

Dimensões anatômicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. em função do espaçamento e da posição radial do troncoAnatomical dimensions of the wood of *Tectona grandis* Linn. in relation to spacing and radial position in the trunkIsrael Luiz de Lima¹, Rafael Garcia²,
Eduardo Luiz Longui³ e Sandra Monteiro Borges Florsheim⁴**Resumo**

Para melhor utilização da madeira de *Tectona grandis* é necessário estudos que relacionem a anatomia e a qualidade da madeira com os fatores que podem afetar as condições de crescimento. O espaçamento é um dos fatores de crescimento a serem considerados para a produção e melhor qualidade da madeira de teca. O objetivo do presente trabalho foi verificar a influência do espaçamento nas dimensões celulares da madeira de *Tectona grandis*, aos 31 anos de idade e a sua variabilidade radial. Nesse estudo, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com três tratamentos (3 x 1,5; 3 x 2 e 3 x 2,5m) e cinco 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, intermediária e casca). De acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que a frequência de vasos, comprimento e a espessura da parede das fibras foram influenciados pelo espaçamento do plantio. Foi observada uma relação positiva entre comprimento e espessura da parede das fibras com a posição radial e uma relação negativa entre diâmetro de vasos, frequência de raios com a posição radial.

Palavras-chave: Teca, Anatomia da madeira, Variação radial, Qualidade da madeira.

Abstrat

For the better use of *Tectona grandis* wood it is necessary to study the relationship between the anatomy and wood quality with the factors that may affect growth conditions. Spacing is one of growth factors to be considered for production and a better quality of teak wood. The aim of the present work was to verify the influence of spacing on the cellular dimensions of the wood of a 31-year old *Tectona grandis* tree; and its radial variability. In this study, we used the experimental delineation of randomized blocks with three treatments (3 x 1.5; 3 x 2 and 3 x 2.5m) and five replications, and where 15 trees with average diameter were chosen in the region of Pederneiras/SP. From each tree a disc of 7cm thickness at DBH (diameter at breast height) was removed and from each disc samples were taken in different distances in pith-to-bark radial direction (pith, intermediate and bark). It was concluded that the fiber length, fiber wall thickness and frequency vessel were influenced by spacing of planting. A good positive relationship was found between fiber length and fiber wall thickness with radial position and a negative relation between vessel diameter and ray frequency with the radial position.

Keywords: Teak, Wood anatomy, Radial variation, Wood quality.

INTRODUÇÃO

A indústria madeireira no Brasil utiliza em grande escala toras de árvores de espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* como matéria-prima para diversas finalidades. No entanto, outras

madeiras, como *Tectona grandis* Linn., popularmente conhecida como "teca" vem se destacando pela produtividade e qualidade. Cita-se o trabalho de Macedo *et al.* (2005), que reportaram o sucesso no cultivo dessa espécie no estado de Mato Grosso, na região de Cáceres, empregan-

¹Pesquisador do Instituto Florestal do Estado de São Paulo – Divisão de Dasonomia – Rua do Horto, 931 – São Paulo, SP – 02377-000 – E-mail: israeluizde.lima@yahoo.com.br

²Discente curso de Engenharia Ambiental, Faculdades Oswaldo Cruz. Bolsista FUNDAG – E-mail: rafael_engamb@yahoo.com.br

³Pesquisador do Instituto Florestal do Estado de São Paulo – Divisão de Dasonomia – Rua do Horto, 931 – São Paulo, SP – 02377-000 – E-mail: sflorsheim@if.sp.gov.br

⁴Pesquisador do Instituto Florestal do Estado de São Paulo – Divisão de Dasonomia – Rua do Horto, 931 – São Paulo, SP – 02377-000 – E-mail: elongui@if.sp.gov.br

do-se espaçamento inicial de 3 x 3 m ou 3 x 2 m, para o qual obteve-se árvores de grandes dimensões num ciclo de 25 a 30 anos para o uso em serraria. Como reflexo desse sucesso, a madeira de teca já é considerada no mercado brasileiro uma alternativa com grande potencial de consumo interno e também para a exportação.

Segundo Lamprecht (1990) *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 a sua distribuição geográfica e à variedade de ambientes onde ocorre naturalmente, a 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.

Sendo considerada uma planta de fácil cultivo, *T. grandis* é pouco sujeita a pragas e doenças, os indivíduos adultos atingem entre 25 e 35 m de altura e aproximadamente 1 m de DAP. O tronco é reto e revestido por casca espessa resistente ao fogo, possui alburno estreito e claro, bem distinto do cerne, cuja cor é marrom viva e brilhante. A madeira possui densidade aparente de 650 kg m⁻³, que, apesar de ser moderadamente pesada, apresenta boa resistência a carga, tração e flexão, semelhante à de *Swietenia macrophylla* (mogno). A madeira é estável, praticamente não empena e se contraí muito pouco durante a secagem. A estabilidade dimensional permite que a madeira de *T. grandis* resista à variação de umidade no ambiente. A beleza peculiar e as propriedades da madeira de *T. grandis* fazem com ela seja muito procurada para decoração de interiores luxuosos e mobiliários de alto padrão, sendo também utilizada para fins menos nobres, como laminação e compensados, lenha e carvão vegetal, sendo os dois últimos usos, específicos para as áreas de ocorrência natural. Na Ásia, seu ciclo de rotação varia entre 60 a 100 anos (LAMPRECHT, 1990; HARRIS, 1993, LORENZI *et al.*, 2003 e EMBRAPA, 2004). Segundo Bhat e Priya (2004), devido à alta produtividade e qualidade da madeira, a plantação mundial de teca excede a 5200.000 ha, podendo produzir em torno de 15 m³/ha/ano. Com a grande procura em todo mundo pela sua madeira, a mesma pode alcançar preços até três vezes superiores aos do mogno (EMBRAPA, 2004)

Considerando que o conhecimento da produtividade de *T. grandis*, seja relevante para a

recomendação de cultivo é importante estudar as dimensões das fibras desta madeira, como um dos parâmetros de avaliação tecnológica da espécie. De acordo com Nobuchi *et al.* (1996), para melhor utilização da madeira de *T. grandis* é necessário estudos de anatomia e qualidade da madeira relacionados com os fatores que podem afetar as condições de crescimento.

Segundo Foelkel (1978), madeiras com alta porcentagem de elementos de vaso tendem a apresentar baixa densidade, o que foi confirmado por Ruy (1998), observando que o comprimento, espessura da parede e diâmetro do lume das fibras, porcentagens de vasos e de parênquima, possuem alta correlação com a densidade básica da madeira, além de exercer influência em suas propriedades e usos finais.

Para Zobel e Van Buijtenen (1989), há inúmeras causas de variação na estrutura anatômica do lenho das árvores em plantações florestais para fins industriais, entre elas mencionam-se fatores sem controle (sítios de crescimento e condições ecológicas etc.) e outros que apresentam determinado grau de controle (manejo florestal, espaçamento, adubação, material genético, idade de corte etc.)

De acordo com a literatura, comparação entre espaçamentos com densidade populacional muito próxima, normalmente tem pouca influência nas propriedades das madeiras de folhosas. Essa afirmativa foi verificada por Brasil e Ferreira (1971), em um estudo sobre a densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* com idade de cinco anos, os autores observaram que os espaçamentos 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m, não influenciaram essa propriedade. Segundo Bhat e Priya (2004), a literatura de maneira geral apresenta resultados contraditórios em relação a influência da taxa de crescimento nas propriedades de *T. grandis*.

Para Malan (1995), ocorre uma grande variação nas propriedades das madeiras no sentido medula-casca, cuja extensão é determinada, principalmente, pela presença de madeira juvenil e a sua proporção no tronco das árvores.

Malan e Hoon (1992) testaram diferentes desbastes em uma população de *E. grandis* com 34 anos, os autores concluíram que desbastes gradativos reduzem o gradiente de variação da densidade básica e o comprimento das fibras no sentido medula-casca, com este procedimento é possível obter madeira mais homogênea.

O presente estudo teve como objetivos avaliar o efeito do espaçamento de plantio nas di-

mensões celulares da madeira de *T. grandis* aos 31 anos e analisar as possíveis variações dessas características nas diferentes posições radiais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento silvicultural foi instalado em 1975, na Floresta Estadual de Pederneiras/SP, pertencente ao Instituto Florestal. Localizada pelas coordenadas 22°22'S e 40°44'W, à altitude de 500 m. O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho Escuro, fase arenosa, e o clima do tipo Cwa de inverno seco, conforme classificação de Köppen (VENTURA *et al.*, 1965/66) com precipitação média anual de 1.112 mm. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constituídos por três tratamentos, correspondentes a espaçamentos de plantio (3,0 x 1,5; 3,0 x 2,0 e 3,0 x 2,5 m), com cinco repetições. As parcelas experimentais apresentam tamanho variável de 112,5 m², 168 m² e 202,5 m², compostas por 25, 28 e 27 plantas úteis em cada parcela, correspondentes aos respectivos tratamentos.

As amostras de madeira para o estudo anatômico 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 re-

gião do DAP. Em cada disco retiraram-se amostras representativas de três posições radiais: medula, intermediária e casca (Figura 1).

Fragmentos de lenho dos corpos-de-prova foram utilizados na preparação do macerado de acordo com o método de Franklin modificado (BERLYN; MIKSCHE, 1976). Os outros corpos-de-prova foram reduzidos para a dimensão de 2 cm³, sendo em seguida amolecidos por meio de cozimento em água e glicerina na proporção de (4:1) até atingirem a condição ideal para o secionamento. As secções histológicas foram obtidas em micrótomo de deslize (Zeiss Hyrax S 50) com espessura entre 18 e 25 μm. Secções de cada amostra foram clarificadas por meio da lavagem em hipoclorito de sódio 60% e coradas com safranina aquosa 1% (JOHANSEN, 1940; SASS, 1951). Do material macerado e dos cortes histológicos de cada amostra foram montadas lâminas, sendo realizadas em cada lâmina 25 mensurações do comprimento das fibras e elementos de vaso, da espessura das paredes das fibras, altura e largura dos raios, diâmetro dos elementos de vasos e frequência dos raios e elementos de vasos. A terminologia empregada para as análises anatômicas seguiu as recomendações do IAWA Committee (1989). Todas as mensurações foram realizadas em microscópio equipado para captura de imagens e sistema de medições (Marca Olympus modelo BX 50 com software de análise de imagens Image - Pro Plus versão 6.0).

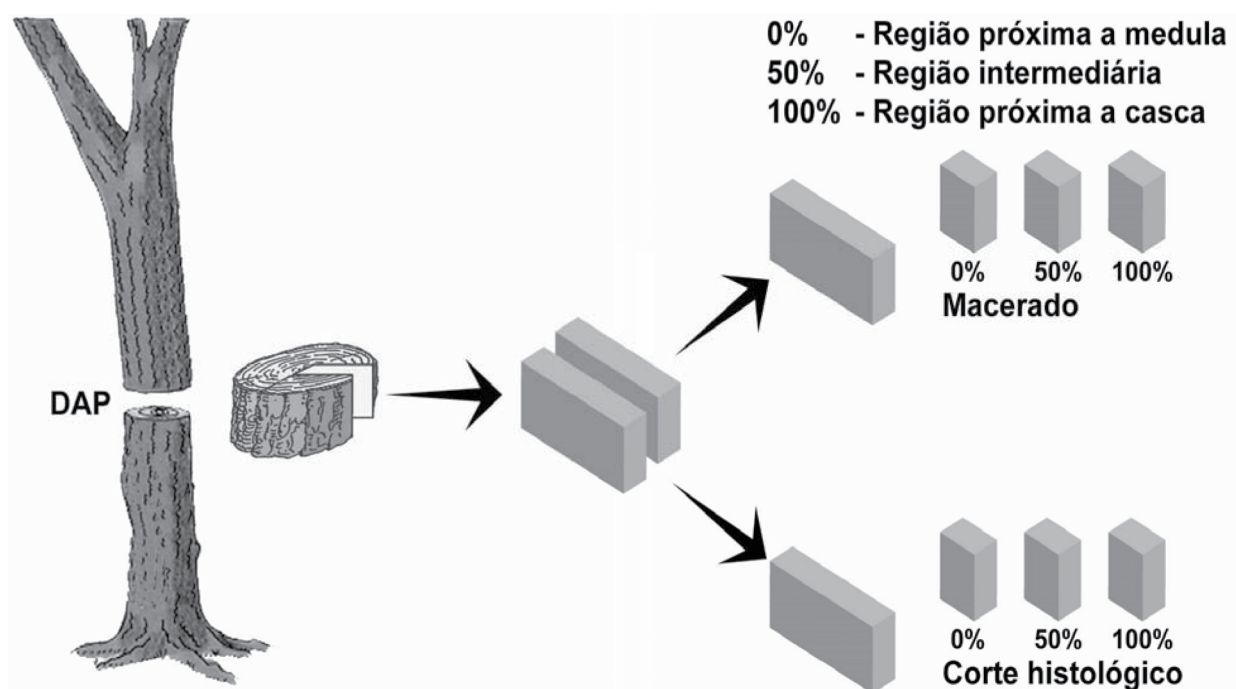


Figura 1. Posição de retirada dos discos nas árvores e corpos-de-prova para a caracterização anatômica da madeira de *Tectona grandis*.

Figure 1. Sampling position of the discs in the trees and samples for anatomical characterization of wood of *Tectona grandis*.

As hipóteses testadas foram: a) O espaçamento de plantio não influencia nas dimensões celulares da madeira de *T. grandis* aos 31 anos de idade; b) Não existem variações nas dimensões celulares ao longo do raio das toras de *T. grandis* aos 31 anos de idade.

A avaliação do experimento foi feita utilizando-se um modelo ajustado 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 - teste de Hartley (BANZATTO; KRONKA, 1992). Posteriormente, foi feito o teste F de análise de variância segundo o delineamento experimental em blocos casualizados, adotando-se o esquema fatorial 3 x 3 (espaçamento x posição radial) para cada variável em estudo. Foi aplicado o teste de Tukey, sempre que foi observada diferença significativa ao nível de 5%, entre tratamentos pelo teste F. Os resultados foram analisados com o auxílio do procedimento estatístico PROC GLM (SAS, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância efetuada para as dimensões anatômicas analisadas da madeira de *T. grandis* de 31 anos foi:

Para o espaçamento de plantio foram verificadas diferenças significativas para o comprimento e espessura da parede das fibras e também para a frequência de vasos.

Na posição radial, o comprimento e espessura da parede das fibras, diâmetro e frequência de vasos e altura e frequência de raios apresentaram diferenças significativas, enquanto que o comprimento dos elementos de vaso e largura dos raios não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1). Pode-se verificar, também, que não ocorreu interação significativa entre o espa-

çamento e a posição radial demonstrando não existir dependência entre esses fatores analisados (Tabela 1).

O comprimento das fibras, no maior espaçamento (3,0 x 2,5 m) foi significativamente superior aos observados nos espaçamentos 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 1,5 m (Figura 2). A parede das fibras do espaçamento 3,0 x 1,5 m, foi significativamente menor do que nos espaçamentos 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 2,5 m (Figura 2). A frequência dos vasos no espaçamento 3,0 x 2,5 m foi significativamente menor do que nos espaçamentos 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m respectivamente (Figura 3). A Figura 4 está representando essa variação observada entre os espaçamentos. Considerando que o comprimento e a parede das fibras foram maiores e a frequência dos vasos foi menor nos dois maiores espaçamentos, sugere-se que estes produzem um maior volume de madeira por unidade de área e com maior densidade. Esta última característica foi comprovada por Lima *et al.* (2009). Roque e Ledezma (2003), também observaram relação positiva entre madeiras mais densas e aumentos no espaçamento. Porém, Malan (1991) verificou para *E. grandis* que o crescimento das árvores por meio de melhoramento genético ou tratamento silvicultural aumenta o volume de madeira por ha sem afetar significativamente sua qualidade.

Reforçando a influência das variações celulares na densidade, Foelkel (1978) e Ruy (1998) encontraram relação negativa entre a frequência dos vasos e a densidade e, relação positiva entre comprimento, espessura da parede e diâmetro do lume das fibras e porcentagens de parênquima com a densidade básica da madeira; com base nestes resultados está claro que as variações nas dimensões e frequência celulares podem influenciar nas propriedades e usos finais da madeira de *T. grandis*.

Tabela 1. Resumo da análise de variância efetuada para o comprimento das fibras (CF), espessura da parede das fibras (EPF), comprimento dos elementos de vaso (CV), diâmetro dos vasos (DV), frequência dos vasos (FV), frequência dos raios (FR), altura dos raios (AR) e largura dos raios (LR) de *Tectona grandis* de 31 anos.

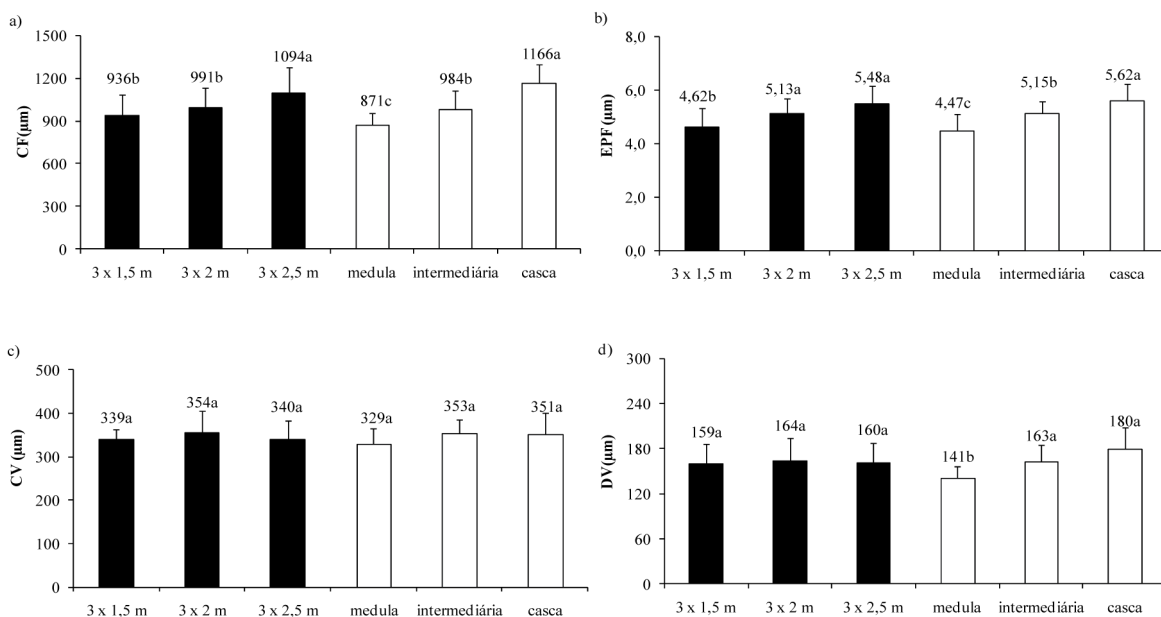
Table 1. Summary of analysis of variance for fiber length (CF), fiber wall thickness (EPF), vessel element length (CV); vessel diameter (DV), vessel frequency (FV), ray frequency (FR), ray height (AR) and ray width (LR) of a 31-years-old *Tectona grandis* tree.

Causa de Variação	Quadrado Médio								
	GL	CF (µm)	EPF (µm)	CV (µm)	DV (µm)	FV (nºmm ⁻²)	FR (nº m ⁻¹)	AR (µm)	LR (µm)
Blocos	4	24378	0,1284	431	1808	0,55	0,2937	2495	307
Espaçamento (E)	2	95659**	2,7841**	1084 n.s	87 n.s	12,48**	0,6423 n.s	5395 n.s	137 n.s
Posição radial (P)	2	332142**	4,9456**	2766 n.s	5758**	10,5**	1,6218**	19987**	184 n.s
E x P	4	5192 n.s	0,0062 n.s	1953 n.s	258 n.s	1,13 n.s	0,0434 n.s	1823 n.s	62 n.s
Resíduo	32	8443	0,2355	1763	408	1,13	0,39	2182	98
Média		1007	5,08	344	161,28	8,28	4,32	359,16	52,71
CVexp (%)		9,12	9,56	12,19	12,52	12,85	14,4	13,0	18,75

Em que: ** significativo ao nível de 1% de significância; n. s = não significativo e CVexp = coeficiente de variação experimental.

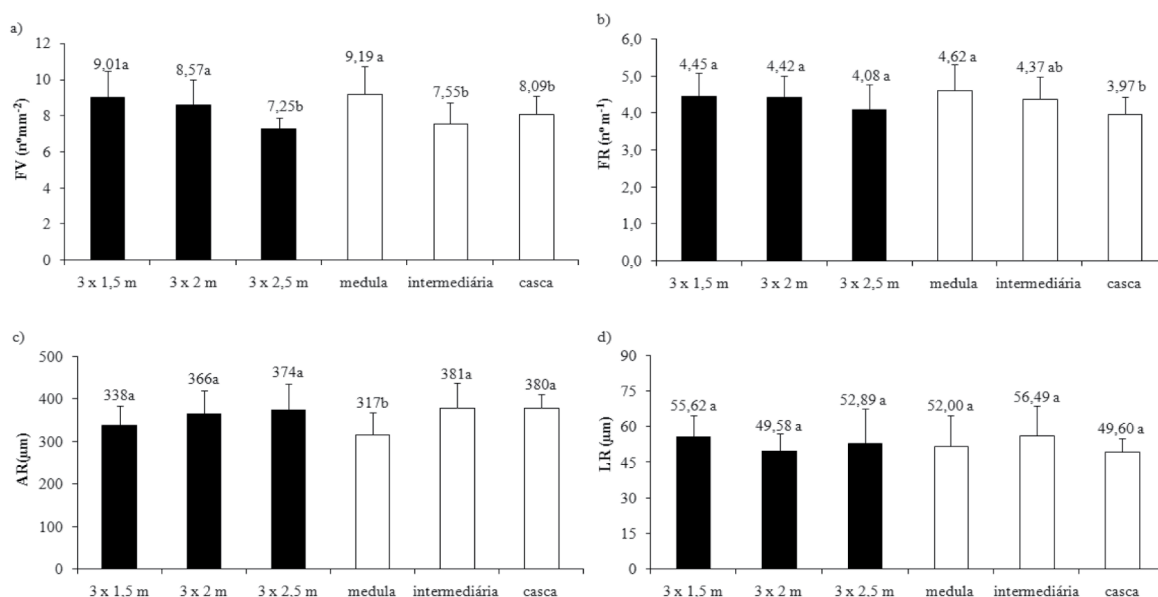
Roque e Tomazello Filho (2009) verificaram em árvores de *Gmelina arborea* que as dimensões celulares dos elementos anatômicos são afetadas pelas condições de manejo. Gouvêa *et al.* (2009) observaram em populações clonais de *Eucalyptus* que o comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras apresentam pequenas, porém significativas variações entre clones e locais de plantio. Entretanto, Rao e Rajput (1999), em um estudo com *T. grandis*, concluíram que existem vários fatores ambientais e fisiológicos que contri-

buem para o crescimento e desenvolvimento das árvores, sendo que a temperatura é considerada o fator mais importante na atividade cambial. Por outro lado Bhat e Priya (2004) verificaram que condições de solos e a localização geográfica influenciaram a na proporção de parênquima e fibra em população de *T. grandis* aos 21 anos de idade. Moya *et al.* (2009) observaram que condições climáticas e de local de plantio tem pouca influência no comprimento e espessura das fibras e na altura, frequência e proporção dos raios.



OBS: Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Figura 2. a) comprimento das fibras (CF), b) espessura da parede das fibras (EPF), c) comprimento dos elementos de vaso (CV), d) diâmetro dos vasos (DV) de *Tectona grandis* de 31 anos.
Figure 2. a) fiber length (CF), b) fiber wall thickness (EPF), c) vessel element length (CV), d) vessel diameter (DV) of a 31-years-old *Tectona grandis* tree.



OBS: Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 3. a) frequência dos vasos (FV), b) frequência dos raios (FR), c) altura dos raios (AR), d) largura dos raios (LR) de *Tectona grandis* de 31 anos.
Figure 3. a) vessel frequency (FV), b) ray frequency (FR), c) ray height (AR), d) ray width (LR) of a 31-years-old *Tectona grandis* tree.

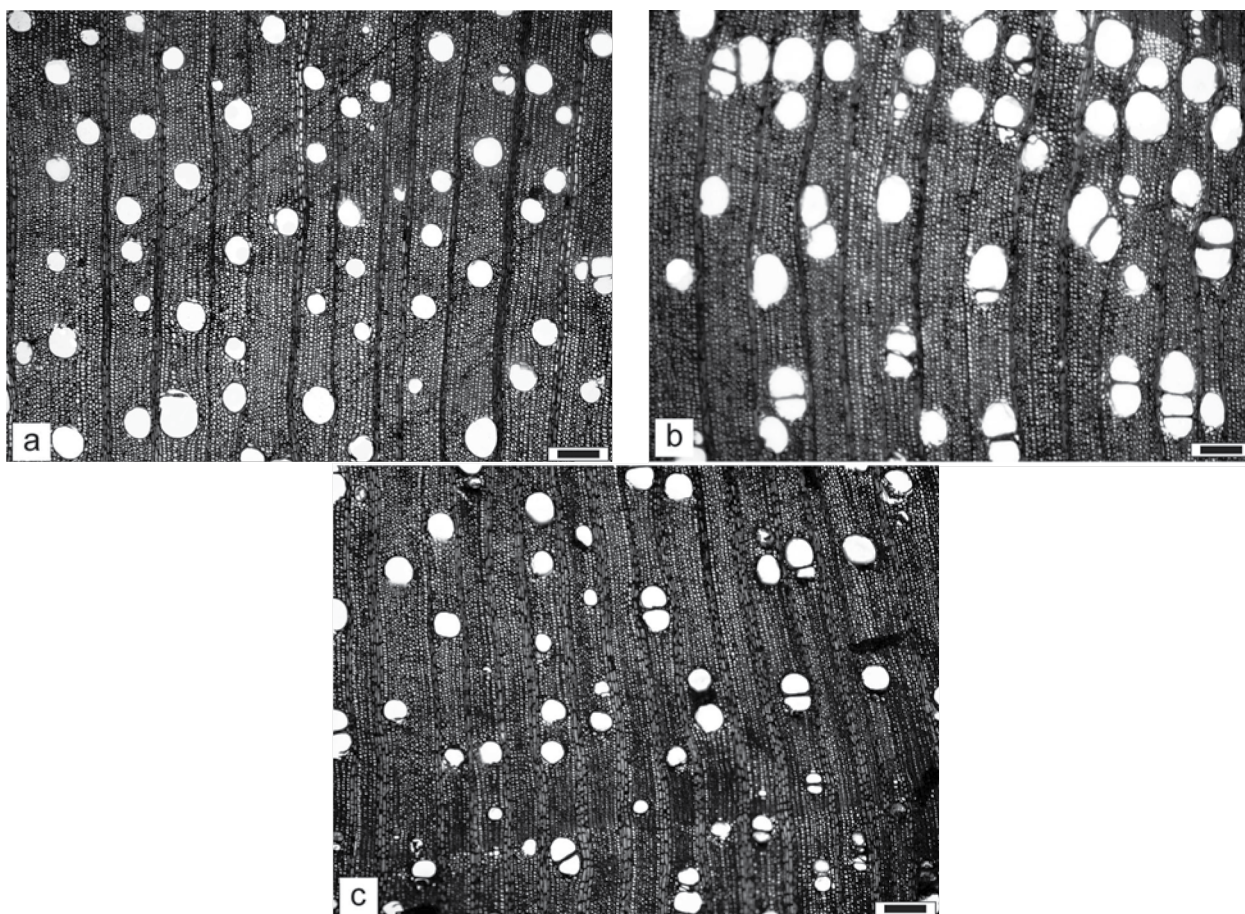


Figura 4. Fotomicrografias do lenho de *Tectona grandis* – Secções transversais da posição intermediária em função dos diferentes espaçamentos a. 3m x 1,5m. b. 3m x 2m. c. 3m x 2,5m. Notar menor frequência dos vasos em maior espaçamento (3m x 2,5m). Barra = 250µm.

Figure 4. Photomicrographs of *Tectona grandis* wood - Transverse sections of the intermediate position according to different spacings a. 3m x 1.5m b. 3m x 2m. c. 3m x 2.5m. Note that lower vessel frequency in the larger spacing (3m x 2.5m). Bar = 250µm

De acordo com o exposto e a literatura consultada verificou-se que os espaçamentos em estudo, tiveram influências em algumas das dimensões celulares e que outros fatores ambientais ou a utilização de espaçamentos com maior densidade populacional poderiam ter influenciado mais significativamente, nas dimensões celulares de *T. grandis*.

O comprimento e a espessura da parede das fibras aumentaram significativamente no sentido medula-casca (Figura 2). Malan (1991) também verificou que o comprimento, diâmetro e espessura da parede das fibras de espécies do gênero *Eucalyptus* aumentaram significativamente no sentido medula-casca, dos 8 aos 15 anos de idade. Gonçalves *et al.* (2007) observaram, em amostra de *T. grandis* com 17 anos, que o comprimento das fibras se manteve crescente no sentido medula-casca até a região intermediária e a partir deste ponto mostrou um pequeno decréscimo e posterior estabilidade até a região da casca. Roque e Tomazello Filho (2009) verificaram em árvores de *Gmelina arborea* oriunda de duas

populações uma de clima tropical seco e outra de clima úmido, que de modo geral ocorre uma estabilidade na variação radial das dimensões das fibras, após o sexto ano.

De acordo com Zobel e Talbert (1984), dependendo da espécie, a mudança do lenho juvenil para o adulto pode ser abrupta ou gradual, sendo difícil determinar a duração desses períodos. O diâmetro dos elementos de vaso e a altura dos raios também aumentaram significativamente no sentido medula-casca (Figuras 2 e 3).

A frequência dos raios e vasos diminuiu no sentido medula-casca (Figura 3). Bhat e Priya (2004) observam que de acordo com o aumento do diâmetro da árvore de *T. grandis*, aos 21 anos ocorre uma diminuição da porcentagem de parênquima axial. No presente estudo, o comprimento dos elementos de vaso e a largura dos raios não foram influenciados pela posição radial no tronco da árvore (Figuras 2 e 3). Silva *et al.* (2007) verificaram, para uma população de *E. grandis*, que ocorreu aumento do diâmetro dos vasos no sentido medula-casca, indicando

que essa variável depende mais da posição radial do que a idade da árvore. Tomazello Filho (1985) obteve essa mesma variação para diversas espécies do gênero *Eucalyptus*.

Em *T. grandis*, pode-se considerar que de maneira geral, o comprimento das fibras, espessura da parede das fibras, diâmetro dos vasos e altura dos raios apresentaram um comportamento de aumentar da medula para a casca, sendo que ainda não se tornaram estáveis à partir da região intermediária no raio da tora, o que pode indicar que o câmbio vascular ainda não atingiu a idade adulta. Gatto *et al.* (2008), ao estudarem a separação de lenho juvenil e adulto em *Luehea divaricata*, reportaram que o comprimento das fibras foi a característica que melhor indicou essa separação, aumentando nos primeiros anos, seguida de estabilização e um pequeno decréscimo com o avanço da idade.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados apresentados conclui-se que:

No maior espaçamento foram encontradas fibras mais longas e com paredes mais espessas, além da menor frequência dos vasos. Estes resultados implicam em maior densidade da madeira, considerando que esta propriedade física serve como indicativo de qualidade da madeira. Sugere-se que plantios com maiores espaçamentos (ex. 3,0 x 2,5 m) podem produzir madeira de *Tectona grandis*, dependendo do uso, com melhor qualidade.

Há também variação radial nas dimensões celulares, sendo que comprimento e espessura da parede das fibras aumentaram significativamente no sentido medula-casca, enquanto as frequências dos vasos e raios são maiores na região da medula, já o diâmetro dos vasos e a alturas dos raios foram menores nessa posição. O comprimento dos elementos de vaso e a largura dos raios não foram influenciados pelo espaçamento e posição radial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247 p.
- BERLYN, G.P.; MIKSCHE, J.P. Botanical microtechnique and cytochemistry. *The Iowa University Press*, Iowa, 1976. 326p.
- BHAT, K.M.; PRIYA, P.B. Influence of provenance variation on wood properties of teak from the Western Ghat region in India. *IAWA Journal*, Leiden, v.25, n.3, p.273-282, 2004.
- 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. *Revista IPEF*, Piracicaba, n. 2/3, p.129-149, 1971.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA AGROPECUARIA. Teca (*Tectona grandis*), 2004. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/folders/Teca_2004.pdf>. Acesso em: 30/03/2009.
- FOELKEL, C.E.B. Madeira de eucalipto: da floresta ao digestor. *Boletim IPEF*, Piracicaba, v.6, n.20, p.1-25, 1978. Suplemento. Apresentado no CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 11., São Paulo, 1978.
- GATTO, D.A. ; HASELEIN, C.R. ; BULIGON, E.A. ; CALEGARI, L. ; STANGERLIN, D.M. ; OLIVEIRA, L.S. ; SANTINI, E.J. Estimativa da Idade de Segregação do Lenho Juvenil e Adulto por meio de Parâmetros Anatômicos para Madeira de *Luehea divaricata* Mart.. *Ciência Florestal*, Santa Maria v.18, n.4, p.535-540, 2008.
- GONÇALVES, M.P.M.; COFFER, R.; CARVALHO, A.M. GARCIA, R.A. Variação radial da densidade básica e comprimento das fibras da madeira de *Tectona grandis* L. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v.14, n.1, p.70-75, 2007.
- GOUVÊA, A.F.G.; TRUGILO, P.F.; COLODETTE, J.L.; LIMA, J.T.; SILVA, J.R.M.; GOMIDE, J.L. Avaliação da madeira e da polpação kraft em clones de eucaliptos. *Revista Árvore*, Viçosa, v.33, n.6, p.1175-85, 2009.
- HARRIS, J.M. Wood quality: forest management and utilization. In WALKER, J. C. F. **Primary wood processing: principles and practice**. London: Chapman & Hall, 1993. cap. 15, p.560-583.
- IAWA COMMITTEE. List microscope features of hardwood identification. *IAWA Bulletin*, Leiden, v.10, n.3, p. 221-259, 1989.
- JOHANSEN, D.A. **Plant Microtechnic**. New York: McGraw – Hill Book Company, Inc., 1940. 523p.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**, Berlim: GTZ, 1990. 343p

- LIMA, I.L.; FLORSHEIM, S.M.B.; LONGUI, E.L. Influência do espaçamento em algumas propriedades físicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. *Cerne*, Lavras, v.15, n.2, p. 244-250, 2009.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2003, 368p.
- 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, 2005.
- MALAN, F.S. Eucalypts improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, São Paulo, 1995. *Anais...* Piracicaba: IPEF;IPT;IUFRO;ESALQ, 1995. p.1-19.
- 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.
- MOYA, R.; BERROCAL, A.; SERRANO, J.R.; TOMAZELLO FILHO, M. Variación radial de la anatomía, densidad y durabilidad de la madera de teca (*Tectona grandis*) procedente de dos calidades de sitio y dos regiones climáticas de Costa Rica. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, Madrid, v.18, n.2, p.119-131, 2009.
- NOBUCHI, T.; JANMAHASATIEN, S.; SAKAI, M. Seasonal changes of wood formation and some characteristics of heartwood formation in teak (*Tectona grandis*) plantation. *Kasetart J. (Nat. Schi.)*, Bangkok, v.30, n.2, p.254-263, 1996.
- RAO, K.S.; RAJPUT K. S. Seasonal behaviour of vascular cambium in teak (*Tectona grandis*) growing in moist deciduous and dry deciduous forests. *Journal*, Leiden, v.20, n.1, p.85-93, 1999.
- ROQUE, R.M.; LEDEZMA, V.A. 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.
- ROQUE, R.M.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Gmelina arborea* em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.37, n.83, p.273-85, 2009.
- RUY, O.F. **Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia**. 1998. 69p. Dissertação (Mestrado em ciências e tecnologia de madeira) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS Procedures Guide. Version 8 (TSMO)**. Cary, N.N.: SAS Institute Inc., 1999.
- SASS, J.E. **Botanical Microtechnique**. Iwoa: The Iowa State College Press; Ames, 1951, 326p.
- SILVA, J.C.; TOMAZELLO FILHO, M.; OLIVEIRA, J.T.S.; CASTRO, V.R. Influência da idade e da posição radial nas dimensões das fibras e dos vasos da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Revista Árvore*, Viçosa, v.31, n.6, p.1081-1090, 2007.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. *Revista IPEF*, Piracicaba, n.29, p.37-45, 1985.
- 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. 1965/66.
- ZOBEL, B.J.; VAN BUIJTENEN, J.P. **Wood variation: its causes and control**. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 361p.
- ZOBEL, B.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: John Wiley & Sons, 505p., 1984.

Recebido em 14/08/2010
Aceito para publicação em 02/02/2011