

Massa específica básica da madeira de *Tectona grandis* proveniente de sistema agrossilvipastoril**Basic specific mass of *Tectona grandis* wood from an agrossilvipastoral system**

DOI:10.34117/bjdv6n10-404

Recebimento dos originais: 13/09/2020

Aceitação para publicação: 19/10/2020

Jeneffer Karine de Oliveira

Graduanda em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso
Endereço: Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Bairro Boa Esperança, Cuiabá – MT, Brasil
E-mail: jeniffer-oliver@hotmail.com

Zaira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza

Doutora em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, Brasil.
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso
Endereço: Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Bairro Boa Esperança, Cuiabá – MT, Brasil
E-mail: zaira@ufmt.br

Pedro Hurtado de Mendoza Borges

Doutor em Máquinas Agrícolas pela Universidade de Rostock, Alemanha.
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso
Endereço: Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Bairro Boa Esperança, Cuiabá – MT, Brasil
E-mail: pborges@ufmt.br

Maísa Pavani dos Santos Elias

Doutora em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso
Endereço: Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Bairro Boa Esperança, Cuiabá – MT, Brasil
E-mail: maisapavani@gmail.com

Jeinna Michelly Rodrigues Barros

Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais – UFMT
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso
Endereço: Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Bairro Boa Esperança, Cuiabá – MT, Brasil
E-mail: jeinna17@gmail.com

Pedro Hurtado de Mendoza Morais

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso
Endereço: Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Bairro Boa Esperança, Cuiabá – MT, Brasil
E-mail: pedromorais08@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a massa específica básica da madeira de *Tectona grandis* visando complementar os estudos dessa espécie para sua otimização tecnológica. O material utilizado foram três clones com idade de doze anos, provenientes de um sistema agrossilvipastoril localizado no estado de Mato Grosso. As amostras foram processadas na forma de discos e cunhas. Posteriormente foi desenvolvido o ensaio físico para cálculo da massa específica básica, tendo como referência a norma NBR 11941 (ABNT, 2003). O clone 1 e 3 apresentaram árvores com massa específica mais variáveis, já as árvores do clone 2 mostraram maior homogeneidade. As árvores do clone 1 foram classificadas como de média massa específica ($0,579 \text{ g cm}^{-3}$). Os outros dois clones apresentaram árvores com baixa massa específica, sendo de $0,514 \text{ g cm}^{-3}$ para o clone 2 e de $0,500 \text{ g cm}^{-3}$ para o clone 3. A média geral da massa específica para os materiais clonais foi de $0,534 \text{ g cm}^{-3}$, mostrando que a madeira proveniente de sistema agrossilvipastoril, quando comparada com plantios homogêneos, manteve suas qualidades tecnológicas, no que se refere à massa específica, o que é uma opção favorável para o uso dessa espécie em plantios consorciados. De acordo com os resultados obtidos a madeira estudada poderá ser promissora para usos como polpa celulósica, móveis e caixotarias. Porém, para uma recomendação mais assertiva, se faz necessário o estudo de outras propriedades que envolvam as características químicas e anatômicas, bem como os estudos de usinabilidade, visando dar suporte técnico e científico para as indicações mencionadas.

Palavras-chave: Clones, Qualidade de madeira, Reflorestamentos.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the basic specific mass of *Tectona grandis* wood in order to complement the studies of this species for its technological optimization. The material used were three clones aged twelve years, from an agrosilvipastoral system located in the state of Mato Grosso. The samples were processed in the form of discs and wedges. Subsequently, the physical test was developed to calculate the basic specific mass, using the NBR 11941 standard (ABNT, 2003). Clone 1 and 3 showed more variable trees with specific mass, whereas clone 2 trees showed greater homogeneity. Clone 1 trees were classified as having a specific gravity (0.579 g cm^{-3}). The other two clones showed trees with low specific mass, being 0.514 g cm^{-3} for clone 2 and 0.500 g cm^{-3} for clone 3. The general average of specific mass for clonal materials was 0.534 g cm^{-3} , showing that the wood from the agrosilvipastoral system, when compared with homogeneous plantations, maintained its technological qualities, with regard to the specific mass, which is a favorable option for the use of this species in consortium plantations. According to the results obtained, the studied wood may be promising for uses such as cellulosic pulp, furniture and boxes. However, for a more assertive recommendation, it is necessary to study other properties that involve chemical and anatomical characteristics, as well as studies of machinability, aiming to provide technical and scientific support for the mentioned indications.

Keywords: Clones, Wood quality, Reforestation.

1 INTRODUÇÃO

Nacionalmente, Mato Grosso é o maior produtor de teca (*Tectona grandis*) e também o pioneiro no seu plantio comercial, cuja produção é voltada quase que exclusivamente para fins de madeira serrada (IBÁ, 2019). Entretanto, está sendo cada vez mais comum, verificar no estado, o plantio dessa espécie em sistemas agrossilvipastoris ou ILPF. Os sistemas integrados compostos por lavoura-pecuária-floresta (ILPF) constituem uma estratégia que visa a produção sustentável das atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, sucessão ou rotacionado. Essa integração busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agro ecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica (OLIVEIRA e PAIXÃO, 2019).

As espécies florestais usadas nesses sistemas normalmente visam trazer conforto térmico para os animais, fornecer serviços ambientais tais como melhorias no solo e na precipitação, além de suprir as propriedades rurais em suas necessidades madeireiras, principalmente para cercas e currais. Contudo, outros usos poderiam ser dados para essas madeiras, ampliando assim a oferta de produtos no mercado, o que propiciaria agregação de valor às espécies desses arranjos consorciados.

De acordo com Tsoumis (1991), para ampliar as utilizações das espécies florestais deve-se analisar suas propriedades tecnológicas, que normalmente são verificadas através das características químicas, anatômicas, físicas, mecânicas e energéticas. Esse autor esclarece ainda, que todas as características tecnológicas conferem qualidade para as madeiras, porém, a massa específica é o índice de qualidade que mais influencia as outras propriedades tecnológicas.

Conforme Foelkel (2015), a massa específica é um importante parâmetro para avaliação da qualidade da madeira, pois envolve características anatômicas, como volume e dimensão de células, espessura da parede celular, bem como o arranjo dos elementos anatômicos.

A massa específica indica a quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume sendo geralmente determinada na madeira de duas formas: - massa específica básica (ρ_b), que é a razão entre a massa seca e o volume saturado; - massa específica aparente (ρ_{ap}), que é a relação entre a massa e o volume, determinados nas mesmas condições de umidade (OSBORNE, 2016).

Nesse contexto, essa pesquisa teve como objetivo determinar a massa específica básica da madeira de clones de *Tectona grandis* (teca), provenientes de um plantio agrossilvipastoril (ILPF), visando complementar os estudos dessa espécie para sua otimização tecnológica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado foram 3 clones, com idade de doze anos, provenientes de um sistema integrado com lavoura-pecuária-floresta (ILPF ou agrossilvipastoril), localizado no estado de Mato Grosso, implantado experimentalmente em 2008, no espaçamento de 2,5 metros entre plantas e 20 metros entre linhas. Após a escolha dos clones, selecionou-se 5 árvores por clone retirando-se um disco de 20 cm de espessura no DAP (diâmetro altura do peito – 1,30 m do solo) totalizando 15 amostras (3 clones x 5 árvores x 1 disco). Posteriormente, os discos foram identificados e encaminhados para análise laboratoriais.

A pesquisa foi conduzida em duas etapas. Na primeira realizou-se o processamento manual dos discos, que consistiu no seu descascamento, marcação e separação em quatro quadrantes equidistantes. Posteriormente, escolheu-se duas cunhas opostas, isentas de defeitos e que continham medula, cerne e alburno. Ao todo foram analisadas 30 amostras (3 clones x 5 árvores x 1 disco x 2 cunhas).

Na segunda etapa desenvolveu-se o ensaio físico para cálculo da massa específica básica, tendo como referência a norma NBR 11941 (ABNT, 2003). Essa análise foi executada em três fases. A primeira fase foi a de encharcamento em água e demorou quatro meses. A finalidade dessa fase foi saturar as fibras para obtenção do volume deslocado em água, conforme sugerido por Vital (1984). Na segunda fase o material foi colocado para secar em ambiente com temperatura e umidade controladas, visando perder a água livre e entrar em equilíbrio higroscópico, para que fosse utilizado na fase seguinte. Na terceira fase (anidra), as amostras foram secas em estufa de circulação forçada a uma temperatura de 103°C (± 2°C) por 48 horas, logo em seguida obteve-se a massa seca (anidra) em balança analítica de precisão. Todas as fases foram monitoradas por amostras controles, que tinham suas massas aferidas até peso constante, indicando assim o término das fases. Ao final aplicou-se a fórmula de cálculo, conforme equação 1.

$$MEB = \frac{MS}{VS}$$

(Equação 1)

Onde:

MEB = Massa específica básica (g cm⁻³)

MS = Massa seca a 0% de umidade (g)

VS = Volume saturado em água (cm³)

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (clones) e cinco repetições (árvores). Inicialmente realizou-se uma análise descritiva dos dados para constatar

as principais características da sua distribuição. Em seguida, foram verificadas a normalidade e a homocedasticidade, aplicando-se os testes Shapiro-Wilk e Bartlett para 95% de probabilidade, respectivamente. Os tratamentos que atenderam essas premissas foram submetidos à análise de variância por meio do teste F. Como o valor de F para os tratamentos foi significativo ($p < 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas, de acordo com o teste Tukey para 95% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa R (R CORE TEAM, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de massa específica básica das árvores de teca variaram de $0,470 \text{ g cm}^{-3}$ a $0,650 \text{ g cm}^{-3}$, sendo a maior média averiguada para o clone 1 e a menor para o clone 3 (Tabela 1).

Tabela 1. Estatística descritiva dos valores de massa específica básica para os clones de teca.

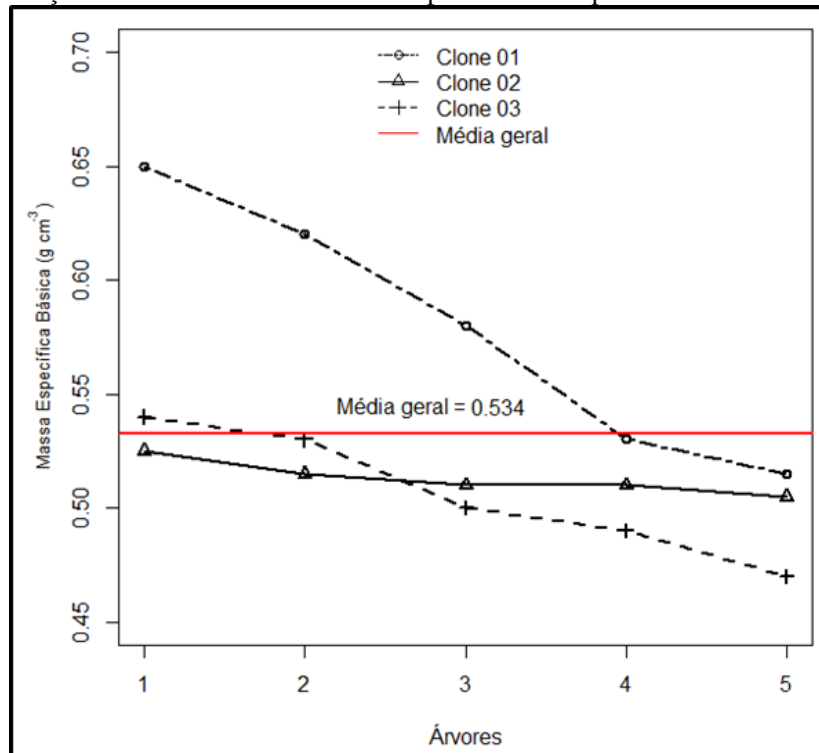
Estatística Descritiva	Clones		
	C1	C2	C3
Média	0,579	0,513	0,506
Mínimo	0,515	0,505	0,470
Máximo	0,650	0,525	0,540
Amplitude	0,135	0,020	0,070
Desvio Padrão	0,057	0,008	0,029
Coefficiente de Variação (%)	4,440	0,661	2,546
Intervalo de Confiança (95%)	$\pm 0,071$	$\pm 0,009$	$\pm 0,036$

Mesmo sendo clones, o clone 1 e 3 apresentaram árvores com massa específica mais variáveis, já as árvores do clone 2 mostraram maior homogeneidade, o que foi evidenciado pelos seus baixos valores de amplitude, desvio padrão, coeficiente de variação e intervalo de confiança (Tabela 1).

A variação espacial da massa específica básica das árvores individualizadas por clone, pode ser confirmada pelas curvas de dispersão apresentadas na Figura 1. Essa variação, possivelmente, ocorreu devido a fatores externos que interferiram no crescimento e na formação do lenho das árvores tais como, intensidade luminosa, disponibilidade de luz, água, nutrientes, espaçamento entre plantas, pragas e ações humanas (BALBINO et al, 2011). De acordo com Varguese et al. (2000) o espaçamento entre as plantas de teca é um dos fatores mais importantes quando se trata de um

sistema agrossilvipastoril, pois ele irá interferir nos outros fatores. Se ele for muito grande, haverá um crescimento acelerado na árvore resultando em madeira de baixa qualidade tecnológica, e se ele for pequeno haverá um adensamento no plantio e conseqüentemente uma redução do crescimento devido à alta competição por parte das plantas. Para Roque et al. (2003) em se tratando de qualidade de madeira de teca, o espaçamento interfere mais no crescimento e diâmetro das árvores do que o próprio genótipo.

Figura 1. Distribuição dos valores médios da massa específica básica para as árvores dos diferentes clones.

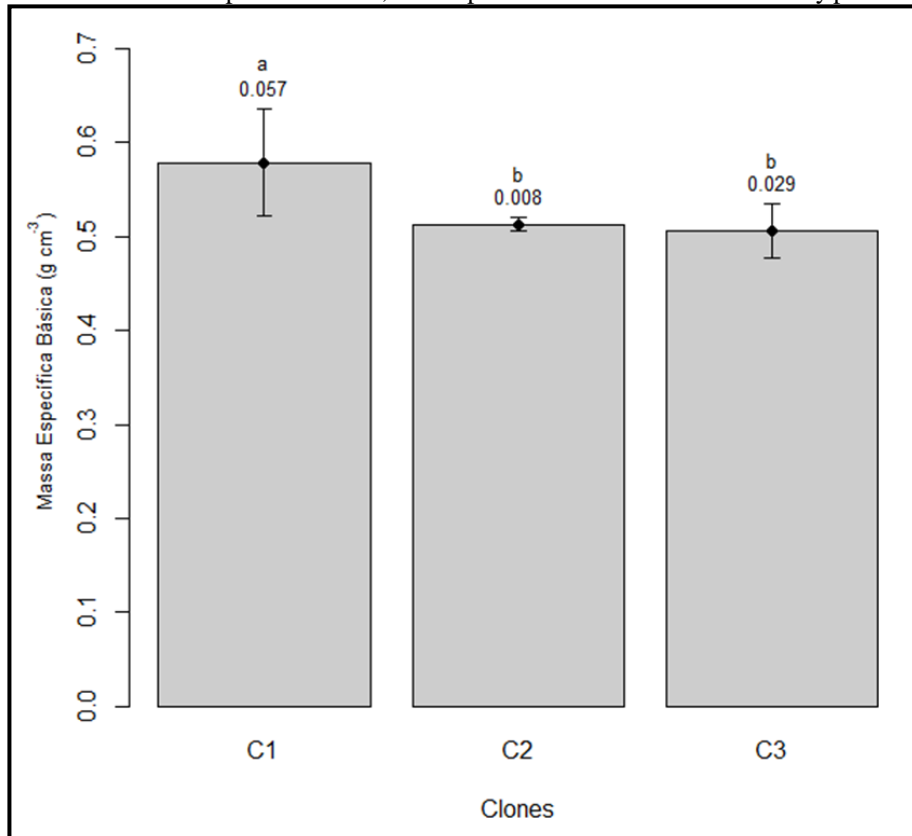


A massa específica básica média obtida para os clones estudados foi de 0,534 g cm⁻³, sendo similar ao valor relatado por Floréz et al. (2014), que encontraram média de 0,530 g cm⁻³ para árvores de reflorestamento de teca aos 13 anos, e superior ao mencionado por Dias et al. (2018), que observaram valor médio de 0,510 g cm⁻³ também para plantios homogêneos de teca aos 13 anos. Sendo assim, verifica-se que a madeira consorciada de teca, em sistemas agrossilvipastoris (ILPF), manteve suas qualidades tecnológicas no que se refere à sua massa específica básica, o que é uma vantagem para o uso múltiplo dessa espécie.

Conforme estudos de Coradin et al. (2010), Silveira et al. (2013) e Foelkel (2015), a massa específica básica classifica-se como sendo baixa para madeiras que apresentarem valores abaixo de 0,550 g cm⁻³, média para valores entre 0,550 a 0,720 g cm⁻³ e alta para valores superiores a 0,730 g cm⁻³. Com base nessa classificação, o clone 1 foi o único classificado como de média massa

específica ($0,579 \text{ g cm}^{-3}$), os outros dois clones foram classificados como de baixa massa específica, sendo de $0,513 \text{ g cm}^{-3}$ para o clone 2 e de $0,506 \text{ g cm}^{-3}$ para o clone 3 (Figura 2). Nesta mesma Figura é possível verificar pelo teste Tukey ($p < 0,05$), a diferenciação do clone 1 em relação aos outros dois e a similaridade entre os clones 2 e 3.

Figura 2. Valores médios da massa específica básica, desvio padrão e resultados do teste Tukey para os clones estudados.



Segundo Bonduelle et al. (2015), a massa específica influencia diretamente na resistência do produto e na transformação industrial da madeira que lhe deu origem. Os autores descreveram também, que madeiras com médias a baixas massas específicas são boas para móveis usinados pois aceitam muito bem as operações de acabamento. Gomide et al. (2005), descrevem que as indústrias brasileiras de polpa celulósica, tem predileção por utilizar espécies com massa específica básica entre $0,400$ e $0,600 \text{ g cm}^{-3}$, pois elas fornecem volume de tora favorável para a manutenção da fábrica, e um rendimento em polpa aceitável em termos de custos.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados preliminares obtidos, a madeira de teca proveniente de plantios consorciados, quando comparada com resultados de literatura referentes a plantios homogêneos, manteve suas qualidades tecnológicas no que se refere à massa específica básica, o que é uma opção favorável para o uso dessa espécie no formato de plantios associados.

Os clones avaliados mostram-se promissores para os setores de polpa celulósica, móveis e caixotarias, por ter classificação de massa específica básica, variando de baixa a média. Porém, para uma recomendação mais assertiva, se faz necessário o estudo de outras propriedades que envolvam as características químicas e anatômicas, bem como os estudos de usinabilidade, visando dar suporte técnico e científico para as indicações mencionadas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Normas Técnicas**. NBR 11941: Densidade básica da madeira. Rio de Janeiro, 2003 6p.

BALBINO, L. C. et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000001

BONDUELLE, G.M.; IWAKIRI, S.; TRIANOSKI, R.; PRATA, J.; ROCHA, Y. Análise da massa específica e da retratibilidade da madeira de *Tectona grandis* nos sentidos axial e radial do tronco. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 971-680, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v45i4.31991>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/31991>

CORADIN, V. T. R.; CAMARGOS, J. A. A.; PASTORE, T. C. M.; CHRISTO, A. G. Madeiras comerciais do Brasil: chave interativa de identificação baseada em caracteres gerais e macroscópicos. 2010. Serviço Florestal Brasileiro, Laboratório de Produtos Florestais, Brasília, DF, 2010. CD-ROM.

DIAS, A.C. C.; MARCHESAN, R.; ALMEIDA, V. C.; MONTEIRO, T. C.; MORAES, C. B. Relação entre a densidade básica e as retrações em madeira de teca. **Ciência da Madeira**, v. 9, n. 1, pg. 37- 44, 2018. DOI: 10.12953/2177-6830/rcm.v9n1p37-44 Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/11005/8133>

FLÓREZ, J. B.; TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; GHERARDIHEIN, P.R.; SILVA, J. R. M. Caracterización de la madera joven de *Tectona grandis* L. f. plantada en Brasil. **Madera y Bosques**, v. 20, n. 1, p. 11-20, 2014. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2014.201172> Disponível em: <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/172/223>

FOELKEL C. E. B. Qualidade da madeira do eucalipto: reflexões acerca da utilização da densidade básica como indicador de qualidade da madeira no setor de base florestal. Porto Alegre: Celsius Degree / Grau Celsius, 2015. Disponível em: http://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT41_Densidade_Basica_Madeira.pdf

GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, C. M. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.1, p. 129-137, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000100014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n1/24242.pdf>

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. Relatório 2019. 80 p. Disponível em: <https://iba.org/>

OLIVEIRA, A. A.; PAIXÃO, M. V. S. Integração agropecuária e reflorestamento na visão de alunos do município de Novo Progresso/Pará. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 9, p. 13616-13629, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n9-001> Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3006/2948>

OSBORNE, N. L. Estimating the density of coast *Douglas-fir* wood samples at different moisture contents using medical X-ray computer tomography. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 127, p. 50-55, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2016.06.003>

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169916303428?via%3Dihub>

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. ISBN: 3900051-07-0. 2019. <http://www.R-project.org>.

ROQUE, R. M.; LEDZEMA, R. M. Efecto del espaciamiento en plantación sobre dos propiedades físicas de madera de teca a lo largo del fuste. **Madera y Bosques**, Heredia, v. 9, n. 2, p. 15- 27, 2003. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2003.921283>. Disponível em: <https://myb.ojs.inacol.mx/index.php/myb/article/view/1283>

SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; VALE, A. T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 43, n. 2, p.179 – 184, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000200007>

Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672013000200007&lng=pt&tlng=pt

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: Structure, properties and utilization**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 494p.

VARGUESE, M.; NICODEMUS, A.; RAMTEKE, P. K. Variation in growth and wood traits among nine populations of teak in Peninsular Índia. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 49, n. 4/5, p. 201-205, 2000. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013041637>

VITAL, B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. Viçosa, p. 24, 1984. (**Boletim Técnico**, 2).