



MODELOS VOLUMÉTRICOS PARA TECA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS EM CÁCERES, MATO GROSSO

Diogo Guido Streck Vendruscolo¹, Raiane Scandiane da Silva¹, Hudson Santos Souza¹, Arthur Guilherme Schirmbeck Chaves², Alessandro Soares da Motta¹

1. Graduandos em Engenharia Florestal, Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), Campus Cáceres, Mato Grosso, Brasil (diogoguido@hotmail.com)
2. Professor Mestre, Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), Campus Cáceres, Mato Grosso, Brasil

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi ajustar e selecionar equações de volume para povoamentos equiâneos de *Tectona grandis* sob diferentes espaçamentos, em Cáceres, Mato Grosso. O plantio é um experimento constituído por quatro espaçamentos: 3x2 m (T1), 4x2 m (T2), 5x2 m (T3) e 6x2 m (T4), em blocos ao acaso com três repetições. Foram abatidas e cubadas rigorosamente 30 árvores tratamento, para o ajuste de modelos volumétricos, de simples e de dupla entrada. A qualidade dos ajustes, para escolha da melhor equação por espaçamento, foi avaliada de acordo com o maior coeficiente de correlação múltipla, menor valor da raiz quadrada do erro médio em percentagem, bias, análise gráfica dos resíduos e significância dos coeficientes de regressão. Quando um mesmo modelo foi selecionado para dois ou mais espaçamentos, as equações foram comparadas empregando o teste de identidade de modelos. Dentre os modelos avaliados, os de dupla entrada foram superiores aos de simples entrada. O modelo de Schumacher-Hall, foi o mais eficiente para estimar o volume total com casca da teca nos diferentes espaçamentos. Por meio do teste de identidade de modelos foi possível reduzir em 50% o número de equações utilizadas, podendo ser representado por uma única equação os espaçamentos 3x2 m e 4x2 m, bem como o 5x2 m e 6x2 m.

PALAVRAS-CHAVE: Equações de volume, identidade de modelos, *Tectona grandis*.

MODELS VOLUMETRIC FOR TEAK IN DIFFERENT SPACING IN CÁCERES, MATO GROSSO

ABSTRACT

The aim of this study was to select and adjust volume equations for equiâneos *Tectona grandis* plantations under different spacings Cáceres, Mato Grosso. Planting is an experiment consists four spacings: 3x2 m (T1), 4x2 m (T2), 5x2 m (T3) and 6x2 m (T4) in a randomized block design with three replications. Were felled 30 trees and rigorously scaled treatment for adjustment of volumetric models, single and double entry. The quality of the fits to equation by selecting the best pitch was evaluated

according to the largest multiple correlation coefficient, the lowest value of the square root of the mean percentage error, bias, analysis graphical waste and significance of the regression coefficients. When a type is selected for two or more spaced, the equations were compared using the identity testing of models. Among the models evaluated, the double entry were superior to simple entry. The model of Schumacher-Hall, was the most effective to estimate bark volume of teak in different spacings. By means of the identification testing of models was possible to reduce by 50% the number of equations used and can be represented by a single equation I spacings 3x2 m and 4x2 m, the me 5x2 m and 6x2 m.

KEYWORDS: Volume equations, identity models, *Tectona grandis*.

INTRODUÇÃO

A teca (*Tectona grandis* L. f.) é uma espécie natural do continente asiático e cultivada em diversas regiões da África e das Américas. Atualmente, a espécie se destaca por ser considerada uma alternativa de elevado valor econômico para o suprimento sustentável das indústrias de base florestal (PELLISSARI et al., 2014).

O setor florestal brasileiro, ainda é pouco representado pela cultura da teca, predominando ainda as espécies como *Eucalyptus* (4.873.952ha) e *Pinus* (1.641.892ha) que lideram o ranking nacional (ABRAF, 2013). Entretanto, nas últimas décadas, os plantios de teca têm se destacado, principalmente nos estados de Mato Grosso e Pará, onde a área plantada já ultrapassa 68 mil hectares (ABRAF, 2013).

Na silvicultura e no manejo florestal, todo trabalho de coleta de dados e levantamentos de informações durante os inventários florestais, são considerados indispensáveis, pois através desses dados pode-se acompanhar o crescimento e a produção dos povoamentos (CAMPOS & LEITE, 2009), dando subsídio para o produtor florestal.

Conhecer o volume de madeira de um povoamento florestal é de extrema relevância, e no meio florestal essa tarefa pode ser realizada por equações matemáticas, que permitem uma aproximação consistente e numericamente compatível aos valores reais (SCOLFORO, 1998).

Várias equações matemáticas são encontradas na literatura florestal para estimativas de volume de povoamentos florestais, porém, apesar da eficiência de alguns modelos, outros nem sempre se ajustam bem a determinadas espécies e condições locais, sendo necessário testar vários modelos (THOMAS et al., 2006).

Diversos autores obtiveram êxito no ajuste de modelos volumétricos para a teca em função de variáveis de fácil obtenção a campo, como a altura total e o diâmetro a 1,3 m de altura, como: PASSOS et al. (2006); TONINI et al. (2009); SILVA (2012); CHAVES (2013); DRESCHER et al. (2014). Considerando a importância da obtenção de equações por região que permita quantificar o estoque volumétrico de povoamentos de teca, o objetivo deste trabalho foi ajustar e selecionar equações de volume para povoamentos equiâneos de *Tectona grandis* sob diferentes espaçamentos, em Cáceres, Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e descrição do experimento

Os dados para este estudo foram obtidos de um experimento com *Tectona grandis* L. f. composto por quatro espaçamentos de plantio (tratamentos), sendo: 3x2

m (T1), 4x2 m (T2), 5x2 m (T3) e 6x2 m (T4) com três repetições em delineamento em blocos ao acaso.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw (Savanas tropicais com verão úmido e inverno seco), ou seja, clima tropical chuvoso, em que a temperatura média anual varia entre 23 e 25°C, com oscilação de temperatura no ano inferior a 5°C (EMBRAPA, 2006). O índice pluviométrico anual é elevado, (1.277 mm), com máxima de 1.698 mm e mínima de 843 mm. O relevo é plano e o solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006).

O experimento foi instalado no Instituto Federal de Mato Grosso, campus Cáceres no ano de 1998, e a coleta dos dados ocorreram aos 16 anos de idade. O povoamento não recebeu desbastes até a idade em questão, apenas desramas na fase inicial, aos 9, 14 e 22 meses após o plantio.

Coleta de dados

Primeiramente foram medidos os diâmetros com casca à altura de 1,3 m de altura (DAP) de todas as árvores com DAP maior que 5 cm nos quatro tratamentos. Posteriormente, os dados de DAP foram separados em classes diamétricas com amplitude delimitada a cada 5 cm. Baseado na distribuição diamétrica do povoamento de cada tratamento, foram abatidas 30 árvores por espaçamento.

Após o abate das árvores, foram feitas medições da altura total (Ht) e das circunferências nas seguintes medidas: 0,1 m, 1,3 m e a partir daí a cada dois metros, seguindo pelo galho principal até o diâmetro de 5 cm. O volume observado foi determinado pela aplicação sucessiva da fórmula de Smalian conforme SOARES et al. (2011).

Ajuste e seleção de modelos volumétricos

Com os dados de DAP, Ht e volumes dos fustes com casca das árvores, foram ajustados quatro modelos volumétricos por espaçamento, sendo que as Equações 1 e 2 a variável dependente foi o volume e a independente o DAP, e nas Equações 3 e 4, as variáveis independentes foram o DAP e Ht. Os ajustes foram feitos utilizando o programa Statistica[®] (versão 7.0, STATSOFT INC, 2007).

$$\text{Kopecky-Gehrhardt: } v = \beta_0 + \beta_1 \cdot dap^2 + \varepsilon_i \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{Husch: } \ln(v) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(dap) + \varepsilon_i \quad (\text{Equação 2})$$

$$\text{Spurr: } v = \beta_0 + \beta_1 \cdot (dap^2 \cdot ht) + \varepsilon_i \quad (\text{Equação 3})$$

$$\text{Schumacher-Hall: } \ln(v) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(dap) + \beta_2 \cdot \ln(ht) + \varepsilon_i \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

v= volume; dap= diâmetro com casca, a 1,3 m de altura (cm); ht= altura total (m); ln= logaritmo neperiano; β_i = coeficientes de regressão; e ε_i = erro aleatório, sendo $\varepsilon_i = N(0, \sigma^2)$.

A qualidade dos ajustes, para escolha da melhor equação volumétrica por espaçamento, foi avaliada pelas mesmas estatísticas utilizadas por LEITE et al. (2011) e CASTRO et al. (2013), sendo: maior coeficiente de correlação múltipla ($r_{v\hat{v}}$), menor valor da raiz quadrada do erro médio em percentagem (RQEM%), bias,

análise gráfica dos resíduos (erro%) e significância dos coeficientes de regressão. Estas estatísticas foram estimadas por pelas Equações 5, 6, 7 e 8 respectivamente:

$$r_{v\hat{v}} = \frac{n^{-1}(\sum_{i=1}^n (\hat{v}_i - \bar{v}_m)(v_i - \bar{v}))}{\sqrt{n^{-1} \sum_{i=1}^n (\hat{v}_i - \bar{v}_m)^2 (n^{-1} \sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2)}} \quad (\text{Equação 5})$$

$$RQEM_{\%} = \frac{100}{\bar{v}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \hat{v}_i)^2}{n-1}} \quad (\text{Equação 6})$$

$$bias = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (v_i - \hat{v}_i) \quad (\text{Equação 7})$$

$$erro_{\%} = \frac{v - \hat{v}}{v} \cdot 100 \quad (\text{Equação 8})$$

Em que:

v = volume observado; \hat{v} = volume estimado; \bar{v} = média dos volumes observados; e n = número de casos.

Quando um mesmo modelo foi selecionado para dois ou mais espaçamentos, as equações foram comparadas empregando o teste de identidade de modelos, conforme REGASSI & SILVA (2010) e CAMPOS & LEITE (2013), para verificar a possibilidade de uma única equação ser usada para dois ou mais tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentados os coeficientes e estatísticas de exatidão dos quatro modelos de volume, ajustados para teca nos diferentes espaçamentos de plantio em Cáceres, MT.

TABELA 1: Coeficientes e estatísticas dos modelos de volume testados.

Esp.	Nº	β_0	β_1	β_2	$r_{v\hat{v}}$	RQEM%	Bias
3x2 m	1	-0,0113 ^{ns}	0,00040*	-	0,95	16,16	-0,0004
	2	-9,4048*	2,50270*	-	0,94	18,66	0,0001
	3	0,00474*	0,00002*	-	0,97	11,89	-0,0002
	4	-11,7095*	1,75280*	1,61110*	0,97	11,88	-0,0002
4x2 m	1	-0,0412*	0,00048*	-	0,95	13,46	-0,0006
	2	-10,1128*	2,73340*	-	0,95	14,07	0,0009
	3	0,00056*	0,00002*	-	0,96	12,96	-0,0003
	4	-11,4234*	2,01510*	1,22370*	0,96	12,21	-0,0005
5x2 m	1	0,00464 ^{ns}	0,00036*	-	0,96	13,33	-0,0002
	2	-9,0399*	2,3608*	-	0,96	18,01	-0,0026
	3	0,02474*	0,00002*	-	0,98	10,61	-0,0003
	4	-12,1397*	1,66680*	1,87830*	0,98	10,57	-0,0003
6x2 m	1	0,02477 ^{ns}	0,00035*	-	0,86	19,21	-0,0001
	2	-7,36141*	1,84503*	-	0,86	19,42	0,0053
	3	0,0,0405 ^{ns}	0,00002*	-	0,92	14,88	0,0001
	4	-14,3496*	1,00170*	3,38200*	0,95	11,96	0,0002

* = significativo a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ns = não significativo ($p > 0,05$).

Os modelos avaliados apresentaram r_{adj}^2 variando de 0,86 a 0,98, e valores de RQEM entre 10,57% e 19,42%, além de apresentarem bias altamente satisfatórios, em todos os espaçamentos. Foi observado que os modelos de dupla entrada (3 e 4), apresentaram melhores estatísticas de exatidão, se comparados aos modelos de simples entrada (1 e 2), pois os valores de coeficiente de correlação múltipla das equações de simples entrada são relativamente menores, além de apresentarem os maiores valores de RQEM%, em todos os espaçamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por SILVA et al. (1984); THAINES et al. (2010); MIGUEL & LEAL (2012) e DRESCHER et al. (2014). Esses autores também observaram que a introdução da variável altura melhorou significativamente a precisão das estimativas de volume.

Visto que os modelos de dupla entrada foram mais precisos para as estimativas de volume da teca, a escolha da melhor equação para cada espaçamento foi determinada por meio da análise gráfica dos resíduos em associação com as estatísticas de exatidão. A Figura 1 apresenta os gráficos da distribuição de resíduos dos modelos 3 e 4.

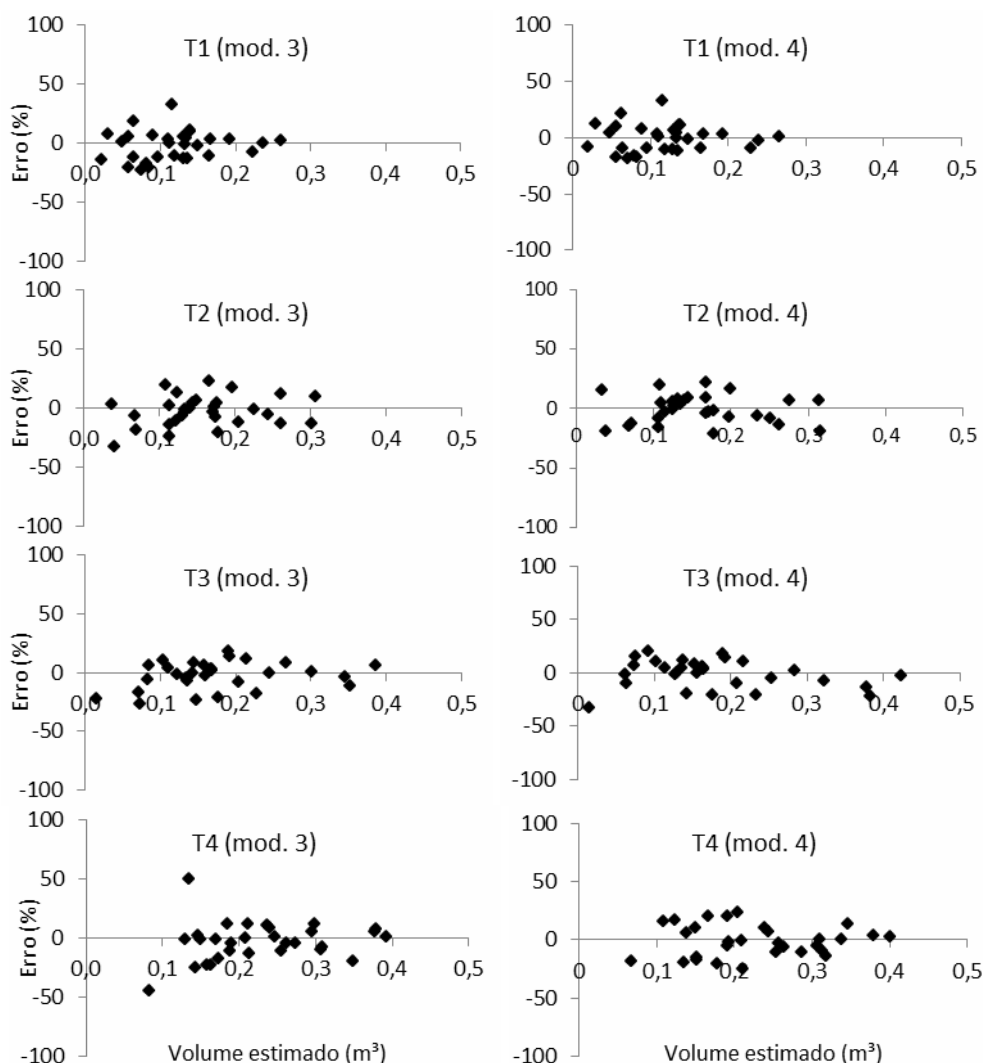


FIGURA 1: Distribuição dos resíduos para os modelos volumétricos de Spurr (3) e Schumacher-Hall (4), ajustados para *Tectona grandis* em

diferentes espaçamentos em Cáceres, MT.

Na análise gráfica dos resíduos, foi observado que os erros se distribuíram normalmente com exatidão tanto para o modelo de Spurr (3) quanto para o de Schumacher-Hall (4), podendo os dois ser utilizados para estimativas de volume da teca.

Embora os dois modelos tenham apresentado bons ajustes e erros bem distribuídos, verificou-se que as equações obtidas com o modelo de Schumacher-Hall (4) apresentaram estatísticas de r_{adj} e RQEM% igual ou superiores ao modelo de Spurr em todas as situações, além de todos os coeficientes de regressão serem significativos. Segundo HAIR JÚNIOR et al. (2005), quando os coeficientes de regressão apresentam-se significativos, indica que a variável dependente (volume), é explicada pelas variáveis independentes (DAP e Ht). Dessa forma, o modelo de Schumacher-Hall foi selecionado para estimar o volume da teca nos diferentes espaçamentos avaliados.

Resultados semelhantes foram encontrados por SILVA (2012) e OLIVEIRA (2014) em Alta Floresta – MT, por DRESCHER et al. (2014), em Santo Antônio do Leverger e Brasnorte – MT, e por TONINI et al. (2009), no município de Iracema – RR. Nesses estudos, os autores testaram vários modelos volumétricos para teca, e constataram que o modelo de Schumacher-Hall foi o mais adequado.

Como o mesmo modelo foi selecionado nos quatro espaçamentos, testou-se a possibilidade da utilização de uma única equação, ou reduzir o número de equações, proveniente deste modelo. Para verificar tal possibilidade, foi aplicado o teste de identidade de modelos, permitindo verificar estatisticamente, pelo teste de F, a significância da diferença entre o total das somas dos quadrados das regressões ajustadas para espaçamento isoladamente (modelo completo), e a soma do quadrado da regressão ajustada para o conjunto total dos dados (modelo reduzido). Assim, quando o valor da estatística F for maior ou igual ao seu valor tabelar, indica significância ao nível de 5% de probabilidade, indicando que não é possível utilizar uma única equação para estimar o volume em diferentes espaçamentos. Os resultados do teste de identidade estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2: Teste de identidade aplicado ao modelo de Schumacher-Hall para estimativa do volume total de *Tectona grandis* em diferentes espaçamentos, em Cáceres, MT.

Nº	Combinações	QM (diferença)	QM (resíduo)	F _{calculado}
1	T1, T2, T3 e T4	0,0019	0,0005	3,692*
2	T1, T2 e T3	0,0003	0,0004	0,694 ^{ns}
3	T1, T2 e T4	0,0031	0,0005	6,120*
4	T1, T3 e T4	0,0016	0,0006	2,949*
5	T2, T3 e T4	0,0028	0,0006	4,427*
6	T1 e T2	0,0002	0,0002	0,574 ^{ns}
7	T1 e T3	0,0002	0,0004	0,603 ^{ns}
8	T1 e T4	0,0032	0,0005	5,957*
9	T2 e T3	0,0007	0,0005	1,336 ^{ns}
10	T2 e T4	0,0061	0,0006	9,542*
11	T3 e T4	0,0011	0,0007	1,0607 ^{ns}

*= significativo a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ns= não significativo ($p > 0,05$).

O teste de identidade entre modelos resultou em 11 combinações entre os tratamentos. Até a combinação nº 5, o teste apresentou-se significativo apenas para aquelas que contemplavam o tratamento T4 (6x2 m). Entre as combinações nº 6 até a 11 as situações em que incluíam o tratamento T4 também foram significativas, exceto para T3 e T4.

Desse modo, optou-se por usar dois modelos reduzidos, sendo: um para os tratamentos T1 e T2, e outro para T3 e T4. Esse procedimento estatístico permitiu a redução em 50% do número de equações utilizadas. Os coeficientes e estatísticas de exatidão para as equações provenientes do modelo reduzido estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3: Coeficientes e estatísticas do modelo de Schumacher-Hall em sua forma reduzida.

Trat.	β_0	β_1	β_2	r_{adj}	RQEM%	Bias
T1 e T2	-11,4750*	1,8422*	1,4292*	0,97	14,89	0,0002
T3 e T4	-13,1165*	1,3109*	2,6141*	0,96	15,05	0,0029

As equações apresentaram r_{adj} de 0,97 (T1 e T2) e 0,96 (T3 e T4), valores semelhantes aos obtidos nos ajustes por espaçamentos individuais. Já para os valores de RQEM% foi verificada uma ligeira elevação. Os valores de bias foram altamente satisfatórios, além dos coeficientes de regressão serem significativos nos dois modelos reduzidos. Na Figura 2, pode-se verificar o comportamento da distribuição dos resíduos das duas equações na forma reduzida.

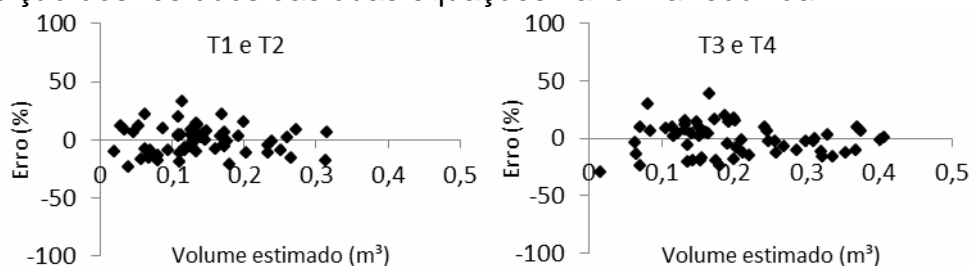


FIGURA 2: Distribuição dos resíduos para o modelo volumétrico de Schumacher-Hall em sua forma reduzida.

Foi observado que os resíduos apresentaram uma boa distribuição, com exatidão aceitável para as duas equações reduzidas. Esse resultado mostra que o modelo de Schumacher-Hall é adequado para descrever o volume da teca mesmo contemplando dois espaçamentos por ajuste.

CONCLUSÕES

Dentre os quatro modelos volumétricos testados, os de dupla entrada foram superiores aos de simples entrada. O modelo de Schumacher-Hall, foi o mais eficiente para estimar o volume total com casca da teca nos diferentes espaçamentos avaliados, na região de Cáceres, MT. Por meio do teste de identidade de modelos foi possível reduzir em 50% o número de equações utilizadas, podendo ser representado por uma única equação os espaçamentos 3x2 m e 4x2 m, bem como o 5x2 m e 6x2 m.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMAT pela bolsa concedida ao primeiro autor. E ao IFMT campus Cáceres.

REFERÊNCIAS

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013 - ano base 2012**. Brasília, 2013. 142p.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009. 548p.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2013. 605p.

CASTRO, R. V. O.; SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; SOUZA, A. L.; NOGUEIRA, G. S.; MARTINS, F. B. Individual Growth Model for Eucalyptus Stands in Brazil Using Artificial Neural Network. **ISRN Forestry**, v. 2013, p. 1-12, 2013.

CHAVES, A. G. S. **Modelagem do crescimento e da produção de *Tectona grandis* L.f. até a idade de rotação**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

DRESCHER, R.; GAVA, F. H.; PELISSARI, A. L.; ACOSTA, F. C.; SILVA, V. S. M. Equações volumétricas para *Tectona grandis* Linn F. em povoamentos jovens no estado de Mato Grosso. **Adv. For. Sci.**, Cuiabá, v. 1, n. 2, p. 65-70, 2014.

EMBRAPA – (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa; 2006. 306p.

HAIR JÚNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5º ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 597p.

LEITE, H. G.; OLIVEIRA NETO, R. R. de; MONTE, M. A.; FARDIN, L.; ALCANTARA, A. M. de; BINOTI, M. L. M. da S.; CASTRO, R. V. O. Modelo de afilamento de cerne de *Tectona grandis* L.f. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 89, p. 053–059, 2011.

MIGUEL, E. P.; LEAL, F. A. Seleção de equações volumétricas para a predição do volume total de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake na região norte do estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 1372-1386, 2012.

OLIVEIRA, B. R. de. **Determinação do volume de cerne produzido em árvores de *Tectona grandis* L. f. em Mato Grosso**. 2014. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT.

PASSOS, C. A. M.; BUFULIN, L.; GONÇALVES, M. R. Avaliação silvicultural de

Tectona grandis L.f em Cáceres – MT. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p. 225-232, 2006.

PELLISSARI, A. L.; GUIMARÃES, P. P.; BEHLING, A.; EBLING, A. Cultivo da teca: características da espécie para implantação e condução de povoamentos florestais. **Agrarian Academy**, Goiânia, v. 1, n. 01, p. 127-145, 2014.

REGASSI, A. J.; SILVA, C. H. O. Testes para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear em dados de experimento com delineamento em blocos casualizados. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 315-320, 2010.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; LOPES, J. do C. A.; CARVALHO, M. S. P. de. Equações de volume para a Floresta Nacional de Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 8/9, p. 50-63, 1984.

SILVA, F. R. **Crescimento e Produção de *Tectona grandis* L. f. em um plantio no município de Alta Floresta - MT**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. de; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e inventário florestal**. 2^o ed. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011, 272p.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 441p.

STATSOFT, INC. **Statistic** (Data Analysis Software System), Version 7, 2007.

THAINES, F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; THAINES, A. A. R. Equações para estimativa de volume de madeira para a região da bacia do Rio Ituxi, Lábrea, AM. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 283-289, 2010.

THOMAS, C.; ANDRADE, C. M.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de análise de tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 319-327, 2006.

TONINI, H.; COSTA, M.C.G ; SCHWENGBER, L.A.M . Crescimento da teca (*Tectona grandis*) em reflorestamento na Amazônia setentrional. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 59, p. 05-14, 2009.