



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

MILENE TEIXEIRA DE SOUZA

**INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO E DA POSIÇÃO RADIAL NAS DIMENSÕES
DAS FIBRAS DA MADEIRA DE *Tectona grandis* Linn.f.**

**Prof. Dr. João Vicente de Figueiredo Latorraca
Orientador**

SEROPÉDICA, RJ
JULHO, 2010



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

MILENE TEIXEIRA DE SOUZA

**INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO E DA POSIÇÃO RADIAL NAS DIMENSÕES
DAS FIBRAS DA MADEIRA DE *Tectona grandis* Linn.f.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof.Dr. João Vicente de Figueiredo Latorraca
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JULHO , 2010

COMISSÃO EXAMINADORA:

Aprovada em 06/07/2010

Prof. Dr. João Vicente de Figueiredo Latorraca
UFRRJ-DPF/IF
Orientador

Profª Drª Rosilei Aparecida Garcia
UFRRJ-DPF/IF
Membro

Drª Gilmara Pires de Moura Palermo
Engenheira Florestal
Membro

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Manoel e Maria
das Graças que me permitiram
mais essa realização.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida;

A todos da família, em especial, aos meus pais Manoel e Maria das Graças e minhas irmãs Marcia e Marilene pelo amor, carinho e apoio que sempre me deram;

Ao Leo pelo apoio sempre e pelos momentos felizes que tivemos;

A família 2005-II pelo carinho e amizade para a vida inteira;

As minhas grandes amigas Amita, Amélia, Claudia, Renata e Vanessa, pelo carinho, apoio nos momentos que precisei e também pelos vários momentos felizes;

A todos meus amigos da universidade, pelo carinho e amizade, obrigada pelos momentos alegres, em especial, Irineu, Gilsonlei, Orlando, Nardele, Felipe, Denivan, Renan e Evandro;

Ao quarto F3 410 pela boa convivência;

Ao Professor e orientador Dr. João Vicente de Figueiredo Latorraca, pela confiança e direcionamento nos trabalhos;

A Professora Dr.^a Rosilei Aparecida Garcia e Dr.^a Gilmara Pires de Moura Palermo por aceitarem o convite em participar da banca examinadora desta monografia;

A todos do Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira da UFRRJ, em especial, Letícia e Bruna;

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade de realização do curso de graduação;

Aos professores desta Instituição pelos inúmeros ensinamentos que me fizeram crescer profissionalmente;

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro;

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma participaram desta importante etapa da minha vida.

RESUMO

A espécie florestal *Tectona grandis* Linn.f., destaca-se por ser uma boa alternativa financeira para produção de madeira em plantios comerciais nos trópicos. Dentre as principais razões para o seu plantio está a qualidade de sua madeira. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes densidades de plantio (espaçamentos 6x2m, 5x2m e 4x2m) no comprimento e espessura da parede das fibras, analisar as possíveis variações destas propriedades, no sentido radial e determinar a transição entre os lenhos juvenil e adulto. Para isso foram coletadas 9 árvores de *Tectona grandis*, com 12 anos de idade, plantadas em três diferentes espaçamentos, sendo a densidade de plantio de cada espaçamento 1.250, 1.000 e 833 árvores por hectare. De cada espaçamento retirou-se três árvores e de cada árvore discos de 3,0 cm de espessura ao nível do DAP. Esses discos foram seccionados de forma a obter uma bagueta de 3,0 cm de largura e comprimento igual a duas vezes ao raio a partir da medula até a casca. Em cada bagueta efetuou-se cortes tangenciais de 1,0 em 1,0 cm para obtenção de sub-amostras que foram maceradas utilizando o Método de Franklim. A partir do macerado, confeccionaram-se lâminas de material dissociado e com o auxílio do software “Analysis Get It” foram capturadas imagens digitais das fibras. Essas imagens foram utilizadas para determinação do comprimento e espessura da parede da fibra pelo software “Cell”. Os resultados mostram que a 0,05% de probabilidade, o espaçamento influenciou significativamente no comprimento e espessura da parede das fibras, sendo os maiores comprimentos encontrados em densidades de plantio menores e as maiores espessuras de parede das fibras em densidades de plantio maiores. Houve um aumento do comprimento e da espessura da parede das fibras no sentido medula-câmbio e a madeira de *Tectona grandis* apresenta apenas lenho juvenil.

Palavras-chave: anatomia da madeira, densidade de plantio, qualidade da madeira, *Tectona grandis*

ABSTRACT

The forest species *Tectona grandis* Linn.f., stands out for being a good financial alternative for timber production in commercial plantations in the tropics. Among the main reasons for planting is the quality of wood. The general objective of this work was to evaluate the effect of different planting densities (spacings 6x2m, 5x2m and 4x2m) in the length and thickness of the wall of the fibers, to analyze the possible variations of these properties, in the radial sense and to determine the transition among the juvenile and adult logs. For that 9 trees of *Tectona grandis* were collected, with 12 years of age, planted in three different spacings, being the density of planting of each spacing 1.250, 1.000 and 833 trees for hectare. Of each spacing left three trees and of each tree disks of 3,0 cm of thickness at the level of DAP. Those disks were split up from way to obtain a strip of 3,0 cm of width and same length twice the to the ray starting from the marrow until the peel. In each strips occurred tangential cuts of 1,0 in 1,0 cm for obtaining of sub-samples that were softened using the Method of Franklim. Starting from softened him/it, sheets of dissociated material were made and with I aid him of the software "Analysis Get It" digital images of the fibers were captured. Those images were used for determination of the length and thickness of the wall of the fiber by the software "Cell". The results show that to 0,05% of probability, the spacing influenced significantly in the length and thickness of the wall of the fibers, being the largest lengths found in smaller planting densities and the largest thickness of wall of the fibers in larger planting densities. There was an increase of the length and of the thickness of the wall of the fibers in the sense marrow-exchange and the wood of *Tectona grandis* just presents juvenile log.

Key-Words : wood anatomy, planting density, wood quality, Teak

SUMÁRIO

| | |
|--|-------------|
| LISTA DE FIGURAS..... | viii |
| LISTA DE TABELAS..... | viii |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Objetivo geral..... | 2 |
| 1.2. Objetivos específicos..... | 2 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 2 |
| 2.1. <i>Tectona grandis</i> Linn. f. | 2 |
| 2.2. Espaçamento..... | 3 |
| 2.3. Lenho juvenil e Lenho adulto..... | 5 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 6 |
| 3.1. Local de estudo e coleta do material | 6 |
| 3.2. Preparo das Amostras..... | 6 |
| 3.3. Preparo de lâminas de material dissociado | 7 |
| 3.4. Determinação da variação radial das dimensões das fibras | 7 |
| 3.5. Determinação da transição entre o lenho juvenil e adulto..... | 7 |
| 3.6. Análise Estatística | 8 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 8 |
| 4.1. Dimensões das fibras..... | 8 |
| 4.2. Variação radial das dimensões das fibras..... | 8 |
| 4.3. Influência do espaçamento entre árvores nas dimensões das fibras..... | 10 |
| 4.4. Caracterização da madeira juvenil | 13 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 17 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 18 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Área de estudo..... | 7 |
| Figura 2. Desenho esquemático da retirada das amostras..... | 7 |
| Figura 3. Variação do comprimento das fibras, no sentido medula-casca da madeira de <i>Tectona grandis</i> | 9 |
| Figura 4. Variação da espessura da parede de fibras, no sentido medula-casca da madeira de <i>Tectona grandis</i> | 10 |
| Figura 5. Variação do comprimento de fibras, em relação ao espaçamento da madeira de <i>Tectona grandis</i> | 11 |
| Figura 6. Espessura da parede de fibras, em relação ao espaçamento da madeira de <i>Tectona grandis</i> | 12 |
| Figura 7. Regressão linear a 5% de significância para a variável comprimento de fibras no sentido medula-câmbio..... | 14 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Médias do comprimento e espessura da parede de fibras em relação a posição radial..... | 8 |
| Tabela 2. Médias do comprimento e espessura da parede de fibras em relação a posição radial..... | 9 |
| Tabela 3. Distâncias radiais do lenho juvenil..... | 14 |

1. INTRODUÇÃO

A espécie florestal *Tectona grandis* Linn.f., também conhecida por “Teca”, destaca-se por ser uma boa alternativa financeira para produção de madeira em plantios comerciais nos trópicos. Dentre as principais razões para o seu plantio está a qualidade de sua madeira, que possui alto valor no mercado internacional e chegando a ter preços mais elevados que o do mogno (Veit, 1996). Segundo a FAO (2000) o sucesso dos plantios de teca está vinculado à redução da rotação, e nos plantios mais rentáveis a rotação já se encontra em torno de 15 anos. Além da durabilidade e estabilidade, a madeira também apresenta alta resistência ao ataque de cupins, brocas marinhas e outros insetos.

O mercado brasileiro é visto como um grande potencial consumidor, assim como produtor. O estado de Mato Grosso se destaca como o maior detentor de florestas plantadas de teca no Brasil (cerca de 90% da área total plantada no país) com aproximadamente 50 mil hectares plantados. Esse estado apresenta condições ambientais adequadas para o pleno desenvolvimento da teca, o que proporciona taxas de crescimento superiores às dos plantios da maioria dos países produtores dessa madeira (Passos et al. 2006). O aumento de demanda de teca é previsto, de acordo com análises de mercado, devido à melhoria no padrão de vida nos países em desenvolvimento, juntamente com a diminuição da oferta de outras madeiras tropicais que ocorrem em áreas naturais e a conscientização ambiental dos consumidores, denotando o caráter dos plantios de teca se tornarem investimentos altamente rentáveis. A teca é empregada em reflorestamentos em várias partes do mundo, tendo como objetivo principal a produção de madeira para serraria.

A quantidade de árvores por área e a distribuição delas na área podem modificar as condições ambientais dos povoamentos florestais e a participação dos fatores de produção, tais como luz, água, nutrientes e mão-de-obra, afetando a produtividade, as características da madeira e os custos de produção (Passos, et al. 2006). A densidade de plantio influencia as taxas de crescimento das plantas, a qualidade da madeira, a idade de corte, bem como as práticas de exploração e manejo florestal, e, conseqüentemente, os custos de produção (Simões, 1989).

Segundo Scolforo (1997) e Chies (2005), quando o povoamento é muito denso, o espaço para o crescimento de cada árvore é reduzido, o crescimento e o desenvolvimento da planta são retardados, comprometendo o desenvolvimento das raízes e da copa, conseqüentemente, afetando a quantidade e qualidade da produção. Por outro lado, espaçamentos muito amplos também podem afetar a qualidade e comprometer a produção. Macedo et al. (2005). destacam que no Estado de Mato Grosso, região de Cáceres, esta espécie tem sido cultivada com muito sucesso, em espaçamento inicial de 3 x 3 m ou 3 x 2 m, obtendo-se árvores de grandes dimensões num ciclo de 25 a 30 anos, com obtenção de madeira para serraria de ótima qualidade. A madeira por ser originária de um sistema biológico complexo, apresenta 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, tal como no sentido medula-casca e base e topo.

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, de 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. O conhecimento anatômico da madeira é um forte subsídio no contexto de qualificação de madeiras para fins apropriados e adequados (Paula, & Alves 2005).

Partindo do pré-suposto que densidade de plantio afeta a produtividade e a qualidade da madeira o conhecimento de sua influência sobre as características morfológicas das fibras é de grande interesse para a tomada de decisão sobre o melhor uso da madeira.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito do espaçamento entre árvores no comprimento e espessura da parede das fibras da madeira de *Tectona grandis* aos 12 anos e analisar as possíveis variações destas propriedades no sentido medula-câmbio.

1.2 Objetivos específicos

Mensurar o comprimento e a espessura da parede das fibras, avaliar a variação dos caracteres anatômicos sob a influência de três diferentes densidades de plantios e determinar o lenho juvenil e adulto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Tectona grandis* Linn. f.

A teca (*Tectona grandis* Linn. f.) é uma espécie arbórea, decídua, da floresta tropical, pertencente à família verbenaceae (Lamprecht, 1990; Wagenfuhr, 1996). A espécie é originária da Birmânia, Tailândia e de algumas partes da Índia, nas latitudes entre os 12° e 25°N. Está presente também ao sul do Equador, em Java e em algumas ilhas do arquipélago indonésio. De acordo com sua distribuição é uma espécie que se encontra nos trópicos e subtropicais da Ásia (Sánchez, 2002).

A teca tem seu melhor desenvolvimento com precipitações anuais de 1250 a 3750 mm e temperaturas que oscilam entre os 13°C e 37°C, todavia a espécie é capaz de suportar precipitações anuais tão baixas como 500 mm por ano e tão altas como 5100 mm ao ano. Em relação à temperatura seu desenvolvimento ótimo se dá aos 25°C (Angeli & Stape, 2003). Roque et al. (2003) não observou relação entre a precipitação e a densidade da madeira de teca na Costa Rica, no entanto, árvores com maiores idades e com taxas de crescimento mais lentas tiveram maior densidade de madeira.

Trata-se de uma espécie tipicamente pioneira, possui folhas opostas, coriáceas e ásperas ao tato, dotadas de pecíolos curtos ou ausentes e ápice e base agudos. Os indivíduos adultos possuem folhas, em média, com comprimento de 30 a 40 cm por 25 cm de largura. Nos indivíduos mais jovens, com até 3 anos de idade, as folhas podem atingir o dobro dessas dimensões. Possui flores brancas e pequenas dotadas de pecíolos curtos, dispostas em grandes e eretas inflorescências do tipo panícula. Seus frutos consistem de drupas subglobosas de mais ou menos 1,2 cm de diâmetro. As sementes, de um a quatro, estão protegidas por um tecido

duro (endocarpo) envolvido por uma compacta e densa cobertura feltrosa (mesocarpo). Este conjunto está incluso em um invólucro vesicular inflável de consistência membranosa (exocarpo) (Vieira *et al.*, 2002).

O bom crescimento e alta qualidade da madeira estão associados à profundidade do solo, boa capacidade de retenção de água, solos aluviais com boa drenagem, ricos em cálcio, fertilidade mediana; relevo suave (Seth & Kaul, 1978). É uma espécie de rápido crescimento, quando comparada às nativas, com incremento médio anual (IMA) variável segundo as condições ambientais, sendo, em média, de 9 a 10 metros cúbicos por hectare/ano, e com rotação entre 50 e 150 anos nos plantios comerciais (Salazar & Albertin, 1974). No Brasil seu crescimento é maior, devido às condições climáticas e solo, atingindo anualmente 24,0 metros cúbicos por hectare, na região de Cáceres – MT, com ciclo de corte de 30 anos (Shimizu *et al.* 2007).

A *Tectona grandis* Linn. F. é uma espécie arbórea de grande porte, de rápido crescimento, produtora de madeira nobre. Tem grande procura no mercado mundial, podendo alcançar preços até três vezes superiores aos do mogno, sendo utilizada na produção de móveis, esquadrias de alto padrão, embarcações e decoração (Macedo *et al.*, 2005).

A espécie em questão, possui um alburno estreito e claro, bem distinto do cerne, cuja cor é marrom viva e brilhante. Apresenta densidade aparente média de 650 kg/m³, que apesar de ser leve, tem boa resistência a peso, tração e flexão. A madeira é estável, praticamente não empena e se contrai muito pouco durante a secagem. A estabilidade dimensional permite que a madeira de teca resista à variação de umidade no ambiente (Lamprecht, 1990; Walker *et al.*, 1993; Lorenzi *et al.*, 2003, citados por Lima *et al.*, 2009).

As árvores de teca produzem madeira de excelente qualidade, valorizada pela beleza, resistência e durabilidade, tendo grande procura no mercado mundial, podendo alcançar preços até três vezes superiores aos do *Swietenia macrophylla* (mogno), sendo utilizada na produção de móveis, esquadrias de alto padrão, embarcações e decoração. Na Ásia, seu ciclo de rotação é variável de 60 a 100 anos (Lamprecht, 1990; Lorenzi, 2003; Embrapa, 2004).

A teca é uma espécie amplamente empregada em reflorestamentos em várias partes do mundo, sendo cultivada pelos britânicos na Índia, a partir do século XVIII, quando estes demandavam grandes quantidades de madeira para construir as embarcações (Figueiredo, 2001). De fato, a teca parece atender aos principais critérios de seleção das espécies florestais para a produção de madeira de rápido crescimento, tais como a resistência às pragas e doenças e o alto valor econômico (Vieira *et al.*, 2002; Figueiredo, 2001).

A importância e o valor da teca se devem às propriedades físico-mecânicas desejáveis da madeira que são: durabilidade, estabilidade, facilidade de pré-tratamento, resistência natural ao ataque de fungos, insetos, pragas e brocas. Além dessas o desenho, cor e densidade são aspectos qualitativos importantes que tornam a teca a madeira de folhosa mais valorizada no mundo (Vieira *et al.*, 2002). No entanto, verificam-se que os povoamentos de *Tectona grandis* L.f. apresentaram produtividades extremamente variáveis em decorrência da diversidade de condições físicas e nutricionais do solo, combinada com os diferentes graus de tratamentos culturais dedicados aos plantios (Shimizu *et al.*, 2007).

2.2. Espaçamento

O sucesso de qualquer empreendimento florestal passa, necessariamente, por um adequado planejamento da implantação das florestas. No que diz respeito à concepção de um sólido programa de melhoramento genético e à adoção de técnicas silviculturais e de manejo que propiciem alcançar níveis significativos de ganho de produtividade e qualidade da matéria

prima desejada (Silveira, 1999). A decisão sobre o espaçamento inicial de uma floresta é uma das mais importantes e difíceis decisões a serem tomadas pelo silvicultor, em razão do efeito no custo e manutenção do povoamento (Coelho *et al.*, 1970).

Em função dos diferentes aspectos silviculturais correlacionados ou alteráveis pela escolha do espaçamento, consideraram-se como importantes a serem abordados: Dap, altura, qualidade da madeira e sobrevivência. Scheneider (1993), citado por Oliveira (2008) dentre outros, confirma a influência do espaçamento entre árvores sobre as características de crescimento (volume, diâmetro e/ou altura) e sobrevivência das árvores nos povoamentos.

De acordo com Balloni & Simões (1980), a altura, o diâmetro a altura do peito, a sobrevivência e conicidade do fuste são características passíveis de alteração pelo espaçamento de plantio e que interferem tanto no volume total de madeira como no volume útil produzido pela floresta. Segundo Simões (1989), a densidade de plantio influencia as taxas de crescimento das plantas, a qualidade da madeira, a idade de corte, bem como as práticas de exploração e manejo florestal, e, conseqüentemente, os custos de produção. Desta forma, o espaçamento deve considerar a qualidade do sítio florestal, a destinação da madeira e o nível tecnológico do empreendedor. Os efeitos do espaçamento na qualidade da madeira podem, em alguns casos, ser atribuídos às propriedades da espécie em questão e sua interação com a qualidade do sítio, no qual está sendo cultivada (Oliveira, 2008).

A teca é uma espécie heliófila que apresenta um aumento na mortalidade de plantas jovens quando a densidade de plantio é muito alta (Passos *et al.*, 2006). Além disso, os custos com mudas e com a implantação são maiores nos plantios adensados devido ao maior número de covas. Em espaçamentos mais adensados há necessidade de desbastes mais freqüentes ou rotações mais curtas (obtendo-se indivíduos com menor diâmetro), em resposta à forte competição entre as plantas. O volume por área será maior nos espaçamentos menores, entretanto o volume por indivíduo menor, e o volume final será o mesmo que de povoamentos mais espaçados, produzindo madeira de valor inferior. Já em espaçamentos maiores a incidência de luz no sub-bosque do plantio é mais intensa, o que acarreta uma alta matocompetição por água, área luz e nutrientes podendo levar a morte do indivíduo. Além disso, há um aumento na emissão de galhos, aumentando assim a presença de nós, o que diminui a qualidade da madeira. Mesmo apresentando uma boa desrama natural, o aumento da emissão de galhos devido à incidência de luz, exige intervenção com a poda, buscando diminuir possíveis nós. Nesses espaçamentos o volume por área é menor, e os diâmetros das árvores maiores, devido ao maior espaço para seu desenvolvimento. Há de se considerar também o aumento da probabilidade de incêndios. Nesse caso, até os plantios já estabelecidos podem ser afetados. Estudos realizados no estado do Acre mostraram que a teca quando submetida a incêndios tem a espessura da casca aumentada e perda do incremento corrente anual em volume por área em mais de 30%, quando comparado com plantio da mesma idade preservado da ação do fogo (Figueiredo, 2001).

Estas informações devem fornecer subsídios para uma melhor seleção de espaçamentos para a implantação de plantios de teca de forma que se obtenha maior produtividade da madeira.

Sabe-se que com espaçamentos mais amplos a dimensão das toras é favorecida. Todavia, os efeitos dos espaçamentos sobre a qualidade da madeira em muitas ocasiões, não são conhecidos. As diferenças ocorridas na qualidade da madeira produto do manejo florestal, geralmente estão associadas a um incremento no tamanho da copa, que pode ser conseqüência da competição dos nutrientes e das variações nos processos fotossintéticos ao aumentar ou diminuir o número de árvores em uma plantação (Rocha & Della, 1987). Os efeitos do

espaçamento na qualidade da madeira podem, em alguns casos, ser atribuídos às propriedades da espécie em questão e sua interação com a qualidade do sítio, no qual está sendo cultivada.

Dos poucos estudos que se tem feito com o objetivo de determinar os efeitos do espaçamento sobre a qualidade da madeira de teca, cabe mencionar os realizados por Rosso & Ninin (1998), na Venezuela onde observaram que o espaçamento influencia no tamanho dos galhos e na perda da verticalidade do fuste, o qual pode determinar a presença e magnitude dos efeitos como excentricidade da medula, achatamento e as tortuosidades das toras. E por Pérez & Kanninen (2002), citado por (Roque *et al.*, 2003) onde não encontraram diferença significativa na densidade da madeira para diferentes densidades da plantação de árvores de teca crescendo na Costa Rica.

2.3. Lenho juvenil e Lenho adulto

A madeira juvenil corresponde à uma região central da árvore de forma cilíndrica, com diâmetro mais ou menos uniforme, estendendo-se desde a base até o topo da árvore, podendo formar parte do alburno ou do cerne no tronco, se esse último já estiver presente na árvore. Por sua vez, a madeira adulta é formada na fase adulta da árvore sempre posterior ao lenho juvenil (Cown, 1992).

Para Ramsay & Briggs (1986), a madeira juvenil e o xilema secundário formado durante a fase juvenil do câmbio vascular correspondente a estágios iniciais da vida da árvore. Esse período varia conforme a espécie, e sua proporção pode ser afetada pelas condições ambientais (sítio, clima etc.). A madeira juvenil caracteriza-se, anatomicamente, por um progressivo acréscimo nas dimensões das células e por correspondentes alterações na sua forma, estrutura e disposição em sucessivos anéis de crescimento. Estudos de variabilidade do lenho demonstram alterações nas propriedades da madeira no sentido medula-casca, descrita em zonas de madeira juvenil e adulta. As propriedades da madeira não são uniformes da medula para o exterior; a madeira dos primeiros anéis formados apresenta menor massa específica, menor comprimento de fibra, maior ângulo microfibrilar, entre outras características. Em anéis sucessivos, partindo da região da medula para o câmbio, verifica-se o aumento da massa específica e das características anatômicas (comprimento, diâmetro do lume e espessura das paredes das fibras etc.). A taxa de variação na maioria das propriedades é muito rápida nos primeiros anéis; e nos anéis subsequentes vão assumindo, gradualmente, as características da madeira adulta (Bendtsen, 1978).

Embora a madeira juvenil seja boa para a produção de papel de imprensa, para a produção de produtos sólidos pode afetar algumas propriedades da madeira fundamentais ao uso tais como dureza, densidade, estabilidade dimensional, etc. Dessa forma, existe interesse considerável no seu conhecimento, pois a proporção desse tipo de lenho influencia na qualidade dos produtos de desbaste, no manejo e na administração da colheita final.

Para entender melhor a extensão e qualidade da madeira juvenil, precisa-se definir a demarcação entre os lenhos, uma tarefa complicada porque a mudança do lenho juvenil para lenho adulto, normalmente, ocorre gradualmente durante os anos (Bendtsen, 1978). Para identificar a demarcação, já se utilizaram varios métodos com grande complexidade e objetividade variada, desde identificar o aparecimento empírico da madeira juvenil por exame visual, até análises complexas de seções transversais do tronco, com aplicação de técnicas de regressão não linear (Roos *et al.*, 1990; Zobel *et al.*, 1958). O método mais utilizado é a observação visual de gráficos construídos a partir de dados mensurados no sentido medula-câmbio de propriedades da madeira tais como comprimento de fibras, densidade, ângulo microfibrilar e proporção cerne-alburno, etc.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de estudo e coleta do material

O material utilizado foi proveniente de um povoamento com 12 anos de idade de *Tectona grandis* L. F., localizados no município de Cáceres (Lat.-16°11'42" e Long. - 57°40'51") no estado do Mato Grosso (Fig. 1). A vegetação original da área é de Savana Florestada (cerradão) em clima de Savanas tropicais com verão úmido e inverno seco (Aw, Köppen), ou seja, clima tropical chuvoso, em que a temperatura média anual varia entre 23°C e 25°C, com índice pluviométrico anual relativamente elevado, porém com uma nítida estação seca (W), apresenta oscilação anual de temperatura, inferior a 5° C (Embrapa, 1982). O relevo é plano e o solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Foram selecionadas aleatoriamente 9 árvores para serem abatidas em diferentes densidades de plantio (3 árvores por espaçamento). Os espaçamentos escolhidos foram divididos em três classes: menor densidade (6 x 2 m), média densidade (5 x 2 m) e de maior densidade de plantio (4 x 2 m). De cada árvore a 1,30 m do solo foram retirados discos de 3 cm de espessura para: determinação da variação radial do comprimento e espessura das fibras, determinação da influencia do espaçamento nos caracteres dimensionais das fibras e determinação da madeira juvenil.

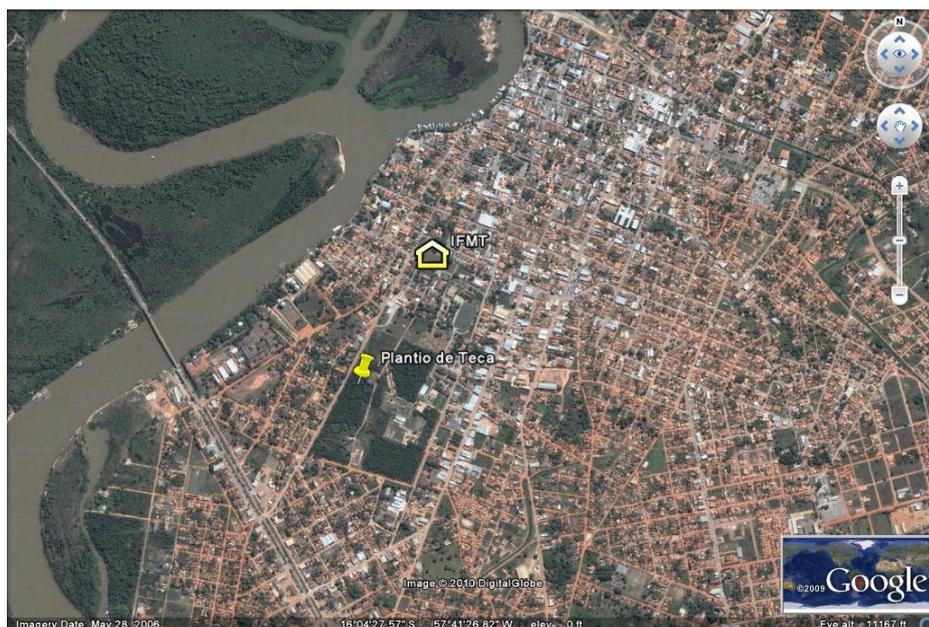


Figura 1: Área de Estudo

3.2 Preparo das Amostras

Para análise anatômica, os nove discos do DAP passaram por uma serra de fita, obtendo-se assim, três baguetas de 3 cm de largura e comprimento igual duas vezes ao raio, partindo da medula até atingir a casca. Em cada uma das baguetas executaram-se cortes tangenciais sistemáticos a cada 1 cm desde a medula até a casca, obtendo-se sub-amostras com dimensões 1,0 x 1,0 x 3,0 cm (Fig. 2).

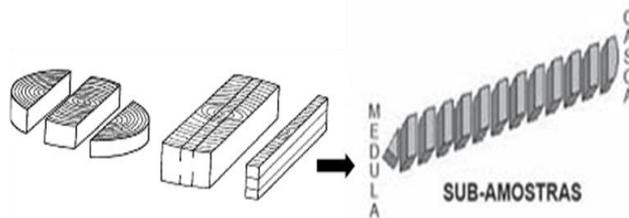


Figura 2: Desenho esquemático da retirada das amostras

3.3 Preparo de lâminas de material dissociado

As amostras palitadas foram armazenadas em frascos de vidro tipo penicilina, contendo solução de Franklin (ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio (130 vol.), numa proporção (1:1). Posteriormente, foram tampados e vedados com lacre de alumínio, para evitar evaporação da solução, devido à pressão formada no interior dos mesmos. Após a vedação, foram levados à estufa a 60°C por 24 horas, para completa dissociação dos elementos celulares. Terminado esse tempo, os frascos foram retirados da estufa e a solução existente dentro dos mesmos, eliminada. O material deslignificado foi lavado em água corrente até a completa retirada da solução. Posteriormente, uma solução de safranina a 1% (1g de safranina/100 ml de água destilada), colocada dentro de cada recipiente promoveu a coloração dos elementos celulares para facilitar a visualização dos mesmos ao microscópio.

3.4 Determinação da variação radial das dimensões das fibras

Foram confeccionadas cinco lâminas temporárias por posição por árvore. Em cada lâmina foram selecionadas, aleatoriamente, cinco fibras inteiras, totalizando vinte e cinco fibras por posição. Capturou-se imagens digitais através do software 'Analysis Get It' e com o auxílio do software "Cell" mensurou-se as dimensões: o comprimento total, diâmetro total e diâmetro do lume. A espessura da parede das fibras foram obtidas da seguinte forma: $EP = ((\text{diâmetro total} - \text{diâmetro do lume})/2)$. Os resultados dessa mensuração foram utilizados para determinar a variação das dimensões das fibras no sentido medula-câmbio, sendo as duas primeiras posições correspondente a medula, e as duas últimas correspondente ao câmbio.

3.5 Determinação da transição entre o lenho juvenil e adulto

Para se determinar a transição entre o lenho juvenil e adulto estudou-se a variação radial do comprimento de fibras. Conforme descrito na literatura, a madeira possui uma variação no sentido radial (medula-câmbio) de suas propriedades de forma gradual. Porém não é bem definido o ponto onde essa madeira passa a produzir madeira adulta, deixando de produzir a madeira juvenil. No entanto, existe um ponto em que essas propriedades tendem a se estabilizar. Para se determinar esse ponto de estabilização ou decréscimo, foi utilizada a análise de regressão linear para obter um modelo estatístico que ajustasse adequadamente os dados das variáveis. O ponto de inflexão da curva obtida no ajuste dos dados através do modelo selecionado foi utilizado para demarcar o momento em que o comprimento das fibras se estabilizaram. Esse ponto demarcou a transição entre madeira juvenil e adulta. Para

determinar a significância estatística entre os pontos de transição de cada árvore foi utilizada a análise de variância ao nível de 5%.

3.6 Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados por meio de um pacote estatístico STATISTICA 6.0. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, compreendendo as posições medula-câmbio, e três diferentes tipos de espaçamentos (4x2, 5x2 e 6x2).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Dimensões das fibras

As tabelas 1 e 2 apresentam os valores médios obtidos para o comprimento e espessura das fibras em relação a posição de retirada das amostras no sentido radial e ao espaçamento.

TABELA 1: Médias do comprimento e espessura da parede de fibras em relação a posição radial.

| Posição radial | Comprimento | | Espessura | |
|----------------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|
| | Média (μm) | CV(%) | Média (μm) | CV(%) |
| Medula | 814,01 B | 20,26 | 4,04 B | 21,08 |
| Câmbio | 1177,43 A | 18,05 | 5,27 A | 17,93 |
| Media geral | 995,72 | | 4,66 | |

TABELA 2: Médias do comprimento e espessura da parede de fibras em relação ao espaçamento.

| Espaçamento | Comprimento (μm) | CV (%) | Espessura (μm) | CV (%) |
|-------------|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| 4x2 | 950,16 B | 25,78 | 4,73 A | 19,72 |
| 5x2 | 978,29 B | 26,02 | 4,79 A | 22,08 |
| 6x2 | 1058,70 A | 26,18 | 4,45 B | 27,60 |
| Média geral | 995,72 | | 4,66 | |

4.2 Variação radial das dimensões das fibras

Os valores médios obtidos para o comprimento das fibras na região da medula e câmbio foram 814,013 μm e 1177,430 μm , respectivamente. Verificou-se que houve diferença significativa para essa variável em função da região. A Figura 3 ilustra esta variação do comprimento de fibras em função da posição radial e a comparação média entre as amostras.

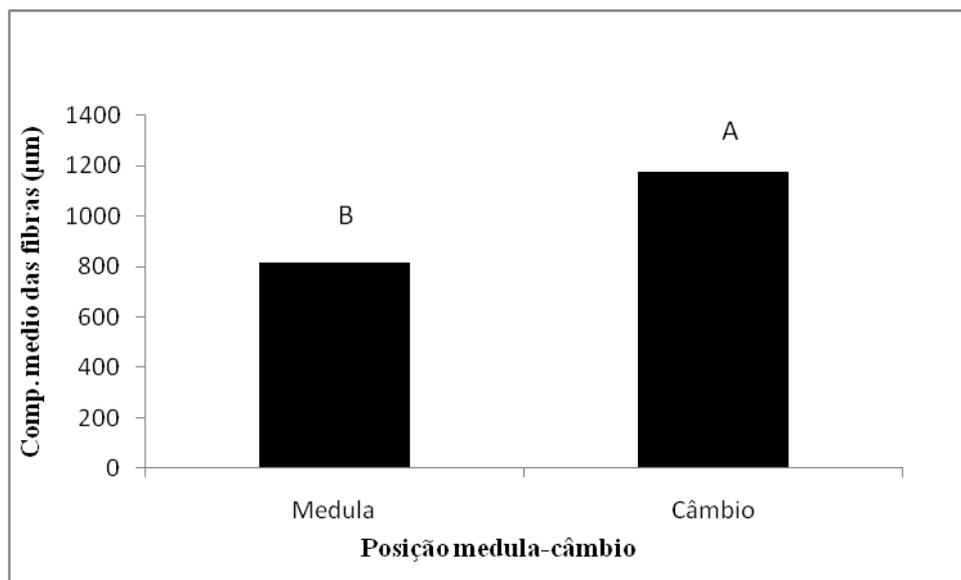


Figura 3: Variação do comprimento das fibras, no sentido medula-câmbio da madeira de *Tectona grandis*. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os resultados obtidos neste estudo são semelhantes aos encontrados por inúmeras investigações com respeito à variação do comprimento e espessura de fibras, onde os valores do comprimento celular próximo a medula são menores e maiores na região do câmbio.

Garcia et al., (2009) em estudos com *Tectona grandis* concluíram que o comprimento e a espessura da parede das fibras aumentaram significativamente no sentido medula-câmbio. Gonçalves et al (2007) também observaram, em amostra de *Tectona grandis* com 17 anos, que o comprimento das fibras se manteve crescente no sentido medula-câmbio até a região intermediária e a partir deste ponto mostrou um pequeno decréscimo e posterior estabilidade até a região do câmbio.

Os valores médios obtidos para espessura da parede das fibras foram 4,04µm e 5,27µm respectivamente. Verificou-se que houve diferença significativa para essa variável em função da região, ou seja, ocorreu aumento da espessura da parede na região do câmbio o que já era esperado, devido a correlação direta com o comprimento das fibras, conforme se observa na figura 4. Segundo Santos (1961); Santos & Nogueira (1962); Hughes & Esan (1969) e Melo et al. (2006) esse efeito é normal e ocorre na maioria das plantas lenhosas. O conhecimento das dimensões das fibras no sentido medula-câmbio é um forte subsídio para melhor utilização da madeira.

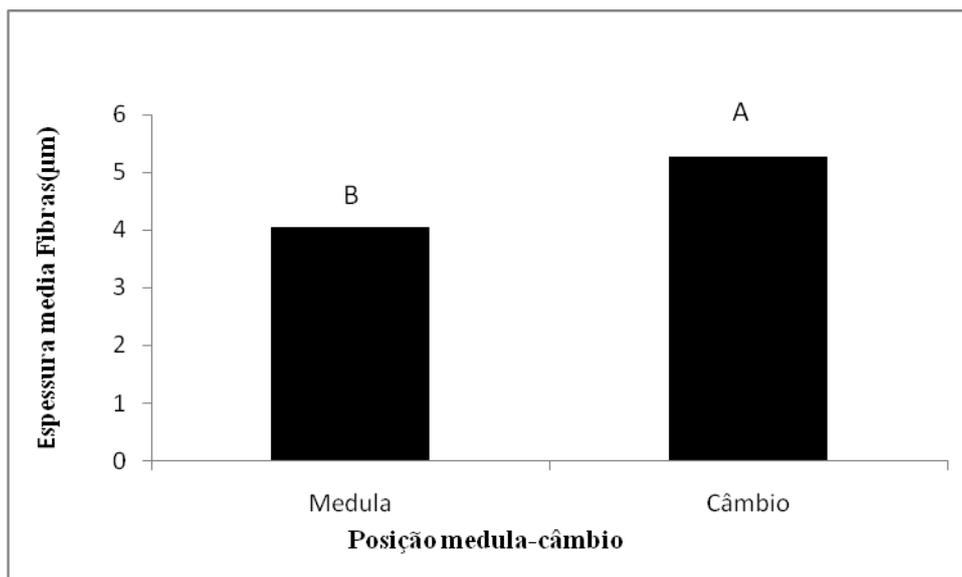


Figura 4: Média da espessura da parede de fibras, no sentido medula-casca da madeira de *Tectona grandis*. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

4.3 Influência do espaçamento entre árvores nas dimensões das fibras

Os valores médios encontrados para comprimento das fibras foram 950,164 µm; 978,294µm e 1058,706 µm para os espaçamentos 4 x 2 m, 5 x 2 m e 6 x 2 m respectivamente. Através da Anova verificou-se que houve diferenças significativas ao nível de 0,05% de probabilidade. O teste de Tukey mostrou que o comprimento das fibras e espessura da parede do espaçamento 6 x 2 m se diferiam do espaçamento 4 x 2 m e 5 x 2 m, conforme ilustra a figura 5.

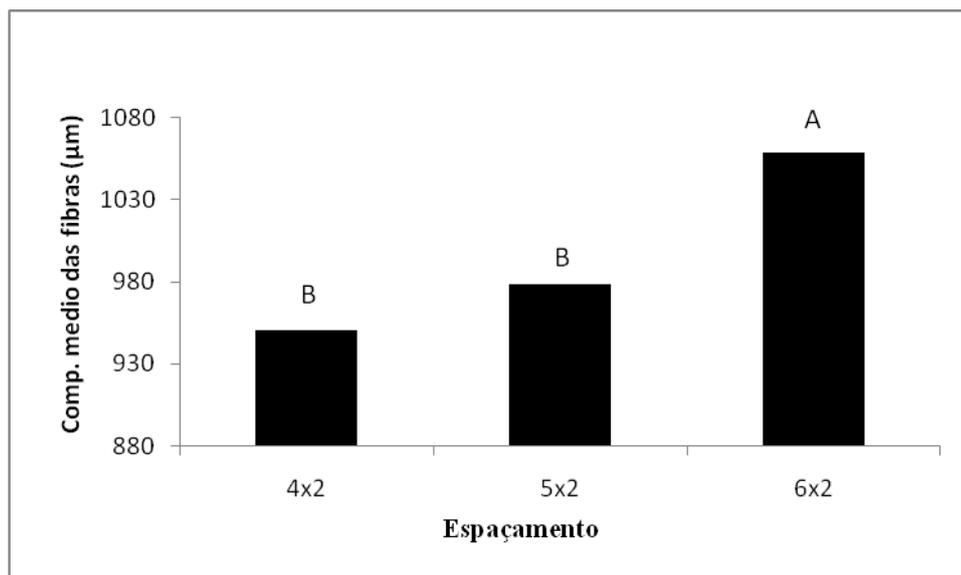


Figura 5: Média do comprimento de fibras da madeira, em relação ao espaçamento entre árvores de *Tectona grandis*. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Considerando-se que plantios menos adensados podem produzir maior volume de madeira por unidade de área, acredita-se que houve um ganho em relação ao comprimento da fibra no espaçamento 6 x 2m. No entanto a espessura da parede das fibras para este espaçamento obteve menores valores quando comparado aos demais, podendo desta forma comprometer a qualidade do produto final. Segundo Scolforo (1997), citado por Chies (2005), quando o povoamento é muito denso, o espaço para o crescimento de cada árvore é reduzido, o crescimento e o desenvolvimento da planta são retardados, comprometendo o desenvolvimento das raízes e da copa, conseqüentemente, afetando a quantidade e qualidade da madeira. No entanto, espaçamentos muito amplos também podem afetar a qualidade da madeira pois há maior emissão de galhos, aumentando assim a presença de nós, o que diminui a qualidade da madeira. Macedo et. al. (2005), em estudos com Teca realizados na região de Cáceres no Estado de Mato Grosso, concluiu que em espaçamento 3 x 3 m ou 3 x 2 m, obteve-se bom desenvolvimento da espécie e produção de madeira de boa qualidade para serraria.

A Figura 6 ilustra a variação da espessura da parede de fibras em função do espaçamento e a comparação média entre as amostras.

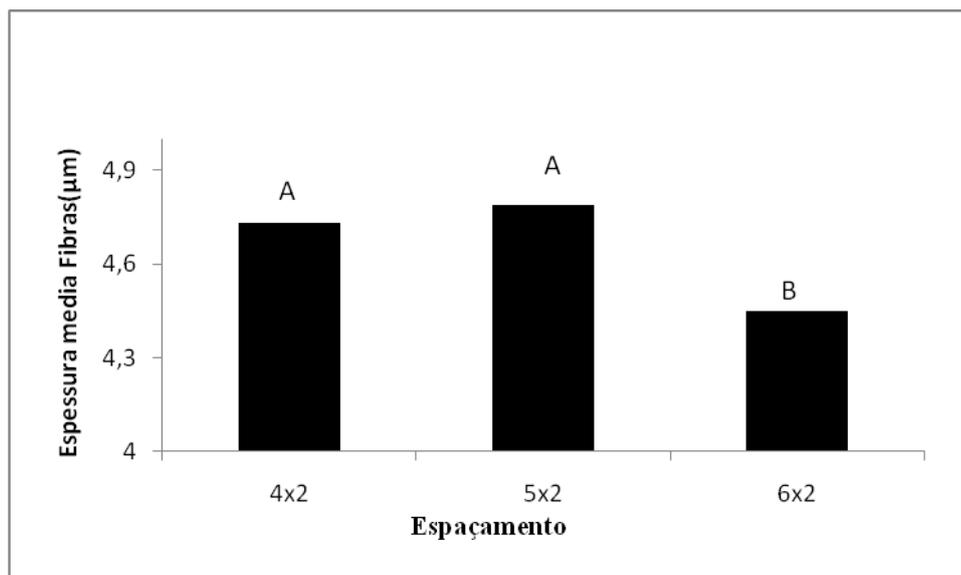


Figura 6: Espessura da parede de fibras da madeira de *Tectona grandis*, em relação ao espaçamento entre árvores. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os valores médios encontrados para espessura das fibras foram 4,73 µm; 4,79 µm; 4,45 µm para os espaçamentos 4 x 2 m, 5 x 2 m e 6 x 2 m respectivamente. Estes resultados mostraram que houve influência do espaçamento na espessura da parede da fibra, sendo o plantio de menor densidade (6 x 2 m), o que apresentou a menor média de espessura da parede, comportamento contrário ao do comprimento das fibras que apresentou os maiores valores. O fato da parede das fibras apresentarem-se mais delgadas pode ser devido a maior disponibilidade de luz, de água e nutrientes, pois há um incremento no comprimento da fibra e em função disso a parede se torna mais delgada. Os espaçamentos 4 x 2 m e 5 x 2 m não diferiram entre si, apresentando fibras mais espessas.

Em espécies florestais de clima temperado as variações na espessura da parede das fibras são induzidas pelo clima, sendo que no lenho inicial, formado na estação de crescimento, as fibras têm parede de espessura delgada em relação às de lenho tardio, formado no final do verão e início do outono. No entanto, nas espécies tropicais as variações das dimensões das fibras são pouco pesquisadas (Rao & Rajput, 1999; Liu & Noshiro, 2003). As informações sobre comprimento e espessura da parede das fibras devem fornecer subsídios para uma melhor seleção de espaçamentos para a implantação de plantios de teca de forma que se obtenha maior produtividade e qualidade da madeira.

4.4 Caracterização da madeira juvenil

Tabela 3: Distâncias radiais do lenho juvenil no sentido medula-câmbio

| Árvore | Distancia radial | | |
|--------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| | Espaçamento (4 x 2 m) | Espaçamento (5x2m) | Espaçamento (6x2m) |
| 1 | 4,3 cm | 5,7 cm | 7,0 cm |
| 2 | 5,5 cm | 5,8 cm | 7,5 cm |
| 3 | 5,0 cm | 6,1 cm | 8,0 cm |
| Média | 4,93 cm | 5,87 cm | 7,5 cm |

A partir de valores médios do comprimento das fibras e da distancia radial foram estabelecidas análises de regressão linear simples que permitiram a observação direta da variação desta característica no sentido medula-câmbio. Das medições feitas, a que melhor definiu a transição entre os lenhos juvenil e adulto foi o comprimento das fibras. Este resultado também foi encontrado por Gatto et al. (2007), que verificaram em seus trabalhos com *Platanus x acerifolia* e *Luehea divaricata* que o comprimento das fibras é a variável que melhor representa essa transição entre os lenhos juvenil e adulto.

Dentre os modelos testados, o que permitiu melhor ajuste para os dados de comprimento de fibras para as 9 árvores (3 árvores por espaçamento) foram:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \ln(x)$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x^2$$

Onde:

Y= comprimento das fibras estimado

X= distancia medula-câmbio

β_0 = coeficiente angular

β_1 = coeficientes lineares

Em relação ao modelo escolhido, as análises de regressões lineares mostram que os coeficientes angulares e lineares foram significativos ao nível de 5% sendo os coeficientes de determinação 0,84; 0,76; 0,77, para as arvores 1,2 e 3 respectivamente, no espaçamento 6 x 2 m. Para o espaçamento 5 x 2 m o R^2 foi de 0,67; 0,76; 0,93 para as árvores 1,2 e 3 respectivamente. Já no espaçamento 4x 2 m o R^2 foi de 0,76; 0,96; 0,87 para as árvores 1,2 e 3. Na figura 7 referente as medias do comprimento das fibras por cada posição, pôde-se observar apenas a presença do lenho juvenil, já que os comprimentos das fibras não se estabilizaram, deduzindo-se que a madeira de *Tectona grandis* aos 12 anos ainda não possui lenho adulto. Plumtre (1983) estudando *Pinus caribaea* verificou, que a formação da madeira juvenil e a transição para a madeira adulta variam com a constituição genética da árvore, com o sítio, com o clima e com as atividades silviculturais. Essa tendência de aumento no comprimento das fibras no sentido medula-casca é característica na formação de madeira juvenil nos primeiros anos da árvore, comportamento este semelhante por inúmeras investigações e confirmadas por Calonego et al. (2005).

A madeira juvenil apresenta características bastante peculiares a partir de sua estrutura anatômica sendo portanto fundamental o seu conhecimento para a adequada utilização da madeira.

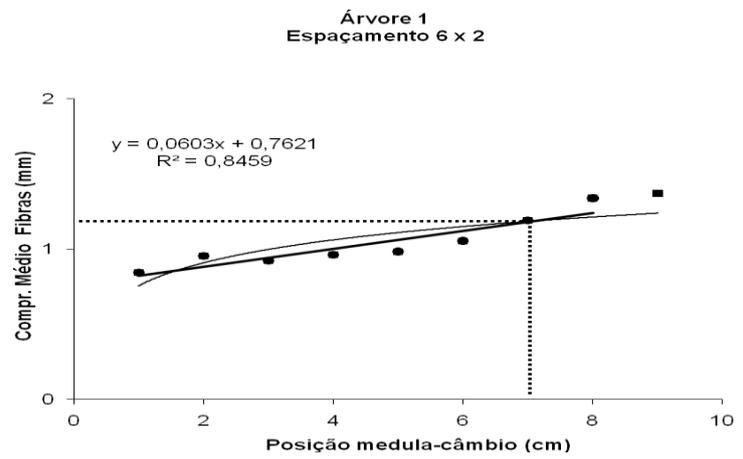
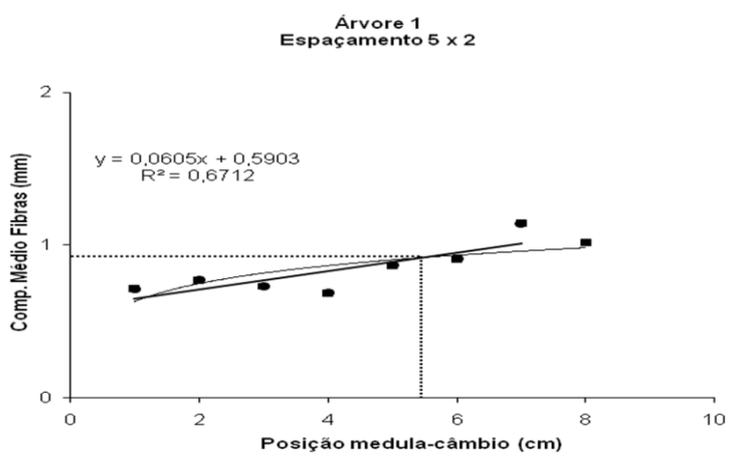
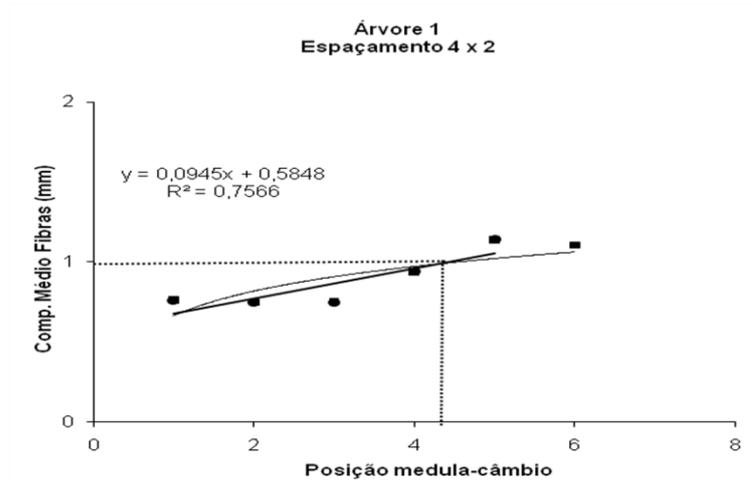


Figura 7: Regressão linear a 5% de significância para a variável comprimento de fibras no sentido medula-câmbio (continua).

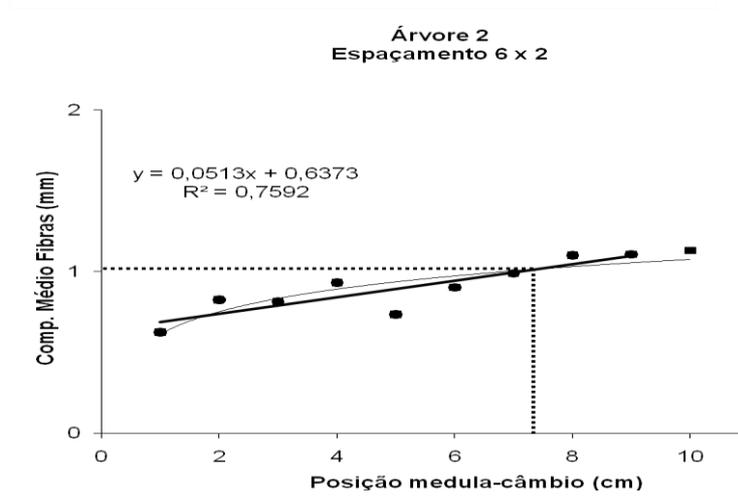
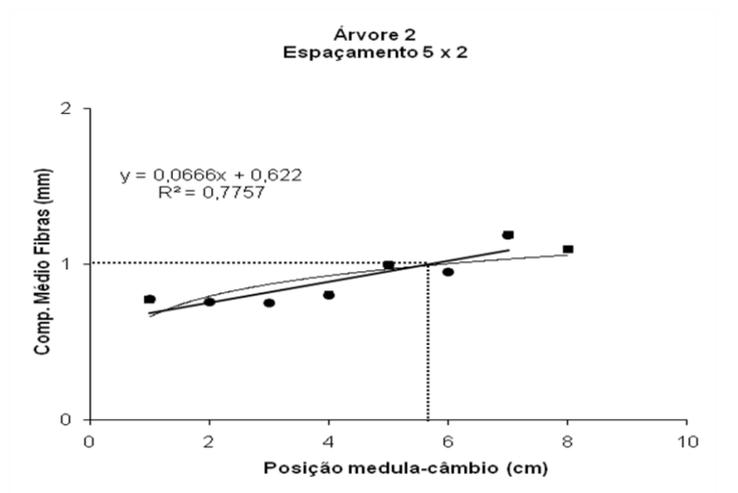
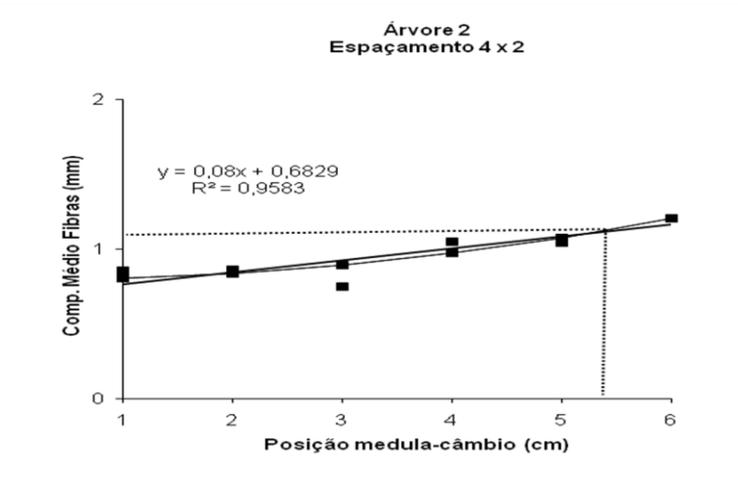


Figura 7: Continuação

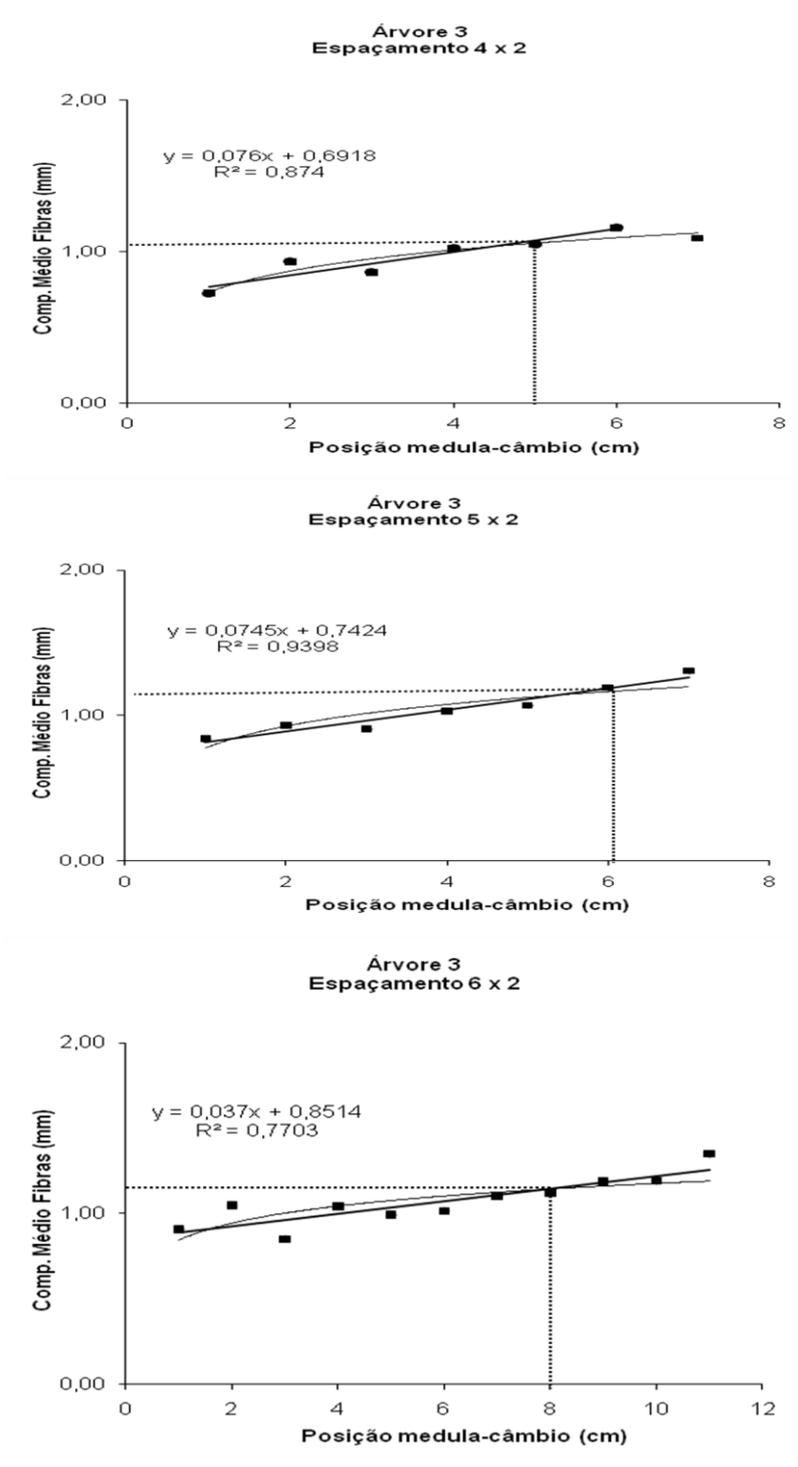


Figura 7: Continuação

5. CONCLUSÕES

1. O espaçamento entre árvores influenciou significativamente no comprimento e na espessura da parede das fibras;
2. Houve aumento significativo do comprimento e espessura da parede das fibras no sentido no sentido medula-câmbio, e
3. Não foi possível identificar a transição entre o lenho juvenil e adulto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELI, A. **Tectona grandis**. (Supervisão e orientação do Prof. J. L. Stape, Departamento de Ciências Florestais - ESALQ/USP. Atualizado em 05/05/2003). Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.html>>. Acesso em: 4 maio. 2010.
- BALLONI, E. A.; SIMÕES J.W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. *IPEF – Série Técnica*, Piracicaba, V.1, n.3, p. 1–16, set. 1980.
- BENDTSEN, B. A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal**, [S.l.], V. 28, n.10, p. 69-72. 1978.
- BENDTSEN, B. A.; SENFT, J. Mechanical and anatomical properties in individual growth rings of plantation-grown cottonwood and loblolly pine. **Wood Fiber Science**, [S.l.], V. 18, n. 1, p. 23-28, 1986.
- CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T.D.; ASSI, P. P. Mensuração do comprimento das fibras para a determinação da madeira juvenil em *Eucalyptus citriodora*. **SCIENTIA FORESTALIS** n. 68, p.113-121, ago. 2005
- CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade do rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** 2005, p. 137. Tese (Dissertação de Doutorado em Engenharia Florestal) da UFPR.
- CLARK, A.; SAUCIER, J. R. Influence of initial planting density, geographic location, and species on juvenile formation in southern pine. **Forest Products Journal**, [S.l.], V. 39, p. 42-48, 1989.
- COWN, D. J. Corewood (Juvenile wood) in *Pinus radiata*: should we be concerned? **New Zealand Journal of Forestry Science**, [S.l.], V. 22, n. 1, p. 87-95, 1992.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Teca (*Tectona grandis*), 2004. Disponível em: http://www.cnpf.embrapa.br/publica/folders/Teca_2004.pdf>. Acesso em: 23 abril 2010.
- FAO. Reforestación y plantaciones forestales. 2000. v. 12, 64 p. Disponível em: <http://www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/PDF/V3S_T12.PDF>. Acesso em: 10 de março de 2009.
- FIGUEIREDO, E.O. Avaliação do crescimento da teca (*Tectona grandis*.Lf.) para análise de tronco. Embrapa Acre Instruções Técnicas,35, Rio Branco. Embrapa Acre, 2001, p.4.
- GARCIA, R.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Influencia do espaçamento e da posição radial na variação de elementos anatômicos da madeira de *Tectona grandis* Linn. IF Ser. Reg., São Paulo, n. 40, p. 51-56, jul. 2009.

GONÇALVES, M. P. M.; COFFLER, 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.

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.

LAMPRECHT, H. Silvicultura nos Trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – **Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Tradução de Guilherme de Almeida-Sedas e Gilberto Calgnotto. Eschborn: Dt. Ges. für. Techn. Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, 1990. 343 p.

LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B.; LONGUI, E. L. Influência do espaçamento em algumas propriedades físicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. **Revista Cerne**, Lavras-MG, V. 15, n. 2, p. 244-250. 2009.

LISI, C. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; ROIG, F. A.; MARIA, V. R. B.; FERREIRA-FEDELE, L. & VOIGT, A. R. A. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a semi-deciduous Forest in Southeast Brazil. **IAWA Journal**, V.29, n. 2, p. 189-207, 2008.

LIU, J.; NOSHIRO, S.. Lack of latitudinal trends in wood anatomy of *Dodonaea viscosa*. (Sapindaceae). **American Journal of Botany**, New York, V.90, n.4, p.532-539, 2003.

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. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Revista CERNE**, Lavras, V. 11, n. 1, p. 61-69, 2005.

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. p.53-65, 1962.

MUNARETO, F. F. **Dendroclimatologia de quatro espécies florestais nativas com potencial silvicultural e economico**. Dissertação, 2007. p.62 (Mestrado em Engenharia Florestal)-UFSM.

OLIVEIRA, R. P. R .P. E. **Desempenho silvicultural de *Tectona grandis* l.f., em diferentes espaçamentos, no município de Cáceres**. Julho 2008 (Monografia) Seropédica, RJ

PASSOS, C. A. M.; BUFULIN Junior, L.; GONÇALVES, M.R. Avaliação silvicultural de *Tectona grandis* L.f., Cáceres – MT, Brasil: Resultados preliminares. **Ciência Florestal**, Santa Maria, V. 16, n. 2, p. 225-232, 2006.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H.. Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia. **Cerne**, Lavras, V11 n.1, p.90-100, jan./mar. 2005

PÉREZ, D.; KANNINEN, M. Heartwood, sapwood y bark content and wood Specific gravity of young and mature *Tectona grandis* L.f trees in Costa Rica. **Silva Fennica**, V.37, n.1, p.45-54, 2002

PLUMPTRE, R.A. ***Pinus caribaea: wood properties***. Oxford: Oxford University Press, 1983. 145 p. (Tropical Forestry Paper, n.17).

RAMSAY, W.; BRIGGS, D. Juvenile wood: has it come of age. In: A TECHNICAL WORKSHOP: JUVENILE WOOD-WHAT DOES IT MEAN TO FOREST MANAGEMENT AND FOREST PRODUCTS, 1986, Washington. **Proceedings** Madison: Forest Products Research Society, 1986. p. 5-11

RAO, K.S.; RAJPUT, K.S. Seasonal behavior of vascular cambium in teak (*Tectona grandis*) growing in moist deciduous and dry deciduous forests. **IAWA Journal**, Leiden, V,20, n.1, p.85-93, 1999.

ROCHA, B.; DELLA R.M. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* aos 52 meses de idade. **Revista Árvore**, V.11, n.2, p-132-145, 1987.

ROQUE, M. R.; LEDEZMA A.V. Efecto del espaciamento em plantacion sobre las propiedades físicas de madera de teca a lo largo del fuste. **Revista Madera y Bosques**, Costa Rica, V.9, n.2, p.15-27, 2003.

ROSSO, F. & NININ, P. Variabilidad de los defectos de trozas de la especie teca (*Tectona grandis* L.f.) em diferentes densidades arbóreas, em la unidad experimental de la reserva forestal de Ticoporo, Barinas-Venezuela. **Revista Forestal Venezolana**, V.42, n.2, p.103-112,1998.

ROOS, K. D.; SHOTTAFER, J. E.; SHEPARD, R. K. The relationship between selected mechanical properties and age in quaking aspen. **Forest Products Journal**, [S.l.], v. 40, n. 7/8, p. 54-56, 1990.

SALAZAR, R.F.; ALBERTIN, W. Requerimentos edáficos e climáticos para *T. grandis* L. Turrialba: **CATIE**, 1974.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1993. 320p.

SANCHÉZ, D.S. Estúdio físico de suelos de dos sítios para determinar la factibilidad del los establecimiento de caboa (*Swietenia humilis* Zucc.) y teca (*Tectona grandis* L.f) – Honduras, dezembro 2002.

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 ESALQ**, Piracicaba. V.19. 1962.

SANTOS, C.F. de O. - Mensuração das fibras lenhosas nos diferentes anéis de crescimento de *Eucalyptus saligna*. **Revista da agricultura**, 36(4): 219-23, 1961.

SCOLFORO, J. R. **Mensuração florestal 4**: classificação de sítios florestais. Lavras: UFLA / FAEPE.. 1993. 138 p.

SCOLFORO, J. R. **Manejo florestal**. Universidade Federal de Lavras / Fundação de apoio ao ensino pesquisa e extensão. Lavras, 1997. 433 p.

SETH, S.K.; KAUL, O.N. Tropical Forest ecosystems of india: the teak forests. Paris: **Unesco**, p.628–640, 1978.

SHIMIZU, J.Y.; KLEIN, H; OLIVEIRA, J.R.V. de Diagnóstico das plantações florestais em Mato Grosso. Cuiabá, MT: **Central de Texto**, 2007.

SIMÕES, J. W. Reflorestamento e manejo de florestas implantadas. Piracicaba:, USP/ESALQ 1989. 29 p. **Documentos Florestais**, 4.

SILVEIRA, V. Comportamento de clones de *Eucalyptus* em diversos ambientes definidos pela Qualidade de sítios e espaçamento. Lavras: UFLA, 1999. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Univ. de Federal de Lavras, 1999.

TOMAZELLO, M. F. Variação radial da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, Piracicaba, V. 29, p. 39-45, 1985.

VEIT, L. F. Plante seu fundo de aposentadoria. **Silvicultura**. São Paulo, V. 17, n. 68, p. 20-22, set./dez. 1996.

VIEIRA, A. H; MARTINS, E. P; PEQUENO, P. L. L; LOCATELLI, M. Aspectos silviculturais da teca em Rondônia. Porto Velho/RO: Embrapa CPAF – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** (Documentos 68), p.8, agosto, 2002.

WAGENFUHR, R. Verbenaceae, *Tectona grandis* L. f. – Teak. **HOLZATLAS 4**, neubearberlete Auflage MIT Zahbrichen Abbildungem. Fachbuchverlag Leipzig. Germany 1996. 668 p.

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. The changing quality of the world wood supply. **Wood Fiber Science**, [S.l.], V. 18, p. 1-17, 1984.

ZOBEL, B. J.; WEBB, C.; HENSON, F. Core or juvenile wood of loblolly and slash pine trees. **Tappi**, [S.l.], V. 42, n. 5, p. 345- 356, 1958.