III CBCTEM
Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO RADIAL E DA UMIDADE EM PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE Pinus caribaea

Amanda Arantes Junqueira[1]
Glaycianne Santos[2]
Dayane Oliveira Lima[2]
Alexandre Nascimento[2]

[1] Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais / Instituto de Floresta / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
[2] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO RADIAL E DA UMIDADE EM PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Pinus caribaea*

Resumo: A madeira é um material heterogêneo que apresenta diferentes propriedades ao longo da sua posição longitudinal e radial, sendo necessário conhecer essas diferenças para melhorar as condições de uso da madeira. Este trabalho objetivou verificar a influência da posição radial no sentido medula-casca e da umidade em propriedades físicas da madeira de *Pinus caribaea* var. *caribaea.* Para tal, foram utilizadas peças predominantemente radiais de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, com 45 anos, a partir das quais foram confeccionados corpos de prova com dimensões de 2,2 x 2,2 x 6,0 cm. No total, foram utilizados 48 corpos de prova representando cinco diferentes posições radiais, entre cerne e alburno. Os corpos de prova foram expostos a diferentes condições de umidade e temperatura, nas quais foram obtidos os teores de umidade, densidade aparente e variação volumétrica, segundo as recomendações da Norma Brasileira ABNT 7190 (1997). A densidade básica encontrada para a espécie foi de 434 kg/m³. Em relação à proximidade da casca e a umidade, ambas resultaram em aumento das densidades em geral. A variação volumétrica total foi de 11,94% e o coeficiente de anisotropia foi 1,57. A variação volumétrica não apresentou padrão definido em relação à posição radial, no entanto, apresentou diminuição conforme o teor de umidade diminuía. Pode-se afirmar que a posição no sentido medula-casca e a umidade influenciam nas propriedades de densidade e variação volumétrica da madeira de *Pinus caribaea* var. *caribaea.* Além disso, foi possível observar que a madeira de alburno apresenta maior estabilidade dimensional.

Palavras-chave: densidade, coeficiente de anisotropia, retratibilidade.

INFLUENCE OF RADIAL POSITION AND MOISTURE IN PHYSICAL PROPERTIES OF THE WOOD OF *Pinus caribaea*

Abstract: Wood is a heterogeneous material that has different properties along its longitudinal and radial position, it is necessary to know these differences to improve the conditions of use of the wood. This work aimed to verify the influence of the radial position in the pith to bark direction and the moisture in physical properties of the wood of *Pinus* caribaea var. *caribaea*. For this, predominantly radial pieces of *Pinus caribaea* var. caribaea, with 45 years, were used, from which were made test specimens with dimensions of 2.2 x 2.2 x 6.0 cm. In total, 48 specimens representing five different radial positions between heartwood and sapwood, were used. The specimens were exposed to different humidity and temperature conditions, in which moisture, apparent density and volumetric contents were obtained, according to the recommendations of Brazilian Standard ABNT 7190 (1997). The basic density found for the species was 434 kg / m³. Regarding the proximity of the bark and the humidity, both resulted in increased densities in general. The total volumetric variation was 11.94% and the coefficient of anisotropy was 1.57. The volumetric variation did not present a defined pattern in relation to the radial position, however, it decreased as the moisture content decreased. It can be affirmed that the position in the pith to bark direction and the humidity influence in the properties of density and volumetric variation of the wood of Pinus caribaea var. caribaea. In addition, it was possible to observe that the sapwood presents greater dimensional stability.

Keywords: density, anisotropic ratio, retratibility.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material heterogêneo cujas características tecnológicas variam de acordo com a espécie e até no mesmo indivíduo (variação inter e intraespecífica). As variações observadas dentro da mesma árvore são decorrentes das diferentes regiões presentes no lenho, tais como: cerne e alburno, madeira de início e fim de estação de crescimento, lenho juvenil e adulto e, em escala microscópica, entre células individuais (TRUGILHO et al., 1996).

Visando o uso correto e racional da madeira, considerando sua complexidade, é de extrema importância conhecer as propriedades físicas e mecânicas do material (MORESHI, 1975). Para tal, algumas características como densidade e variação volumétrica são utilizadas com o intuito de avaliar as propriedades da madeira.

A densidade básica é considerada um índice de qualidade capaz de indicar o uso final da madeira (RODRIGUES et al., 2008). A densidade é de fácil determinação correlacionando-se diretamente com as propriedades físicas e mecânicas da madeira e com a composição celular, o que a torna a propriedade mais utilizada para aferições sobre as características inerentes à madeira (BATISTA et al., 2010).

Além da densidade, outro atributo utilizado para avaliar a qualidade da madeira é a variação volumétrica (RODRIGUES et al., 2008), fenômeno que aborda as variações nas dimensões do material. A contração ou inchamento, quando ocorre perda ou ganho de água, respectivamente, são os responsáveis por essa variação dimensional (VALE et al., 2010). Os estudos referentes a essas variações são de extrema importância no que diz respeito ao uso do material, seja na sua utilização industrial, na confecção de móveis ou na construção civil (REZENDE et al., 1995).

As árvores do gênero *Pinus* são utilizadas em grande escala pela indústria madeireira nacional (LIMA et al., 2009). Como consequência, os plantios de *Pinus* sp. possuem grande importância para o setor florestal do país, apresentando uma área de aproximadamente 1.562.782 de hectares (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas –ABRAF, 2013). Uma das limitações para o aumento dessa área, diz respeito a falta de informações sobre as propriedades de sua madeira (TRIANOSKI et al., 2013). Portanto, estudos referentes aos mesmos são necessários.

Neste sentido, conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de verificar a influência da posição radial no sentido medula-casca e da umidade em algumas propriedades físicas da madeira de *Pinus caribaea* var. *caribaea.*

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo, obtenção e seleção dos corpos de prova

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ensaios Físicos-mecânicos da Madeira do Departamento de Produtos Florestais, localizado no Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

O material de estudo foi proveniente de peças predominantemente radiais de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, com 45 anos, a partir das quais foram confeccionados corpos de prova com dimensões de 2,2 x 2,2 x 6,0 cm.

Após a confecção, foram selecionados 48 corpos radialmente orientados abrangendo cinco diferentes regiões da árvore, três regiões do alburno e duas do cerne (Figura 1), os quais foram identificados por meio de avaliação visual.

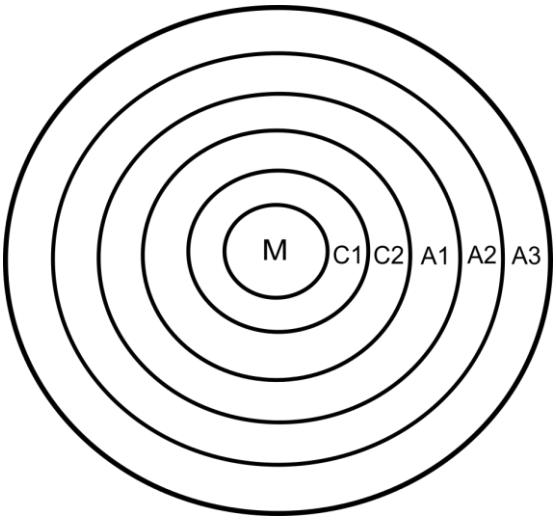

Figura 1: Diferentes posições radiais adotadas para o trabalho. Onde: M: Medula; C1: cerne interno; C2: cerne externo; A1: alburno interno; A2: alburno intermediário; e A3: alburno externo.

2.2 Condições do experimento

As amostras foram submetidas a condições experimentais diferentes até que fosse constatada a estabilização dos pesos em cada condição. Inicialmente, os corpos de prova foram acondicionados em sala climatizada sob temperatura de 22ºC e 56% de umidade relativa (UR). Posteriormente, foram transferidos para autoclave contendo água, a uma temperatura média de 22ºC e UR de 85%.

A condição seguinte consistiu na submersão dos corpos de prova, após prévia aplicação de vácuo, em água. Após estabilizadas, as amostras foram alocadas em sala climatizada a uma temperatura de 21,8ºC e 52% de UR. Em seguida, foram transferidas para dessecador contendo sílica gel. Com o objetivo de manter controle sobre a temperatura e UR, o dessecador foi mantido em estufa a 60ºC e 50% de UR. A sexta e última condição consistiu em manter as amostras em estufa a 103±2ºC por 48h.

Para cada condição, foram mensuradas: as massas (em balança digital com precisão de 0,001g) e as dimensões radial, tangencial (utilizando o micrômetro STARFER com precisão de 0,01mm) e longitudinal (utilizando paquímetro digital).

2.3 Determinação do teor de umidade (U)

O teor de umidade dos corpos de prova foi determinado por meio do método por pesagens conforme a equação 1.

$$U\ (\%) = \frac{m_i - m_s}{m_s} \times 100 \qquad (1)$$

Em que:

m_i: massa inicial da madeira, em gramas;

m_s: massa da madeira seca, em gramas.

A massa seca foi determinada após finalização do processo de secagem dos corpos de prova em estufa a 103±2ºC.

2.4 Determinação das densidades e retratibilidade

Para a determinação das propriedades físicas e estabilidade dimensional, foram seguidas as recomendações da Norma Brasileira NBR 7190. Para tal, a densidade básica foi calculada por meio da massa seca em estufa e volume na saturação, de acordo com a Equação 2.

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}} \quad (kg/m^3) \qquad (2)$$

Em que:

ρ_{bas}: densidade básica, kg/m³;

m_s: massa seca da madeira kg; e

V_{sat}: volume da madeira saturada, m³.

No presente estudo, o volume foi obtido por método estereométrico, ou seja, por meio das dimensões das peças (Figura 2).

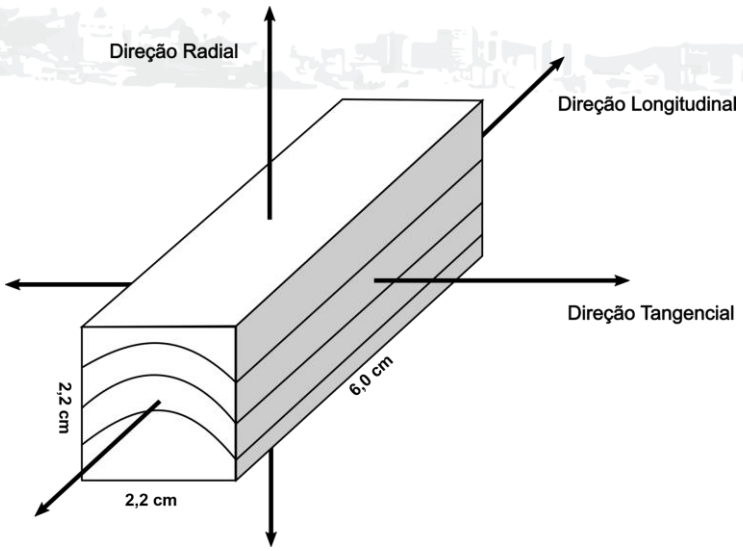

Figura 2. Corpo de prova esquematizado com as respectivas direções anatômicas utilizadas na determinação do volume das amostras por método estereométrico.

A densidade aparente das amostras foi obtida por meio das massas e volumes em cada teor de umidade (0%, 6%, 12% e 15%), seguindo a equação 3.

$$\rho_{ap} = \frac{m_x}{V_x} \quad (kg/m^3) \tag{3}$$

Em que:

ρ_{ap}: Densidade aparente em determinado teor de umidade, kg/m³;

m_x: massa em determinado teor de umidade, kg; e

V_x: volume em determinado teor de umidade, m³.

A variação volumétrica total da madeira foi determinada por meio das propriedades de retração para as direções estruturais longitudinal, tangencial e radial, a qual foi calculada considerando o volume saturado e o volume seco (Equação 4). O coeficiente de anisotropia (CA) foi determinado pela divisão entre as retrações tangencial e radial.

$$\Delta V = \frac{V_{sat} - V_{seca}}{V_{seca}} \times 100 \tag{4}$$

Em que:

ΔV: variação volumétrica, %;

V_{sat}: volume na condição saturada, m³; e

V_{seca}: volume em determinado teor de umidade, m³.

As variações volumétricas parciais para 6%, 12% e 15% foram obtidas por meio da equação 5.

$$\Delta V_x = \frac{V_{sat} - V_x}{V_x} \times 100 \tag{5}$$

Em que:

ΔV_x: variação volumétrica em determinado teor de umidade, %;

V_{sat}: volume na condição saturada, m³; e

V_x: volume em determinado teor de umidade, m³.

2.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados e submetidos à análise de variância, seguida de separação de médias pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para tal, utilizou-se o pacote estatístico R versão 3.3.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para as densidades básica, anidra e aparente, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1**.** Densidades básica, anidra e aparente para 6%,12% e 15% de umidade

Posição Radial	**Densidade Básica (kg/m³)**	**Densidade Anidra (kg/m³)**	**Densidade Aparente (kg/m³)**		
		0%	**6%**	**12%**	**15%**
C1	409 (25,80) c	454 (31,77) c	472 (31,76) c	487 (32,53) c	499 (32,90) c
C2	416 (19,23) c	466 (22,99) c	476 (22,46) c	497 (21,61) c	508 (20,92) c
A1	427 (15,16) c	473 (18,47) c	492 (18,32) c	512 (20,51) c	523 (19,37) c
A2	443 (17,68) b	498 (18,39) b	520 (14,78) b	530 (22,55) b	544 (22,33) b
A3	465 (14,85) a	531 (18,26) a	549 (19,13) a	565 (20,20) a	576 (17,83) a
Média Geral	434 (26,90)	487 (34,86)	505 (35,81)	521 (35,74)	533 (35,43)

Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (P>0,05). Onde: C1: cerne interno; C2: cerne externo; A1: alburno interno; A2: alburno intermediário; e A3: alburno externo.

Como observado, todas as densidades apresentaram aumento da região do cerne para o alburno. Isto se deve às características dos anéis de crescimento ao longo do fuste, isto é, anéis mais largos próximos à medula (cerne) e mais estreitos à medida que se distanciam desta (alburno). Anéis mais largos apresentam maior proporção de lenho inicial, ou seja, maior região composta por células com parede delgada e lúmen grande, apresentando, portanto, menor densidade (JANKOWSKY et al., 1979). Este resultado segue a tendência da maioria das coníferas, que de acordo com Foelkel et al (1975), no geral, têm sua densidade aumentada da medula para a casca. Resultados semelhantes foram encontrados por Vale et al. (2009) e Rezende et al. (1995).

No entanto, esse resultado difere dos encontrados em estudo sobre a variabilidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* feito por Barrichelo e Brito (1979), onde a variação radial da densidade não apresentou padrão definido. Essa diferença pode ser explicada devido à variedade da espécie estudada e à diferença na equação utilizada para o cálculo da densidade básica, a qual no trabalho citado foi obtida por meio do máximo teor de umidade.

Em relação à umidade, houve aumento das densidades na medida em que a umidade aumentava. Esse fato pode ser explicado por meio da fórmula utilizada para este estudo na obtenção das densidades, a qual leva em consideração o peso da madeira, que aumenta com a absorção de água.

Os valores médios para a variação volumétrica encontram-se na Tabela 2. Pôde-se observar que a retração aumenta conforme se afasta da medula, diminui quando alcança o alburno e volta a aumentar na medida em que se aproxima da casca, ou seja, não existe um padrão definido. Em estudo realizado com a mesma espécie, Klock (1979) constatou que os valores de retração apresentaram aumento no sentido medula-casca, apresentando valores médios de 8,09% na região mais interna, e 11,76% na região externa. Em outro estudo para

a variedade *hondurensis* foi encontrada uma retração volumétrica média de 10,3% (BANKS, 1977).

Tabela 2. Variações volumétricas parciais (15, 12 e 6%) e total

Posição Radial	Variação volumétrica (%)			
	15%	12%	6%	Total
C1	4,07 (1,48) a	5,64 (1,38) b	9,26 (1,37) b	10,92 (1,28) c
C2	4,59 (1,07) a	6,35 (0,90) b	8,28 (1,69) b	11,85 (0,78) b
A1	3,76 (0,40) a	6,01 (1,61) b	8,92 (0,69) b	10,99 (0,89) c
A2	4,10 (1,03) a	5,46 (0,88) b	10,81 (2,32) a	12,21 (1,06) b
A3	4,80 (0,51) a	7,18 (0,72) a	11,77 (2,01) a	13,45 (0,68) a
Média Geral	4,26 (0,97)	6,16 (1,27)	9,92 (2,11)	11,94 (1,32)

Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (P>0,05). Onde: C1: cerne interno; C2: cerne externo; A1: alburno interno; A2: alburno intermediário; e A3: alburno externo.

Esperava-se que a variação volumétrica da madeira aumentasse proporcionalmente ao aumento da densidade básica, no entanto, cabe ressaltar que este efeito pode ser mascarado pela presença de extrativos na madeira (PANSHIN e ZEEUW, 1970 citados por FOELKEL et al., 1975). Tal fato pode justificar esse comportamento não ter sido observado para os dados encontrados, os quais não seguem o mesmo padrão para densidades e variações volumétricas. Quando se trabalha com coníferas essa ressalva sobre os extrativos deve ser levada em consideração, principalmente quando comparações forem feitas em relação às variações dos diferentes estudos encontrados na literatura.

A variação volumétrica foi indiretamente proporcional ao teor de umidade, isto é, esta aumentou com a redução da umidade. Isso ocorreu, pois a variação foi medida considerando a retração da madeira, ou seja, levando em consideração a variação do volume saturado em relação a cada condição. Por isso, a tendência é que a variação aumente até a condição seca. As alterações dimensionais da madeira entre 0% de umidade e o ponto de saturação das fibras (PSF), devido aos processos de adsorção e desorção de água, é tida como uma das mais importantes propriedades físicas.

A variação total para a espécie apresentou bons resultados, com variação volumétrica de 11,94%. Valor este abaixo dos encontrados para diferentes clones de eucalipto em trabalho de Batista et al. (2010), no qual o menor valor de variação volumétrica foi de 12,91%.

As paredes celulares da madeira são compostas basicamente por celulose, hemiceluloses e lignina. A presença de grupos hidroxílicos nas moléculas de celulose e hemiceluloses conferem o caráter higroscópico à parede celular. Desse modo, a remoção de moléculas de água da parede celular ocasiona a aproximação das microfibrilas e das moléculas que as constituem, provocando o processo de retração da madeira (MORESCHI, 2005).

A Tabela 3 apresenta os valores médios para o coeficiente de anisotropia nas posições radiais estudadas. O valor total médio encontrado foi de 1,57, sendo este 19% menor que o encontrado para *Pinus patula* em trabalho de Juizo et al. (2015).

Tabela 3. Valores médios para o coeficiente de anisotropia

Posição	Coeficiente de Anisotropia (CA)			
	15%	12%	6%	Total
C1	3,26 (2,79) a	2,38 (0,49) a	1,76 (0,15) a	1,78 (0,10) a
C2	2,77 (1,39) a	2,63 (1,13) a	2,09 (0,90) a	1,63 (0,18) b
A1	2,01 (0,62) a	1,98 (0,94) a	1,57 (0,20) b	1,61 (0,17) b
A2	2,81 (3,41) a	2,10 (0,97) a	1,37 (0,12) b	1,44 (0,16) c
A3	1,62 (0,10) a	1,76 (0,33) a	1,55 (0,33) b	1,44 (0,14) c
Média	2,42 (2,03)	2,13 (0,84)	1,64 (0,46)	1,57 (0,19)

Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (P>0,05). Onde: C1: cerne interno; C2: cerne externo; A1: alburno interno; A2: alburno intermediário; e A3: alburno externo.

Em relação ao coeficiente total, os maiores valores foram encontrados próximos à medula, diminuindo consideravelmente no alburno. Esse comportamento também foi observado por Oliveira e Silva (2003), para a madeira de E*ucalyptus saligna.*

Valores para este coeficiente iguais a 1 indicam que as alterações nos diferentes sentidos anatômicos são as mesmas, no entanto, tal característica não é observada nas madeiras. Quanto maior for o coeficiente de anisotropia, pior é o seu comportamento durante a secagem ou aquisição de água, isto é, quanto mais próximo de 1 melhor será a madeira para a serraria (SCANAVACA JUNIOR, 2001).

Para essa propriedade, as madeiras são classificadas em três grupos: CA entre 1,2 a 1,5 – madeiras excelentes; CA entre 1,6 a 1,9 – madeiras normais; e CA > 2,0 – madeiras de baixa qualidade. Como observado, a madeira estudada pode ser classificada como normal à excelente, sendo que existe uma tendência de redução no sentido medula-casca. Em estudo de Klock (1979) para *Pinus caribaea* o coeficiente de anisotropia apresentou aumento no sentido medula-casca.

4. CONCLUSÕES

Apesar de não terem sido considerados outros fatores, como questões ambientais, silviculturais e idade, pode-se afirmar que a posição no sentido medula-casca e a umidade influenciam nas propriedades de densidade e variação volumétrica da madeira de *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

Além disso, foi possível observar que apesar de possuir maior retração volumétrica, devido a maior densidade, a madeira de alburno apresenta maior estabilidade dimensional considerando o menor coeficiente de anisotropia obtido.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. Anuário Estatístico-Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico ABRAF, p. 146, 2013.

BANKS, C. H. Some Observations on the Quality of the Timber of South African Grown *Pinus caribaea* var. *caribaea* and var. *hondurensts*. South African Forestry Journal, v. 102, n. 1, p. 1-7, 1977.

BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. Variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Instituto de Pesquisa e Estudo Florestal, n. 18, p. 81-102, 1979.

BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T.. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus.* Ciência Florestal, v. 20, n. 4, p. 665-674, 2010.

FOELKEL, C. E. B. et al. Variabilidade no sentido radial de madeira de *Pinus elliottii* [Pinheiro]. Instituto de Pesquisa e Estudo Florestal, n.10, p.1-11, 1975.

JANKOWSKY, I. P. Madeira juvenil: formação e aproveitamento industrial. Instituto de pesquisa e Estudos Florestais, v. 81, p. 1-15, 1979.

JUIZO, C. G. F. et al. Variação radial das propriedades físicas da madeira de Pinus patula plantados em Moçambique. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 35, n. 83, p. 285-292, 2015.

KLOCK, H. Qualidade da Madeira de *Pinus oocarpa* Shiede e *Pinus caribaea* Morelet var *hondurensis* Barr e Golf. 1989. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LATORRACA, J.V.F.; ALBUQUERQUE, C.E.C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p.279-291, 2000.

LIMA, I. L.; FLORSHEIM S. M. B.; LONGUI, E. Luiz. Influência do espaçamento em algumas propriedades físicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. Cerne, v. 15, n. 2, p. 244-250, 2009.

MORESCHI, J. C. Levantamento da qualidade da madeira em plantações artificiais de *Pinus elliottii* nos estados do sul do Brasil. 1975. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de Eucalyptus saligna Sm. R. Árvore, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 381-385, 2003.

REZENDE, M. A.; SAGLIETTI, J. R. C.; GUERRINI, I. A. Estudo das interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade. Instituto de Pesquisa e Estudo Florestal, Piracicaba, n. 48/49, p. 133-141, 1995.

RODRIGUES, É. D. A. C. et al. Seleção de clones de *Eucalyptus* para as propriedades físicas da madeira avaliadas em árvores no campo. Cerne, Lavras, v. 14, n. 2, p. 147-152, 2008.

SCANAVACA JUNIOR, L. Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* ST Blake e de seu potencial para a utilização em serraria. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo.

SHIMIZU, J. Y. S. *Pinus* na silvicultura brasileira. Embrapa Florestas, 2008. 233p.

TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; IWAKIRI, S. J. G. P. Avaliação da estabilidade dimensional de espécies de Pinus tropicais. Floresta e Ambiente, v. 20, n. 3, p. 398-406, 2013.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. Revista Cerne, v. 2, n. 1, p. 1-15, 1996.

VALE, A. T.; DIAS, Í. S.; SANTANA, M. A. E. Relações entre propriedades químicas, físicas e energéticas da madeira de cinco espécies de cerrado. Ciência Florestal, v. 20, n. 1, p. 137-145, 2010.

VALE, A. T.; ROCHA, L. R.; MENEZZI, C. H. S. D. Massa específica básica da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* cultivado em cerrado. Sci. For., v. 37, n. 84, p. 387-394, dez. 2009