

Bancos de dados de cubagem rigorosa de árvores-amostra de *Corymbia citriodora* empregados no ajuste de modelos volumétricos regionais

Brenno Cunha Freitas¹ Valdir Carlos Lima de Andrade^{2*}

¹ Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejos, Lote 7 - Chácaras 69/72, Caixa Postal 66, Gurupi-TO, CEP: 77.402-970.

*Author for correspondence: vclandrade@uft.edu.br

Received: 29 July 2016 / Accepted: 22 October 2016 / Published: 30 June 2017

Resumo

Este trabalho objetivou avaliar modelos volumétricos para *Corymbia citriodora* ajustados com variações nas amplitudes de classes de diâmetro e números de árvores-amostra cubadas. Foram utilizadas 35 árvores-amostra cubadas pelo método de Hohenadl com seccionamento em 10 partes iguais, sendo: 5%, 15%, 25%, 35%, 45%, 55%, 65%, 75%, 85% e 95% da altura do fuste, com posterior aplicação da fórmula de Huber. Inicialmente, dentre os nove modelos volumétricos avaliados (Spuur, Stoate, Meyer, Naslund, Spuur Logarítimo I e II, Schumacher-Hall, Schumacher-Hall não linear e Takata) foram selecionados os três melhores para avaliar quanto à variação de amplitude de classes diamétricas, bem como a variação do número de árvores-amostra cubadas. Para isso, foram utilizados: coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa, distribuição gráfica dos resíduos e um delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas. Concluiu-se que o uso de 25 árvores-amostra é suficiente para um bom ajuste do melhor modelo, que foi o proposto por Takata. Neste caso, houve uma redução de 28,57% no número de árvores-amostra a cubar em plantios de *Corymbia citriodora* com 49 meses de idade.

Palavras-chave: Amplitude Diamétrica; Classes de diâmetro; Método Hohenadl.

Abstract

This study aimed to evaluate volumetric models for *Eucalyptus citriodora* adjusted with variations in amplitudes of diameter classes and numbers of sample trees cubed. Were used 35 sample trees cubed by the method of Hohenadl with sectioning in 10 equal parts, 5%, 15%, 25%, 35%, 45%, 55%, 65%, 75%, 85% and 95% of bole height, with subsequent application of Huber formula. Initially, among the nine evaluated volumetric models (Spuur, Stoate, Meyer, Naslund, Spuur logarithm I and II, Schumacher-Hall nonlinear, Schumacher-Hall and Takata) were selected the three best to assess the amplitude variation of diameter classes as well as the variation the number of sample trees cubed. For this, we used: adjusted determination coefficient, standard error of the estimate and graphic distribution of waste and a completely randomized design in a split plot. It was concluded that the use of 25 sample trees is enough for a good fit of the best model, which was proposed by Takata. In this case, there was a reduction of 28.57% in the number of sample trees cubed in eucalyptus plantations *citriodora* with 49 months old.

Key words: Diametric range; Diameter classes; Hohenadl method

Introdução

Eucalipto corresponde a designação popular das diversas espécies florestais que contemplam o gênero *Eucalyptus* que, em sua maioria, é originário da Austrália. Foi implantado pela primeira vez no Brasil por volta de 1903, no Rio Grande do Sul, e teve o seu grande impulso no período de 1965 a 1988 (FOELKEL, 2005).

Tal gênero, com boa adaptação no Brasil devido às condições de clima e solo favoráveis, resultou em uma grande gama de utilizações, como produção de pasta celulósica, papel, serraria, mourão, carvão vegetal, óleos essenciais e diversos outros usos madeiros. Também, entre outras vantagens deste gênero, está o rápido crescimento que resulta em ciclo de curta rotação. Este fato, aliado a alta produtividade florestal decorrente da tecnologia de ponta aplicada à sua produção, incrementou a área plantada com eucalipto no Brasil chegando à cerca de 5,4 milhões de hectares em 2014 e, em torno de 115 mil hectares no Estado do Tocantins (IBÁ 2015).

Diante disso, para uma condução sustentável e otimizada da produção nos plantios florestal, é essencial adotar técnicas adequadas de manejo e isso requer o conhecimento da floresta, como crescimento ao longo do tempo e produtos que podem ser obtidos para determinados fins. Neste sentido, ressalta-se a grande importância do volume de madeira para o conhecimento do potencial produtivo de um povoamento florestal. Para obtê-lo em árvores individuais, se utiliza da análise de regressão relacionando-se o volume com a altura e diâmetro, gerando-se equações volumétricas. Neste tocante, segundo Guimarães e Leite (1996) e Campos et al. (1985), a aplicação de equações volumétricas constituem-se no procedimento mais eficiente para quantificar a produção madeireira de forma a reduzir o erro do inventário. Por isso, muitas equações volumétricas já foram avaliadas no Brasil, tendo aquelas estimadas a partir do modelo de Schumacher e Hall como as mais utilizadas, conforme é observado nos estudos feitos por Veiga et al. (2000), Thomas et al. (2006), Oliveira et al. (2009) e Azevedo et al. (2011a e 2011b).

Visando a melhoria nos resultados da estimação volumétrica, Santos et al. (2006), afirma que a separação das árvores em classes de diâmetro tem como finalidade suprir este objetivo, estimando assim equações mais precisas e confiáveis. Isso ocorre porque, nesta prática de divisão de árvores por classes diamétricas, estabelece-se um número de indivíduos, agrupando-os com a finalidade de diminuir a amplitude volumétrica entre as classes. Nesse sentido, diversas amplitudes de classe diamétricas podem ser observadas na literatura, cabendo citar: Guimarães e Leite (1996), que trabalharam com amplitude de 5 cm, Azevedo et al. (2011b) e Couto e Bastos (1987) que utilizaram amplitude de 2 cm, McTague et al. (1989), que trabalharam com amplitude de 4 cm e Loureiro et al. (2012) com amplitude de 9,9 cm.

Diante disso e considerando a importância de quantificar o estoque volumétrico de povoamentos florestais, este trabalho objetivou avaliar modelos volumétricos ajustados com diferentes variações da amplitude de classes de diâmetro e quantidade de árvores-amostra cubadas em um povoamento de *C. citriodora*.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido com dados coletados em um plantio de *C. citriodora* com idade de 49 meses. O referido

plântio localiza-se na região sul do Estado do Tocantins, próximo ao município de Gurupi (Figura 1). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical com estação seca, temperatura média em torno de 24 a 27 °C e média pluviométrica em torno de 1600 mm/ano entre outubro e maio (INMET, 1992).

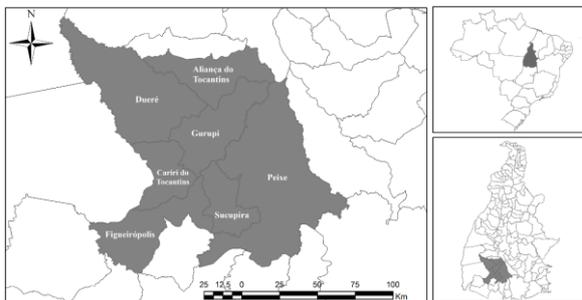


Figura 1. Localização da área de estudo na região do município de Gurupi, sul do Estado do Tocantins, Brasil

Foram abatidas e cubadas 35 árvores-amostra empregando-se o método de Hohenadl com medições de diâmetros em posições relativas à altura do fuste até um diâmetro em torno de 3 cm com casca, sendo: 5%, 15%, 25%, 35%, 45%, 55%, 65%, 75%, 85% e 95%. Posterior à obtenção do volume do fuste, através do emprego sucessivo da fórmula de Huber, relacionou-se tal variável com o diâmetro e altura das árvores para o ajuste de nove modelos volumétricos já muito difundidos no Brasil, conforme os trabalhos de Schneider et al. (1997), Machado et al. (2002), Rocha et al. (2010), Ferreira et al. (2011), Pelissari et al. (2011), Loureiro et al. (2012) e Miguel et al. (2014), nos quais constam as referências dos modelos avaliados. Portanto, foram avaliados os seguintes modelos volumétricos de dupla entrada:

$$v = \beta_0 + \beta_1(d^2 h) + \epsilon \text{ (Spurr)} \dots\dots\dots(1),$$

$$v = \beta_0 + \beta_1(d^2) + \beta_2(h) + \beta_3(d^2 h) + \epsilon \text{ (Stoate)} \dots\dots\dots(2),$$

$$v = \beta_0 + \beta_1(d) + \beta_2(d^2) + \beta_3(dh) + \beta_4(d^2 h) + \epsilon \text{ (Meyer)} \dots\dots\dots(3),$$

$$v = \beta_0 + \beta_1(d^2) + \beta_2(d^2 h) + \beta_3(dh^2) + \beta_4(h^2) + \epsilon \text{ (Naslund)} \dots\dots\dots(4),$$

$$\text{Log}(v) = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(d^2 h) + \text{Log}(\epsilon) \text{ (Spurr Logarítimo I)} \dots\dots\dots(5),$$

$$\text{Log}(v) = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(d) + \beta_2 \text{Log}(h) + \text{Log}(\epsilon) \text{ (Shumacher-Hall)} \dots\dots\dots(6),$$

$$\text{Log}(v) = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(dh^2) + \text{Log}(\epsilon) \text{ (Spurr Logarítimo II)} \dots\dots\dots(7),$$

$$v = \beta_1 d^2 h^2 + \epsilon \text{ (Shumacher-Hall não linear)} \dots\dots\dots(8),$$

$$v = ((d^2 h) / [\beta_0 + \beta_1(d)]) + \epsilon \text{ (Takata)} \dots\dots\dots(9).$$

Em que v = volume real obtido por Huber (m^3), d = DAP(cm), h = altura (m), Log = Logarítimo decimal, β_0 a β_4 = coeficientes de regressão a serem estimados, ϵ = erro aleatório do modelo.

Além da análise da distribuição de resíduos, os modelos foram avaliados por meio do erro padrão residual e do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) conforme realizado por Campos et al. (1985), Couto e Bastos (1987), Guimarães e Leite (1996), Couto e Vettorazzo (1999), Oliveira et al. (2009) e Miguel et al. (2014). Nesse caso, tais estatísticas de $s_{v\hat{v}}$ e R^2_{aj} foram obtidas empregando-se:

$$s_{v\hat{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \hat{v}_i)^2}{n-p}},$$

$$s_{v\hat{v}}(\%) = \left(\frac{s_{v\hat{v}}}{\bar{v}}\right) 100,$$

$$R^2_{aj} = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p}\right) \left(\frac{SQ R}{SQ T}\right)$$

Em que: i = i ésima árvore, \hat{v} = volume estimado (m^3), n = número de árvores-amostra cubadas, p = número de coeficientes estimados do

modelo, \bar{v} = volume real médio (m^3), SQR = Soma de quadrados dos resíduos, SQT = Soma de quadrados totais, demais já foram definidos anteriormente.

Os valores de $s_{v\hat{v}}$ e R^2_{aj} foram englobados em um único valor atribuindo-se notas que variaram de 1 a 9, sendo atribuído nota 1 a equação que apresentou melhor resultado para cada estatística, nota 2 a equação em segundo lugar e, sucessivamente, até a pior colocação (Queiroz et al. 2008; Pelissari et al. 2011). A classificação foi definida pelo menor somatório aliado a distribuição de resíduos, indicando os três melhores modelos para quantificar o volume do fuste até 3 cm com casca de árvores de *C. citriodora* com 49 meses de idade na região Sul do Tocantins.

Os três modelos, previamente selecionados com base no $s_{v\hat{v}}$, R^2_{aj} e análise da distribuição de resíduos, foram avaliados em diferentes bancos de dados formados com o agrupamento das 35 árvores-amostra em diferentes amplitudes de classes diamétricas e número de árvores cubadas (Tabela 1). Na análise destes bancos de dados, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas onde se considerou como parcela as diferentes classes diamétricas. Já, as subparcelas, corresponderam ao volume obtido por Huber e o volume estimado pelos três melhores selecionados incluindo-se, também, as três equações geradas por meio do banco de dados originais de 35 árvores-amostra, totalizando sete tratamentos. Por fim, como repetição, designou-se o número de árvores-amostra por classe de diâmetro.

Tabela 1. Bancos de dados formados com diferentes classes diamétricas e quantidade de árvores cubadas de *C. citriodora* no sul do Tocantins

Banco de dados	Árvores por classe	Amplitude (cm)	Número de classes	Total de árvores
1	3	5	3	9
2	3	3	5	15
3	5	5	3	15
4	3	2	7	21
5	7	5	3	21
6	5	3	5	25
7	10	5	3	30

Na escolha do banco de dados, levou-se em consideração não só os critérios estatísticos de precisão e análise de variância, mas, também, a estabilidade e constância da estimação volumétrica dos modelos para cada agrupamento. Além disso, mostra-se de grande importância, o fator relacionado ao número de árvores totais de cada banco de dados, o número de árvores por classe e a sua amplitude, uma vez que estas variáveis estão diretamente ligadas à representatividade dos dados amostrais para o ajuste de modelos volumétricos através do software R for windows 3.0.1.

Resultados e discussões

A altura das árvores variou de 4,8 a 19,0 m e de 3,4 a 16,9 cm para o diâmetro (Tabela 2). O volume de fuste com casca variou de 0,00235 a 0,17805 m^3 . Quanto ao intervalo interquartil, pode-se inferir que 50% das árvores tem diâmetro entre 6,9 a 13,1 cm, altura entre 10,7 a 17,2 m e volume entre 0,01924 a 0,11580 m^3 com casca.

Tabela 2. Estatísticas descritivas de 35 árvores-amostra cubadas de *C. citriodora* com 36 meses de idade no sul do Tocantins

Estatística	D(cm)	H(m)	V_{cc} (m^3)
Máx	16,93	19,00	0,17805
Mín	3,44	4,80	0,00235
Média	9,93	13,44	0,06515
P25	6,94	10,70	0,01924

P75 13,18 17,20 0,11580

D = diâmetro, H = altura, vec = volume com casca, P25 = percentil 25 e P75 = percentil 75.

Nas Figuras 2 e 3 é apresentada a distribuição do volume com casca em relação à altura e diâmetro para os sete bancos de dados da Tabela 1, além do banco de dados original com 35 árvores-amostra cubadas rigorosamente por Huber. Nota-se que os bancos de dados 1, 2 e 3 apresentam uma dispersão insatisfatória devido ao pequeno número de árvores-amostra, sendo insuficiente para captar a variação do volume dentro das diferentes classes diamétrais. Por isso, optou-se por sua exclusão das demais análises realizadas neste trabalho. Desta forma, por apresentar uma dispersão semelhante ao banco de dados original, elegeram-se os bancos de dados 4, 5, 6 e 7 como potenciais ao ajuste dos modelos volumétricos selecionados.

Na Tabela 3 apresentam-se as estimativas dos coeficientes dos nove modelos volumétricos, bem como das estatísticas R^2_{aj} e $s_{v\hat{v}}$. De modo geral, foram observados bons valores de R^2_{aj} e $s_{v\hat{v}}$, nos quais R^2_{aj} demonstra um destaque negativo para o modelo 7, que apresentou um baixo valor de R^2_{aj} (0,975). Para os demais modelos, houve um alto grau de ajuste na descrição da variável dependente (volume) pelas variáveis independentes (DAP e altura) com valor superior à 0,990. Por isso, a estatística R^2_{aj} não forneceu base conclusiva para se decidir quanto aos melhores modelos, exceto para o modelo 7.

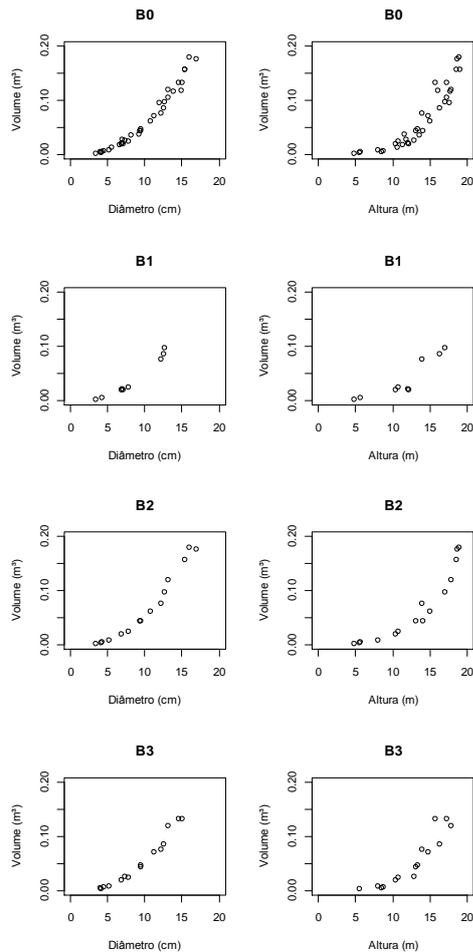


Figura 2. Volume com casca em relação do diâmetro e altura dos bancos de dados de árvores cubadas de *C. citriodora* que foram excluídos. Em que: B0, B1, B2 e B3 = Banco de dados original, 1, 2 e 3, respectivamente

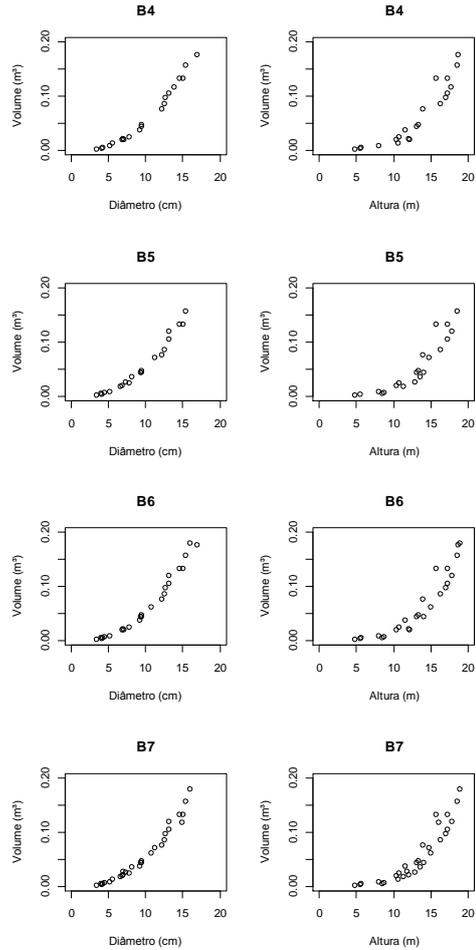


Figura 3. Volume com casca em relação do diâmetro e altura dos bancos de dados de árvores cubadas de *C. citriodora* que não foram excluídos. Em que: B4, B5, B6 e B7 = Banco de dados 4, 5, 6 e 7, respectivamente

Quanto à estatística $s_{v\hat{v}}$, que variou entre $\pm 6,4$ à $\pm 13,4\%$, nota-se que os modelos 4, 8 e 9 são os de menores valores. Já para os modelos 1, 2, 5 e 6, apesar de serem muito utilizados no Brasil, apresentaram $s_{v\hat{v}}$ em torno de $\pm 7\%$. Neste caso, ao observar o somatório de notas (Tabela 3), aliado à análise da distribuição de resíduos (Figura 4), constata-se que os modelos 4, 8 e 9 apresentaram superioridade frente aos demais para quantificar o volume de madeira em árvores de *C. citriodora* no Sul do Tocantins.

Tabela 3. Coeficientes estimados e estatísticas de ajuste e precisão dos modelos volumétricos ajustados para um plantio de *C. citriodora* com 36 meses de idade no Sul do Tocantins

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	R^2_{aj}	$s_{v\hat{v}}\%$	Soma
1	0,0019191	0,0000347				0,994 ¹	6,90 ¹	15
2	-0,003742	6,43E-06				0,994 ³	6,89 ⁶	11
3	-0,004433	0,001072	-9,894E-05	0,0000569	0,0000339	0,994 ⁴	6,86 ³	9
4	0,0009573	0,0002067	5,74E-06	2,14E-05	-1,01E-04	0,995 ¹	6,58 ³	4
5	-4,3295	0,9655				0,994 ⁶	6,67 ⁴	10
6	-4,2321	2,132	7,03E-01			0,991 ⁸	7,94 ⁸	16
7	-4,701	1,038				0,975 ⁵	13,45 ⁵	18
8	0,000425	1,803	1,12E+00			0,994 ²	6,54 ²	4
9	23830,7	3,11E-02				0,994 ³	6,48 ¹	4

Em que: 1 = Spuur, 2 = Stoate, 3 = Meyer, 4 = Naslund, 5 = Spuur Logaritmo I, 6 = Shumacher-Hall, 7 = Spuur Logaritmo II, 8 = Schumacher-Hall não linear, 9 = Takata. Os valores dos expoentes correspondem as notas de cada modelo e SOMA=total geral das notas.

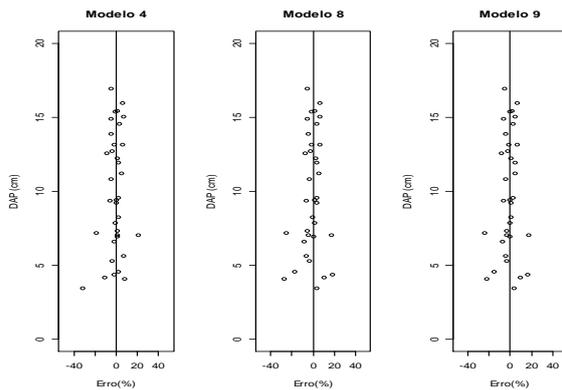


Figura 4. Distribuição de resíduos dos modelos 4, 8 e 9 para *C. citriodora* no Sul do Tocantins

Pelissari et al. (2011), trabalhando com *pinus* no estado de Rondônia, obteve como melhor resultado o modelo de Naslund. Miguel et al. (2010), trabalhando com *Eucalyptus grandis* e Miguel e Leal (2012), em estudos com *Eucalyptus urophylla*, ambos no estado de Goiás, obtiveram melhores ajustes mediante o uso do modelo de Takata. Azevedo et al. (2011b) e Rocha et al. (2010), trabalhando com *Eucalyptus urophylla* no estado da Bahia, além de Leite et al. (2011) para a mesma espécie no estado de Goiás e Azevedo et al. (2011a) para diversas espécies do gênero eucalipto no estado de Sergipe, obtiveram o modelo de Schumacher-Hall como o de melhor precisão em seus respectivos estudos.

Após a realização do delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, obteve-se os resultados apresentados na Tabela 4, na qual se apresenta um resumo da análise de variância realizada para os bancos de 4, 5, 6 e 7 aplicando-se os modelos volumétricos 4, 8 e 9. Nota-se que, para os bancos de dados 4 e 5, o efeito foi significativo tanto para o fator modelo, quanto para a interação. Para o banco de dados 7, o efeito significativo foi observado apenas para a interação. Já, no banco de dados 6 (25 árvores-amostra cubadas), não há efeito significativo para modelos e interação indicando ambos fatores agirem de forma independente sobre a precisão das estimativas volumétricas, não sendo necessário fazer a distinção de qual modelo utilizar. Tal resultado, coloca o banco de dados 6 como o mais apropriado para cubar árvores visando o ajuste de modelos volumétricos para *C. citriodora* no Tocantins.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para os bancos de dados 4, 5, 6 e 7

Base de Dados	QM Modelo	QM Interação	QM Resíduo(b)
4	6,99E-04 *	3,80E-05 *	1,24E-05
5	8,33E-04 *	1,08E-04 *	1,13E-05
6	4,71E-07 ns	2,70E-06 ns	3,10E-06
7	1,83E-06 ns	5,55E-06 *	2,31E-06

QM = quadrado médio, * e ns = significativo e não significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Diante disso, procedeu-se ao ajuste dos modelos 4, 8 e 9 aos dados do banco de dados 6, cujas estatísticas são apresentadas na Tabela 5. Nota-se que os modelos tiveram um ótimo ajuste com R^2_{aj} maior que 0,990 e $S_{v\hat{v}}$ menor que 7,0%. Vale-se ressaltar que Miguel e Leal (2012), se utilizando de 48 árvores-amostra, obtiveram resultados semelhante para os modelos de Naslund, Schumacher-Hall e Takata, com $S_{v\hat{v}}$ de $\pm 8,16\%$, $\pm 8,72\%$ e $\pm 8,16\%$, respectivamente, corroborando com os resultados do presente estudo.

Sendo assim, como o critério de $S_{v\hat{v}}$ exige um menor valor e este foi para o modelo 9 que, aliado a análise da distribuição de resíduos (Figura 5), decidiu-se optar por este modelo. Com isso, a partir do ajuste do modelo 9 às informações do banco de dados 6, obteve-se a seguinte equação volumétrica:

$$\hat{v} = \frac{(d^2h)}{24759+235(d)} \quad (10)$$

Tabela 5. Estatísticas de ajuste e precisão para os modelos 4, 8 e 9 ajustados ao banco de dados 6 com 25 árvores-amostra cubadas rigorosamente por Huber

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	R^2_{aj}	$S_{v\hat{v}}\%$
4 (Naslund)	1,896E-03	3,105E-04	-4,065E-06	2,997E-05	-1,772E-04	0,99	6,81
8 (Schumacher-Hall)	---	4,515E-05	1,892	1,017	---	0,99	6,94
9 (Takata)	24759	235	---	---	---	0,99	6,74

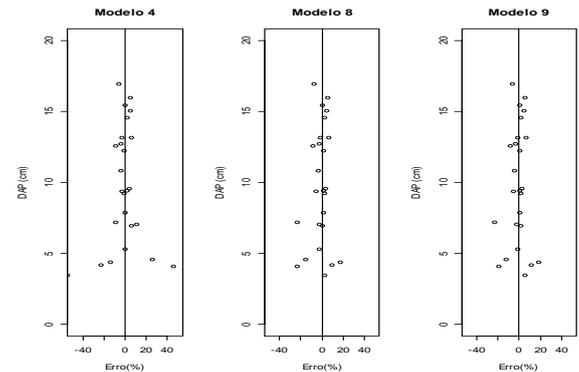


Figura 5. Distribuição de resíduos dos modelos 4, 8 e 9 ajustados com as informações obtidas no banco de dados 6 tendo 25 árvores-amostra de *C. citriodora*

Conclusões

Conclui-se com este trabalho que o modelo 9 (Takata) foi o de melhor nível de precisão no ajuste para o total de 35 árvores-amostras cubadas bem como para o banco de dados selecionado com 25 árvores-amostra cubadas, sendo este o mais adequado para cubar árvores jovens visando o ajuste de modelos volumétricos para *Corymbia citriodora* com 49 meses de idade no Tocantins.

Referências

- AZEVEDO GB, SOUSA GTO, BARRETO PAB, CONCEIÇÃO JUNIOR, V (2011b) Estimativas volumétricas em povoamentos de Eucalipto sob regime de alto fuste e talhadia no sudoeste da Bahia. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 31(68):309-318. doi:10.4336/2011.pfb.31.68.309
- AZEVEDO TL, MELLO AA, FERREIRA RA, SANQUETTA CR, NAKAJIMA, N (2011a) Equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na FLONA do Ibrua, Sergipe. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(1):105-112. doi: 10.5039/agraria.v6i1a861
- CAMPOS JCC, TREVIZOL JÚNIOR TL, PAULA NETO F (1985) Ainda sobre seleções de equações de volume. *Revista árvore*, 9:115-126.
- COUTO HTZ, BASTOS NLM (1987) Modelos de equações de volume e relações hipsométricas para plantações de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo. *Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais*, (37):42-49.
- COUTO HTZ, VETTORAZZO SC (1999) Seleção de equações de volume e peso seco comercial para *Pinus taeda*. *CERNE*, 5(1):69-80.
- FERREIRA JCS, SILVA JAA, MIGUEL EP, ENCIMAS JI, TAVARES JA (2001) Eficiência relativa de modelos

- volumétricos com e sem a variável altura das árvores. *Acta Tecnológica*, 6(1):90-102.
- FOELKEL CEB (2005) Eucalipto no Brasil, história de pioneirismo. *Visão Agrícola*, (4):66-69.
- GUIMARÃES DP, LEITE HG (1996) Influência do número de árvores na determinação de equação volumétrica para *Eucalyptus grandis*. *Scientia Forestalis*, (50):37-42.
- IBÁ – Instituto Brasileiro de Árvores. Relatório ibá 2015 ano base 2014. Disponível em: <http://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 02/07/2016.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas 1961 a 1990. INMET. Brasília, 1992.
- LEITE DR, MIGUEL EP, SANTOS GA, ENCINAS JMI, REZENDE AV, (2011) Análise comparativa entre dois procedimentos para estimativa da variável volume em um povoamento de *Eucalyptus urophylla*, no município de mineiros goiás. *Enciclopédia biosfera*, 7(13):1684-1700.
- LOUREIRO GH, CURTO RA, ROSOT NC, MARANGON GP, VARGAS JF (2012) Ajuste de modelos volumétricos por classe diamétrica e para todas as classes em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. In: *IV Congresso Florestal Paranaense*, Curitiba, Brasil.
- MACHADO AS, CONCEIÇÃO MB, FIGUEIREDO DJ (2002) Modelagem do volume individual para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa*. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 4(2): 85-197.
- MCTAGUE JP, BATISTA JL, STEINER LH (1989) Equações de volume total, volume comercial e forma do tronco para plantações de *Eucalyptus* nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. *Scientia Forestalis*, 41/42:56-63.
- MIGUEL, EP; CANZI LF, RUFINO RF, SANTOS GA (2010) Ajuste de modelo volumétrico e desenvolvimento de fator de forma para plantios de *Eucalyptus grandis* localizados no município de Rio Verde-GO. *Enciclopédia biosfera*, 6(11):1-12.
- MIGUEL EP, LEAL FA (2012) 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*, 8(14):1372-1386.
- MIGUEL EP, LEAL FA, ONO HA, LEAL UAS (2014) Modelagem na predição do volume individual em plantio de *Eucalyptus urograndis*. *Revista Brasileira de Biometria*, 32(4):584-598.
- OLIVEIRA MLR, LEITE HG, GARCIA SLR, CAMPOS JCC, SOARES CPB, SANTANA RC (2009) Estimação do volume de árvores de clones de eucalipto pelo método da similaridade de perfis. *Revista Árvore*, 33(1):133-141. doi: 10.1590/S0100-67622009000100014
- PELLISSARI AL, LANSSANOVA LR, DRESCHER R (2011) Modelos volumétricos para *Pinus* tropicais, em povoamento homogêneo, no estado de Rondônia. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 31(67):173-181. doi: 10.4336/2011.pfb.31.67.173
- QUEIROZ D, MACHADO SA, FIGUEIREDO FILHO A, ARCE J, KOEHLER EHS (2008) Identidade de modelos em funções de afilamento para *Mimosa scabrella* Benth em povoamentos nativos da região metropolitana de Curitiba/PR. *Floresta*, 38(2):339-349. doi: 10.5380/ufv.v38i2.11629
- ROCHA TB, CABACINHA CD, ALMEIDA RC, PAULA A, SANTOS RC (2010) Avaliação de métodos de estimativa de volume para um povoamento de *Eucalyptus urophylla* s.t. Blake no planalto da Conquista-BA. *Enciclopédia biosfera*, 6(10):1-13.
- SANTOS K, SANQUETTA CR, EISFELD RL, WATZLAWICK LF, ZILLOTTO MAB (2006) Equações volumétricas por classe diamétrica para algumas espécies folhosas da Floresta Ombrófila Mista no Paraná, Brasil. *Revista de Ciências Exatas e Naturais*, 8(1):99-112.
- SCHNEIDER PR, COELHO MCB, ZANON MLB, FINGER CAG, KLEIN JEM (1997) Equações de volume para *Eucalyptus dunnii* Maiden, determinadas para a depressão central do estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, 2(2):425-428. Doi: 10.1590/s0103-84781997000300010
- THOMAS C, ANDRADE CM, SCHNEIDER PR, FINGER CAG (2006) Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. *Ciência Florestal*, 16(3):319-327. doi: 10.5902/198050981911
- VEIGA RAA, CARVALHO CM, BRASIL MAM (2000) Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium* Wild. *CERNE*, 6(1):103-107.