III CBCTEM
Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DE ÁRVORES DE Tectona grandis CULTIVADA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

Leonora Goes[1]
Weslley Candido Oliveira[1]
Aylson Costa Oliveira[1]
Clebson Cerqueira[1]
Bárbara Luísa Corradi Pereira[1]
Diogo Vendruscolo[1]
Felipe Neto[2]

[1] Universidade Federal de Mato Grosso
[2] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DE ÁRVORES DE *Tectona grandis* CULTIVADA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

Leonora S. A. **GOES**[1]; Weslley C. **OLIVEIRA**[1]; Aylson C. **OLIVEIRA**[1]; Clébson L. **CERQUEIRA**[1]; Bárbara L. C. **PEREIRA**[1]; Felipe V. C. **NETO**[2]; Diogo G. **VENDRUSCULO**[1]

[1] Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil; [2] Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cáceres, Brasil

Resumo: Durante o planejamento de um plantio é importante escolher adequadamente o espaçamento a ser utilizado, devendo este basear-se no uso final da madeira. Dentre os parâmetros de qualidade da madeira, encontra-se a densidade básica que pode ser influenciada pelo espaçamento. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo verificar a densidade básica ao longo do fuste, da madeira de *Tectona grandis* (Teca), cultivada sob quatro espaçamentos diferentes, 3x2, 4x2, 5x2 e 6x2. Para determinação da densidade básica, as amostras foram submersas em água até ficarem completamente saturadas e em seguida secas em estufa até atingirem 0% de umidade. A partir da relação de massa seca e volume saturado foi possível determinar a densidade básica de cada tratamento. Houve diferença significativa apenas no espaçamento 4x2 ao longo do fuste. A posição correspondente a 25% da altura da árvore foi a unica que demonstrou diferenças estatisticas entre os espaçamentos. O espaçamento recomendado para plantio de teca com finalidade de serraria é o 5x2, onde a densidade foi maior até a altura de interesse comercial.

Palavras-chave: posição, axial, teca.

BASIC DENSITY VARIATION OF *Tectona grandis* TREES CULTIVATED UNDER DIFFERENT SPACING

Abstract: During the planing of a plantation it is important to choose properly a spacing to be used, based on the final use to the wood. Density is a parameter of wood quality that can be used to influenced by the number of plants per hectare. In this context, this work aimed evaluate the basic density of *Tectona grandis* (teak) along the stem, grown under different spacing, 3x2, 4x2, 5x2 and 6x2. To basic density determination, the samples were submerged in water unitl completely satured and then dried in an oven until 0% moisture. From relationship of dry mass and satured volume was possible to determine basic density of each treatment. The 5x2 spacing stands out for higher value of basic densidy. There was signifcant difference within the same spacing along the stem only 4x2 spacing. The position corresponding to 25% of the height of the tree was the only one that showed statistical differences between the spacings. The recommended spacing for the plantation of teak to sawing purpose it is the 5x2, where density was higher until comercial interesting height.

Keywords: position, axial, teak.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Tectona grandis*, popularmente denomina da teca, é conhecida pelos seus aspectos tecnológicos como suas características de trabalhabilidade e durabilidade, que fazem da mesma uma das madeiras mais aceitas no mercado internacional de produtos madeireiros (MORA e HERNANDÉZ, 2007). São atribuídos à essa espécie muitos usos distintos, desde a construção completa de uma casa, até a fabricação de peças de marcenaria, sendo destaque a confecção de móveis de luxo e a construção naval (BARROSO et al, 2005).

O reflorestamento com teca surge como uma alternativa para substituir as indústrias madeireiras que utilizam toras de Pinus e Eucalyptus para processamento mecânico, tendo em vista a produtividade e qualidade da sua madeira, cujo Brasil é considerado um grande potencial de consumo e produção (LIMA et al., 2011).

Ao realizar o planejamento de um plantio, um dos parâmetros importantes a ser decidido é a escolha do espaçamento. Quando adequado, o mesmo visa proporcionar aos indivíduos espaço suficiente para que haja o máximo de crescimento com a melhor qualidade e menor custo, levando em consideração a proteção ao solo. O fornecimento de maior volume do produto em tamanho, forma e qualidade desejáveis só é obtido através do espaçamento ótimo, sendo este em função do sítio, da espécie e do potencial do material genético utilizado (MACEDO et al, 2005).

As condições ambientais dos povoamentos florestais e alguns fatores de produção como luz, água, nutrientes e mão de obra podem ser modificados pela distribuição e quantidade de árvores por área, afetando assim, além da produtividade, as características da madeira, a taxa de crescimento das plantas, a idade de corte, bem como as práticas de exploração e manejo florestais e finalmente, os custos de produção (PASSOS et al., 2006). São características passíveis de alteração pelo espaçamento a altura, diâmetro a altura do peito, sobrevivência e conicidade do fuste que interferem tanto no volume total de madeira, como no volume útil produzido pela floresta.

A densidade da madeira fornece diversas informações acerca da mesma por ser o resultado de uma complexa combinação de seus constituintes e ao mesmo tempo, estar relacionada intimamente com outras propriedades, tornando-se um parâmetro qualitativo na atividade industrial). A teca possui uma densidade média de 650 kg.m-^{3}, apresenta resistência considerada boa, semelhante ao mogno brasileiro (*S. macrophylla*), apesar de ser leve sua madeira é estável e sob mudança de umidade praticamente não empena durante a secagem (LIMA et al., 2011).

Por ser originária de um sistema biológico complexo, a madeira 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 (SOUZA, 2010). 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 (SOUZA, 2010).

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivos: avaliar a densidade básica ao longo do fuste de cada espaçamento; e comparar a densidade em diferentes posições do tronco para os diferentes espaçamentos.

.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas ao acaso 16 árvores, provenientes de um plantio experimental seminal localizado no Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) – Campus Cáceres, sendo estas, quatro de cada espaçamento (tratamentos): 3x2, 4x2, 5x2 e 6x2 e retirados discos de 10 cm de espessura correspondentes a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do tronco. Antes da confecção das cunhas para densidade básica, os discos foram medidos com uma regua e auxílio de uma lupa para obtenção do diâmetro pertencente em cada posição do tronco.

Para determinação da densidade básica conforme a norma ABNT 11941 (ABNT, 2003), de cada disco foram selecionadas duas cunhas opostas, as quais foram submersas em água pelo período de três meses até ficam completamente saturadas. Em seguida, as amostras foram secas em estufa até 0% de umidade. A partir da relação de massa seca e volume saturado foi possível determinar a densidade básica de cada tratamento segundo a seguinte fórmula (1):

$$\rho bas = \frac{Ms}{Vsat} \quad (1)$$

Em que:

ρbas = Densidade básica (%)
Ms = Massa seca da amostra, em gramas (g)
$Vsat$ = Volume saturado da amostra, em centímetros cúbicos (cm³)

Para avaliar o efeito dos espaçamentos (3x2, 4x2, 5x2 e 6x2) e da posição ao longo do fuste (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) sobre a densidade básica da madeira de teca, foi instalado um experimento fatorial 4 x 5 em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições (árvores), totalizando 80 unidades amostrais.

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-wilk para testar a normalidade e de Cochran para testar a homogeneidade das variâncias e, em seguida, submetidos à análise de variância (ANOVA). A comparação entre os diferentes tratamentos foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e 95% de significância.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os valores de densidade básica da madeira de teca para cada altura correspondente à posição do tronco (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) em quatro espaçamentos diferentes (3x2, 4x2, 5x2 e 6x2).

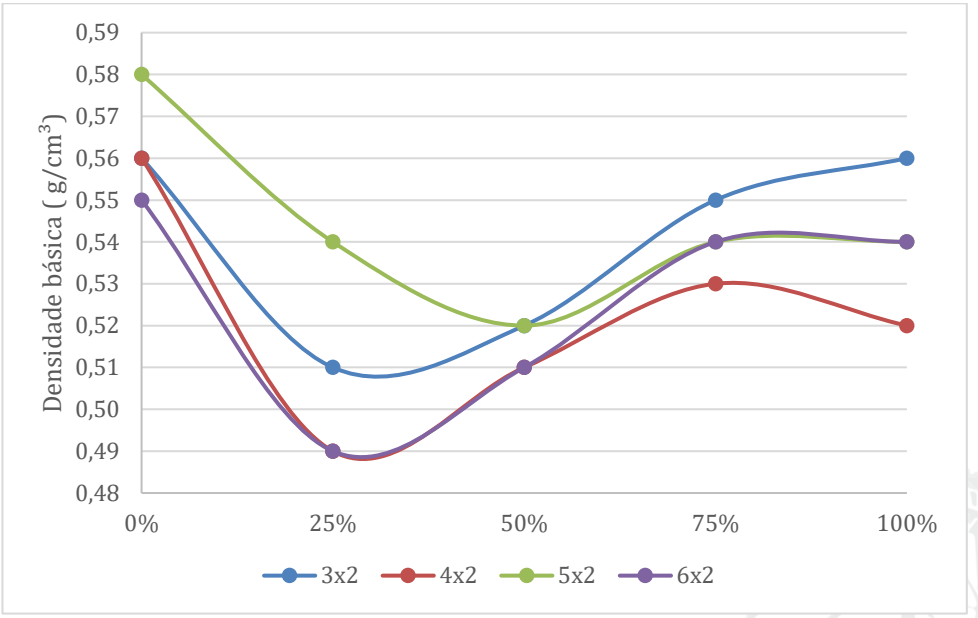

Figura 1. Distribuição da densidade média de *Tectona grandis* (teca) em diferentes alturas do fuste nos quatro espaçamentos avaliados.

Analisando a Figura 1, houve um declínio na densidade para todos os espaçamentos observados, seguido de uma tendência de aumento em direção ao topo da árvore dando um formato côncavo à curva. As árvores pertencentes ao espaçamento 5x2 apresentaram seu valor mínimo (0,54 g/cm³) em 50% do total da altura do fuste. Já nos outros espaçamentos, 3x2, 4x2, e 6x2, o menor valor de densidade foi verificado em 25% da altura total da árvore, iguais a, 0,51 g/cm³, 0,49 g/cm³ e 0,49 g/cm³, respectivamente.

A densidade média dos espaçamentos começou a aumentar novamente a partir de 25% da altura do fuste, com exceção do 5x2, que mesmo permancendo em declínio se mostrou superior aos demais. A partir da metade do comprimento das árvores, a densidade média de todos os espaçamentos se elevou novamente. Há trabalhos que relatam situações similares: Tewari (1998) estudando plantações florestais e árvores de *T. grandis* em florestas naturais da Índia verificou que as seções das árvores de 3,30 a 6,30 m possuem menores valores de densidade básica em relação à base e ao topo do fuste. Roque e Ledezma (2003) observaram menores valores de densidade básica entre 5,0 e 10,0 m de altura do fuste, em plantações de teca na Costa Rica aos 10 anos.

A densidade de todos os espaçamentos na base da árvore, ou seja, com 0% da altura do fuste, foi maior ou igual a densidade média do topo. Isto ocorre devido alterações na estrutura anatômica da madeira na região de copa devido à inserção dos galhos, que podem provocar aumento da densidade e resistência nas partes mais altas da árvore (VALE et al., 1999).

Na tabela 1, são apresentados os valores médios de densidade básica para os diferentes espaçamentos e diferentes posições do fuste.

Não foi verificada interação significativa entre o espaçamento e a posição ao longo do fuste para a densidade.

Tabela 1. Valores de densidade básica ao longo do tronco da madeira de *Tectona grandis* aos 17 anos cultivada sob diferentes espaçamentos

Altura (m)	Esp.	Posição ao longo do fuste				
		0%	25%	50%	75%	100%
18,57	3x2	0,564 a	0,506 a	0,523 a	0,551 a	0,564 a
20,5	4x2	0,558 a	0,488 b	0,506 ab	0,526 ab	0,522 ab
19,62	5x2	0,578 a	0,540 a	0,522 a	0,539 a	0,542 a
19,85	6x2	0,554 a	0,493 a	0,509 a	0,540 a	0,536 a

Esp. = espaçamento. Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si (Tukey, p > 0,05)

O único espaçamento com variação significativa no sentido base-topo, foi o 4x2 entre as alturas 0% e 25%. De acordo com a Tabela 1, não houve diferença significativa dos demais espaçamentos nas diferentes posições analisadas, evidenciando uma homogeneidade na densidade para o material usado neste plantio.

Tabela 2. Valores de densidade básica na mesma posição do tronco da madeira de *Tectona grandis* aos 17 anos cultivada sob diferentes espaçamentos

Altura (m)	Esp.	Posição ao longo do fuste				
		0%	25%	50%	75%	100%
18,57	3x2	0,564 A	0,506 AB	0,523 A	0,551 A	0,564 A
20,5	4x2	0,558 A	0,488 B	0,506 A	0,526 A	0,522 A
19,62	5x2	0,578 A	0,540 A	0,522 A	0,539 A	0,542 A
19,85	6x2	0,554 A	0,493 B	0,509 A	0,540 A	0,536 A

Esp. = espaçamento. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si (Tukey, p > 0,05)

Ao avaliar as posições do tronco correpondentes a altura das árvores houve diferença significativa entre os espaçamentos apenas na posição 25%, cujo o valor médio da densidade foi estatisticamente igual aos espaçamentos 4x2 e 6x2, diferindo do 5x2. O espaçamento 3x2, foi estatisticamente igual aos demais apresentando um valor intermediário entre a maior e menor densidade na respectiva altura da árvore.

Atualmente, no setor florestal, o comprimento médio de toras de teca comercializadas é entorno de 8 m, sendo assim, pode-se considerar de maior relevância para o mercado as toras obtidas entre 0% e 50% da altura do indivíduo, que de acordo com a Tabela 1, vai variar de 9,25 a 10,25 m. Considerando essas dimensões, as toras obtidas do espaçamento 5x2 apresentam maior densidade básica (Figura 1 e Tabela 1). Sendo assim, sugere-se este espaçamento como o mais indicado para plantios de teca com finalidade de serraria nestas condições.

4. CONCLUSÕES

Foi observado que o espaçamento com maior densidade até a posição de interesse comercial, correspondente a 50% da altura total das árvores, foi o 5x2.

Dentre os espaçamentos avaliados, apenas o 4x2 teve diferença significativa ao longo do fuste entre as posições 0% e 25%.

Apenas na altura correspondente a 25% da árvore houve diferença significativa entre os espaçamentos.

De maneira geral, não houve interação entre os dois fatores (densidade e espaçamento), entretanto, recomenda-se o plantio no espaçamento 5x2, onde a densidade, um dos fatores determinantes da qualidade da madeira, é maior.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e ao Istituto Federal de Mato Grosso (IFMT) – Campus Cáceres pelo apoio prestado ao desenvolvimento deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11941: Madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO F. A. M. M. A.; PEREIRA, R. C.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. Revista Árvore, v. 29, n. 5, p. 671-679, 2005.

LIMA, I. L.; PIMENTEL, M. M.; GARCIA, J. N. Propriedades mecânicas e densidade aparente da madeira de Tectona grandis Linn. F.(Teca) em função do Espaçamento e da posição radial na tora. Silva Lusitana, v. 19, n. 2, p. 221-232, 2011

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, v. 11, n. 1, p. 61-69, 2005.

MORA, F.; HERNÁNDEZ, W. Estimación del volumen comercial por producto para rodales de teca enel pacífico de Costa Rica. Agronomía Costarricense, v. 31, n. 1, p. 101–112, 2007.

MOYA R., R y V. ARCE L. Efecto del espaciamiento en plantación sobre dos propiedades físicas de madera de teca a lo largo del fuste. Madera y Bosques 9(2):15-27, 2003.

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.

SOUZA, M. T. Influência do espaçamento e da posição radial nas dimensões das fibras da madeira de *Tectona grandis* Linn. f. Monografia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010

TEWARI, D.N. A monograph on teak (Tectona grandis). Dehra Dun: International Book Distributors, 1998. 235 p.

VALE, A.T. et al. Variação axial da densidade básica da madeira de Acácia mangium Willd aos sete anos de idade. Ciência Florestal, v.9, n.2. p.85-92, 1999.