

# INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO EM ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Tectona grandis* Linn

Israel Luiz de Lima<sup>1</sup>, Sandra Monteiro Borges Florsheim<sup>1</sup>, Eduardo Luiz Longui<sup>1</sup>

(recebido: 24 de junho de 2008; aceito: 27 de março de 2009)

**RESUMO:** A *Tectona grandis* (teca) destaca-se pela produtividade e qualidade de sua madeira. O espaçamento ideal das árvores com o qual se obtém uma maior proporção de madeira e melhor qualidade é uma das questões a serem consideradas nas pesquisas de manejo florestal de teca. Conduziu-se este trabalho, com o objetivo de verificar a influência do espaçamento em algumas das propriedades físicas da madeira de *Tectona grandis*, aos 31 anos de idade e a variabilidade radial dessas propriedades. Neste estudo, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com 3 tratamentos (3 x 1,5 m; 3 x 2 m e 3 x 2,5 m) e 5 repetições, onde foram amostradas 15 árvores de diâmetro médio em populações na região de Pederneiras/SP. Em cada árvore foi retirado um disco de 7 cm de espessura na região do DAP (diâmetro a altura do peito) e de cada disco foram retiradas amostras em diferentes posições radiais na direção medula-casca (medula, centro e casca). As propriedades estudadas foram: densidade aparente, retração volumétrica e densidade básica. De acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que o espaçamento das árvores influenciou significativamente somente na densidade aparente, sendo que espaçamentos maiores diferiram dos menores. Também ocorreu um aumento no sentido da medula para a casca, apenas para a densidade aparente.

Palavras-chave: Teca, densidade aparente, densidade básica, retração volumétrica.

## SPACING EFFECT ON SOME PHYSICAL PROPERTIES OF *Tectona grandis* Linn WOOD

**ABSTRACT:** The *Tectona grandis* (teak) stands out for the high productivity and quality of its wood. The ideal spacing of a tree species is the one that maximizes the wood ratio and improves wood quality, being therefore the main point to be considered in the research of forest management of teak. This work verified the influence of the spacing on some physical properties of 31-year old *Tectona grandis* wood and the radial variability of these properties. In this study it was used the randomized blocks with 3 treatments (3 x 1,5m; 3 x 2m and 3 x 2,5m) and 5 repetitions, where 15 trees with average diameter obtained in populations of Pederneiras/SP region. In each tree, a disc of 7cm thick in the region of the DBH (diameter at breast height) was removed and from each disc were taken samples in different distances in the pith-to-bark radial direction (pith, central and bark). The studied properties were: specific gravity, volumetric shrinkage and basic density. According to the results, it could be concluded that the spacing of the trees influenced significantly only the specific gravity, where the larger spacing differed from the minor ones. An increase of the specific gravity also occurred in the pith to bark direction.

Key words: Teak, specific gravity, basic density, volumetric shrinkage.

### 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, a indústria madeireira utiliza em grande escala toras de árvores do gênero *Pinus* e *Eucalyptus* como matéria prima. Entretanto, a *Tectona grandis*, popularmente conhecida como “teca”, vem se destacando pela produtividade e qualidade de sua madeira. O mercado brasileiro é visto como um grande potencial de consumo e de produção desta madeira.

A *T. grandis* é uma espécie nativa das florestas tropicais situadas entre 10° e 25°N no subcontinente Índico e no sudeste asiático, principalmente na Índia, Burma, Tailândia, Laos, Camboja, Vietnã e Java. Em razão da sua dispersão geográfica e da variedade de ambientes onde ocorre naturalmente, esta espécie apresenta alta

adaptabilidade com dispersão vertical entre 0 e 1300 m acima do nível do mar, ocorrendo em áreas com precipitação anual de 800 a 2500 mm e temperaturas extremas de 2° a 42°C, porém não resiste a geadas (LAMPRECHT, 1990).

Considerada como sendo uma planta de fácil cultivo, a *T. grandis* é pouco sujeita às pragas e doenças, sua árvore adulta atinge entre 25 e 35 m de altura e aproximadamente 1 m de DAP (diâmetro a altura do peito). O tronco é reto e revestido por uma casca espessa resistente ao fogo. Perde as folhas durante a estação seca, por se tratar de uma essência caducifólia. A *T. grandis* produz madeira de excelente qualidade, valorizada pela beleza, resistência e durabilidade. Tem grande procura no mercado mundial, podendo alcançar preços até três vezes superiores aos do *Swietenia macrophylla* (mogno), sendo utilizada na produção de

<sup>1</sup>Pesquisador do Instituto Florestal do Estado de São Paulo – Divisão de Dasonomia – Rua do Horto, 931 – 02377-000 – São Paulo, SP – isaelluizde.lima@yahoo.com.br, sflorsheim@if.sp.gov.br, elongui@if.sp.gov.br

móveis, esquadrias de alto padrão, embarcações e decoração. Na Ásia, o seu ciclo de rotação é variável de 60 a 100 anos (LAMPRECHT, 1990; LORENZI et al., 2003). Em Mato Grosso, na região de Cáceres, esta espécie é cultivada com muito sucesso, em espaçamento inicial de 3,0 x 3,0 m ou 3,0 x 2,0 m, obtendo-se árvores de grandes dimensões num ciclo de 25 a 30 anos, com obtenção de madeira para serraria de ótima qualidade (MACEDO et al., 2005).

Macedo et al. (2005), na avaliação do crescimento inicial de populações de *T. grandis* de 3 anos de idade, em diferentes espaçamentos de plantio na região noroeste de Minas Gerais, concluíram que esta espécie apresenta potencial de estabelecimento na região e o espaçamento 3 x 2 m apresentou maior crescimento, não se evidenciando efeitos competitivos intra-específicos para os espaçamentos utilizados. Os fatores limitantes de seu crescimento inicial foram: déficit hídrico e o alto nível de compactação do solo.

Deve-se conhecer o aspecto silvicultural da produção de madeira de *T. grandis*, porém, é importante conhecer as características físicas desta madeira (densidade e retração volumétrica) como um dos parâmetros de avaliação tecnológica da madeira. A madeira de *T. grandis* é utilizada para as mais diversas finalidades: construção naval, laminação e compensados, lenha e carvão vegetal; as duas últimas são específicas para as áreas de ocorrência natural. A madeira de *T. grandis* possui um alburno estreito e claro, bem distinto do cerne, cuja cor é marrom viva e brilhante. A beleza peculiar da madeira faz a *T. grandis* ser muito procurada para decoração de interiores luxuosos e mobiliários de alto padrão. A espécie apresenta densidade aparente média de 650 kg/m<sup>3</sup>, que apesar de ser leve, apresenta boa resistência a peso, tração e flexão, semelhante ao da *S. macrophylla*. A madeira é estável, praticamente não empena e se contrai muito pouco durante a secagem. A estabilidade dimensional permite que a madeira de *T. grandis* resista à variação de umidade no ambiente (LAMPRECHT, 1990; WALKER et al., 1993; LORENZI et al., 2003).

Segundo Varghese et al. (2002), a taxa de crescimento das árvores de cada espécie pode influenciar diferentemente as propriedades das madeiras. De acordo com Zobel & Buijtenen (1989), o espaçamento influencia pouco as propriedades da madeira de folhosas. Isto foi verificado por Brasil & Ferreira (1971), em um estudo sobre a densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* com idade de 5 anos, sendo que os autores observaram que os espaçamentos 3 x 1,5 m e 3 x 2 m, em duas localidades não influenciaram esta propriedade.

Malan & Hoon (1992), que estudaram o efeito do desbaste em uma população de *E. grandis* com 34 anos, testando diferentes séries de intensidade de desbastes, concluíram que os desbastes gradativos reduziram o gradiente de variação medula-casca da densidade básica, demonstrando que é possível obter-se uma madeira mais homogênea por meio da prática de desbastes, ou seja, alterando o espaçamento inicial da população, de maneira gradativa.

De acordo com Berger et al. (2000), o espaçamento mais amplo proporcionou um aumento significativo na densidade básica da madeira em uma população clone de *E. saligna*, aos 10 anos de idade.

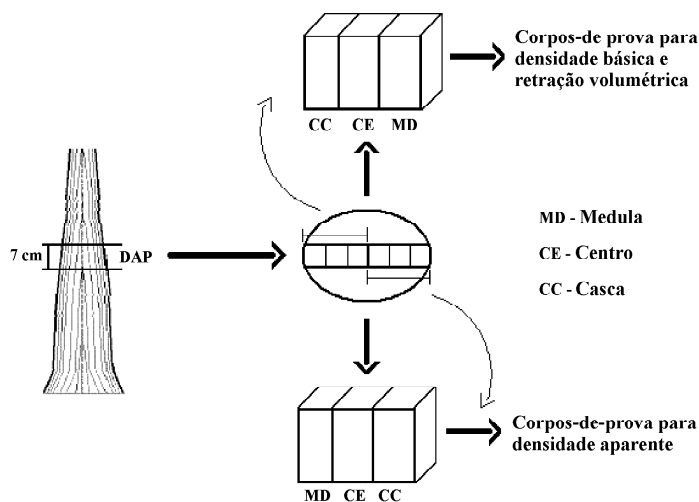
Roque & Ledezma (2003), estudando o efeito do espaçamento (3 x 3m e 6 x 2m) sobre a densidade básica e retração da madeira, em populações de *T. grandis*, de 10 anos de idade, verificaram que a densidade básica aumentou no espaçamento 6 x 2m, enquanto que a retração volumétrica diminuiu neste espaçamento.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito do espaçamento de plantio, em algumas propriedades físicas da madeira de *T. grandis* de 31 anos, e analisar as possíveis variações destas propriedades, em diferentes posições radiais no sentido medula-casca, ao longo do raio das toras.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento silvicultural foi instalado na Floresta Estadual Pederneiras/SP, do Instituto Florestal em 1975. Esta localidade apresenta latitude de 22°22'S e longitude de 40°44'W, altitude de 500m e precipitação média anual de 1.112 mm. O solo é do tipo latossolo vermelho escuro, fase arenosa e o clima do tipo Cwa de inverno seco, conforme classificação de Köppen (VENTURA et al., 1966). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados constituídos por três tratamentos de espaçamento de plantio (3 x 1,5 m ; 3 x 2 m e 3 x 2,5 m), com cinco repetições. As parcelas experimentais apresentaram tamanho variável de 187,5 m<sup>2</sup>, 168 m<sup>2</sup> e 121,5 m<sup>2</sup>, compostas por 25, 28 e 27 plantas úteis/repetições, correspondentes aos respectivos tratamentos citados.

As amostras de madeira para o ensaio tecnológico foram coletadas de 15 árvores, sendo uma de cada espaçamento, selecionadas dentro de cada bloco, no talhão, tiradas da classe de DAP médio das parcelas, o qual foi definido por um inventário florestal exploratório. De cada árvore foi retirado um disco de 7 cm de espessura na região do DAP. Em cada disco retiraram-se amostras, representativas das posições: medula, centro e casca, do raio da árvore (Figura 1).



**Figura 1** – Posição de retirada dos discos nas árvores para a caracterização da madeira.

*Figure 1* – Sampling position of the discs in the trees for wood characterization.

As amostras obtidas foram secas ao ar por um período de dois meses, para atingirem a umidade de equilíbrio em torno de 12%. Após o período de secagem, foram confeccionados corpos-de-prova para estudos das seguintes propriedades físicas: densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ), densidade básica ( $\rho_{bas}$ ) e retração volumétrica ( $\epsilon_v$ ) que foram determinadas no Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira do Instituto Florestal de São Paulo. Os corpos-de-prova foram confeccionados de acordo com as dimensões especificadas na norma NBR 7190/1997, que foi adotada como diretriz para determinações das propriedades físicas da madeira (ABNT, 1997).

### 2.1 Densidade aparente ( $\rho_{ap}$ )

Para a obtenção da densidade aparente, foram confeccionados 45 corpos-de-prova de 3 cm x 2 cm x 5 cm. Os corpos-de-prova 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 (ABNT, 1997). Na determinação da densidade aparente utilizou-se da expressão (1):

$$\rho_{ap} = \frac{P_u}{V_u} \quad (1)$$

Em que:

- $\rho_{ap}$ : densidade aparente específica, g/cm<sup>3</sup>;
- $P_u$ : massa do corpo-de-prova a 12% de umidade, g; e
- $V_u$ : volume do corpo-de-prova a 12% de umidade, cm<sup>3</sup>.

### 2.2 Retração volumétrica ( $\epsilon_v$ )

A retração volumétrica foi obtida de corpos-de-prova de 3 cm x 2 cm x 5 cm. Os corpos-de-prova foram saturados por um período de aproximadamente dois meses, possibilitando obter o volume saturado dos mesmos. Posteriormente, foram secos em estufa até atingirem a massa seca constante a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , o que resultou na obtenção do volume seco de cada corpo-de-prova (ABNT, 1997). Os corpos-de-prova tiveram suas dimensões aferidas com paquímetro com sensibilidade de 0,01 cm. Na determinação desta propriedade foi utilizada a expressão (2):

$$\epsilon_v = \frac{V_{sat} - V_{seca}}{V_{sat}} 100 \quad (2)$$

Em que:

- $\epsilon_v$ : retração volumétrica, %;
- $V_{sat}$ : volume da madeira saturada, cm<sup>3</sup>; e
- $V_{seca}$ : volume da madeira seca, cm<sup>3</sup>.

### 2.3 Densidade básica ( $\rho_{bas}$ )

Na obtenção da densidade básica, foi utilizada a norma recomendada pela ABNT (1997). Os corpos-de-prova, de 3 cm x 2 cm x 5 cm, foram saturados por um período de aproximadamente dois meses, quando se pode obter o volume saturado de cada corpo-de-prova, que teve suas dimensões aferidas com paquímetro com sensibilidade de 0,01 cm. Posteriormente, os mesmos foram secos em

estufa até atingirem a massa seca constante a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ . Foi utilizada a expressão (3):

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}} \quad (3)$$

Em que:

$\rho_{bas}$  : densidade básica,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;

$m_s$  : massa seca da madeira, g;

$V_{sat}$  : volume da madeira saturada,  $\text{cm}^3$ .

### 2.4 Análise estatística dos dados experimentais

A avaliação do experimento foi feita utilizando-se modelos que foram ajustados para considerar a variação completa de todos os tratamentos, dentro de cada uma das posições radiais. Inicialmente, foi efetuado o teste de homogeneidade de variância e, para isso, utilizou-se o teste de Hartley. Posteriormente, foi feito o teste F de análise de variância, segundo o delineamento experimental blocos casualizados, adotando-se o esquema fatorial  $3 \times 3$  (espaçamento x posição radial) para cada propriedade em estudo. Foi aplicado o teste de Tukey, sempre que era observada diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, de algum tratamento no teste F.

O modelo adotado para as propriedades obtidas

$$y_{ijl} = \mu + A_i + B_j + C_l + AB_{ij} + \varepsilon_{ijl}$$

com  $i = 1,2,3$ ;  $j = 1,2,3$ ;  $l = 1, \dots, 5$  e, em que:

$y_{ijl}$  = é o valor observado para o  $i$ -ésimo espaçamento, no  $j$ -ésimo posição radial, no bloco  $l$ ;

$\mu$  = constante inerente a todas as observações;

$A_i$  = é o efeito do  $i$ -ésimo espaçamento;

$B_j$  = é o efeito da  $j$ -ésima posição radial;

$AB_{ij}$  = é o efeito da interação entre espaçamento e posição radial;

$C_l$  = é o efeito do  $l$ -ésimo bloco;

$\varepsilon_{ijl}$  = é o erro experimental, tal que  $\varepsilon_{ijl} \cap N \text{ IID } (0, \sigma^2)$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância efetuada foi possível verificar a ocorrência de diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, entre espaçamento e as posições radiais nas árvores, apenas para a densidade aparente (Tabela 1).

Observa-se, pela Tabela 1, que, somente para a densidade aparente, os efeitos de espaçamento e posição radial foram significativos a 1% de probabilidade. Foi verificado, também, que os efeitos das interações foram não significativos para a densidade aparente, densidade básica e retração volumétrica, não existindo, portanto, dependência entre os fatores, o que mostra que o padrão de variação das propriedades é o mesmo para todos os tratamentos (Tabela 1).

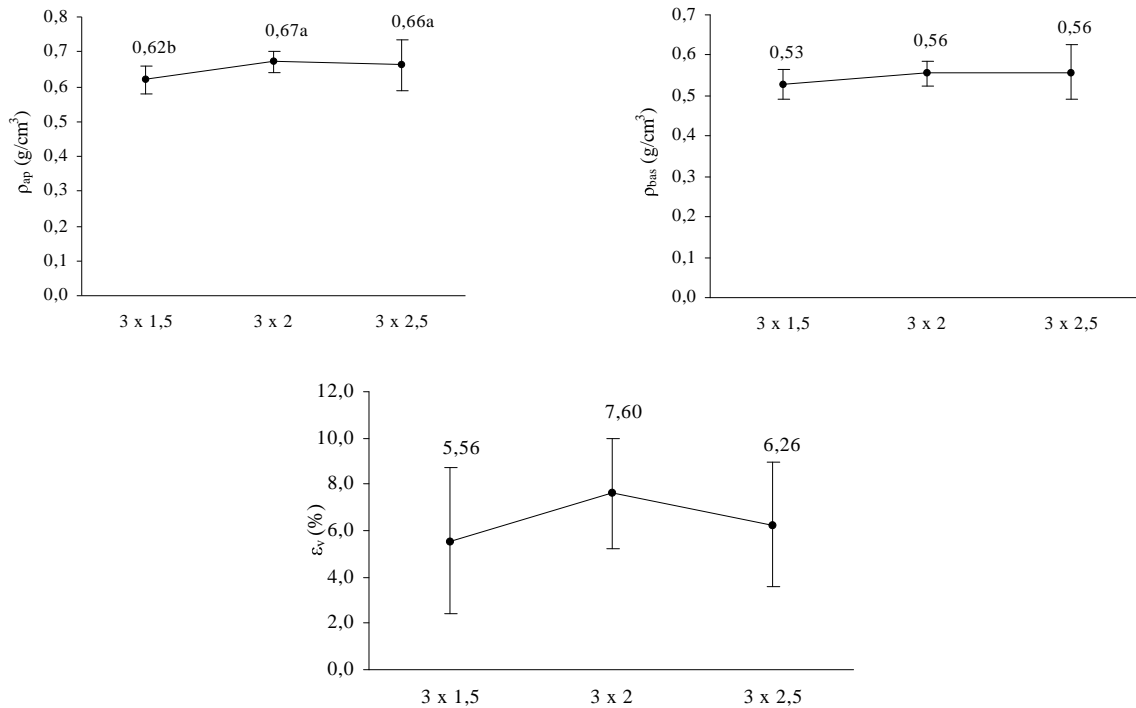
Os valores médios apresentados para a densidade básica são semelhantes aos obtidos por Roque & Ledezma (2003) e inferiores ao apresentado por Faria et al. (2006) em estudos com *T. grandis* (Tabela 1). Verificou-se uma tendência de acréscimo para a densidade aparente e densidade básica de acordo com o aumento do espaçamento, porém, somente a densidade aparente foi significativa (Figura 2). Pode-se então, concluir que o

**Tabela 1** – Resumo da análise de variância efetuada para a densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ), densidade básica ( $\rho_{bas}$ ) e retração volumétrica ( $\varepsilon_v$ ) de *T. grandis* de 31 anos.

**Table 1** – Summary of the variance analysis made for specific gravity ( $\rho_{ap}$ ), basic density ( $\rho_{bas}$ ), volumetric shrinkage ( $\varepsilon_v$ ) of 31 year-old grown *T. grandis*.

Causa de Variação	GL	Quadrado Médio		
		$\rho_{ap}$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	$\varepsilon_v$ (%)	$\rho_{bas}$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
Blocos	4	0,0062	2,8924	0,0075
Espaçamento (E)	2	0,0116 **	16,1368 <sup>n.s</sup>	0,0040 <sup>n.s</sup>
Posição radial (P)	2	0,0079 **	18,2439 <sup>n.s</sup>	0,0046 <sup>n.s</sup>
E x P	4	0,0004 <sup>n.s</sup>	4,6116 <sup>n.s</sup>	0,0006 <sup>n.s</sup>
Resíduo	32	0,0021	7,9700	0,0017
Média		0,65	6,47	0,55
CVe (%)		7,08	24,60	7,58

Onde: \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; n. s = não significativo e CVe = coeficiente de variação experimental.



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

**Figura 2** – Densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ), densidade básica ( $\rho_{bas}$ ) e retração volumétrica ( $\epsilon_v$ ) em função do espaçamento de *T. grandis* aos 31 anos de idade.

**Figure 2** – Specific gravity ( $\rho_{ap}$ ), basic density ( $\rho_{bas}$ ) and volumetric shrinkage ( $\epsilon_v$ ) due to the spacing in the 31-year old grown *T. grandis*.

espaçamento da árvore influenciou, significativamente, na densidade aparente da madeira, ou seja, as madeiras de *T. grandis* de 31 anos de idade, produzidas em diferentes espaçamentos são diferentes entre si. Porém, somente o espaçamento 3 x 1,5 m foi significativamente menor (Figura 2).

Considerando-se que espaçamentos maiores podem produzir um maior volume de madeira por unidade de área, pode-se, então, pensar que houve um ganho na densidade de acordo com aumento do espaçamento. Entretanto, isso só é verdade se o aumento do volume for mais do que proporcional ao aumento da densidade, o que possibilitaria um incremento da massa seca produzida por unidade de área.

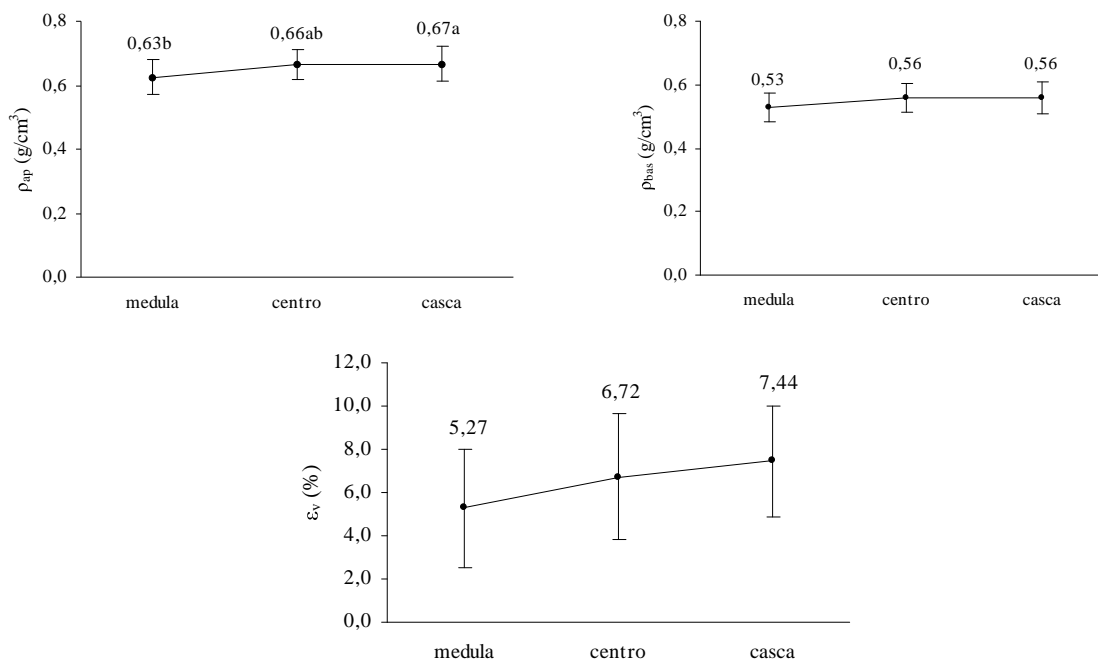
Esses resultados encontrados estão de acordo com Haselein et al. (2002) e Roque & Ledzema (2003), que verificaram que o aumento do espaçamento aumentou a densidade da madeira; Brasil & Ferreira (1971), entretanto, não verificaram diferenças significativas entre aumento do

espaçamento para a densidade básica da madeira de algumas espécies do gênero *Eucalyptus*.

Varghese et al. (2002) em um estudo de densidade da madeira de *T. grandis* oriundas de nove locais diferentes, verificaram que não ocorreu uma correlação significativa entre a densidade e os parâmetros de crescimento: altura e diâmetro.

Para a propriedade retração volumétrica não ocorreu essa mesma tendência, ou seja, não houve um aumento proporcionalmente ao aumento do espaçamento. Roque & Ledzema (2003) verificaram que o aumento do espaçamento diminuiu a retração volumétrica da madeira de *T. grandis* de 10 anos de idade (Tabela 1).

Para as posições radiais ocorreram diferenças significativas, somente para a densidade aparente, verificando-se também um aumento do valor desta propriedade, no sentido da medula para a casca, porém, somente a posição da medula foi significativamente menor (Figura 3). Entretanto, apesar de não ser significativo, a



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

**Figura 3** – Densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ), densidade básica ( $\rho_{bas}$ ) e retração volumétrica ( $\epsilon_v$ ) em função da posição radial de *T. grandis* de 31 anos.

**Figure 3** – Specific gravity ( $\rho_{ap}$ ), basic density ( $\rho_{bas}$ ) and volumetric shrinkage ( $\epsilon_v$ ) due to the radial position in 31-year old grown *T. grandis*.

densidade básica e a retração volumétrica apresentaram essa mesma tendência de aumento no sentido medula-casca. De maneira geral, pode-se, então, concluir que todas as variáveis apresentaram um comportamento de aumentar da medula para a casca, sendo que, para a densidade aparente e básica, a partir da região mediana, os valores se tornaram mais estáveis. Já a retração volumétrica aumentou gradativamente à medida que se distanciava da medula (Figura 3).

Segundo Ballarin & Palma (2003) e Serpa et al. (2003), o aumento do valor da densidade da madeira, no sentido da medula para a casca, é decorrente da formação de madeira juvenil nos primeiros anos e uma tendência de homogeneização da madeira, com o passar do tempo, ou seja, a madeira estaria atingindo a maturidade. Provavelmente, ocorreu maior proporção de madeira adulta em relação à madeira juvenil, nas proximidades da região da casca. Kokutse et al. (2004) verificaram um aumento proporcional com a idade e uma estabilização, na variação medula-casca, na densidade da madeira de *T. grandis*, na idade acima de 23 anos.

#### 4 CONCLUSÕES

Os efeitos do espaçamento e posição radial influenciaram significativamente somente a densidade aparente de *T. grandis*.

Ocorreu um aumento significativo no sentido medula-casca para a densidade aparente, ao longo do raio das toras de *T. grandis*. O mesmo fenômeno foi observado para a retração volumétrica, porém não significativo.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BALLARINI, A. W.; PALMA, H. A. L. Propriedades de resistência de madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, maio/jun. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622003000300014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622003000300014)>. Acesso em: 10 dez. 2008.

- BERGER, R.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Efeito do espaçamento e da fertilização sobre o crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* SMITH. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 1., 2000, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2000. p. 209-236.
- BRASIL, M. A. M.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba*, *E. saligna* e *E. grandis* aos 5 anos de idade, em função do espaçamento. **IPEF**, Piracicaba, n. 2/3, p. 129-149, 1971.
- FARIA, C. dos S. M.; PENNA, J. E.; LOGSDON, N. B. Estudo da variação axial da densidade básica de *Tectona grandis* L. F. em seis diferentes níveis de altura do tronco, usando-se três faixas centrais contíguas de disco: teste de metodologia. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA – EBRAMEM, 10., 2006, São Pedro, SP. **Anais...** São Carlos: IBRAMEM, 2006. p. 1-11.
- HASELEIN, C. R.; BERGER, R.; GOULART, M. Propriedades de flexão estática da madeira e umidade e a 12% de umidade de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob efeito do espaçamento e da adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 147-152, 2002.
- KOKUTSE, A. D.; BAILLÉRES, H.; STOKES, A.; KOKOU, K. Proportion and quality of heartwood in Togolese teak (*Tectona grandis* L.f.). **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 189, p. 37-48, 2004.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Berlim: GTZ, 1990. 343 p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 368 p.
- MACEDO, R. L. G.; GOMES, J. E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B. G. V. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (TECA) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 61-69, jan./mar. 2005.
- MALAN, F. S.; HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 163, p. 13-20, 1992.
- ROQUE, R. M.; LEDZEMA, R. M. Efecto del espaciamento en plantación sobre dos propiedades físicas de madera de teca a lo largo del fuste. **Madera y Bosques**, Heredia, v. 9, n. 2, p. 15-27, 2003.
- SERPA, P. N.; VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M.; PIMENTA, A. S. Avaliação de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 723-733, 2003.
- VARGUESE, M.; NICODEMUS, A.; RAMTEKE, P. K. Variation in growth and wood traits among nine populations of teak in Peninsular Índia. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 49, n. 2/5, p. 201-205, 2000.
- VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M. A. M. Características edafo-climáticas das dependências do serviço florestal do Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, n. 4, p. 57-140, 1966.
- WALKER, J. C. F.; BUTTERFIELD, B. G.; HARRIS, J. M.; LANGRISH, T. A. G.; UPRICHARD, J. M. **Primary wood processing: principles and practice**. London: Chapman & Hall, 1993. 611 p.
- ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. **Wood variation: its causes and control**. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 361 p.