

**DENSIDADE BÁSICA E DIMENSÕES CELULARES DA MADEIRA DE *Balfourodendron riedelianum* EM FUNÇÃO DA PROCEDÊNCIA E POSIÇÃO RADIAL<sup>1</sup>**

**BASIC DENSITY AND WOOD CELLS DIMENSIONS OF *Balfourodendron riedelianum* DEPENDING ON THE PROVENANCE AND RADIAL POSITION**

Israel Luiz de LIMA<sup>2, 5</sup>; Stella Maris MASTELIN<sup>3</sup>;  
Eduardo Luiz LONGUI<sup>2</sup>; Miguel Luiz Menezes FREITAS<sup>2</sup>;  
Diego ROMEIRO<sup>4</sup>; Antonio Carlos Scatena ZANATTO<sup>2</sup>;  
Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM<sup>2</sup>

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi estudar a variação radial da densidade básica e das dimensões celulares da madeira de procedências de *Balfourodendron riedelianum* plantadas em Luiz Antonio–SP. Mudanças de três procedências (Alvorada do Sul, Gália e Bauru) foram plantadas em Luiz Antonio–SP, utilizando-se seis repetições em delineamento experimental de blocos casualizados. Após 24 anos do plantio, abateram-se dezoito árvores, seis de cada procedência. De acordo com os resultados, pode-se concluir que a densidade básica, o diâmetro de vasos e a altura de raio foram influenciados pela procedência. Foi observada uma relação positiva entre comprimento das fibras, espessura da parede das fibras, comprimentos dos vasos, diâmetro dos vasos e frequência de vaso com a posição radial e uma relação negativa entre a largura e a frequência de raio com a posição radial.

Palavras-chave: conservação genética; anatomia da madeira; qualidade da madeira; variação medula-casca.

**ABSTRACT** – This study aimed to investigate the effect of provenances on some wood properties of *Balfourodendron riedelianum*. Seedlings of three provenances (Alvorada do Sul, Gália and Bauru) were planted in Luiz Antonio–SP using randomized block design with six replicates. After 24 years of planting, eighteen trees, six of each provenance, were cut. The results revealed that basic density, vessel diameter and ray height were influenced by the provenances. A positive relationship was found among fiber length, fiber wall thickness, vessel length; vessel diameter and vessel frequency with radial position and a negative relationship between width and ray frequency with the radial position.

Keywords: genetic conservation; anatomy of the wood; quality of wood; pith-bark variation.

<sup>1</sup>Recebido para análise em 19.10.11 Aceito para publicação em 23.11.11. Publicado *online* em 29.12.11.

<sup>2</sup>Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Discente do curso de Engenharia Ambiental, Faculdades Oswaldo Cruz. Bolsista PIBIC/CNPq- IF. stella.mastelin@g-mail.com

<sup>4</sup>Aluno de Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente – Instituto de Botânica. diego.romeiro@gmail.com

<sup>5</sup>Autor para correspondência: Israel Luiz de Lima – israeluizde.lima@yahoo.com.br

## 1 INTRODUÇÃO

O Instituto Florestal do Estado de São Paulo vem promovendo a conservação *ex situ* de várias espécies florestais nativas ameaçadas e com potencial econômico desde a década de 1960, possuindo experimentos na forma de testes de procedências, testes de progênies, testes combinados procedências x progênies, populações base e pomares de sementes por mudas de diversas espécies (Lima et al., 2010a). Segundo Siqueira et al. (1999), esses plantios experimentais implantados e mantidos pelo Instituto Florestal, além de fornecer informações sobre o comportamento silvicultural das espécies, permitem a estimativa de parâmetros genéticos de características de interesse econômico, a seleção de material genético, a exploração da variabilidade e a conservação da base genética para usos futuros.

Dentre as espécies pesquisadas pelo Instituto Florestal cita-se *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler (Rutaceae). A espécie apresenta ampla distribuição geográfica e habita principalmente a Floresta Estacional Semidecidual Submontana, onde ocupa o estrato superior e as florestas: Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária). Apresenta, comumente, altura de 15 a 25 m e DAP (diâmetro à altura do peito, de 1,30 m) de 30 a 50 cm, podendo atingir 35 m de altura e 100 cm de DAP. Seu tronco é reto e cilíndrico. No grupo sucessional, a espécie é classificada como secundária tardia. Apresenta fuste bem definido, após o corte, podem ocorrer brotações a partir da cepa (Gartlant e Salazar, 1992; Carvalho, 2003). A madeira possui albúrnio com coloração branca ou levemente amarelada sem demarcação bem definida, enquanto o cerne é branco-palha-amarelado, escurecendo para amarelo-pálido-uniforme. De modo geral, essa madeira apresenta superfície lisa, medianamente lustrosa, textura fina e grã geralmente regular (Carvalho, 2003). De acordo com Mainieri e Chimelo (1989), a madeira é moderadamente pesada, com textura fina e baixa resistência ao apodrecimento e ao ataque de agentes xilófagos; a densidade específica varia entre 0,8 a 0,9 g.cm<sup>-3</sup>. Sua madeira é de excelente qualidade, sendo muito utilizada na construção civil e marcenaria, como móveis de luxo,

molduras, laminados decorativos, formas de sapatos, tacos, hélice de aerodelismo, lambris e projetos de paisagismo (Lorenzi, 1992; Durigan et al., 2002; Paula e Alves, 2007). A árvore também é usada para fins ornamentais e em reflorestamentos em matas ciliares.

O objetivo deste trabalho foi estudar as variações da densidade básica e das dimensões celulares da madeira de *Balfourodendron riedelianum*, em função de diferentes procedências e posições radiais ao longo do tronco da árvore.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Em 1984, o Instituto Florestal de São Paulo implantou um banco de germoplasma de *B. riedelianum* na forma de teste de procedências na Estação Experimental de Luiz Antonio – SP, com o intuito de conservar “*ex situ*” algumas populações da espécie. A Estação Experimental de Luiz Antonio, SP, localiza-se na latitude de 21°40’S, longitude de 47°49’W e altitude de 550 m. A precipitação média anual é de 1.365 mm, o solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, fase arenosa e o clima é do tipo Cwa, segundo Ventura et al. (1965/66).

O delineamento experimental em blocos ao acaso com seis repetições foi adotado sendo que nas parcelas se alocaram as três procedências (Alvorada do Sul–PR, Gália–SP e Bauru–SP) no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m. Aos 24 anos foi realizado um inventário do experimento e a partir da distribuição diametral elegeram-se a classe média de DAP para o estudo (16,5 cm). Dentro de cada parcela uma árvore foi tomada, totalizando 18 árvores devidamente identificadas no campo. Um disco de 7 cm de espessura, na região do DAP de cada árvore, foi retirado. Amostras representativas das posições 0, 25, 50, 75 e 100% do raio da árvore foram destinadas à obtenção dos corpos de prova, de dimensões de aproximadamente 8 cm<sup>3</sup> e com arestas de 2 cm, que foram retiradas de cada disco para o estudo da variação medula-casca (Figura 1).

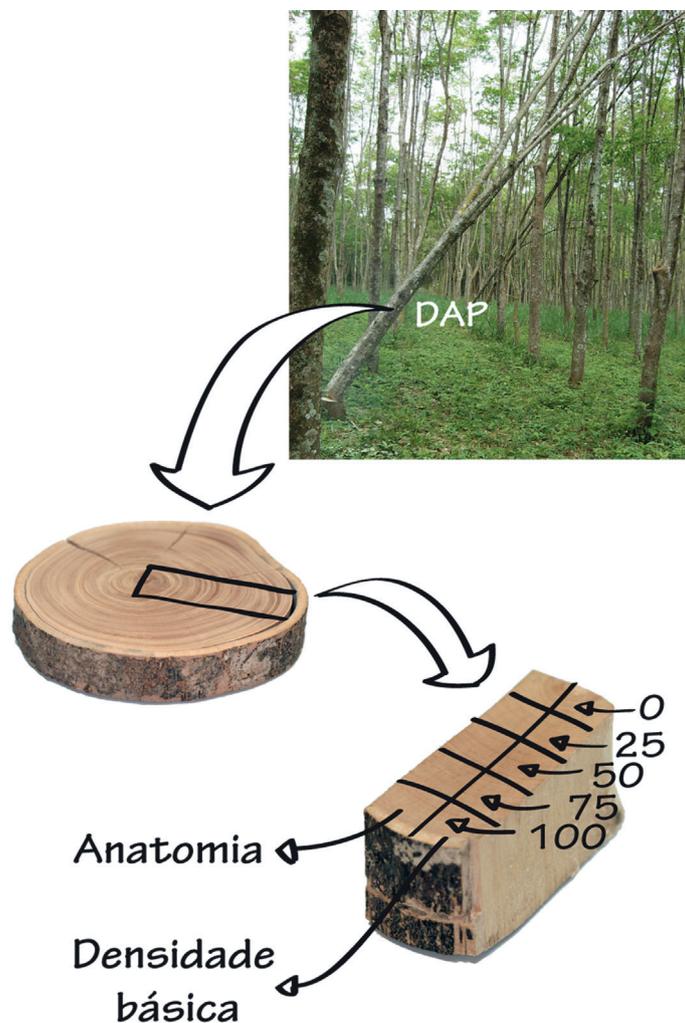


Figura 1. Árvore sendo cortada, posição de retirada dos discos nas árvores e dos corpos de prova para a caracterização da madeira.

Figure 1. Cutting the tree, sampling position of the disc in the trees and samples for wood characterization.

As variáveis estudadas foram densidade básica (DB), comprimento das fibras (CF), espessura da parede das fibras (EPF), comprimentos dos elementos de vaso (CV), diâmetro dos vasos (DV), frequência dos vasos (FV), altura de raio (AR), largura dos raios (LR) e frequência dos raios (FR).

Para a obtenção da densidade básica (DB), foi utilizado o método do máximo teor de umidade, conforme Foelkel et al. (1983). Os corpos de prova foram saturados em água por um período de aproximadamente um mês, possibilitando a obtenção da massa saturada. Posteriormente, os corpos de prova foram secos em estufa até atingirem a massa seca constante a  $105 \pm 3$  °C.

Para a análise das dimensões das fibras e dos elementos de vasos foram retirados pequenos fragmentos de cada corpo de prova, que foram dissociados segundo o método de Johansen (1940). Por meio do preparo de lâminas provisórias foi possível mensurar as dimensões das fibras e dos elementos de vasos, segundo a terminologia recomendada pela Comissão Panamericana de Normas Técnicas – COPANT (1974) e IAWA Committee (1989) e as seções histológicas foram obtidas de corpos de prova (8 cm<sup>3</sup>), sendo que os mesmos foram amolecidos por meio de cozimento em água e glicerina (4:1) para a realização dos cortes. Seções entre 20 e 30 µm nos planos transversal e longitudinal tangencial foram obtidas com auxílio de micrótomo de deslize marca Leitz 1208. As seções foram clarificadas com hipoclorito de sódio (60%), lavadas em água, coradas com safranina e azul de astra a 1% (9:1) (Johansen, 1940) e montadas em solução de água com glicerina. Para a medição de todas as variáveis foram efetuadas 25 repetições (n = 25).

As dimensões dos elementos anatômicos foram obtidas com auxílio de equipamento de análise de imagens: microscópio trinocular com câmera e monitor de vídeo e computador com software de análise de imagem “Image Pro-plus”.

As hipóteses testadas foram: a) a densidade básica e as dimensões celulares da madeira, de diferentes procedências de *Balfourodendron riedelianum*, avaliadas aos 24 anos, não diferem entre si; b) não existem variações na densidade básica e nas dimensões celulares ao longo do raio das toras de *Balfourodendron riedelianum*.

Para a análise estatística dos dados, inicialmente testou-se a homogeneidade de variância utilizando-se o teste de Hartley. Posteriormente, foi feito o teste F de análise de variância obedecendo-se ao delineamento experimental em blocos casualizados, adotando-se o esquema fatorial 3 x 5 (procedências x posição radial) para estudo das propriedades. Utilizou-se o teste de Tukey para comparação de médias quando o teste F foi significativo a 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados, verifica-se que somente a densidade básica, o diâmetro de vaso e a altura de raio diferiram significativamente entre as procedências (Tabela 1), enquanto o comprimento das fibras, a espessura da parede das fibras, o comprimento dos elementos de vaso, a frequência dos vasos, a largura dos raios e a frequência dos raios não diferiram significativamente entre as procedências.

O valor da densidade básica (0,65 g.cm<sup>-3</sup>) mostrou-se inferior àquele encontrado por Jankowsky et al. (1990) que foi de 0,69 a 0,73 g.cm<sup>-3</sup>. Del Menezzi et. al. (2010) obtiveram valor de massa específica de 0,85 g.cm<sup>-3</sup>. Verificou-se, também, que a procedência Alvorada do Sul apresentou a maior densidade e diferiu significativamente de Bauru, que mostrou menor densidade básica (Tabela 2). Isso pode ser explicado pela diferença de crescimento entre as procedências, o que foi constatado por Sebbenn et al. (2007) que observaram, para esse mesmo experimento, que a procedência Alvorada do Sul apresentou um crescimento inferior em relação à procedência Bauru. De maneira geral, menores taxas de crescimento estão relacionadas a madeiras mais densas. De acordo com Harris (1981), o crescimento mais rápido da população, tanto em coníferas quanto em folhosas, pode ocasionar fibras mais curtas e menores densidade e valores de resistência mecânica da madeira. Resultado semelhante foi encontrado por Longui et al. (2011) que verificaram diferenças significativas nas propriedades da madeira de três procedências de *Gallesia integrifolia*. No presente estudo, apesar de fibras mais curtas serem detectadas na procedência Bauru e fibras mais longas em Alvorada do Sul, esta diferença não foi estatisticamente significativa entre as procedências. A média obtida do comprimento de fibra foi de 1272 µm, superando os valores encontrados por Sousa e Guedes (1987) para *B. riedelianum* (Tabelas 1 e 2). A espessura da parede das fibras não diferiu significativamente entre as procedências (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para densidade básica (DB), comprimento das fibras (CF), espessura da parede das fibras (EPF), comprimento dos elementos de vaso (CV), diâmetro dos vasos (DV), frequência dos vasos (FV), altura de raio (AR), largura dos raios (LR) e frequência dos raios (FR) de *Balfourodendron riedelianum*, aos 24 anos de idade.

Table 1. Summary of variance analysis for basic density (DB), fiber length (CF), fiber wall thickness (EPF), vessel element length (CV); vessel diameter (DV), vessel frequency (FV), ray height (AR), ray width (LR) and ray frequency (FR) of 24-year old *Balfourodendron riedelianum*.

Causa de variação	GL	Quadrado médio									
		DB (g.cm <sup>-3</sup> )	CF (µm)	EPF (µm)	CV (µm)	DV (µm)	FV (µm)	AR (n°mm <sup>-2</sup> )	LR (µm)	FR (n°mm <sup>-1</sup> )	
Bloco	5	0,0094	28263	3,38	7650	93,67	94,05	2934	121	0,47	
Procedência (P)	2	0,0067 *	1853 n.s.	0,14 n.s.	76 n.s.	156,80 **	86,09 n.s.	4033 **	48,67 n.s.	0,82 n.s.	
Posição radial (R)	4	0,0145 **	31179 **	2,95 **	4512 n.s.	1256 **	207,07 **	2128 **	92,95 n.s.	5,18 **	
P x R	8	0,0017 n.s.	1878 n.s.	0,23 n.s.	864 n.s.	11,94 n.s.	30,20 n.s.	394	20,98 n.s.	0,12 n.s.	
Resíduo	70	0,0022	26152	0,28	2531	32,06	38,68	669	42,15	0,31	
Média		0,65	1272	4,77	279	60,05	42,16	233	29,96	6,40	
DP		0,0571	195	0,75	51,98	9,56	7,04	30,21	6,86	0,73	
CV <sub>c</sub> (%)		7,33	12,70	11,11	17,26	9,42	14,75	11,08	21,66	8,74	

Tabela 2. Resumo da análise de variância e teste de comparação múltipla (Tukey) para densidade básica e elementos anatômicos de *Balfourodendron riedelianum*, aos 24 anos de idade.

Table 2. Summary of the variance analysis and multiple comparison test (Tukey) for basic density and cellular dimensions of 24 year-old *Balfourodendron riedelianum*.

Variável	Procedência	Média	Tukey 5%	DP
Densidade básica (g. cm <sup>-3</sup> )	Alvorada do Sul-PR	0,66	a	0,06
	Gália-SP	0,64	ab	0,05
	Bauru-SP	0,63	b	0,04
Comprimento das fibra (µm)	Alvorada do Sul-PR	1261	a	190
	Gália-SP	1250	a	162
	Bauru-SP	1299	a	231
Espessura da parede das fibra (µm)	Alvorada do Sul-PR	4,6	a	0,74
	Gália-SP	4,8	a	0,76
	Bauru-SP	4,8	a	0,77
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	Alvorada do Sul-PR	281	a	47
	Gália-SP	278	a	59
	Bauru-SP	278	a	49
Diâmetro dos vasos (µm)	Alvorada do Sul-PR	57	b	7,37
	Gália-SP	60	ab	8,23
	Bauru-SP	62	a	4,92
Frequência dos vasos (n <sup>o</sup> mm <sup>-2</sup> )	Alvorada do Sul-PR	40	a	9,30
	Gália-SP	44	a	10,33
	Bauru-SP	41	a	8,75
Altura de raio (µm)	Alvorada do Sul-PR	221	b	26
	Gália-SP	244	a	35
	Bauru-SP	234	ab	23
Largura dos raios (µm)	Alvorada do Sul-PR	29	a	29
	Gália-SP	31	a	31
	Bauru-SP	28	a	28
Frequência dos raios (n <sup>o</sup> mm <sup>-1</sup> )	Alvorada do Sul-PR	6,5	a	0,86
	Gália-SP	6,2	a	0,66
	Bauru-SP	6,3	a	0,63

Obs.: DP = desvios-padrão; médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si (ao nível de 5% de significância).

O comprimento dos elementos de vasos não variou entre as procedências e o valor médio foi inferior àquele encontrado por Souza e Guedes (1987) para *B. riedelianum*, que obtiveram como média da ordem de 433  $\mu\text{m}$  de comprimento (Tabelas 1 e 2).

O diâmetro de vaso da procedência Bauru apresentou os maiores valores, diferenciando significativamente da procedência Alvorada do Sul, que apresentou os menores valores. Isso pode ser explicado pelo maior crescimento em volume da madeira da procedência Bauru verificado por Sebbenn et al. (2007) para essa mesma população, ou seja, maior crescimento em volume de madeira implica em maior diâmetro de vaso. Segundo Roque et al. (2007), entre elementos anatômicos, os vasos mostram maior adaptação às variações climáticas. Rocha et al. (2004) também verificaram em uma população de *Eucalyptus grandis* que árvores dominantes da população apresentaram maiores diâmetros de vaso. Tal fato nos leva a inferir que o crescimento volumétrico populacional está diretamente relacionado com o diâmetro de elemento de vaso. Porém, para Malan e Hoon (1992), a maioria das dimensões dos elementos celulares das madeiras são pouco influenciadas pela taxa de crescimento populacional.

Para a altura de raio foi verificado que a procedência Gália (valor mais elevado) diferiu da procedência Alvorada do Sul (menor valor), mas para as variáveis largura e frequência dos raios isto não ocorreu (Tabelas 1 e 2).

Para a posição radial ocorreram diferenças significativas para densidade básica, comprimento das fibras, espessura da parede das fibras, diâmetro e frequência dos vasos (Figura 2),

largura dos raios e frequência dos raios, mas para o comprimento dos elementos de vaso e largura dos raios não ocorreram diferenças significativas (Tabela 1). Também pode-se verificar que não ocorreu interação significativa entre procedências e posição radial, demonstrando não existir dependência entre estes fatores analisados (Tabela 1).

No estudo da variação radial, para explicar melhor os resultados, também foi feito um estudo de regressão para detalhar as tendências observadas (Figuras 2, 3 e 4). O valor da densidade básica obtido na posição radial 75% foi o mais elevado e na posição 0% o menos elevado, e ainda se verifica que ocorreu tendência de aumento da densidade no sentido medula-casca (Figura 2a). Porém, o modelo de regressão linear testado não foi significativo para explicar a tendência observada. Para Serpa et al. (2003) e Ballarin e Palma (2003), essa tendência de aumento da densidade específica da madeira, no sentido medula-casca, se deve à formação de madeira juvenil nos primeiros anos e tendência de homogeneização da madeira, com o passar do tempo.

A altura dos raios, apesar de poder ser estimada pela equação obtida (Figura 5a), não apresentou tendência muito acentuada de aumentar o crescimento no sentido medula-casca, mesma tendência verificada por Poubel et al. (2011) para uma população de *Eucalyptus pellita*. A largura e frequência dos raios tendem a diminuir no sentido medula-casca (Figura 5b e 5c), semelhante aos resultados obtidos por Urbinati et al. (2003) e Lima et al. (2011), respectivamente com as espécies *Terminalia ivorensis* e *Cariniana legalis*.

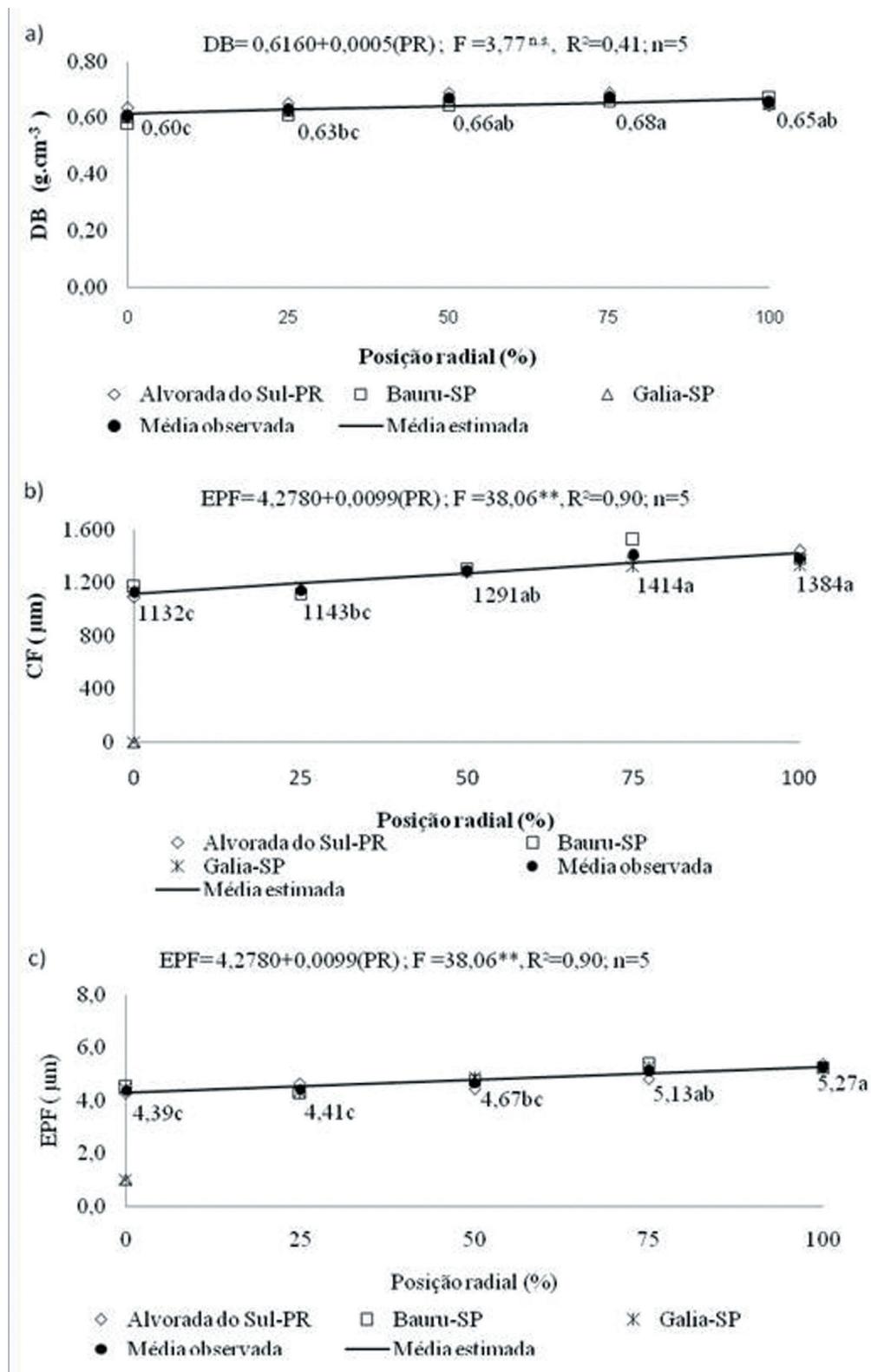


Figura 2. Relações entre posição radial (PR) e densidade básica (DB) [a], comprimento das fibras (CF) [b] e espessura da parede das fibras (EPF) [c] para *Balfourodendron riedelianum*, aos 24 anos de idade.

Figure 2. Relations among radial positions (PR) and basic density (DB) [a], fiber length (CF), [b] and fiber wall thickness (EPF) [c] of 24 year-old *Balfourodendron riedelianum*.

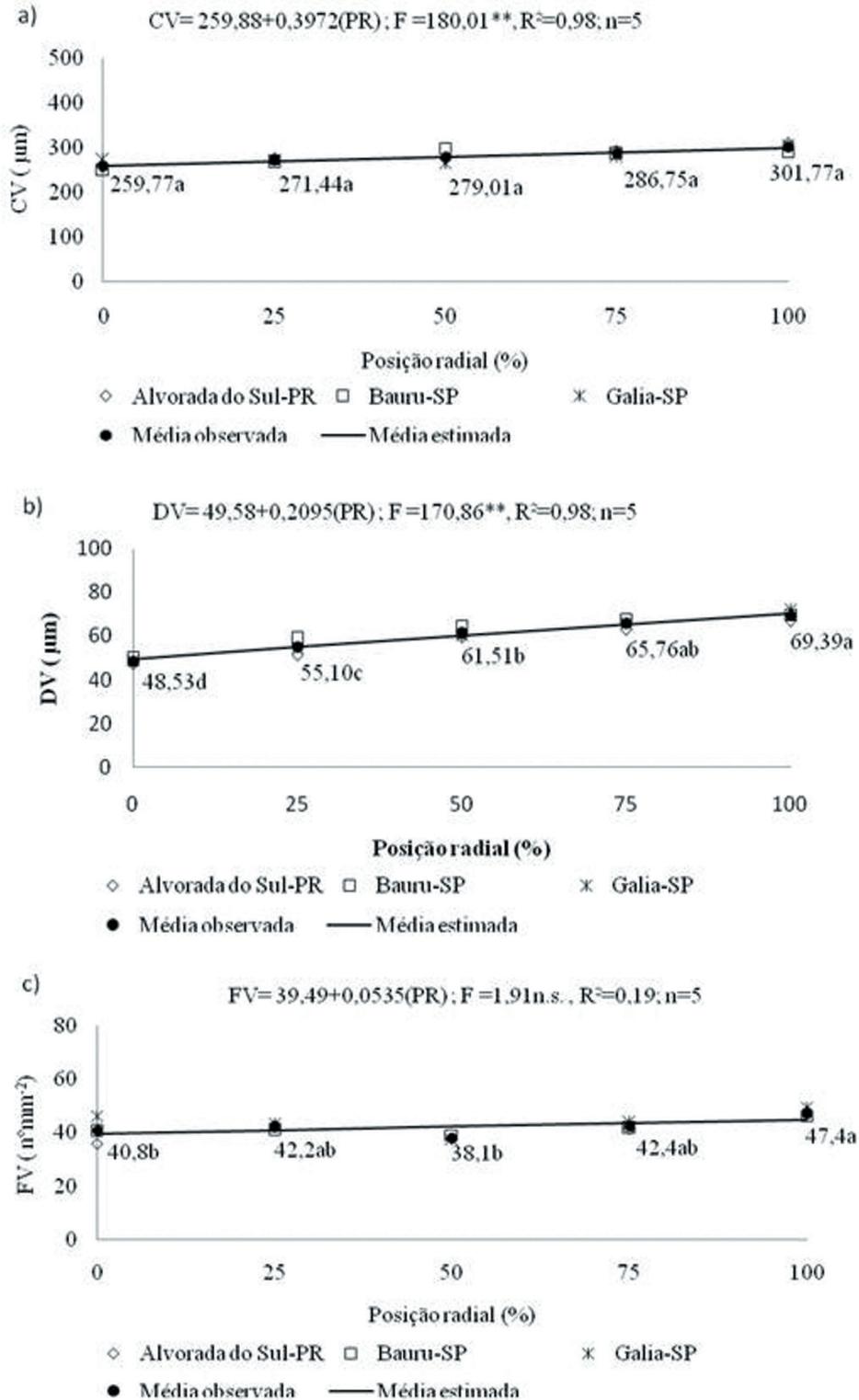


Figura 3. Relações entre posição radial (PR) e comprimento de vaso (CV) [a], diâmetro de vaso (DV) [b] e frequência de vaso (FV) [c] para *Balfourodendron riedelianum*, aos 24 anos de idade.

Figure 3. Relations among radial positions (PR) and vessel length (CV) [a], vessel diameter (DV), [b] and vessel frequency (FV), [c] of 24 year-old *Balfourodendron riedelianum*.

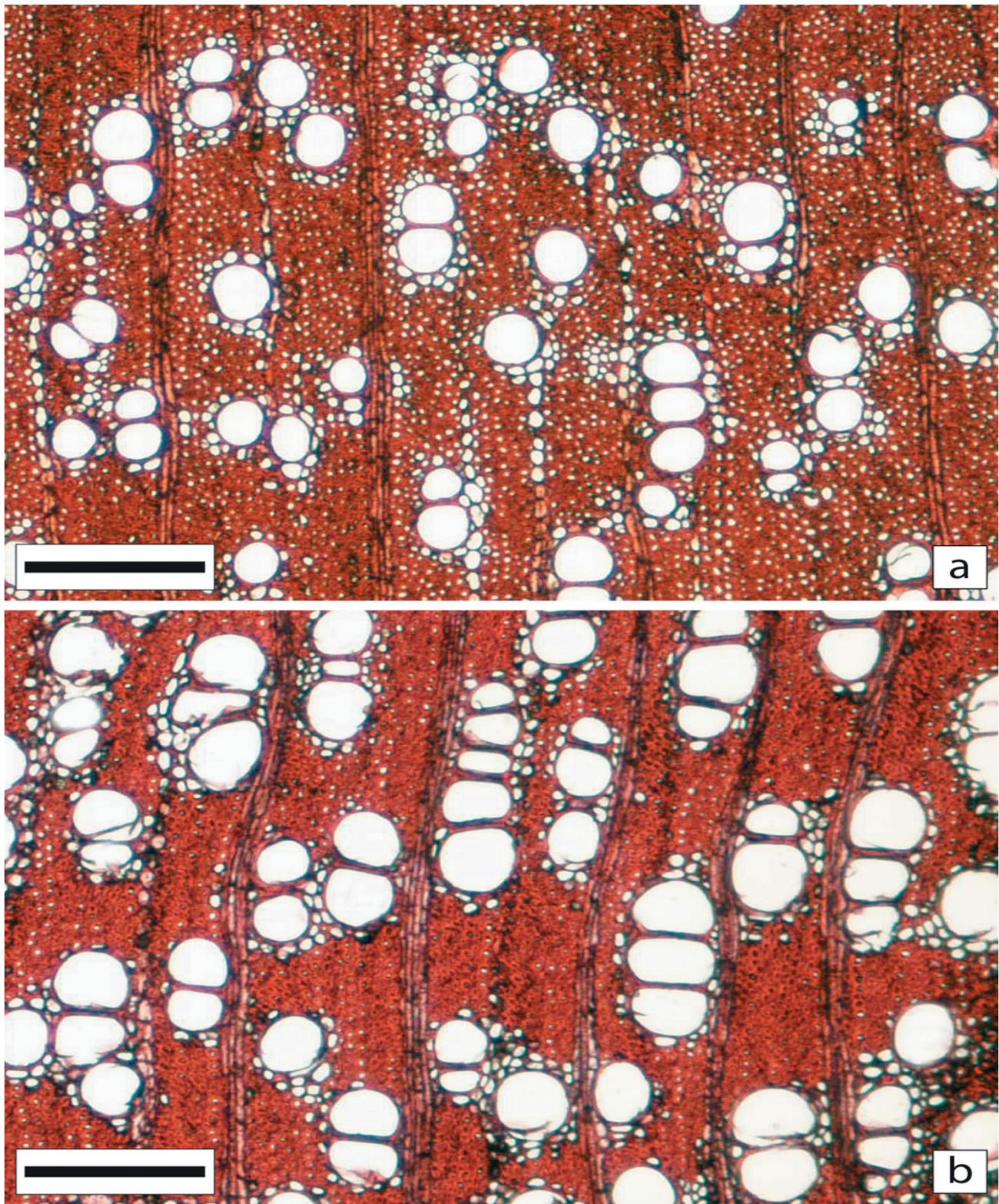


Figura 4. Seções transversais da região da medula [a] e região da casca [b]. Notar vasos com maior diâmetro e mais frequentes na região da casca. Barra de escala = 200  $\mu\text{m}$ .

Figure 4. Pith transverse sections [a] and bark transverse sections [b]. Note vessels with larger diameter and more frequent in the bark region. Scale bar = 200  $\mu\text{m}$ .

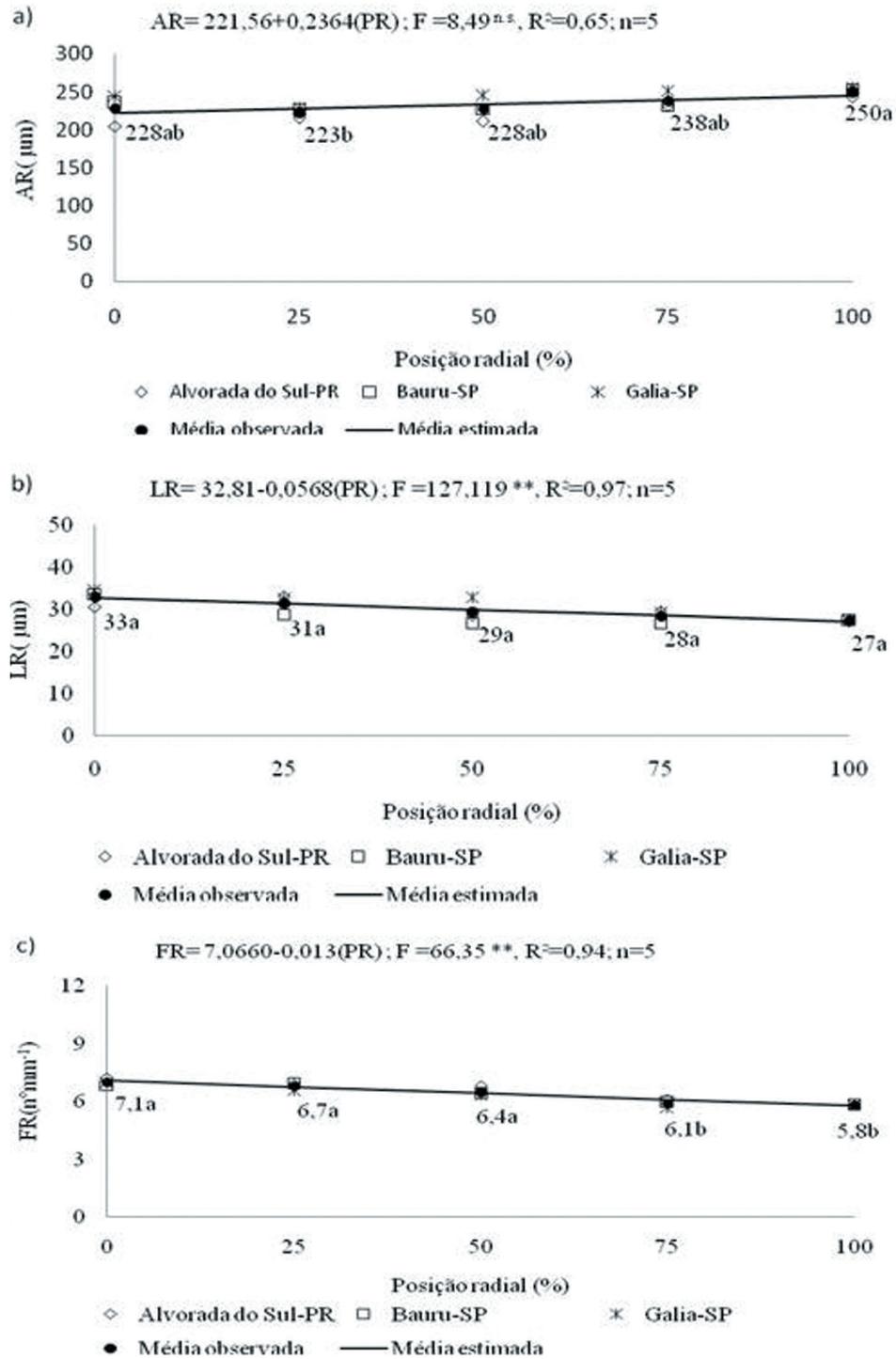


Figura 5. Relações entre posição radial (PR) e altura de raio (AR) [a], largura de raio (LR) [b] e frequência de raio (FR), [c] para *Balfourodendron riedelianum*, aos 24 anos de idade.

Figure 5. Relations among radial positions (PR) and ray height (AR) [a], ray width (LR), [b] and ray frequency (FR), [c] of 24 year-old *Balfourodendron riedelianum*.

#### 4 CONCLUSÕES

Em termos de seleção de matrizes para posterior uso da madeira, embora a diferença da densidade da madeira tenha sido pequena entre as três procedências, aquelas das procedências Alvorada do Sul e Gália podem fornecer madeiras mais densas e que possivelmente apresentem maiores valores em propriedades mecânicas. Os maiores diâmetros de vaso na procedência Gália e raios mais altos em Gália e Bauru, o primeiro devido ao lume (espaço vazio) e o segundo devido a paredes celulares mais finas (parênquima), devem ter contribuído para a diferença encontrada na densidade entre as procedências.

Quando se considera a variação radial, a densidade estabilizou a partir da posição 50% do raio até a casca, o mesmo resultado foi observado para o comprimento das fibras, que é um bom indicativo para separação do lenho juvenil do lenho adulto. Como o DAP médio das árvores foi de 16,5 cm, o resultado supracitado pode indicar que a partir dos 8 cm de diâmetro as árvores apresentam lenho mais homogêneo e possivelmente maior uniformidade quanto ao aproveitamento da madeira.

As demais células apresentaram um comportamento muito parecido com as demais nativas, com exceção da frequência de vasos que aumentou na direção da casca, mostrando que possivelmente esta espécie possui um padrão diferente das demais nativas.

A densidade básica, o diâmetro de vaso e a altura de raio foram influenciadas pelas procedências, enquanto o comprimento de fibra, a espessura da parede da fibra, o comprimento de elemento de vaso, a frequência dos vasos, a largura dos raios e a frequência dos raios não foram influenciados significativamente pelas procedências. A hipótese inicial de as diferentes procedências de *Balfourodendron riedelianum* avaliadas aos 24 anos não diferirem entre si foi parcialmente aceita.

A densidade básica, o comprimento fibra, a espessura da parede da fibra, o diâmetro de vaso, a frequência de vaso, a largura de raio e a altura de raio são influenciados significativamente pela posição radial contrariamente ao comprimento de vaso e à frequência de raio.

A hipótese de não existir variações na densidade básica e nas dimensões celulares ao longo do raio das toras de *Balfourodendron riedelianum* não foi aceita, pois a maioria das propriedades avaliadas apresenta variações ao longo do raio da tora.

O comprimento da fibra, a espessura da parede da fibra, o comprimento de vaso, o diâmetro de vaso e a frequência de vaso apresentam tendência de aumentar no sentido medula-casca e mostram uma relação positiva com a distância da medula. A largura e a altura de raio apresentam tendência de diminuir no sentido medula-casca e mostra uma relação negativa no sentido medula-casca.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Oficial de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica Sonia R. G. Campião (IF) e ao Técnico de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica Francisco Bianco (IF) pelo auxílio na coleta do material e laboratorial e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida à segunda autora.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAAS, P. et al. Evolution of xylem physiology In: POOLE, I.; HEMSLEY, A. (Ed.). **Evolution of plant physiology**. London: Elsevier Academic Press, 2004. p. 273-295. (Linnean Society Symposium Series).
- BALLARINI, A.W.; PALMA, H.A.L. Propriedades de resistência de madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Rev. Árvore**, v. 27, n. 3, p. 371-380, 2003.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica; Colombo: Embrapa Floresta, 2003. 2 v. 627 p.
- COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – COPANT. **Madeiras, descrição macroscópica, microscópica e geral da madeira; angiosperma, dicotiledôneas**. Rio de Janeiro, 1974. 15 p.

- DEL MENEZZI, C.H.S.; SILVEIRA, R.R.; SOUZA, M.R. Estimativa das propriedades de flexão estática de seis espécies de madeiras amazônicas por meio da técnica não-destrutiva de ondas de tensão. **Acta Amazonica**, v. 40, p. 325-332, 2010.
- DÜNISCH, O.; REISSMANN, C.B.; OLISZESKI, A.V. Variability of vessel characteristics in xylem of *Ilex paraguariensis* (mate-tree) from south Brazil. **IAWA Journal**, v. 25, n. 4, p. 449-458, 2004.
- DURIGAN, G. et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. 2. ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2002. 65 p.
- FLORSHEIM, S.M.B. et al. Variação nas dimensões dos elementos anatômicos da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade. **Rev. Inst. Flor.**, v. 21, p. 79- 91, 2009.
- FOELKEL, C.E.B.; MILANZES, A.F.; BUSNARDO, C.A. Métodos do máximo teor de umidade aplicado à determinação de densidade básica da madeira de eucalipto. **Silvicultura**, v. 8, n. 2, p. 792-796, 1983.
- GARTLAND, H.M.; SALAZAR, W. Descripción y clave de reconocimiento de las principales especies forestales de Misiones al estado de renuevo. **Vyryaretá**, v. 3, n. 3, p. 117-129, 1992.
- HARRIS, J.M. Effect of rapid growth on wood processing. In: WORLD CONGRESS, 17., 1981, Japan. **Proceedings...** Japan: IUFRO, 1981. p. 117-125.
- IAWA COMMITTEE. List microscope features of hardwood identification. **IAWA Bulletin**, v. 10, n. 3, p. 221-259, 1989.
- ISHIGURI, F. et al. Radial variation of anatomical characteristics in *Paraserianthes falcataria* planted in Indonesia. **IAWA Journal**, v. 30, n. 3, p. 343-351, 2009.
- JANKOWSKY, I.P. et al. **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. v. 1, 171 p.
- JOHANSEN, D.A. **Plant microtechniques**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.
- LIMA, I.L. et al. Variação da densidade básica e dimensões celulares da madeira de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Kuntze em função da procedência. **Cerne**, v. 17, p. 70-81, 2011.
- \_\_\_\_\_. et al. Efeito da procedência em algumas propriedades da madeira de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Rev. Inst. Flor.**, v. 22, p. 61-69, 2010.
- \_\_\_\_\_. et al. Variação radial da densidade básica e dimensões celulares de *Croton floribundus*. **Floresta**, v. 40, p. 663-670, 2010.
- LONGUI, E.L.; LIMA, I.L.; FLORSHEIM, S.M.B. Variação anatômica radial do lenho de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) e sua influência na densidade aparente. **Rev. Inst. Flor.**, v. 21, p. 181-190, 2009.
- LONGUI, E.L. et al. Seed provenance influences the wood structure of *Gallesia integrifolia*. **IAWA Journal**, v. 32, p. 361-374, 2011.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 418 p.
- MALAN, F.S.; HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, v. 163, p. 13-20, 1992.
- PAULA, J.E.; ALVES, J.L.H. **Madeiras nativas**. Brasília, DF: MOA, 2007. 541 p.
- POUBEL, D.S. et al. Estrutura anatômica e propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Floresta e Ambiente**, v. 18, p. 117-126, 2011.
- ROCHA, F.T.; FLORSHEIM, S.M.B.; COUTO, H.T.Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden aos sete anos. **Rev. Inst. Flor.**, v. 16, n. 1, p. 43-55, 2004.

ROQUE, R.M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C.T. Wood anatomical variation of *Gmelina arborea* trees, Verbenaceae, from dry and wet climate in Costa Rica. **Scientia Forestalis**, v. 75, p. 65-75, 2007.

SEBBENN, A.M. et al. Conservação *ex situ* e pomar de sementes em banco de germoplasma de *Balfourodendron riedelianum*. **Rev. Inst. Flor.**, v. 19, n. 2, p. 101-112, 2007.

SERPA, P.N. et al. Avaliação de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 723-33, 2003.

SIQUEIRA, A.C.F.M. et al. Distribuição da variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação *ex situ*. **Rev. Inst. Flor.**, v. 12, n. 2, p. 89-103, 2000.

SOUSA, J.P.; GUEDES, M.L.S. Anatomia da madeira de *Balfourodendron riedelianum*, Mocambo. **Sitientibus**, v. 4, n. 7, p. 23-28, 1987.

URBINATI, C.V. et al. Variação estrutural quantitativa no lenho de *Terminalia ivorensis* A.CHEV, Combretaceae. **Acta bot. Bras.**, v. 17, n. 3, p. 421-437, 2003.

VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M.A.M. Características edafoclimáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvic. S. Paulo**, v. 4, p. 57-140, 1965/1966.