiledôneas e sugeriu que espécies com elementos condutores mais longos e de maior diâmetro são mais susceptíveis ao embolismo induzido por congelamento do que vasos menores e mais estreitos; Dickison (2000) estudou diversas espécies e afirmou que a frequência de vasos maior por milímetro quadrado dá mais segurança contra o embolismo em plantas que ocorrem em ambientes de condições secas; Wheeler & Baas (1991) correlacionaram o habitat e as características anatômicas do lenho de fósseis de dicotiledôneas encontradas desde o Cretáceo até as eras atuais e mostraram tendências ecológicas em relação às mudanças climáticas e à especialização das células do xilema; Baas & Schweingruber (1987) estudaram 505 espécies, entre lianas, arbustos anões, arbustos e árvores, pertencentes a 71 famílias, em diferentes ambientes desde boreal, temperado até o mediterrâneo e compararam o hábito dessas espécies com a disponibilidade de água e o ambiente em que ocorrem; Klaassen (1999) fez estudo amplo das características anatômicas da madeira de espécies da família Sapindaceae com abordagem taxonômica e ecológica; Lens *et al.* (2004) estabeleceram padrões na anatomia do lenho em 115 espécies de 35 gêneros da família Ericaceae correlacionando estas características com a latitude, altitude, temperatura, precipitação e hábito. Os autores observaram diferenças na quantidade e no tipo de células para os diferentes hábitos das plantas, observaram também que as características anatômicas são influenciadas pela latitude, e que variações observadas nas características dos elementos de vaso podem resultar numa adaptação funcional para as diferentes zonas climáticas e ambientes, especialmente com respeito à eficiência e segurança na condutividade hídrica do xilema.

No Brasil, os trabalhos sobre anatomia ecológica do lenho com espécies de cerrado são poucos, sendo a maioria recente. Grande parte dos autores faz comparações de características quantitativas e qualitativas em relação ao clima, aos órgãos das plantas (caule e raiz) e aos diferentes ambientes (comparando as características anatômicas da madeira de espécies que ocorrem simultaneamente em cerrado e floresta). Neste sentido temos os trabalhos de: Pinho & Camargo (1979) fizeram a descrição de 6 espécies de cerrado (*Byrsonima variabilis* A. Juss., *Calophyllum brasiliense* Camb., *Casearia sylvestris* Sw., *Couepia grandiflora* Benth., *Piptadenia falcata* Benth. e *Terminalia brasiliensis* Camb.) e concluíram que 5 delas apresentaram camadas de crescimento revelando a ocorrência de oscilações climáticas, entretanto o enfoque deste trabalho é descritivo; Pinho *et al.* (1992) estudaram a anatomia da madeira de cinco espécies arbóreas do cerrado (*Connarus suberosus*

Planch.; *Erythroxylum tortuosum* Mart.; *Miconia albicans* Steud.; *Roupala brasiliensis* Klotzsch; e *Strychnos pseudoquina* A. St. Hil) e comentam que a presença de frequência alta e de diâmetro pequeno de vasos pode indicar mecanismos de adaptação para garantir uma melhor eficiência ao fluxo hídrico; Mina-Rodrigues (1986) estudou a espécie *Pera glabrata* (Schott.) Bail. nos ambientes de mata mesófila semi-decídua e de cerrado e concluiu que o diâmetro dos vasos e a altura dos raios em número de células foram maiores no cerrado, e que a frequência dos raios e o diâmetro das pontoações raio vasculares foram maiores na mata; Ceccantini (1996) estudou as espécies *Casearia sylvestris* Sw. e *Machaerium villosum* Vog. que ocorrem simultaneamente em cerrado e em mata mesófila e encontrou maior demarcação nas camadas de crescimento e fibras mais curtas na espécie *C. sylvestris* que ocorre em cerrado, e maior frequência de vasos na espécie *M. villosum* da mata; Machado *et al.* (1997) estudaram a espécie *Styrax camporum* Pohl. e concluíram que ocorrência de placas simples nas raízes seria característica de maior especialização desse órgão quando comparado com as placas escalariformes que ocorrem no caule, pois essa poderia estar relacionada a uma adaptação às condições ambientais apresentadas pelo cerrado. As autoras observaram também a presença de pontoações guarnecidas nas paredes dos elementos de vaso e de fibras septadas nas raízes e concluíram que as raízes apresentaram mais características de especialização que o caule; Marcati *et al.* (2001) estudaram a espécie *Copaifera langsdorffii* Desf. que ocorre nos ambientes de cerradão e floresta e encontraram diferenças no diâmetro dos vasos que foi maior no cerradão, e no diâmetro das pontoações intervasculares que foi maior na floresta; Alves & Angyalossy-Alfonso (2000, 2002) determinaram tendências anatômicas para 491 espécies incluídas em 22 famílias, de diferentes ambientes, latitudes e altitudes, tais como: a presença de camadas de crescimento associada à ambientes sazonais; vasos múltiplos de maior ocorrência em ambientes com sazonalidade térmica e pluvial; tendência de placas de perfuração múltiplas e espessamento espiralado em maiores latitudes e ambientes mais frios; parênquima predominantemente paratraqueal, raios mais finos e fibras de paredes mais espessas em menores latitudes; fibras de paredes mais finas em ambientes mais úmidos; e que a composição dos raios não segue um padrão.

Considerando que são poucos os estudos sobre a anatomia da madeira de espécies de cerrado, principalmente os que buscam entender a influência dos diferentes fatores ambientais nas características do xilema secundário das espécies, o presente trabalho tem como objetivo estudar as características anatômicas do lenho das espécies de cerrado de tal forma a verificar os padrões e as variações estruturais, bem como determinar possíveis características de valor taxonômico e ecológico.

## **II. OBJETIVOS**

### **1. Geral**

Estudar as variações estruturais do xilema secundário de ramos de espécies arbustivas e arbóreas que ocorrem em área de cerrado do estado de São Paulo, visando ao reconhecimento de características de valor taxonômico e ecológico.

### **2. Específicos**

1 – Analisar macro e microscopicamente as camadas de crescimento do xilema secundário de ramos de 48 espécies arbustivas e arbóreas, buscando verificar a sua ocorrência, caracterizar os seus marcadores e descrever a sua estrutura;

2 – Identificar as variações estruturais do xilema secundário dos ramos das espécies, reconhecer padrões comuns e identificar possíveis características de valor taxonômico e ecológico;

3 – Investigar a presença de células perfuradas de raio no lenho de ramos e raízes de espécies de cerrado do estado de São Paulo.

Conforme estabelecido pelo conselho da área de Botânica do programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas/Botânica, os resultados obtidos durante a execução deste projeto de Mestrado foram reunidos em artigos científicos para publicação, os quais estão sendo apresentados de acordo com as normas da Revista Biota Neotropica, Revista Brasileira de Botânica (as figuras serão enviadas em preto e branco para publicação), e IAWA Journal, respectivamente.





**CAMADAS DE CRESCIMENTO EM ESPÉCIES LENHOSAS DE CERRADO: OCORRÊNCIA E  
MARCADORES ANATÔMICOS <sup>1</sup>**

Carmen Regina Marcati<sup>2,4</sup>, Julia Sonsin Oliveira<sup>2</sup> & Silvia Rodrigues Machado<sup>3</sup>

**Artigo publicado na Revista Biotropica, Sep/Dez 2006 vol. 6, no. 3.**

1. Parte da Dissertação de Mestrado de J.S. Oliveira, desenvolvida no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu.
2. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Recursos Naturais - Ciências Florestais, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu, SP, Brasil.
3. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Caixa Postal 510, 13618-000 Botucatu, SP, Brasil.
4. Autor para correspondência: [carmen@fca.unesp.br](mailto:carmen@fca.unesp.br)

## Resumo

Marcati, C.R.; Oliveira, J.S. e Machado, S.R. **Camadas de crescimento em espécies lenhosas de cerrado: ocorrência e marcadores anatômicos.** *Biota Neotrop.* Sep/Dez 2006 vol. 6, no. 3

<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00206032006> ISSN 1676-0611

Este estudo investigou a ocorrência de camadas de crescimento em 48 espécies representativas de cerrado, no município de Pratânia, região centro-oeste do estado de São Paulo, Brasil (23° 02' 55,5" S e 48° 31' 26,1" W). Amostras foram obtidas da porção basal de ramos caulinares mais desenvolvidos. Foram caracterizados os marcadores de crescimento, bem como foi descrita a estrutura das camadas de crescimento. As camadas de crescimento apresentaram-se mal definidas em 33% e bem definidas em 61%, sendo ausentes em 6% das espécies analisadas. Várias características anatômicas observadas como marcadores de crescimento, tais como: fibras de paredes espessas; fibras achatadas radialmente, zonas fibrosas; raios dilatados; faixas marginais de parênquima axial; linhas de parênquima marginal; e proximidade das linhas de parênquima escalariforme. Diferentes marcadores podem ocorrer em uma mesma espécie. Variações na distribuição do parênquima axial nas camadas de crescimento em *Vochysia cinnamomea*, *Qualea multiflora*, *V. rufa* e *V. tucanorum*, bem como variação na distância das linhas de parênquima axial ao longo dos raios dentro das camadas de crescimento em *Annona coriacea*, *A. crassiflora*, *Diospyrus hispida* e *Roupala montana* são aqui reportadas pela primeira vez. A fenologia e o hábito das espécies foram aspectos importantes relacionados tanto com a presença e nitidez das camadas de crescimento no lenho quanto com as variações dentro dessas camadas.

**Palavras-chave:** anatomia da madeira, zonas de incremento, cerrado, fenologia, hábito.

## Abstract

Marcati, C.R.; Oliveira, J.S. and Machado, S.R. **Growth rings in cerrado woody species: occurrence and anatomical markers.** *Biota Neotrop.* Sep/Dez 2006 vol. 6, no. 3

<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00206032006> ISSN 1676-0611

Growth ring occurrence was investigated in 48 representative species of Pratânia's cerrado, located in the west central part of the state of São Paulo, Brazil (23° 02' 55,5" S e 48° 31' 26,1" W). We characterized growth ring markers and described the growth layer structure of the basal portion of the most developed stem branches in woody plants. Growth rings were poorly defined in 33%, well defined in 61% and not discernable in 6% of the species studied. Various anatomical features observed as growth markers, such as: thick-walled latewood fibres; radially flattened latewood fibres; fibre zones; distended rays; marginal bands of axial parenchyma; marginal lines of parenchyma; and closeness of the narrow bands of scalariform parenchyma. In a single species, different growth ring markers often occurred together. Within growth layers, variations in the anatomical features were observed. Variations in the axial parenchyma distribution within growth rings in *Vochysia cinnamomea*, *Qualea multiflora*, *V. rufa* and *V. tucanorum*, wood are here reported for the first time. Variation in the distance of the axial parenchyma in narrow bands along the rays within growth layers in *Annona coriacea*, *A. crassiflora*, *Diospyrus hispida* and *Roupala montana* wood is also reported. Phenology and habit of the studied species were important aspects related to both growth ring presence and distinctness as well as to the anatomical features' variations within growth layers.

**Key words:** Cerrado, increment zones, habit, phenology, wood anatomy

## Introdução

As plantas do cerrado são caracterizadas por crescimento secundário lento devido a diversos fatores, incluindo disponibilidade de água limitada durante a estação de seca, altos níveis de irradiação, solos com baixa fertilidade e ácidos, alta incidência de herbivoria e queimadas periódicas (Coutinho 1990, Franco 2002). Adicionalmente, estas plantas têm porte pequeno e características morfológicas como, folhas escleromórficas e troncos e galhos retorcidos que dão um aspecto tortuoso à vegetação; entretanto troncos retilíneos podem ocorrer nas árvores altas (Eiten 1993).

A estrutura interna das plantas do cerrado é fortemente afetada por fatores ambientais e a maioria dos estudos que consideram a interação entre esses fatores e a anatomia das plantas tem sido conduzida com as folhas (Morretes & Ferri 1959, Morretes 1967, 1969, Oliveira & Marquis 2002). Em relação às características da madeira, que são afetadas principalmente pela disponibilidade de água (Franco 2002), os trabalhos são restritos a poucas espécies e são em sua maioria sobre a madeira madura do tronco principal (Machado & Angyalossy-Alfonso 1995, Ceccantini 1996, Machado *et al.* 1997, Marcatti *et al.* 2001, Machado *et al.* *in press*). A ocorrência

de camadas de crescimento nas plantas do cerrado foi relatada para poucas espécies por Coradin (2000) e Tomazello *et al.* (2004). As camadas de crescimento nestas plantas são muito irregulares e com os limites mal definidos (Coradin 2000).

Estudos sobre camadas de crescimento são de interesse à climatologia, como registro hidrológico; à dendrocronologia, para estimar a idade das árvores; à ecologia, na recuperação de dados históricos de queimadas; à paleoclimatologia, na análise da dinâmica do crescimento, e várias outras aplicações práticas (ver Baas & Vetter 1989, Eckstein *et al.* 1995, Coradin 2000).

Os objetivos deste estudo foram verificar a ocorrência das camadas de crescimento, caracterizar os seus marcadores e descrever a sua estrutura em 48 espécies representativas de um remanescente bem preservado de cerrado no estado de São Paulo, Brasil.

## **Material e Métodos**

O estudo foi conduzido em um remanescente bem preservado de cerrado, localizado na região centro-oeste do estado de São Paulo, Brasil (22° 55' S, 48° 30' W). Foram estudadas 48 espécies de árvores e arbustos pertencentes a 27 famílias de angiospermas. Os dados de precipitação e temperatura da região estudada foram obtidos da Estação Agrometeorológica do Departamento de Recursos Naturais, Universidade Estadual Paulista (UNESP). As exsiccatas e as amostras de um espécime para cada espécie foram depositados, respectivamente, no Herbário (BOTU) e na Xiloteca “Profª. Dra. Maria Aparecida Mourão Brasil” (BOTw) do Departamento de Recursos Naturais, Universidade Estadual Paulista (Tabela 1). A classificação das famílias seguiu o APGII (Souza & Lorenzi 2005). As análises foram conduzidas em ramos por restrições ao uso de métodos destrutivos em áreas de reserva ambiental.

Discos de 3 cm de espessura foram obtidos da porção basal de ramos mais desenvolvidos (três plantas amostradas, um ramo por planta). Para as análises macroscópicas, as seções transversais foram polidas com lixas e analisadas ao estereomicroscópio. Para as análises microscópicas, o micrótomo de deslize foi utilizado para a obtenção de seções dos planos de corte transversais e longitudinais, radiais e tangenciais, de 15-20 µm de espessura, os quais foram corados com safranina e azul de astra (1:9) (Roeser 1972) e montados com meio sintético Entellan.

O termo “camada de crescimento” foi utilizado neste estudo, já que as observações foram realizadas em toda a circunferência dos discos. As análises foram qualitativas e seguiram as instruções do IAWA Committee (1989). O termo zonas fibrosas, adaptado do IAWA Committee (1989), foi utilizado quando observou-se um decréscimo distinto da frequência dos vasos e do parênquima em toda circunferência dos ramos. Em nível macroscópico, tais zonas se mostravam sempre com coloração mais escura.

O padrão de queda de folhas das espécies estudadas foi classificado em sempre verde, semi-decídua e decídua, de acordo com as observações fenológicas realizadas semanalmente durante dois anos (2002-2004). O hábito foi classificado em arbusto, árvore pequena (semelhante ao arbusto em tamanho, mas com apenas um tronco principal), árvore (com um tronco e copa bem desenvolvidos) e árvore alta (emergentes, com a copa acima do dossel), adaptado de Ribeiro *et al.* (1999).

## **Resultados**

O diagrama climático mostra uma estação seca anual por ano na região estudada (Figura 1).

As camadas de crescimento foram ausentes em 6% das espécies estudadas, mal definidas em 33% e bem definidas em 61% (Tabela 1). Entre as espécies com camadas de crescimento em seu lenho, 63% são semi-decíduas ou decíduas (56,5% semi-decíduas, 6,5% decíduas) e 37% sempre verdes (Tabela 1). A figura 2 mostra a porcentagem de espécies com camadas de crescimento ausentes, mal definidas e bem definidas, dentro de cada categoria fenológica.

Em relação ao hábito, as camadas de crescimento estão presentes em 83,3% dos arbustos e árvores pequenas e em 100% das árvores e árvores altas (Tabela 1). A figura 3 mostra a porcentagem de espécies com camadas de crescimento ausentes, mal definidas e bem definidas, dentro de cada categoria do hábito.

Os marcadores das camadas de crescimento e as variações dentro destas camadas de cada espécie estudada (Figuras 4a-41b) estão descritos na Tabela 2. Os marcadores das camadas de crescimento foram observados como segue: fibras do lenho tardio com paredes espessadas; fibras do lenho tardio achatadas radialmente; zonas fibrosas; raios dilatados; faixas marginais de parênquima axial; linhas marginais de parênquima axial; e proximidade das faixas estreitas do parênquima escalariforme. Em uma única espécie, diferentes marcadores geralmente ocorrem juntos. Nas espécies com camadas de crescimento, os marcadores mais comuns foram fibras com paredes espessadas e achatadas radialmente e zonas fibrosas (62% das espécies), seguido por faixas marginais (20%), linhas marginais (16%) e proximidade das faixas estreitas do parênquima escalariforme (2%).

Na espécie *Miconia ligustroides*, foram observadas faixas de fibras semelhantes ao parênquima (regiões mais claras em vista macroscópica) alternadas com fibras comuns (Fig. 5a).

Dentro das camadas de crescimento, variações nas características anatômicas foram observadas (Tabela 2), tais como: variação na quantidade de fibras gelatinosas (Fig. 21b); variações na distribuição do parênquima axial (Figuras 15, 17b, 34, 39); variação na distância entre as faixas estreitas do parênquima axial (Figuras 8, 9a, 20, 40a); variação na quantidade e no tamanho das células do parênquima axial (Fig. 7); variação no tamanho e quantidade dos vasos (Figuras 27, 28, 33); anel semi-poroso (Figuras 29, 32).

## Discussão

Neste estudo foram analisadas 70% de todas as espécies lenhosas que de acordo com os estudos florísticos de Bicudo (1987) e Siberbauer-Gottsberger & Eiter (1983), ocorrem nas áreas de cerrado da região centro-oeste do estado de São Paulo, Brasil. Mais de 60% de todas as espécies estudadas apresentaram camadas de crescimento claramente definidas. A presença de camadas de crescimento nestas espécies deve ser levada em consideração nos programas de manejo e conservação do cerrado, já que este é um tipo de vegetação muito ameaçado. A incidência de camadas de crescimento nestas espécies lenhosas tropicais é comparável aos 48% encontrado por Alves & Angyalossy-Alfonso (2000) no lenho de caules de 491 espécies tropicais e subtropicais brasileiras. Entretanto, a incidência de camadas de crescimento nestas espécies de cerrado é relativamente alta se for comparada ao estudo de Mainieri *et al.* (1983) que encontrou camadas de crescimento em aproximadamente 35% do lenho de caules de cerca de 300 espécies tropicais e subtropicais brasileiras (ver Alves & Angyalossy-Alfonso 2000). A alta ocorrência de espécies com camadas de crescimento no cerrado pode estar relacionada à uma estação seca anual distinta, que dura em torno de um a quatro meses. De acordo com Worbes (1995), um período de dois ou três meses com precipitação abaixo de 60 mm é condição ambiental necessária para que as espécies formem camadas de crescimento em seu lenho.

Neste estudo, tanto as plantas sempre verdes quanto as decíduas ou semi-decíduas apresentaram camadas de crescimento em seu lenho. Observações similares foram relatadas por Alvim (1964) e Worbes (1995) para árvores da floresta tropical úmida e por Coradin (2000) para espécies decíduas e sempre verdes do cerrado da região central do Brasil. Coradin (2000) observou ainda que espécies com um único período de brotação, incluindo espécies decíduas e algumas sempre verdes, geralmente mostraram camadas de crescimento distintas, enquanto que as espécies sempre verdes com mais de um período de brotação durante o ano, mostraram camadas de crescimento indistintas ou mal definidas. A metodologia fenológica utilizada no presente estudo não nos permitiu relacionar a distinção das camadas de crescimento com os períodos de brotação durante o ano nas espécies.

Foram observadas diferenças entre espécies arbóreas e arbustivas tanto em relação a porcentagem de camadas de crescimento quanto a sua distinção, com atenção a 100% de árvores e árvores altas que apresentaram camadas de crescimento bem definidas. A frequência alta de árvores pequenas e arbustos no cerrado indica relevância do hábito para a análise da formação de camadas de crescimento neste tipo de vegetação.

Todas as combinações das características anatômicas microscópicas usadas para detectar as camadas de crescimento já foram mencionadas por outros autores (ver Détienne & Mariaux 1977, Bormann & Berlyn 1981, Worbes 1985, Carlquist 1988, Baas & Vetter 1989, IAWA Committee 1989, Fahn & Werker 1990 e Wheeler & Baas 1991). O limite das camadas de crescimento com fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente e zonas fibrosas foram as características mais comumente observadas no lenho dos ramos das espécies estudadas. Análises extensivas estão sendo realizadas para determinar se estes marcadores são predominantes nas plantas lenhosas da vegetação do cerrado.

Faixas marginais do parênquima axial em *Copaifera langsdorffii* já foram descritas por Mainieri *et al.* (1983) e Détienne & Jacquet (1993). Entretanto, Marcati (2000) estudou a formação destas faixas marginais e verificou que são terminais, pois são formadas no início da estação seca, antes da dormência cambial.

Os marcadores das camadas de crescimento aqui descritos concordam, em geral, com a maioria dos resultados obtidos por outros autores (Mainieri *et al.* 1983, Détienne 1989, Vetter & Botosso 1989, Boninsegna *et al.* 1989, Marcati 2000, Callado *et al.* 2001) que estudaram o lenho de caules do mesmo gênero ou espécie. Embora Mainieri *et al.* (1983) tenha descrito camadas de crescimento indistintas no caule de *Vochysia* spp., *Rapanea* spp., *Qualea* spp., *Tapirira guianensis*, *Didymopanax* spp. e *Roupala* spp., e camadas de crescimento distintas no caule de *Luehea* spp., diferentemente do que foi encontrado neste estudo, é importante comentar que as madeiras analisadas por Mainieri *et al.* (1983) foram coletadas do caule de árvores de diferentes regiões do Brasil, logo estão sujeitas a diferentes condições ambientais.

Comparando os resultados sobre os marcadores das camadas de crescimento obtidos neste estudo com os de Coradin (2000) que estudou plantas lenhosas do cerrado da região central do Brasil, algumas diferenças devem ainda ser comentadas. De acordo com esta autora, a madeira de *Qualea grandiflora* e *Ouratea hexasperma* apresenta como principal característica que delimita as camadas de crescimento em caules e ramos, diferenças na frequência de vasos, o que não foi observado nem em *Q. grandiflora* nem em *Ouratea spectabilis* estudadas aqui. Coradin (2000) não mencionou a aproximação das faixas estreitas do parênquima escalariforme na madeira de *Roupala montana* como foi notada neste estudo, mas um arranjo tangencial dos vasos no limite das camadas de crescimento tanto nos caules quanto nos ramos. A madeira de *Didymopanax macrocarpum*, de acordo com Coradin (2000), apresenta camadas de crescimento indistintas nos ramos, enquanto que nos caules o

autor encontrou diferença na frequência de vasos dentro das camadas de crescimento. Na madeira de *Vochysia elliptica* a autora observou zonas fibrosas e faixas irregulares de parênquima axial em caules e ramos. As várias diferenças entre o encontrado neste estudo e o encontrado no estudo de Coradin (2000), listadas acima, podem estar relacionadas às condições ambientais específicas dos dois cerrados. Por exemplo, diferente do cerrado do estado de São Paulo, a umidade relativa do ar do cerrado de Brasília pode alcançar valores muito baixos durante a estação seca (ver Oliveira & Marquis 2002).

Faixas de fibras semelhantes ao parênquima alternadas com fibras comuns foram observadas na madeira de *Miconia ligustroides* e já tinham sido mencionadas por Coradin (2000) para o gênero *Miconia*. Estas fibras semelhantes ao parênquima, de acordo com o autor, são fibras septadas que acumulam amido e também tem a função de reserva.

Fibras gelatinosas, embora de comum ocorrência na maioria das espécies estudadas, foram relacionadas às camadas de crescimento, formando um padrão regular, somente em *Pera glabrata*, espécie sempre verde. Callado *et al.* (2001) observaram zonas aleatórias de fibras gelatinosas por todos os anéis de crescimento no caule da mesma espécie que ocorre em solos inundados periodicamente. Segundo Kozłowski & Pallardi (1997), as fibras gelatinosas geralmente se estendem por todo lenho inicial e tardio nas espécies sempre verdes. Estudos adicionais são necessários para uma melhor compreensão das diferenças no arranjo das fibras gelatinosas em *P. glabrata* que ocorre sob diferentes regimes hídricos. Fibras gelatinosas têm sido observadas em diferentes órgãos de plantas de cerrado (Paviani 1978) como resultado da formação de madeira de reação (Kozłowski *et al.* 1991) e podem ter a função de reserva de água (Paviani 1978, Chalk 1989), como também dar flexibilidade ao órgão.

Variações na distribuição do parênquima axial no lenho de *Vochysia cinnamomea*, *Qualea multiflora*, *V. rufa*, *V. tucanorum*, foram aqui relatadas pela primeira vez. Para o lenho de *Machaerium villosum* esta variação já foi mencionada por Ceccantini (1996). Embora Détienne & Jacquet (1983) tenham observado parênquima aliforme longo formando faixas na madeira de outras espécies de *Vochysia* e parênquima terminal em outras espécies de *Machaerium*, eles não mencionaram variação dentro das camadas de crescimento como foi observado neste estudo. Variação na distância entre as faixas estreitas do parênquima axial periodicamente ao longo dos raios dentro das camadas de crescimento na madeira de *Annona coriacea*, *A. crassiflora*, *Diospyrus hispida* e *Roupala montana* também foi aqui relatado pela primeira vez. Variação na quantidade de parênquima axial e no tamanho das células do parênquima axial dentro das camadas de crescimento em *Eriotheca* já foi mencionada por Callado *et al.* (2001) para *E. pentaphylla* que ocorre nas florestas pantanosas do Rio de Janeiro, Brasil. Variação na quantidade dos vasos dentro das camadas de crescimento foi observada em *Gochmatia barrosii*, *Bauhinia rufa* e *Piptocarpha rotundifolia* como já descrito por Coradin (2000) para outras espécies de cerrado. Estudos adicionais sobre a atividade cambial são necessários para uma melhor compreensão destas variações.

Embora a ocorrência de camadas de crescimento tenha sido verificada em diferentes espécies lenhosas do cerrado, estudos anatômicos adicionais com um número maior de espécies são necessários para determinar se as camadas de crescimento são anuais, de grande ocorrência e se possuem valor taxonômico e/ou ecológico.

## 5. Agradecimentos

Ao Dr. Dirk Koedam por suas sugestões, ao Clemente José Campos pelo auxílio no trabalho de campo, à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo) – Programa BIOTA (Projeto Temático

Proc. nº 00/12469-3 e Proc. nº 03/13578-9), pelo suporte financeiro a esta pesquisa, e ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de produtividade à pesquisa à S. R. Machado.

## 6. Referências

- ALVES, E.S. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some brazilian species. I: Growth rings and vessels. IAWA J. 21(1):3-30.
- ALVIM, P.T. 1964. Tree growth periodicity in tropical climates. In The formation of wood in forest trees (M.H. Zimmermann, ed.). Academic Press, New York p. 479-495.
- BAAS, P. & VETTER, R.E. 1989. Growth rings in tropical woods. IAWA Bull. 10(2):95-174.
- BICUDO, L.R.H. 1987. Mapeamento dos cerrados (*sensu lato*) do município de Botucatu-SP. Florística de duas áreas. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- BONINSEGNA, J.A., VILLALBA, R., AMARILLA, L., OCAMPO, J. 1989. Studies on tree rings, growth rates and age-size relationships of tropical tree species in Misiones, Argentina. In Growth rings in tropical woods (P. BAAS, & R.E. VETTER, eds.). IAWA Bull. 10(2):161-169.
- BORMANN F.H. & BERLYN, G. 1981. Age and growth rate of tropical trees: new directions of research. Proc. workshop on age and growth rate determination from tropical trees, Harvard Forest, Petersham, Mass p. 1-136.
- CALLADO, C.H., SILVA NETO, S.J., SCARANO, F.R., BARROS, C.F. & COSTA, C.G. 2001. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic rain forest in Rio de Janeiro, Brazil. IAWA J. 22(1):29-42.
- CARLQUIST, S. 1988. Comparative wood anatomy: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer-Verlag, Berlin.
- CECCANTINI, G. 1996. Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* Sw. e *Macherium villosum* Vog. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CHALK, L. 1989. Fibras. In Anatomy of the dicotyledons. Wood Structure and conclusion of the general introduction. 2. ed. (C.R. Metcalfe & L. Chalk, eds.). Oxford University Press, Oxford.
- CORADIN, V.T.R. 2000. Formação de anéis de crescimento e sazonalidade da atividade cambial de dez espécies lenhosas do cerrado. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília.
- COUTINHO, L.M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In Fire in the tropical biota. Ecosystem processes and global challenges (J.G. Goldammer, ed.). Springer Verlag, Berlin, p.82-105.
- DÉTIENNE, P. 1989. Appearance and periodicity of growth rings in some tropical woods. In Growth rings in tropical woods (P. BAAS, & R. E. VETTER, eds.). IAWA Bull. 10(2):123-132.
- DÉTIENNE, P. & JACQUET, P. 1983. Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des régions voisines. Centre Technique Forestier Tropical. Mission Scientifique et Technique du Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Nogent-Sur-Marne.
- DÉTIENNE, P. & MARIAUX, A. 1977. Nature et périodicité des cernes dans les bois rouges de méliacées africaines. Revue Bois et Forêts des Tropiques 175(set-oct):52-61.
- ECKSTEIN, D., SAAS, U., BAAS, P. 1995. Growth periodicity in tropical trees. – Preface. IAWA J. 16:325.
- EITEN, G. 1993. Vegetação. In Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas (M.N. Pinto, ed.), 2ª ed., Editora Universidade de Brasília, Brasília, p.17-73.



- FAHN, A. & WERKER, E. 1990. Seasonal cambial activity. In *The vascular cambium* (M. Iqbal, ed.). Research Studies Press Ltd., England, p.139-157.
- FRANCO, A.C. 2002. Ecophysiology of woody plants. In *The cerrados of Brazil* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p.178-197.
- IAWA COMMITTEE. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull.* 10(3):219-332.
- KOZLOWSKI, T.T., KRAMER, P.J. & PALLARDY, S.G. 1991. *The physiological ecology of woody plants*. Harcourt Brace Jovanovich Publishers, London.
- KOZLOWSKI, T.T. & PALLARDY, S.G. 1997. *Growth control in woody plants*. Academic Press, California.
- MACHADO, S.R., ANGYALOSSY-ALFONSO, V. & MORRETES, B.L. 1997. Comparative wood anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). *IAWA J.* 18(1):13-25.
- MACHADO S.R. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V.. 1995. Ocorrência de perforated ray cells in wood of *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae). *Braz. J. Bot.* 18(2):221-225.
- MACHADO, S.R., RODELA, R.A., ANGYALOSSY, V. & MARCATI, C.R. (*in press*). Structural variations in root and stem wood of *Styrax* L. (Styracaceae) from forest and cerrado. *IAWA J.*
- MAINIERI C., CHIMELO, J.P. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 1983. Manual de identificação das principais madeiras comerciais Brasileiras. Promocet, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo.
- MARCATI, C.R. 2000. Sazonalidade cambial em espécies tropicais. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MARCATI, C.R., ANGYALOSSY-ALFONSO, V. & BENETATI, L. 2001. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. *Braz. J. Bot.* 24(3):311-320.
- MORRETES, B.L. de, & FERRI, M.G. 1959. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. *Bolm. Fac. Fil. Cienc. Letr. Univ. S. Paulo* 243(16):7-70.
- MORRETES, B.L. de. 1967. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado II. *Bolm. Fac. Fil. Cienc. Letr. Univ. S. Paulo* 22:207-224.
- MORRETES, B.L. de. 1969. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado III. *Bol. Bot. Univ. S. Paulo* 331(24):7-32.
- OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. 2002. *The cerrados of Brazil*. Columbia University Press. New York.
- PAVIANI, T.I. 1978. Anatomia vegetal e cerrado. *Ciênc. Cult.* 30(9):1076-86.
- RIBEIRO, J.E.L.S., HOPKINS, M.J.G., VICENTINI, A., SOTHERS, C.A., COSTA, M.A.S., BRITO.J.M., SOUZA, M.A.D., MARTINS, L.H.P., LOHMANN, L.G., ASSUNÇÃO, P.A.C.L., PEREIRA, E.C., SILVA, C.F., MESQUITA, M.R., PROCÓPIO, L.C. 1999. Flora da reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA, DFID.
- ROESER, K.R. 1972. Die nadel der Schwarzkiefer-massenprodukt und kunstwerk der natur. *Mikrokosmos* 61(2):33-36.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & EITEN, G. 1983. Fitossociologia de um hectare de cerrado. *Brasil Florestal* 54(13):55-71.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2005. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII*. Nova Odessa, Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda.

- TOMAZELLO, M., LISI, C.S., HANSEN, N. & CURY, G. 2004. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. *Scientia Forestalis* 66 (dez):46-55.
- VETTER, R.E. & BOTOSSO, P.C. 1989. Remarks on age and growth rate determination of Amazonian trees. In *Growth rings in tropical woods* (P. BAAS, & R.E. VETTER, eds.) IAWA Bull. 10(2):133-145.
- WHEELER, E. & BAAS, P. 1991. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. IAWA Bull. 12(3):275-332.
- WALTER, H., HARNICKELL, E., MUELLER-DOMBOIS, D. 1975. *Climate diagram maps*. Springer-Verlag, Berlin.
- WORBES, M. 1985. Structural and other adaptations to long-term flooding by trees in Central Amazonia. *Amazoniana* 9(3):459-484.
- WORBES, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees. A review. IAWA J. 16(4):337-351.

Tabela 1. Camadas de crescimento dos ramos das espécies estudadas do município de Pratânia, SP. **H** = hábito: A = árvore. AP = árvore pequena. Arb = arbusto. AA = árvore alta. **F** = comportamento fenológico (observações de campo): SV = sempre verde. SD = semi-decídua. D = decídua. **CC** = camada de crescimento: M = mal definida; B = bem definida; A = ausente.

<b>Família</b>	<b>Espécies</b>	<b>BOT<sub>w</sub></b>	<b>H</b>	<b>F</b>	<b>CC</b>
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1321	A	SV	M
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	1322	AP	SD	B
	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	1323	AP	SD	M
Araliaceae	<i>Didymopanax vinosum</i> (Cham. & Schlecht.) March.	1324	Arb	SV	M
Asteraceae	<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	1325	Arb	SV	B
	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> Baker	1326	Arb	SV	B
Bombacaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	1327	A	SD	M
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	1328	A	SD	B
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	1331	A	SV	M
Chrysobalanaceae	<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth & Hook. f.	1332	A	SD	B
	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	1333	A	SV	B
Clusiaceae (Guttiferae)	<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	1334	AP	SD	B
Combretaceae	<i>Terminalia brasiliensis</i> Raddi	1335	A	D	B
Ebenaceae	<i>Diospyrus hispida</i> DC.	1336	Arb	D	B
	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hill.	1337	Arb	D	A
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	1338	Arb	D	M
	<i>Pera glabrata</i> (Schott.) Bail.	1339	AA	SV	M
Euphorbiaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1330	AA	SD	B
	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1351	AP	SD	M
Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	1329	Arb	SD	B
	<i>Bowdichia virgiloides</i> Kunth.	1340	AA	SD	B
Fabaceae - Cercideae	<i>Machaerium villosum</i> Vog.	1341	AA	SV	B
	<i>Sweetia subelegans</i> Mohlenbr.	1342	AP	SD	B
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	1350	AA	SD	B
	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	1352	AP	SD	B
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	1343	A	SV	B
	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.)	1344	A	SV	M
Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i> A. Juss.	1345	AP	SD	M
	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.	1346	AP	SD	B
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	1347	AP	SD	B
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw) Triana	1348	AP	SV	A
	<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudir.	1349	AP	SV	B
Myrsinaceae	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez.	1353	A	SV	M
Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	1354	A	SD	M
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	1355	AP	SV	B
Rubiaceae	<i>Alibertia concolor</i> (Cham.) K. Schum.	1356	Arb	SV	B
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1357	AP	SV	B
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	1358	A	SD	B
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl.	1359	AP	SV	M
	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	1360	AP	SV	M
Tiliaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	1361	A	SD	A
Verbenaceae	<i>Aegiphilla sellowiana</i> Cham.	1362	Arb	SD	B
	<i>Qualea dichotoma</i> (Mart.) Warm.	1363	AA	SD	M
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	1364	A	SD	B
	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	1365	A	SD	B
	<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl.	1366	A	SD	M
	<i>Vochysia rufa</i> Mart.	1367	AA	SD	B
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	1368	A	SD	B

Tabela 2. Camadas de crescimento dos ramos das espécies estudadas do município de Pratânia, SP. Visibilidade das camadas de crescimento: B = bem definida, M = mal definida, A = camada de crescimento ausente.

<b>Marcadores das Camadas de Crescimento</b>	<b>Variações dentro das Camadas de Crescimento</b>	<b>Espécies</b>
Fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.	Não observado.	<i>Nectandra</i> sp. (B) (Fig. 4a, 4b), <i>Ocotea corymbosa</i> (M), <i>Miconia ligustroides</i> (B) (Fig. 5a, 5b), <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> (B) (Fig. 6a, 6b).
Fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.	Dentro da camada de crescimento há uma maior frequência das células do parênquima axial no lenho inicial. Nas áreas onde o parênquima axial é abundante, as fibras parecem apresentar um arranjo difuso em relação às células do parênquima. Também, há variação no tamanho das células do parênquima axial, que se tornam menores no final da camada de crescimento.	<i>Eriotheca gracilipes</i> (M) (Fig. 7a, 7b).
Fibras do lenho tardio com paredes espessadas e raios distendidos.	A madeira das espécies apresenta parênquima axial escalariforme. Essas faixas estreitas de parênquima tendem a se aproximar periodicamente ao longo dos raios. Adicionalmente, há arranjo tangencial dos vasos mais largos no lenho inicial.	<i>Annona coriacea</i> (B) (Fig. 8a, 8b), <i>Annona crassiflora</i> (M) (Fig. 9a, 9b).
Fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente. Podem ser notados também vasos pequenos junto a essas fibras.	Não observado.	<i>Erythroxylum tortuosum</i> (M) (Fig. 10a, 10b).
Fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente. Eventualmente, em algumas regiões, linhas marginais de parênquima axial podem ser notadas.	Não observado.	<i>Terminalia brasiliensis</i> (B) (Fig. 11a, 11b).
Fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente. Linhas marginais podem ser notadas tangencialmente a essas fibras.	Não observado.	<i>Qualea grandiflora</i> (B) (Fig. 12a, 12b).
Fibras do lenho tardio com paredes espessadas e um leve achatamento radial.	Não observado.	<i>Rapanea umbellata</i> (M) (Fig. 13a, 13b).
Fibras do lenho tardio com paredes espessadas.	Não observado.	<i>Tapirira guianensis</i> (M) (Fig. 14a, 14b).

Fibras do lenho tardio com paredes espessadas.	Variação na distribuição do parênquima axial dentro da camada de crescimento foi observada: parênquima axial variando do aliforme simples para aliforme confluyente curto e finalmente a aliforme confluyente longo.	<i>Vochysia cinnamomea</i> (M) (Fig. 15a, 15b).
Fibras do lenho tardio com paredes espessadas e linhas marginais.	Não observado.	<i>Caryocar brasiliense</i> (M) (Fig. 16a, 16b).
Fibras do lenho tardio com paredes espessadas. Linhas marginais podem ser notadas tangencialmente a essas fibras.	Variação na distribuição do parênquima axial dentro da camada de crescimento foi observada: parênquima axial variando do aliforme simples para aliforme confluyente curto e finalmente a aliforme confluyente longo.	<i>Qualea multiflora</i> (B) (Fig. 17a, 17b).
Zonas fibrosas e fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.	Não observado.	<i>Didymopanax vinosum</i> (M) (Fig. 18a, 18b), <i>Couepia grandiflora</i> (B) (Fig. 19a, 19b), <i>Licania tomentosa</i> (B).
Zonas fibrosas e fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.	A madeira apresenta parênquima axial reticulado e estas faixas estreitas de parênquima tendem a se aproximar quando elas se distanciam das zonas fibrosas do mesmo incremento. Estas faixas estreitas ficam muito próximas umas das outras quando adjacentes às zonas fibrosas da próxima camada.	<i>Diospyrus hispida</i> (B) (Fig. 20a, 20b).
Zonas fibrosas e fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.	Embora as fibras gelatinosas ocorram ao longo das camadas de crescimento, essas parecem ser concêntricas e regulares nas zonas fibrosas.	<i>Pera glabrata</i> (M) (Fig. 21a, 21b).
Zonas fibrosas e fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.	Não observado.	<i>Syrax ferrugineus</i> (M) (Fig. 22a, 22b), <i>Syrax camporum</i> (M).
Zonas fibrosas e fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente. Também, os raios ficam mais estreitos na região das zonas fibrosas.	Não observado.	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (B) (Fig. 23a, 23b), <i>Byrsonima basiloba</i> (M), <i>Byrsonima verbascifolia</i> (B).
Zonas fibrosas e fibras do lenho tardio achatadas radialmente.	Não observado.	<i>Ouratea spectabilis</i> (M) (Fig. 24a, 24b).
Zonas fibrosas e linhas marginais. Essas linhas marginais são distintas das outras, pois são contínuas e mais estreitas.	Não observado.	<i>Kielmeyera rubriflora</i> (B) (Fig. 25a, 25b).

Zonas fibrosas e faixas de parênquima marginal mais finas e estreitas.	Não observado.	<i>Pouteria torta</i> (B) (Fig. 26a, 26b).
Faixas marginais de parênquima axial.	Há variação na quantidade de vasos dentro da camada de crescimento, sendo a maior frequência adjacente às faixas marginais no lenho inicial.	<i>Gochmatia barrosii</i> (B) (Fig. 27a, 27b), <i>Bauhinia rufa</i> (B) (Fig. 28a, 28b).
Faixas marginais de parênquima axial.	de Anel semi-poroso.	<i>Cordia sellowiana</i> (B) (Fig. 29a, 29b).
Faixas marginais de parênquima axial.	de Não observado.	<i>Alibertia concolor</i> (B) (Fig. 30a, 30b).
Faixas terminais de parênquima axial com canais axiais.	de Não observado.	<i>Copaifera langsdorffii</i> (B) (Fig. 31a, 31b).
Faixas marginais de parênquima axial e fibras do lenho tardio achatadas radialmente.	de Anel semi-poroso.	<i>Aegiphila sellowiana</i> (B) (Fig. 32a, 32b).
Faixas marginais de parênquima axial e raios distendidos.	Há variação no tamanho e na quantidade de vasos dentro da camada de crescimento, sendo menores e com maior frequência adjacente às faixas marginais.	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (B) (Fig. 33a, 33b).
Faixas marginais formadas pelo parênquima aliforme confluyente longo.	Variação na distribuição do parênquima axial dentro da camada de crescimento foi observada: parênquima axial variando do aliforme confluyente longo formando faixas marginais até um decréscimo na frequência e tipo de parênquima, ex: para aliforme simples.	<i>Vochysia rufa</i> (B) (Fig. 34a, 34b), <i>Vochysia tucanorum</i> (B).
Linhas marginais de parênquima axial.	de Não observado.	<i>Dimorphandra mollis</i> (M) (Fig. 35a, 35b), <i>Bowdichia virgiloides</i> (B) (Fig. 36a, 36b), <i>Sweetia subelegans</i> (B), <i>Anadenanthera falcata</i> (B) (Fig. 37a, 37b), <i>Stryphnodendron polyphyllum</i> (B), <i>Qualea dichotoma</i> (M) (Fig. 38a, 38b).
Linhas marginais de parênquima axial.	de Anel semi-poroso. Variação na distribuição do parênquima dentro da camada de crescimento foi observada: parênquima axial variando de aliforme simples para aliforme confluyente curto e finalmente para aliforme confluyente longo.	<i>Machaerium villosum</i> (B) (Fig. 39a, 39b).
Proximidade das faixas estreitas do parênquima escalariforme.	Faixas estreitas do parênquima escalariforme tendem a se aproximar periodicamente ao longo dos raios.	<i>Roupala montana</i> (B) (Fig. 40a, 40b).
Ausente.	de Não observado.	<i>Luehea grandiflora</i> (A) (Fig. 41a, 41b), <i>Erythroxylum suberosum</i> (A), <i>Miconia albicans</i> (A).

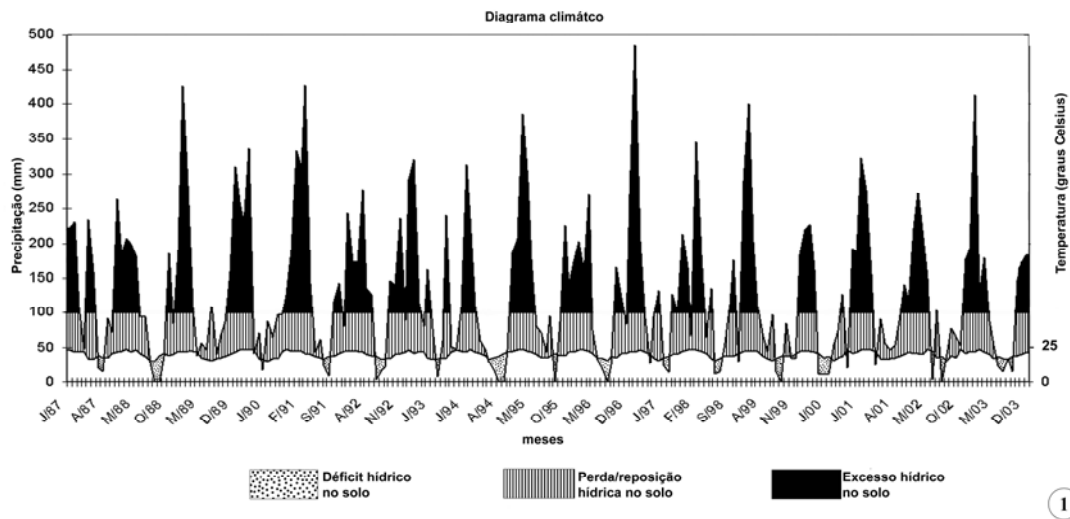
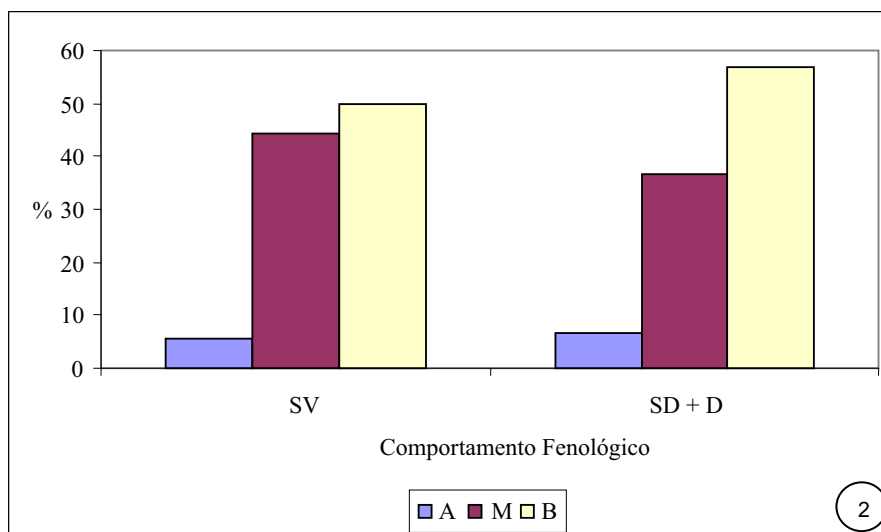


Fig. 1. Diagrama climático da região centro-oeste do estado de São Paulo, segundo a metodologia de Walter *et al.* (1975).



Como o número de espécies decíduas foi pequeno, as espécies decíduas e as semi-decíduas foram somadas.

Fig. 2. Porcentagem de espécies com camadas de crescimento ausentes, mal definidas e bem definidas, dentro de cada categoria fenológica. Como o número de espécies decíduas foi pequeno, as espécies decíduas e semi-decíduas foram colocadas juntas. SV = sempre verde. SD + D = semi-decídua mais decídua. A = camada de crescimento ausente. M = camada de crescimento mal definida. B = camada de crescimento bem definida.

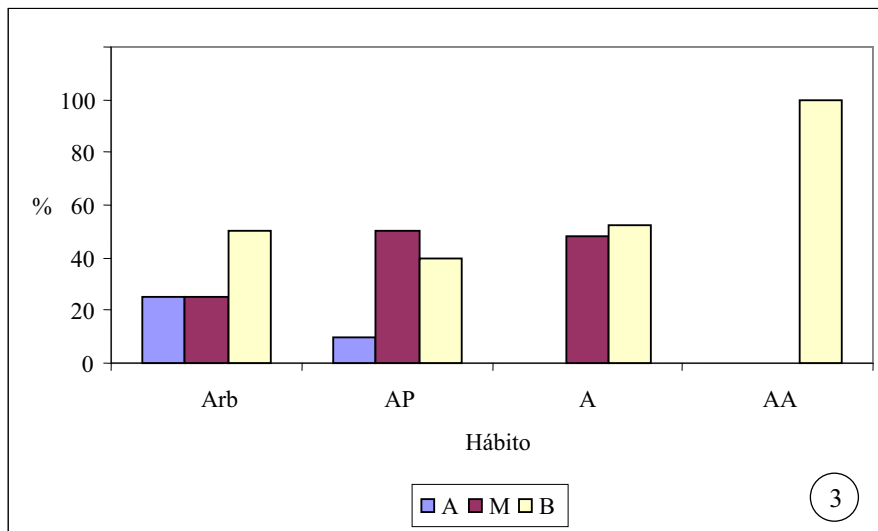


Fig. 3. Porcentagem de espécies com camadas de crescimento ausentes, mal definidas e bem definidas, dentro de cada categoria do hábito. Arb = arbusto. AP = árvore pequena. A = árvore. AA = árvore alta. A = camada de crescimento ausente. M = camada de crescimento mal definida. B = camada de crescimento bem definida.



## Legendas

Fig. 4. a-b) Seção transversal da madeira de *Nectandra* sp. a) Fotomacrografia. Mostra os limites da camada de crescimento (setas). b) Fotomicrografia. Setas indicando as fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente. Fibras gelatinosas ocorrendo por toda a camada de crescimento e podem ser notadas no detalhe acima na figura.

Fig. 5. a-b) Seção transversal da madeira de *Miconia ligustroides*. a) Fotomacrografia. Setas indicam os limites da camada de crescimento. Faixas de fibras semelhantes ao parênquima podem ser notados mais claros na figura. b) Fotomicrografia. Setas indicando as fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.

Fig. 6. a-b) Seção transversal da madeira de *Zanthoxylum rhoifolium*. a) Fotomacrografia. Setas indicam os limites da camada de crescimento. b) Fotomicrografia. Setas indicando as fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.

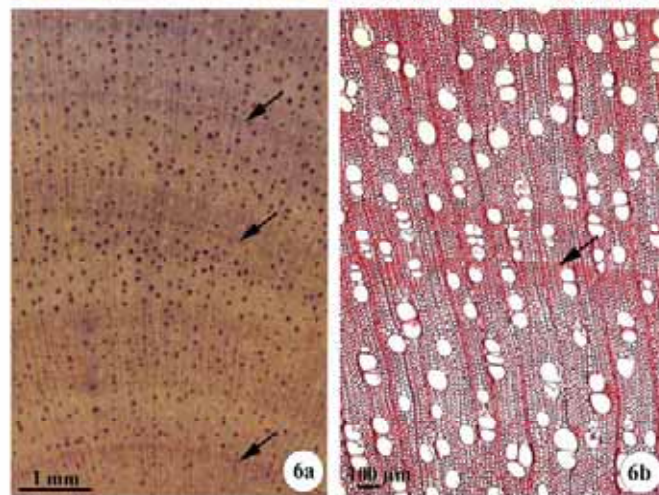
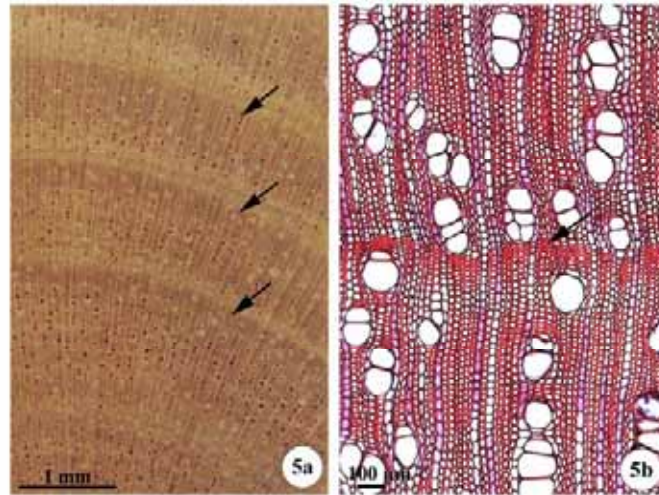
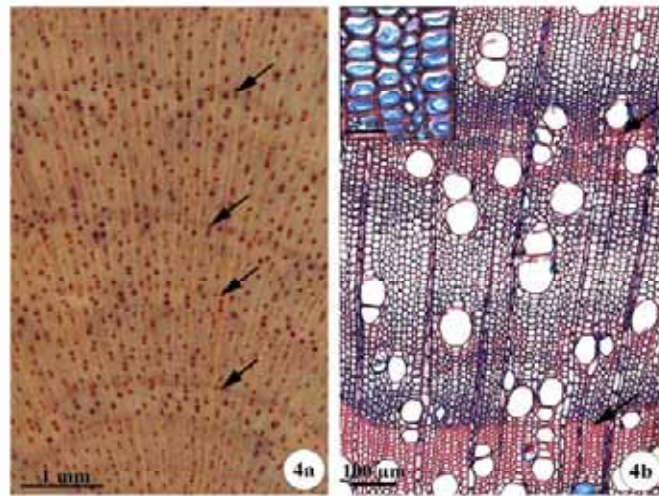


Fig. 7. a-b) Seção transversal da madeira de *Eriotheca gracilipes*. a) Fotomicrografia. Setas indicam os limites da camada de crescimento. b) Fotomicrografia. Setas indicando as fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.

Fig. 8. a-b) Seção transversal da madeira de *Annona coriacea*. a) Fotomicrografia. As setas indicam arranjo tangencial de vasos maiores no lenho inicial. Note a aproximação das faixas estreitas do parênquima axial pouco antes do alargamento dos vasos em cada camada de crescimento. b) Fotomicrografia mostra raios dilatados no limite das camadas de crescimento (setas).

Fig. 9. a-b) Seção transversal da madeira de *Annona crassiflora*. a) Fotomicrografia. As setas indicam os limites da camada de crescimento. b) Fotomicrografia. Setas indicam fibras do lenho tardio com paredes espessadas no limite das camadas de crescimento.

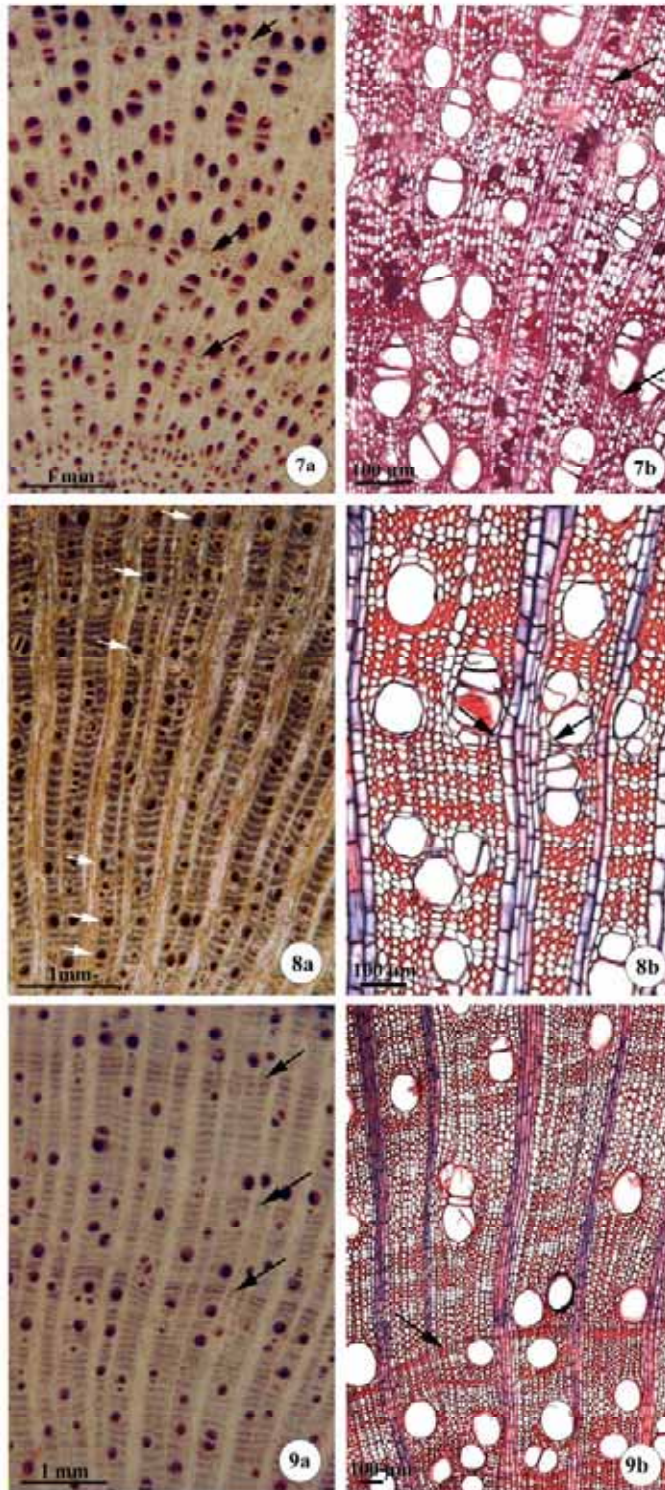


Fig. 10. a-b) Seção transversal da madeira de *Erythroxylum tortuosum*. a) Fotomicrografia. b) Fotomicrografia. Setas indicando as fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente e vasos pequenos.

Fig. 11. a-b) Seção transversal da madeira de *Terminalia brasiliensis*. a) Fotomicrografia. Setas indicam os limites da camada de crescimento. b) Fotomicrografia. Setas indicando as fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.

Fig. 12. a-b) Seção transversal da madeira de *Qualea grandiflora*. a) Fotomicrografia. Setas indicam linhas marginais do parênquima axial demarcando os limites das camadas de crescimento. b) Fotomicrografia. Setas indicando as fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente.

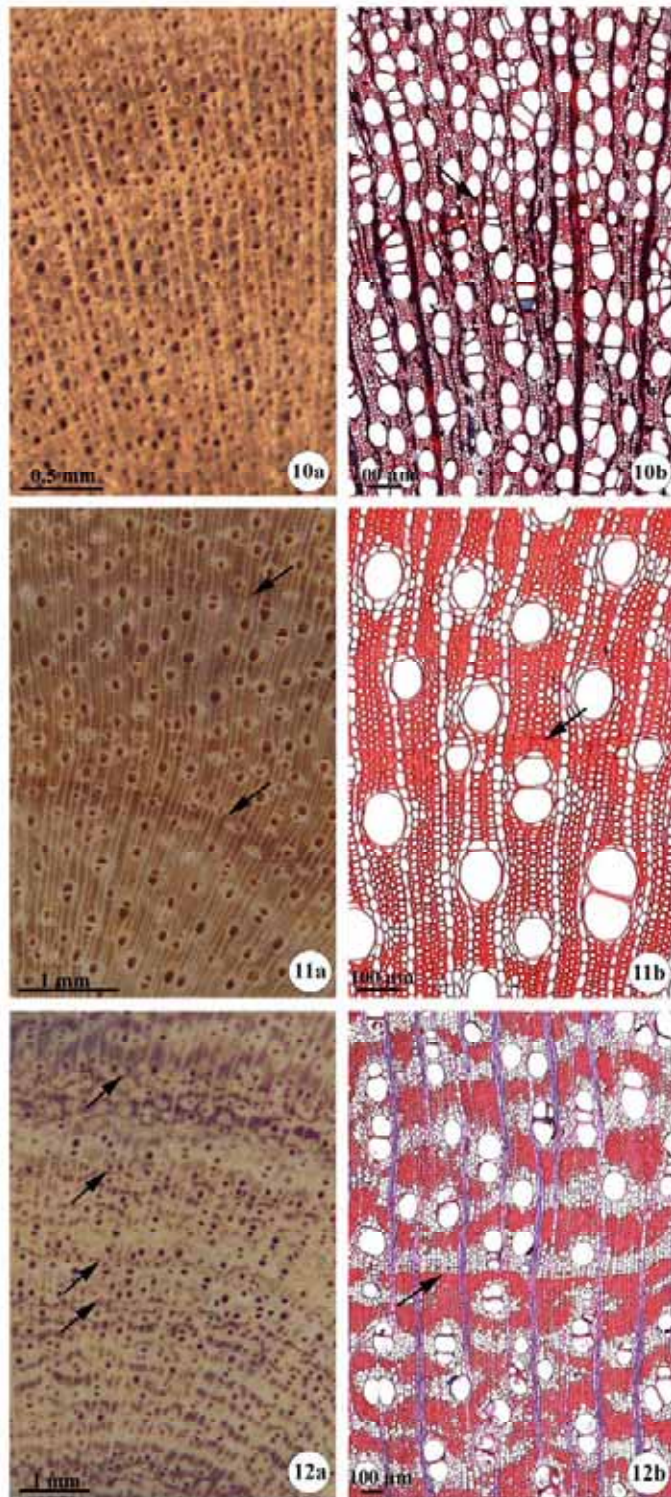


Fig. 13. a-b) Seção transversal da madeira de *Rapanea umbellata*. a) Fotomicrografia. Setas indicam os limites da camada de crescimento. b) Fotomicrografia. Setas indicam as fibras do lenho tardio com paredes espessadas e um leve achatamento radial.

Fig. 14. a-b) Seção transversal da madeira de *Tapirira guianensis*. a) Fotomicrografia. As setas indicam os limites da camada de crescimento. b) Fotomicrografia mostra as fibras do lenho tardio com paredes espessadas (seta).

Fig. 15. a-b) Seção transversal da madeira de *Vochysia cinnamomea*. a) Fotomicrografia. Note a variação da distribuição do parênquima axial dentro da camada de crescimento. b) Fotomicrografia. Note a variação da distribuição do parênquima axial dentro da camada de crescimento e do arranjo dos canais traumáticos acima na figura.

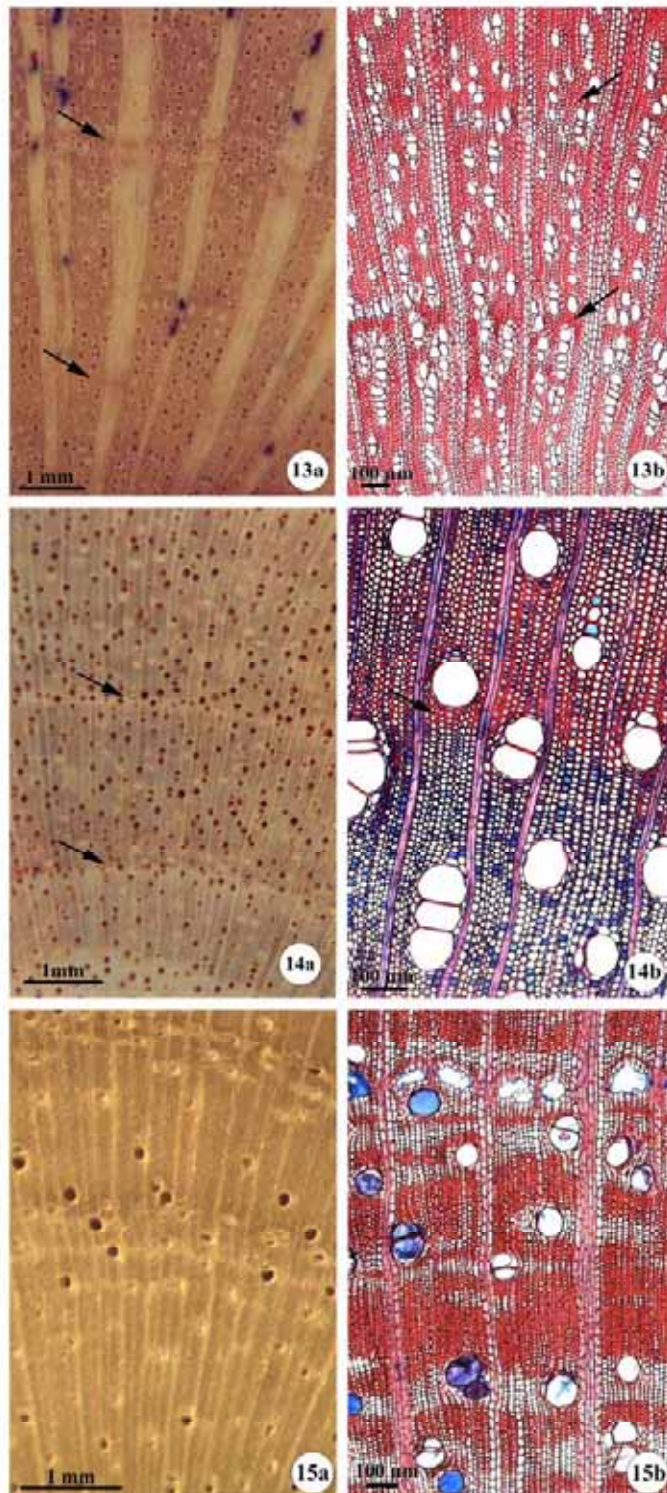




Fig. 16. a-b) Seção transversal da madeira de *Caryocar brasiliense*. a) Fotomacrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial.

Fig. 17. a-b) Seção transversal da madeira de *Qualea multiflora*. a) Fotomacrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. Note a variação na distribuição do parênquima axial dentro da camada de crescimento

Fig. 18. a-b) Seção transversal da madeira de *Didymopanax vinosum*. a) Fotomacrografia. Setas indicam zonas fibrosas. b) Fotomicrografia. Fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas

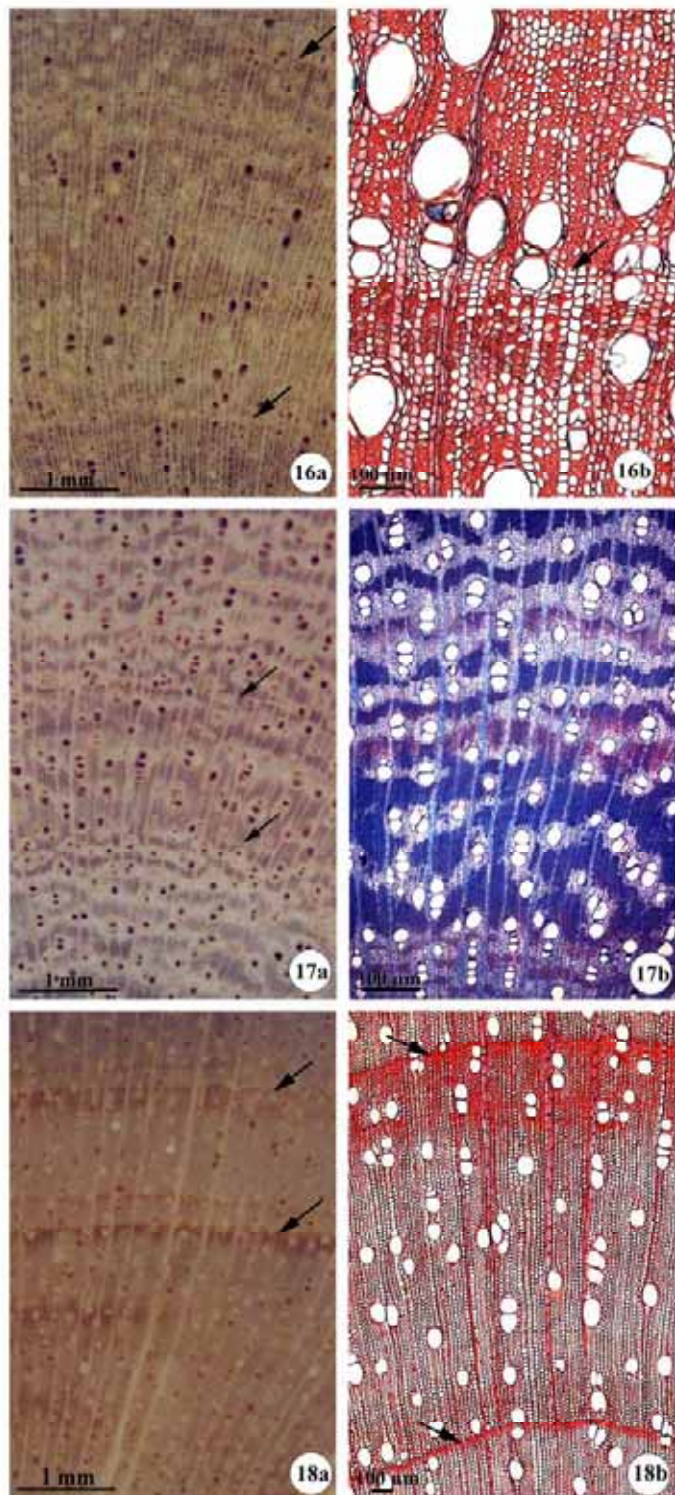


Fig. 19. a-b) Seção transversal da madeira de *Couepia grandiflora*. a) Fotomicrografia. Setas indicam zonas fibrosas. b) Fotomicrografia. Setas indicando as fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente nas zonas fibrosas.

Fig. 20. a-b) Seção transversal da madeira de *Diospyrus hispida*. a) Fotomicrografia. Setas indicam zonas fibrosas. b) Fotomicrografia. Note que as faixas estreitas do parênquima tendem a se aproximar no fim da camada de crescimento.

Fig. 21. a-b) Seção transversal da madeira de *Pera glabrata*. a) Fotomicrografia. Setas indicam zonas fibrosas. b) Fotomicrografia. Note zonas irregulares de fibras gelatinosas adjacentes à camada de crescimento. No detalhe fibras gelatinosas.

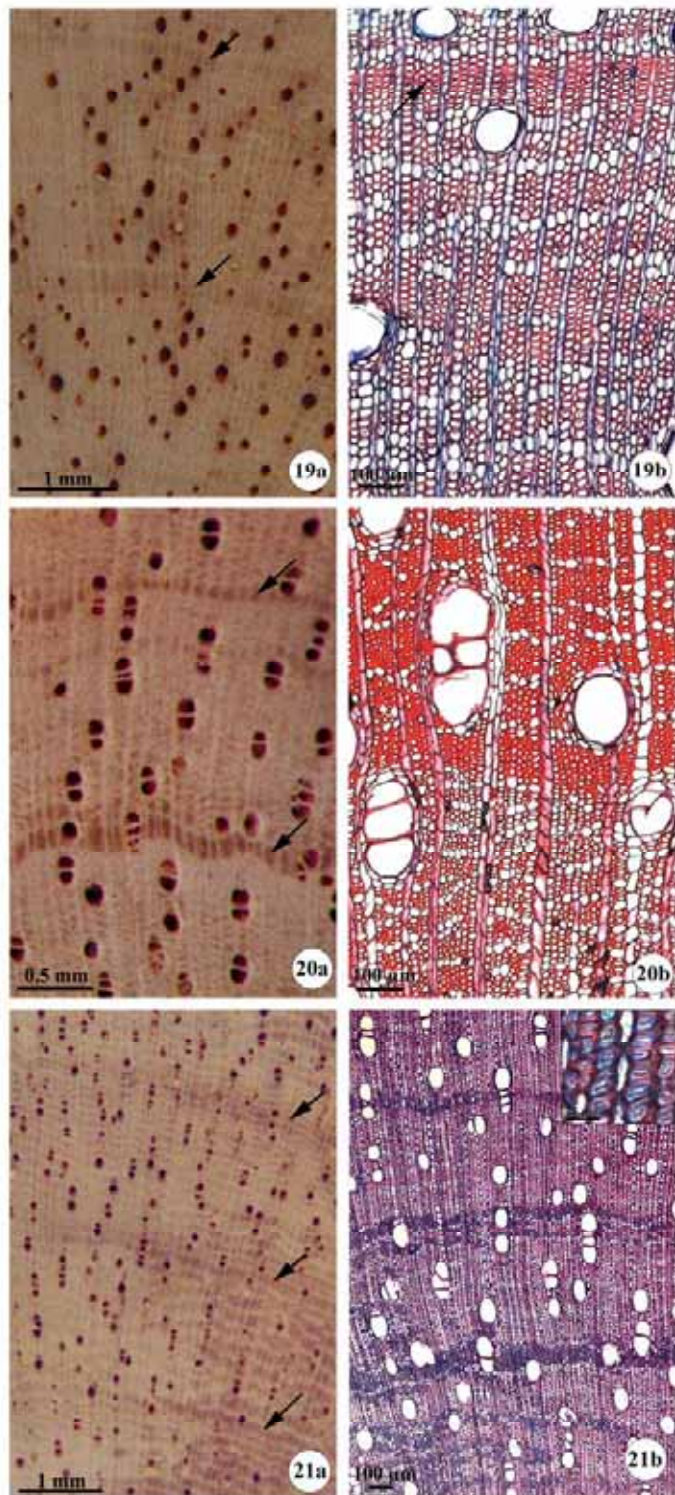


Fig. 22. a-b) Seção transversal da madeira de *Styrax ferrugineus*. a) Fotomicrografia. Setas indicam zonas fibrosas. b) Fotomicrografia. Setas indicando fibras do lenho tardio com paredes espessadas nas zonas fibrosas.

Fig. 23. a-b) Seção transversal da madeira de *Byrsonima coccolobifolia*. a) Fotomicrografia. Setas indicam zonas fibrosas. b) Fotomicrografia. As pequenas estrelas indicam fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente nas zonas fibrosas. Note que os raios ficam mais estreitos nesta região.

Fig. 24. a-b) Seção transversal da madeira de *Ouratea spectabilis*. a) Fotomicrografia. Setas indicam zonas fibrosas. b) Fotomicrografia. Setas indicando as fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente nas zonas fibrosas.

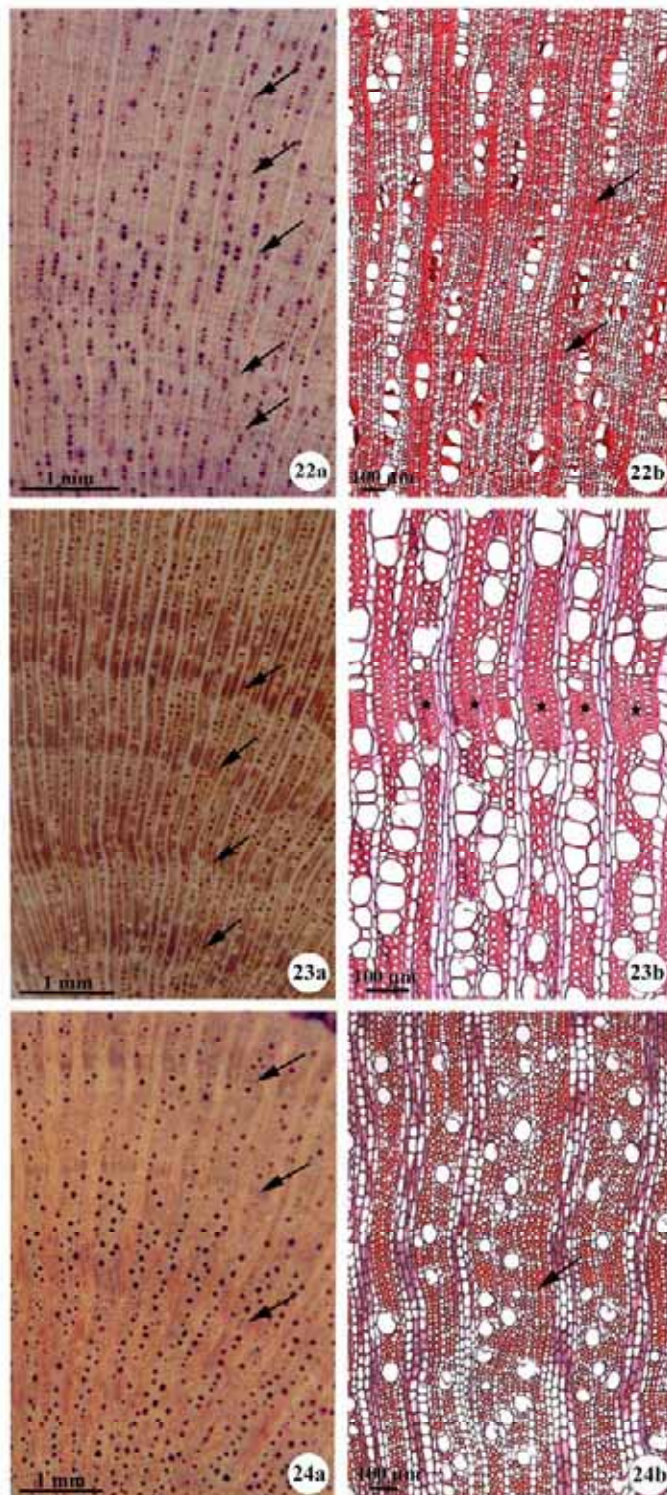


Fig. 25. a-b) Seção transversal da madeira de *Kielmeyera rubriflora*. a) Fotomicrografia. Setas indicam zonas fibrosas. b) Fotomicrografia. Setas indicam linhas estreitas do parênquima marginal.

Fig. 26. a-b) Seção transversal da madeira de *Pouteria torta*. a) Fotomicrografia. Setas indicam zonas fibrosas. b) Fotomicrografia. Setas indicam linhas estreitas e finas do parênquima marginal.

Fig. 27. a-b) Seção transversal da madeira de *Gochnatia barrosii*. a) Fotomicrografia. Setas indicam faixas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. Setas indicam faixas marginais de parênquima axial. Note a alta freqüência de vasos no lenho inicial.

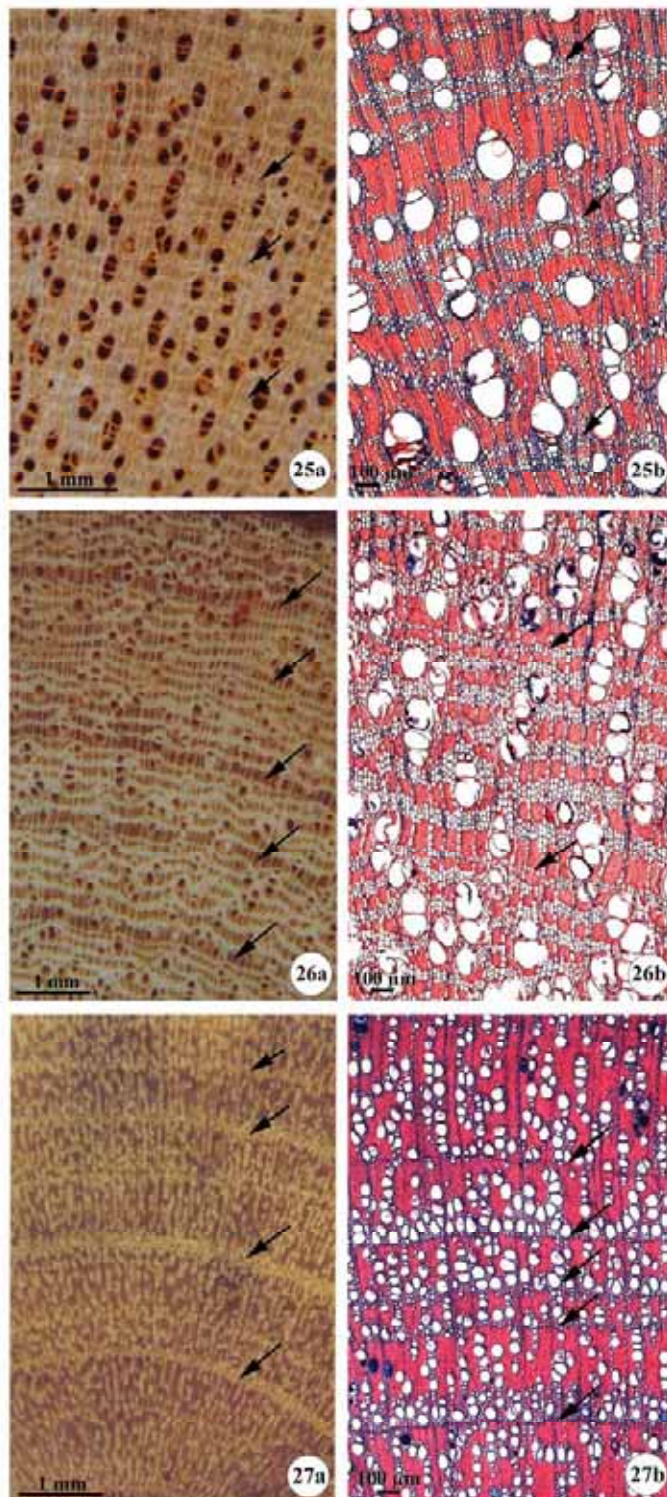




Fig. 28. a-b) Seção transversal da madeira de *Bauhinia rufa*. a) Fotomicrografia. Setas indicam faixas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. Setas indicam faixas marginais de parênquima axial Note a alta frequência de vasos adjacentes às faixas marginais.

Fig. 29. a-b) Seção transversal da madeira de *Cordia sellowiana*. a) Fotomicrografia. Setas indicam faixas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. Setas indicam vasos pequenos do lenho tardio absorvidos no parênquima marginal.

Fig. 30. a-b) Seção transversal da madeira de *Alibertia concolor*. a) Fotomicrografia. Setas indicam faixas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. Setas indicam faixas marginais.

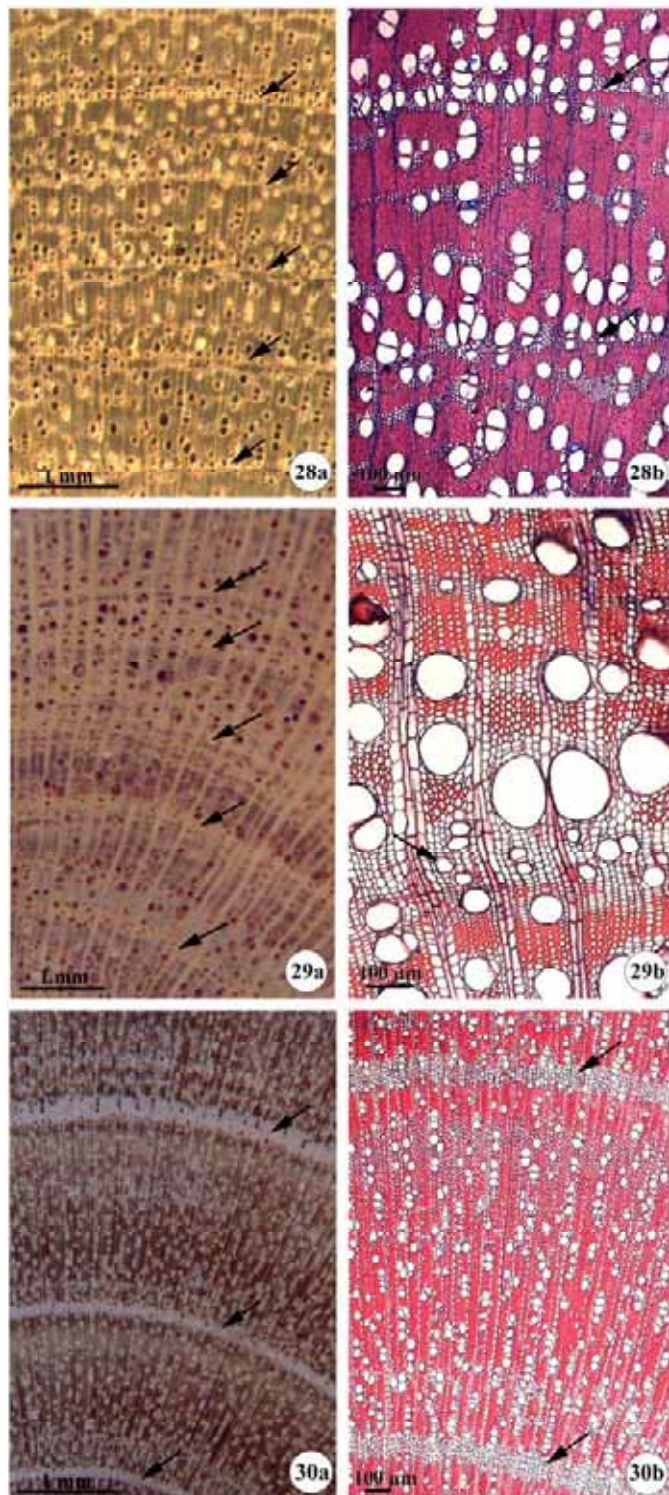


Fig. 31. a-b) Seção transversal da madeira de *Copaifera langsdorffii*. a) Fotomacrografia. Setas indicam faixas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. As pequenas estrelas indicam canais axiais nas faixas marginais de parênquima axial.

Fig. 32. a-b) Seção transversal da madeira de *Aegiphilla sellowiana*. a) Fotomacrografia. Setas indicam faixas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. Setas indicam faixas marginais de parênquima axial.

Fig. 33. a-b) Seção transversal da madeira de *Piptocarpha rotundifolia*. a) Fotomacrografia. Setas indicam faixas marginais de parênquima axial. Note a alta frequência de vasos adjacentes às faixas marginais. b) Fotomicrografia. Setas indicam raios dilatados nos limites da camada de crescimento.

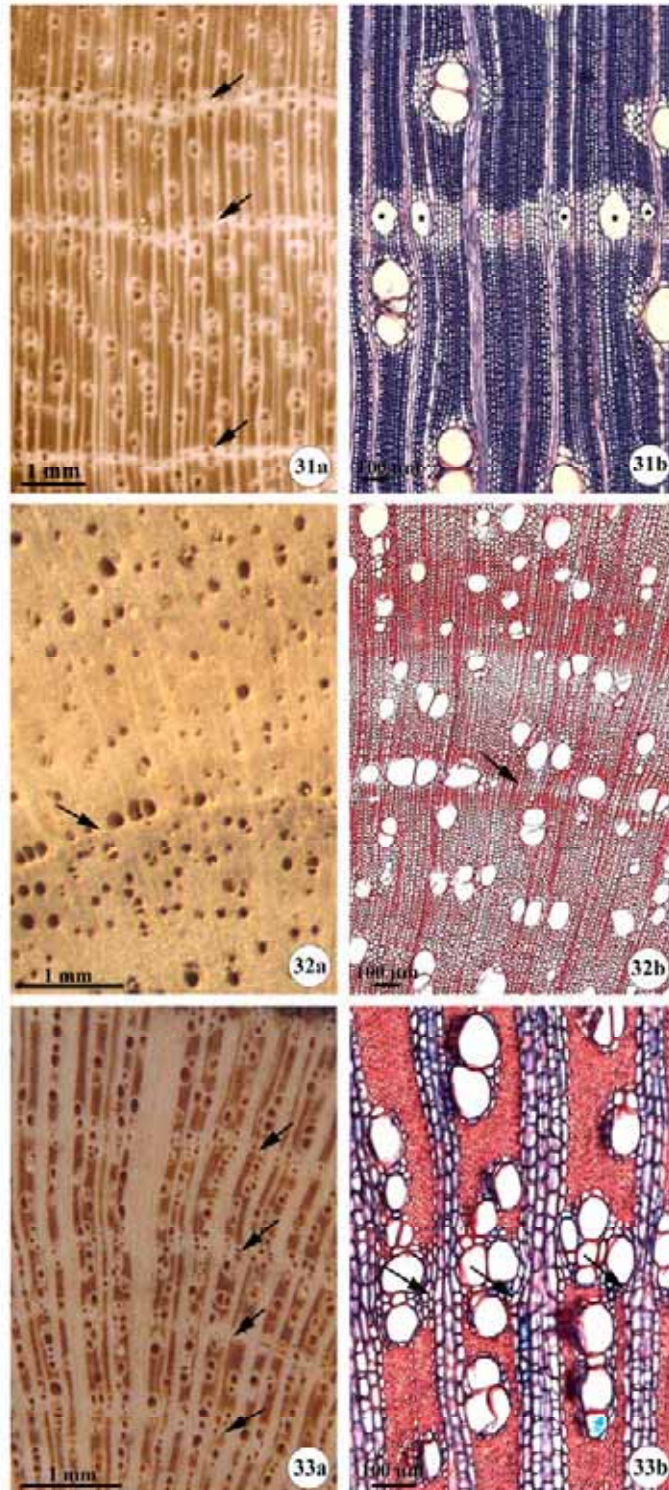


Fig. 34. a-b) Seção transversal da madeira de *Vochysia rufa*. a) Fotomacrografia. b) Fotomicrografia. Note a variação do parênquima axial dentro da camada de crescimento.

Fig. 35. a-b) Seção transversal da madeira de *Dimorphandra mollis*. a) Fotomacrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial.

Fig. 36. a-b) Seção transversal da madeira de *Bowdichia virgiloides*. a) Fotomacrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. Linhas marginais de parênquima axial em detalhe (seta).

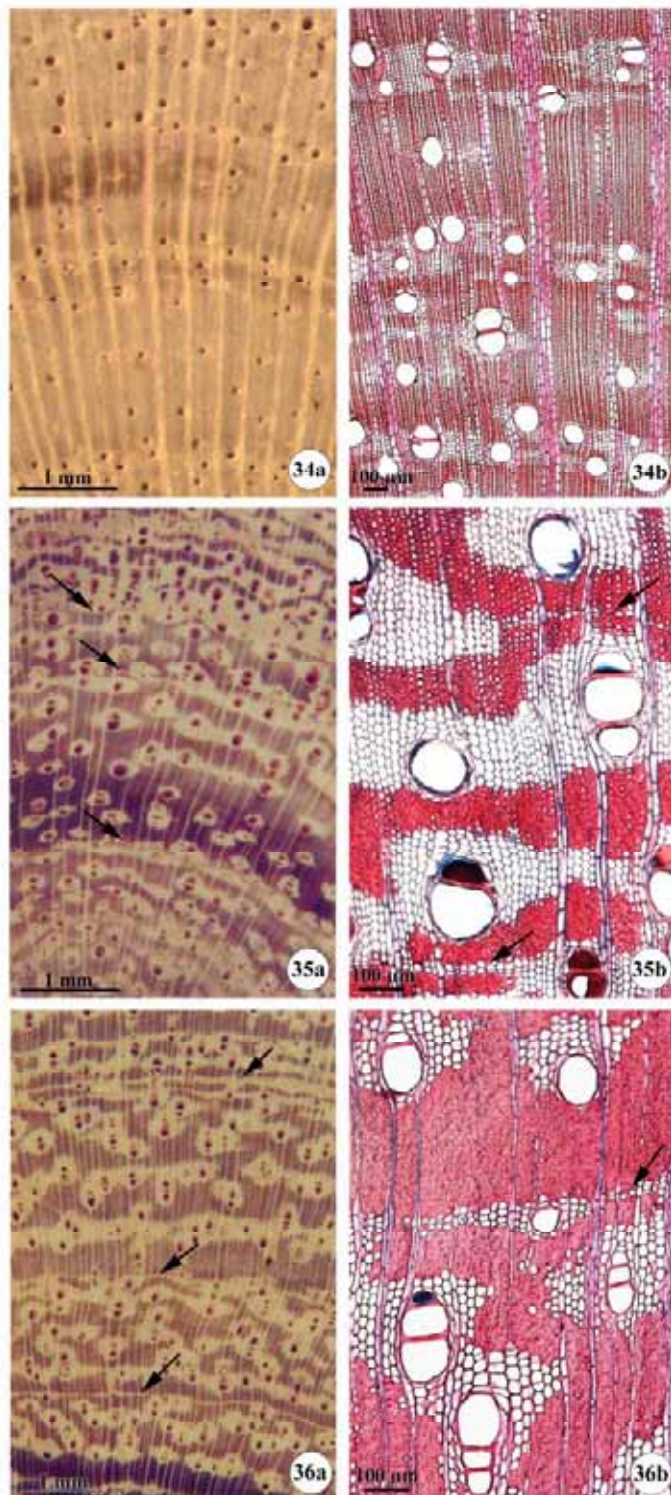


Fig. 37. a-b) Seção transversal da madeira de *Anadenanthera falcata*. a) Fotomicrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial. b) Fotomicrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial em detalhe.

Fig. 38. a-b) Seção transversal da madeira de *Qualea dichotoma*. a) Fotomicrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial. b) Seta indicando linha marginal do parênquima axial em detalhe.

Fig. 39. a-b) Seção transversal da madeira de *Machaerium villosum*. a) Fotomicrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial. Note a variação da distribuição do parênquima axial dentro da camada de crescimento. b) Fotomicrografia. Setas indicam linhas marginais de parênquima axial.

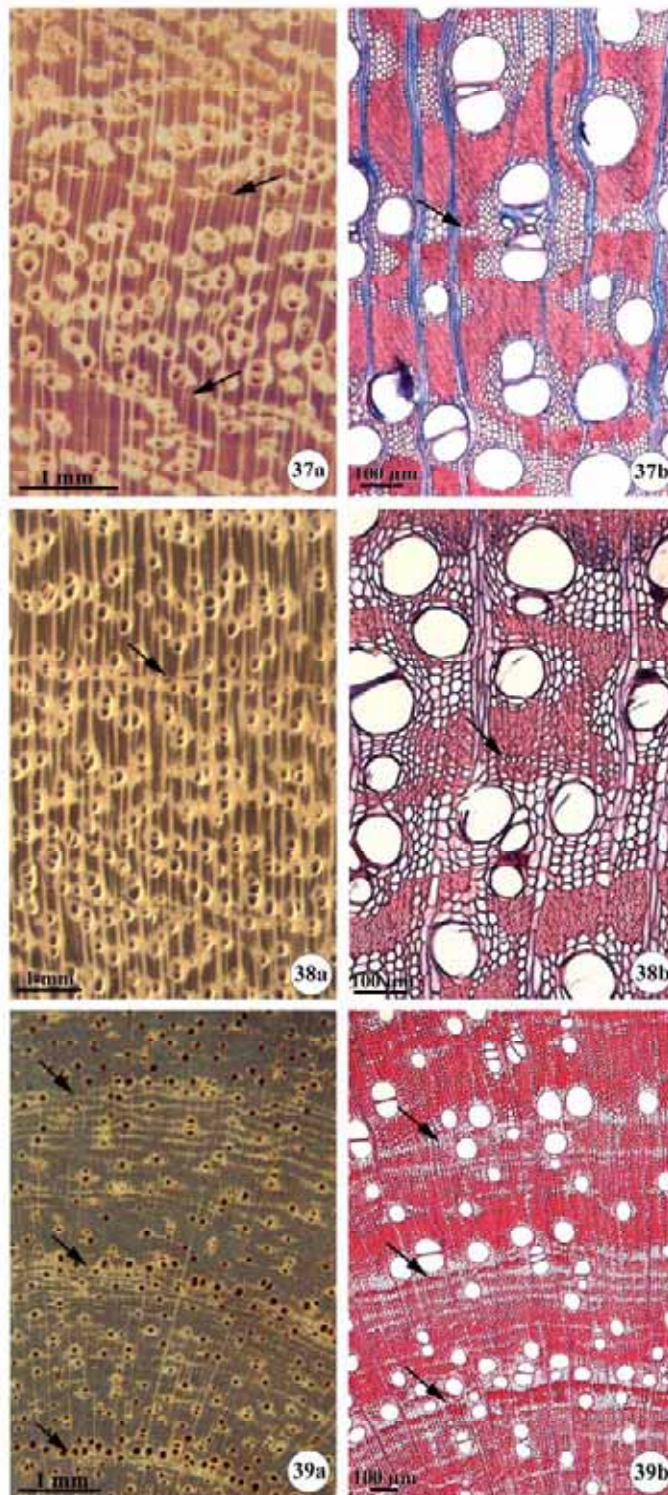
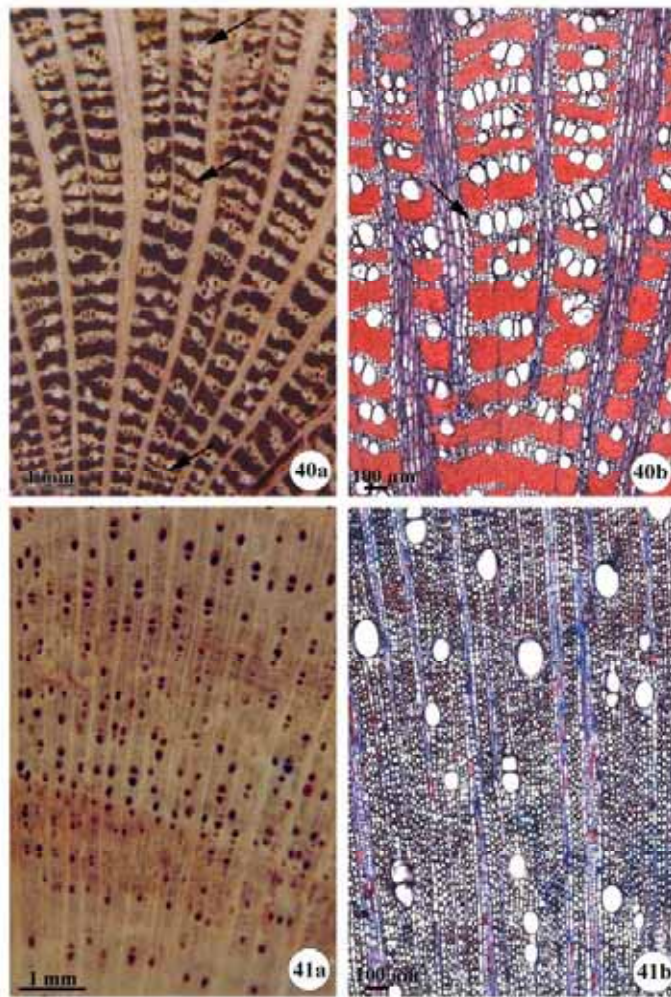




Fig. 40. a-b) Seção transversal da madeira de *Roupala montana*. a) Fotomacrografia. Setas indicam a proximidade das faixas estreitas do parênquima escalariforme. b) Fotomicrografia. Setas indicam a região proximidade das faixas estreitas do parênquima escalariforme.

Fig. 41. a-b) Seção transversal da madeira de *Luehea grandiflora*. a) Fotomacrografia. Ausência dos marcadores da camada de crescimento. b) Fotomicrografia.





**Tendências Anatômicas Da Madeira De Ramos De Espécies Arbustivas E Arbóreas De  
Cerrado Do Centro Oeste Do Estado De São Paulo <sup>1</sup>**

JULIA SONSIN OLIVEIRA <sup>2,3</sup>, CARMEN REGINA MARCATI <sup>2</sup>

1. Parte da Dissertação de Mestrado de J.S. Oliveira, desenvolvida no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu.
  2. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Recursos Naturais - Ciências Florestais, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu, SP, Brasil.
  3. Autor para correspondência: [jsonsin@yahoo.com.br](mailto:jsonsin@yahoo.com.br)
- Título resumido: Tendências anatômicas do lenho de espécies de cerrado.

ABSTRACT: (Anatomical trends in the wood of branches of trees and shrubs species of cerrado in the west central part of the state of São Paulo).

Wood ecological anatomy is important because it allows a better understanding on the influence of the environmental factors in the wood formation and consequently in the xylem structural characteristics. These studies in cerrado species are scarce and very important, since the diverse environmental factors make's the cerrado a peculiar flora with a small size and twisted trunks. These studies aims to verify the structural variations of the secondary xylem of 48 shrubby and arboreal species, from 27 families of the Pratânia's cerrado region, located in the west central part of the state of São Paulo, Brazil (23° 02' 55, 5" S e 48° 31' 26,1" W). This work presents the predominant characteristics in the studied cerrado species and also the possible taxonomic and ecological value characteristics.

Key words: branch, cerrado species, ecological anatomy, wood anatomy.

RESUMO: (Tendências anatômicas da madeira de ramos de espécies arbustivas e arbóreas de cerrado do centro oeste do estado de São Paulo).

A anatomia ecológica da madeira possibilita compreender a influência dos fatores ambientais na formação da madeira e, portanto nas características estruturais do lenho. Estes estudos com espécies de cerrado são escassos e muito importantes uma vez que fatores ambientais diversos fazem com que o cerrado apresente uma flora peculiar com porte pequeno e troncos retorcidos. O presente trabalho tem por objetivo verificar as variações estruturais do xilema secundário de 48 espécies arbustivas e arbóreas de 27 famílias de área de cerrado de Pratânia localizada na região centro oeste do estado de São Paulo, Brasil (23° 02' 55, 5" S e 48° 31' 26,1" W). O trabalho apresenta as características predominantes nas espécies de cerrado estudadas e também as possíveis características de valor taxonômico e valor ecológico.

Palavras chave: anatomia ecológica, anatomia da madeira, espécies de cerrado, ramos.

## Introdução

Os fatores ambientais atuam no desempenho fisiológico das plantas, e conseqüentemente nas características anatômicas da madeira. Assim, além dos fatores genéticos, hábito e localização em que a madeira foi formada na árvore (caule e raízes) e as variáveis como: clima, condições do solo, altitude, latitude, influenciam o desenvolvimento das plantas (Klaassen 1999). Estas variáveis afetam as características das células presentes no lenho, sendo que estas variam em seu tamanho, forma, distribuição e quantidade, e assim as diferentes características definem estratégias, tanto para eficiência quanto para a segurança, e ambas, na condução hídrica. Trabalhos importantes têm abordado estas questões (Carlquist 1977, 1980, 1988, Ewers 1985, Worbes 1985, 1995, Baas & Schweingruber 1987, Mauseth 1988, Détienne 1989, Wheler & Baas 1991, Lindorf 1997, Sidiyasa & Baas 1998, Klaassen 1999, Dickison 2000, e Lens *et al.* 2004).

Os estudos sobre o efeito dos fatores ambientais nas características anatômicas da madeira, ou seja, anatomia ecológica, têm sido realizados com espécies de diversas floras, principalmente do Hemisfério Norte, e são focados principalmente na análise das características quantitativas dos vasos, como o diâmetro, o comprimento do elemento de vaso, o número de barras das placas de perfuração e a frequência de vasos (Carlquist 1988, Alves & Angyalossy Alfonso 2000), pois a descrição destas características permite uma melhor avaliação quanto à função fisiológica, eficiência da capacidade de condução hídrica, e segurança contra o embolismo nos vasos que estas células podem oferecer (Carlquist 1988).

Os estudos sobre anatomia ecológica com espécies de cerrado são poucos e recentes, visto que as pesquisas, em sua maioria, sempre foram voltadas para os órgãos foliares (Pinho 1966, Pinho *et al.* 1992 e Nisgoski *et al.* 1998). Com relação aos trabalhos voltados à anatomia ecológica da madeira (Pinho & Camargo 1979, Mina Rodrigues 1986, Pinho *et al.* 1992, Ceccantini 1996, Machado *et al.* 1997 e Marcati *et al.* 2001), estes apresentam comparações das características quantitativas e qualitativas do lenho entre os diferentes órgãos das plantas (caule e raiz) e também

entre diferentes ambientes, como por exemplo, estudos com espécies que ocorrem simultaneamente em cerrado e floresta.

Considerando que são poucos os estudos sobre a anatomia da madeira de espécies de cerrado, principalmente os que buscam analisar a influência dos diferentes fatores ambientais nas características das células do xilema secundário, o presente trabalho tem como objetivo estudar a anatomia da madeira destas espécies de tal forma a verificar tendências, bem como apontar características de valor ecológico e taxonômico.

#### Material e métodos

O estudo foi conduzido em reserva particular de cerrado (senso lato), com cerca de 180 ha, localizada na Fazenda “Palmeira da Serra”, município de Pratânia, região centro oeste do estado de São Paulo, (23° 02' 55, 5" S e 48° 31' 26,1" W), Brasil. Segundo Carvalho *et al.* (1991), o tipo climático do município é definido como Cwb (mesotérmico de inverno seco), dado obtido pela classificação de Köppen (1931). A precipitação média anual é de aproximadamente 1534 mm (Carvalho *et al.* 1991). A estação seca estende se de maio a setembro, sendo a média de precipitação de 81 a 89 mm. O mês de janeiro predomina como o mais quente (22,7°C) e úmido (242 mm) e o mês de julho o mais frio (16,6°C) e seco (38 mm) (Carvalho *et al.* 1991). O solo da área, segundo (S. L. Goulart & C. R. Marcati, dados não publicados) apresenta textura arenosa, pH ácido, baixa porcentagem de matéria orgânica, teor de alumínio muito alto e baixo teor de cálcio e potássio. Os teores de boro e cobre encontram se médios, sendo alto para o ferro e baixo para manganês e zinco.

Foram coletados ramos mais desenvolvidos de caules de três espécimes de 48 espécies arbustivas e arbóreas, que representam 27 famílias (tabela 1). Dos ramos foram retirados discos de aproximadamente 3 cm na porção basal. As análises foram conduzidas em ramos dos caules por restrições ao uso de métodos destrutivos em áreas de reserva ambiental. Para a classificação da fenologia, observações de campo foram realizadas por dois anos (2002 a 2004). O hábito das espécies teve a seguinte classificação: arbusto; árvore pequena (semelhante ao arbusto em tamanho,

mas com apenas um tronco principal); árvore (com um tronco e copa bem desenvolvidos); e árvore alta (emergentes, com a copa acima do dossel), e foi adaptado da classificação de Ribeiro *et al.* (1999). Os materiais botânicos foram coletados para a confirmação taxonômica das espécies e exsiccatas foram preparadas e depositadas no Herbário “Irina Delanova de Gemtchujnicov” (BOTU) do Instituto de Biociências (IB). As amostras do lenho foram depositadas na Xiloteca “Maria Aparecida Mourão Brasil” (BOT<sub>w</sub>) da Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da UNESP, Campus de Botucatu.

As amostras foram armazenadas em álcool 70% para preservar o material contra o ataque de organismos xilófagos. Foram obtidas seções de aproximadamente 15 a 20 µm de espessura dos planos de corte transversais e longitudinais (radiais e tangenciais). Um grupo de cortes foi corado e o outro grupo foi deixado com sua coloração natural. Os cortes que foram corados passaram por uma solução de hipoclorito de sódio e água destilada, depois corados duplamente com safranina aquosa 1% (Bukatsch 1972) e azul de astra aquoso 1% (Roeser 1972) (1:9). Tanto os cortes corados quanto os naturais foram desidratados em uma série de concentração alcoólica progressiva, passando ao final por acetato de butila para fixar a coloração. As lâminas histológicas foram montadas permanentemente com resina sintética (Entellan<sup>®</sup>). A dissociação das células seguiu o método de Franklin (1945, modificado por Kraus & Arduim 1997) e o corante safranina 1% aquosa (Bukatsch 1972) foi utilizado para a coloração dessas células. As lâminas semi permanentes foram montadas em glicerina, utilizando pequena quantidade do material dissociado.

Os dados anatômicos qualitativos e quantitativos foram obtidos de lâminas permanentes e semi permanentes com o auxílio de um microscópio de luz Axioskop 40, marca Zeiss, Câmera Digital AxioCam MRC e Software para Análise de Imagens, Axiovision.

A caracterização anatômica qualitativa e quantitativa seguiu as normas do IAWA Committee (1989). Para a descrição do tipo de parênquima radial seguiu-se as normas do IAWA Committee (1989), com adaptações.

Os dados quantitativos foram identificados nas tabelas como (mínimo ) médio ( máximo).



## Resultados / Discussão

### Camadas de crescimento

As camadas de crescimento se apresentaram mal definidas em 33% (figura 1), bem definidas em 61% (figura 2), sendo ausentes em 6% (figura 3) das espécies analisadas (tabela 2). A grande ocorrência de espécies com camadas de crescimento em espécies do cerrado pode estar relacionada a uma estação seca anual distinta, que dura cerca de 1 a 5 meses. De acordo com Worbes (1995), um período de dois a três meses com precipitação abaixo de 60 mm é condição ambiental necessária para que as espécies formem camadas de crescimento em seu lenho. Entre as espécies com camada de crescimento em seu lenho, 63% são semi decíduas ou decíduas (56,5% semi decíduas, 6,5% decíduas) e 37% sempre verdes. A presença de camadas de crescimento em espécies sempre verdes já foi comentado por Alvim (1964) e Worbes (1995) em árvores da floresta tropical úmida e por Coradin (2000) em espécies decíduas e sempre verdes do cerrado da região central do Brasil. Em relação ao hábito, as camadas de crescimento estão presentes em 83,3% dos arbustos e árvores pequenas e em 100% das árvores e árvores altas. A frequência alta de árvores pequenas e arbustos no cerrado indica relevância do hábito para a análise da formação de camadas de crescimento neste tipo de vegetação.

### Vasos

A tabela 2 apresenta as características qualitativas e quantitativas vasos/elementos de vaso.

### Porosidade

Nas madeiras estudadas, a porosidade foi difusa (figura 1 3, 6, 7, 19, 21 24) em 94% das espécies e o anel semi poroso (figura 4) ocorreu somente em 6% delas (tabela 2). Tanto as espécies arbóreas quanto as arbustivas apresentaram alta incidência de porosidade difusa, 95% e 89%, respectivamente. Estes dados concordam com o observado por: Metcalfe & Chalk (1950, 1983) que afirmam que a porosidade difusa é situação comum entre as dicotiledôneas; Wheeler & Baas (1991) que estudaram as características anatômicas do lenho de dicotiledôneas que ocorreram desde o Cretáceo até as eras mais recentes (1200 fósseis e 5260 espécies das eras mais recentes) e

observaram porosidade difusa em 96% das espécies do Hemisfério Sul e anel poroso e semi poroso em apenas 3%; Pinho (1966), Pinho & Camargo (1979) e Pinho *et al.* (1992) que estudaram algumas espécies de cerrado; e com Alves & Angyalossy Alfonso (2000) que estudaram 491 espécies brasileiras.

Neste estudo, das espécies que apresentam porosidade difusa, 53% são semi decíduas, 38% são sempre verdes e 9% são decíduas. Das poucas espécies (*Cordia sellowiana*, *Machaerium villosum* e *Aegiphila sellowiana*) que apresentam anel semi poroso, *C. sellowiana* e *A. sellowiana* são semi decíduas e *Machaerium villosum* é sempre verde. Os estudos de Klaassen (1999) apontam que as características anatômicas da madeira estão mais relacionadas às afinidades filogenéticas dos taxa do que à fenologia das espécies. Os resultados deste estudo apontam para esta mesma conclusão.

#### Arranjo de vasos

Na maioria das espécies (84%) não foi observado arranjo de vasos (figuras 2, 3, 7, 21, 22, 24) (tabela 2). Em 10% delas foi observado arranjo radial (*Byrsonima basiloba*, *B. coccolobifolia* (figura 5), *B. verbascifolia*, *Styrax camporum* e *S. ferrugineus* (figura 1)) e em 6% o arranjo tangencial (*Gochnatia barrosii* (figura 6), *Piptocarpha rotundifolia* e *Roupala montana* (figura 23)) (tabela 2). Estes resultados concordam com o encontrado por Wheeler & Baas (1991) e por Alves & Angyalossy Alfonso (2000) para as espécies tropicais. Segundo Wheeler & Baas (1991), o arranjo de vasos é característica observada mais comumente nas espécies de regiões temperadas.

#### Agrupamento de vasos

Vasos solitários e múltiplos (figuras 1 a 6) ocorreram em 94% das espécies estudadas (tabela 2). Apenas 6% apresentaram vasos exclusivamente solitários (figura 7) (tabela 2). Os dados obtidos são semelhantes aos observados por Alves & Angyalossy Alfonso (2000) que estudaram 491 espécies brasileiras, por Wheeler & Baas (1991) para as dicotiledôneas do Hemisfério Sul e por Pinho (1966), Pinho & Camargo (1979) e Pinho *et al.* (1992) em estudos realizados com espécies de cerrado. De acordo com Alves & Angyalossy Alfonso (2000) e Carlquist (1988), as espécies que

apresentam vasos solitários e múltiplos ocorrem mais comumente em ambientes quentes e secos. A maior presença de vasos solitários e múltiplos observada nas espécies deste estudo, pode indicar adaptação destas ao ambiente de cerrado que apresenta períodos de seca em torno de 5 meses.

Vasos exclusivamente solitários ocorreram nas espécies *Couepia grandiflora*, *Licania tomensosa* e *Ouratea spectabilis* (figura 7), que apresentam também fibras com pontoações areoladas em seu lenho. Bass & Schweingruber (1987) em estudo com 505 espécies arbóreas, arbustivas e trepadeiras de diferentes famílias da Europa, observaram que das espécies que possuíam fibras com pontoação areoladas quase todas apresentavam vasos exclusivamente solitários. As pontoações areoladas presentes nas fibras destas espécies, apesar de oferecerem pouca eficiência na condução hídrica, podem atuar como uma alternativa caso ocorra embolismo nos vasos (Baas & Schweingruber 1987).

#### Placas de Perfuração

Elementos de vaso com placas de perfuração simples (figura 8) ocorreram em 92% das espécies, simples e múltiplas na mesma planta ocorreram somente em 6% (*Didymopanax vinosum*, *Nectandra sp.* e *Styrax ferrugineus*), e somente múltiplas ocorreram em 2% (*Styrax camporum* (figura 9)) (tabela 2). Os dados obtidos foram semelhantes aos observados por: Carlquist (1977) que encontraram placas de perfuração simples na maioria das dicotiledôneas de diversas floras; Wheeler & Baas (1991), que observaram para as espécies do Hemisfério Sul, alta incidência (88%) de placas de perfuração simples, baixa incidência (5%) de placas de perfuração simples e múltiplas que ocorrem no mesmo lenho, e baixa incidência (7%) de placas de perfuração somente múltiplas. As placas de perfuração simples ocorrem mais comumente em plantas que estão em ambientes quentes, secos, solos pouco úmidos e com baixa umidade atmosférica (Alves & Angyalossy Alfonso 2000, Dickison 2000, Baas & Schweingruber 1987), características que compõe o ambiente de cerrado.

Neste estudo, das espécies arbustivas analisadas (9), somente uma, *Didymopanax vinosum*, apresentou placas de perfuração múltiplas nos elementos de vaso. O número de espécies arbustivas deste estudo é pequeno para comparações, entretanto este resultado difere dos de Lens *et al.* (2004)

para arbustos da família Ericaceae que demonstra alta incidência de placas de perfuração múltiplas (72%) nestas plantas.

#### Pontoações intervasculares

Pontoações intervasculares alternas (figura 10) foram observadas na maioria das espécies (98%) e pontoações opostas em 2% (*Dimorphandra mollis*) (tabela 2). Os dados obtidos são semelhantes aos encontrados por Wheeler & Baas (1991) que observaram para as espécies do Hemisfério Sul, alta ocorrência de pontoações alternas (83%), e somente 2% das espécies com pontoações intervasculares opostas. A presença de pontoações alternas resulta em vasos com paredes mais resistentes mecanicamente do que as que apresentam pontoações intervasculares opostas ou escalariformes (Carlquist 1988), indicando a importância da manutenção da integridade das paredes dos vasos em condições variáveis de pressão osmótica.

#### Pontoações raio vasculares

Pontoações raio vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares (figura 11) ocorreram em 73% das espécies, com aréolas muito reduzidas à aparentemente simples (figura 12) em 17% , com aréolas muito reduzidas à aparentemente simples e com pontoações de dois tamanhos distintos na mesma célula de raio (figura 13) em 6%, com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares e com aberturas que tocam as aréolas da pontoação em 4%. Os resultados obtidos neste estudo se assemelham aos encontrados por Wheeler & Baas (1991), que observaram, para a flora recente do Hemisfério Sul, alta incidência de pontoações raio vasculares semelhantes às intervasculares. Ainda, segundo os mesmos autores, nenhuma tendência ecológica foi sugerida para essa característica.

#### Pontoações guarnecidas

Pontoações guarnecidas (figura 14) foram observadas em 33% das espécies (tabela 2), nas famílias Combretaceae, Fabaceae (Caesalpinioideae, Faboideae e Mimosoideae), Malpighiaceae e Vochysiaceae, e estas espécies também apresentaram placas de perfuração simples. Estudos têm relatado a presença de pontoações guarnecidas em espécies de ambientes quentes que apresentam

secas periódicas ou contínuas (Jansen *et al.* 2004, Alves 1997), e que nestas espécies os vasos apresentam placas de perfuração simples (Alves & Angyalossy Alfonso 2000). A presença de pontoações guarnecidas em espécies que ocorrem em ambientes xéricos ou quentes facilitaria a reversão do embolismo nos vasos, resultando na restauração funcional destes, e as placas de perfuração simples funcionariam como um sistema hídrico mais eficiente durante a estação chuvosa (Zweypfenning 1978, Jansen *et al.* 2003, 2004).

#### Diâmetro, frequência e comprimento de vasos

O diâmetro dos vasos é pequeno (50 a 100  $\mu\text{m}$ ) em 77% das espécies, médio (100 a 200  $\mu\text{m}$ ) em 17%, e muito pequeno ( $\leq$  a 50  $\mu\text{m}$ ) em 6% (tabela 2). A frequência de vasos foi baixa (5 a 20 vasos/ $\text{mm}^2$ ) em 65% das espécies estudadas, média (20 a 40 vasos/ $\text{mm}^2$ ) em 23%, alta (40 a 100 vasos/ $\text{mm}^2$ ) em 8%, muito baixa ( $\leq$  5 vasos/ $\text{mm}^2$ ) e muito alta ( $\geq$  100 vasos/ $\text{mm}^2$ ) em 4% (tabela 2). O comprimento dos elementos de vaso está em torno de 350 a 800  $\mu\text{m}$  (médios) em 56% das espécies,  $\leq$  a 350  $\mu\text{m}$  (curtos) em 42%, e  $\geq$  a 800  $\mu\text{m}$  (longos) em 2% (tabela 2). Os dados obtidos são semelhantes aos observados por: Lens *et al.* (2004) que encontraram diâmetro de vasos pequeno e elementos de comprimento médio na maioria das espécies da família Ericaceae que ocorrem em área com precipitação de 1000 a 2000 mm semelhante à da área de cerrado estudada; Wheeler & Baas (1991) que encontraram frequência de vasos baixa na maioria das espécies do Hemisfério Sul e comprimento médio dos elementos de vaso em 43% das espécies do mundo; e Pinho (1966), Pinho & Camargo (1979), Mina Rodrigues (1986), Pinho *et al.* (1992), Ceccantini (1996), Machado *et al.* (1997) e Marcati *et al.* (2001) para as espécies de cerrado por eles estudadas. A porcentagem alta de espécies com vasos de diâmetro pequeno e muito pequeno (83%) chama a atenção e parece ser uma das características mais importantes de estratégia de adaptação das espécies com relação ao longo período de seca de até 5 meses, pelo qual passa o cerrado. Estes vasos seriam mais eficazes na prevenção da formação de embolismo nos períodos desfavoráveis (Carlquist 1977, 1988, Ewers 1985, Baas & Schweingruber 1987, Mauseth 1988). Interessante notar que a maioria das espécies com frequência de vasos muito baixa e baixa (67%), diâmetro médio dos vasos (17%), e vasos

médios a longos (58%), características que juntas proporcionam maior eficiência na condução hídrica, entretanto são menos seguras pela possibilidade de formação de embolismo (ver Carlquist 1977, 1988, Ewers 1985, Baas & Schweingruber 1987, Mauseth 1988), apresenta parênquima paratraqueal. As células parenquimáticas ao redor dos vasos nestas espécies podem oferecer vantagem na manutenção da condução hídrica, pois segundo Mauseth (1988), não deixam penetrar ar dentro dos vasos evitando a formação de bolhas e, apesar das tensões, somente água seria sugada para dentro destes vasos, evitando assim o embolismo.

#### Tilos e depósitos

Tilos (figura 15) estão presentes em 37,5% das espécies e gomas e depósitos (figura 16) em 56% (tabela 2). Segundo Burger & Richter (1991), os tilos e as gomas e depósitos tem considerável valor na identificação de espécies, pois sua existência é típica de determinados grupos botânicos. Ainda, segundo os mesmos autores e Fahn (1975), as tiloses impedem a passagem de fungos, assim como de oxigênio e água através do vaso, dificultando o processo de degradação da madeira por microorganismos, o que pode ser interessante em relação ao uso da madeira, podendo agregar valor dependendo do uso que a mesma terá.

#### Fibras

A tabela 3 apresenta as características qualitativas e quantitativas referentes às fibras.

#### Pontoações

Fibras com pontoações areoladas (figura 17) ocorreram em 21% das espécies e com pontoações diminutas em 79% (figura 18) (tabela 3). Wheeler & Baas (1991) comentam que a ocorrência de fibras com pontoações areoladas aumentou com o decorrer das eras, no Cretáceo ocorria somente em 10% das espécies do Hemisfério Sul e atualmente elas ocorrem em 26% das espécies (Wheeler & Baas 1991).

#### Fibras septadas

As fibras septadas (figura 18) ocorreram em 40% das espécies (tabela 3). Os dados obtidos são semelhantes ao observado por Klaassen (1999) que observou fibras septadas em 43% de

espécies da família Sapindaceae. Wheeler & Baas (1991) observaram que essa característica ocorre mais em florestas tropicais que em florestas temperadas.

Silva *et al.* (1992) em estudo com 432 espécies da Amazônia concluíram que a presença de fibras septadas no lenho não deve ser utilizada como característica diagnóstica para separação de espécies dentro de um mesmo gênero, nem como referência típica de família, já que fibras septadas podem ocorrer em diferentes localizações dentro do mesmo indivíduo e podem ou não ocorrer em diferentes indivíduos da mesma espécie.

Das 19 espécies que apresentam fibras septadas, 33,4% têm o parênquima paratraqueal. Segundo Itabashi *et al.* (1999) e Alves & Angyalossy Alfonso (2002), a associação de parênquima paratraqueal e fibras septadas, daria um alto potencial de armazenamento e mobilização de metabólitos, o que para estas espécies representaria uma adaptação a um ambiente com condições de solo e clima tão adversos como o do cerrado.

#### Fibras semelhantes ao parênquima axial

Fibras semelhantes ao parênquima axial ocorreram nas espécies *Didymopanax vinosum*, *Miconia albicans* (figura 19), *M. ligustroides* e *Zanthoxylum rhoifolium* (tabela 3). Estas são fibras que evoluíram tanto que se parecem com as células do parênquima (Fahn 1975, Carlquist 1988), retêm o protoplasto vivo, e têm a função de armazenamento de materiais de reserva (amido, óleos) (Esau 1965, Fahn 1975, Carlquist 1988, Mauseth 1988, Fahn 1990 e Dickison 2000). Uma possível explicação da presença das fibras semelhantes ao parênquima axial pode ser devido a escassez de parênquima axial observado nestas espécies

#### Espessura da parede e comprimento

A maioria das espécies (77%) apresentou lenho com fibras finas a espessas, e 23% com fibras espessas (tabela 3). Diferente do observado neste estudo, Alves & Angyalossy Alfonso (2002) estudando 491 espécies brasileiras encontraram, para 30 espécies de cerrado, fibras finas a espessas em 20% e espessas em 37,5% destas espécies e as autoras ainda afirmam que as fibras

espessas são freqüentes em ambientes mais secos (Alves & Angyalossy Alfonso 2002). Os dados deste estudo não permitem inferir conclusões quanto a estas afirmações.

O comprimento médio das fibras foi pequeno ( $\leq 900 \mu\text{m}$ ) em 58% das espécies e médio (900 a  $1600 \mu\text{m}$ ) em 42% (tabela 3). Os valores encontrados neste estudo estão próximos dos encontrados por Pinho & Camargo (1979), Mina Rodrigues (1986), Pinho *et al.* (1992), Ceccantini (1996), Machado *et al.* (1997) e Marcati *et al.* (2001) que apresentaram 54% das fibras com o comprimento médio nas espécies de cerrado por eles estudadas.

#### Fibras gelatinosas

Fibras gelatinosas (figura 20) foram encontradas em 42% das espécies de cerrado (tabela 3). Este tipo de fibra ocorre normalmente em dicotiledôneas de regiões temperadas e tropicais, e na madeira de tração (Rendle 1937, Panshin & Zeeuw 1970, Fahn 1990). Entretanto, em várias famílias, as fibras gelatinosas aparecem sem que haja a presença de lenho de tração (Bielguelman 1962, Paviani 1974, 1978) e, assim, estas fibras poderiam ter a função de reserva de água (Paviani 1978), já que a parede destas células apresenta uma camada bastante espessa (camada G) com uma grande quantidade de celulose, que é hidrofílica, e uma quantidade reduzida de lignina, o que permitiria a reserva da água (Esau 1965, Mauseth 1988 e Fahn 1990). Estudando a espécie *Copaifera langsdorffii* Desf. de dois ambientes diferentes, Marcati *et al.* (2001) encontraram fibras gelatinosas em maior quantidade na espécie de cerradão, quando comparado com a espécie da floresta. As autoras comentam sobre a importante função de reserva de água na parede destas células em ambiente mais seco do cerradão. Neste estudo, as amostras foram coletadas de ramos onde a possibilidade de ocorrência de madeira de reação é grande, entretanto, a função de reserva de água das fibras gelatinosas é de grande importância ao ambiente seco do cerrado.

#### Parênquima axial e radial

A tabela 4 apresenta as características qualitativas e quantitativas do parênquima axial e do radial.



### Parênquima axial

O parênquima em faixas e paratraqueal no mesmo lenho (figura 21) foi o que predominou nas espécies estudadas (35,4%). O parênquima apenas paratraqueal (figura 22) ocorreu em 31,3% das espécies, apenas em faixas (figura 23) em 20,8%, apotraqueal (figura 24) em 8,3%, faixas e apotraqueal no mesmo lenho (figura 2) em 4,2% das espécies (tabela 4). Alves & Angyalossy Alfonso (2002) e Baas (1982) observaram para espécies tropicais, alta incidência de parênquima abundante, principalmente o paratraqueal. Ainda, segundo Alves & Angyalossy Alfonso (2002), o parênquima paratraqueal tende a estar associado a baixas latitudes, portanto climas mais quentes. Wheeler & Baas (1991), observaram que no Hemisfério Sul o parênquima paratraqueal ocorre em 40% das espécies, o parênquima em faixas em 34%, e o parênquima difuso e difuso em agregado só ocorre em 12%, padrão semelhante ao observado neste estudo. É provável que a alta incidência de parênquima paratraqueal (66,7%) no lenho de espécies de cerrado esteja potencializando o armazenamento de substâncias e o transporte de metabólitos (Baas 1982, Carlquist 1988, Mauseth 1988, Alves & Angyalossy Alfonso 2002) neste ambiente de condições adversas.

### Parênquima radial

Neste estudo, 60% das espécies apresentam raios com uma a três células de largura (figura 25), 17% raios exclusivamente unisseriados (figura 26), e 23% raios multisseriados de quatro células para mais (figura 27) (tabela 4). A largura de raios predominante segue a tendência para a flora mundial (IAWA Committee 1989). Segundo Wheeler & Baas (1991), raios exclusivamente unisseriados ocorrem em 14% das espécies do Hemisfério Sul, resultado semelhante ao encontrado neste estudo.

Raios heterocelulares (figura 28) ocorreram em 81% das espécies, raios homocelulares (figura 29) ocorreram em 4%, e raios homocelulares e heterocelulares no mesmo lenho (figura 30) em 15% (tabela 4). Wheeler & Baas (1991), estudando espécies do Hemisfério Sul, observaram que a maioria delas (73%) apresenta raios heterocelulares no lenho, valores estão próximos aos encontrados para as espécies deste estudo. Alves & Angyalossy Alfonso (2002) não encontraram padrão nas 491 espécies tropicais brasileiras por elas estudadas. Wheeler & Baas (1991) consideram

que qualquer discussão acerca da composição dos raios e sua relação com a ecologia e função seja particularmente especulativa. Segundo Baas (1982), aparentemente não há vantagem funcional em raios que apresentem composições diferentes nas mais diversas condições climáticas, e que essa falta de tendência para tipo de raio não é inesperada, pois essa característica seria presumivelmente independente das condições climáticas.

Raios de dois tamanhos distintos (figura 31) ocorreram somente em algumas espécies arbóreas (*Eriotheca gracilipes*, *Rapanea umbellata* e *Roupala montana*). Esta característica ocorre em 11% das espécies do Hemisfério Sul (Wheeler & Baas 1991).

#### Células perfuradas de raio

Células perfuradas de raio (CPR) foram encontradas nos ramos das espécies *Didymopanax vinosum* (figura 32), *Caryocar brasiliense*, *Sweetia subelegans*, *Byrsonima basiloba*, *B. coccolobifolia*, *B. verbascifolia* e *Alibertia concolor* (tabela 4). Chalk & Chattaway (1933) foram os primeiros a relatar a ocorrência deste tipo de célula em espécies lenhosas. Acredita-se que as CPR auxiliem no transporte de água (Botosso & Gomes 1982, Otegui *et al.* 1994, Machado & Angyalossy Alfonso 1995, Ceccantini & Angyalossy Alfonso 2000). No entanto, somente estudos experimentais futuros poderão explicar o papel funcional das CPR com relação ao transporte de água no xilema.

#### Elementos secretores

Células oleíferas no parênquima axial (figura 33) e radial (figura 34) estão presentes nas espécies *Nectandra sp.* e *Ocotea corymbosa* (tabela 4). O que já era esperado porque essas células são características da família Lauraceae, e podem conter óleo, mucilagem ou resina (Fahn 1975, Burger & Richter 1991).

#### Canais

Canais axiais foram encontrados nas espécies *Copaifera langsdorffii* (figura 35), *Zanthoxylum rhoifolium* (tabela 4). Canais radiais em *Tapirira guianensis* (figura 36), *Didymopanax vinosum* e *Luehea grandiflora* (tabela 4). Canais axiais traumáticos em *Vochysia*

*cinnamomea* (figura 37), *V. rufa* e *V. tucanorum*. *Rapanea umbellata*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Qualea dichotoma* e *Q. grandiflora* (tabela 4). Segundo Wheeler & Baas (1991), os canais radiais e axiais são mais comuns em espécies de regiões tropicais do que em espécies de regiões temperadas. Esses canais contêm substâncias como resina, gomas, bálsamos, taninos e são peculiares a algumas famílias como Anacardiaceae (canais radiais), Rutaceae (canais traumáticos), entre outras (Burger & Richter 1991). Os canais traumáticos são formados em resposta a algum tipo de injúria e não devem ser utilizados como característica de identificação de espécies (IAWA Committee 1989).

#### Inclusões inorgânicas

Cristais ocorreram no parênquima axial (figura 38) e radial (figura 39) em 27% e 12,5% das espécies, respectivamente (tabela 4). Idioblastos com drusas foram observados nas espécies *Vochysia cinnamomea* (figura 40), *V. rufa* e *V. tucanorum* (tabela 4). Segundo Carlquist (1988) e IAWA Committee (1989), os cristais podem ocorrer nas células do parênquima axial, radial e fibras. A ocorrência de cristais é alta em ambientes mais secos (Alves 1997), e em espécies de regiões tropicais (Vasconcellos *et al.* 1995). Em algumas espécies, os cristais estão sempre presentes e podem ocorrer em abundância ou não, entretanto a ocorrência esporádica em muitas taxa, segundo IAWA Committee (1989) exige cautela na utilização desta característica na identificação de espécies.

#### Indicativo das características de valor taxonômico e ecológico

O número de espécies estudado ainda é pequeno, entretanto indicamos aqui as características que parecem apresentar valor taxonômico e ecológico. As características anatômicas das espécies deste estudo foram comparadas com as características anatômicas destas mesmas espécies que foram estudadas por diferentes autores: Pinho (1966); Kribs (1968); Honda (1970); Pinho & Camargo (1979); Detienne & Jacquet (1983); Loureiro *et al.* (1984); Mina Rodrigues (1986); Pinho *et al.* (1992); Ceccantini (1996); Machado *et al.* (1997); Richter & Ballwitz (2000); Marcati *et al.* (2001); e Goulart (2006). As características que parecem apresentar valor taxonômico são: presença de camadas de crescimento; porosidade; tipo de placa de perfuração; tipo de

pontoações intervasculares e raio vasculares; presença de guarnições; tilos; tipo de parênquima axial; presença de canais axiais e de canais radiais; o que concorda com os diversos autores (Carlquist 1977, 1988, IAWA Committee 1989, Wheeler & Baas 1991, Burger & Richter 1991, Klaassen 1999, Jansen *et al.* 2003 e 2004). As características que parecem indicar valor ecológico são: agrupamento de vasos; diâmetro, frequência e comprimento dos elementos de vaso; fibras septadas; espessura da parede e comprimento das fibras; fibras gelatinosas; largura, altura e frequência de raios; células perfuradas de raio; e canais traumáticos; e concordam com diversos autores (Carlquist 1977, 1988, IAWA Committee 1989, Wheeler & Baas 1991, Silva *et al.* 1992, Klassen 1999, Alves & Angyalossy Alfonso 2000, 2002, Dickison 2000 e Lens *et al.* 2004).

Embora, a maioria das características indicadas como de valor taxonômico e de valor ecológico já tenha sido comentada por diversos autores, o número de espécies deste estudo ainda é muito pequeno, o que dificultou uma melhor avaliação. A análise de um número maior de espécies permitirá determinar ainda se há padrões anatômicos da madeira nos diferentes hábitos das plantas.

#### Considerações finais

As características anatômicas que predominam nas espécies aqui estudadas são as comumente encontradas nas espécies da flora brasileira.

A fenologia e o hábito das espécies foram aspectos importantes relacionados com a presença e nitidez das camadas de crescimento.

A frequência, o diâmetro dos vasos e o comprimento dos elementos de vaso parecem estar relacionados com a disponibilidade de água e variam com relação ao hábito das plantas.

As características que parecem indicar valor taxonômico são: presença de camadas de crescimento; porosidade; tipo de placa de perfuração; tipo de pontoações intervasculares e raio vasculares; presença de guarnições; tilos; tipo de parênquima axial; presença de canais axiais e de canais radiais.

As características que parecem indicar valor ecológico são: agrupamento de vasos; diâmetro, frequência e comprimento dos elementos de vaso; fibras septadas; espessura da parede e comprimento das fibras; fibras gelatinosas; largura, altura e frequência de raios; células perfuradas de raio; e canais traumáticos.

#### Agradecimentos

Ao Clemente José Campos pelo auxílio no trabalho de campo, a Fundação de Amparo ao Estado de São Paulo – FAPESP, Programa BIOTA (Projeto Temático Proc. N° 00/12469 3 e Proc. N° 03/13578 9), pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

#### Referências bibliográficas

ALVES, E.S. & ANGYALOSSY ALFONSO, V. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. *IAWA Journal*. 21:3-30.

ALVES, E.S. & ANGYALOSSY ALFONSO, V. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. *IAWA Journal*. 23:391-418.

ALVES, E.S. 1997. Anatomia do lenho de algumas famílias arbóreas da flora brasileira, de acordo com diferentes ambientes. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ALVIM, P.T. 1964. Tree growth periodicity in tropical climates. In *The formation of wood in forest trees* (M.H. Zimmermann, ed.). Academic Press, New York p. 479-495.

BAAS, P. & SCHWEINGRUBER, H. 1987. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. *IAWA Bull. n.s.* 8:245-274.

BASS, P. 1982. Systematic, phylogenetic, and ecological wood anatomy – History and perspectives. *In: New perspectives in wood anatomy* (Pieter Bass ed.). Martinus Nijhoff Publishers, The Hague.

BEIGUELMAN, B. 1962. Lenho de tensão (Tension wood) em duas espécies vegetais frequentes nos cerrados brasileiros. *Na. da Acad. Brasileira de Ciências* 34:295-305.

- BOTOSSO, P.C. & GOMES, A.V. 1982. Radial vessel and series of perforated ray cells in Annonaceae. IAWA B. 3: 103-182.
- BUKATSCH, F. 1972. Bermerkungen zur Doppelfalbung Astrablau-Safrain. Mikrokosmos 61:255.
- BURGER, L.M. & RICHTER, H. G. 1991. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel.
- CARLQUIST, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. Amer. J. Bot. 64:887-896.
- CARLQUIST, S. 1980. Further concepts in the ecological wood anatomy with comments on recent work in wood anatomy and evolution. Aliso 9:499-553.
- CARLQUIST, S. 1988. Comparative wood anatomy: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer Verlag, Berlin.
- CARVALHO, W.A., PANOSO, L.A. & MORAES, M. H. 1991. Levantamento semi detalhado dos solos da Fazenda Experimental Edgardia (Botucatu, SP). Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, São Paulo.
- CECCANTINI, G. 1996. Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* Sw e *Machaerium villosum* Vog. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CECCANTINI, G.C.T. & V. ANGYALOSSY ALFONSO. 2000. Perforated ray cells in *Bathysa meridionalis* (Rubiaceae). IAWA J. 21: 77-82.
- CHALK, L. & M.M. CHATTAWAY. 1933. Perforated ray cells. Proc. Royal Soc. London. 113: 82-92.
- CORADIN, V.T.R. 2000. Formação de anéis de crescimento e sazonalidade da atividade cambial de dez espécies lenhosas do cerrado. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília.
- DÉTIENNE, P. & JACQUET, P. 1983. Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des régions voisines. Centre Technique Forestier Tropical. Mission Scientifique et Technique du Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Nogent Sur Marne.

- DÉTIENNE, P. 1989. Appearance and periodicity of growth rings in some tropical woods. In Growth rings in tropical woods (P. BAAS, & R. E. VETTER, eds.). IAWA Bull. 10(2):123-132.
- DICKISON, H.C. 2000. Integrative Plant Anatomy. Harcourt Academic Press, San Diego.
- ESAU, K. 1965. Plant anatomy (2<sup>nd</sup> ed.). Wiley, Inc., New York, London, Sydney.
- EWERS, F.W. 1985. Xylem structure and water conduction in conifer trees, dicot trees, and lianas. IAWA Bull. n.s. 6:309-317.
- FAHN, A. & WERKER, E. 1990. Seasonal cambial activity. In The vascular cambium (M. Iqbal, ed.). Research Studies Press Ltd., Taunton, Somerset, England.
- FAHN, A. 1975. Plant Anatomy (2<sup>nd</sup> ed.). Pergamon Press. Oxford.
- FRANKLIN, G.L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood resin composites, and a new macerating method for wood. Nature 155:51.
- GOULART, S.L. 2006. Anatomia comparada do lenho de raiz e caule de *Lippia salviaefolia* Cham. e *Aegiphila sellowiana* Cham. (Verbenaceae) de área de cerrado do estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, UNESP, Botucatu.
- HONDA, M. 1970. Contribuição ao estudo do lenho de gênero *Vochysia* da Amazônia Brasileira. II *Vochysia maximo* Ducke, *V. vismiifolo* Spruce, Ex warm. E *V. rufa* Mart. Boletim do INPA; Pesquisas Florestais 16:1-11.
- IAWA COMMITTEE. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA B. 10:219-332.
- ITABASHI, T., YOKOTA, S., & YOSHIZAWA, N. 1999. The seasonal occurrence and histology of septate fibers in *Kalopanax pictus*. IAWA J. 20:395-404.
- JANSEN, S., BASS, P., GASSON, P. & SMETS, E. 2003. Vesture pits: Do they promote safer water transport. International Journal of Plant Sciences 164:405-413.
- JANSEN, S., BASS, P., GASSON, P., LENS, F. & SMETS, E. 2004. Variation in xylem structure from tropics to tundra: Evidence from vested pits. Plant Biology 101:8833-8837.
- KLAASSEN, R. 1999. Wood anatomy of the Sapindaceae. IAWA Journal, Supplement 2.

- KÖEPPEN, W. 1931. Climatologia. Buenos Aires, Fundo de Cultura Econômica.
- KRAUS, J.E. & ARDUIN, M. 1997. Manual básico de métodos em Morfologia Vegetal. Editora EDUR, Seropédica, Rio de Janeiro.
- KRIBBS, D.A. 1968. Commercial foreign woods on the american market. Dover Publications, New York.
- LENS, F., LUTEYN, J.L., SMETS, E. & JANSEN, S. 2004. Ecological trends in the wood anatomy of Vaccinioideae (Ericaceae s.l.) Flora 199:309-319.
- LINDORF, H. 1997. Wood and leaf anatomy in *Sessea corymbiflora* from an ecological perspective. IAWA, J. 18:157-168.
- LOUREIRO, A.A, SILVA, M.F. & VASCONCELLOS, F.J. 1984. Contribuição ao estudo anatômico do lenho de sete espécies de *Dimorphandra* (Leguminosae Caesalpinioideae). Acta Amazônica 14:289-313.
- MACHADO S.R. & ANGYALOSSY ALFONSO, V. 1995. Ocurrência de perforated ray cells in wood of *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae). Braz. J. Bot. 18: 221-225.
- MACHADO, S.R., ANGYALOSSY ALFONSO, V. & MORRETES, B.L. 1997. Comparative wood anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). IAWA J. 18: 13-25.
- MARCATI, C.R., ANGYALOSSY ALFONSO, V. & BENETATI, L. 2001. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) de floresta e cerrado. Revista Brasileira de Botânica 24: 311-320.
- MAUSETH, J.D. 1988. Plant anatomy. Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1950. Anatomy of the dicotyledons (2<sup>nd</sup> ed.). Clarendon Press, Oxford.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1983. Anatomy of the dicotyledons (2<sup>nd</sup> ed.). Vol. 2. Clarendon Press, Oxford.



- MINA RODRIGUES, E.M. C. 1986. Estudo morfo anatômico dos órgãos vegetativos de *Pêra glabrata* Baill. (Euphorbiaceae) em material procedente de mata mesófila semidecídua e de cerrado. Dissertação mestrado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- NISGOSKI, S., MUÑIZ, G.I.B. & KLOCK, U. 1998. Diferenciação anatômica da madeira de 4 espécies do gênero *Caryocar*. Revista Ciência e Natura. Santa Maria 20:85-99.
- OTEGUI, M. 1994. Occurrence of perforated ray cells and ray splitting in *Rapanea laetevirens* and *R. lorentziana* (Myrsinaceae). IAWA J. 15: 257-263.
- PANSHIN, A.J & ZEEUW, C. 1970. Textbook of wood Technology. McGraw Hill, Inc. New York.
- PAVIANI, T.I. 1974. Sobre a ocorrência de fibras gelatinosas em *Plathymenia reticulata* Benth. Ciência e Cultura 26:783-786.
- PAVIANI, T.I. 1978. Anatomia vegetal e cerrado. Ciência e Cultura 30:1076-1086.
- PINHO, R.A. & CAMARGO, T.M. 1979. Contribuição ao estudo anatômico do lenho de árvores da flora dos cerrados III. São Paulo, Brasil. Hoehnea 8:1-9.
- PINHO, R.A. 1966. Contribuição ao Estudo Anatômico do Lenho Secundário de árvores da Flora dos Cerrados. An. da Acad. Brasileira de Ciências. 38: 113-136.
- PINHO, R.A., MAZZONI VIVEIROS, S.C. & SAJO, M.G. 1992. Contribuição ao estudo anatômico do lenho secundário de árvores da flora dos cerrados. IV. São Paulo Brasil. Hoehnea 19: 171-183.
- RENDLE, B.J. 1937. Gelatinous wood fibers. Tropical wood 52:11-19.
- RIBEIRO, J.E.L.S., HOPKINS, M.J.G., VICENTINI, A., SOTHERS, C.A., COSTA, M.A.S., BRITO.J.M., SOUZA, M.A.D., MARTINS, L.H.P., LOHMANN, L.G., ASSUNÇÃO, P.A.C.L., PEREIRA, E.C., SILVA, C.F., MESQUITA, M.R., PROCÓPIO, L.C. 1999. Flora da reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Manaus: INPA, DFID.

- RICHTER, H.G. & DALLWITZ, M.J. (2000 onwards). Commercial timber: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, and Spanish. Version: 18<sup>th</sup> October 2002. (www.insidewood.com)
- ROESER, K.R. 1972 Die Nadel der Schwarzkiefer. Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. *Mikrokosmos* 61:33-36.
- SIDIYASA, K. & BASS, P. 1998. Ecological and systematic wood anatomy of *alstonia* (Apocynaceae). *IAWA J.* 19:207-229.
- SILVA, A. C., FREITAS, J.A. & VASCONCELLOS, F.J. 1992. Ocorrência de fibras lenhosas septadas em madeiras da Amazônia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Gaeldi – Botânica* 8:191-201.
- VASCONCELOS, F.J., FREITAS, J.A. & SILVA, A.C. 1995. Observação microscópica de inclusões minerais no xilema de espécies tropicais da Amazônia. *Acta Amazônica* 25:55-68.
- WHEELER, E. & BAAS, P. 1991. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. *IAWA Bull.* n.s. 12:275-332.
- WORBES, M. 1985. Structural and other adaptations to long term flooding by trees in Central Amazonia. *Amazoniana* 9(3):459-484.
- WORBES, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees. A review. *IAWA J.* 16(4):337-351.
- ZWEYPFENNING, R.C.V.J. 1978. A hypothesis on the function of vestured pits. *IAWA B.* 1:13-15.

Tabela 1. Espécies estudadas do cerrado paulista. BOTw = número de identificação de um espécime na xiloteca “Profa. Dra. Maria Aparecida Mourão Brasil”. F = comportamento fenológico (observações de campo): SV = sempre verde; SD = semi-decídua; D = decídua. H = hábito: A = árvore; AP = árvore pequena; Arb = arbusto; AA = árvore alta.

Famílias/Espécies	BOTw	F	H
<b>Anacardiaceae</b>			
<i>Tapirira guianensis</i>	1321	SV	A
<b>Annonaceae</b>			
<i>Annona coriacea</i>	1322	SD	AP
<i>Annona crassiflora</i>	1323	SD	AP
<b>Araliaceae</b>			
<i>Didymopanax vinosum</i>	1324	SV	Arb
<b>Asteraceae</b>			
<i>Gochnatia barrosii</i>	1325	SV	Arb
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	1326	SV	Arb
<b>Bombacaceae</b>			
<i>Eriotheca gracilipes</i>	1327	SD	A
<b>Boraginaceae</b>			
<i>Cordia sellowiana</i>	1328	SD	A
<b>Caryocaraceae</b>			
<i>Caryocarpus brasiliense</i>	1331	SV	A
<b>Chrysobalanaceae</b>			
<i>Couepia grandiflora</i>	1332	SD	A
<i>Licania tomentosa</i>	1333	SV	A
<b>Clusiaceae</b>			
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	1334	SD	AP
<b>Combretaceae</b>			
<i>Terminalia brasiliensis</i>	1335	D	A
<b>Ebenaceae</b>			
<i>Diospyrus hispida</i>	1336	D	Arb
<b>Erythroxylaceae</b>			
<i>Erythroxylum suberosum</i>	1337	D	Arb
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	1338	D	Arb
<b>Euphorbiaceae</b>			
<i>Pera glabrata</i>	1339	SV	AA
<b>Fabaceae - Caealpinioide</b>			
<i>Copaifera langsdorffii</i>	1330	SD	AA
<i>Dimorphandra mollis</i>	1351	SD	AP
<b>Fabaceae - Cercideae</b>			
<i>Bauhinia rufa</i>	1329	SD	Arb
<b>Fabaceae - Faboideae</b>			
<i>Bowdichia virgiloides</i>	1340	SD	AA
<i>Machaerium villosum</i>	1341	SV	AA
<i>Sweetia subelegans</i>	1342	SD	AP

Espécies	BOTw	CF	H
<b>Fabaceae-Mimosoideae</b>			
<i>Anadenanthera falcata</i>	1350	SD	AA
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	1352	SD	AP
<b>Lauraceae</b>			
<i>Nectandra sp.</i>	1343	SV	A
<i>Ocotea corymbosa</i>	1344	SV	A
<b>Malpighiaceae</b>			
<i>Byrsonima basiloba</i>	1345	SD	AP
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	1346	SD	AP
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1347	SD	AP
<b>Melastomataceae</b>			
<i>Miconia albicans</i>	1348	SV	AP
<i>Miconia ligustroides</i>	1349	SV	AP
<b>Myrsinaceae</b>			
<i>Rapanea umbellata</i>	1353	SV	A
<b>Ochnaceae</b>			
<i>Ouatea spectabilis</i>	1354	SD	A
<b>Proteaceae</b>			
<i>Roupala montana</i>	1355	SV	AP
<b>Rubiaceae</b>			
<i>Alibertia concolor</i>	1356	SV	Arb
<b>Rutaceae</b>			
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1357	SV	AP
<b>Sapotaceae</b>			
<i>Pouteria torta</i>	1358	SD	A
<b>Styracaceae</b>			
<i>Styrax camporum</i>	1359	SV	AP
<i>Styrax ferrugineus</i>	1360	SV	AP
<b>Tiliaceae</b>			
<i>Luehea grandiflora</i>	1361	SD	A
<b>Verbenaceae</b>			
<i>Aegiphila sellowiana</i>	1362	SD	Arb
<b>Vochysiaceae</b>			
<i>Qualea dichotoma</i>	1363	SD	AA
<i>Qualea grandiflora</i>	1364	SD	A
<i>Qualea multiflora</i>	1365	SD	A
<i>Vochysia cinnamomea</i>	1366	SD	A
<i>Vochysia rufa</i>	1367	SD	AA
<i>Vochysia tucanorum</i>	1368	SD	A

Tabela 2. Características qualitativas e quantitativas dos vasos/elementos de vaso. Camadas de crescimento: **CC** = camadas de crescimento; **M**= mal definidas; **B** = bem definidas; **A** = ausentes. **P/A** = porosidade/arranjo: **D/S** = difusa/sem arranjo; **D/Tg** = difusa/tangencial; **SP/S** = anel semi-poroso/sem arranjo; **D/Rd** = difusa/radial. **S** = solitários; **S/M** = simples/múltiplas; **M** = múltiplas. **PP** = placas de perfuração: **S** = simples; **M** = múltiplas. **PI** = pontoações intervasculares: **AP** = alternas, poligonais; **A** = alternas; **O** = opostas. **DPI** = diâmetro das pontoações intervasculares. **PG** = pontoações guarnecidas: **X** = presentes; - = ausentes. **PR** = pontoações raio vasculares: **1** = com aréolas muito reduzidas à aparentemente simples; **a** = arredondadas; **b** = pontoações horizontais (escalariformes); **c** = verticais (paliçada); **2** = com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares; **3** = com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, com aberturas que tocam as bordas laterais da pontoação; **4** = pontoações de dois tamanhos ou tipos distintos na mesma célula de raio. **DPR** = diâmetro das pontoações raio vasculares. **Diâm** = diâmetro. **Freq** = frequência. **Comp** = comprimento. **T** = tilos: **X** = presentes; - = ausentes; **Pc** = poucos; **Pm** = próximos à medula. **C** = conteúdos orgânicos (óleo, mucilagem): **X** = presentes; - = ausentes.

Família/Espécies	CC	P/A	S (%)	M (%)	PP	PI	D P I. (µm)	P G	P.R.	DPR (µm)	Diâm. (µm)	Freq/mm <sup>2</sup>	Comp. (µm)	T	C
<b>Anacardiaceae</b>															
<i>Tapirira guianensis</i>	M	D/S	71	29	S	AP	(5-) 8 (-9)	-	1(a, b)	(8-) 16 (-21)	(59-) 87 (-128)	(9-) 13 (-18)	(424-) 555 (-791)	-	-
<b>Annonaceae</b>															
<i>Annona coriacea</i>	B	D/S	74	26	S	A	(6-) 8 (-11)	-	2	(6-) 7 (-8)	(62-) 92 (-124)	(5-) 10 (-16)	(255-) 410 (-538)	-	X
<i>Annona crassiflora</i>	M	D/S	68	32	S	A	(5-) 6 (-7)	-	2	(5-) 7 (-9)	(21-) 111 (-147)	(4-) 5 (-8)	(252-) 328 (-474)	-	X
<b>Araliaceae</b>															
<i>Dichrompanax vinosum</i>	M	D/S	49	51	S/M	A	(9-) 12 (-14)	-	1(b)	(7-) 20 (-36)	(31-) 62 (81)	(12-) 15 (-23)	(356-) 720 (-956)	-	-
<b>Asteraceae</b>															
<i>Gochmatia barrosii</i>	B	D/Tg	70	30	S	A	(5-) 5 (-6)	-	2	(2-) 3 (-4)	(30-) 43 (-57)	(77-) 102 (-143)	(188-) 267 (-334)	-	X
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	B	D/Tg	51	49	S	A	(6-) 6,5 (-7)	-	2,3	(5-) 7 (-9)	(49-) 67 (-98)	(7-) 15 (-25)	(159-) 330 (-456)	-	X
<b>Bombacaceae</b>															
<i>Eriotheca gracilipes</i>	M	D/S	45	55	S	AP	(8-) 10 (-12)	-	1(a),	(10-) 17 (-29)	(72-) 136 (-234)	(4-) 7 (-17)	(198-) 307 (-391)	X/Pc	-
<b>Boraginaceae</b>															
<i>Cordia sellowiana</i>	B	SP/S	74	26	S	A	(5,5-) 6 (-6)	-	2	(5-) 5,5 (-6)	(84-) 132 (-189)	(9-) 16 (-25)	(236-) 293 (-340)	X/Pc	X
<b>Caryocaraceae</b>															
<i>Caryocar brasiliense</i>	M	D/S	74	26	S	A	(7-) 9 (-10)	-	1(a, b)	(8-) 9 (-10)	(60-) 98 (-117)	(8-) 14 (-23)	(275-) 557 (-866)	X	-
<b>Chrysobalanaceae</b>															
<i>Couepia grandiflora</i>	B	D/S	97	3	S	A	(5-) 6 (-8)	-	1(b, c), 4	(4-) 7 (-8)	(65-) 95 (-145)	(5-) 14 (-36)	(322-) 543 (-750)	X/Pm	-
<i>Licania tomentosa</i>	B	D/S	97	3	S	A	(4-) 5 (-6)	-	1(a, b, c), 4	(4-) 7 (-8)	(49-) 88 (-113)	(9-) 14 (-21)	(402-) 602 (-759)	X	-
<b>Clusiaceae</b>															

<i>Kielmeyera rubriflora</i>	B	D/S	58	42	S	A	(8-) 10 (-11)	-	1(a)	(11-) 15 (-23)	(38-) 55 (-79)	(3-) 16 (-28)	(302-) 498 (-662)	X	-
<b>Combretaceae</b>															
<i>Terminalia brasiliensis</i>	B	D/S	77	23	S	A	(7-) 8 (-9)	X	1(a,b), 4	(5-) 10 (-19)	(51-) 81 (-124)	(8-) 16 (-28)	(372-) 597 (-773)	-	-
<b>Ebenaceae</b>															
<i>Diospyrus hispida</i>	B	D/S	48	52	S	A	(5-) 2 (-8)	-	2	(4-) 5 (-6)	(81-) 103 (-123)	(6-) 8 (-14)	(233-) 302 (-402)	-	X
<b>Erythroxylaceae</b>															
<i>Erythroxylum suberosum</i>	A	D/S	78	22	S	A	(3-) 4 (-5)	-	2	(8-) 15 (-20)	(25-) 52 (-88)	(64-) 84 (-100)	(267-) 412 (-526)	X/Pc	-
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	M	D/S	68	32	S	A	(5-) 5,5 (-6)	-	2	(8-) 17 (-23)	(55-) 74 (-94)	(26-) 47 (-63)	(330-) 466 (-622)	X	-
<b>Euphorbiaceae</b>															
<i>Pera glabrata</i>	M	D/S	72	28	S	A	(9-) 11 (-14)	-	2, 3	(8-) 10 (-15)	(35-) 59 (-83)	(8-) 17 (-44)	(339-) 562 (-750)	X/Pc	-
<b>Fabaceae - Caesalpinioide</b>															
<i>Copaifera langsdorffii</i>	B	D/S	61	39	S	A	(8-) 10 (-11)	X	2	(6-) 7 (-7)	(85-) 116 (-155)	(3-) 7 (-11)	(219-) 388 (-523)	-	-
<i>Dimorphanandra mollis</i>	M	D/S	54	46	S	O	(5-) 6 (-7)	X	2	(4-) 5 (-7)	(68-) 109 (-141)	(7-) 13 (-19)	(214-) 370 (-458)	-	X
<b>Fabaceae - Cercideae</b>															
<i>Bauhinia rufa</i>	B	D/S	69	31	S	A	(8-) 9 (-12)	-	2	(7-) 8 (-9)	(38-) 67 (-91)	(18-) 25 (-43)	(844-) 1116 (-238)	X	X
<b>Fabaceae - Faboideae</b>															
<i>Bowditchia virgiloides</i>	B	D/S	57	43	S	A	(7-) 8 (-9)	X	2	(6-) 9 (-9)	(57-) 84 (-117)	(4-) 7 (-15)	(199-) 274 (-321)	-	X
<i>Machaerium villosum</i>	B	SP/S	80	20	S	A	(6-) 8 (-11)	X	2	(3-) 4 (-5)	(25-) 81 (-116)	(7-) 15 (-31)	(157-) 204 (-255)	-	X
<i>Sweetia subelegans</i>	B	D/S	68	32	S	A	(7-) 11 (-15)	X	2	(7-) 8 (-12)	(51-) 79 (-101)	(10-) 19 (-26)	(183-) 230 (-287)	-	X
<b>Fabaceae- Mimosoideae</b>															
<i>Amadenanthera falcata</i>	B	D/S	84	16	S	AP	(6-) 7 (-8)	-	2	(4-) 6 (-9)	(42-) 86 (-141)	(17-) 23 (-33)	(172-) 264 (-367)	-	X
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	B	D/S	79	21	S	A	(5-) 7 (-8)	X	2	(4-) 6 (-9)	(73-) 109 (-138)	(7-) 13 (-20)	(226-) 344 (-484)	-	-
<b>Lauraceae</b>															
<i>Nectandra sp.</i>	B	D/S	79	21	S/M	A	(6-) 8 (-9)	-	1(a, b)	(8-) 13 (-24)	(49-) 77 (-108)	(18-) 29 (-54)	(222-) 465 (-652)	X	X
<i>Ocotea corymbosa</i>	M	D/S	72	28	S	A	(7-) 9 (-11)	-	1(a, b)	(7-) 12 (-22)	(41-) 80 (-127)	(9-) 22 (-34)	(175-) 333 (-785)	X	X
<b>Malpighiaceae</b>															
<i>Byrsonima basiloba</i>	M	D/Rd	57	43	S	A	(5-) 6 (-6)	X	2	(4-) 6 (-7)	(41-) 80 (-127)	(16-) 20 (-25)	(324-) 600 (-1066)	-	-
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	B	D/Rd	51	49	S	A	(3-) 4 (-5)	X	2	(3-) 4 (-5)	(41-) 61 (-75)	(14-) 22 (-38)	(302-) 531 (-663)	X	-
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	B	D/Rd	51	49	S	A	(3-) 4 (-6)	X	2	(3-) 4 (-6)	(32-) 53 (-81)	(12-) 22 (-31)	(245-) 460 (-582)	X	X
<b>Melastomataceae</b>															
<i>Miconia albicans</i>	A	D/S	55	45	S	A	(3-) 5 (-6)	-	2	(2-) 3 (-4)	(35-) 72 (-140)	(9-) 16 (-24)	(291-) 504 (-680)	-	X
<i>Miconia ligustroides</i>	B	D/S	67	33	S	A	(3-) 5 (-6)	-	2	(3-) 4 (-5)	(30-) 61 (-92)	(17-) 26 (-32)	(278-) 420 (-593)	X	-
<b>Myrsinaceae</b>															
<i>Rapanea umbellata</i>	M	D/S	43	57	S	AP	(2-) 3 (-4)	-	2	(2-) 3 (-3)	(38-) 46 (-57)	(15-) 25 (-31)	(286-) 362 (-457)	-	X
<b>Ochnaceae</b>															
<i>Oureatea spectabilis</i>	M	D/S	97	3	S	A	(3-) 4 (-5)	-	2	(3-) 4 (-5)	(41-) 66 (-91)	(9-) 14 (-18)	(428-) 630 (-973)	-	X

<b>Proteaceae</b>															
<i>Roupala montana</i>	B	D/Tg	67	33	S	A	(3-) 4 (-4)	-	2	(3-) 4 (-6)	(24-) 60 (-110)	(8-) 22 (-37)	(171-) 354 (-502)	-	X
<b>Rubiaceae</b>															
<i>Alibertia concolor</i>	B	D/S	75	25	S	A	(3-) 3 (-4)	-	2	(3-) 3 (-6)	(24-) 34 (-41)	(30-) 54 (-69)	(388-) 507 (-652)	-	-
<b>Rutaceae</b>															
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	B	D/S	69	31	S	A	(2-) 3 (-3)	-	2	(2-) 2 (-3)	(38-) 68 (-102)	(14-) 23 (-33)	(295-) 457 (-630)	-	-
<b>Sapotaceae</b>															
<i>Pouteria torta</i>	B	D/S	71	29	S	A	(4-) 6 (-8)	-	1(a, b)	(9-) 15 (-19)	(46-) 84 (-135)	(7-) 16 (-26)	(264-) 545 (-720)	-	X
<b>Styracaceae</b>															
<i>Syrax camporum</i>	M	D/Rd	22	78	M	A	(3-) 4 (-5)	-	2	(3-) 4 (-4)	(50-) 72 (-106)	(35-) 58 (-114)	(520-) 738 (-1000)	-	X
<i>Syrax ferrugineus</i>	M	D/Rd	31	69	S/M	A	(2-) 3 (-4)	-	2	(1,5-) 2 (-3)	(38-) 68 (-102)	(9-) 15 (-21)	(413-) 803 (-1002)	-	X
<b>Tiliaceae</b>															
<i>Luehea grandiflora</i>	A	D/S	55	45	S	A	(6-) 7 (-8)	-	2	(4-) 5 (-5)	(37-) 97 (-175)	(4-) 7 (-11)	(209-) 345 (-444)	-	X
<b>Verbenaceae</b>															
<i>Aegiphila sellowiana</i>	B	SP/S	77	23	S	A	(3-) 3 (-4)	-	2	(2-) 3 (-6)	(30-) 84 (-144)	(4-) 19 (-36)	(187-) 300 (-371)	X/Pc	-
<b>Vochysiaceae</b>															
<i>Qualea dichotoma</i>	M	D/S	78	22	S	A	(3-) 6 (-7)	X	2	(3-) 4 (-5)	(43-) 87 (-127)	(10-) 21 (-26)	(185-) 270 (-362)	-	X
<i>Qualea grandiflora</i>	B	D/S	65	35	S	A	(3-) 5 (-6)	X	2	(3-) 4 (-4)	(54-) 89 (-126)	(8-) 13 (-19)	(162-) 258 (-354)	X	X
<i>Qualea multiflora</i>	B	D/S	69	31	S	A	(5-) 6 (-7)	X	2	(3-) 4 (-5)	(35-) 82 (-151)	(5-) 14 (-31)	(153-) 276 (-407)	-	X
<i>Vochysia cinnamomea</i>	M	D/S	81	19	S	A	(6-) 7 (-9)	X	2	(5-) 6 (-8)	(40-) 96 (-148)	(6-) 10 (-17)	(167-) 333 (-419)	-	X
<i>Vochysia rufa</i>	B	D/S	83	17	S	A	(5-) 6 (-8)	X	2	(5-) 6 (-8)	(40-) 80 (-124)	(5-) 9 (-12)	(217-) 317 (-445)	-	-
<i>Vochysia tucumanorum</i>	B	D/S	76	24	S	A	(5-) 6 (-7)	X	2	(3-) 5 (-6)	(68-) 110 (-158)	(7-) 11 (-14)	(135-) 431 (-580)	X	-

Tabela 3. Características qualitativas e quantitativas das fibras. **Pt** = pontoações: D = diminutas; A = areoladas. **Sep** = septadas: X = presentes; - = ausentes. **S pq** = semelhantes ao parênquima: X = presentes; - = ausentes. **Esp** = espessura da parede: F-E = finas à espessas; E = espessas. **Comp** = comprimento. **FG** = gelatinosas: X = presentes; - = ausentes.

Famílias/Espécies	Pt	Sep	S pq	Esp	Esp (µm)	Comp (µm)	FG	Localização das FG
<b>Anacardiaceae</b>								
<i>Tapirira guianensis</i>	D	X	-	F-E	(3-) 4 (-5)	(717-) 875 (-1041)	X	Dispersas pelo lenho.
<b>Annonaceae</b>								
<i>Annona coriacea</i>	D	-	-	F-E	(3-) 5 (-6)	(884-) 1097 (-1451)	-	
<i>Annona crassiflora</i>	D	-	-	F-E	(3-) 5 (-7)	(536-) 924 (-1231)	-	
<b>Araliaceae</b>								
<i>Didymopanax vinosum</i>	D	X	X	F-E	(4-) 5 (-8)	(346-) 748 (-995)	-	
<b>Asteraceae</b>								
<i>Gochmatia barrosii</i>	D	-	-	E	(4-) 6 (-22)	(532-) 671 (-770)	-	
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	D	X	-	E	(4-) 6 (-9)	(526-) 782 (-1070)	-	
<b>Bombacaceae</b>								
<i>Eriotheca gracilipes</i>	D	-	-	E	(6-) 8 (-10)	(688-) 1091 (-1533)	-	
<b>Boraginaceae</b>								
<i>Cordia sellowiana</i>	D	-	-	F-E	(3-) 4 (-7)	(573-) 766 (-1081)	-	
<b>Caryocaraceae</b>								
<i>Caryocar brasiliense</i>	D	X	-	F-E	(3-) 5 (-7)	(543-) 993 (-1358)	X	Dispersas pelo lenho.
<b>Chrysobalanaceae</b>								
<i>Couepia grandiflora</i>	A	-	-	F-E	(3-) 5 (-7)	(355-) 657 (-902)	-	
<i>Licania tomentosa</i>	A	-	-	F-E	(3-) 4 (-6)	(609-) 907 (-1172)	-	
<b>Clusiaceae</b>								
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	D	-	-	F-E	(3-) 5 (-7)	(529-) 745 (-969)	-	
<b>Combretaceae</b>								
<i>Terminalia brasiliensis</i>	D	X	-	F-E	(5-) 6 (-9)	(723-) 1233 (-1579)	-	
<b>Ebenaceae</b>								
<i>Diospyrus hispida</i>	D	-	-	F-E	(2-) 5 (-6)	(384-) 784 (-1167)	-	
<b>Erythroxylaceae</b>								
<i>Erythroxylum suberosum</i>	A	-	-	F-E	(3-) 4 (-6)	(616-) 798 (-1007)	X	Poucas, agrupadas.
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	A	-	-	F-E	(4-) 5 (-9)	(549-) 708 (-860)	-	
<b>Euphorbiaceae</b>								
<i>Pera glabrata</i>	D	X	-	F-E	(3-) 5 (-7)	(583-) 918 (-1155)	X	Dispersas, mas também concêntricas e regulares nos limites das camadas de crescimento.
<b>Fabaceae - Ceasalpinioide</b>								
<i>Copaifera langsdorffii</i>	D	-	-	F-E	(5-) 6 (-6)	(588-) 973 (-1465)	X	Dispersas pelo lenho.
<i>Dimorphandra mollis</i>	D	-	-	F-E	(4-) 5 (-7)	(610-) 882 (-1093)	X	Poucas, agrupadas.
<b>Fabaceae - Cercideae</b>								
<i>Bauhinia rufa</i>	D	X	-	E	(2-) 4 (-6)	(555-) 766 (-1038)	X	Dispersas pelo lenho.
<b>Fabaceae - Faboideae</b>								
<i>Bowdichia virgiloides</i>	D	-	-	E	(3-) 7 (-10)	(646-) 1085 (-1438)	X	Poucas, dispersas pelo lenho.
<i>Machaerium villosum</i>	D	-	-	F-E	(3-) 4 (-5)	(630-) 930 (-1227)	X	Raras.
<i>Sweetia subelegans</i>	D	-	-	E	(4-) 6 (-8)	(337-) 945 (-1280)	X	Dispersas e agrupadas pelo lenho.
<b>Fabaceae-Mimosoideae</b>								
<i>Anadenanthera falcata</i>	D	-	-	E	(3-) 7 (-10)	(393-) 675 (-861)	-	
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	D	-	-	F-E	(2-) 3 (-4)	(400-) 587 (-885)	X	Agrupadas no lenho tardio.

<b>Lauraceae</b>								
<i>Nectandra sp.</i>	D	X	-	F-E	(3-) 5 (-6)	(601-) 838 (-1056)	X	Agrupadas tanto no lenho inicial quanto no lenho tardio.
<i>Ocotea corymbosa</i>	D	X	-	F-E	(3-) 4 (-8)	(511-) 713 (-960)	X	Agrupadas tanto no lenho inicial quanto no lenho tardio.
<b>Malpighiaceae</b>								
<i>Byrsonima basiloba</i>	A	X	-	F-E	(5-) 6 (-8)	(600-) 1021 (-1461)	-	
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	A	X	-	F-E	(3-) 6 (-8)	(502-) 979 (-1471)	-	
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	A	X	-	E	(7-) 12 (-17)	(797-) 1160 (-1156)	-	
<b>Melastomataceae</b>								
<i>Miconia albicans</i>	D	X	X	F-E	(3-) 5 (-6)	(289-) 556 (-789)	X	Dispersas e agrupadas pelo lenho.
<i>Miconia ligustroides</i>	D	X	X	F-E	(3-) 5 (-7)	(355-) 555 (-823)	-	
<b>Myrsinaceae</b>								
<i>Rapanea umbellata</i>	D	X	-	F-E	(5-) 6 (-8)	(410-) 559 (-680)	-	
<b>Ochnaceae</b>								
<i>Ouratea spectabilis</i>	A	-	-	F-E	(5-) 8 (-11)	(1208-) 1586 (-2167)	-	
<b>Proteaceae</b>								
<i>Roupala montana</i>	D	-	-	F-E	(6-) 8 (-11)	(523-) 1156 (-1794)	-	
<b>Rubiaceae</b>								
<i>Alibertia concolor</i>	A	-	-	E	(5-) 9 (-12)	(661-) 885 (-1068)	-	
<b>Rutaceae</b>								
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	D	-	X	F-E	(3-) 4 (-6)	(482-) 714 (-996)	-	
<b>Sapotaceae</b>								
<i>Pouteria torta</i>	D	-	-	E	(6-) 8 (-9)	(786-) 1095 (-1289)	-	
<b>Styracaceae</b>								
<i>Styrax camporum</i>	A	-	-	F-E	(14-) 21 (-25)	(800-) 1200 (-1500)	-	
<i>Styrax ferrugineus</i>	D	-	-	F-E	(4-) 6 (-9)	(937-) 1154 (-1362)	-	
<b>Tiliaceae</b>								
<i>Luehea grandiflora</i>	D	-	-	F-E	(5-) 9 (-12)	(953-) 1329 (-1618)	-	
<b>Verbenaceae</b>								
<i>Aegiphila sellowiana</i>	D	X	-	F-E	(3-) 4 (-6)	(466-) 562 (-717)	-	
<b>Vochysiaceae</b>								
<i>Qualea dichotoma</i>	D	X	-	F-E	(4-) 6 (-8)	(485-) 691 (-875)	X	Agrupadas formando faixas no lenho.
<i>Qualea grandiflora</i>	D	X	-	E	(5-) 8 (-11)	(281-) 583 (-994)	X	Dispersas pelo lenho.
<i>Qualea multiflora</i>	D	X	-	F-E	(3-) 4 (-6)	(495-) 663 (-928)	X	Dispersas pelo lenho.
<i>Vochysia cinnamomea</i>	D	-	-	F-E	(3-) 5 (-8)	(529-) 751 (-946)	X	Dispersas pelo lenho.
<i>Vochysia rufa</i>	D	-	-	F-E	(2-) 3 (-5)	(467-) 662 (-889)	X	Em grupos tangenciais no lenho inicial.
<i>Vochysia tucanorum</i>	D	-	-	F-E	(3-) 4 (-7)	(381-) 718 (-915)	X	Agrupadas no lenho tardio e dispersas pelo lenho.



Tabela 4. Características qualitativas e quantitativas do parênquima axial e radial. **PA** = parênquima axial: P = paratraqueal; F = faixas; A = apotraqueal. **PR** = Parênquima radial: **L** = largura; \*localmente bisseriado. **T** = tipo: 1 = unisseriado/multisseriado heterocelulares; 2 = unisseriado homocelular e multisseriado heterocelular; 3 = unisseriado/multisseriado homocelulares e multisseriado heterocelular; 4 = unisseriado heterocelular; 5 = unisseriado/multisseriado homocelular; 6 = unisseriado homocelular; 7 = multisseriado heterocelular. **CPR** = células perfuradas de raio; - ausentes. **C.O.** = células oleíferas: X = presentes; - = ausentes. **Canais**: CR = canal radial; CA = canal axial; - = ausentes. **Cristal**: 1PA = em células subdividido do parênquima axial; 1PR = em células procumbentes do parênquima radial; 2PA = não subdividido do parênquima axial; 2PR = em células eretas do parênquima radial; 3PR = em células quadradas do parênquima radial; - = ausentes.

Espécies	PA	PR			C.O.	Canais	Cristais	
		L (células)	T	CPR				Raio/mm
<b>Anacardiaceae</b>								
<i>Tapirira guianensis</i>	P	1 a 3	1	-	(8-) 16 (-21)	-	CR	-
<b>Annonaceae</b>								
<i>Annona coriacea</i>	F	4 a 5	2	-	(6-) 7 (-8)	-	-	-
<i>Annona crassiflora</i>	F	5 a 8	2	-	(5-) 7 (-9)	-	-	-
<b>Araliaceae</b>								
<i>Didymopanax vinosum</i>	P	1 a 5	2	X	(7-) 20 (-36)	-	CR	-
<b>Asteraceae</b>								
<i>Gochmatia barrosii</i>	F	1 a 3	3	-	(2-) 3 (-4)	-	-	-
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	F	1 a 3	1	-	(5-) 7 (-9)	-	-	-
<b>Bombacaceae</b>								
<i>Eriotheca gracilipes</i>	A	3 a 6	1	-	(10-) 17 (-29)	-	-	-
<b>Boraginaceae</b>								
<i>Cordia sellowiana</i>	F/P	1 a 3	1	-	(5-) 5,5 (-6)	-	-	-
<b>Caryocaraceae</b>								
<i>Caryocar brasiliense</i>	F/A	1 a 3	1	X	(8-) 9 (-10)	-	-	1PA
<b>Chrysobalanaceae</b>								
<i>Couepia grandiflora</i>	F	1 e *	4	-	(4-) 7 (-8)	-	-	-
<i>Licania tomentosa</i>	F	1 a 3	1	-	(4-) 7 (-8)	-	-	-
<b>Clusiaceae</b>								
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	F/P	1	4	-	(11-) 15 (-23)	-	-	-
<b>Combretaceae</b>								
<i>Terminalia brasiliensis</i>	P	1	4	-	(5-) 10 (-19)	-	-	-
<b>Ebenaceae</b>								
<i>Diospyrus hispida</i>	F	1 a 3	1	-	(4-) 5 (-6)	-	-	1PA, 1PR
<b>Erythroxylaceae</b>								
<i>Erythroxylum suberosum</i>	P	1 a 3	1	-	(8-) 15 (-20)	-	-	-
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	P	1 a 3	1	-	(9-) 17 (-23)	-	-	-
<b>Euphorbiaceae</b>								
<i>Pera glabrata</i>	F	1 e *	4	-	(8-) 10 (-15)	-	-	1PA
<b>Fabaceae - Ceasalpinioides</b>								
<i>Copaifera langsdorffii</i>	F/P	1 e 2 a 5	1	-	(6-) 7 (-7)	-	CA	1PA
<i>Dimorphandra mollis</i>	F/P	1 a 3	1	-	(4-) 5 (-7)	-	-	-
<b>Fabaceae - Cercideae</b>								
<i>Bauhinia rufa</i>	F/P	1 a 3	2	-	(7-) 8 (-9)	-	-	-
<b>Fabaceae - Faboideae</b>								
<i>Bowdichia virgiloides</i>	F/P	1 a 3	1	-	(6-) 9 (-9)	-	-	1,2PA
<i>Machaerium villosum</i>	F/P	1 a 3	1	-	(3-) 4 (-5)	-	-	-
<i>Sweetia subelegans</i>	F/P	1 a 3	1	X	(7-) 8 (-12)	-	-	1PA
<b>Fabaceae-Mimosoideae</b>								
<i>Anadenanthera falcata</i>	F/P	1 a 3	5	-	(4-) 6 (-9)	-	-	1PA
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	F/P	1 e *	6	-	(4-) 6 (-9)	-	-	1PA
<b>Lauraceae</b>								
<i>Nectandra sp.</i>	P	1 a 3	1	-	(8-) 13 (-24)	X	-	-
<i>Ocotea corymbosa</i>	P	1 a 3	1	-	(7-) 12 (-22)	X	-	1PA
<b>Malpighiaceae</b>								
<i>Byrsonima basiloba</i>	P	1 a 3	1	X	(4-) 6 (-7)	-	-	1PA

<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	P	1 a 3	1	X	(3-) 4 (-5)	-	-	2,3PR
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	P	4 a 5	1	X	(3-) 4 (-6)	-	-	2,3PR
<b>Melastomataceae</b>								
<i>Miconia albicans</i>	P	1 e *	4	-	(2-) 3 (-4)	-	-	-
<i>Miconia ligustroides</i>	P	1	4	-	(3-) 4 (-5)	-	-	-
<b>Myrsinaceae</b>								
<i>Rapanea umbellata</i>	P	10+	1	-	(2-) 3 (-3)	-	-	2,3PR
<b>Ochnaceae</b>								
<i>Ouratea spectabilis</i>	P	5 a 7	1	-	(3-) 4 (-5)	-	-	1,2,3PR
<b>Proteaceae</b>								
<i>Roupala montana</i>	F	1 e 10+	1	-	(3-) 4 (-6)	-	-	-
<b>Rubiaceae</b>								
<i>Alibertia concolor</i>	F/A	1 a 3	1	X	(2-) 3 (-6)	-	-	-
<b>Rutaceae</b>								
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	P	1 a 3	1	-	(2-) 2 (-3)	-	CA	-
<b>Sapotaceae</b>								
<i>Pouteria torta</i>	F	1 e *	4	-	(9-) 15 (-19)	-	-	-
<b>Styracaceae</b>								
<i>Styrax camporum</i>	A	1 a 3	1	X	(3-) 4 (-4)	-	-	1PA
<i>Styrax ferrugineus</i>	A	1 a 3	1	-	(1,5-) 2 (-3)	-	-	1PA
<b>Tiliaceae</b>								
<i>Luehea grandiflora</i>	A	1 e 5 a 7	1	-	(4-) 5 (-5)	-	CR	-
<b>Verbenaceae</b>								
<i>Aegiphila sellowiana</i>	F/P	1 a 3	1	-	(2-) 3 (-6)	-	-	2PA
<b>Vochysiaceae</b>								
<i>Qualea dichotoma</i>	F/P	1 a 3	2	-	(3-) 4 (-5)	-	-	-
<i>Qualea grandiflora</i>	F/P	1 a 3	1	-	(3-) 4 (-4)	-	-	-
<i>Qualea multiflora</i>	F/P	1 a 3	2	-	(3-) 4 (-5)	-	-	-
<i>Vochysia cinnamomea</i>	F/P	4 a 5	7	-	(5-) 6 (-8)	-	CA	-
<i>Vochysia rufa</i>	F/P	1 a 3	1	-	(5-) 6 (-8)	-	CA	-
<i>Vochysia tucanorum</i>	F/P	1 a 3	1	-	(3-) 5 (-6)	-	CA	-

## Legendas

Figura 1-7. Seções transversais do lenho das espécies. 1. *Styrax ferrugineus* mostrando delimitações das camadas de crescimento mal definidas (setas), porosidade difusa, arranjo radial de vasos, vasos solitários e múltiplos e parênquima axial apotraqueal. 2. *Alibertia concolor* mostrando camadas de crescimento bem definidas demarcadas por faixas marginais (setas), porosidade difusa, sem arranjo de vasos, vasos solitários e múltiplos e parênquima axial em faixas (seta) e apotraqueal no mesmo lenho. 3. *Luehea grandiflora* mostrando ausência de camadas de crescimento, porosidade difusa, sem arranjo de vasos e vasos solitários e múltiplos de dois. 4. *Cordia sellowiana* mostrando vasos muito pequenos (seta) no final da camada de crescimento e vasos muito grandes (asteriscos) no início da camada de crescimento definindo anel semi-poroso. 5. *Byrsonima coccolobifolia* mostrando arranjo radial dos vasos (setas) e vasos solitários e múltiplos. 6. *Piptocarpha rotundifolia* mostrando arranjo tangencial dos vasos (setas) e vasos solitários e múltiplos. 7. *Ouratea spectabilis* mostrando vasos exclusivamente solitários. Barras: 100 µm (1-7).

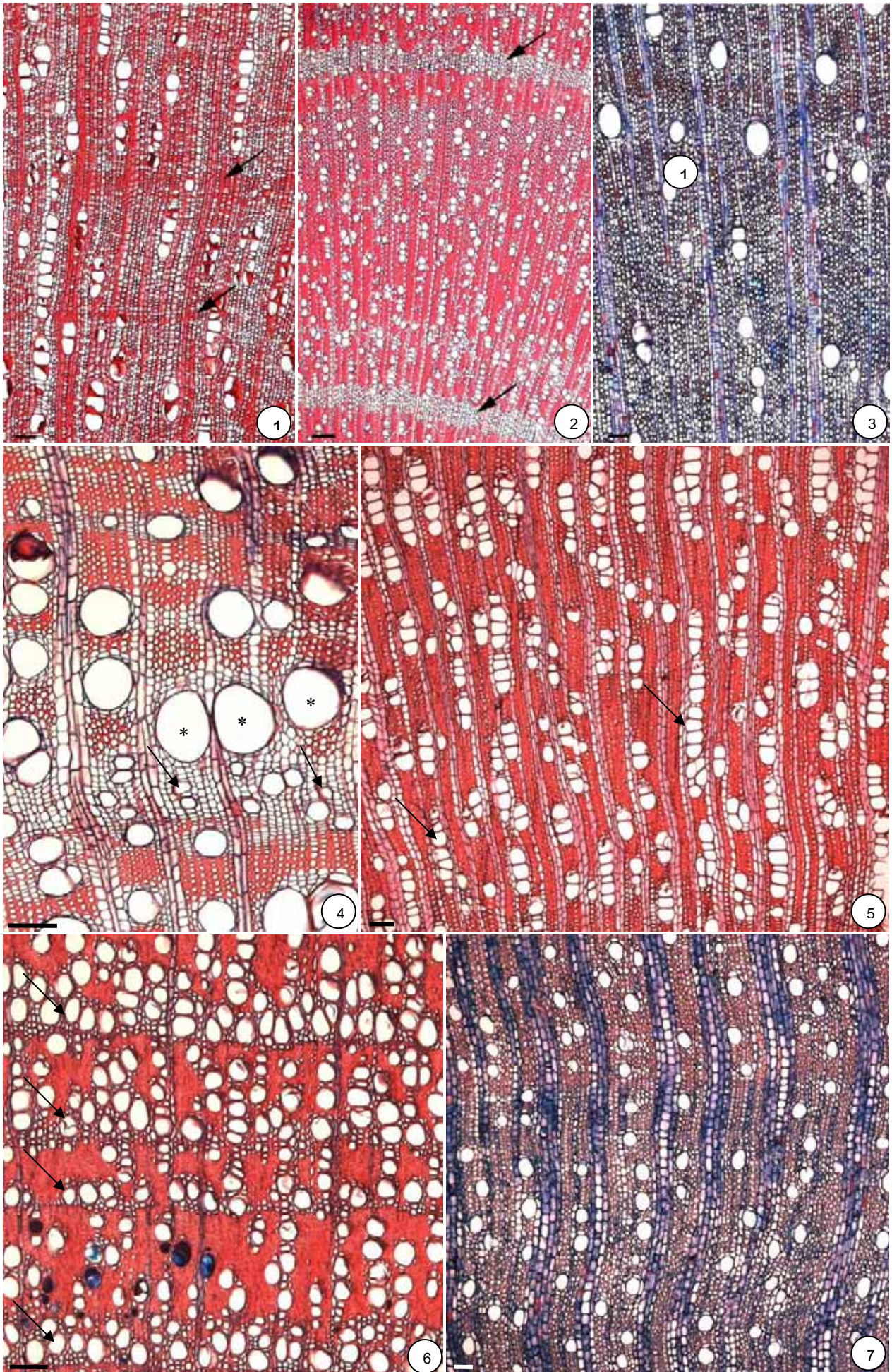


Figura 8-20. Seções longitudinais e transversais do lenho das espécies. 8-9. Seções longitudinais radiais. 8. Placa de perfuração simples em *Ocotea corymbosa*. 9. Placa de perfuração múltipla em *Styrax camporum*. 10. Seção longitudinal tangencial de *Machaerium villosum* mostrando parede do vaso com pontoações intervasculares areoladas alternas. 11-13. Seções longitudinais radiais. 11. Pontoações raio vasculares (seta) com aréolas distintas semelhantes às intervasculares em *Zanthoxylum rhoifolium*. 12. Pontoações raio vasculares (seta) com aréolas muito reduzidas à aparentemente simples: pontoações horizontais (escalariformes) em *Tapirira guianensis*. 13. Pontoações raio vasculares com aréolas muito reduzidas à aparentemente simples: pontoações horizontais (escalariformes), dois tamanhos distintos na mesma célula (seta e cabeça de seta) em *Couepia grandiflora*. 14. Seção longitudinal tangencial mostrando pontoações intervasculares areoladas alternas guarnecidas em *Byrsonima basiloba*. 15-16. Seções transversais. 15. Tilos (seta) presentes no vaso de *Ocotea corymbosa*. 16. Dois tipos de conteúdo orgânicos (corados em azul e vermelho) presentes no vaso de *Dimorphandra mollis*. 17. Fibras com pontoações areoladas (seta) em seção longitudinal tangencial de *Licania tomentosa*. 18. Fibras septadas (seta) e com pontoações diminutas (cabeça de seta) em seção longitudinal radial de *Miconia ligustroides*. 19. Fibras semelhantes ao parênquima axial (seta) em seção transversal de *Miconia albicans*. 20. Fibras gelatinosas em seção transversal de *Miconia albicans*. Barras: 25 µm (10, 14); 50 µm (8-9, 11-13, 15-18, 20); 100 µm (19).

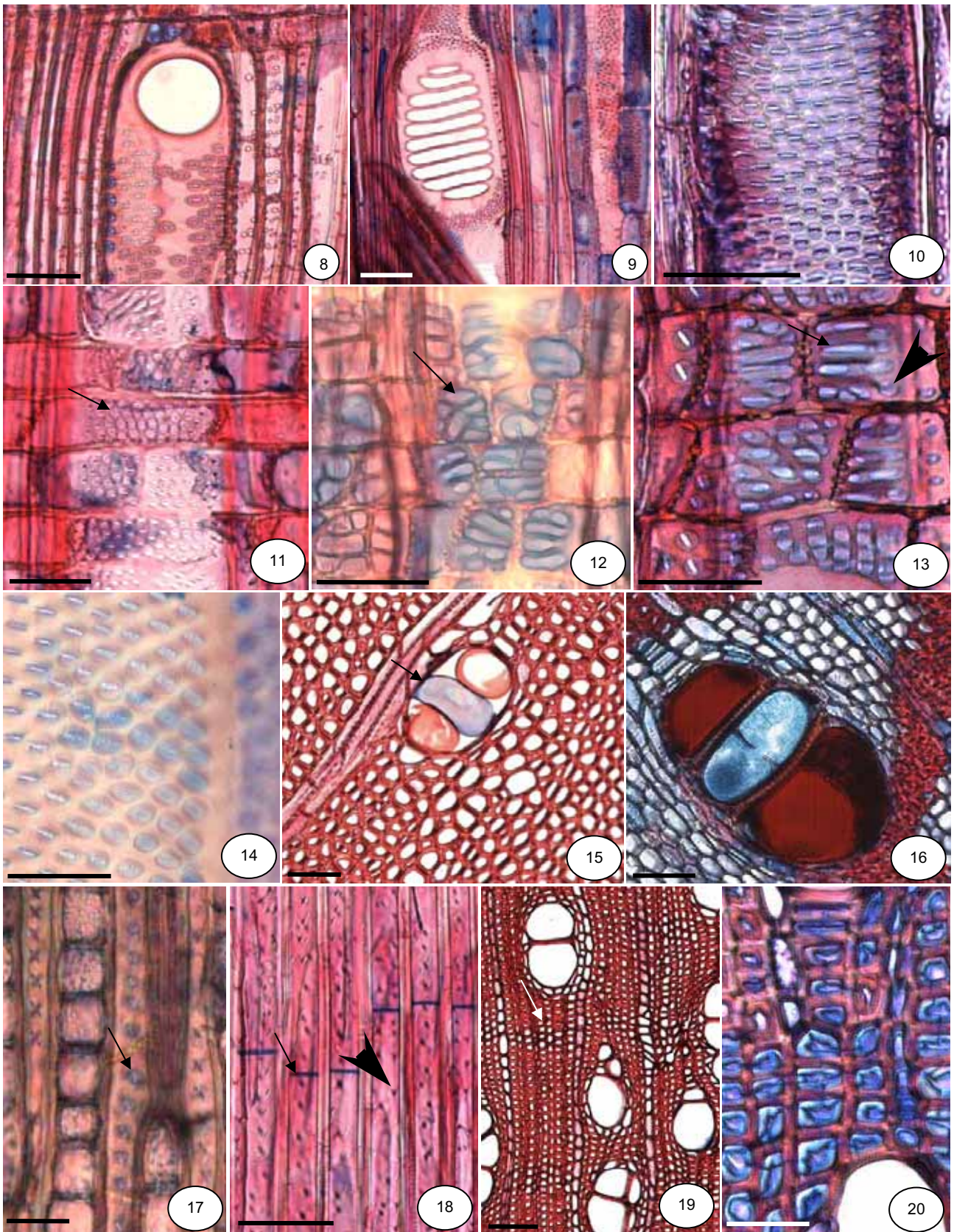


Figura 21-29. Seções transversais e longitudinais do lenho das espécies. 21-24. Seções transversais. 21. Faixa de parênquima axial (seta) e parênquima paratraqueal (cabeça de seta) em *Vochysia rufa*. 22. Parênquima paratraqueal (seta) em *Terminalia brasiliensis*. 23. Parênquima axial em faixas do tipo escalariforme em *Roupala montana*. Notar o arranjo tangencial dos vasos. 24. Parênquima axial apotraqueal em *Luehea grandiflora*. 25-27. Seções longitudinais tangenciais. 25. Raios com uma a três células de largura (setas) em *Didymopanax vinosum*. 26. Raios exclusivamente unisseriados em *Terminalia brasiliensis*. 27. Raios multisseriados com mais de quatro células de largura em *Byrsonima verbascifolia*. 28-39. Seções longitudinais radiais. 28. Raios heterocelulares em *Alibertia concolor*. 29. Raios homocelulares em *Stryphnodendron polyphyllum*. Barras: 50µm (28-29); 100µm (21-27).

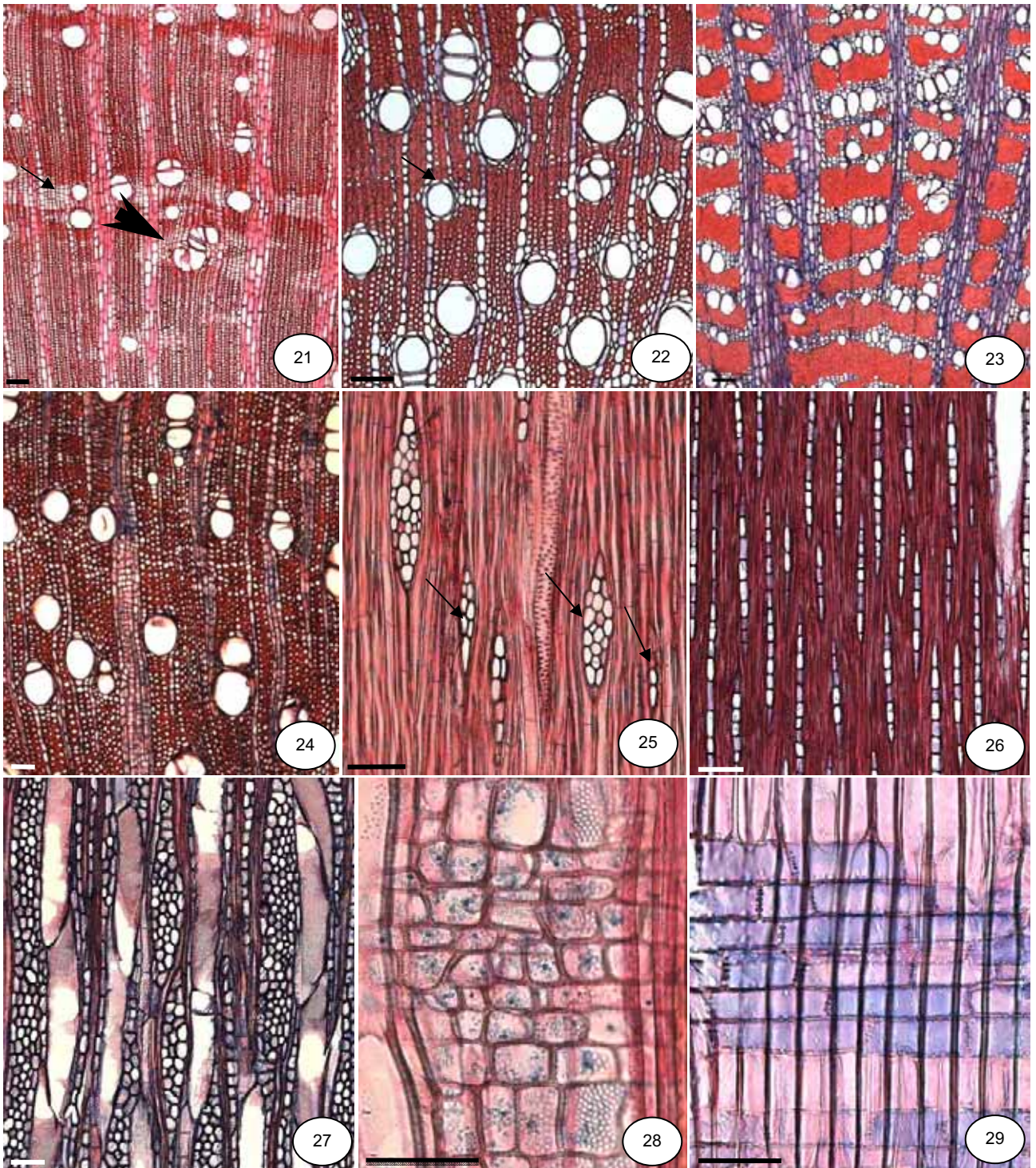
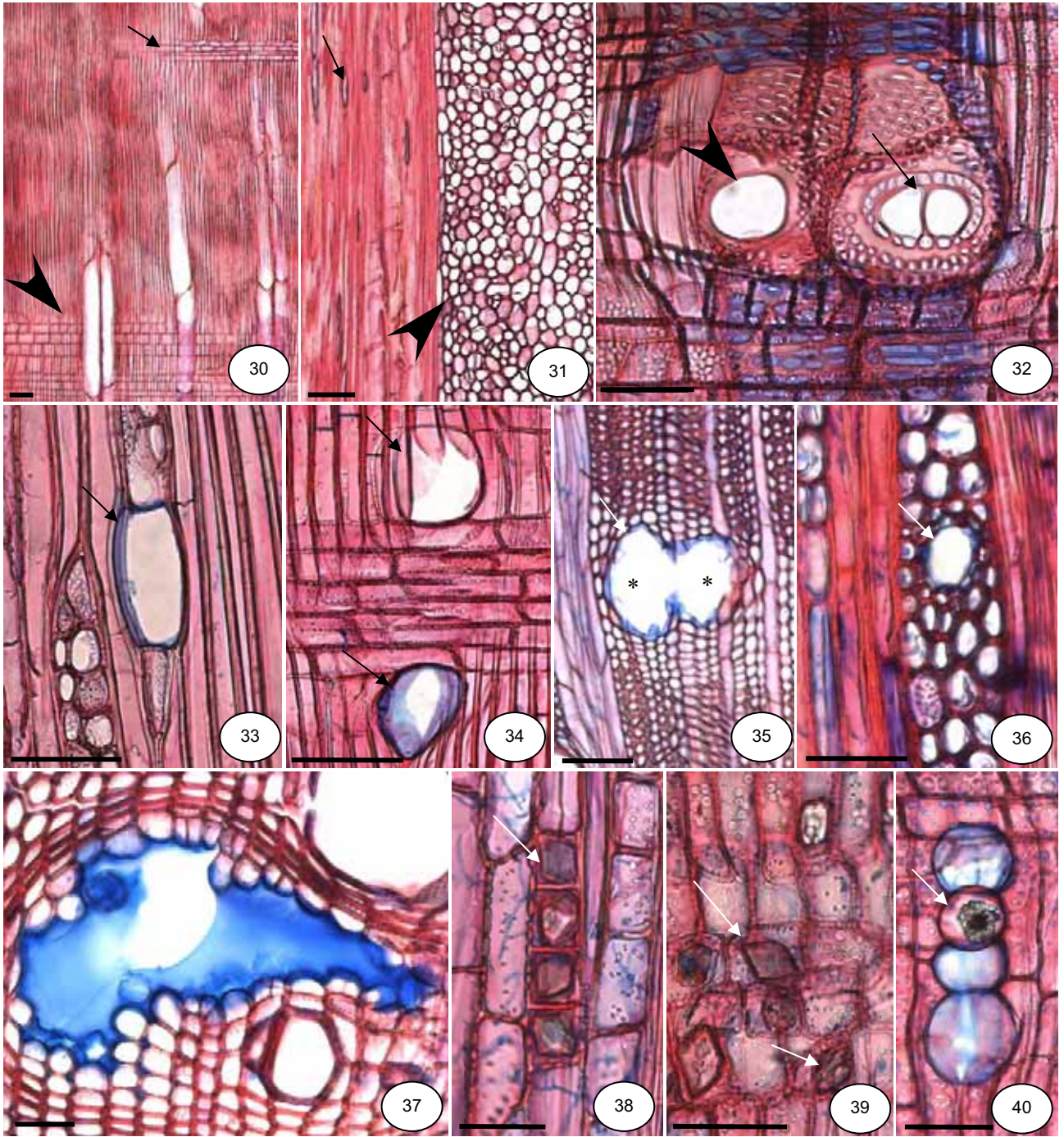




Figura 30-40. Seções transversais e longitudinais do lenho das espécies. 30. Seção longitudinal radial de *Didymopanax vinosum* mostrando raios homo (seta) e heterocelulares (cabeça de seta). 31. Seção longitudinal tangencial de *Roupala montana* mostrando raios de dois tamanhos distintos, unisseriados baixos (seta) e multisseriados altos (cabeça de seta). 32. Seção longitudinal radial de *Didymopanax vinosum* mostrando células perfuradas de raio com placas de perfuração simples (cabeça de seta) e múltiplas (seta). 33 - 34. *Ocotea corymbosa* 33. Células oleíferas associadas ao parênquima axial (seta) em seção longitudinal radial. 34. Células oleíferas associadas ao parênquima radial (setas) em seção longitudinal tangencial. 35. Canais axiais (asterisco) em seção transversal de *Copaifera langsdorffii*. 36. Canal radial (seta) em seção longitudinal tangencial de *Tapirira guianensis*. 37. Canais axiais de origem traumática em seção transversal de *Vochysia cinnamomea*. 38. Cristais em células subdivididas do parênquima axial (seta) em seção longitudinal tangencial de *Caryocar brasiliense*. 39. Cristais em células do parênquima radial (seta) em seção longitudinal radial de *Rapanea umbellata*. 40. Idioblastos com drusa (seta) em seção longitudinal tangencial de *Vochysia rufa*. Barras: 50µm (32-40); 100µm (30-31).





**CÉLULAS PERFURADAS DE RAIOS NO LENHO DE RAÍZES E RAMOS EM ESPÉCIES DE  
CERRADO DO ESTADO DE SÃO PAULO <sup>1</sup>**

JULIA SONSIN OLIVEIRA <sup>2,4</sup>, SILVIA RODRIGUES MACHADO <sup>3</sup>, CARMEN REGINA MARCATI <sup>2</sup>

1. Parte da Dissertação de Mestrado de J.S. Oliveira, desenvolvida no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu.
  2. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Recursos Naturais - Ciências Florestais, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu, SP, Brasil.
  3. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Caixa Postal 510, 13618-000 Botucatu, SP, Brasil.
  4. Autor para correspondência: [jsonsin@yahoo.com.br](mailto:jsonsin@yahoo.com.br)
- Título resumido: Células perfuradas de raios em espécies de cerrado.

ABSTRACT: (Perforated ray cells in roots and branches wood of cerrado species in the state of São Paulo). Perforated ray cells (PRC) are related here for the first time in the samples of root and branches of *Didymopanax vinosum*, *Caryocar brasiliense*, *Sweetia subelegans*, *Byrsonima basiloba*, *B. coccolobifolia*, *B. verbascifolia* and *Alibertia concolor* which occur in Pratânia's cerrado (SP, Brazil) (23° 02' 55,5" S, 48° 31' 26,1" W). The PRC's are larger than the usual ray cells, occur isolated or in groups of two or more in the same ray and they are present predominantly in the uniseriate margins of multiseriate rays in all studied species. In roots and branches, the PRC perforation plate (PP) types are the same as the vessel element (VE) PP in most species, with the exception of the *D. vinosum* branches, and in branches and roots of *C. brasiliense*. In all studied species the values of the PP diameter of PRC were larger on the root than on the branches itself, however, only in *D. vinosum*, *B. basiloba* and *B. verbascifolia* they were different statistically. In branches, only in *D. vinosum* the VE PP diameter values were larger than the CPR. In the root, only in *C. brasiliense* the PP diameter was larger in PRC than in the VE.

Key words: branch, cerrado species, perforated ray cells, root.

RESUMO: (Células perfuradas de raio no lenho de raízes e ramos em espécies de cerrado do estado de São Paulo). Células perfuradas de raio (CPR) são relatadas aqui pela primeira vez nas raízes e ramos das espécies *Didymopanax vinosum*, *Caryocar brasiliense*, *Sweetia subelegans*, *Byrsonima basiloba*, *B. coccolobifolia*, *B. verbascifolia* e *Alibertia concolor* de área cerrado em Pratânia, SP, Brasil (23° 02' 55,5" S, 48° 31' 26,1" W). As CPR são maiores que as células normais de raio, ocorrem isoladas ou em grupos de duas ou mais no mesmo raio e estão presentes predominantemente nas margens unisseriadas de raios multisseriados em todas as espécies estudadas. Nas raízes e nos ramos, as placas de perfuração das CPR são semelhantes às dos elementos de vaso (EV) na maioria das espécies, com exceção dos ramos

de *D. vinosum* e ramos e raízes de *C. brasiliense*. Nas espécies estudadas os valores do diâmetro das placas das CPR foram maiores nas raízes, porém somente em *D. vinosum*, *B. basiloba* e *B. verbascifolia* as diferenças foram estatisticamente significativas. Nos ramos, somente em *D. vinosum* o valor do diâmetro das placas dos EV foi maior. Nas raízes, somente em *C. brasiliense* o diâmetro das placas foi maior nas CPR quando comparado com o dos EV. Palavras chave: células perfuradas de raio, espécies de cerrado, raiz, ramos.

## Introdução

Células perfuradas de raio (CPR) foram relatadas pela primeira vez por Chalk & Chattaway (1933) no lenho de espécies de várias famílias não relacionadas. São células que podem ter a mesma dimensão ou podem ser maiores do que as células de raio adjacentes, apresentam perfurações que geralmente estão localizadas nas suas paredes laterais conectando dois vasos de cada lado do raio, e apresentam pontoações areoladas (IAWA Committee 1989, Carlquist 1988).

A maioria dos trabalhos que relatam a ocorrência de CPR se restringe ao lenho de caules (Chalk & Chattaway 1933; Botosso & Gomes 1982; Norverto 1993; Nagai et al. 1994; Eom & Chung 1996; Eom & Chung 1999; Lindorf 1999; Ceccantini & Angyalossy-Alfonso 2000; Terrazas 2000; Agarwal et al. 2002; Serdar et al. 2004; Gupta & Agarwal 2005; Gupta & Saxena 2005 e Merev et al. 2005). Apenas os estudos de Machado & Angyalossy-Alfonso (1995) e os de Otegui (1994) relatam a ocorrência de CPR no lenho de caules e de raízes da mesma espécie. Estes trabalhos descrevem a localização, a quantidade das CPR e o tipo de placas de perfuração destas células.

O número pequeno de relatos sobre a ocorrência de CPR no lenho das espécies pode estar relacionado com a dificuldade em observá-las quando ocorrem em pequena quantidade

nas lâminas de material dissociado, além de exigir prática e observação de um número grande de amostras como já comentado por Ceccantini & Iwasaki (2002).

Informações acerca da função das CPR ainda são especulativas. Acredita-se que as CPR auxiliem no transporte de água (Botosso & Gomes 1982; Otegui et al. 1994; Machado & Angyalossy-Alfonso 1995; Ceccantini & Angyalossy-Alfonso 2000). Machado & Angyalossy-Alfonso (1995) estudaram o lenho de *Styrax camporum* e encontraram CPR com placas de perfuração múltiplas em caules e simples em raízes. As autoras comentam que a presença de CPR com placas de perfuração simples nas raízes pode estar relacionada à melhor eficiência no transporte de água neste órgão, o que permite o brotamento e florescimento desta espécie o ano inteiro.

Em estudo mais amplo, sobre a caracterização anatômica da madeira de ramos caulinares de 48 espécies de cerrado, encontrou-se CPR em sete espécies, sendo duas arbustivas e cinco arbóreas, o que nos motivou a coletar as suas raízes e a analisar com mais detalhe as características destas células. Assim, o presente estudo traz informações sobre a ocorrência, localização e morfologia das CPR no lenho de raízes e ramos destas que ocorrem em cerrado do estado de São Paulo.

## Material e Métodos

O estudo foi conduzido em reserva particular de cerrado (senso lato), com cerca de 180 ha, localizada na Fazenda “Palmeira da Serra”, município de Pratânia, região centro-oeste do estado de São Paulo (23° 02' 55, 5" S e 48° 31' 26,1" W), Brasil. Segundo Carvalho et al. (1991), o tipo climático do município é definido como Cwb (mesotérmico de inverno seco), dado obtido pela classificação de Köppen (1931), em que o mês mais quente não apresenta temperatura média maior que 22°C, sendo o mês de julho o mais frio e seco. A precipitação média anual é de aproximadamente 1534 mm e a temperatura média de 20,3°C. A estação

seca estende-se de maio a setembro, sendo a média de precipitação de 81 a 89 mm. O mês de janeiro predomina como o mais quente (22,7°C) e úmido (242 mm) e o mês de julho o mais frio (16,6 °C) e seco (38 mm). O solo da área, segundo Goulart & Marcati (dados não publicados), apresenta textura arenosa, com pH ácido, baixa porcentagem de matéria orgânica, teor de alumínio muito alto e baixo teor de cálcio e potássio. Os teores de boro e cobre encontram-se médios, sendo alto para o ferro e baixo para manganês e zinco.

Foram coletadas amostras de ramos caulinares e raízes de duas espécies arbustivas - *Didymopanax vinosum* (Cham. & Schlecht.) March. (Araliaceae) e *Alibertia concolor* (Cham.) K. Schum. (Rubiaceae) e cinco arbóreas - *Caryocar brasiliense* Cambess. (Caryocaraceae), *Sweetia subelegans* Mohlenbr. (Fabaceae), *Byrsonima basiloba* A. Juss., *B. coccolobifolia* Kunth e *B. verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae). As amostras de raízes foram coletadas a uma profundidade de aproximadamente 30 cm e as amostras dos ramos da porção basal de ramos mais desenvolvidos dos caules dos espécimes. As coletas foram realizadas em ramos por restrições ao uso de métodos destrutivos em áreas de reserva ambiental. Vouchers foram depositados no Herbário “Irina Delanova de Gemtchujiniov” (BOTU) do Instituto de Biociências (IB). As amostras do lenho foram depositadas na Xiloteca “Maria Aparecida Mourão Brasil” (BOT<sub>w</sub>) da Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da UNESP, Campus de Botucatu.

As amostras do lenho foram armazenadas em álcool 70% para preservar o material contra o ataque de organismos xilófagos. Foram obtidas secções de aproximadamente 15 a 20 µm de espessura dos planos de cortes transversais e longitudinais - radiais e tangenciais; os cortes foram clarificados em solução de hipoclorito de sódio e água destilada (50%), depois corados duplamente com safranina aquosa 1% (Bukatsch 1972) e azul de astra aquoso 1% (Roeser 1972) (1:9), desidratados em série alcoólica, passando ao final por acetato de butila para fixar a coloração. As lâminas histológicas foram montadas permanentemente com resina



sintética (Entellan<sup>®</sup>). A dissociação das células seguiu o método de Franklin (1945, modificado por Kraus & Arduim 1997) e o corante safranina 1% aquosa (Bukatsch 1972) foi utilizado para a coloração dessas células. Lâminas semi-permanentes foram montadas em glicerina diluída em água (1:1), utilizando pequena quantidade do material dissociado.

Os dados anatômicos qualitativos e quantitativos foram obtidos de lâminas permanentes e semi-permanentes com o auxílio de um microscópio de luz Axioskop 40, marca Zeiss, Câmera Digital AxioCam MRC e Software para Análise de Imagens, Axiovision. Para a análise quantitativa, foram mensuradas: a altura e a largura (área) da célula do parênquima radial na seção longitudinal radial sem distinção dos tipos celulares; a altura e a largura (área) das CPR, o diâmetro das placas de perfuração das CPR em macerado e em cortes longitudinais radiais; e o diâmetro das placas de perfuração dos elementos de vaso. As medidas de diâmetro das placas de perfuração foram tomadas na parte central da perfuração, excluindo a borda da placa. Foram realizadas 30 medições para cada característica. Na análise estatística foi utilizado o teste de Duncan (1955).

## Resultados e Discussão

CPR isoladas (Fig. 1, 14) foram encontradas no lenho das raízes e ramos de todas as espécies; em grupos de duas nos ramos de *C. brasiliense* e *S. subelegans*, nas raízes de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*, e em ambos os órgãos em *D. vinosum* (Fig. 2, 4); e em grupos de três ou mais nos ramos de *B. verbascifolia* e nas raízes de *A. concolor* (Fig. 3). A presença de CPR isoladas foi situação encontrada no caule de diferentes espécies, como *Rollinia emarginata* Schlecht. (Botosso & Gomes 1982); *Styrax camporum* Pohl. (Machado & Angyalossy-Alfonso 1995); *Saracha quitensis* (Hook.) (Lindorf 1999); *Bathysa meridionalis* Smith & Downs (Ceccantini & Angyalossy-Alfonso 2000); *Pistacia terebinthus* (Agarwal et al. 2002); *Salix rizeensis* A. Günter & J. Zielinski (Serdar et al. 2004); *Berberis*

*vulgaris* L., *Chamaecytisus hirsutus* (L) Link., *Colutea armena* Boiss. & Huet, *Coronilla emerus* L., *Cytisus villosus* Pourr., *Hedera helix* L., *Paliurus spina-christii* Mill., *Pistacia lentiscus* L., *Salix triandra* L. subsp. *itrianda* L., *Sambucus nigra* L., *Staphylea pinnata* L., *Tamarix smyrnensis* Bunge, *Vitis silvestris* Gmelin. e *Vitis vinifera* L. (Merev et al. 2005). Em grupos de duas foi observado no caule de *Duguetia lanceolata* St. Hil. e *Rollinia emarginata* Schlecht. (Botosso & Gomes 1982), *Salix rizeensis* A. Günter & J. Zielinski (Serdar et al. 2004), *Coronilla emerus* L., *Hedera helix* L., *Salix triandra* L. subsp. *Trianda* L., *Sambucus nigra* L. e *Vitis vinifera* L. (Merev et al. 2005) e na raiz de *Styrax camporum* Pohl. (Machado & Angyalossy-Alfonso 1995). Em grupos de três ou mais foi observado em *Duguetia lanceolata* St. Hil. e *Rollinia emarginata* Schlecht. (Botosso & Gomes 1982), em *Styrax camporum* Pohl. (Machado & Angyalossy-Alfonso 1995) e em *Chamaecytisus hirsutus* (L) Link. e *Vitis vinifera* L. (Merev et al. 2005). A ampla ocorrência de CPR em taxa não relacionados sugere um valor ecológico destas células.

Em *D. vinosum* as CPR ocorrem sempre nas proximidades da medula (Fig. 4), enquanto que nas outras espécies elas ocorrem no interior dos raios e distantes da medula. Não há referências na literatura que comentem o significado da localização das CPR em relação à medula.

CPR ocorrem na porção unisseriada de raios multisseriados em ramos e raízes de *C. brasiliense*, *B. basiloba* (Fig. 5), *B. coccolobifolia*, *B. verbascifolia*, *S. subelegans* e em ramos de *D. vinosum*; entre as células nos raios unisseriados em ramos de *D. vinosum*, ramos e raízes de *A. concolor* (Fig. 6) e raízes de *S. subelegans*; e entre as células dos raios multisseriados em ramos e raízes de *D. vinosum* (Fig. 7) e em ramos de *B. basiloba*. CPR entre as células dos raios unisseriados foram observadas na maioria das espécies da literatura consultada (Botosso & Gomes 1982; Norverto 1993; Nagai *et al.* 1994; Machado & Angyalossy-Alfonso 1995; Eom & Chung 1996; Serdar et al. 2004; Gupta & Saxena 2005 e Merev et al. 2005), situação

que ocorreu em apenas em três espécies deste estudo (*D. vinosum*, *A. concolor* e *S. subelegans*). A presença de CPR na porção unisseriada de raios multisseriados também já foi observada em algumas espécies (Chalk & Chattaway 1933; Nagai *et al.* 1994; Machado & Angyalossy-Alfonso 1995; Eom & Chung 1996; Lindorf 1999 e Ceccantini & Angyalossy-Alfonso 2000) e ocorreu na maioria das espécies deste estudo. A presença de CPR entre as células de raios multisseriados foi observada em diferentes espécies por Botosso & Gomes (1982), Nagai *et al.* (1994), Eom & Chung (1996), Agarwal *et al.* (2002), Gupta & Saxena (2005), Gupta & Agarwal (2005) e Merev *et al.* (2005) e ocorreu em duas espécies deste estudo (*D. vinosum* e *B. basiloba*). A localização da CPR no raio pode estar associada com a posição de maior aproximação tangencial de dois vasos, uma vez que, segundo IAWA Committee (1989), estas células conectam dois vasos de cada lado do raio. Estudos ontogenéticos que investiguem a diferenciação destas células em concomitância com a diferenciação dos vasos e raios são necessários para a melhor compreensão da localização das CPR.

Placas de perfuração simples nas CPR (Fig. 2-7, 13-15) foram observadas em todas as espécies tanto nas raízes quanto nos ramos (Tab. 1). Entretanto, nas raízes e ramos das espécies *D. vinosum* e *C. brasiliense* também ocorrem placas de perfuração múltiplas (Fig. 1, 2, 8-12) (Tab. 1). A presença da combinação de placas de perfuração simples e múltiplas em CPR no lenho da mesma espécie parece ser a característica mais comum encontrada na literatura (McLean & Richardson 1972; Nagai *et al.* 1994; Otegui *et al.* 1994; Eom & Chung 1996 e Ceccantini & Angyalossy-Alfonso 2000), do que a presença de placas de perfuração somente simples (Botosso & Gomes 1982; Lindorf 1999; Terrazas 2000; Agarwal *et al.* 2002 e Serdar *et al.* 2004). Placas de perfuração apenas múltiplas foram encontradas em *Symplocos uniflora* (Norverto 1993). É possível que a presença de diferentes tipos de placas nas CPR de *D. vinosum* e *C. brasiliense*, seja uma adaptação a ambientes de condições adversas, como o

cerrado, pois os diferentes tipos de placas influenciariam na quantidade de água que passa pelo vaso (Ellerby & Ennos 1998), melhorando a eficiência e/ou protegendo o vaso contra o embolismo no caso das placas múltiplas (ver Ellerby & Ennos 1998 e Carlquist 1988).

Entre os órgãos, houve variação nos tipos de placa de perfuração múltiplas das CPR nas espécies *D. vinosum* e *C. brasiliense* como pode ser observado na tabela 1. O tipo de placa de perfuração das CPR e dos elementos de vaso podem ser similares ou não tanto nas raízes quanto nos ramos (Tab. 1). CPR com placas de perfuração semelhantes às dos elementos de vaso foram observadas em diferentes espécies por Norverto (1993), Nagai et al. (1994), Otegui (1994), Eom & Chung (1996), Serdar (2004) e Gupta & Agarwal (2005), e CPR com placas diferentes das dos elementos de vasos foram citadas por Carlquist (1988), IAWA Committee (1989), Nagai et al. (1994), Eom & Chung (1996), Lindorf (1999), Terrazas (2000), Serdar (2004) e Merev et al. (2005). Machado et al. (1997) observaram a presença de placas simples e múltiplas no lenho dos diferentes órgãos (raiz e caule) da espécie *Styrax camporum* Pohl., concluíram que essa característica funcionaria como uma adaptação a ambientes secos, visto que cada tipo de placa (simples e múltiplas) possui um fluxo hídrico diferente, que pode ser maior ou menor, e que as variações nas placas múltiplas serviriam para proteger os vasos contra o embolismo nos períodos de seca (ver Ellerby & Ennos 1998 e Carlquist 1988). Assim como comentado por alguns autores (Botosso & Gomes 1982, Otegui et al. 1994, Machado & Angyalossy-Alfonso 1995, Ceccantini & Angyalossy-Alfonso 2000), podemos afirmar que as CPR auxiliam no transporte lateral de água no xilema. Entretanto, ainda são necessários mais estudos que permitam a correta interpretação das variações das placas de perfuração das CPR e dos respectivos elementos de vaso das raízes e dos ramos.

Placas de perfuração de CPR com as bordas pontoadas foram encontradas nas espécies *D. vinosum* (Fig. 2), *C. brasiliense* (Fig. 1), e *B. basiloba* (Fig. 14). Estas pontoações ocorrem em menor quantidade em *B. basiloba* quando comparadas com as outras duas espécies. Esta

característica foi observada no caule de *Xylosma longifolium* Clos (Nagai et al. 1994), no caule de *Bathysa meridionalis* Smith & Downs (Ceccantini & Angyalossy-Alfonso 2000) e no caule de *Paliurus spina-christii* Mill., *Pistacia lentiscus* L. e *Salix triandra* L. subsp. *triandra* L. (Merev et al. 2005). Apesar de Ceccantini & Angyalossy-Alfonso (2000) considerarem que estas pontoações provavelmente possibilitem um fluxo hídrico insignificante quando comparado com o fluxo através da perfuração, somente estudos experimentais podem avaliar a importância destas pontoações no transporte de água no xilema.

Pontoações guarnecidas foram observadas nas CPR e nos elementos de vaso das espécies *S. subelegans*, *B. basiloba*, *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* tanto nos ramos quanto nas raízes. Chama atenção à presença de pontoações guarnecidas também nas bordas das placas de perfuração em *B. basiloba*. As guarnições preenchem e protegem a membrana da pontoação contra a ruptura no caso de embolismo, pois a deflexão necessária para que a membrana se rompa é minimizada pela guarnição (Zweypfenning 1978). Portanto, para as espécies deste estudo, podemos supor que as pontoações guarnecidas estariam exercendo esta mesma função tanto para os vasos quanto para as CPR. As espécies deste estudo que têm pontoações guarnecidas apresentam as CPR com placas de perfuração simples tanto nas raízes quanto nos ramos, o que concorda com Jansen et al. (2003, 2004) que comentam que praticamente todas as taxa que apresentam elementos de vaso com pontoações guarnecidas, apresentam também placa de perfuração simples. A presença de pontoações guarnecidas evitaria a formação de bolhas (Zweypfenning 1978) e facilitaria a reversão do embolismo em vasos de plantas de regiões xéricas e quentes, resultando na restauração funcional destes (Jansen et al. 2003, 2004). A combinação de vasos com pontoações guarnecidas e placas de perfuração simples funcionaria como um sistema de condução mais eficiente em ambientes mais áridos, aumentando a eficiência hídrica durante a estação chuvosa (Jansen et al. 2003, 2004). No cerrado, onde as plantas estão sujeitas a condição de seca por um período de até

cinco meses, estas características podem ter significado no aumento da eficiência hídrica, como comentado por Machado & Angyalossy-Alfonso (1995) para as raízes de *Styrax camporum* Pohl.

A presença de apêndice nas CPR foi observada no lenho dos ramos e das raízes de *D. vinosum*, *B. basiloba*, *B. coccolobifolia*, *B. verbascifolia* e *A. concolor* (Fig. 15). Não há relatos na literatura sobre a presença de apêndice em CPR. Segundo Esau (1965), nos elementos de vaso, os apêndices seriam uma expansão de suas partes medianas, que aparecem durante o processo do alongamento da parede, podem apresentar pontoações, normalmente não apresentam perfurações e podem afetar o arranjo e o formato das células adjacentes.

Neste estudo, as CPR foram encontradas em grande quantidade ( $\approx 10-15$  por lâmina) no macerado do lenho das raízes de *B. verbascifolia* e *A. concolor*. Já nos ramos de *S. subelegans* estas foram difíceis de serem encontradas devido a pouca quantidade ( $\approx 3$  por lâmina), sendo necessário confeccionar muitas lâminas para a análise de um número suficiente de células. Nas outras espécies, tanto nos ramos quanto nas raízes, foram encontradas aproximadamente 4 a 6 CPR por lâmina no macerado. Esta dificuldade com relação ao número de CPR no material dissociado já foi comentado por Ceccantini & Iwasaki (2002).

A tabela 2 apresenta a análise estatística comparativa entre a área das CPR e das células do parênquima radial (CPqR) nas raízes e nos ramos. Os valores médios da área das CPR e das CPqR de todas as espécies são apresentados na Fig. 16 e demonstram que as CPR são maiores (Fig. 1-7, 14) do que as células do raio, tanto nos ramos quanto nas raízes, ao nível de 5% de probabilidade. O maior tamanho das CPR quando comparado com as células do raio já foi observado em diferentes espécies por diversos autores (Chalk & Chattaway 1933; Botosso & Gomes 1982; Carlquist 1988; Norverto 1993; Nagai et al. 1994; Otegui et al. 1994; Machado & Angyalossy-Alfonso 1995; Eom & Chung 1996; Lindorf 1999; Ceccantini

& Angyalossy-Alfonso 2000; Terrazas 2000; Agarwal et al. 2002; Serdar et al. 2004; Gupta & Agarwal 2005; Gupta & Saxena 2005 e Merev et al. 2005). Embora muito provavelmente a célula que irá se diferenciar em CPR esteja sob a influência dos vasos que estão localizados tangencialmente a ela, não existe suporte na literatura para explicar esta característica das CPR.

Em todas as espécies aqui estudadas, as CPR do lenho de raiz se apresentaram maiores do que as dos ramos, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2), sendo os maiores valores encontrados no lenho da raiz de *D. vinosum* (Fig. 2). São poucos os estudos que trazem informações sobre a presença de CPR no lenho de diferentes órgãos das plantas, como por exemplo, o de Otegui (1994) em raiz e caule de *Rapanea laetevirens* Mez e *R. lorentziana* Mez e o de Machado & Angyalossy-Alfonso (1995) em raiz e caule de *S. camporum* Pohl.; contudo, estes autores não comentam se estas células apresentam tamanhos diferentes quando encontradas em raiz ou em caule. A presença de CPR maiores no lenho de raízes observado neste estudo é esperada, uma vez que, em geral, nas raízes, os elementos xilemáticos, principalmente os elementos de vaso são normalmente maiores ou estão em número maior, quando comparados com o lenho de caules (Ranjani & Krishnamurthy 1987; Dias-Leme 1994; Machado et al. 1997; Esemann-Quadros 2001 e Psaras & Sofroniou 2004).

A tabela 3 apresenta a análise estatística comparativa entre o diâmetro das placas de perfuração das CPR com o dos elementos de vaso (EV) nas raízes e nos ramos. Com relação às CPR, os valores do diâmetro foram maiores nas raízes de todas as espécies, porém somente as espécies *D. vinosum*, *B. basiloba* e *B. verbascifolia* apresentaram diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Nos ramos, foi encontrado na maioria das espécies maior diâmetro das placas nos EV, quando comparado com o diâmetro das placas das CPR, porém somente em *D. vinosum* esta diferença foi estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Nas raízes, os valores do diâmetro das placas foram maiores nas CPR de *C. brasiliense* e *B. basiloba*, porém esta

última não apresentou diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ). Nas demais espécies, embora o contrário tenha sido observado, ou seja, os valores do diâmetro das placas dos EV foram maiores que das CPR, não foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Variação quanto ao diâmetro das placas de perfuração de CPR quando comparado com o do EV foram relatadas nos trabalhos de Ceccantini & Angyalossy-Alfonso (2000) que observaram que o diâmetro das placas de perfuração foi maior nas CPR que nos EV, e de Nagai et al. (1994), que observaram que o diâmetro das placas de perfuração foi menor nas CPR que nos EV, e concluíram que a perfuração das placas nas CPR seria mais resistente ao fluxo hídrico que as das placas dos EV. Entretanto, não existe suporte na literatura, principalmente estudos experimentais que permita discussão destes dados, contudo a relação diâmetro de placas de perfuração da CPR e EV pode estar relacionada com variáveis como, porte das plantas estudadas e profundidade das raízes.

#### Agradecimentos

Ao Clemente José Campos pelo auxílio no trabalho de campo. A Fundação de Amparo ao Estado de São Paulo – FAPESP, Programa BIOTA (Projeto Temático Proc. N° 00/12469-3 e Proc. N° 03/13578-9), pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

#### Referências bibliográficas

- AGARWAL, M, S. GUPTA, L. CHAUHAN & V. PAINULY. 2002. Perforated ray cells in *Pistacia terebinthus*: A new record for Anacardiaceae. Indian Forester 128: 562--566.
- BOTOSSO, P.C. & A.V. GOMES. 1982. Radial vessel and series of perforated ray cells in Annonaceae. IAWA B. 3: 103--182.
- BUKATSCH, F. 1972. Bemerkungen zur Doppelfalbung Astrablau-Safrain. Mikrokosmos 61: 255.



- CARLQUIST, S. 1988. Comparative wood anatomy: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer-Verlag, Berlin.
- CARVALHO, W.A., PANOSO, L.A. & MORAES, M. H. 1991. Levantamento semi-detalhado dos solos da Fazenda Experimental Edgardia - Botucatu, SP. Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, São Paulo.
- CECCANTINI, G.C.T. & C. IWASAKI. 2002. A new method for the preparation and examination of perforated ray cells. IAWA J. 23: 327--331.
- CECCANTINI, G.C.T. & V. ANGYALOSSY-ALFONSO. 2000. Perforated ray cells in *Bathysa meridionalis* (Rubiaceae). IAWA J. 21: 77--82.
- CHALK, L. & M.M. CHATTAWAY. 1933. Perforated ray cells. Proc. Royal Soc. London. 113: 82--92.
- DIAS-LEME, C.L. 1994. Anatomia comparada do lenho do caule, raiz e ramo de algumas espécies de Euphorbiaceae da Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado em Ciências na Área de Botânica. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DUNCAN, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11: 1--42.
- ELLERBY, D.J. & A.R. ENNOS. 1998. Resistances to fluid flow of model xylem vessels with simple and scalariform perforation plates. J. Experimental Botany 323: 979--985.
- EOM, Y.G. & Y.J. CHUNG. 1996. Perforated ray cells in Caprifoliaceae. IAWA J. 17: 37--43.
- EOM, Y.G. & Y.J. CHUNG. 1999. Perforated ray cells in Korean hardwoods of Berberidaceae and Euphorbiaceae. Journal of Korean Forestry Society 88:3 74--378.
- ESAU, K. 1965. Plant anatomy (2<sup>nd</sup> ed.). Wiley, Inc., New York, London, Sydney.
- ESEMANN-QUADROS, K. 2001. Anatomia do lenho de *Clusia criuva* Camb. (Clusiaceae): órgãos, hábitos e ambientes. Tese de Doutorado em Ciências na Área de Botânica. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- FRANKLIN, G.L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 155: 51.
- GUPTA, S. & M. AGARWAL. 2005. Wood microstructure of Indian Staphyleaceae with particular reference to unusual type of perforated ray cell. *Indian-Forester* 131: 1049--1055.
- GUPTA, S. & V. SAXENA. 2005. New record of occurrence of perforated ray cells in the order Celastrales from India. *Indian-Forester* 131: 1064--1070.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA B.* 10: 219--332.
- JANSEN, S., P. BASS, P. GASSON & E. SMETS. 2003. Vesture pits: Do they promote safer water transport. *International Journal of Plant Sciences* 164: 405--413.
- JANSEN, S., P. BASS, P. GASSON, F. LENS & E. SMETS. 2004. Variation in xylem structure from tropics to tundra: Evidence from vested pits. *Plant Biology* 101: 8833--8837.
- KÖEPPEN, W. 1931. *Climatologia*. Buenos Aires, Fundo de Cultura Econômica.
- KRAUS, J.E. & M. ARDUIN. 1997. *Manual básico de métodos em Morfologia Vegetal*. Editora EDUR, Seropédica, Rio de Janeiro.
- LINDORF, H. 1999. Perforated ray cells in *Saracha quitensis* (Solanaceae). *IAWA J.* 20: 75--77.
- MACHADO, S.R. & V. ANGYALOSSY-ALFONSO. 1995. Occurrence of perforated ray cells in wood of *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae). *Rev. Bras. Bot.* 18: 221--225.
- MACHADO, S.R., V. ANGYALOSSY-ALFONSO & B.L. MORRETES. 1997. Comparative wood anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). *IAWA J.* 18: 13--25.
- MCLEAN, J.D. & P.E. RICHARDSON. 1972. Vascular ray cells in woody stems. *Phytomorphology* 23: 59--65.

- MEREV, N., Z. GERCEK, B. SERDAR, F.E. BAK & T. BIRTURK. 2005. Wood anatomy of some Turkish plants with special reference to perforated ray cells. *Turkish Journal of botany* 29: 269--281.
- NAGAI, S., J. OHTANI, K. FUKAZAWA & J. WU. 1994. SEM observations on perforated ray cells. *IAWA J.* 15: 293--300.
- NORVERTO, C.A. 1993. Perforated ray cells and primary wall remnants in vessel element perforations of *Symplocos uniflora*. *IAWA J.* 14: 187--190.
- OTEGUI, M. 1994. Occurrence of perforated ray cells and ray splitting in *Rapanea laetevirens* and *R. lorentziana* (Myrsinaceae). *IAWA J.* 15: 257--263.
- PSARA, G.K. & I. SOFRONIOU. 2004. Stem and root wood anatomy of the shrub *Phlomis fruticosa* (Labiatae). *IAWA J.* 25: 71--77.
- RANJANI, K. & K.V. KRISHNAMURTHY. 1987. A comparative study of root and stem woods of some members of the Mimosoideae (Leguminosae). *Journal of the Arnold Arboretum. Harvard University, Jamaica plain* 68: 349--355.
- ROESER, K.R. 1972. Die Nadel der Schwarzkiefer. Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. *Mikrokosmos* 61: 33--36.
- SERDAR, B., Z. GERÇEK & N. MEREV. 2004. Perforated ray cells in *Salix rizeensis* (Salicaceae). *IAWA J.* 25: 119--120.
- TERRAZAS, T. 2000. Occurrence of perforated ray cells in genera of *Pachycereae* (Cactaceae). *IAWA J.* 21: 457--462.
- ZWEYPFENNING, R.C.V.J. 1978. A hypothesis on the function of vesture pits. *IAWA B.* 1: 13--15.

Tabela 1. Tipos de placas de perfuração das células perfuradas de raio (CPR) e dos elementos de vaso em raízes e ramos das espécies estudadas.

Espécies	Órgãos	CPR	Elemento de vaso
<i>D. vinosum</i>	raiz	Simples, escalariforme, transição de escalariforme para reticulada e reticulada.	Simples, escalariforme, transição de escalariforme para reticulada e reticulada.
	ramo	Simples e escalariforme.	Simples, escalariforme e transição de escalariforme para reticulada.
<i>C. brasiliense</i>	raiz	Simples, escalariforme, transição de escalariforme para reticulada, foraminada e radiada.	Simples
	ramo	Simples, transição de escalariforme para reticulada, reticulada e transição de reticulada para foraminada.	Simples
<i>S. subelegans</i>	raiz	Simples	Simples
	ramo	Simples	Simples
<i>B. basiloba</i>	raiz	Simples	Simples
	ramo	Simples	Simples, reticulada
<i>B. coccolobifolia</i>	raiz	Simples	Simples, reticulada
	ramo	Simples	Simples, reticulada
<i>B. verbascifolia</i>	raiz	Simples	Simples
	ramo	Simples	Simples
<i>A. concolor</i>	raiz	Simples	Simples
	ramo	Simples	Simples

Tabela 2 – Análise estatística (teste de Duncan à 5% de probabilidade e teste de F) comparando a área (A) das células perfuradas de raio (CPR) com o das células de parênquima radial (CPqR) entre ramos e raízes. M = média. D = desvio padrão.

Espécie	A	M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (0,000697)	
<i>Didymopanax vinosum</i>	Raiz	CPR	22260±7125	A	153,71	0,000103
	Ramo	CPR	8730±3485	B		
	Ramo	CPR	8730±3485	A	153,71	0,000226
	Ramo	CPqR	1980±777	B		
	Raiz	CPR	22260±7125	A	153,71	0,000226
	Raiz	CPqR	4099±1120	B		

Espécie	A	M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (1,507E-28)	
<i>Caryocar brasiliense</i>	Raiz	CPR	16467±6774	A	82,05	0,000625
	Ramo	CPR	12395±5616	B		
	Ramo	CPR	12395±5616	A	82,05	0,000226
	Ramo	CPqR	1750±609	B		
	Raiz	CPR	16467±6774	A	82,05	0,000226
	Raiz	CPqR	2473±597	B		

Espécie	A	M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (1,224E-28)	
<i>Sweetia subelegans</i>	Raiz	CPR	11586±4481	A	82,48	0,001449
	Ramo	CPR	9149±3401	B		
	Ramo	CPR	9149±3401	A	82,48	0,000226
	Ramo	CPqR	2336±923	B		
	Raiz	CPR	11586±4481	A	82,48	0,000409
	Raiz	CPqR	2307±584	B		

Espécie	A	M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (2,392E-21)	
<i>Byrsonima basiloba</i>	Raiz	CPR	15896±8324	A	51,90	0,000373
	Ramo	CPR	11048±5441	B		
	Ramo	CPR	11048±5441	A	51,90	0,000226
	Ramo	CPqR	1924±655	B		
	Raiz	CPR	15896±8324	A	51,90	0,000226
	Raiz	CPqR	3346±1001	B		

Espécie	A	M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (3,741E-23)	
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	Raiz	CPR	6378±2249	A	58,68	0,001039
	Ramo	CPR	5023±1973	B		
	Ramo	CPR	5023±1973	A	58,68	0,000226
	Ramo	CPqR	1979±525	B		
	Raiz	CPR	6378±2249	A	58,68	0,000226
	Raiz	CPqR	2199±557	B		

Espécie	A	M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (8,96E-20)	
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Raiz	CPR	7074±3451	A	46,38	0,000802
	Ramo	CPR	5260±1857	B		
	Ramo	CPR	5260±1857	A	46,38	0,000226
	Ramo	CPqR	1581±459	B		
	Raiz	CPR	7074±3451	A	46,38	0,000226
	Raiz	CPqR	2586±816	B		

Espécie	A	M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (4,35E-17)	
<i>Alibertia concolor</i>	Raiz	CPR	5285±1433	A	37,71	0,007329
	Ramo	CPR	4225±1226	B		
	Ramo	CPR	4225±1226	A	37,71	0,000226
	Ramo	CPqR	1309±516	B		
	Raiz	CPR	5285±1433	A	37,71	0,000249
	Raiz	CPqR	3423±2279	B		

Tabela 3 – Análise estatística (teste de Duncan à 5% de probabilidade e teste de F) comparando o diâmetro das placas de perfuração (DPP) das células perfuradas de raio (CPR) com o dos elementos de vaso (EV) entre ramos e raízes. M = média. D = desvio padrão.

Espécie		DPP	M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (0,000697)
<i>Didymopanax vinosum</i>	Raiz	CPR	64±17	A	6,65	0,011093
	Ramo	CPR	47±14	B		
	Ramo	CPR	47±14	A	6,65	0,012056
	Ramo	EV	60±11	B		
	Raiz	CPR	64±17	A	6,65	0,308761
	Raiz	EV	69±14	A		

Espécie		DPP	M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (0,000905)
<i>Caryocar brasiliense</i>	Raiz	CPR	96±27	A	6,32	0,066173
	Ramo	CPR	79±28	A		
	Ramo	CPR	79±28	A	6,32	0,127433
	Ramo	EV	59±19	A		
	Raiz	CPR	96±27	A	6,32	0,019887
	Raiz	EV	69±21	B		

Espécie	Duncan	F (0,05)	P
<i>Sweetia subelegans</i>	5%	1,97	0,126288



Espécie		DPP	M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (0,000299)
<i>Byrsonima basiloba</i>	Raiz	CPR	55±19	A	7,38	0,001591
	Ramo	CPR	36±9	B		
	Ramo	CPR	36±9	A	7,38	0,969495
	Ramo	EV	36±13	A		
	Raiz	CPR	55±19	A	7,38	0,10016
	Raiz	EV	47±11	A		

Espécie	Duncan	F (0,05)	P
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	5%	2,48	0,069686

Espécie			M±D (µm)	Duncan 5%	F	P (0,046098)
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Raiz	CPR	334±10	A	2,84	0,215012
	Ramo	CPR	25±9	B		
	Ramo	CPR	25±9	A	2,84	0,144391
	Ramo	EV	30±8	A		
	Raiz	CPR	33±10	A	2,84	0,432192
	Raiz	EV	36±13	A		

Espécie	Duncan	F	P
<i>Alibertia concolor</i>	5%	1,97	0,128585

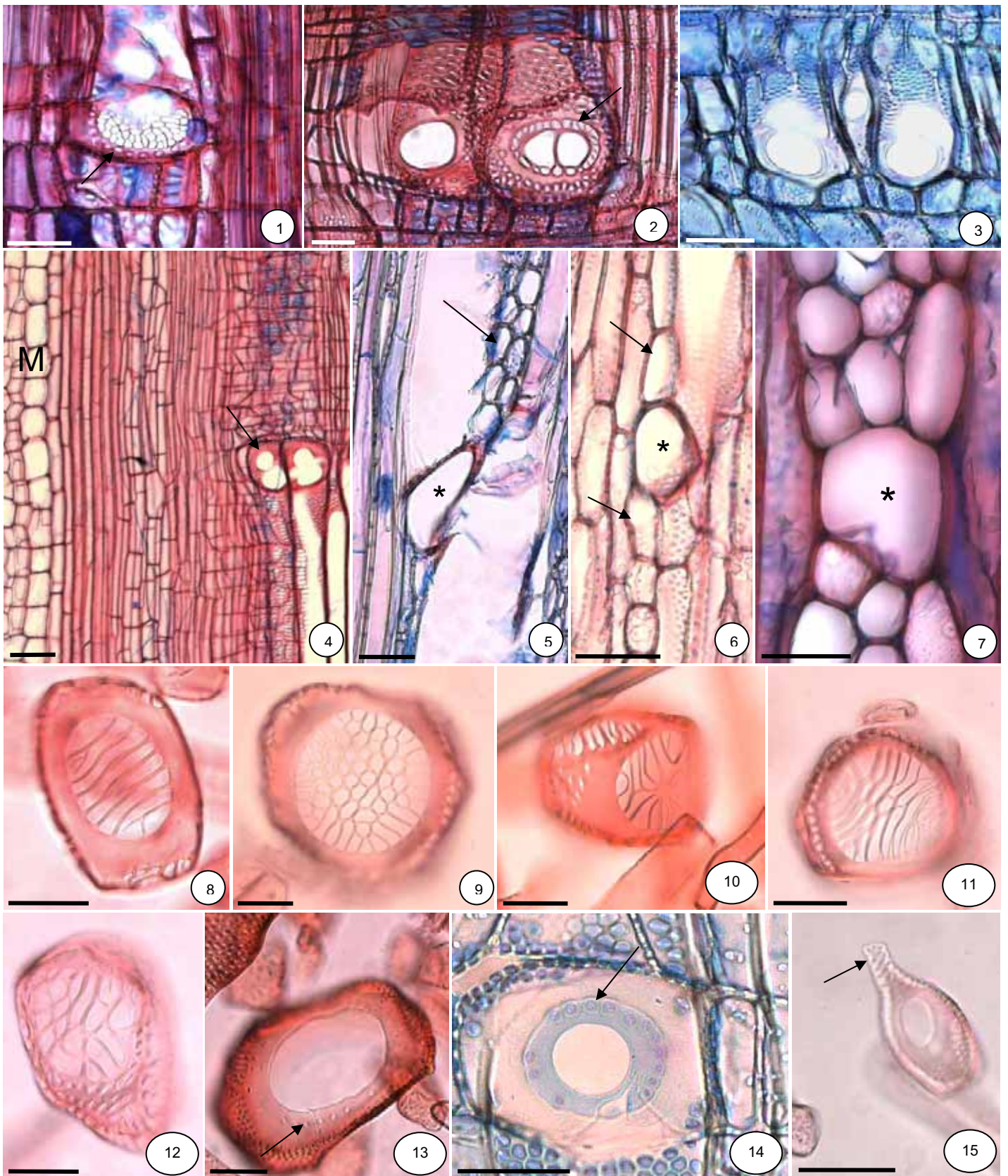




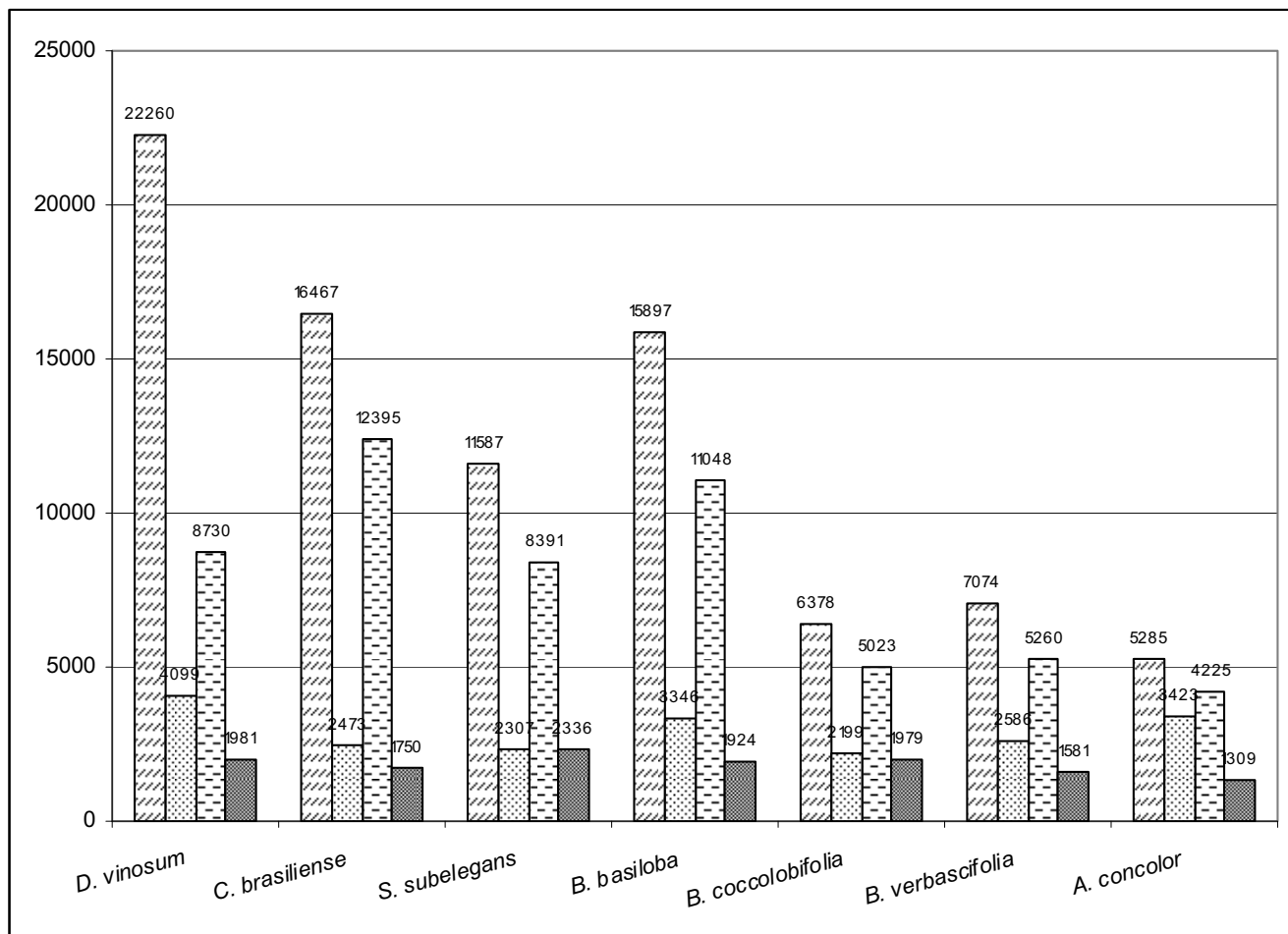


Figura 1-15. Células perforadas de raio (CPR) nas espécies estudadas. 1-4. Seções radiais. — 1: CPR maior que as células normais de raio, isolada, placa de perfuração reticulada com transição para foraminada e com borda pontoada em ramo de *C. brasiliense*. — 2: CPR em grupos de duas, a da esquerda com placa de perfuração simples e a da direita com placa de perfuração escalariforme com uma barra, sendo a última com a borda da placa pontoada em ramo de *D. vinosum*. — 3: CPR maior que as células normais de raio, em grupos de três, todas com placas de perfuração simples em ramo de *B. verbascifolia*. — 4: CPR (seta) próximas à medula (M) em ramo de *D. vinosum*. 5-7. Seções tangenciais. — 5: CPR (asterisco) na porção unisseriada de raios multisseriados (seta) em ramo de *B. basiloba*. — 6: CPR (asterisco) entre as células de raio unisseriadas (setas) na raiz de *A. concolor*. — 7: CPR (asterisco) entre raios multisseriados na raiz de *D. vinosum*. 8—13. Macerado. 8-11. Raiz de *C. brasiliense*. — 8: CPR com placa de perfuração escalariforme. — 9: CPR com placa de perfuração foraminada. — 10: CPR com placa de perfuração radiada. — 11: CPR com placa de perfuração escalariforme com transição para reticulada. 12. CPR com placa de perfuração reticulada em raiz de *D. vinosum*. — 13: CPR com placa de perfuração simples e borda da placa pontoada (seta) em raiz de *B. basiloba*. 14. CPR com placa de perfuração simples e borda da placa pontoada (seta) em seção radial do ramo de *B. basiloba*. 15. CPR com apêndice (seta) e placa de perfuração simples em macerado da raiz de *A. concolor*. Barras: Fig. 1-15 = 50 µm.

Fig. 16. Área das células perfuradas de raio (CPR) ( $\mu\text{m}$ ) e das células do parênquima radial (CPqR) ( $\mu\text{m}$ ) em raiz e ramo das espécies do estudo.

 CPR em raiz. 
  CPqR em raiz. 
  CPR em ramo. 
  CPqR em ramo.



## *Considerações Finais*

Dos dados obtidos podemos concluir que:

- Nas 48 espécies estudadas, as camadas de crescimento apresentaram-se mal definidas em 33% e bem definidas em 61%, sendo ausentes em 6% das espécies analisadas.
- Diferentes marcadores das camadas de crescimento podem ocorrer em uma mesma espécie.
- O limite das camadas de crescimento com fibras do lenho tardio com paredes espessadas e achatadas radialmente e zonas fibrosas foram as características mais comumente observadas no lenho dos ramos das espécies estudadas.
- A fenologia e o hábito das espécies foram aspectos importantes relacionados tanto com a presença e nitidez das camadas de crescimento no lenho quanto com as variações dentro dessas camadas.
- A frequência, o diâmetro dos vasos e o comprimento dos elementos de vaso parecem estar relacionados com a disponibilidade de água e variam com relação ao hábito das plantas.
- Foram encontradas células perfuradas de raio nas raízes e ramos de sete espécies (*Didymopanax vinosum*, *Caryocar brasiliense*, *Sweetia subelegans*, *Byrsonima basiloba*, *B. coccolobifolia*, *B. verbascifolia* e *Alibertia concolor*).
- As células perfuradas de raio foram maiores nas raízes que nos ramos em todas as espécies e podem apresentar placas de perfuração semelhantes ou diferentes das dos vasos.
- As características que parecem apresentar valor taxonômico são: presença de camadas de crescimento; porosidade; tipo de placa de perfuração; tipo de pontoações intervasculares e raio vasculares; presença de guarnições; tilos; tipo de parênquima axial; presença de canais axiais e de canais radiais.

- As características que parecem apresentar valor ecológico são: agrupamento de vasos; diâmetro, frequência e comprimento dos elementos de vaso; fibras septadas; espessura da parede e comprimento das fibras; fibras gelatinosas; largura, altura e frequência de raios; células perfuradas de raio; e canais traumáticos.
- As características anatômicas que predominam nas espécies são as comumente encontradas nas espécies da flora brasileira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGARWAL, M, GUPTA, S., CHAUHAN, L. & PAINULY, V. 2002. Perforated ray cells in *Pistacia terebinthus*: A new record for Anacardiaceae. *Indian Forester* 128: 562-566.
- ALMEIDA, S.P., PROENÇA, C.E.B., SANO, S.M. & RIBEIRO, J.F. 1998. Cerrado – espécies vegetais. Embrapa – CPAC, Planaltina.
- ALVES, E.S. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. *IAWA Journal*. 21:3-30.
- ALVES, E.S. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. *IAWA Journal*. 23:391-418.
- ALVES, E.S. 1997. Anatomia do lenho de algumas famílias arbóreas da flora brasileira, de acordo com diferentes ambientes. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ALVIM, P.T. 1964. Tree growth periodicity in tropical climates. In *The formation of wood in forest trees* (M.H. Zimmermann, ed.). Academic Press, New York p. 479-495.
- ARAÚJO, P. A. & ARAÚJO FILHO, A. 1973. Estrutura das madeiras de Caryocaraceae. *Arquivos de Jd. Botânico do Rio de Janeiro*. 19:5-47.
- BAAS, P. & SCHWEINGRUBER, H. 1987. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. *IAWA Bull. n.s.* 8:245-274.
- BAAS, P. & VETTER, R.E. 1989. Growth rings in tropical woods. *IAWA Bull.* 10(2):95-174.
- BARREIRA S., SCOLFORO J. R. S., BOTELHO S. A. & MELLO J. M. 2002. Estudo da estrutura da regeneração natural e da vegetação adulta de um cerrado sensu stricto para fins de manejo florestal. *Scientia Forestalis* 61:64-78.
- BASS, P. 1982. Systematic, phylogenetic, and ecological wood anatomy – History and perspectives. *In: New perspectives in wood anatomy* (Pieter Bass ed.). Martinus Nijhoff Publishers, The Hague.
- BEIGUELMAN, B. 1962a. Contribuição para o estudo anatômico de plantas do cerrado. *Revista de Biologia* 3:97-110.
- BEIGUELMAN, B. 1962b. Lenho de tensão (Tension wood) em duas espécies vegetais freqüentes nos cerrados brasileiros. *Na. Da Acad. Brasileira de Ciências* 34:295-305.

- BICUDO, L.R.H. 1987. Mapeamento dos cerrados (*sensu lato*) do município de Botucatu-SP. Florística de duas áreas. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- BITENCOURT M.D. 2004. Diagnóstico cartográfico dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo. *In: Variedade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo* (M. D. Bitencourt & R. R. Mendonça, eds). Annablume, São Paulo, p.17-28.
- BITENCOURT, M.D., MENDONÇA, R.R. 2004. Variedade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo. Annablume, São Paulo.
- BONINSEGNA, J.A., VILLALBA, R., AMARILLA, L., OCAMPO, J. 1989. Studies on tree rings, growth rates and age-size relationships of tropical tree species in Misiones, Argentina. In Growth rings in tropical woods (P. BAAS, & R.E. VETTER, eds.). IAWA Bull. 10(2):161-169.
- BORMANN, F.H. & BERLYN, G. 1981. Age and growth rate of tropical trees: new directions of research. Proc. workshop on age and growth rate determination from tropical trees, Harvard Forest, Petersham, Mass p. 1-136.
- BOTOSSO, P.C. & GOMES, A.V. 1982. Radial vessel and series of perforated ray cells in Annonaceae. IAWA B. 3: 103-182.
- BUKATSCH, F. 1972. Bermerkungen zur Doppelfalbung Astrablau-Safrain. Mikrokosmos 61:255.
- BURGER, L.M. & RICHTER, H.G. 1991. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel.
- CALLADO, C.H., SILVA NETO, S.J., SCARANO, F.R., BARROS, C.F. & COSTA, C.G. 2001. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic rain forest in Rio de Janeiro, Brazil. IAWA J. 22:29-42.
- CARLQUIST, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. Amer. J. Bot. 64:887-896.
- CARLQUIST, S. 1980. Further concepts in the ecological wood anatomy with comments on recent work in wood anatomy and evolution. Aliso 9:499-553.
- CARLQUIST, S. 1988. Comparative wood anatomy: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer-Verlag, Berlin.
- CARMO, M.S. & COMITRE, V. 2004. Diagnóstico e participação dos proprietários na conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo. *In: Variedade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo* (M. D. Bitencourt & R. R. Mendonça, eds). Annablume, São Paulo, p.77-102.

- CARVALHO, W.A., PANOSO, L.A. & MORAES, M. H. 1991. Levantamento semi-detalhado dos solos da Fazenda Experimental Edgardia - Botucatu, SP. Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, São Paulo.
- CASTRO, A.J. 1994. Comparação florística de espécies do cerrado. *Silvicultura* 15:16-18.
- CECCANTINI, G. 1996. Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* Sw e *Machaerium villosum* Vog. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CECCANTINI, G.C.T. & IWASAKI, C. 2002. A new method for the preparation and examination of perforated ray cells. *IAWA J.* 23: 327-331.
- CECCANTINI, G.C.T. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2000. Perforated ray cells in *Bathysa meridionalis* (Rubiaceae). *IAWA J.* 21: 77-82.
- CHALK, L. & CHATTAWAY, M.M. 1933. Perforated ray cells. *Proc. Royal Soc. London.* 113: 82-92.
- CHALK, L. 1989. Fibras. In *Anatomy of the dicotyledons. Wood Structure and conclusion of the general introduction.* 2. ed. (C.R. Metcalfe & L. Chalk, eds.). Oxford University Press, Oxford.
- CORADIN, V.T.R. 2000. Formação de anéis de crescimento e sazonalidade da atividade cambial de dez espécies lenhosas do cerrado. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília.
- COUTINHO, L.M. 1990. O cerrado e a ecologia do fogo. *Ciência Hoje* 12:23-30.
- COUTINHO, L.M. 2002. O bioma do cerrado. In: *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois / Aldo Luiz Klein (organizador).* - São Paulo: Editora UNESP; Imprensa Oficial do Estado, 2002.
- COUTINHO, L.M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In *Fire in the tropical biota. Ecosystem processes and global challenges* (J.G. Goldammer, ed.). Springer Verlag, Berlin, p.82-105.
- DÉTIENNE, P. & JACQUET, P. 1983. Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des régions voisines. Centre Technique Forestier Tropical. Mission Scientifique et Technique du Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Nogent-Sur-Marne.
- DÉTIENNE, P. & MARIAUX, A. 1977. Naturé et périodicité des cernes dans les bois rouges de méliacées africaines. *Revue Bois et Forêts des Tropiques* 175(set-oct):52-61.
- DÉTIENNE, P. 1989. Appearance and periodicity of growth rings in some tropical woods. In: *Growth ring in tropical woods.* (Bass, P. & Vetter, R. E. eds.) *IAWA Bull n.s.* 10: 123-132.



- DIAS-LEME, C.L. 1994. Anatomia comparada do lenho do caule, raiz e ramo de algumas espécies de Euphorbiaceae da Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado em Ciências na Área de Botânica. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DICKISON, H.C. 2000. Integrative Plant Anatomy. Harcourt Academic Press, San Diego.
- DUNCAN, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1--42.
- DURIGAN, G. 2003. Bases e diretrizes para restauração da vegetação de cerrado. In: Kageyama, D. Y. et al. (eds.). Restauração ecológica de ecossistemas Naturais. Botucatu: FEPAF 2003.
- DURIGAN, G., FRANCO, G. A. D. C., SIQUEIRA, M. F. 2004. A vegetação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo. *In: Variedade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo* (M. D. Bitencourt & R. R. Mendonça, eds). Annablume, São Paulo, p.29-56.
- ECKSTEIN, D., SAAS, U., BAAS, P. 1995. Growth periodicity in tropical trees. – Preface. *IAWA J.* 16:325.
- EITEN, G. 1993. Vegetação. In *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas* (M.N. Pinto, ed.), 2ª ed., Editora Universidade de Brasília, Brasília, p.17-73.
- ELLERBY, D.J. & ENNOS, A.R. 1998. Resistances to fluid flow of model xylem vessels with simple and scalariform perforation plates. *J. Experimental Botany* 323: 979--985.
- EOM, Y.G. & CHUNG, Y.J. 1996. Perforated ray cells in Caprifoliaceae. *IAWA J.* 17: 37-43.
- EOM, Y.G. & CHUNG, Y.J. 1999. Perforated ray cells in Korean hardwoods of Berberidaceae and Euphorbiaceae. *Journal of Korean Forestry Society* 88:3 74-378.
- ESAU, K. 1965. Plant anatomy (2<sup>nd</sup> ed.). Wiley, Inc., New York, London, Sydney.
- ESEMANN-QUADROS, K. 2001. Anatomia do lenho de *Clusia criuva* Camb. (Clusiaceae): órgãos, hábitos e ambientes. Tese de Doutorado em Ciências na Área de Botânica. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- EWERS, F.W. 1985. Xylem structure and water conduction in conifer trees, dicot trees, and lianas. *IAWA Bull.* n.s. 6:309-317.
- FAHN, A. & WERKER, E. 1990. Seasonal cambial activity. In *The vascular cambium* (M. Iqbal, ed.). Research Studies Press Ltd., Taunton, Somerset, England.
- FAHN, A. 1975. Plant Anatomy (2<sup>nd</sup> ed.). Pergamon Press. Oxford.
- FALCOMER, J., BEHR, M.V. & DAUDT, I.R. 2001. Cerrado. In: Bueno, A. M. *Ecossistemas brasileiros*. Ibama – Brasília 49p.
- FRANCO, A.C. 2002. Ecophysiology of woody plants. In *The cerrados of Brazil* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p. 178-197.

- FRANKLIN, G.L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 155:51.
- GOMES, B.Z., MARTINS, F.R. & TAMASHIRO, J.Y. 2004. Estrutura do cerrado e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 27:249-262.
- GOULART, S.L. 2006. Anatomia comparada do lenho de raiz e caule de *Lippia salviaefolia* Cham. e *Aegiphila sellowiana* Cham. (Verbenaceae) de área de cerrado do estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, UNESP, Botucatu.
- GUPTA, S. & AGARWAL, M. 2005. Wood microstructure of Indian Staphyleaceae with particular reference to unusual type of perforated ray cell. *Indian-Forester* 131: 1049-1055.
- GUPTA, S. & SAXENA, V. 2005. New record of occurrence of perforated ray cells in the order Celastrales from India. *Indian-Forester* 131: 1064-1070.
- HONDA, M. 1970. Contribuição ao estudo do lenho de gênero *Vochysia* da Amazônia Brasileira. II - *Vochysia maximo* Ducke, *V. vismiifolo* Spruce, Ex warm. E *V. rufa* Mart. *Boletim do INPA; Pesquisas Florestais* 16:1-11.
- IAWA COMMITTEE. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA B.* 10:219-332.
- ITABASHI, T., YOKOTA, S., & YOSHIKAWA, N. 1999. The seasonal occurrence and histology of septate fibers in *Kalopanax pictus*. *IAWA J.* 20:395-404.
- JANSEN, S., BASS, P., GASSON, P. & SMETS, E. 2003. Vesture pits: Do they promote safer water transport. *International Journal of Plant Sciences* 164:405-413.
- JANSEN, S., BASS, P., GASSON, P., LENS, F. & SMETS, E. 2004. Variation in xylem structure from tropics to tundra: Evidence from vested pits. *Plant Biology* 101:8833-8837.
- KLAASSEN, R. 1999. Wood anatomy of the Sapindaceae. *IAWA Journal, Supplement* 2.
- KÖEPPEN, W. 1931. *Climatologia*. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- KOZLOWSKI, T.T. & PALLARDY, S.G. 1997. *Growth control in woody plants*. Academic Press, California.
- KOZLOWSKI, T.T., KRAMER, P.J. & PALLARDY, S.G. 1991. *The physiological ecology of woody plants*. Harcourt Brace Jovanovich Publishers, London.
- KRAUS, J.E. & ARDUIN, M. 1997. *Manual básico de métodos em Morfologia Vegetal*. Editora EDUR, Seropédica, Rio de Janeiro.

- KRIBS, D.A. 1968. Commercial foreign woods on the american market. Dover Publications, New York.
- LEITÃO FILHO, H.F. 1992. A flora arbórea dos cerrados do estado de São Paulo. *Hohnea* 19:151-163.
- LENS, F., LUTEYN, J.L., SMETS, E. & JANSEN, S. 2004. Ecological trends in the wood anatomy of Vaccinioideae (Ericaceae s.l.) *Flora* 199:309-319.
- LINDORF, H. 1997. Wood and leaf anatomy in *Sessea corymbiflora* from an ecological perspective. *IAWA, J.* 18:157-168.
- LINDORF, H. 1999. Perforated ray cells in *Saracha quitensis* (Solanaceae). *IAWA J.* 20: 75--77.
- LORENZI, H. 2000 (3 ed). Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil I e II. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- LOUREIRO, A.A, SILVA, M.F. & VASCONCELLOS, F.J. 1984. Contribuição ao estudo anatômico do lenho de sete espécies de *Dimorphandra* (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Acta Amazônica* 14:289-313.
- MACHADO, S.R. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 1995. Occurrence of perforated ray cells in wood of *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae). *Rev. Bras. Bot.* 18: 221-225.
- MACHADO, S.R., ANGYALOSSY-ALFONSO, V. & MORRETES, B.L. 1997. Comparative wood anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). *IAWA J.* 18: 13-25.
- MACHADO, S.R., RODELA, R.A., ANGYALOSSY, V. & MARCATI, C.R. (*in press*). Structural variations in root and stem wood of *Styrax* L. (Styracaceae) from forest and cerrado. *IAWA J.*
- MAINIERI C., CHIMELO, J.P. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 1983. Manual de identificação das principais madeiras comerciais Brasileiras. Promocet, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo.
- MARCATI, C.R. 2000. Sazonalidade cambial em espécies tropicais. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MARCATI, C.R., ANGYALOSSY-ALFONSO, V. & BENETATI, L. 2001. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae) de floresta e cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 311-320.
- MAUSETH, J.D. 1988. Plant anatomy. Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc.
- MCLEAN, JD. & P.E. RICHARDSON. 1972. Vascular ray cells in woody stems. *Phytomorphology* 23: 59-65.

- MENDONÇA, R.R. 2004. A história da ocupação do interior do Estado de São Paulo. *In: Variedade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo* (M. D. Bitencourt & R. R. Mendonça, eds). Annablume, São Paulo, p.57-76.
- MEREV, N., Z. GERCEK, B. SERDAR, F.E. BAK & T. BIRTURK. 2005. Wood anatomy of some Turkish plants with special reference to perforated ray cells. *Turkish Journal of botany* 29: 269-281.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1950. *Anatomy of the dicotyledons* (2<sup>nd</sup> ed.). Clarendon Press, Oxford.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1983. *Anatomy of the dicotyledons* (2<sup>nd</sup> ed.). Vol. 2. Clarendon Press, Oxford.
- MINA-RODRIGUES, E.M. C. 1986. Estudo morfo-anatômico dos órgãos vegetativos de *Pêra glabrata* Baill. (Euphorbiaceae) em material procedente de mata mesófila semidecídua e de cerrado. Dissertação mestrado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- MITTERMEIER, R.A., MYERS, N. GIL, P.R. & MITTERMEIER, C.G. 1999 (1 ed). Hotspots. CEMEX, Mexico city.
- MORRETES, B.L. de, & FERRI, M.G. 1959. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. *Bolm. Fac. Fil. Cienc. Letr. Univ. S. Paulo* 243:7-70.
- MORRETES, B.L. de. 1967. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado II. *Bolm. Fac. Fil. Cienc. Letr. Univ. S. Paulo* 22:207-224.
- MORRETES, B.L. de. 1969. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado III. *Bol. Bot. Univ. S. Paulo* 331:7-32.
- NAGAI, S., OHTANI, J., FUKAZAWA, K. & WU, J. 1994. SEM observations on perforated ray cells. *IAWA J.* 15: 293-300.
- NISGOSKI, S., MUÑIZ, G.I.B. & KLOCK, U. 1998. Diferenciação anatômica da madeira de 4 espécies do gênero *Caryocar*. *Revista Ciência e Natura*. Santa Maria 20:85-99.
- NORVERTO, C.A. 1993. Perforated ray cells and primary wall remnants in vessel element perforations of *Symplocos uniflora*. *IAWA J.* 14: 187-190.
- OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. 2002. *The cerrados of Brazil*. Columbia University Press. New York.
- OTEGUI, M. 1994. Occurrence of perforated ray cells and ray splitting in *Rapanea laetevirens* and *R. lorentziana* (Myrsinaceae). *IAWA J.* 15: 257-263.
- PANSHIN, A.J & ZEEUW, C. 1970. *Textbook of wood Technology*. McGraw-Hill, Inc. New York.

- PAVIANI, T.I. 1974. Sobre a ocorrência de fibras gelatinosas em *Plathymenia reticulata* Benth. *Ciência e Cult.* 26:783-786.
- PAVIANI, T.I. 1978. Anatomia vegetal e cerrado. *Ciência e Cult.* 30:1076-1086.
- PINHO, R.A. & CAMARGO, T.M. 1979. Contribuição ao estudo anatômico do lenho de árvores da flora dos cerrados III. São Paulo, Brasil. *Hoehnea* 8:1-9.
- PINHO, R.A. 1966. Contribuição ao Estudo Anatômico do Lenho Secundário de árvores da Flora dos Cerrados. *An. da Acad. Brasileira de Ciências.* 38: 113-136.
- PINHO, R.A., MAZZONI-VIVEIROS, S.C. & SAJO, M.G. 1992. Contribuição ao estudo anatômico do lenho secundário de árvores da flora dos cerrados. IV. São Paulo Brasil. *Hoehnea* 19: 171-183.
- PSARA, G.K. & SOFRONIOU, I. 2004. Stem and root wood anatomy of the shrub *Phlomis fruticosa* (Labiatae). *IAWA J.* 25: 71-77.
- RANJANI, K. & KRISHNAMURTHY, K.V. 1987. A comparative study of root and stem woods of some members of the Mimosoideae (Leguminosae). *Journal of the Arnold Arboretum. Harvard University, Jamaica plain* 68: 349-355.
- RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F. & BRIDGEWATHER, S. 1997. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.
- RENDLE, B.J. 1937. Gelatinous wood fibers. *Tropical wood* 52:11-19.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In: Cerrado: ambiente e flora* (S. M. Sano & S. P. Almeida, eds). Embrapa- CPAC, Planaltina, p.89-166.
- RIBEIRO, J.E.L.S., HOPKINS, M.J.G., VICENTINI, A., SOTHERS, C.A., COSTA, M.A.S., BRITO, J.M., SOUZA, M.A.D., MARTINS, L.H.P., LOHMANN, L.G., ASSUNÇÃO, P.A.C.L., PEREIRA, E.C., SILVA, C.F., MESQUITA, M.R., PROCÓPIO, L.C. 1999. Flora da reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA, DFID.
- RICHTER, H.G. & DALLWITZ, M.J. (2000 onwards). Commercial timber: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, and Spanish. Version: 18<sup>th</sup> October 2002. ([www.insidewood.com](http://www.insidewood.com))
- RIZZINI, C.T. 1971. Árvores e madeiras úteis do Brasil. Ed. E. Blücher, São Paulo.
- RIZZINI, C.T. 1997 (2. ed). Tratado de fitogeografia do Brasil. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro.
- ROESER, K.R. 1972 Die Nadel der Schwarzkiefer. Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. *Mikrokosmos* 61:33-36.

- SERDAR, B., GERÇEK, Z. & MEREV, N. 2004. Perforated ray cells in *Salix rizeensis* (Salicaceae). IAWA J. 25: 119-120.
- SIDIYASA, K. & BASS, P. 1998. Ecological and systematic wood anatomy of *Alstonia* (Apocynaceae). IAWA J. 19:207-229.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & EITEN, G. 1983. Fitossociologia de um hectare de cerrado. *Brasil Florestal* 54:55-71.
- SILVA, A.C., FREITAS, J.A. & VASCONCELLOS, F.J. 1992. Ocorrência de fibras lenhosas septadas em madeiras da Amazônia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Gaeldi – Botânica* 8:191-201.
- SOFFIATTI, P. & ANGYALLOSSY-ALFONSO, V. 1999. Estudo Anatômico Comparativo do Lenho e da Casca de Duas Espécies de *Eugenia L.* (Myrtaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 22:175-184.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2005. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII*. Nova Odessa, Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda.
- TERRAZAS, T. 2000. Occurrence of perforated ray cells in genera of *Pachycereae* (Cactaceae). IAWA J. 21: 457-462.
- TOMAZELLO, M., LISI, C.S., HANSEN, N. & CURY, G. 2004. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. *Scientia Forestalis* 66 (dez):46-55.
- VASCONCELOS, F.J., FREITAS, J.A. & SILVA, A.C. 1995. Observação microscópica de inclusões minerais no xilema de espécies tropicais da Amazônia. *Acta Amazônica* 25:55-68.
- VETTER, R.E. & BOTOSSO, P.C. 1989. Remarks on age and growth rate determination of Amazonian trees. In *Growth rings in tropical woods* (P. BAAS, & R.E. VETTER, eds.) IAWA Bull. 10(2):133-145.
- WALTER, H., HARNICKELL, E., MUELLER-DOMBOIS, D. 1975. *Climate diagram maps*. Springer-Verlag, Berlin.
- WHEELER, E. & BAAS, P. 1991. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. IAWA Bull. n.s. 12: 275-332.
- WORBES, M. 1985. Structural and other adaptations to long-term flooding by trees in Central Amazonia. *Amazoniana* 9:459-484.

- WORBES, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees. A review. IAWA J. 16:337-351.
- ZWEYPFENNING, R.C.V.J. 1978. A hypothesis on the function of vestured pits. IAWA B. 1:13-15.