

VARIAÇÃO DE PROPRIEDADES DA MADEIRA DE *Tectona grandis* Linn.F. (TECA) EM FUNÇÃO DO ESPAÇAMENTO E DA POSIÇÃO RADIAL NA TORA¹

Marcos Manzano PIMENTEL²
Pedro Augusto Minighelle SELEGATO²
José Nivaldo GARCIA³
Israel Luiz de LIMA⁴

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, a indústria madeireira utiliza em grande escala toras de árvores do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*, entretanto, a *Tectona grandis* (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 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. Devido à sua dispersão geográfica e à variedade de ambientes onde ocorre naturalmente, a teca é uma espécie de alta adaptabilidade. A área mundial plantada atualmente excede 3 milhões de hectares, incluindo, além dos asiáticos (maiores produtores), outros países tropicais como Togo, Camarões, Zaire, Nigéria, Trinidad e Tobago, Honduras e Brasil, entre outros (Lamprecht, 1990; Lorenzi *et al.*, 2003). Esta espécie é de fácil cultivo e pouco sujeita a pragas e doenças. A árvore quando adulta atinge entre 25 e 35 m de altura e aproximadamente 100 cm de DAP (diâmetro à altura do peito, 1,30 m). O tronco é reto e revestido por uma casca espessa resistente ao fogo. Perde as folhas durante a estação seca, pois se trata de uma essência caducifólia. Na Ásia, o ciclo de rotação é variável de 60 a 100 anos. Em Mato Grosso, na região de Cáceres, é possível obter-se árvores de grandes dimensões num ciclo de 25 a 30 anos, com obtenção de madeira para serraria de ótima qualidade (Macedo *et al.*, 1999).

No Brasil, especialmente no estado do Mato Grosso, os espaçamentos mais utilizados no plantio da teca são os de 3,0 x 3,0 m ou 3,0 x 2,0 m (Rondon Neto *et al.*, 1998). O espaçamento utilizado para a teca depende, principalmente, do tipo de produto que se espera obter (madeira serrada, lenha ou carvão) e também da declividade do terreno. Nesse sentido, os espaçamentos variam de 1,5 x 1,5 m até 3,0 x 6,0 m (Chaves & Fonseca, 1991).

A madeira de teca é utilizada para as mais diversas finalidades: móveis, esquadrias de alto padrão, embarcações, decoração, construção naval, laminação e compensados, lenha e carvão vegetal, sendo que as duas últimas são específicas para as áreas de ocorrência natural. A madeira nobre, de excelente qualidade, é valorizada pela beleza, resistência e durabilidade. Tem grande procura no mercado mundial, podendo alcançar preços até três vezes superiores aos do mogno. A madeira de teca possui um alburno estreito e claro, bem distinto do cerne, cuja cor é marrom viva e brilhante. Além do aspecto silvicultural, é importante conhecer as características físico-mecânicas (densidade e resistência mecânica da madeira) desta espécie. A densidade média da teca é 650 kg/m³ e, apesar de ser leve, apresenta boa resistência a peso, tração e flexão, semelhante ao mogno brasileiro. A madeira é estável e praticamente não empena e se contrai muito pouco durante a secagem. A durabilidade do cerne deve-se a tectoquinona, um extrativo contido nas células da madeira. O tratamento somente é necessário quando a madeira ficar exposta ao tempo. Tanto o alburno quanto o cerne contêm uma substância semelhante a um látex, denominado caucho, que reduz a absorção de água e lubrifica as superfícies. Essa substância também confere resistência a ácidos e protege pregos e parafusos da corrosão (Lamprecht, 1990; Lorenzi *et al.*, 2003).

(1) O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil.

(2) Discente do curso de Engenharia Agrônoma, da ESALQ - USP Bolsista do CNPq.

(3) Docente do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ - USP.

(4) Orientador. Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: isarelluizde.lima@yahoo.com.br

O objetivo do presente trabalho é verificar a influência do espaçamento e a variabilidade radial e longitudinal em algumas das propriedades da madeira de *Tectona grandis*.

2 MATERIALE MÉTODO

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 500 m e precipitação média anual de 1.112 mm. O solo é do tipo Latossolo vermelho escuro, e o clima do tipo Cwa de inverno seco, conforme classificação de Köppen (Ventura *et al.*, 1965/66). 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 apresentam tamanho variável de 187,5 m², 168 m² e 121,5 m², compostas por 25, 28 e 27 plantas úteis/repetição, correspondentes aos respectivos tratamentos citados.

As amostras de madeira foram coletadas de cinco árvores (repetições) de cada espaçamento selecionadas, dentro de cada bloco, no talhão tirado da classe de DAP superior definida por um inventário florestal exploratório. De cada árvore selecionada, foi retirada a primeira tora de 3 m de comprimento. As toras retiradas foram transportadas para a serraria do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP Piracicaba/SP e de cada tora foi retirada uma prancha central com espessura de 4 cm. Após secagem ao ar, de cada prancha, na região central e de um dos lados escolhido aleatoriamente, foram retirados três sarrafos de 4 cm x 4 cm x 50 cm, sendo os mesmos, representativos das posições (0, 50 e 100%) do raio da prancha, como mostrado na FIGURA 1.

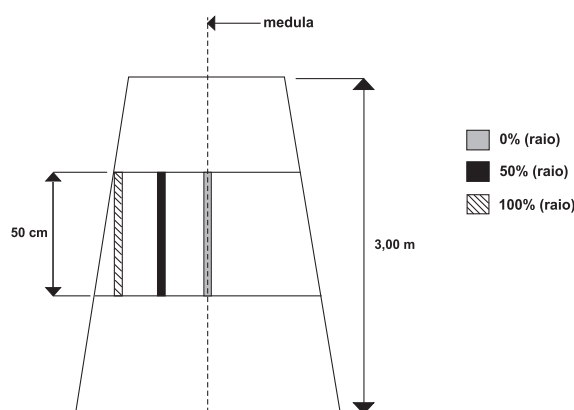


FIGURA 1 – Prancha central representando as posições radiais de retirada dos corpos-de-prova para estudo da variabilidade radial.

As propriedades estudadas foram: rendimento em cerne, resistência à compressão paralela às fibras (f_{c0}) e massa específica (ρ) que foram determinadas no Laboratório do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP – Piracicaba/SP.

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, que foi adotada como diretriz para determinações das propriedades físicas e mecânicas.

2.1 Porcentagem de Cerne

Para a estimativa do rendimento em volume de cerne de cada tora foram coletadas duas medidas de diâmetro do cerne e duas medidas de diâmetro da tora, desconsiderando a casca. O valor adotado para os cálculos foi obtido pela média entre essas duas medidas de diâmetro. Com os valores do diâmetro da tora e do cerne na base e a 3 m (topo) foram estimadas as áreas da seção transversal total e de cerne de cada tora.

A porcentagem de cerne foi obtida pela equação (1), a partir das áreas das secções transversais calculadas com os respectivos diâmetros, sem casca, de cada tora.

$$P_{cerne} = \left(\frac{A_{cerne}}{A_{total}} \right) 100 \quad (1),$$

em que: P_{cerne} : porcentagem de cerne (%); A_{cerne} : secção transversal do cerne (cm²) e A_{total} : secção transversal do cerne mais alburno (cm²).

2.2 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, num total de 45 unidades. Foram realizados ensaios de compressão em uma máquina universal de ensaio, com velocidade de aplicação de cargas de 4000 N/min (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 1997).

Para a obtenção dos valores dessa variável foi utilizada a expressão (2):

$$fc0 = \frac{P_r}{A} \quad (2),$$

em que: $fc0$: resistência à compressão paralela às fibras, MPa; P_r : carga de ruptura, N, e A : área da seção transversal, mm².

2.3 Massa Específica

Para a obtenção da massa específica foram retiradas 45 amostras de 2 cm x 2 cm x 3 cm, obtidas dos sarrafos de cada repetição de diferentes posições do tronco. 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 será obtida em balança semi-analítica com sensibilidade de 0,01 g (ABNT, 1997). Para a obtenção da massa específica utilizou-se a expressão (3):

$$\rho = \frac{P_u}{V_u} \quad (3),$$

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.

As hipóteses testadas foram: a) o espaçamento das árvores não influencia no rendimento em cerne de *T. grandis*; b) o espaçamento das árvores não influencia na resistência à compressão paralela às fibras e à massa específica; c) não existem variações entre as posições base e topo das toras no rendimento em cerne de *T. grandis*, e d) não existem variações na resistência à compressão paralela às fibras e na massa específica ao longo do raio das toras de *T. grandis*.

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

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

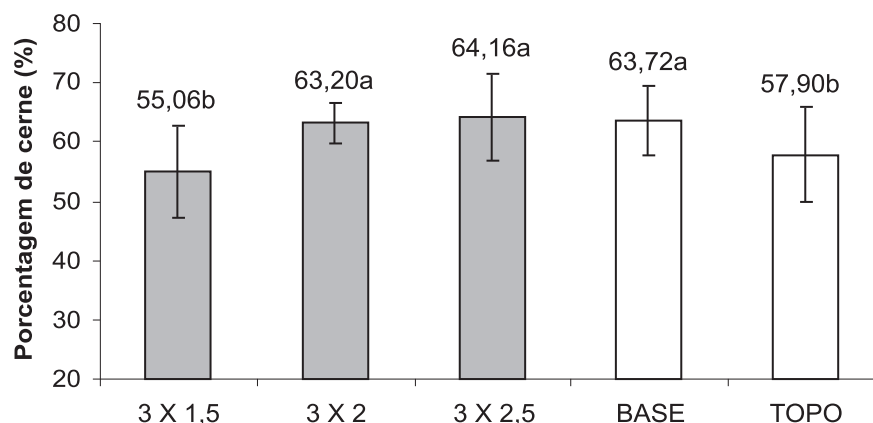
Na TABELA 1, a variável porcentagem de cerne revelou valores significativos para o teste F, demonstrando haver diferenças entre espaçamento e entre posições na tora. Podemos verificar que os melhores rendimentos de cerne, em relação ao volume total da tora, foram obtidos nos espaçamentos: 3 x 2 m

e 3 x 2,5 m, este resultado é muito importante em termos econômicos, uma vez que o valor comercial do cerne é muito superior ao valor comercial do albarno pelas propriedades do cerne serem de qualidade superior àquelas do albarno, assim sendo, evitaríamos o uso de plantios com espaçamento 3 x 1,5 m, uma vez que foi observada redução aproximada de mais de oito pontos percentuais, de volume de cerne. Pode-se observar ainda (FIGURA 2), que a porcentagem de cerne é maior na base da tora, sendo que o ganho em rendimento de cerne pode ser caracterizado em função do diâmetro das toras. Isto pode ser evidência de que o aumento do volume de cerne se dá em função do aumento do diâmetro da árvore, admitindo-se que a área de albarno em secção transversal permanece constante em todas as árvores da população, mesmo sob condições ambientais diversas, uma vez que diferentes espaçamentos submetem as árvores a diferentes disponibilidades de água, nutrientes e luz.

TABELA 1 – Análise de variância para o rendimento em cerne das toras de *T. grandis*, aos 32 anos.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Bloco	4	43,71
Espaçamento	2	108,71**
Posição na tora	1	110,21**
Espaçamento x posição na tora	2	17,94 ^{ns}
Erro	20	8,37
CV (%)	3,72	
Média (%)	77,84	

ns – não significativo; **P ≤ 1%



Obs.: médias de letras diferentes diferem entre si (ao nível de 5% de probabilidade).

FIGURA 2 – Variação da porcentagem de cerne em função do espaçamento e da posição na tora de *T. grandis*, aos 32 anos.

Com relação às propriedades compressão paralela às fibras (f_{c0}) e massa específica (ρ), pode-se verificar que estas variáveis revelaram valores significativos para o teste F, na variação radial na tora (TABELA 2). Quanto aos diferentes espaçamentos, apenas ocorreu discrepância significativa nos resultados de massa específica, demonstrando não existir diferença de resistência da madeira entre os espaçamentos.

TABELA 2 – Análise de variância para o rendimento em cerne das toras de *T. grandis*, aos 32 anos.

Fonte de variação	Quadrado médio		
	GL	fc0(Mpa)	ρ (g/cm ³)
Bloco	4	67,83	0,0079
Espaçamento	2	2,09 ^{ns}	0,0019 ^{ns}
Posição radial	2	80,78**	0,0041**
Espaçamento x posição na tora	4	6,30 ^{ns}	0,0005 ^{ns}
Erro	32	13,22	0,0006
CV (%)	7,75		
Média (%)	46,93		

ns – não significativo; **P ≤ 1%

Não foi verificada nenhuma tendência para a resistência à compressão e massa específica, de acordo com o aumento do espaçamento (TABELA 3). Pode-se então, concluir que estes espaçamentos não influenciaram, significativamente, estas propriedades das madeiras de *T. grandis* de 32 anos de idade. Considerando-se que espaçamentos maiores podem produzir um maior volume de madeira por unidade de área, pode-se, então, utilizar os espaçamentos maiores sem prejudicar estas propriedades. Entretanto, Haselein *et al.* (2002) verificaram que o aumento do espaçamento aumentou a densidade e a resistência da madeira, em uma população de um clone de *E. saligna*, aos 10 anos de idade. Também, pode-se, observar que para a massa específica e a resistência ocorreu uma tendência de aumento no sentido medula-casca. É importante atentar ao fato de que as propriedades da madeira massa específica e resistência à compressão, estabilizaram a partir da posição 50%, sendo interessante o estudo de posições entre 0% e 50% para observar a partir de qual região entre elas a madeira começa a se estabilizar, isso ocorreu muito provavelmente pelo aumento da proporção da madeira juvenil em relação à madeira adulta, no sentido medula-casca, esta tendência também foi observada por Malan & Hoon (1992), Lima e Garcia (2005) e Polli *et al.* (2006) entre outros trabalhos.

TABELA 3 – Comparação de médias (teste de Tukey) para o efeito de espaçamento e posição radial para as variáveis: resistência à compressão (fc0) e densidade aparente (ρ) de *T. grandis* de 32 de idade.

Tratamento	fc0(MPa)	ρ (g/cm ³)
Espaçamento 3 x 1,5	46,93	0,64
Espaçamento 3 x 2	46,30	0,62
Espaçamento 3 x 2,5	46,55	0,65
Posição radial (0%)	44,27 ^b	0,62 ^b
Posição radial (50%)	48,57 ^a	0,64 ^a
Posição radial (100%)	47,95 ^a	0,65 ^a

Obs.: médias seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si (ao nível de 5% de probabilidade).

4 CONCLUSÕES

Os espaçamentos maiores das árvores influenciaram no rendimento em cerne das toras de *T. grandis*.

A posição da base apresentou maior rendimento em cerne do que a do topo das toras de *T. grandis*.

Os espaçamentos das árvores não influenciaram na resistência à compressão e a massa específica da madeira de *T. grandis*.

PIMENTEL, M. M. *et al.* Variação de propriedades da madeira de *Tectona grandis* Linn.F. (teca) em função do espaçamento e da posição radial na tora.

Ocorre aumento no sentido medula-casca para resistência à compressão e massa específica, ao longo do raio das toras de *T. grandis*, atingindo estabilidade destas propriedades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CHAVES, E.; FONSECA, W. **Teca – *Tectona grandis* L.f. especie de árbol de uso múltiple en América Central.** Turrialba: CATIE, 1991. 47 p. (Serie Técnica – Informe Técnico nº 179).

HASELEIN, C. R. *et al.* 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.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos.** Berlim: GTZ, 1990. 343 p.

LIMA, I. L.; GARCIA, J. N. Influência do desbaste em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 151-160, 2005.

LORENZI, H. *et al.* **Árvores exóticas no Brasil:** madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 368 p.

MACEDO, R. L. G.; BOTELHO, S. A.; SCOLFORO, J. R. Considerações preliminares sobre o estabelecimento da *Tectona Grandis* L.f. (TECA), introduzida na região noroeste do Estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 5., 1999, Curitiba. **Anais...** Rio de Janeiro: Biosfera, 1999. 4 p. (CD-ROM-BIO 1999).

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.

POLLI, H. Q. *et al.* Qualidade da madeira em clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetido a desrama artificial. **Revista Árvore**, ViçosaMG, v. 30, n. 4, p. 557-566, 2006.

RONDON NETO, R. M.; MACEDO, R. L. G.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Formação de povoamentos florestais com *Tectona grandis* L.f. (Teca).** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1998. 29 p. (Boletim Técnico. Série Extensão, 33).

VENTURA, A. *et al.* Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 4, p. 57-139, 1965/66.