

PROPRIEDADES DA MADEIRA DE *Pinus taeda* L. EM FUNÇÃO DA IDADE E DA POSIÇÃO RADIAL NA TORA¹

Fabio Lucas de OLIVEIRA²

Israel Luiz de LIMA³

José Nivaldo GARCIA⁴

Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM⁵

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi verificar a influência da idade da floresta e a variabilidade radial em algumas das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Pinus taeda* L. Foram amostradas cinco árvores de DAP (diâmetro à altura do peito, 1,30 m) médio nas idades de 9, 13 e 20 anos, em populações comerciais da região de Sengés/PR. As propriedades estudadas foram: resistência à compressão paralela às fibras (fc0), resistência à flexão (ff), massa específica a 12% de umidade (ρ) e retração volumétrica (ϵ_v). De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que a idade da árvore influenciou, significativamente, em todas as propriedades, com exceção da retração volumétrica. Ocorreu aumento da ρ , fc0 e ff de acordo com a idade da população e da ρ , fc0 e ff no sentido da medula para a casca. Ocorreram altas correlações positivas entre as propriedades de resistência e a massa específica.

Palavras-chave: *Pinus taeda*; idade; massa específica; resistência mecânica; retração.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, tanto a indústria madeireira quanto a indústria de celulose e papel, se utiliza em grande escala de toras de árvores do gênero *Pinus*. Entre as espécies de *Pinus*, *Pinus taeda* destaca-se pela produtividade e qualidade de sua madeira.

Segundo Marchiori (1996), *Pinus taeda* é oriundo das planícies adjacentes ao Golfo do México e da Costa Atlântica ao Sudeste dos Estados Unidos; em geral, cresce até a altitude de 800 m.

ABSTRACT

The purpose of the present work was to verify the influence of age and radial variability on some physical and mechanical properties of grown *Pinus taeda* L. Five trees with average diameter at breast height (DBH) at ages of 9, 13 and 20 years old were taken from commercial population in the Sengés/PR region. The properties studied were specific mass (ρ), compression parallel strength (fc0), static bending (ff) and volumetric shrinkage (ϵ_v). According to the results it can be concluded that the age of the tree influenced, significantly, all studied properties, except for the volumetric shrinkage. The ρ , fc0 and ff increased according to the increase of the age of the population and there was also increase of the ρ , fc0 and ff from pith to bark direction. It was also observed the occurrence of a high positive correlation between the specific mass and the mechanical properties.

Key words: *Pinus taeda*; age; specific mass; strength; shrinkage.

Trata-se da espécie madeireira mais importante dos Estados Unidos, na atualidade. No Sul do Brasil é cultivado sobretudo nas terras mais altas da Serra Gaúcha e do Planalto Catarinense. A sua madeira é indicada para construções, móveis e caixotaria. Os traqueídeos são longos e adequados à fabricação de papel. Além disso, essa espécie pode ser explorada para a produção de resina.

A idade ideal de corte, quando se obtém uma maior proporção de madeira adulta em relação à madeira juvenil, é uma das questões a serem consideradas nas pesquisas de manejo de florestas de *Pinus*.

(1) Aceito para publicação em junho de 2006.

(2) Sengés Florestadora e Agrícola Ltda., Rua Governador Manoel Ribas, 131, 84220-000, Sengés, PR, Brasil. E-mail: fabioluca@yahoo.com.br

(3) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: isaellima@iflorestal.sp.gov.br

(4) ESALQ/USP, Departamento de Ciência Florestais, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: jngarcia@esalq.usp.br

(5) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: sfloresheim@iflorestal.sp.gov.br

Formada pelo câmbio, a madeira juvenil, nos primeiros anos de crescimento do tronco, situa-se em volta da medula. Esse período de crescimento é chamado de juvenilidade. Nas toras de árvores muito jovens, quase toda a madeira é juvenil, enquanto essa ocorrência é pouco freqüente nas toras de idade mais avançada. O período de juvenilidade varia conforme a espécie e pode ser afetado pelas condições ambientais. A madeira adulta é formada após o período de juvenilidade e, em geral, suas células alcançam dimensões máximas que se mantêm mais ou menos constantes, exceto quando influenciadas drasticamente pelas condições ambientais (Jankowsky, 1979; Zobel, 1981; Hillis & Brown, 1984; Zobel & Buijtenen, 1989).

De acordo com Hillis & Brown (1984) e Malan (1995), a proporção de madeira juvenil existente em uma tora é uma característica que depende fundamentalmente da idade da árvore, bem como do ambiente e do manejo; entretanto, em uma mesma idade e em condições semelhantes de ambiente e de manejo, pode-se verificar que existe grande variabilidade nessa proporção.

Segundo Koga (1988), a duração do período juvenil, de 7 a 15 anos, varia de acordo com cada espécie e com o ambiente. Em uma árvore com 15 anos, o lenho juvenil pode ocupar cerca de 85% do tronco e, dos 30 anos em diante, cerca de 10%. As características das madeiras juvenil e adulta, de uma mesma árvore, diferem sensivelmente. A madeira juvenil apresenta, geralmente, traqueídeos mais curtos e também menor densidade do que a madeira adulta. Conseqüentemente, apresenta propriedades físicas e mecânicas inferiores àquelas da madeira normal. A madeira juvenil ocorre tanto nas folhosas como nas coníferas, entretanto nas coníferas as diferenças entre madeira adulta e madeira juvenil são mais pronunciadas do que nas folhosas. O comprimento dos traqueídeos de madeira adulta, nas coníferas, pode ser até quatro vezes maior do que na madeira juvenil, enquanto nas folhosas o comprimento das fibras pode aumentar até duas vezes mais na madeira adulta em relação à madeira juvenil. Nas coníferas, a madeira juvenil é considerada um problema significativo, influenciando na qualidade da madeira (Panshin & Zeeun, 1970; Jacob & Balloni, 1978; Zobel, 1981).

Ballarin & Palma (2003), em um estudo na madeira de *P. taeda*, definiram que: a região do 1º ao 14º anel de crescimento seria de madeira juvenil, do 14º ao 18º anel uma região de transição, e do 18º ao 37º seria a madeira adulta.

Brasil *et al.* (1982), estudando a variação da densidade básica da madeira de *P. elliottii*, em três regiões do Estado de São Paulo, para diferentes idades, concluíram que houve um aumento da densidade básica da árvore ao nível do DAP (diâmetro a altura do peito, 1,30 m), de acordo com o aumento da idade da árvore, dentro de uma mesma floresta.

Pinheiro *et al.* (1983) concluíram que não houve diferenças significativas entre médias dos valores da densidade básica para as idades de 4, 5 e 7 anos, de *P. elliottii*. Porém, houve uma tendência de aumento da densidade em função das idades das plantações.

Hassegawa (2003), em um estudo de massa específica de *P. taeda* em três classes diamétricas, verificou que a massa específica se comportou de maneira semelhante nas três classes, decrescendo em direção ao topo. Como não houve diferença estatística significativa entre os valores médios de massa específica das três classes, o autor concluiu que a classe diamétrica exerce pouca influência na massa específica.

Segundo Serpa *et al.* (2003), para obtenção de madeira mais densa, estável e com maior resistência à flexão e à compressão paralela às fibras, é necessário realizar a colheita de árvores mais velhas, pois estas tendem a possuir uma porcentagem maior de madeira adulta, que apresenta, então, maior resistência, maior densidade, além de ser mais estável dimensionalmente.

Em geral, a madeira de árvores mais jovens, constituída de alta porcentagem de lenho juvenil, possui propriedades mecânicas inferiores àquelas de árvores maduras. Pearson & Gilmore (1980) demonstraram que o MOR (módulo de ruptura) em madeiras juvenil e adulta de árvores de quinze anos correspondeu, em média, a 48% e 76%, respectivamente, do lenho adulto de árvores com 41 anos de idade.

De acordo com Larson *et al.* (2001), os módulos de elasticidade (MOE) e MOR da madeira são altamente correlacionados com a densidade e, portanto, são influenciados pela quantidade da madeira juvenil. Os trabalhos encontrados na literatura apresentam valores baixos para a madeira juvenil, nessas duas propriedades.

Dal Ponte Filho *et al.* (2004) concluíram que houve aumento da média dos valores da massa específica, resistência à compressão e resistência à flexão, de *P. taeda*, com o aumento da idade da população.

O objetivo do presente trabalho foi o de verificar a influência da idade do povoamento e sua variabilidade radial no tronco, em algumas das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *P. taeda* e, além disso, analisar a existência de relação entre estas propriedades.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foram utilizadas amostras de madeiras obtidas de árvores de plantios comerciais de *Pinus taeda* L., oriundas da região de Sengés/PR, com idades de 9, 13 e 20 anos.

Inicialmente, foi realizado um inventário do experimento e, a partir da distribuição dos diâmetros obtidos, definiu-se a classe média de DAP, como aquela igualmente representativa de todos os tratamentos, para análise das propriedades em estudo.

As amostras foram coletadas de cinco árvores (repetições) de cada idade, selecionadas aleatoriamente no talhão, obedecendo ao DAP médio de acordo com os dados obtidos no inventário florestal.

De cada árvore selecionada foi retirada a primeira tora de 2,40 m de comprimento. Em cada tora foi retirada uma prancha central com espessura de 5 cm. De cada prancha, na região central de um dos lados, escolhido aleatoriamente, foram retirados três sarrafos de 4 cm x 4 cm x 50 cm representativos das posições (0%, 50% e 100%) do raio da prancha para serem obtidos os corpos-de-prova, como mostrado na FIGURA 1.

Durante o desdobro das toras, procedeu-se à cuidadosa identificação de cada prancha produzida, quanto à sua origem e ao seu posicionamento espacial no interior da tora, visando aos estudos de variações radiais de algumas propriedades da madeira.

Os sarrafos obtidos foram secos ao ar por dois meses, para atingirem a umidade de equilíbrio em torno de 12%. Após o período de secagem, foram obtidos os corpos-de-prova das variáveis em estudo. Devido à limitação das dimensões das pranchas de madeira isentas de defeitos, os corpos-de-prova foram confeccionados com dimensões menores do que aquelas especificadas na norma NBR 7190/1997 (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 1997), que foi adotada como diretriz para determinações das propriedades físicas e mecânicas.

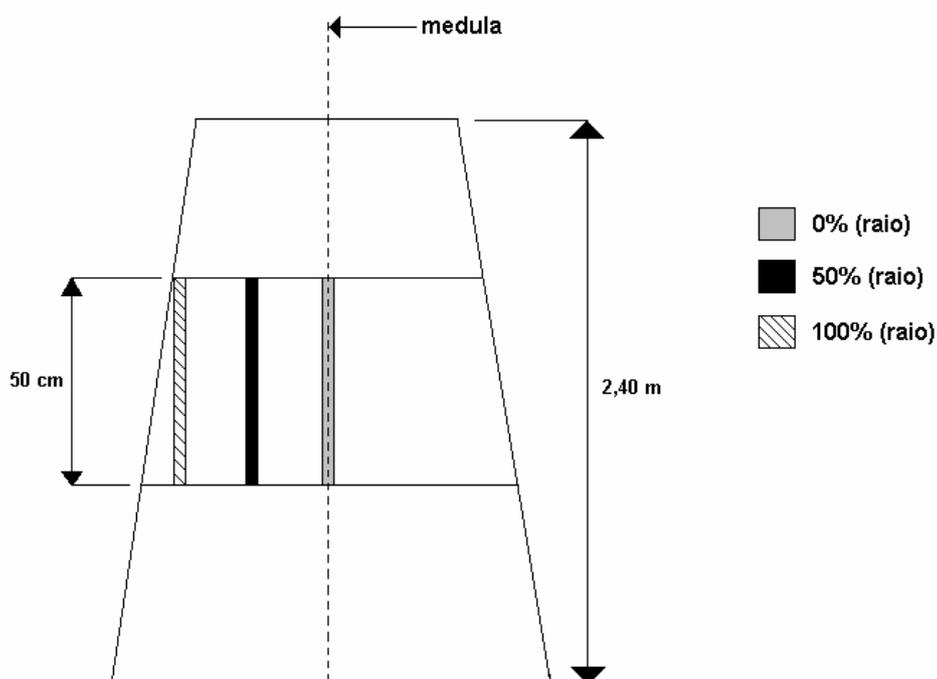


FIGURA 1 – Esquema representando a prancha central indicando as posições radiais de retirada dos corpos-de-prova para estudo da variabilidade radial

As propriedades estudadas foram: massa específica (ρ), retração volumétrica (ϵ_v), resistência à compressão paralela às fibras (fc_0) e resistência à flexão estática (ff). A massa específica a 12% de umidade (ρ) e a retração volumétrica (ϵ_v) foram determinadas no Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira do Instituto Florestal de São Paulo. A resistência à compressão paralela às fibras (fc_0) e a resistência à flexão (ff) foram obtidas no Laboratório de Engenharia da Madeira da ESALQ/USP.

2.1 Massa Específica

Para a obtenção da massa específica foram retiradas 3 amostras de 2 cm x 2 cm x 3 cm, obtidas dos sarrafos de cada repetição de diferentes posições do tronco, resultando em 15 amostras por idade e 45 amostras no total. Essas amostras foram secas em ambiente com temperatura normalizada, até atingirem, aproximadamente, 12% de umidade.

As amostras tiveram suas dimensões aferidas com paquímetro com sensibilidade de 0,01 cm, e a massa do corpo-de-prova foi obtida em balança semi-analítica com sensibilidade de 0,01 g. Para a obtenção da massa específica utilizou-se a expressão (1):

$$\rho = \frac{P_u}{V_u} \quad (1),$$

em que:

ρ : massa específica, g/cm³;

P_u : massa do corpo-de-prova a 12% de umidade, g; e

V_u : volume do corpo-de-prova a 12% de umidade, cm³.

2.2 Retração Volumétrica

A retração volumétrica foi obtida com corpos-de-prova de 2 cm x 2 cm x 3 cm, retirados de cada sarrafo, totalizando 15 amostras por idade e 45 amostras no total. Os corpos-de-prova foram saturados por um período de aproximadamente um mês, possibilitando obter o volume saturado de cada corpo-de-prova. Posteriormente, os mesmos foram secos em estufa até atingirem a massa seca constante a 105 ± 3 °C, o que resultou na obtenção do volume seco de cada corpo-de-prova.

A expressão utilizada foi (2):

$$\epsilon_v = \frac{V_u - V_s}{V_u} 100 \quad (2),$$

em que:

ϵ_v : retração volumétrica, %;

V_u : volume úmido, cm³, e

V_s : volume seco, cm³.

2.3 Resistência à Compressão Paralela às Fibras

Para obter-se a resistência à compressão paralela às fibras, foram utilizados corpos-de-prova de 2 cm x 2 cm x 3 cm, obtidos de cada sarrafo, sendo 15 unidades por idade e 45 no total. Foram realizados ensaios de compressão em uma máquina universal de ensaio da marca Losenhausenwerk, com velocidade de aplicação de cargas de 4000 N/min.

Para a obtenção dos valores dessa variável foi utilizada a expressão (3):

$$fc_0 = \frac{P_r}{A} \quad (3),$$

em que:

fc_0 : resistência à compressão paralela às fibras, MPa;

P_r : carga de ruptura, N, e

A : área da seção transversal, mm².

2.4 Resistência à Flexão Estática

Para o teste de resistência à flexão estática foram utilizados corpos-de-prova de 2 cm x 2 cm x 30 cm, retiradas de cada sarrafo, totalizando também 15 unidades por idade e 45 no total. Os corpos-de-prova foram secos à temperatura ambiente até atingirem a umidade de 12%. O ensaio foi conduzido em uma máquina universal de ensaio marca Losenhausenwerk, adotando-se velocidade de aplicação de carga de 500 N/min, resultando numa taxa de tensão de 22,5 MPa/min. Essa taxa é cerca de 2,25 vezes maior do que usado na compressão.

Para essa variável foi utilizada a expressão (4):

$$ff = \frac{3P_r L}{2bh^2} \quad (4),$$

em que:

ff: resistência à flexão estática, MPa;

P_r : carga de ruptura, N;

L: vão livre (fixado em 240 mm);

b: dimensão do corpo-de-prova perpendicular à força aplicada, mm, e

h: dimensão do corpo-de-prova paralelo à força aplicada, mm.

2.5 Análise Estatística

Na avaliação inicial do experimento foi efetuado o teste de homogeneidade de variância e para isso se utilizou o teste de Hartley. Posteriormente, se efetuou a análise de variância e aplicou-se o teste de Tukey para a comparação das médias.

Aplicou-se o teste de Tukey, para determinação de quais médias diferiram entre si, sempre que foi observada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de algum tratamento no teste F.

Também foi realizado um estudo de relações entre as propriedades avaliadas utilizando-se a análise de regressão linear simples, ao nível de significância de 95%.

Os resultados obtidos das propriedades foram analisados estatisticamente com o auxílio do procedimento estatístico PROC GLM dos SAS.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na TABELA 1 estão representados os resultados do inventário das populações em estudo.

Pela análise de variância efetuada foi possível verificar a ocorrência de diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, entre idades e as posições radiais nas árvores de algumas das propriedades em estudo. De acordo com Pimentel-Gomes (2000) os coeficientes de variação experimental obtidos foram considerados baixos para ρ e médios para ϵ_v , fc0 e ff. Esses resultados podem ser observados na TABELA 2 e nas FIGURAS 2 a 9.

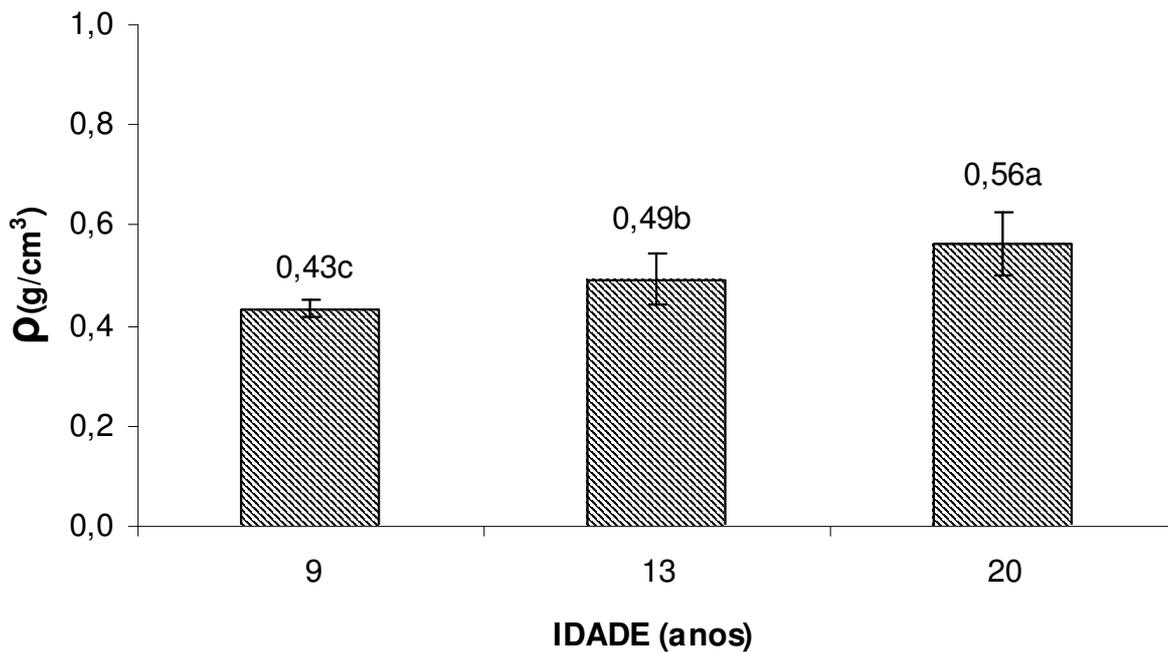
TABELA 1 – Distribuição dos DAPs e altura total nas populações de *P. taeda* em diferentes idades.

Idade (anos)	DAP médio (cm)	Altura total média (m)
9	19,8	12,6
13	27,2	20,4
20	33,1	22,3

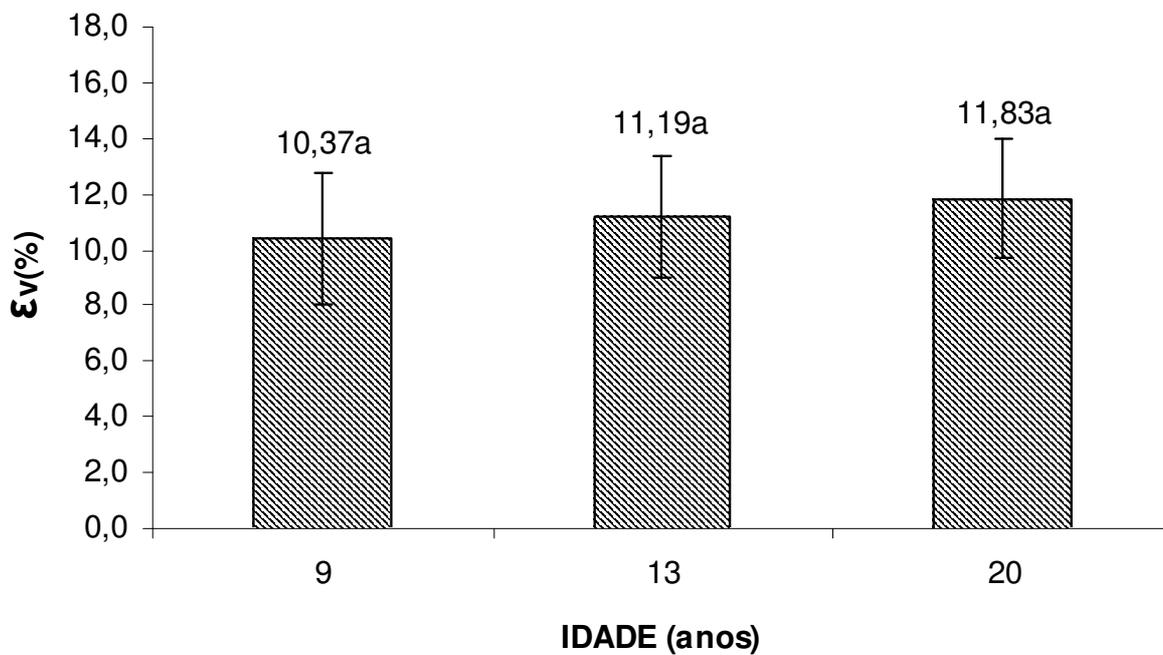
TABELA 2 – Valores de F obtidos nas análises de variância da massa específica (ρ), retração volumétrica (ϵ_v), resistência à compressão paralela às fibras (fc0) e resistência à flexão (ff) de *P. taeda*, em diferentes idades e posições radiais.

Causa de Variação	GL	ρ	ϵ_v	fc0	ff
Idade	2	54,10**	2,60 ^{n.s}	30,32**	38,31**
Posição radial	2	67,37**	9,87*	56,04**	78,70**
Árvore (idade)	12	6,13**	1,21 ^{n.s}	2,49*	4,66**
Idade x posição radial	4	2,90*	2,61 ^{n.s}	4,24**	4,50**
C.V. (%)		6,87	15,73	14,02	12,57

Em que: ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade; * = significativo ao nível de 5% de probabilidade; n. s = não significativo e C.V. = coeficiente de variação.

FIGURA 2 – Massa específica (ρ) em função de diferentes idades de *P. taeda*.

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FIGURA 3 – Retração volumétrica (ϵ_v) em função de diferentes idades de *P. taeda*.

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

OLIVEIRA, F. L. de *et al.* Propriedades da madeira de *Pinus taeda* L. em função da idade e da posição radial na tora.

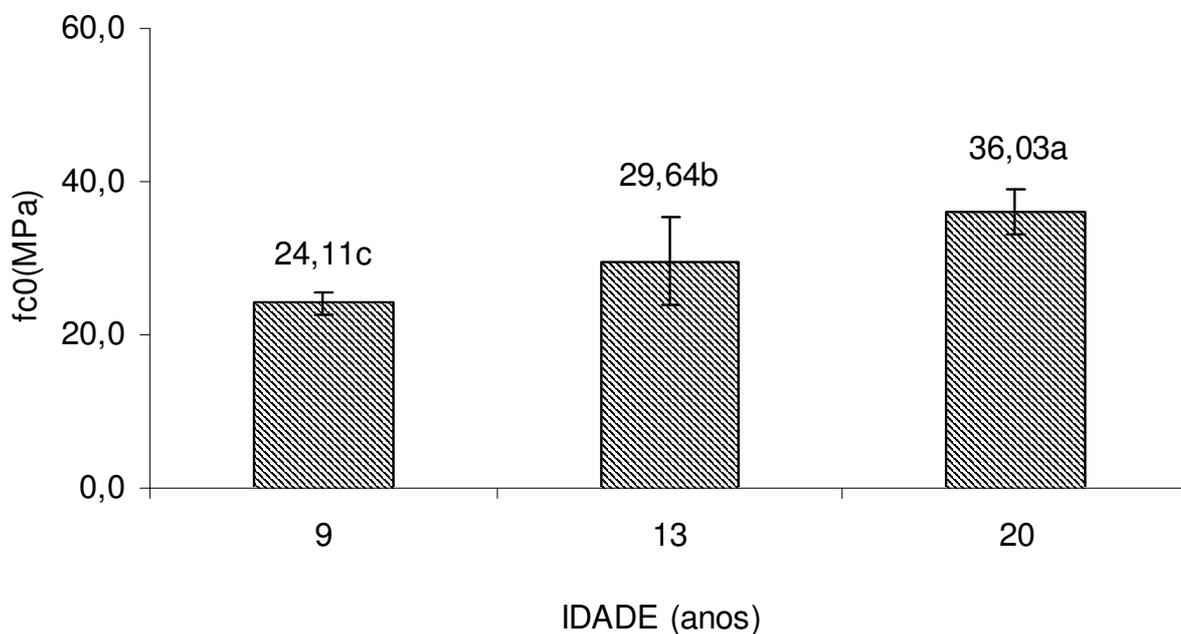


FIGURA 4 – Resistência à compressão paralela às fibras (f_{c0}) em função de diferentes idades de *P. taeda*.
Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

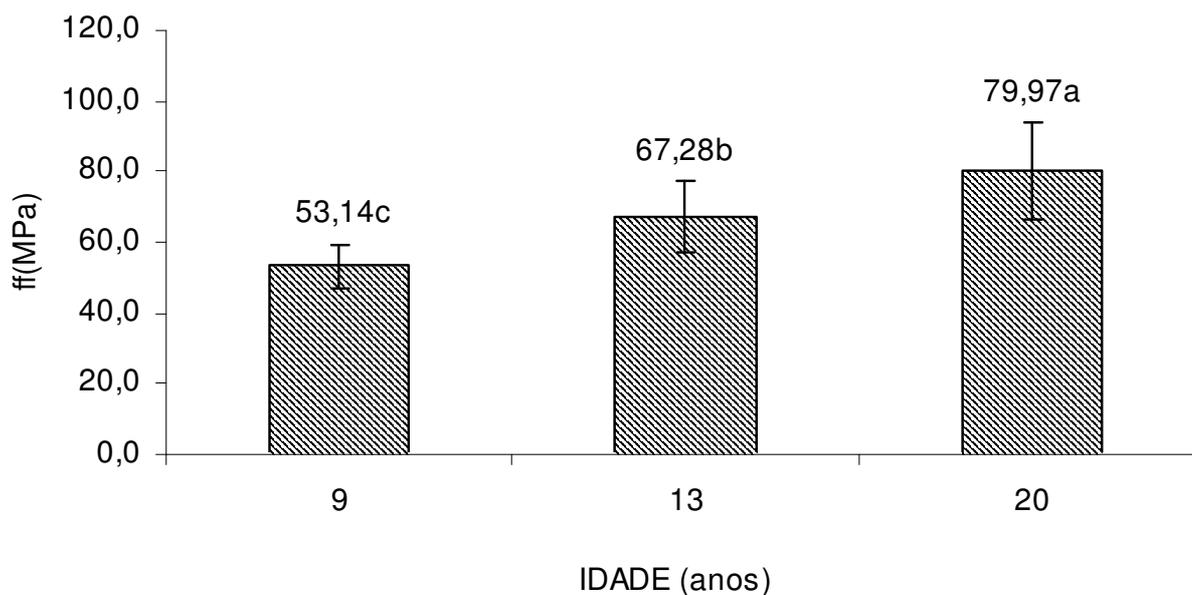


FIGURA 5 – Resistência à flexão (f_f) em função de diferentes idades para *P. taeda*.
Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

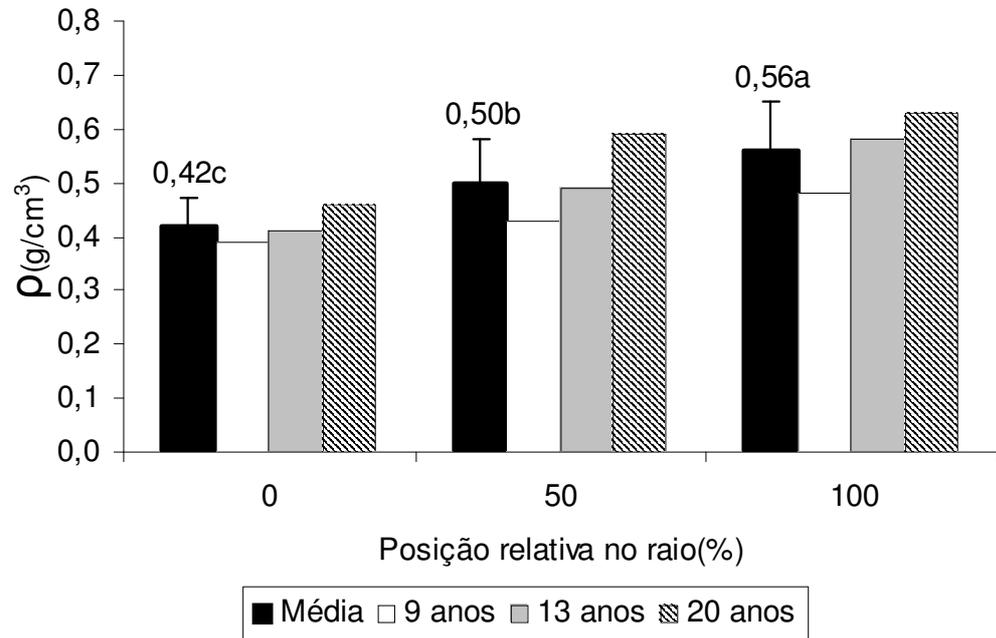


FIGURA 6 – Massa específica (ρ) de todas as idades de *P. taeda* em função da posição relativa do raio. Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

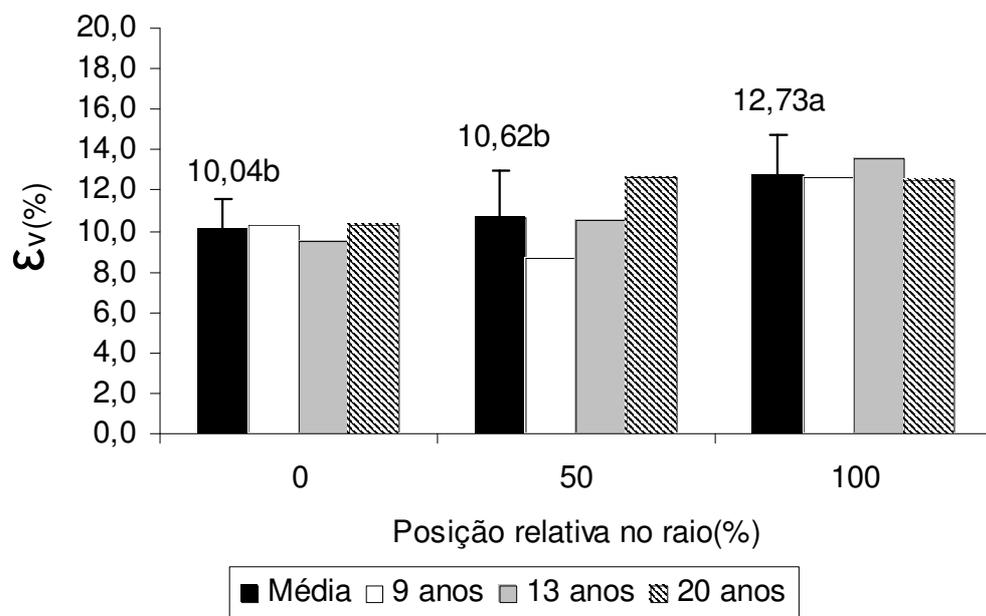


FIGURA 7 – Retração volumétrica (ϵ_v) de todas as idades de *P. taeda* em função da posição relativa do raio. Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

OLIVEIRA, F. L. de *et al.* Propriedades da madeira de *Pinus taeda* L. em função da idade e da posição radial na tora.

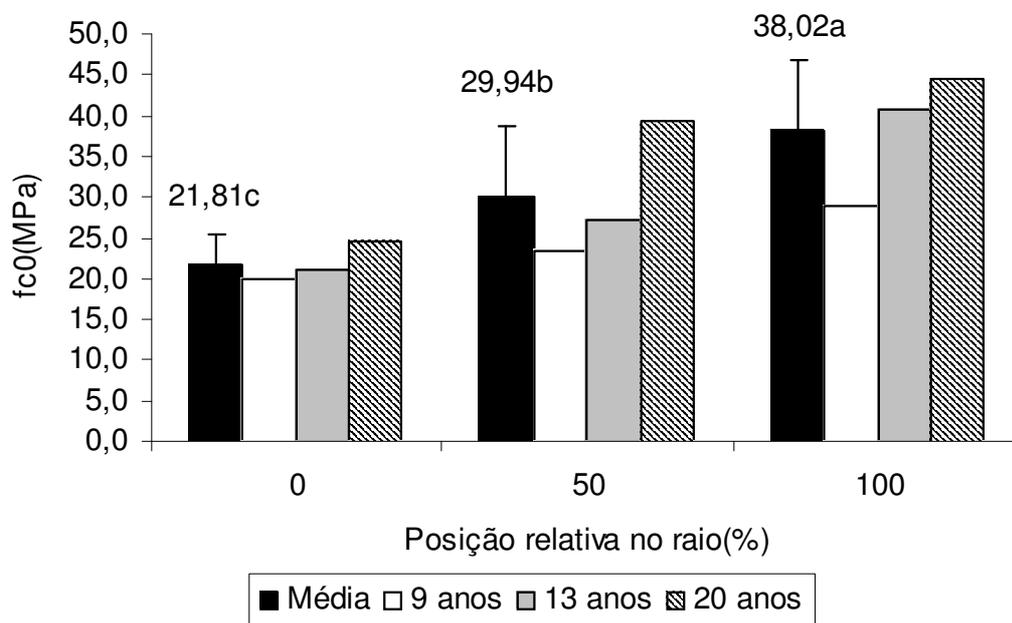


FIGURA 8 – Resistência à compressão paralela às fibras (f_{c0}) de todas as idades de *P. taeda* em função da posição relativa do raio.

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

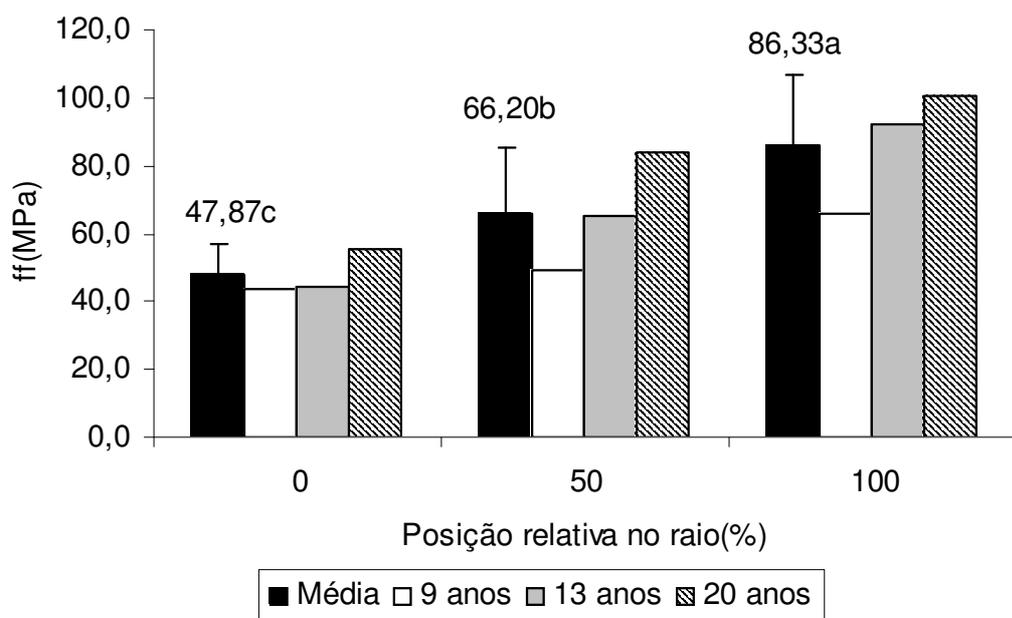


FIGURA 9 – Resistência à flexão estática (f_f) de todas as idades de *P. taeda* em função da posição relativa do raio.

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pode-se observar, de acordo com a TABELA 2 e as FIGURAS 2 a 5, que com exceção da propriedade retração volumétrica, para a qual as diferentes propriedades não diferiram significativamente entre si, as outras propriedades em estudo diferiram estatisticamente entre si, ou seja, são influenciadas significativamente pela idade. Também foi verificado que ocorreram diversas interações entre os fatores idade x posição radial para ρ , $fc0$ e ff .

Observa-se também nas FIGURAS 2 a 5, que ocorre um acréscimo nas propriedades conforme o aumento da idade. De acordo com esses resultados, pode-se concluir que a idade da árvore influencia, significativamente, quase todas as propriedades estudadas, ou seja, a madeira de *P. taeda* de 20 anos de idade é diferente daquela com 13 anos, que é diferente daquela com 9 anos, sendo, portanto, mais pesadas e mais resistentes, tanto à compressão quanto à flexão. Pearson & Gilmore (1980) e Dal Ponte Filho *et al.* (2004) obtiveram resultados semelhantes, ou seja, verificaram que de acordo com o aumento da idade ocorre aumento da resistência e da densidade da madeira.

A retração volumétrica, no entanto, apesar de não apresentar diferença significativa, demonstrou a tendência de aumentar proporcionalmente ao aumento da idade.

Nas FIGURAS 6 a 9 apresentam-se os resultados das propriedades em relação à variação radial nas toras.

Observa-se na TABELA 2 e nas FIGURAS 6 a 9, que para as posições radiais ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes posições radiais, para todas as variáveis, verificando-se, também, um aumento do valor dessas propriedades, no sentido da medula para a casca. De maneira geral, pode-se concluir que todas as variáveis apresentaram o comportamento de aumentar no sentido da região da medula para a casca, isto, de acordo com a literatura, era um resultado esperado. Segundo Serpa *et al.* (2003) e Ballarin & Palma (2003), o aumento do valor dessas propriedades da madeira, da medula para a casca, é devido a uma tendência de homogeneização da madeira, ou seja, a madeira estaria atingindo a maturidade. Provavelmente, ocorreu maior proporção de madeira adulta em relação à madeira juvenil, no sentido da região da medula para a casca, de acordo com o aumento das idades das árvores.

Os resultados da análise de regressão linear simples efetuada entre as variáveis estão representados nas FIGURAS 10 a 12. Os valores dos coeficientes de determinação apresentados pelas relações foram os seguintes: ρ x $fc0$, R^2 de 0,80; para ρ x ff , R^2 de 0,76, e para ff x $fc0$, R^2 de 0,83.

Nota-se que ocorrem altas correlações positivas entre as propriedades de resistência e a massa específica das madeiras de *P. taeda*, sendo possível estimar estas propriedades com certa segurança.

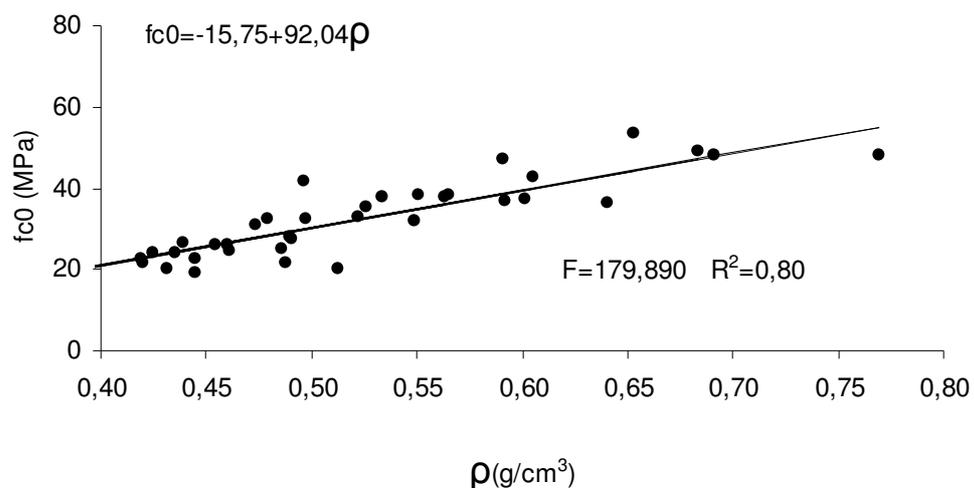


FIGURA 10 – Relação entre massa específica (ρ) e resistência à compressão ($fc0$) para *P. taeda*.

OLIVEIRA, F. L. de *et al.* Propriedades da madeira de *Pinus taeda* L. em função da idade e da posição radial na tora.

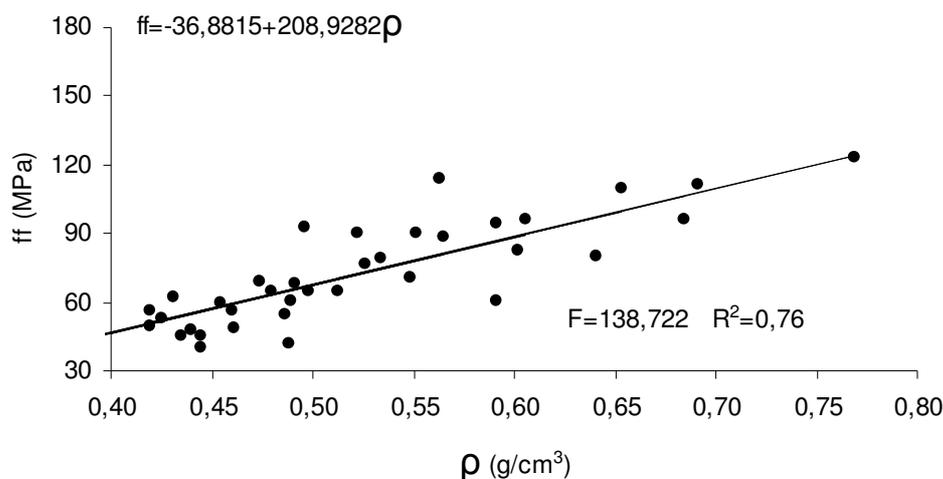


FIGURA 11 – Relação entre massa específica (ρ) e resistência à flexão (ff) para *P. taeda*.

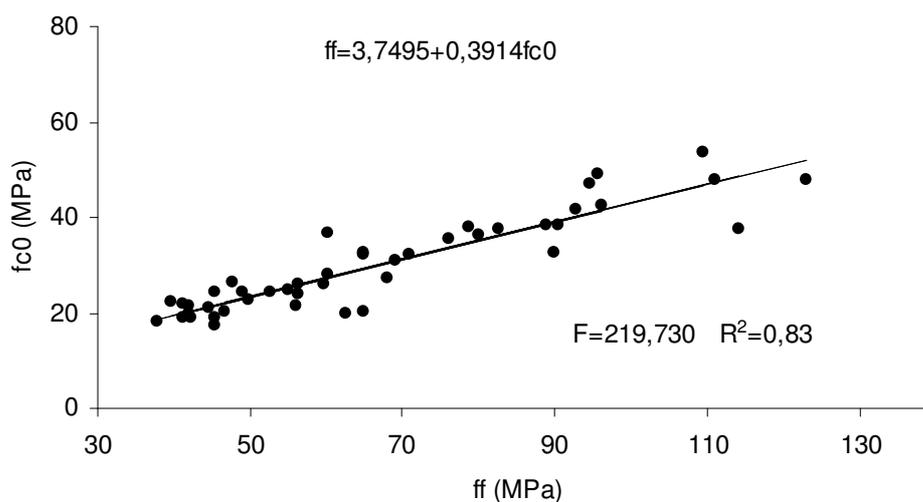


FIGURA 12 – Relação entre resistência à compressão ($fc0$) e resistência à flexão (ff) para *P. taeda*.

4 CONCLUSÕES

Baseado nos resultados apresentados, analisados e interpretados estatisticamente, pode-se concluir que para *Pinus taeda*:

- a idade das árvores influenciou a massa específica, resistência à compressão paralela às fibras e resistência à flexão, observando-se diferenças significativas entre as idades 9, 13 e 20 anos;
- para a retração volumétrica não ocorreram diferenças significativas entre as idades das árvores;
- ocorreu aumento da massa específica, resistência à compressão paralela às fibras e resistência à flexão com o aumento da idade da população;
- ocorreu aumento da massa específica, resistência à compressão paralela às fibras e resistência à flexão no sentido da medula para a casca;
- para a retração volumétrica não houve diferenças entre as posições 0% e 50%, e
- ocorreram altas correlações positivas entre as propriedades de resistência à massa específica.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Sengés Florestadora e Agrícola Ltda. e a seus funcionários, pelo fornecimento do material de estudo e o inestimável apoio logístico que propiciou o pleno desenvolvimento do presente trabalho.

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de madeira:** projeto NBR 7190/1997. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

BALLARINI, A. W.; PALMA, H. A. L. Propriedades de resistência de madeira juvenil de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 71-80, 2003.

BRASIL, M. A. M.; MONTANHA, R. G.; COELHO, L. C. C. *et al.* Densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* em três regiões do Estado de São Paulo. **Bol. Técn. IF**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 9-17, 1982.

DAL PONTE FILHO, J. L. *et al.* Influência da idade em propriedades da madeira de *Pinus taeda* L. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS APLICADAS DA FAEF, 7., 2004, Garça. **Anais...** Garça: FAEF, 2004. p. 133-138.

HASSEGAWA, M. Qualidade da madeira de *Pinus taeda* L. de procedência da África do Sul. 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

HILLIS W. H.; BROWN, A. G. **Eucalypts for wood production.** Melbourne: CSIRO, 1984. 434 p.

JACOB, W. S.; BALLONI, E. A. Efeitos da fertilização na qualidade da madeira. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v. 6, n. 20, p. 1-12, 1978.

JANKOWSKY, I. P. Madeira juvenil, formação e aproveitamento industrial. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 81, p. 1-18, 1979.

KOGA, M. E. T. Matérias-primas fibrosas. In: D'ALMEIDA, M. L. O. **Celulose e papel:** tecnologia da fabricação do papel. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1988. v. 1, p. 15-44.

LARSON, P. R. *et al.* **Formation and properties of juvenile wood in southern pines** – a synopsis. Madison: United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2001. 42 p. (Gen. Tech. Rep. FPL-GTR, 129).

MALAN, F. S. Eucalypts improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT/UFRO/ESALQ, 1995. p. 1-19.

MARCHIORI, J. N. D. **Dendrologia das gimnospermas.** Santa Maria: Ed. da UFSM, 1996. 158 p.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology.** New York: McGraw-Hill, 1970. v. 1, 705 p.

PERSON, R. G.; GILMORE, R. C. Effect of fast growth rate on the mechanical properties of loblolly pine. **For. Prod. J.**, Madison, v. 30, n. 5, p. 47-54, 1980.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 14. ed. Piracicaba: F. Pimentel-Gomes, 2000. 477 p.

PINHEIRO, G. *et al.* Determinação da densidade básica de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* a três diferentes idades, em Itapetininga. **Bol. Técn. IF**, São Paulo, v. 37, p. 19-29, 1983.

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

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. **Wood variation: its causes and control.** Berlin: Springer-Verlag, 1989. 361 p.

ZOBEL, B. Wood quality from fast-grown plantations. **Tappi**, Atlanta, v. 64, n. 1, p. 17-74, 1981.