

Varição radial da densidade básica e comprimento das fibras da madeira de *Tectona grandis* L.

Maria da Penha Moreira Gonçalves¹, Ranusa Coffler¹,
Alexandre Monteiro de Carvalho², Rosilei Aparecida Garcia³

¹Graduando do Curso de Engenharia Florestal da UFRRJ - ranusacoffler@yahoo.com.br; ²Professor Adjunto do Departamento de Produtos Florestais, Instituto de Florestas, UFRRJ - amcarvalho@ufrj.br; ³Professora Adjunta do Departamento de Produtos Florestais, Instituto de Florestas, UFRRJ - rosileigar@ufrj.br

Recebido em 12 de Março de 2007

Resumo

A estrutura anatômica e as propriedades físicas e mecânicas do lenho variam significativamente entre árvores de uma mesma espécie e mesmo entre diferentes partes de uma mesma árvore. Este trabalho teve como objetivo estudar a densidade básica, o comprimento e o diâmetro do lúmen das fibras da madeira de *Tectona grandis* L., provenientes de dois locais distintos, com idades de 12 e 5 anos. Para tal, foram confeccionados corpos-de-prova obtidos a partir de discos de madeira, retirados de secções feitas entre a medula e a casca. Foram observadas diferenças significativas na variação radial do comprimento das fibras entre as duas procedências/idades analisadas.

Palavras-chaves: fibras, densidade, *Tectona grandis* L.

Radial variation of basic density and fiber length of the wood of *Tectona grandis* L.

Abstract

The anatomical structure and physical and mechanical properties of wood vary significantly between trees of the same specie and between different parts of the same tree. The objectives of this work were to study the basic density, the fiber length and lumen diameter of *Tectona grandis* L., coming from two distinct places, with ages of 12 and 5 years. The samples were obtained from wood disks, removed of segments from pith to bark. Significant differences were observed in the radial variation of fiber length among the two provenances and ages analyzed.

Key-words: Fiber, density, *Tectona grandis* L.

Introdução

O aumento crescente da pressão sobre a utilização dos recursos naturais renováveis, onde a floresta ocupa lugar de destaque, vem tornando cada vez mais imperiosa a qualificação de madeiras para fins apropriados (Tomazello-Filho, 1985). A madeira é originária de um sistema biológico complexo, tornando-se um material de extrema variabilidade. Suas propriedades físicas e mecânicas variam significativamente entre espécies, entre árvores de uma mesma espécie e entre diferentes partes de uma mesma árvore, como no sentido medula-casca.

A variabilidade, geralmente encontrada dentro de uma árvore individual, deve-se, provavelmente, às mudanças sofridas pelo câmbio durante o envelhecimento e as modificações impostas pelas condições ambientais. Segundo Malan (1995), a variação no sentido radial é a mais importante fonte de variação. A extensão desta variação é, principalmente, determinada pela presença da madeira juvenil, sua proporção no tronco, suas características físico-químicas e anatômicas. Todavia, a elevação do gradiente de variação dentro da zona juvenil diminui com o passar do tempo. As variações que ocorrem durante o período juvenil estão relacionadas principalmente com as dimensões celulares, a organização da parede celular e as características físico-químicas da madeira.

Fibras são células peculiares às angiospermas, sendo esbeltas, de extremidades afiladas, que lembram ligeiramente traqueóides axiais de lenho tardio, deles se diferenciando por serem mais curtas (0,5 a 2,5 mm), pontiagudas e com poucas e pequenas pontuações. As fibras constituem geralmente a maior porcentagem do lenho (20 a 80%), no qual normalmente desempenham a função de sustentação.

A espécie *Tectona grandis* L. tem como seu principal produto a madeira. As suas propriedades físico-mecânicas, sua facilidade de secagem e estabilidade dimensional, possibilitam estabelecer essa madeira como um padrão para avaliação das madeiras de todas as outras espécies de folhosas (Cardoso, 1991). A *Tectona grandis* L. tem sido plantada extensamente para produção de madeira para construção naval, móveis e carpintaria em geral. Vários países do mundo cultivam essa espécie, inclusive o

Brasil. Seu crescimento depende de muitos fatores, dentre eles, a localidade de cultivo e idade (Richter & Dallwitz, 2000).

Devido à influência ambiental e genética nas características das estruturas anatômicas da madeira, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a diferença entre indivíduos de *Tectona grandis* L., provenientes de duas regiões distintas, quanto à densidade básica, ao comprimento e diâmetro do lúmen das fibras no sentido medula-casca.

Material e Métodos

As amostras de madeira que serviram como matéria-prima para o trabalho foram obtidas na forma de discos, ou secções transversais do fuste, de árvores de teca (*Tectona grandis* L.) provenientes dos Estados de São Paulo (SP) e Espírito Santo (ES), com idades de 12 e 5 anos, respectivamente. Os discos, com aproximadamente 2,5 cm de espessura, foram cortados à altura de 1,30 m do tronco (DAP) sendo acondicionados em sacos de polietileno para envio ao laboratório. A preparação das amostras bem como a densidade básica e a análise das fibras foram realizadas no Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira, do Departamento de Produtos Florestais, do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

As amostras provenientes de SP possuíam diâmetro médio de 26 cm e as provenientes do ES de 10,5 cm.

De cada disco, foram retiradas amostras de três posições equidistantes na direção medula-casca. As amostras de formato retangular apresentaram dimensões de 1,0 x 2,0 x 3,0 cm, sendo a última medida no sentido longitudinal. Foram utilizadas 10 amostras por posição. Após a saturação por imersão em água, as amostras foram imersas e pesadas em balança eletrônica digital com precisão de 0,01g, para determinação do volume deslocado de água (equivalente ao volume do corpo-de-prova), sendo em seguida colocadas em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, para determinação da massa absolutamente seca. Finalizada a coleta dos dados, procederam-se os cálculos de densidade básica.

Para a mensuração das dimensões das fibras, as amostras foram submetidas a um processo de maceação e dissociação, seguindo a metodologia descri-

ta por Brandon (1985). Os discos foram seccionados resultando em amostras em formato de baquetas. Estas foram utilizadas na determinação do comprimento de fibra ao longo da disposição medula-casca, visando um estudo de variação interna ocorrida na espécie. Cada sub-amostra inicial foi subdividida de 5 em 5 mm, ao longo dos anéis de crescimento, obtendo-se assim, 25 outras sub-amostras da madeira proveniente de SP e 11 sub-amostras da madeira proveniente do ES, sendo as mesmas de igual espessura. Posteriormente, essas sub-amostras foram seccionadas em palitos. Esses palitos foram colocados dentro de frascos, cada frasco recebeu um número de identificação, sendo a amostra 1, a mais próxima da medula, e as amostras 25 e 11, as mais próximas da casca.

No interior de cada frasco foi colocada uma mistura de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio (130 vol.), numa proporção (1:1), estes foram levados à estufa a 60°C, por 24 horas, para completa dissociação dos elementos celulares. O material deslignificado foi lavado em água corrente até a completa retirada da solução. Posteriormente, em cada recipiente, foi colocada uma solução de safranina a 1% (1g de safranina/100ml de água destilada), para promover a coloração das fibras e conseqüentemente, facilitar a visualização das mesmas no microscópio.

Do material macerado de cada amostra, foram montadas 5 lâminas, sendo realizadas 5 mensurações por lâmina do comprimento, diâmetro do lúmen e espessura das paredes das fibras. A partir dos valores medidos foi possível determinar no sentido radial o índice de Runkel, razão de duas vezes a espessura da parede da fibra sobre o diâmetro do lúmen: $2 e/d$. Esse índice fornece um indicativo da qualidade da madeira para a produção de papel.

Resultados e Discussão

Em ambas as amostras foi observado um perfil decrescente de densidade básica na direção medula-casca para a madeira de teca estudada (Figura 1). Para a amostra de SP, houve um ligeiro crescimento nos valores de densidade obtidos no centro da amostra com posterior decréscimo.

Foi constatada variação nos valores de densidade das três posições estudadas de 0,40 – 0,47 g/cm³ para as amostras do ES e de 0,41 – 0,46 g/cm³ para as amostras de SP (Figura.1). Esse comportamento de variação da densidade é contrastante com espécies como o *Eucaliptus* sp. Carmo (1996) encontrou valores crescentes de densidade básica no sentido medula-casca. Em trabalho realizado com amostras de teca provenientes da Paraíba (Melo et al., 2006), foi encontrada variação semelhante no sentido me-

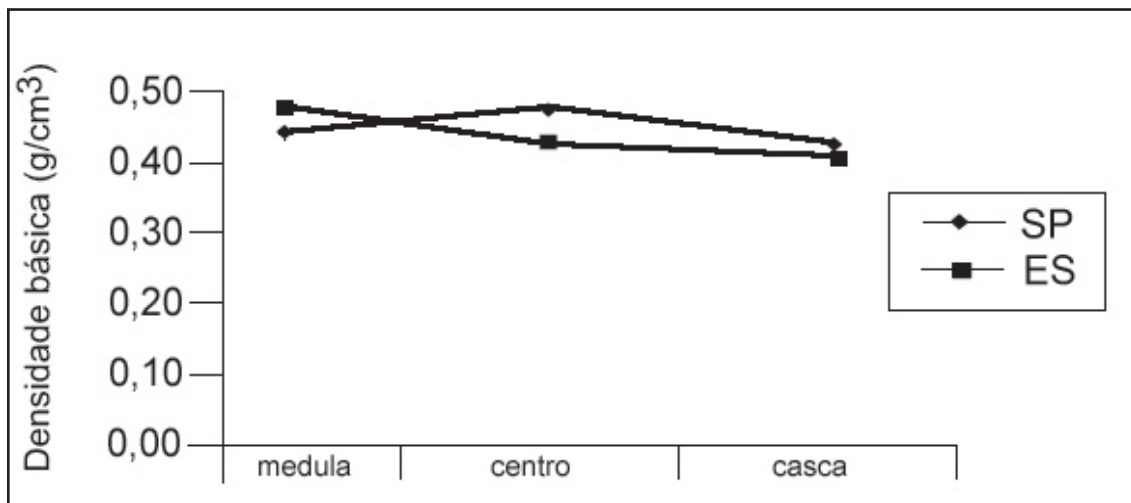


Figura 1. Variação da densidade básica, no sentido medula casca, de amostras de *Tectona grandis* L. provenientes de SP e ES.

Figure 1. Variation of basic density, from pith to bark, of *Tectona grandis* L. samples coming from SP and ES.

dula-casca, porém os valores de densidade foram superiores aos encontrados nesse estudo. Essa diferença pode estar relacionada às condições edafoclimáticas do povoamento. De acordo com o teste de Tukey 5% não foram encontradas diferenças significativas entre as amostras.

De acordo com a Figura 2, pode-se observar que para a amostra de SP o comprimento das fibras se manteve crescente no sentido medula-casca até a amostra de número 16, mostrando um pequeno decréscimo e posterior estabilidade desta até a amostra 25 (mais próxima à casca). De acordo com as análises estatísticas realizadas pelo teste de Scott-knott foi possível evidenciar diferença significativa

senescência.

Para Zobel & Talbert (1984), a duração desses períodos é difícil de ser determinada e, em algumas espécies, a mudança do lenho juvenil para o adulto pode ser abrupta, enquanto que em outras, pode ser muito gradual.

Mallan (1995) menciona que algumas características do lenho juvenil podem ser: o menor diâmetro celular, menor comprimento de fibras e paredes celulares mais finas.

Os valores médios obtidos para o diâmetro interno das fibras, também denominados diâmetros do lúmen, podem ser observados na Figura 2, que indica uma tendência crescente desta variável da medu-

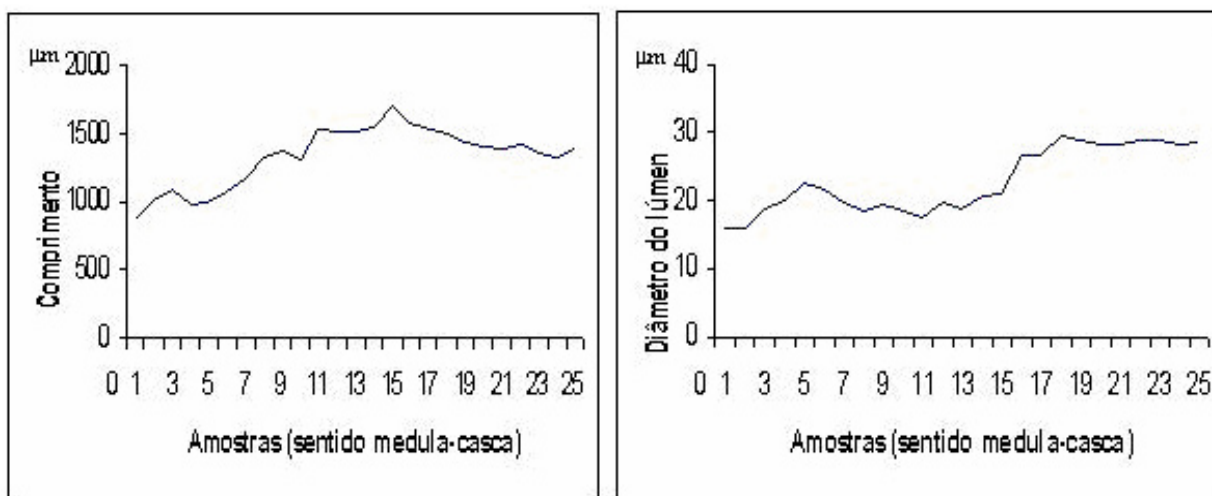


Figura 2- Comprimento das fibras e diâmetro do lúmen (μm) no sentido medula-casca, de madeira de Teca (*Tectona grandis* L.) proveniente do Estado de São Paulo.

Figure 2 - Length and lumen diameter of fibers (μm), from pith to bark, of Teak wood (*Tectona grandis* L.) coming from São Paulo State.

entre as três regiões radiais, medula-centro-casca ($F = 37,65$). A tendência de variação observada no sentido medula-casca, de crescimento com posterior estabilidade, possivelmente marca o término do lenho juvenil e o início do lenho adulto (Ceccantini, 1996).

Resultados semelhantes ao encontrado no presente estudo foram observados por Butterfield *et al.* (1993) e Bosman *et al.* (1994). Segundo Tsoumis (1968), a variação na estrutura anatômica da madeira é influenciada pela idade do câmbio vascular. Assim, três períodos de desenvolvimento do câmbio são reconhecidos: 1º período de juvenilidade, 2º período de maturidade ou fase adulta, e 3º período de

la para a casca. Esses resultados vão de encontro a dados da literatura, que apontam tendências de variação crescente, relacionando-se diretamente com a variação da massa específica.

Sendo assim, essa variação pode explicar a tendência de diminuição da densidade básica também no sentido medula-casca encontrada nesse trabalho, pois é esperado que se o diâmetro interno das fibras aumenta nesse sentido a densidade básica tende a diminuir. Isto representa uma tendência de variação inversa com a densidade básica. De acordo com as análises estatísticas pelo teste de Scott-knott foi possível evidenciar diferença significativa entre as regiões radiais ($F = 10,69$).

Os dados de comprimento de fibras para as amostras do ES (Figura 3) mostraram uma tendência ao aumento no sentido medula-casca. Esse efeito é normal e ocorre na maioria das plantas lenhosas segundo Santos (1961, 1965), Santos & Nogueira (1962), Hughes & Esan (1969) e Melo et al. (2006) entre outros. O crescimento foi bastante acentuado na madeira mais próxima à casca diminuindo esse acréscimo próximo à medula.

Nas amostras do ES as fibras próximas à medula apresentaram menor comprimento e menor diâmetro, porém, estes valores mostraram-se instáveis, provavelmente devido à menor idade do povoamen-

rém próximos dos descritos na literatura.

O período de juvenilidade do desenvolvimento da madeira é seguido pela formação do lenho adulto, caracterizado pela obtenção de um típico nível de organização estrutural, em que ocorre maior estabilidade nas atividades fisiológicas, influenciando assim a atividade do câmbio vascular e, refletindo-se conseqüentemente na estrutura anatômica da madeira (Tsoumis 1968). Entretanto, como mencionado por Vysotskaya & Vaganov (1989), o vigor e as características genéticas do espécime, fatores climáticos, entre outros, também podem influenciar no tamanho celular. Dessa forma, isso explica a va-

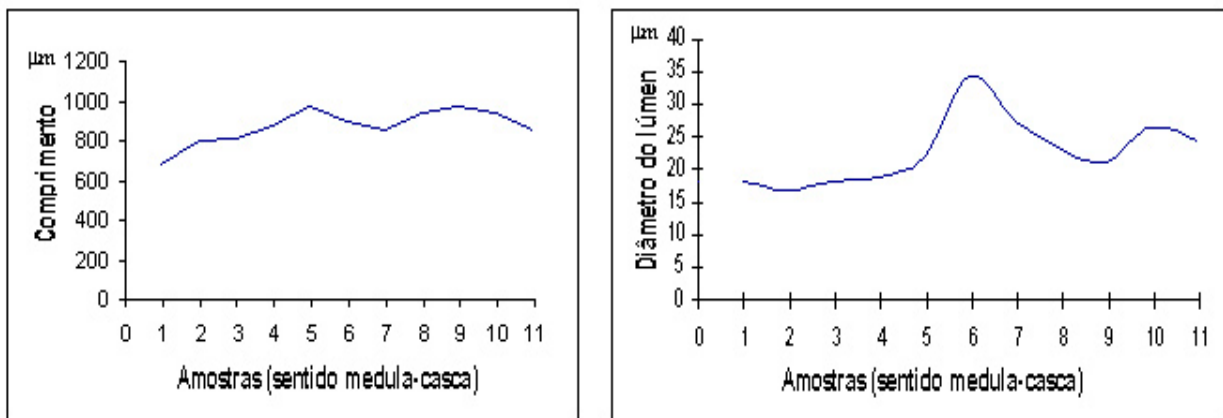


Figura 3 - Comprimento e diâmetro do lúmen das fibras (µm) no sentido medula-casca, de madeira de Teca (*Tectona grandis* L.) proveniente do Estado do Espírito Santo.

Figure 3 - Length and lumen diameter of fibers (µm), from pith to bark, of Teak wood (*Tectona grandis* L.) coming from Espírito Santo State.

to (5 anos). Os resultados obtidos para o diâmetro do lúmen de fibras mostraram um maior aumento no desenvolvimento das fibras nas regiões das amostras 5 e 6, podendo ser ocasionado por favorecimento de natureza edafoclimática decorrente da época (Figura 3).

Conclusões

De acordo com trabalhos anteriores os valores encontrados para a variação do comprimento das fibras para *Tectona grandis* L. estão compreendidos entre 700–1400 µm (Richter & Dallwitz, 2000). As amostras analisadas de SP e ES apresentaram uma variação entre 894-1711µm e 596-1720µm, sendo assim foram evidenciados intervalos diferentes, po-

riação encontrada entre as amostras das duas diferentes localidades e dentro das mesmas.

O índice de Runkel para ambas as amostras se manteve ao longo da seção estudada entre 0,25 – 0,40, sendo que esse intervalo caracteriza a madeira como muito boa para fabricação de papel.

Desta forma, pode-se constatar que independentemente dos locais, ocorrem variações na densidade básica e nas dimensões das fibras de teca, de forma crescente no sentido medula-casca, podendo essas variações serem estabilizadas na madeira proveniente de árvores mais velhas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Sr. Wilson Vulpi, proprietário

rural que forneceu as amostras para a realização do trabalho e ao Prof. Dr. Jorge Mitiyo Maêda pela colaboração nas análises estatísticas.

Referências Bibliográficas

- BOSMAN, M. T. M.; KORT, I. DE; GENDEREN, M. K. VAN & BAAS, P. Radial variation in wood properties of naturally and plantation grown light red meranti (*Shorea* sp., Dipterocarpaceae). **IAWA Journal**, V.15, p. 111-120, 1994.
- BRANDON, C. E. Repeatability of canadian standard freeness test. **Tappi**, V.58, n.12, p. 126-127, 1975.
- BUTTERFIELD, R. P.; CROOK, R. P.; ADANS, R. & MORRIS, R. Radial variation in wood specific gravity, fiber length and vessel area for two Central American hardwoods: *Hyeronima alchorneoides* and *Vochysia guatemalensis*: natural and plantation - grown trees. **IAWA Journal**, V.14, p.153-161, 1993.
- CARDOSO, N. S. **Caracterização da estrutura anatômica da madeira, fenologia e relações com a atividade cambial de árvores de teca (*Tectona grandis*) – Verbenaceae.** Piracicaba, 1991. 117p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CECCANTINI, G. **Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* Sw. e *Machaerium villosum* Vog.** 1996. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- HUGHES, J.F. e D. ESAN. Variation in some structural feature and properties of *Gmelina arborea*. **Tropical Science**, V.11, n.1, p. 23-37, 1969.
- MALLAN, F.A. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, São Paulo, IPEF/IPT, **Anais...** São Paulo, IPEF/IPT, 05-06, abr, p. 1-19, 1995.
- MELO, R. R; PAES, J. B; LIMA, C. R & FERREIRA, A. G. Estudo da variação radial da densidade básica de sete madeiras do semi-árido. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n.7, 2006.
- RICHTER, H.G., AND DALLWITZ, M.J. 2000 onwards. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Disponível em: <<http://www.delta-intkey.com>>. Acesso em: 16 abr. 2006.
- SANTOS, C.F.O.; NOGUEIRA, I.R. O tamanho dos vasos e fibras do xilema secundário nos anéis de crescimento da *Tecoma chrysothrica* Mart. **Anais da E.S.A. «Luiz de Queiroz»**. Piracicaba. V.19, p.53-65, 1962.
- TOMAZELLO-FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, n.29, p.37-45, 1985.
- TSOUMIS, G. **Wood as raw material**. Pergamon Press, Oxford. p.276,1968.
- VYSOTSKAYA, L. G. & VAGANOV, E. A. **Components of the variability of radial cell size in tree rings of conifers.** IAWA Bulletin, V.10, p.417-428, 1989.
- ZOBEL, B. & TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. John Wiley & Sons, New York, 505p., 1984.