

## Variabilidade Anatômica da Teca (*Tectona grandis*) de Timor-Leste

Sofia Cardoso<sup>1</sup>, Vicelina Sousa<sup>1</sup>, Teresa Quilhó<sup>2</sup> e Helena Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UTL. Instituto Superior de Agronomia. Centro de Estudos Florestais. Tapada da Ajuda, 1349-017 LISBOA

<sup>2</sup>Instituto de Investigação Científica Tropical. Centro de Florestas e Produtos Florestais. Tapada da Ajuda, 1347-017 LISBOA

**Resumo.** A teca (*Tectona grandis*) é uma importante espécie indígena do sudeste asiático, produtora de madeira nobre com excelente qualidade e grande procura no mercado mundial pela sua resistência, durabilidade e beleza. Estas propriedades dependem, entre outras, da estrutura e variabilidade da madeira, na espécie, entre árvores e na árvore consoante as condições ambientais. Não existem estudos publicados sobre a variabilidade anatômica da madeira para a teca proveniente de Timor-Leste.

O estudo incidiu em três árvores, em amostras retiradas a três níveis de altura total e da medula para a periferia da árvore. Realizaram-se observações à lupa e ao microscópio e foram determinados: n.º e área de vasos por anel de crescimento, comprimento, largura e espessura da parede de fibras, utilizando um sistema de análise de imagem.

Os resultados indicam que da base para o topo da árvore houve um aumento do número médio e um decréscimo da área média de vasos por anel de crescimento, do comprimento e largura média das fibras. Radialmente, da medula para a periferia, diminuiu o número e aumentou a área média de vasos por anel de crescimento, o comprimento, a largura e a espessura da parede das fibras.

**Palavras-chave:** *Tectona grandis*, variabilidade axial, radial, vasos, fibras

\*\*\*

### Introdução

A *Tectona grandis* Linn. (teca), natural do Sudeste Asiático, é uma espécie arbórea de grande porte e produtora de madeira nobre. A madeira de *T. grandis* é uma das madeiras tropicais mais valiosas, de excelente qualidade e altamente valorizada pela sua resistência, durabilidade e beleza. Ganhou importância no século XVIII sobretudo para a construção naval, continuando na actualidade a ser muito procurada para mobiliário, pisos, decoração de interior e exterior, vigas e estacas, o que a torna das madeiras de maior valor no comércio mundial.

As diferentes propriedades de uma madeira estão directamente relacionadas com a sua estrutura, sendo esta variável na espécie, por exemplo, em função da idade, factores genéticos e ambientais e na árvore, no sentido axial e radial do tronco (ZOBEL & BUIJTENEN 1989).

Embora a anatomia da madeira desta espécie já se encontre descrita por diversos autores, tais como FREITAS (1958, 1963), HOADLEY (1980), PHENGKLAI *et al.* (1993), RICHTER & DALLWITZ (2000), não existem estudos publicados sobre a variabilidade anatômica da madeira de teca. Assim é objectivo deste trabalho a apresentação dos resultados sobre a caracterização e estudo de variação axial e radial dos vasos e fibras de árvores de teca proveniente de Timor-Leste.

## Material e Métodos

Recolheram-se amostras de três árvores, entre Outubro e Novembro de 2003, pertencentes a um povoamento puro de *Tectona grandis*, localizado em Timor-Leste, no distrito de Lautém, sub-distrito de Los Palos-Fuiloro. O reduzido número de árvores abatidas decorreu das restrições impostas pela legislação em vigor neste país.

O povoamento com 3,76 ha, num compasso de 4 x 2, com 70 a 80 anos de idade, apresentava na altura do abate 165 árvores/ha. Foram marcadas três parcelas e seleccionada, aleatoriamente uma árvore por parcela: árvores 2, 3 e 4 respectivamente das parcelas 2, 3 e 4. No Quadro 1 encontram-se algumas características das parcelas e das árvores seleccionadas.

**Quadro 1** - Características médias das parcelas de onde foram seleccionadas as árvores e Dap das árvores amostradas

Parcela	Número de árvores	Altura da copa viva (m)	Diâmetro médio (cm)	Dap da árvore amostrada (cm)
2	15	5,53	41,49	41
3	16	13,66	43,07	38
4	17	11,57	42,56	44

De cada uma das árvores amostradas foram retirados discos com 5 cm de espessura, a 1,7 m, 9,5 m e 18,8 m de altura sobre os quais incidiram as determinações. Estes discos foram polidos com lixas de diversas granulometrias.

Em cada disco e ao longo de 3 raios seleccionados aleatoriamente foi feita a contagem do número e a determinação da área de vasos a partir do software Leica Qwin Standard, tendo sido necessária a aquisição prévia de sequências de imagens de cada raio com uma câmara de vídeo de marca JVC model TK-C11380E acoplada à lupa.

O estudo da variação biométrica axial e radial das fibras foi feito num dos raios por cada nível de altura da árvore, seleccionando-se anéis de crescimento de 5 em 5 anos, da medula para a periferia. Em cada ponto da amostragem foram retiradas amostras de madeira que foram dissociadas durante 48 horas em soluto de Franklin a 60°C de temperatura. Determinou-se o comprimento, largura e espessura da parede de 40 fibras através de um analisador semi-automático de imagem Leitz ASM 68K, acoplado a um microscópio Leitz-Wetzlar Dialux 20 EB.

Para a análise estatística de dados fez-se ANOVA do Sigma Stat Scientific Statistical software SigmaStat de Jandel Corporation.

## Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para a caracterização quantitativa da madeira de três árvores de *T. grandis* provenientes de Timor-Leste indicam-se no Quadro 2. Para cada uma das variáveis estudadas não se verificaram diferenças significativas entre árvores.

**Quadro 2** - Valores médios (médias aritméticas) e desvio padrão das variáveis estudadas, dos níveis de altura considerados para cada um das árvores

Variável	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4
Número de vasos por mm <sup>2</sup>	9±1	7±1	10±2
Área média de vasos por anel de crescimento (μm <sup>2</sup> )	15774±5514	17599±6752	16819±4957
Comprimento das fibras (mm)	1,04±0,07	1,17±0,16	1,15±0,06
Largura das fibras (μm)	27,69±1,43	27,86±2,03	28,47±1,73
Espessura da parede das fibras (μm)	6,00±0,34	5,87±0,58	6,44±0,30

### Vasos

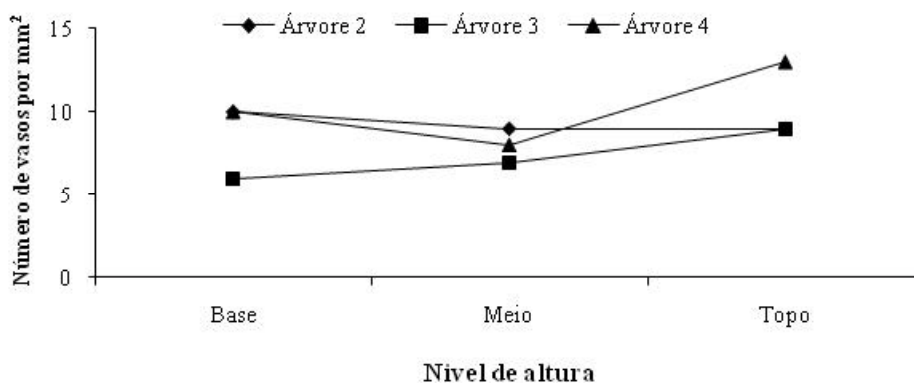
Os vasos foram caracterizados quanto à sua frequência (número de vasos por mm<sup>2</sup>) e área média por anel de crescimento, indiferentemente.

Os valores médios para cada uma destas variáveis foram 9 vasos/mm<sup>2</sup> (7-10 vasos/mm<sup>2</sup>) e 16731 μm<sup>2</sup> (15774-17599μm<sup>2</sup>) nas árvores 2 e 3, respectivamente (Quadro 2). Estes valores de frequência de vasos aproximam-se dos indicados por FREITAS (1958, 1963) e RICHTER & DALLWITZ (2000), respectivamente 2-6, 5-9, 4-8 e 4-9 para a mesma espécie.

A árvore, o nível de altura e a idade cambial tiveram um efeito muito significativo sobretudo na variação do número de vasos por mm<sup>2</sup> e o nível de altura e a idade cambial para a área média de vasos ( $P < 0,001$ ).

### Variação Axial

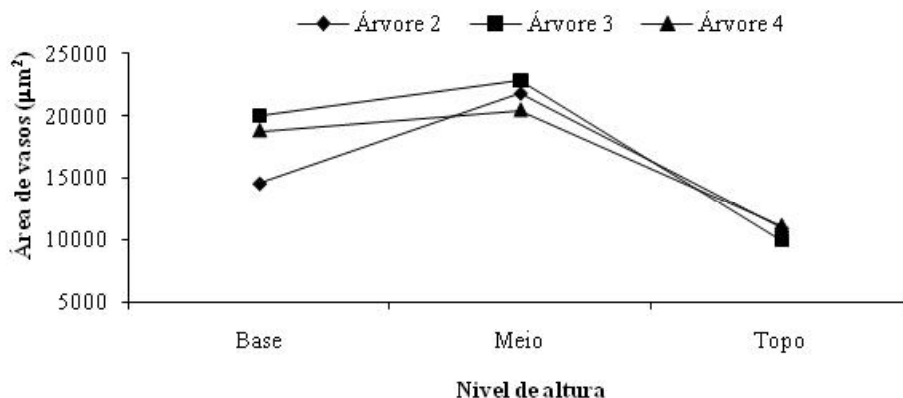
A Figura 1 mostra a variação axial do número de vasos por mm<sup>2</sup> nas árvores amostradas. O número de vasos por mm<sup>2</sup> variou axialmente na árvore, observando-se em geral uma maior frequência de vasos no topo (em média 11 vasos/mm<sup>2</sup> no topo e 9 vasos/mm<sup>2</sup> na base).



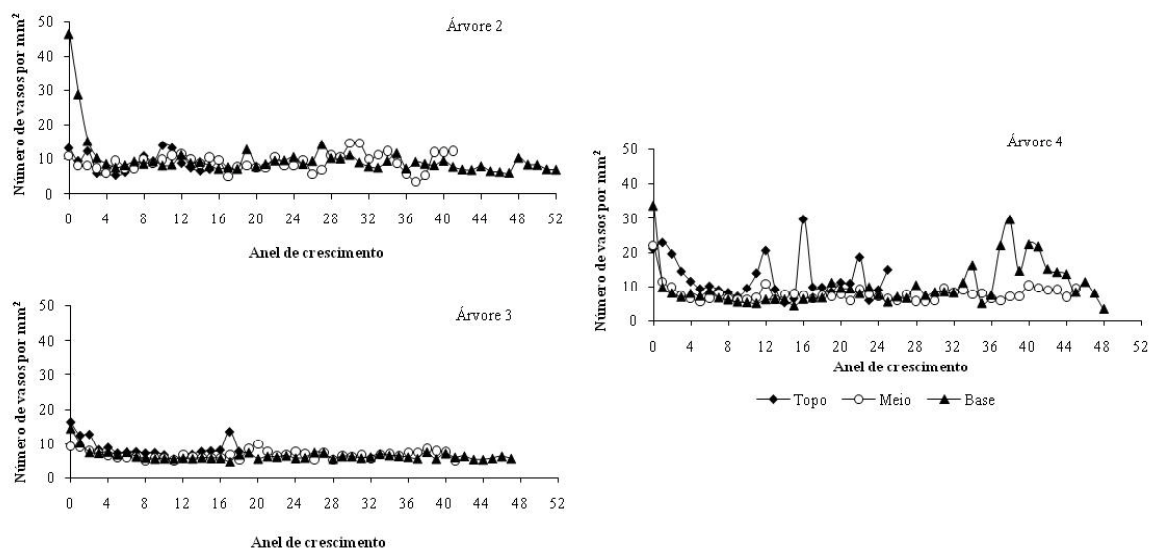
**Figura 1** - Variação axial do número médio de vasos, por mm<sup>2</sup> e por anel de crescimento, para as três árvores

A variação axial da área média de vasos por anel de crescimento está representada na Figura 2. Verifica-se um padrão único de variação, correspondendo a um aumento da área média de vasos da base para o meio da árvore, decrescendo em seguida em direcção ao topo. A área média de vasos é de 10702 μm<sup>2</sup> no topo e 17795 μm<sup>2</sup> na base. Os valores mínimos e máximos

relativos a este parâmetro foram observados na árvore 3 com  $9979 \mu\text{m}^2$  e  $22838 \mu\text{m}^2$  no topo e meio, respectivamente.



**Figura 2** - Variação axial da área média de vasos, por anel de crescimento, para as três árvores



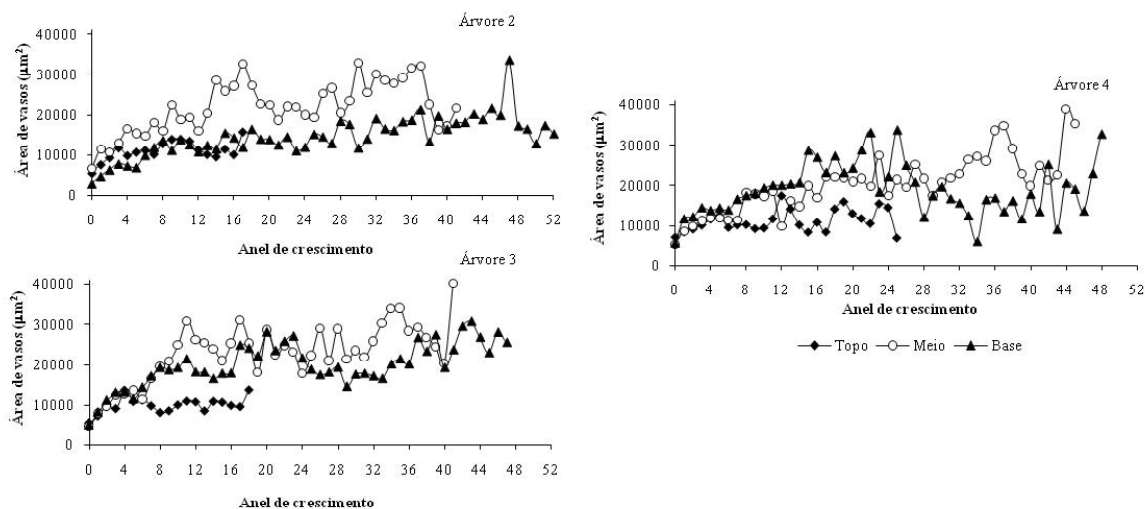
**Figura 3** - Variação radial do número médio de vasos por  $\text{mm}^2$ , nos níveis de altura amostrados para as três árvores

### Variação radial

Em geral, o padrão de variação radial do número de vasos por  $\text{mm}^2$  foi semelhante entre árvores a cada nível de altura amostrado (Figura 3), denotando-se um decréscimo maior do número de vasos nos 4 primeiros anos. Em seguida, as variações entre anéis foram mais graduais, tendendo a estabilizar o número de vasos nos últimos anos de crescimento. Nos níveis de altura considerados o número mínimo e máximo de vasos por  $\text{mm}^2$  foi de 4 e 46, 5 e 16 e, 3 e 34, respectivamente nas árvores 2, 3 e 4.

Em geral, observou-se um aumento da área média de vasos por anel de crescimento, nas três árvores, da medula para a periferia (Figura 4). Verificou-se uma grande variação ao longo dos raios e entre raios, sendo a tendência de variação semelhante entre os diferentes níveis de

altura. Registou-se a maior área média de vasos de  $40197 \mu\text{m}^2$ , na árvore 3, e a menor de  $2869 \mu\text{m}^2$  na árvore 2.



**Figura 4** - Variação radial da área média de vasos por anel de crescimento nos níveis de altura amostrados

### Fibras

O comprimento, a largura e a espessura média da parede das fibras de *T. grandis* foi de 1,12 mm e de  $28,01 \mu\text{m}$  e  $6,10 \mu\text{m}$ , respectivamente. Os valores médios encontrados para cada uma das árvores estudadas foram muito semelhantes (Quadro 2). Somente o nível de altura teve um efeito significativo como fonte de variação da largura das fibras.

Os valores encontrados para o comprimento das fibras são próximos dos registados para *T. grandis* por FREITAS (1958, 1963) e por PHENGKLAI *et al.* (1993), que assinalam valores médios de comprimento das fibras de 1,20 mm e 1,24 mm e de 0,70 mm a 1,40 mm, respectivamente. Também BHAT *et al.* (1989, 2001) indicam valores muito semelhantes para as fibras de *T. grandis* com 53 anos e 63 de idade, da Índia (1,20 mm, 1,28 mm, 1,50 mm ao nível de 50% e de 1,10 mm e 1,38 mm ao nível Dap). HUSEN & PAL (2006) verificaram que o comprimento das fibras de *T. grandis* da Índia aumentava com a idade das árvores, variando de mais de 1,00 mm, mais de 1,20 mm e de aproximadamente 1,30 mm, para amostras de 2 meses, 15 e 30 anos de idade, respectivamente.

FREITAS (1958, 1963) refere que, para *T. grandis*, a largura média das fibras é de  $25 \mu\text{m}$  e a espessura média da parede das fibras de  $3,6 \mu\text{m}$  e  $4 \mu\text{m}$ . HUSEN & PAL (2006) verificaram que a largura das fibras de *T. grandis* da Índia aumentava com a idade das árvores, variando de 0 a  $20 \mu\text{m}$ , para amostras de 2 meses, 15 e 30 anos de idade.

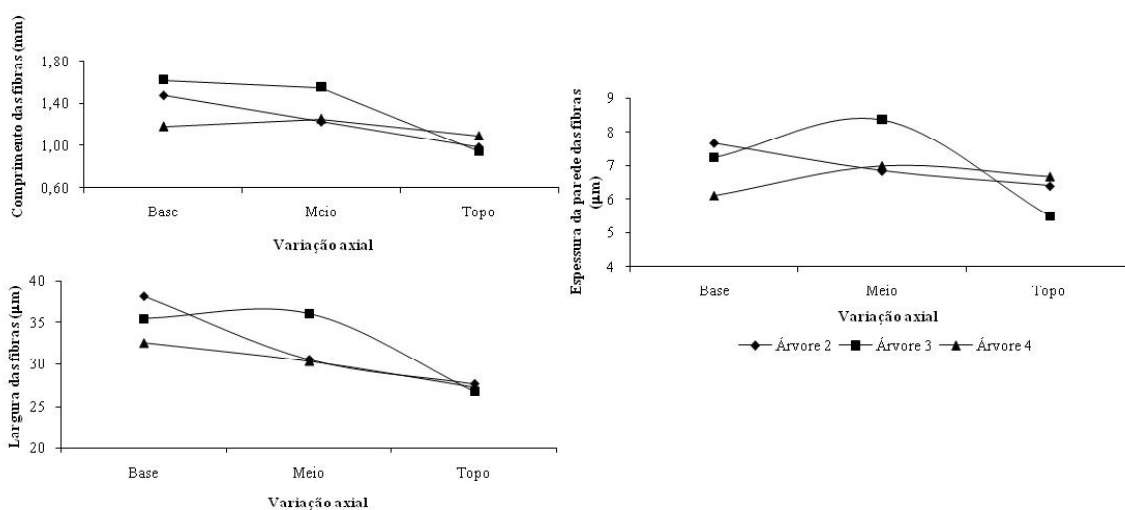
### Variação axial

Na Figura 5 está representada a variação axial do comprimento, largura e espessura da parede das fibras nas três árvores cuja tendência geral foi um decréscimo da base para o topo, nem sempre linear, por exemplo, foram registadas fibras mais compridas largas e espessas no meio da árvore 3.

O comprimento médio das fibras foi de 1,01 mm, no topo e 1,43 mm, na base (variando de 0,98-1,48 mm, 0,94-1,62 mm e 1,10-1,18 mm nas árvores 2, 3 e 4, respectivamente). O maior comprimento de fibras registado foi 1,55 mm, na árvore 3 e na amostra retirada a meio da árvore.

A largura média das fibras foi de 27,24  $\mu\text{m}$  no topo e 35,39  $\mu\text{m}$  na base, (27,67-38,09  $\mu\text{m}$ , 26,75-35,48  $\mu\text{m}$  e 27,30-32,59  $\mu\text{m}$  nas árvores 2, 3 e 4 respectivamente).

A espessura média da parede das fibras é de 6,18  $\mu\text{m}$ , no topo e de 7,00  $\mu\text{m}$ , na base (6,39-7,66  $\mu\text{m}$ , 5,48-7,23  $\mu\text{m}$ , 6,67-6,10  $\mu\text{m}$  nas árvores 2, 3 e 4 respectivamente). A maior espessura de parede das fibras encontrada foi de 8,35  $\mu\text{m}$ , registado na árvore 3 e na amostra correspondente ao nível de altura do meio da árvore.



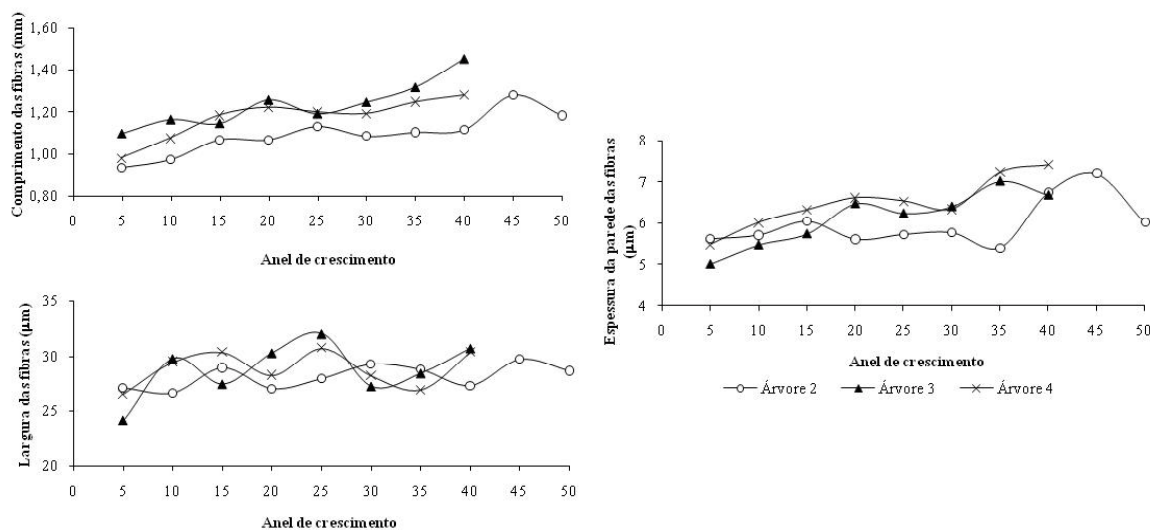
**Figura 5** - Variação axial do comprimento médio, largura e espessura médias da parede das fibras para as três árvores

O padrão de variação axial do comprimento das fibras foi o verificado igualmente por BHAT *et al.* (1989), considerando três níveis de altura (base, 50% e 75%), no tronco e ramos de árvores com 53 anos de idade de *Tectona grandis*, em Kerala (Índia). No entanto, não foram encontrados registos de padrões de variação axial para a largura e espessura da parede das fibras para *T. grandis*.

### Variação radial

A Figura 6 representa a variação radial do comprimento, largura e espessura médias da parede das fibras da medula para a periferia, nas três árvores, verificando-se no geral um aumento da medula para a periferia, o que traduz o efeito da idade nesta variação (LARSON, 1963).

O comprimento médio máximo e mínimo das fibras encontrado foi 1,52 e 0,90 mm, nas árvores 3 e 2, respectivamente. A largura média máxima das fibras é 35,71  $\mu\text{m}$ , na árvore 4 e a mínima 22,46  $\mu\text{m}$ , na árvore 3. Observou-se uma espessura média máxima da parede das fibras de 7,80  $\mu\text{m}$ , na árvore 4 e uma mínima de 4,42  $\mu\text{m}$ , na árvore 2.



**Figura 6** - Variação radial do comprimento médio, largura e espessura médias da parede das fibras para as três árvores

BHAT *et al.* (1989), para 11 espécies de folhosas da floresta tropical indiana, incluindo a *T. grandis*, com 53 anos de idade, verificaram que o padrão de variação radial mais frequente do comprimento médio das fibras é um aumento inicial a partir da medula até um máximo, seguindo-se depois uma diminuição até à periferia. Este padrão foi igualmente verificado em 18 árvores desta espécie, com 63 anos de idade, provenientes de três locais diferentes de Kerala (Índia), por BHAT *et al.* (2001), apenas referindo uma estabilização do comprimento a partir do ponto máximo até à periferia.

## Conclusão

O trabalho permitiu concluir que a *T. grandis* proveniente de Timor-Leste apresenta em média 9 vasos por  $\text{mm}^2$  e uma área de vasos de  $16731 \mu\text{m}^2$ . As fibras medem em média 1,12 mm de comprimento e  $28,01 \mu\text{m}$  de largura com a espessura de parede de  $6,10 \mu\text{m}$ .

O padrão de variação axial encontrado, para as diferentes variáveis foi:

- O número de vasos por  $\text{mm}^2$  decresceu até meio das árvores aumentando em seguida em direcção ao topo;
- A área média de vasos aumentou da base para o meio, seguindo-se um decréscimo para o topo das árvores e,
- No topo da árvore, observaram-se as fibras mais curtas, menos largas e menos espessas, embora o decréscimo na dimensão das células da base para o topo não tenha sido sempre linear, sobretudo para a espessura da parede das fibras.

Radialmente, os padrões encontrados para as diferentes variáveis foram:

- Um decréscimo maior do número de vasos por  $\text{mm}^2$  nos primeiros 4 anos, tendendo a estabilizar o número de vasos nos últimos anos de crescimento, não obstante variações graduais entre anéis e,



- Um aumento da área média de vasos por anel de crescimento, do comprimento, da largura e da espessura da parede das fibras da medula para a periferia.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao PADRTL (Programa de Apoio ao Desenvolvimento Rural de Timor Leste) do governo português pelo corte e transporte da madeira e às autoridades de Timor-Leste por concederem o abate das árvores.

### Bibliografia

- BHAT, K.M., BHAT, K.V., DHAMODARAN, T.K., 1989. Fibre length variation in stem and branches of eleven tropical hardwoods. *IAWA Bull* **10**(1): 63-70.
- BHAT, K.M., PRYIA, P.B., RUGMINI, P., 2001. Characterisation of juvenile wood in teak. *Wood Science and Technology* **34**: 517-532. Disponível em: <http://www.springerlink.com/media/2724fr9efm0kujf97t6y/contributions/8/0/t/g/80tg1tg5k7klk0qq.pdf>. Acesso em: 08/06/2006.
- FREITAS, M.C.P.G., 1958. *Estudo das madeiras de Timor*. II Contribuição. Ministério do Ultramar. Memórias da Junta de Investigações do Ultramar. N.º 5. 2ª Série. Lisboa.
- FREITAS, M.C.P.G., 1963. *Madeiras da Índia Portuguesa*. Memórias da Junta de Investigações do Ultramar. N.º 47. Lisboa.
- HOADLEY, R.B., 1980. *Understanding wood*. The Taunton Press. United States of America.
- HUSEN, A., PAL, M., 2006. Variation in shoot anatomy and rooting behaviour of stem cuttings in relation to age of donor plants in teak (*Tectona grandis* Linn. f.). *New Forests* **31**: 57-73. Disponível em: <http://www.springerlink.com/media/mftatkrxlm0jlu7pnqt1/contributions/3/1/3/0/3130q7wtdex3rrx5.pdf> . Acesso em: 21/06/2006.
- LARSON, P.R., 1963. Microscopic wood characteristics and their variations with tree growth. *IUFRO Forest Prod.* Section 41. Madison. 11-13 Sept. 24 pp.
- PHENGKLAI, C., SMITINAND, T., KARTASUBRATA, J., LAMING, P.B., LIM, S.C., SOSEF, M.S.M., 1993. *Tectona L.f.*. Disponível em: [library.wur.nl/prosrom/tectona.html](http://library.wur.nl/prosrom/tectona.html). Acesso em: 17/03/2006.
- RICHTER, H.G., DALLWITZ, M.J., 2000. *Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, and Spanish*. Version: 4<sup>th</sup> May 2000. Disponível em: <http://biodiversity.uno.edu/delta/>. Acesso em 22/02/2006.
- ZOBEL B.J., J.P., VAN BUIJTENEN, 1989. *Wood variation: Its Causes and Control*. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. Germany. 363 pp .