SCIENTIA
FORESTALIS

# Anatomia do lenho de espécies pioneiras do Estado de São Paulo

# Wood anatomy of pioneer tree species from State of São Paulo

**Graziela Cury[1] e Mario Tomazello Filho[2]**

***Resumo***

Esse trabalho teve o objetivo de analisar e descrever a estrutura anatômica microscópica do xilema secundário do caule de árvores de espécies pioneiras ocorrentes no Estado de São Paulo, visando fornecer características úteis para a separação das espécies. As amostras foram coletadas em áreas de fragmentos florestais, processadas conforme técnicas usuais em anatomia de madeira e descritas com base nas normas da IAWA. Dentre as características analisadas, as que se mostraram mais eficientes na separação das espécies foram: os dados quantitativos, a disposição do parênquima axial, a presença e quantidade de apêndices nos elementos de vaso, a composição do parênquima radial e a presença de cristais e de camadas de crescimento. Os resultados indicaram que as espécies apresentaram o lenho com características anatômicas diferenciais aplicadas na sua identificação e que podem ser utilizadas nas pesquisas florestais e ambientais.

**Palavras-chave**: anatomia da madeira, identificação de espécies, reflorestamento.

***Abstract***

The objective of this study was the analysis and description of the microscopically anatomical structure of the secondary stem xylem of pioneer tree species from São Paulo State, in order to provide useful information for the differentiation of those tree species. The collected samples were obtained from fragmented forest areas and were processed according to wood anatomy standard techniques and descriptions following IAWA regulations. The most effective methods for differentiation of these species were the ones involving quantitative data; the axial parenchyma arrangement; the occurrence and quantity of appendix vessel elements; radial parenchyma composition and the presence of crystals and growth layers. The analysis indicated that the species presented different anatomical wood characteristics which might be effectively used for their identification in forest and environmental field research.

**Keywords**: wood anatomy, species identification, reforestation.

## INTRODUÇÃO

A riqueza da composição florística é característica marcante dos ecossistemas florestais brasileiros, reconhecidamente complexos e heterogêneos, ocorrendo plantas de porte herbáceo-arbustivo até árvores de grandes dimensões (ANDERSON, 1981; PIRES, 1978). O estudo da biodiversidade vegetal brasileira não implica apenas na sua caracterização e inventário, mas também na definição de estratégias para a sua conservação e avaliação do seu potencial de utilização racional e sustentável. Em áreas florestais degradadas e abandonadas pela agricultura, pecuária ou outra ação antrópica, ocorre a revegetação por espécies pioneiras, com importante função de regeneração e melhoria da paisagem, seguindo-se no processo de sucessão as árvores de espécies de longo ciclo.

As áreas em regeneração natural passam por períodos de grande atividade de estruturação, com modificações da arquitetura do povoamento e da distribuição do número de plantas por classe de diâmetro e por grupo ecológico (NAPPO *et al.*, 2005). Além disso, segundo Carvalho *et al.* (2007), as florestas em fases iniciais de regeneração apresentam, geralmente, elevada abundância de espécies pioneiras, que exercem função regeneradora e contribuem para aumentar o número de plantas por área.

As árvores de espécies pioneiras são caracterizadas pelo crescimento rápido, fácil adaptação e ampla dispersão em áreas recentemente perturbadas (WHITLATCH *et al.*, 2001). As plântulas

[1]Bióloga, Pesquisadora de Pós-Doutorado. USP - Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica. Rua do Matão, 277, São Paulo, SP, Brasil – CEP: 05508-090. Autor para correspondência; E-mail: grazielacury@hotmail.com

[2]Engenheiro Agrônomo, Professor Titular. USP - Universidade de São Paulo, ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Florestais. Avenida Pádua Dias, 11, Piracicaba, SP, Brasil – CEP: 13418-900; E-mail: mtomazel@usp.br

dessas espécies apresentam reações fisiológicas mais favoráveis quando comparadas com espécies secundárias ou clímax, em experimentos de colonização (PASQUALINI *et al.*, 2007), pelas taxas fotossintéticas mais elevadas e maior biomassa acumulada (SWAINE; WHITMORE, 1988).

O aproveitamento das vantagens proporcionadas pela utilização das espécies de plantas pioneiras florestais deve estar fundamentado na avaliação das suas características intrínsecas, exigindo a sua correta identificação. A diversidade florística existente no território brasileiro impõe restrições na distinção e denominação de seus componentes, incluindo a dificuldade de coletar material florido para a identificação das espécies arbóreas (PINHEIRO *et al.*, 1994; SANTOS *et al.*, 1998). Finger *et al.* (1979) enfatizaram as limitações para a identificação das plantas quando jovens, além das árvores apresentarem características morfológicas distintas em cada fase do seu desenvolvimento, do difícil acesso e coleta de materiais reprodutivos.

Dessa forma, a anatomia da madeira constitui-se em importante ferramenta para a identificação das espécies florestais tropicais (RAMALHO, 1975), independente de quaisquer outras partes do vegetal, além das vantagens de ordem prática como maior rapidez e segurança na identificação (IPT, 1985).

Pelo exposto, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a estrutura anatômica microscópica do lenho de árvores de espécies pioneiras ocorrentes no estado de São Paulo, contribuindo para a identificação das espécies nos levantamentos fitossociológicos, na utilização sustentável dos recursos florestais e nos programas de conservação e de restauração florestal.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de coleta

Foram selecionados dois fragmentos florestais: (i) Sítio São Luiz, município de Jundiaí, SP (26º09′ de latitude sul e 46º56′ de longitude oeste e 750 m de altitude) com 43 ha e (ii) Estação Experimental do Instituto Florestal, município de Santa Rita do Passa Quatro, SP (21º 40′ de latitude sul e 47º 30′ de longitude oeste e 715 m de altitude), com 96,3 ha.

### Seleção e identificação das espécies e extração das amostras do lenho

As espécies arbóreas pioneiras foram selecionadas na área de estudo considerando a metodologia sugerida por Oliveira Filho (1994). O material botânico (folhas, flores, frutos e sementes) foi coletado de três árvores adultas por espécie (Tabela 1), prensado em campo e, posteriormente, herborizado para a montagem de exsicatas, identificadas e depositadas no Herbário ESA.

**Tabela 1**. Espécies florestais pioneiras selecionadas.
**Table 1**. Pioneer forestry species selected.

| Espécie | Família | Nº ESA |
|---|---|---|
| *Bauhinia forficata* Link | Fabaceae | 89216 |
| *Guazuma ulmifolia* Lam. | Sterculiaceae | 89215 |
| *Machaerium aculeatum* Raddi | Fabaceae | 89218 |
| *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake | Fabaceae | 89219 |
| *Trema micrantha* (L.) Blume | Cannabaceae | 89217 |

Na extração das amostras do lenho, no DAP (1,30 m) do tronco das árvores foi utilizado um extrator motorizado acoplado a uma sonda metálica (CURY *et al.*, 2001). As amostras do lenho da região de transição alburno/cerne (forma cilíndrica, com 1,2 cm de diâmetro; 10 cm de comprimento) foram acondicionadas em tubos plásticos para transporte ao laboratório. O orifício do tronco foi preenchido por uma cavilha de madeira, tratada com borato de cobre cromatado (RAMOS *et al.*, 2006), e vedado com massa de impermeabilização para a cicatrização e prevenção da entrada de microorganismos e insetos.

### Análise das amostras do lenho

Para a análise anatômica microscópica, corpos de prova do lenho (1 cm³) foram obtidos a partir das amostras coletadas e fervidos em solução de água e glicerina (4:1) (FERREIRINHA, 1958) para o amolecimento. Secções nos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial (15-20 µm espessura) foram obtidas em micrótomo de deslize. As secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio (50%), coradas com safranina (1%) e montadas entre lâmina e lamínula com bálsamo do Canadá para obtenção de lâminas permanentes (JOHANSEN, 1940) analisadas sob microscópio de luz.

Os dados quantitativos medidos foram frequência, diâmetro e comprimento de elementos de vasos, diâmetro de pontoações intervasculares, comprimento e espessura da parede das fibras e altura dos raios. Para a mensuração da espessura da parede das fibras, do comprimento dos vasos e para a análise de apêndices nos elementos de vaso, foi realizada a dissociação dos elementos celulares por maceração de segmentos do lenho segundo Franklin (1937). O número de medi-

ções foi fixado em n = 10 para diâmetro tangencial de pontoação e para os demais parâmetros foi fixado em n = 30. Para as quantificações do diâmetro das paredes das fibras e das pontoações intervasculares de utilizou-se um microscópio de luz com tambor micrométrico, e para o diâmetro, comprimento e frequência de vasos e altura dos raios foi utilizado microscópio de projeção em mesa em sala escura. Os valores obtidos foram convertidos em micrômetros por meio de um fator de conversão. Para comparação entre as médias (Tabela 2) das cinco espécies foi realizada análise estatística utilizando o estudo com dados inteiramente casualizados, seguido do teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro para todas as variáveis quantificadas. Toda a análise foi realizada com base nas normas de IAWA Committee (1989).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Bauhinia forficata*

Vasos com porosidade difusa, frequência de 7/mm², solitários e múltiplos, forma da secção arredondada, placas de perfuração simples, diâmetro tangencial de 156,2 µm, elementos vasculares com 540 µm de comprimento, nenhum ou 1 apêndice, tilos abundantes, pontoações intervasculares alternas, arredondadas, com diâmetro tangencial de 8,1 µm, pontoações radiovasculares semelhantes às intervasculares porém maiores. Parênquima axial vasicêntrico (Figura 1a). Fibras com 1230 µm de comprimento e paredes delgadas a espessas. Raios bi e trisseriados, com altura de 0,61 mm, heterocelulares, com células procumbentes e 1 fileira marginal de células quadradas. Cristais presentes em células do parênquima axial.

*Guazuma ulmifolia*

Vasos com porosidade difusa, frequência de 6/mm², solitários e múltiplos, forma da secção arredondada, placas de perfuração simples, diâmetro tangencial de 149 µm, elementos vasculares com comprimento de 370 µm, nenhum ou 2 apêndices, tilos não abundantes, pontoações intervasculares alternas, arredondadas, com diâmetro tangencial de 3,19 µm, pontuações radiovasculares semelhantes às intervasculares. Parênquima axial difuso em agregados (Figura 1b). Fibras com comprimento de 1690 µm e paredes delgadas a espessas. Raios uni a multisseriados, com altura de 0,59 mm, heterocelulares, onde se misturam células procumbentes e quadradas. Cristais presentes em células do parênquima axial. Camadas de crescimento demarcadas pela variação do lume das fibras.

*Machaerium aculeatum*

Vasos com porosidade difusa, frequência de 8/mm², solitários na maioria, forma da secção arredondada, placas de perfuração simples, diâmetro tangencial de 186 µm m, elementos vasculares com comprimento de 210 µm, ausência de apêndices, tilos não abundantes, depósitos de cor marrom claro pouco abundante, pontoações intervasculares alternas, arredondadas, com diâmetro tangencial de 8,2 µm, pontoações radiovasculares semelhantes às intervasculares, mas menores. Parênquima axial aliforme linear confluente (Figura 1c). Fibras com comprimento de 830 µm e paredes delgadas. Raios estratificados (Figura 1g), uni e bisseriados, com altura de 0,23 mm, heterocelulares, com células procumbentes e 1 a 4 fileiras marginais de células quadradas. Cristais presentes em células do parênquima axial (Figura 1f) e nas fibras.

*Schizolobium parahyba*

Vasos com porosidade difusa, frequência de 4/mm², solitários e múltiplos, forma da secção arredondada, placas de perfuração simples, com diâmetro tangencial de 224,3 µm, elementos vasculares com 280 µm de comprimento, com nenhum ou 1 apêndice, tilos não abundantes, pontoações intervasculares alternas, arredondadas, com diâmetro tangencial de 9,8 µm, pontoações radiovasculares semelhantes às intervasculares. Parênquima axial aliforme losangular e vasicêntrico (Figura 1d). Fibras com 1030 µm de comprimento e paredes delgadas a espessas. Raios uni e bisseriados, com altura de 0,251 mm, homocelulares com todas as células procumbentes. Camadas de crescimento individualizadas pelo achatamento do lume das fibras.

*Trema micrantha*

Vasos com porosidade difusa, frequência de 10/mm², solitários na maioria, forma da secção arredondada, placas de perfuração simples, diâmetro tangencial de 84 µm, elementos vasculares com comprimento de 270 µm, nenhum, 1 ou 2 apêndices, tilos não abundantes, pontoações intervasculares alternas, poligonais (Figura 1h), com diâmetro tangencial de 9,3 µm, pontoações radiovasculares semelhantes às intervasculares. Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico escasso (Figura 1e). Fibras com comprimento de 930 µm e paredes del-

gadas a espessas. Raios uni, bi e trisseriados, com altura de 0,50 mm, homocelulares com todas as células quadradas. Camadas de crescimento demarcadas pela variação do lume das fibras.

As características da anatomia do lenho das árvores das cinco espécies aqui descritas são coincidentes com os relatados por alguns autores como Machado *et al.* (1966) em *Bauhinia forficata*, Pinheiro *et al.* (1994) em *Trema micrantha* e Olvera *et al.* (1980) em *Guazuma ulmifolia* e *Schizolobium parahyba*.

Dentre as características analisadas, observa-se que a disposição das células do parênquima axial permite a separação de três espécies aqui propostas (*G. ulmifolia*, *M. aculeatum* e *S. parahyba*). O parênquima axial é reconhecido como um dos mais importantes parâmetros de identificação de espécies pela anatomia do lenho, compondo a entrada das chaves clássicas de identificação e a chave disponível em meio eletrônico (CHIMELO *et al.*, 1993; WHEELER *et al.*, 1986).

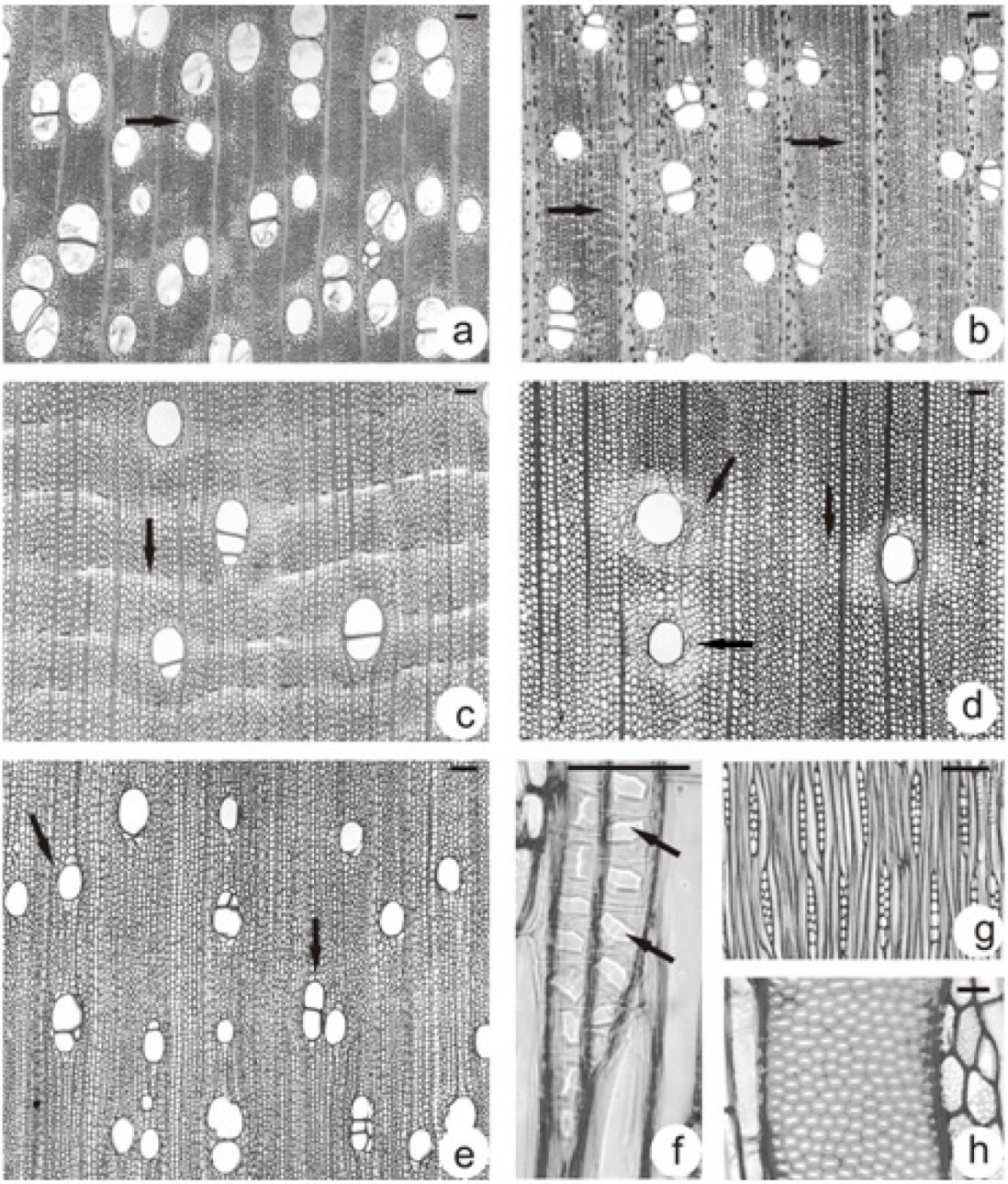


**Figura 1**. (a-e) Secções transversais das amostras do lenho, evidenciando o parênquima axial (setas). (a) *Bauhinia forficata*. (b) *Guazuma ulmifolia*. (c) *Machaerium aculeatum*. (d) *Schizolobium parahyba*. (e) *Trema micrantha*. (f-g) Secções longitudinais tangenciais de *M. aculeatum*. (f) Cristais em células do parênquima axial (setas). (g) Raios estratificados. (h) Secção longitudinal tangencial de *T. micrantha* mostrando as pontoações intervasculares. Barras: a-e, g = 200 µm; f,h = 30 µm.

**Figure 1**. (a-e) Cross sections of wood samples, showing the axial parenchyma (arrows). (a) *Bauhinia forficata*. (b) *Guazuma ulmifolia*. (c) *Machaerium aculeatum*. (d) *Schizolobium parahyba*. (e) *Trema micrantha*. (f-g) Longitudinal tangential sections of *M. aculeatum*. (f) Cristals in cells of axial parenchyma (arrows). (g) Storied rays. (h) Longitudinal tangential section of *T. micrantha* showing the intervascular pits. Bars: a-e, g = 200 µm; f,h = 30 µm.

**Tabela 2**. Características analisadas (PA = parênquima axial; CC = camadas de crescimento; P = porosidade; F = frequência; A = arranjo; FS = forma da secção; PP = placa de perfuração; DT = diâmetro tangencial; CEV = comprimento do elemento vascular; Ap = apêndice; Ti = tilos; PIV = pontoação intervascular; PRV = pontoação radiovascular; C = comprimento; EP = espessura da parede; NS = número de séries; Al = altura; CCel = composição celular; D/F = diâmetro e forma; D = diâmetro; + = pouco abundante; ++ = abundante).

**Table 2**. Characteristics analysed (PA = axial parenchyma; CC = layers of growth; P = porosity; F = vessels per square milimiter; A = arrangement; FS = section shape; PP = perforation plate; DT = tangential diameter; CEV = vessel element length; Ap = apendix; Ti = tyloses; PIV = intervessel pits; PRV = vessel-ray piting; C = length; EP = wall thickeness; NS = width; Al = height; CCel = cellular composition; D/F = diameter and shape; D = diameter; + = some abundant; ++ = abundant)

| Características | Vasos | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P | F (n/mm²) | A | FS | PP | DT (µm) | CEV (µm) | Ap | Ti | PIV D/F | PIV D (µm) | PRV |
| **Espécies** | | | | | | | | | | | | |
| *Bauhinia forficata* | difusa | 7 (a) | solitários e múltiplos | arredondada | simples | 156,2 (a) | 540 (a) | 0/1 | ++ | alternas/ arredondadas | 8,1 (a) | ~ PIV |
| *Guazuma ulmifolia* | difusa | 6 (a,b) | solitários e múltiplos | arredondada | simples | 149 (a) | 370 (b) | 0/2 | + | alternas/ arredondadas | 3,19 (b) | ~ PIV |
| *Machaerium aculeatum* | difusa | 8 (a) | solitários | arredondada | simples | 186 (b) | 210 (c) | 0 | + | alternas/ arredondadas | 8,2 (a) | ~ PIV |
| *Schizolobium parahyba* | difusa | 4 (b) | solitários e múltiplos | arredondada | simples | 224,3 (c) | 280 (c) | 0/1 | + | alternas/ arredondadas | 9,8 (c) | ~ PIV |
| *Trema micrantha* | difusa | 10 (a,c) | solitários | arredondada | simples | 84 (d) | 270 (c) | 1/2 | + | alternas/ poligonais | 9,3 (c) | ~ PIV |

| Características | PA | Fibras | | Raios | | | Cristais | CC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C (µm) | EP | NS | Al (mm) | CCel | | |
| **Espécies** | | | | | | | | |
| *Bauhinia forficata* | vasicêntrico | 1230 (a) | delgadas a espessas | 2 e 3 | 0,61 (a) | hetero | parênquima axial | - |
| *Guazuma ulmifolia* | difuso em agregados | 1690 (b) | delgadas a espessas | 1 a multi | 0,59 (a) | hetero | parênquima axial | variação lume fibras |
| *Machaerium aculeatum* | aliforme linear confluente | 830 (c) | delgadas | 1 e 2 | 0,23 (b) | hetero | parênquima axial | - |
| *Schizolobium parahyba* | aliforme losongular/ vasicêntrico | 1030 (c) | delgadas a espessas | 1 e 2 | 0,251 (b) | homo | - | variação lume fibras |
| *Trema micrantha* | vasicêntrico escasso | 930 (c) | delgadas | 1, 2 e 3 | 0,50 (c) | homo | - | variação lume fibras |

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro
Means followed by the same letter, in the same line, don´t differ by the Tukey test at 5% probability of error

A distinção entre as espécies também pode ser realizada por outras características aqui analisadas, como a ausência de apêndices (que separa *M. aculeatum* das demais espécies), a ausência ou presença de dois apêndices (que separa *G. ulmifolia* das demais espécies) e a presença de um ou dois apêndices (que separa *T. micrantha* das demais espécies); a ocorrência de pontoações intervasculares alternas e poligonais (que separa *T. micrantha* das demais espécies); a largura dos raios (que separa *T. micrantha* das demais, *B. forficata* das demais e *G. ulmifolia* das demais); a composição celular dos raios (que reúne *S. parahyba* e *T. micrantha* em um grupo e as outras três espécies em outro grupo); raios estratificados que separa *M. aculeatum* das demais espécies; e a presença de cristais em células do parênquima axial (que reúne *B. forficata*, *G. ulmifolia* e *M. aculeatum* em um grupo separado de *S. parahyba* e *T. micrantha*).

Por outro lado, as amostras das cinco espécies apresentaram no seu lenho porosidade difusa, placas de perfuração simples, forma da secção arredondada, pontoações radiovasculares semelhantes às intervasculares e parede das fibras delgada a espessa, não constituindo, dessa forma, características passíveis de serem utilizadas para separação dessas espécies.

Em relação aos dados quantitativos obtidos observa-se que, o diâmetro dos vasos permite a separação de *B. forficata* e *G. ulmifolia* das demais espécies que, entre si, também podem ser separadas. O comprimento dos vasos e das fibras distingue *B. forficata* das outras espécies e *G. ulmifolia* também, enquanto as demais se reúnem em um grupo separado. O diâmetro tangencial das pontoações intervasculares agrupa *B. forficata* com *M. aculeatum* e *S. parahyba* com *T. micrantha*, enquanto *G. ulmifolia* distingue-se de todas.

Por fim, a altura dos raios reúne *B. forficata* com *G. ulmifolia* e *M. aculeatum* com *S. parahyba*.

Embora os dados aqui obtidos representem parâmetros de separação entre as espécies, é necessário considerar que, apesar de a estrutura anatômica do lenho das árvores ser determinada por fatores genéticos, alterações quantitativas podem ocorrer na estrutura do lenho, como resultado de efeito ambiental, seja climático, edáfico ou fisiográfico, induzindo o xilema a adaptações anatômicas mais favoráveis em relação às condições do habitat (CARLQUIST, 1975). Como exemplo, Marcati *et al*. (2001), revelaram diferenças na anatomia do lenho de *Copaifera langsdorffii* entre espécimes do cerradão e de floresta mesófila semidecídua.

Em relação ao parênquima axial, Alves (1989) descreve a ocorrência de parênquima axial vasicêntrico e difuso em *Guazuma ulmifolia*, enquanto nos resultados aqui obtidos foi observado somente parênquima difuso. De acordo com Wheeler e Baas (1991) e Baas (1982), o parênquima axial pode apresentar-se de forma distinta em árvores da mesma espécie dependendo do ambiente no qual se desenvolveu. Marcati *et al*. (2008) observaram em amostras de *S. parahyba* três a quatro fileiras de células imaturas de parênquima axial adjacentes à zona cambial na estação mais seca; Chimelo e Mattos-Filho (1988) relataram maior abundância de parênquima em madeiras do cerrado e da caatinga (ambientes com longos períodos de seca) e Fahn *et al*. (1986), estudando a flora de Israel, encontraram parênquima mais abundante em espécies de ambientes mais secos. Segala-Alves e Angyalossy-Alfonso (2002) ao analisarem 491 espécies de ampla distribuição e de diferentes regiões no Brasil demonstraram que há maior abundância de parênquima axial em espécimes de latitudes mais baixas.

No que diz respeito aos raios parenquimáticos, no lenho de *Schizolobium parahyba* os raios foram descritos com 1-2 células de largura, enquanto Mainieri e Chimelo (1989) os descreveram com 3-4 células de largura e Olvera *et al*. (1980) como uni a multisseriados. De fato, de acordo com Carlquist (1966), os raios podem apresentar-se em diferentes formas, prevalecendo raios multisseriados em ambientes secos (CARLQUIST, 1966) e, segundo Chimelo e Mattos-Filho (1988) raios mais largos são mais comuns no cerrado e na caatinga, enquanto em amostras de floresta os raios são mais estreitos. Já em relação à altura dos raios, Pernía e León (2001) citam raios com altura superior a 1 mm, diferindo de 0,59 mm das amostras do lenho analisadas.

Por fim, o comprimento dos elementos vasculares no lenho das árvores de *Bauhinia forficata* foram descritos por Machado *et al*. (1966) com 190-360 µm de comprimento, sendo encontrado no presente estudo vasos com 540 µm de comprimento. No lenho de *Trema micrantha* as dimensões das pontoações intervasculares (9,3 µm diâmetro) e dos vasos (270 µm comprimento) contrastam com Pinheiro *et al*. (1994) que citam pontoações menores (6,8 µm) e vasos maiores (450 µm).

## CONCLUSÕES

A descrição anatômica microscópica do lenho das espécies estudadas contribui para a sua identificação, já com as características analisadas permitindo a separação das espécies.

A descrição e identificação do xilema secundário deve sempre levar em consideração que diferenças estruturais podem ocorrer, dependendo da procedência da amostra.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da Bolsa de Mestrado para a primeira autora; aos Técnicos de Laboratório Antônio Carlos F. Barbosa e Maria Aparecida C. Bermudez, pelo auxílio na montagem das lâminas histológicas e ao Departamento de Botânica (IB-USP), pela utilização dos recursos de microscopia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.S. **Algumas considerações sobre a importância do lenho em estudos taxonômicos e filogenéticos de Angiospermas**. 1989. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Botânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

ANDERSON, J.M. **Ecology for environmental sciences: biosphere, ecosystems and man**. London: Edward Arnold, 1981. 175p.

BAAS, P. Systematic, phylogenetic and ecological wood anatomy – History and perspectives. In: BAAS, P. (Ed.) **New perspectives in wood anatomy**. Nijhoff/Junk: The Hague, 1982, p.23-58.

CARLQUIST, S. Wood anatomy of Compositae: a summary, with comments on factors controlling wood evolution. **Aliso**, Claremont, v.6, n.1, p.25–44, 1966.

CARLQUIST, S. **Ecological strategies of xylem evolution**. London: University of California Press, 1975. 259p.

CARVALHO, F.A.; NASCIMENTO, M.T.; BRAGA, J.M.A. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de mata atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, Viçosa, v.31. p.717-730, 2007.

CHIMELO, J.P.; MATTOS-FILHO, A. Preliminary wood structure observations of five hardwood species from different sites in Brazil. In: CONFERENCE OF INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATION, 5., São Paulo, 1988. **Resumos**... São Paulo: IUFRO, 1988. 100p.

CHIMELO, J.P. ZENID, G.J; MIRANDA, M.J.A.C.; CECCANTINI, G.C.T. IMAC – Identificação de madeiras brasileiras com auxílio do computador. São Paulo: IPT, 1993. 56p.

CURY,G.; TOMAZELLO-FILHO, M.; LISI, C.S. Aplicação de método não destrutivo na coleta de amostras de madeira de espécies arbóreas nativas para estudo anatômico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2001, Santa Maria. **Anais**...Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2001. p.80-89.

FAHN, A.; WERKER, E.; BAAS, P. **Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions**. Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities, 1986, 119p.

FERREIRINHA, M.P. **Glossário internacional dos termos usados em anatomia de madeiras**. Lisboa: Ministério do Ultramar – Junta de Investigações do Ultramar, 1958. 89p.

FINGER, Z.; RAMALHO, R.S.; BRANDI, R.M. Estudos dendrológicos da regeneração natural na microrregião de Viçosa, MG. 1. Identificação e descrição de algumas espécies. **Revista Árvore**, Viçosa, v.3, n.1, p.94-119, 1979.

FRANKLIN, G.L. Permanent preparations of macerated wood fibers. **Tropical Woods**, v.49, p.21–22, 1937.

IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **Iawa Bulletin**, Leiden, v.10, p.219–332, 1989.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS. **Madeiras da Reserva Florestal de Curuá-Una, Estado do Pará: caracterização anatômica, propriedades gerais e aplicações**. São Paulo: IPT, 1985. 117p.

JOHANSEN, O.A. **Plant microtechnique**. New York: Mc Graw Hill Book, 1940. 523p.

MACHADO, R.D.; MATTOS-FILHO, A.; PEREIRA, J.M.G. Estrutura microscópica e sub-microscópica da madeira de *Bauhinia forficata* Link (Leg. Caes.). **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.25, p.313-324, 1966.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT, 1989. 432p.

MARCATI, C.R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerradão. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.3, p.311-320, 2001.

MARCATI, C.R.; MILANEZ, C.R.D.; MACHADO, S.R. Seasonal development of secondary xylem and phloem in *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Leguminosae:Caesalpinioideae). **Trees**, Danvers, v.22, n.1, p.3-12, 2008.

NAPPO, M.E.; GRIFFITH, J.J.; MARTINS, S.V.; DE MARCO JUNIOR, P.; SOUZA, A.L.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Dinâmica da estrutura diamétrica da regeneração natural de espécies arbóreas e arbustivas no sub-bosque de povoamento puro de *Mimosa scabrella* Bentham, em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29. p.35-46, 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Revista Cerne**, Lavras, v.1, n.1, p.64-72, 1994.

OLVERA, C.P.P.; LOHRER, A.M.; THRUSH, S.F. Estudio anatomico de la madera de 43 especies tropicales. **Boletim Técnico do Instituto Nacional de Investigaciones Forestales**, Coyoacán, n.63, 276p, 1980.

PASQUALINI, D.; UHLMANN, A.; STÜRMER, S.L. Arbuscular mycorrhizal fungal communities influence growth and phosphorus concentration of woody plants species from the Atlantic rain forest in South Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdan, v.245, p.148–155, 2007.

PERNÍA, N.E.; LEÓN, L. **Atlas para la identificación microscópica de maderas latifoliadas**. Merida: Consejo de Publicaciones de la Universidad de los Andes, 2001. 78p.

PINHEIRO, A.L.; JESUS, R.M.; ALMEIDA, E.C.; CARMO, A.P.T. Dendrologia Riodocensis . Gurindiba (*Trema micrantha* L. Blume). **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, p.12-18, 1994.

PIRES, J.M. The forest ecosystems of the Brazilian Amazon: description, functioning and research needs. In: _____. **Tropical forest ecosystems**. Vendôme: Universitaires de France, 1978, p.607-628.

RAMALHO, R.S. **Dendrologia 1: terminologia**. Viçosa: UFV, 1975. 123p.

RAMOS, I.E.C.; PAES, J.B.; SOBRINHO, D.W.F.; SANTOS, G.J.C. Eficiência do CCB na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) em ensaio de apodrecimento acelerado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.5, p.811-820, 2006.

SANTOS, E.; MARANGON, L.C.; RAMALHO, R.S. Levantamento dendrológico da Bacia do Rio São Bartolomeu, Viçosa - MG. **Revista Ceres**, Viçosa. v.45, p.339-349, 1998.

SEGALA-ALVES, E.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibers. **IAWA Journal**, Leiden, v.23, p.391-418, 2002.

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Amsterdam, v.75, p.81-86, 1988.

WHEELER, E.A.; PEARSON, R.G.; LA PASHA, C.A.; ZACK, T.; HATLEY,W. **Computer-aided wood identification – reference manual**. Madison: North Carolina Agricultural Research Service, Department of Wood and Paper Science, 1986. 160p.

WHEELER, E.A.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin**, Leiden, v.12, p.275-332, 1991.

WHITLATCH, R.B.; LOHRER, A.M.; THRUSH, S.F. Scale-dependent recovery of the benthos: effects of larval and post-larval life stages. In: ALLER, J.Y. **Organism – sediment interactions**. Columbia: University of South Carolina Press, Columbia, 2001, p.181–197.

Recebido em 07/04/2012
Aceito para publicação em 20/09/2012