

2007

Darci Alberto Gatto / Clovis Roberto Haselein / Ediane Andréia Buligon / Leandro Calegari /  
Diego Martins Stangerlin / Leonardo da Silva Oliveira

ESTIMATIVA DA IDADE DE SEGREGAÇÃO DO LENHO JUVENIL E ADULTO PARA  
PLATANUS X ACÉRIFOLIA (AIT.) WILLD.

*Cerne*, outubro-dezembro, año/vol. 13, número 004

Universidade Federal de Lavras

Lavras, Brasil

pp. 393-398

## ESTIMATIVA DA IDADE DE SEGREGAÇÃO DO LENHO JUVENIL E ADULTO PARA *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd.

Darci Alberto Gatto<sup>1</sup>, Clovis Roberto Haselein<sup>2</sup>, Ediane Andréia Buligon<sup>3</sup>,  
Leandro Calegari<sup>4</sup>, Diego Martins Stangerlin<sup>5</sup>, Leonardo da Silva Oliveira<sup>6</sup>

(recebido: 17 de maio de 2007; aceito: 26 de outubro de 2007)

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho delimitar a idade de maturação do lenho através de características anatômicas da madeira de *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd., por meio da segregação dos lenhos juvenil e adulto. Utilizaram-se três árvores adultas, de bom fuste e com DAP superior a 40 cm (48, 41 e 46 cm). Foram retirados discos com aproximadamente 2 cm de espessura a 0,1 m de altura do tronco. De cada disco retirou-se uma bagueta central de 2 cm de largura, dividindo-se na medula em amostras "A" e "B". Das amostras sorteou-se uma e separou-se visualmente o lenho inicial de cada anel de crescimento para a maceração (método de Jeffrey). Mediu-se, a partir da medula, o comprimento, diâmetro e o lume de 30 fibras em cada anel de crescimento. A espessura das paredes das fibras foi obtida pela metade da diferença do diâmetro da fibra e do lume. A segregação dos dois tipos de lenho foi definida pela variação radial (medula-casca), das características anatômicas (comprimento, diâmetro, largura do lume e espessura da parede das fibras), através de duas regressões lineares simples. Os resultados indicam que o comprimento de fibra é a melhor característica para a definição do ano de segregação. Pode-se definir o ano de segregação dos lenhos juvenil-adulto em 14 anos, aproximadamente. Por sua vez, os parâmetros anatômicos, diâmetro das fibras, largura do lume e espessura da parede das fibras mostraram-se inadequados para a estimativa da idade de segregação, dado os baixos coeficientes de determinação dos modelos estatísticos.

Palavras-chaves: Segregação dos lenhos; variação radial; características anatômicas da madeira.

### AGE OF SEGREGATION OF JUVENILE AND MATURE *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd WOOD

**ABSTRACT:** This study determined the maturation age of *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd., through anatomical characteristics of the wood by means of the segregation of the juvenile-mature wood. Three adult trees were elected, of appropriate trunk and with diameter larger than at 40 cm (48, 41 and 46 cm) the 1.30 m of height. Discs with 2 cm of thickness at 0.1 m of height of the trunk were used. From each disc it was removed a central part of 2 cm of width, that was divided at the pith in samples "A" and "B". Only one sample was selected and the initial wood of each growth ring was separated for maceration (method of Jeffrey). Departing from the pith, the length, diameter and the lumen of thirty staple fibres in each growth ring were measured. The thickness of the walls of fibers was taken as the half of the difference of the diameter of the fiber and the lumen. The segregation of the two types of wood was defined by the radial variation (pith-bark) of the anatomical characteristics (length, diameter, width of the lumen and thickness of the wall of fibers), through two simple linear regressions. The results indicate that the fiber length is the best characteristic for defining the segregation age. The age of segregation of juvenile-mature wood was defined as 14 years-old. In turn, the anatomical parameters, diameter of fibers, width of the lumen and thickness of the wall of fibers were found inadequate for estimating the age of segregation.

Key words: Segregation of the wood; radial variation; wood anatomical characteristics.

### 1 INTRODUÇÃO

A madeira juvenil corresponde à uma região central da árvore de forma cilíndrica, com diâmetro mais ou menos

uniforme, estendendo-se desde a base até o topo da árvore, podendo formar parte do alburno ou do cerne no tronco, se esse último já estiver presente na árvore. Por sua vez, a madeira adulta é formada na fase adulta da árvore sempre

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal, Professor do Curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas/UFPEL – Campus Capão do Leão – Cx. P. 354 – 96010-900 – Capão do Leão, RS – darcigatto@yahoo.com

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Professor do Centro de Ciências Rurais/CCR da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM – Campus Universitário – 97105-900 – Santa Maria, RS – haseleic@ccr.ufsm.br

<sup>3</sup>Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM – Campus Universitário – 97105-900 – Santa Maria, RS – edianeandrea@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Engenheiro Florestal, Doutorando em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa/UFV – Campus Universitário – 36.571-000 – Viçosa, MG – leandrocalegari@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciência Florestal no Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM – Campus Universitário – 97105-900 – Santa Maria, RS – diegostangerlin@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Engenheiro Florestal, Professor Assistente do Curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas/UFPEL – Cx. P. 354 – 96019-900 – Pelotas, RS – leonardo76rs@yahoo.com.br

posterior ao lenho juvenil (COWN, 1992). Para Ramsay & Briggs (1986), a madeira juvenil é o xilema secundário formado durante a fase juvenil do câmbio vascular correspondente a estágios iniciais da vida da árvore. Esse período varia conforme a espécie, e sua proporção pode ser afetada pelas condições ambientais (sítio, clima etc.). Essa madeira caracteriza-se, anatomicamente, por um progressivo acréscimo nas dimensões das células e por correspondentes alterações na sua forma, estrutura e disposição em sucessivos anéis de crescimento.

A maioria dos estudos de variabilidade do lenho demonstram uma tendência nas propriedades da madeira no sentido medula-casca, uma variação radial freqüentemente descrita em zonas de madeira juvenil e adulta. A madeira juvenil, porção do tronco da árvore que cerca a medula, é caracterizada por uma mudança progressiva nas características da célula e nas propriedades da madeira (PANSWIN & ZEEUW, 1970).

A variação radial aparece ao longo do tronco e pode ser explicada, em termos, por mudanças nas dimensões dos traqueídeos e, em último caso, pelo crescimento e produção hormonal (LARSON, 1973). As propriedades da madeira não são uniformes da medula para o exterior; a madeira dos primeiros anéis formados apresenta menor massa específica, menor comprimento de fibra, maior ângulo microfibrilar, entre outras características. Em anéis sucessivos, partindo do centro da árvore, verifica-se o aumento da massa específica e das características anatômicas (comprimento, diâmetro do lume e espessura das paredes das fibras etc.). A taxa de mudança na maioria das propriedades é muito rápida nos primeiros anéis; os anéis posteriores vão assumindo, gradualmente, as características da madeira adulta (BENDTSEN, 1978).

Embora a madeira juvenil não seja prejudicial, por exemplo, para papel de imprensa e na qualidade da impressão no papel (ZOBEL, 1984), é bem conhecido que suas propriedades podem afetar algumas propriedades, utilizando-a como madeira sólida. Dessa forma, existe interesse considerável no seu conhecimento, pois a proporção desse tipo de lenho influencia na qualidade dos produtos de desbaste, no manejo e na administração da colheita final.

De modo geral, a maioria dos trabalhos sobre madeira juvenil enfatiza que o crescimento rápido nas plantações florestais origina a formação de madeira de qualidade inferior e que, atualmente, é grande a proporção de madeira juvenil comercializada nos mercados, trazendo

como resultado problemas de qualidade nos produtos obtidos desse tipo de matéria-prima (BROWN & MCWILLIAMS, 1990). Assim, definir a idade aproximada em que ocorre a transição da madeira juvenil para madeira adulta, é de grande importância prática, já que a proporção de madeira juvenil no mercado é crescente. Tal informação permitirá estimar melhor os valores comuns entre as propriedades de madeira juvenil e adulta e, conseqüentemente, contribuirá para melhorar a utilização tecnológica da madeira juvenil e adulta (BENDTSEN & SENFT, 1986).

Para entender melhor a extensão e qualidade da madeira juvenil, precisa-se definir a demarcação entre os lenhos, uma tarefa complicada porque a mudança do lenho juvenil para lenho adulto, normalmente, ocorre gradualmente durante os anos (BENDTSEN, 1978). Para identificar a demarcação, já se utilizaram muitos métodos com grande complexidade e objetividade variada, desde identificar o aparecimento empírico da madeira juvenil por exame visual, até análises complexas de seções transversais do tronco, com aplicação de técnicas de regressão não-linear (ROOS et al., 1990; ZOBEL et al., 1958). O método mais utilizado freqüentemente é o exame visual de desenhos gráficos das propriedades da madeira em anéis observados desde a medula, obtidos através de raios-X, maceração, entre outros (BENDTSEN & SENFT, 1986; CLARK & SAUCIER, 1989).

Shiokura (1982), estudando madeira de coníferas, definiu a idade de segregação da madeira por meio de uma fórmula logarítmica na qual descreveu a variação radial em comprimento de traqueídeos com o número do anel e a porcentagem de incremento anual, em comprimento de traqueídeos. Nesse, considerava que, o ponto no qual o incremento anual em comprimento de traqueídeos diminuiu 1%, era o limite entre madeira juvenil e adulta.

Foelkel et al. (1983) estudando os elementos anatômicos de *Eucalyptus saligna* com 9 anos e 8 meses, concluíram que ocorre uma variabilidade da madeira no sentido radial. Estimaram que, até cerca de 25% do diâmetro da árvore (ao nível do DAP), se produz madeira infantil, que se segue pela produção de madeira juvenil até 50 a 60% do diâmetro. A partir desse ponto, a madeira passa a ter suas propriedades estabilizadas, embora mantendo ainda tendência de variação, no entanto, não tão acentuadas.

O plátano (*Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd.), que chegou com a colonização italiana, adaptou-se bem às condições climáticas de nosso Estado, em especial nas

regiões serrana e de planalto, sendo ainda cultivado em pequenos povoamentos. Na atualidade a madeira de plátano vem sendo utilizada como matéria-prima para móveis vergados. Entretanto, a sua madeira é pouco estudada, carecendo de novas pesquisas que venham caracterizá-la tecnologicamente.

Objetivou-se no presente trabalho delimitar a idade de maturação do lenho através de características anatômicas (comprimento, diâmetro, largura do lume e espessura da parede das fibras) da madeira de *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd. (plátano), por meio da segregação dos lenhos juvenil e adulto.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para estimar a idade ou demarcar a madeira juvenil/adulta da madeira de plátano, utilizou-se a medição de características anatômicas (comprimento, diâmetro, largura de lume e espessura de parede das fibras).

A maceração, utilizada nesse trabalho, é o principal artifício da anatomia da madeira para definir as dimensões de fibras unitárias em uma espécie florestal. As variações nas dimensões de comprimento, diâmetro, largura de lume e espessura de parede das fibras ao longo do raio (medula-casca), podem auxiliar na definição do grau de maturação do lenho, usando-se técnicas de regressão e/ou de visualização.

Para o estudo da segregação do lenho da madeira de *Platanus x acerifolia*, selecionaram-se três árvores, de bom fuste, boas condições fitossanitárias e com DAP superior a 40 cm (48, 41 e 46 cm), localizadas na Encosta Superior do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. O povoamento apresentava apenas uma linha de plantio com espaçamento entre plantas de 3 m, com idade aproximada de 25 anos e não sofrera nenhum tipo de manejo.

O material foi selecionado pela extração ao acaso, conforme normas ASTM (1995) e COPANT (1971). De cada árvore retirou-se um disco com, aproximadamente, 2 cm de espessura a 0,1 m de altura do tronco.

Para a maceração, retirou-se de cada disco uma bagueta central de 2 cm de largura, bem orientada no sentido radial, incluindo a medula. As baguetas foram colocadas em solução alcoólica de 70% para manutenção de suas características. Para a maceração e confecção das lâminas, já que a variação dentro do anel de crescimento é muito grande, foi separado (visualmente) apenas o lenho inicial de cada anel de crescimento, no sentido medula-casca, e apenas esse foi macerado. Na maceração

propriamente dita, utilizou-se o método de Jeffrey descrito por Burger & Richter (1991).

Mediu-se a partir da medula, o comprimento (C), diâmetro (D) e o lume (d) de 30 fibras em cada anel de crescimento, definido por Gatto (2006) como estatisticamente suficiente. O comprimento das fibras foi medido em microscópio com objetiva de dez vezes e o diâmetro das fibras e largura do lume, com objetiva de quarenta vezes. A espessura (e) das paredes das fibras foi obtida pela metade da diferença entre o diâmetro total da fibra e o diâmetro do lume  $\{e=(D-d)/2\}$ .

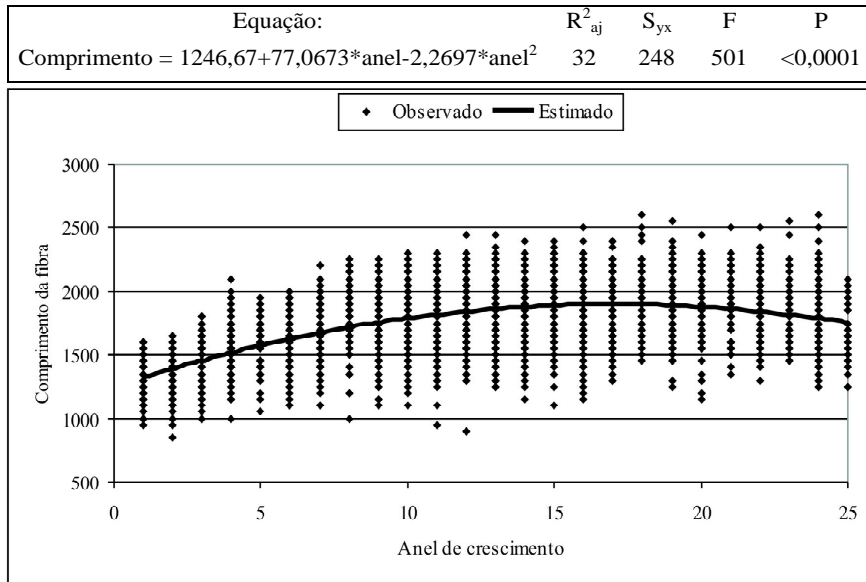
A separação dos dois tipos de lenho foi definida pela variação radial (medula-casca) das características anatômicas (comprimento, diâmetro, largura do lume e espessura de parede das fibras), através de duas regressões lineares simples. Aplicou-se uma regressão para a parte ascendente da nuvem de pontos e outra para a parte em que a nuvem se mostrava constante ou descendente. Os limites das duas nuvens de pontos foram definidos visualmente em gráfico antes do ajuste das equações. O ano de início de formação de lenho adulto foi determinado pelo cruzamento das duas retas obtidas pelas equações de regressão.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Demonstram-se pelas Figuras 1 e 2 a variação do comprimento da fibra com a idade de formação do lenho para madeira de plátano. Uma equação quadrática foi ajustada para o conjunto da fibra em função da idade (Figura 1). Apesar de significativo, o modelo explica apenas 32% da variação do comprimento da fibra com a idade.

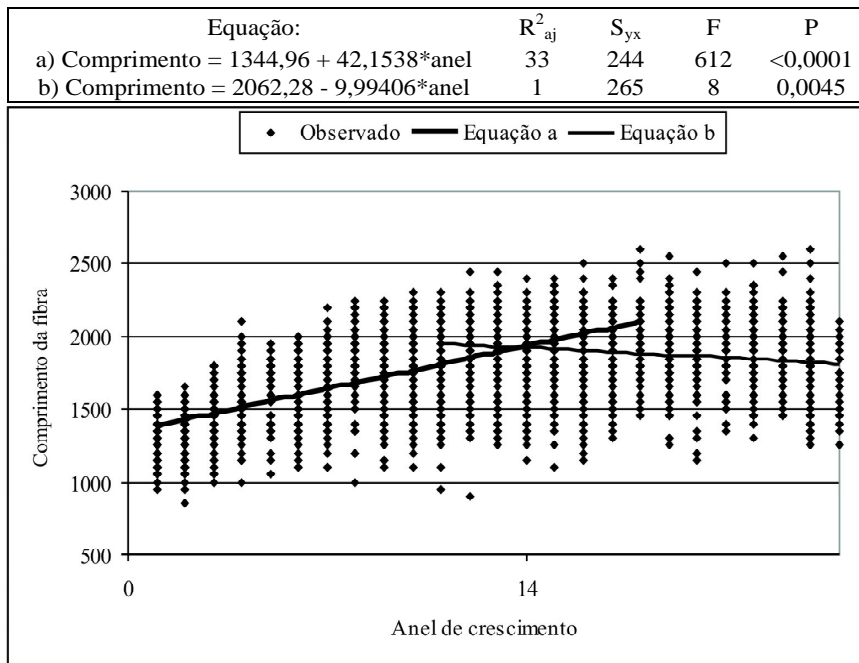
Na Figura 2, observa-se que até o 14º ano de vida da árvore ocorre um aumento no comprimento da fibra, seguida de estabilização e diminuição a partir do 20º ano até a idade em estudo. Porém, o comprimento das fibras dos últimos anéis de crescimento ainda são superiores aos dos primeiros anéis. Assim, a variação radial do comprimento de fibra para a madeira de plátano, passa de muito curto (750 – 1000 µm), próximo à medula, a extremante longos (>2000 µm) à medida que se distanciam da medula.

A idade de segregação encontrada para o comprimento das fibras, foi de 14 anos (Figura 2). A idade de segregação definida pelo comprimento das fibras da madeira de plátano ficou dentro da faixa de segregação (5º ao 20º anel de crescimento), descrita para outras espécies pesquisadas (BENTSEN, 1978; MUÑIZ, 1993).



**Figura 1** – Variação do comprimento da fibra ( $\mu\text{m}$ ) com a idade de formação do lenho da madeira de *Platanus x acerifolia*, para o conjunto de dados das três árvores estudadas.

**Figure 1** – Variation of the length of the fiber ( $\mu\text{m}$ ) with the age of formation of the wood of *Platanus x acerifolia* for the data set of the three studied trees.



**Figura 2** – Idade de segregação do lenho juvenil e adulto em razão do comprimento da fibra ( $\mu\text{m}$ ) da madeira de *Platanus x acerifolia*, para o conjunto de dados das três árvores estudadas.

**Figure 2** – Age of segregation of juvenile and mature wood in function of the length of the fiber ( $\mu\text{m}$ ) of the wood of *Platanus x acerifolia* for the data set of the three studied trees.

Os parâmetros anatômicos diâmetro das fibras, largura do lume e espessura da parede das fibras mostraram-se inadequados para a estimativa da idade de segregação entre o lenho juvenil e adulto, dado os baixos coeficientes de determinação (Tabelas 1 e 2).

Verifica-se na Tabela 1, que existe pouca relação entre as variáveis anatômicas e a idade. Em decorrência disso, o uso desses parâmetros para a segregação é impreciso, como pode ser visto pelas estatísticas apresentadas na Tabela 2. Dessa forma, nesse estudo de segregação, utilizando-se das características anatômicas, a idade mais provável de passagem do lenho juvenil para adulto pode ser claramente definida pelo comprimento das fibras. Essa característica anatômica foi a que apresentou-se mais adequada para demonstrar a variação radial da madeira. As demais características anatômicas, ou não são influenciadas pela idade, ou apresentam uma diferenciação dimensional mais lenta e gradual, como também o afirmam Bendtsen (1978) e Muñiz (1993).

De maneira geral, os estudos anatômicos demonstraram a variação radial no comprimento, diâmetro, largura do lume e espessura da parede das fibras. Tal

variação, influenciada pela idade real do tecido cambial, forma zonas distintas de dimensões de fibras da madeira de plátano, percebidas no corte transversal das árvores, dependendo da posição radial do tronco. Essa variação também foi percebida por outros pesquisadores, em outras espécies florestais (COWN, 1980; SANIO, 1972).

#### 4 CONCLUSÕES

A variação das características anatômicas da madeira de plátano em estudo pode ser resumida da seguinte forma:

– As fibras apresentaram aumento de suas dimensões (comprimento, diâmetro e espessura da parede celular), nos primeiros anos de vida, seguida de uma estabilização. Um posterior decréscimo, nos últimos anos, foi verificado apenas para espessura de parede. Já a largura do lume, mostrou-se dimensão estável nos primeiros anos de crescimento, seguida de diminuição no diâmetro;

– Não foi observado comportamento claro para o diâmetro das fibras, largura do lume e espessura da parede celular, impossibilitando a definição do ano de segregação com base nessas características anatômicas;

**Tabela 1** – Equações ajustadas para estimar o diâmetro das fibras, a largura do lume e a espessura de parede ( $\mu\text{m}$ ) para madeira de *Platanus x acerifolia* em função da idade.

**Table 1** – Adjusted equations to estimate the diameter of fibers, width of the lumen and thickness of the cellular wall ( $\mu\text{m}$ ) for wood of *Platanus x acerifolia* in function of age.

Equação	$R^2_{aj}$	$S_{yx}$	F	P
Diâmetro = $20,1442 + 0,68591 * \text{anel} - 0,0203622 * \text{anel}^2$	13	4	152	<0,0001
Lume = $9,19788 - 0,00469922 * \text{anel}^2$	8	2,9	185	<0,0001
Parede = $5,5255 + 0,332159 * \text{anel} - 0,0074286 * \text{anel}^2$	32	1,5	505	<0,0001

Em que:  $R^2_{aj}$  = coeficiente de determinação;  $S_{yx}$  = erro padrão da estimativa; F = valor calculado; P = probabilidade de erro.

**Tabela 2** – Equações testadas para definição da idade de segregação do lenho juvenil e adulto em função do diâmetro da fibra, largura do lume, espessura da parede celular ( $\mu\text{m}$ ) para a madeira de *Platanus x acerifolia*.

**Table 2** – Equations adjusted for defining the age of segregation of juvenile (a) and mature (b) wood in function of the diameter of fibres, width of the lumen and thickness of the cellular wall ( $\mu\text{m}$ ) for the wood of *Platanus x acerifolia*.

Equação	$R^2_{aj}$	$S_{yx}$	F	P
a) Diâmetro = $20,8138 + 0,417949 * \text{anel}$	16	3,9	235	<0,0001
b) Diâmetro = 25,23 (constante)	-	-	-	-
a) Lume = 9,06 (constante)	-	-	-	-
b) Lume = $10,6011 - 0,17084 * \text{anel}$	8	2,8	113	<0,0001
a) Parede = $5,78388 + 0,228419 * \text{anel}$	28	1,5	495	<0,0001
b) Parede = 8,65 (constante)	-	-	-	-

Em que:  $R^2_{aj}$  = coeficiente de determinação;  $S_{yx}$  = erro padrão da estimativa; F = valor de F calculado; P = probabilidade de erro.

– A segregação entre lenho juvenil e adulto da madeira de plátano pode ser feita pelo comprimento das fibras. Através dessa variável, o ano de segregação definido com o auxílio de análise gráfica e modelos de regressão foi de 14 anos.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard practice for sampling forest trees for determination of clear wood properties:** ASTM D5536-94. Philadelphia, 1995.

BENDTSEN, B. A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal**, [S.l.], v. 28, n. 10, p. 69-72, 1978.

BENDTSEN, B. A.; SENFT, J. Mechanical and anatomical properties in individual growth rings of plantation-grown cottonwood and loblolly pine. **Wood Fiber Science**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 23-28, 1986.

BROWN, M. J.; McWILLIAMS, W. H. Pine stands across the South: trends and projections. In: SOUTHERN PLANTATION WOOD QUALITY WORKSHOP, 1989, Athens. **Proceedings...** Asheville: Southeastern Forest Experiment Station-United States Department of Agriculture, 1990. p. 1-15.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.

CLARK, A.; SAUCIER, J. R. Influence of initial planting density, geographic location, and species on juvenile formation in southern pine. **Forest Products Journal**, [S.l.], v. 39, p. 42-48, 1989.

COWN, D. J. Corewood (Juvenile wood) in *Pinus radiata*: should we be concerned? **New Zealand Journal of Forestry Science**, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 87-95, 1992.

COWN, D. J. Radiata pine: wood age and wood property concepts. **Zealand Journal of Forestry Science**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 508-520, 1980.

COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **Selección y colección de maderas:** COPANT 30:1-001. [S.l.], 1971.

FOELKEL, C. E. B.; BUSNARDO, C. A.; DIAS, C.; SHIMDT, C.; SILVA, R. M. R. da. Variabilidade radial da madeira de

*Eucalytus saligna* Smith. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBS/IBDF/CNPq/FINEP, 1983. p. 782-791.

GATTO, D. A. **Características tecnológicas do vergamento das madeiras de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* como subsídios para o manejo florestal.** 2006. 109 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

LARSON, P. R. The physiological basis for wood specific gravity in conifers. In: IUFRO DIVISION 5 MEETING, 1973, Stellenbosch. **Proceedings...** Stellenbosch: [s.n.], 1973. v. 2, p. 672-680.

MUÑIZ, G. L. B. **Caracterização e desenvolvimento de modelos para estimar as propriedades e o comportamento na secagem da madeira de *Pinus taeda* L.** 1993. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. de. **Textbook of wood technology.** New York: McGraw-Hill, 1970. 105 p.

RAMSAY, W.; BRIGGS, D. Juvenile wood: has it come of age. In: A TECHNICAL WORKSHOP: JUVENILE WOOD-WHAT DOES IT MEAN TO FOREST MANAGEMENT AND FOREST PRODUCTS, 1985, Washington. **Proceedings...** Madison: Forest Products Research Society, 1986. p. 5-11.

ROOS, K. D.; SHOTTAFER, J. E.; SHEPARD, R. K. The relationship between selected mechanical properties and age in quaking aspen. **Forest Products Journal**, [S.l.], v. 40, n. 7/8, p. 54-56, 1990.

SANIO, K. Verber die gross der holzzellenbei der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*). **Jahrb. Wiss. Bot.**, [S.l.], v. 8, p. 401-420, 1972.

SHIOKURA, T. Extent and differentiation of the juvenile wood zone in coniferous tree trunks. **Wood Fiber Science**, [S.l.], v. 28, n. 2, p. 85-90, 1982.

ZOBEL, B. J. The changing quality of the world wood supply. **Wood Fiber Science**, [S.l.], v. 18, p. 1-17, 1984.

ZOBEL, B. J.; WEBB, C.; HENSON, F. Core or juvenile wood of loblolly and slash pine trees. **Tappi**, [S.l.], v. 42, n. 5, p. 345-356, 1958.