

## COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE CUBAGEM PARA EUCALIPTO

Hudson Santos SOUZA<sup>1</sup>  
Ronaldo DRESCHER<sup>1</sup>  
Diogo Guido Streck VENDRUSCOLO<sup>1</sup>  
Jhonny Pinto Vieira Mendes MOURA<sup>1</sup>  
Tiago Altobelle da Silva SIQUEIRA<sup>1</sup>  
Fernanda Meyer Dotto MAMORÉ<sup>1</sup>

- RESUMO: O cálculo de volume de madeira em povoamentos de eucalipto é de fundamental importância para o monitoramento e planejamento dos plantios comerciais. Nisso, o objetivo do trabalho foi comparar métodos de cubagem para *Eucalyptus urograndis*. A pesquisa foi realizada em uma fazenda no município de Itiquira, região sudeste de Mato Grosso. O povoamento de Eucalipto possui 4 anos de idade, sendo o material genético provenientes de híbrido de *Eucalyptus urophylla* × *grandis* em um espaçamento de 3 × 3 m. Os dados foram coletados de parcelas permanentes distribuídas de forma aleatória no povoamento, com uma intensidade amostral de uma parcela a cada três hectares. As parcelas foram circulares com uma área de 400 m<sup>2</sup>. Foram cubadas 36 árvores pelo método de Newton, sendo mensurado os  $d_{0,1}$  (diâmetro a 0,1 m do solo), o Diâmetro a Altura do Peito (1,3 m de altura) e a partir do DAP a cada 2 m até o diâmetro mínimo de 1cm. Além da cubagem por Newton, foram testados mais seis métodos, sendo: Huber, Smalian, Hohenadl, FAO, Pressler e Centróide. Foi observada pouca variação dos volumes médios entre os diferentes métodos testados. Os métodos de Huber, FAO, Pressler e Centróide, tiveram uma ligeira tendência de subestimar o volume médio das árvores com destaque para o método de Pressler, enquanto os métodos de Smalian e Hohenadl teve uma leve tendência de superestimar o volume das árvores. De acordo com os resultados da presente pesquisa, não há diferença estatística entre os métodos de cubagem avaliados.
- PALAVRAS-CHAVE: Determinação do volume; Newton; *Eucalyptus urograndis*.

### 1 Introdução

A madeira é um importante recurso natural renovável utilizado no mundo inteiro, podendo fornecer matéria prima para as mais variadas finalidades, desde as construções mais rudimentares até as mais modernas obras das mais variadas engenharias, como se pode observar desde pequenos vilarejos até as maiores cidades do mundo. O Brasil possui extensas áreas de florestas seja nativas ou plantadas, onde grande parte de sua produção é

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Faculdade de Engenharia Florestal, Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367, CEP: 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil. E-mail: [hudson.ssh@hotmail.com](mailto:hudson.ssh@hotmail.com); [ronaldodrescher@gmail.com](mailto:ronaldodrescher@gmail.com); [diogoguido@hotmail.com](mailto:diogoguido@hotmail.com); [jhonnyvieiramendes@gmail.com](mailto:jhonnyvieiramendes@gmail.com); [tiagosika@gmail.com](mailto:tiagosika@gmail.com); [fernandamdotta@hotmail.com](mailto:fernandamdotta@hotmail.com)

destinada ao abastecimento do mercado interno e o restante é exportado a outros países (MIRANDA *et al.*, 2013).

No Brasil, a área de floresta plantada atingiu 7,74 milhões de hectares em 2014, crescimento de 1,8% em relação ao ano de 2013. Os plantios de eucalipto ocupam 5,56 milhões de hectares da área de árvores plantadas no país, o que representa 71,9% do total, e estão localizados principalmente nos estados de Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%) (IBÁ, 2015). O aumento da área plantada com eucalipto no Brasil tem sido resultante de seu rápido crescimento em ciclo de curta rotação, alta produtividade florestal decorrente da tecnologia de ponta aplicada à produção e novos investimentos das empresas que utilizam a sua madeira como matéria-prima nos processos industriais (FREITAS e ANDRADE, 2014).

De ocorrência natural da Austrália, o eucalipto possui cerca de 600 espécies adaptadas a diversas condições de solo e clima. Dessa grande variedade de espécies, apenas duas não são originárias da Austrália: *E. urophylla* e *E. deglupta*. A maioria das espécies conhecidas são árvores típicas de florestas altas, atingindo alturas que variam de 30 a 50 metros e de florestas abertas, com árvores menores, atingindo alturas entre 10 e 25 metros (MORA e GARCIA, 2000).

Dessa forma, a estimativa de volume de madeira em povoamentos florestais de eucalipto é de fundamental importância e imprescindível para o planejamento e monitoramento dos plantios comerciais, especialmente em estudos de crescimento e produção, bem como para quantificação de multiprodutos (LEITE *et al.*, 2011). Para isso é necessário o estudo de formas de tronco e como elas podem ser representadas em uma figura geométrica para posterior cálculo de seu volume.

Segundo Machado e Figueiredo Filho (2014) os troncos das árvores apresentam formas características que variam de acordo com a espécie, idade, sítio, entre outros. Em razão disso, vários autores são de opinião que é mais realístico considerar o tronco de qualquer árvore como sendo constituído por vários sólidos geométricos.

Huschet *et al.* (1982) sugeriram que o tronco fosse representado da base para o topo pelas formas geométricas: cilindro, neiloide, parabolóide e cone. Porém considerando que a forma das árvores não é perfeitamente regular é necessário uma metodologia que possa atender acuradamente a prática do cálculo do volume real dos fustes. Os volumes reais têm sido obtidos empregando-se um procedimento qualquer, que seja capaz de proporcionar com grande acuracidade o valor paramétrico do volume da árvore que são os valores obtidos com rigor sendo denominado de volume de cubagem rigorosa (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2014).

De acordo com Campos (2014) a cubagem de árvores implica na divisão do tronco da árvore em  $n$  seções com a medição de diâmetros sucessivos ao longo do tronco em alturas pré-estabelecidas. Assim, com os diâmetros e o comprimento das toras, determinam-se os volumes das várias seções usando os métodos de cubagem. Entre os vários métodos de se obter o volume dos fustes das árvores, o método de cubagem através do Xilômetro é o único que fornece o valor verdadeiro do volume. Os demais métodos de cubagem na literatura resultam do uso de expressões matemáticas que estimam com certa acuracidade o valor paramétrico do volume do fuste da árvore ou parte dele (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2006).

No Brasil, a fórmula de Smalian tem sido tradicionalmente a mais usada nos levantamentos florestais, normalmente empregando-se seções curtas até 2 m de altura e seções de 1 ou 2 m no restante do tronco, mais pela praticidade de emprego que por

questões de acuracidade (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2014). Diversos autores utilizaram o método de cubagem de Smalian (MACHADO *et al.*, 2006; MIRANDA *et al.*, 2013; CAMPOS, 2014; MÜLLER *et al.*, 2014; LEAL *et al.*, 2015).

Figueiredo Filho *et al.* (2000) avaliaram os métodos de Smalian, Huber, Newton, Centróide, sobreposição de Baylei e função *spline* cúbicas para estimar o volume de toras de *Pinus elliottii* comparando com o volume obtido através do Xilômetro para 4 comprimentos de toras. Os autores concluíram que todos os métodos testados poderiam ser usados com resultados similares quando a seção tem comprimentos menores que 2 metros.

De acordo com Campos (1988), a fórmula de cubagem rigorosa de Newton se destaca pela precisão proporcionada na determinação volumétrica, uma vez que se exige um maior número de medições de diâmetros numa determinada seção do tronco. O autor ainda ressalta que, independentemente da fórmula utilizada para cálculo do volume, quanto menor for o comprimento da seção, maior precisão será obtida na determinação volumétrica. Diante do exposto, neste trabalho objetivou-se comparar métodos de cubagem para *Eucalyptus urograndis*, em Itiquira, MT.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Área do povoamento

A pesquisa foi realizada em uma fazenda situada no município de Itiquira, região sudeste de Mato Grosso. De acordo com a classificação climática de Köppen a região possui clima tropical do tipo Aw (tropical com estação seca). A altitude varia de 200 a 300 m, a precipitação média entre 1600 e 1900 mm e a temperatura média varia entre 22 a 24 °C (ALVARES *et al.*, 2013). O povoamento foi implantado em 2009 em espaçamento de 3×3 m, e o material genético utilizado foi um híbrido de *Eucalyptus urophylla*×*grandis*.

### 2.2 Coleta dos dados

Os dados foram coletados de parcelas permanentes distribuídas de forma aleatória no povoamento, com uma intensidade de amostral de uma parcela a cada três hectares. As parcelas foram circulares com uma área de 400 m<sup>2</sup>, sendo medidos os diâmetros a 1,3 m de altura (DAP) e a altura total (HT) das árvores da parcela.

Aos 4 anos de idade, foram abatidas e cubadas 45 árvores de acordo com a distribuição diamétrica do povoamento. O método padrão de obtenção dos volumes das seções foi pelo método de Newton, sendo mensurado os  $d_{0,1}$  (diâmetro a 0,1 m do solo), o DAP (1,3 m de altura) e partir do DAP a cada 2 m até o diâmetro mínimo de 1 cm. A fórmula matemática utilizada foi:

$$v = \left( \frac{g_1 + 4g_m + g_2}{6} \right) l \quad (1)$$

em que:

$v$  = volume da seção (m<sup>3</sup>);  
 $g_1$  = área transversal na base da tora (m<sup>2</sup>);  
 $g_2$  = área transversal no topo da tora (m<sup>2</sup>);  
 $g_m$  = área transversal média da tora (m<sup>2</sup>);  
 $l$  = comprimento da tora (m).

A cubagem pelo método do Xilômetro (deslocamento de água) consiste em um método que na maioria das vezes não é possível utilizá-lo em um levantamento por motivos de sua onerosidade, onde se deve possuir um recipiente com tamanho suficiente para uma árvore e cheio de água para realizar a cubagem. Devido isso, optou-se por utilizar o método de Newton, devido ser considerado simples, de fácil utilização e amplamente utilizado para realizar a cubagem de árvores no meio florestal (CAMPOS, 1988; MACHADO e NADOLNY, 1991; FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2000; MACHADO *et al.*, 2006; NICOLETTI *et al.*, 2012; MIRANDA *et al.*, 2013; FREITAS e ANDRADE, 2014).

### 2.3 Métodos de cubagem utilizados para comparação

Além do método de Newton, foram testados outros seis métodos de obtenção do volume as árvores, sendo: Smalian, Huber, Hohenadl, FAO, Pressler e Centróide. Para obtenção dos diâmetros nas diferentes posições ao longo do fuste requerido para cada método, utilizou-se interpolação linear dos dados. A interpolação foi realizada pelo *software* Excel<sup>®</sup> através da fórmula:

$$d_{int} = (d_2 - d_1)/(LIN(d_2) - LIN(d_1)) \quad (2)$$

em que:

$d_{int}$  = diâmetro interpolado (cm);  
 $d_1$  = diâmetro na base da tora (cm);  
 $d_2$  = diâmetro no topo da tora (cm);  
 $LIN$  = retorna o número da linha de uma referência.

As fórmulas matemáticas utilizadas para o cálculo da cubagem foram:

Huber:

$$v = (g_m)l \quad (3)$$

em que:

$v$  = volume da seção (m<sup>3</sup>);  
 $g_m$  = área transversal média da tora (m<sup>2</sup>);  
 $l$  = comprimento da seção.

As secções para o método de Huber foram realizadas nas alturas de 0,1 m, 1,3 m 3,3 m e, a partir daí, de 2 em 2 m até o diâmetro mínimo de 1 cm.

Smalian:

$$v = \left( \frac{g_1 + g_2}{2} \right) l \quad (4)$$

em que:

$v$  = volume da seção (m<sup>3</sup>);

$g_1$  = área transversal na base da tora (m<sup>2</sup>);

$g_2$  = área transversal no topo da tora (m<sup>2</sup>);

$l$  = comprimento da tora (m).

As seções para o método de Smalian foram realizadas nas alturas de 0,1 m, 1,3 m 3,3 m e, a partir daí, de 2 em 2 m até o diâmetro mínimo de 1 cm.

Hohenadl:

$$v = \frac{h}{5} (g_{0,1} + g_{0,3} + g_{0,5} + g_{0,7} + g_{0,9}) \quad (5)$$

em que:

$h$  = altura total (m);

$g_i$  = áreas transversais calculadas a 10%, 30%, 50%, 70% e 90% da altura total.

FAO:

$$v = \frac{h}{5} \left[ \left( \frac{2g_1 + g_{0,1} + g_2}{4} \right) g_{0,1} + g_{0,3} + g_{0,5} + g_{0,7} + g_{0,9} \right] \quad (6)$$

em que:

$v$  = volume (m<sup>3</sup>);

$h$  = altura total (m);

$g_{0,1}$  = área transversal medida na altura de 0,1m;

$g_1$  e  $g_2$  = áreas transversais medidas nas alturas de 1/6 e 5/6 da primeira seção.

Pressler:

$$v = \frac{2}{3} g h_p \quad (7)$$

em que:

$g h_p$  = área transversal na altura de Pressler;

$h_p$  = altura de Pressler é a coletada onde o diâmetro é igual à metade do diâmetro a altura do peito.

Centroide:

$$v = g_{i+1}l + \frac{1}{2}b_1l^2 + \frac{1}{3}b_2l^3 \quad (8)$$

em que:

$$b_1 = \frac{g_1 - g_{i+1} - b_2l^2}{l}$$

$$b_2 = \frac{g_1 + g_c \frac{l}{e} - g_{i+1} \left(1 - \frac{l}{e}\right)}{l^2 - l e}$$

$$e = l - e_1$$

$$e_1 = l - \left[ \left( \frac{\left[ \left( \frac{D}{4} \right)^4 + 1 \right]^{0,5} - 2^{0,5}}{2^{0,5} \left[ \left( \frac{D}{2} \right)^2 - 1 \right]} \right) l \right]$$

em que:

$g_i$  = área transversal na extremidade mais grossa da tora (m<sup>2</sup>);

$g_{i+1}$  = área transversal na extremidade mais fina da tora (m<sup>2</sup>);

$g_c$  = área transversal no centroide da tora (m<sup>2</sup>) medida na distância  $e_1$  (m) da extremidade mais grossa da tora;

$l$  = comprimento da tora (m);

$d$  = diâmetro na extremidade mais fina da tora (cm);

$D$  = diâmetro na extremidade mais grossa da tora (cm).

## 2.4 Análise e probabilidade

Após a obtenção dos volumes pelos seis métodos testados, foram calculados os desvios em porcentagem conforme Machado *et al.* (2006), tendo como base o volume obtido pelo método de Newton. Os desvios negativos indicam superestimativas e os desvios positivos indicam subestimativas em relação ao volume do Newton. Os desvios em porcentagem foram determinados pela seguinte fórmula:

$$DES\% = \frac{Volume\ Newton - Volume\ calculado}{Volume\ Newton} * 100 \quad (9)$$

Para determinar possíveis diferenças entre os métodos, após terem atendidos os pressupostos estatísticos (homogeneidade das variâncias e normalidade) foi aplicada a análise de variância a 5% de probabilidade. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 7 tratamentos (Newton, Huber, Smalian, Hohenadl, FAO, Pressler e Centróide) e 36 repetições (árvores amostra).

### 3 Resultados e discussão

As estatísticas descritivas das árvores cubadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Estatística descritiva do DAP (diâmetro a 1,3 m de altura) em centímetros e da HT (altura total) em metros das árvores de eucalipto no município de Itiquira – MT

Variáveis	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão	CV(%)
DAP	6,1	13,1	20,1	3,30	19,85
HT	11,5	20,2	25,6	3,08	12,61

CV = coeficiente de variação.

De um modo geral foi observado pouca variação dos volumes médios entre os diferentes métodos testados (Tabela 2). O volume médio por árvore obtido através do método de Newton foi de 0,1061 m<sup>3</sup>. Os métodos de Huber, FAO, Pressler e Centróide, tiveram uma ligeira tendência de subestimar o volume médio das árvores com destaque para o método de Pressler, enquanto os métodos de Smalian e Hohenadl apresentaram uma leve tendência de superestimar o volume das árvores. Em relação ao desvio médio em porcentagem dos volumes das árvores, o método de Huber foi o que obteve o menor desvio (0,11%), sendo o maior desvio obtido pelo método de Pressler (-7,85%).

Tabela 2 - Volume mínimo, médio, máximo (em m<sup>3</sup>) e desvio médio (em %) para os métodos de cubagem

Métodos	Vol. Min	Vol. Méd	Vol. Máx	Desvio Médio (%)
Newton	0,0182	0,1061	0,2454	-
Huber	0,0182	0,1060	0,2451	0,11
Smalian	0,0183	0,1065	0,2460	-0,33
Hohenadl	0,0150	0,1149	0,2760	-6,26
FAO	0,0147	0,0976	0,2395	5,99
Pressler	0,0195	0,0960	0,2372	-7,85
Centróide	0,0171	0,0969	0,2271	6,65

Silva (1978) ao realizar a estimativa dos erros sistemáticos na cubagem dos troncos pelos métodos de Hohenadl e Pressler verificou que o procedimento de Hohenadl subestimava os volumes das árvores, enquanto o método de Pressler os superestimava.

Freitas e Andrade (2014) verificaram que quando a árvore é dividida em cinco seções, a fórmula de Newton foi mais acurada do que Huber e Smalian, apresentando valores menos discrepantes em relação ao volume real do fuste obtido pelo método gráfico, sendo a melhor fórmula para cálculo do volume, mas quando dividido em dez seções, a fórmula de Huber se mostra melhor que as demais.

Do ponto de vista prático, pode-se constatar que o método de Huber é o mais rápido para mensuração, pois necessita de apenas uma mensuração no meio da tora, aumentando desta forma o rendimento do trabalho e reduzindo os custos com a mensuração, porém, se

as toras estiverem empilhadas, este método se torna mais trabalhoso e muitas vezes impraticável, nestes casos, o método mais indicado seria Smalian com mensurações apenas nas extremidades das toras (MIRANDA *et al.*, 2013).

Os trabalhos apresentados por Martin (1984), Machado e Nadolny (1991), Patterson *et al.* (1993) e Figueiredo Filho *et al.* (2000) recomendaram o uso da fórmula de Huber pela facilidade de sua aplicação sem perdas de precisão.

Conforme a Tabela 3, não houve diferença significativa entre os métodos de cubagem para a obtenção de volume das árvores, portanto, do ponto de vista estatístico poderia se optar por qualquer um dos métodos testados. Entretanto, no trabalho realizado por Machado *et al.* (2006) com a espécie *Mimosa Scabrella* B., onde foram testados os métodos de cubagem Smalian, Huber, Newton e Centróide para comprimentos de toras diferentes, os autores encontraram diferença estatística significativa com relação ao Xilômetro. Dessa forma, percebe-se que a diferença na determinação do volume de toras pode ser afetada pela forma geométrica atribuída a tora da espécie ou ainda pelo método de cubagem (MIRANDA *et al.*, 2013).

Tabela 3 - Análise de variância para os métodos de obtenção do volume

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	6	0,04146	0,00691	1,8166 <sup>ns</sup>
Resíduo	308	1,17148	0,00380	
Total	314	1,21293		

ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Gomes (1957), citado por Nicoletti *et al.* (2012), concluiu que a diferença entre as médias dos volumes calculados com as fórmulas de Huber e Smalian, relativos a um mesmo grupo de troncos, não diferem significativamente, sendo portanto, o uso de um ou de outro método ligado somente ao hábito do mensurador. Oliveira (2010) ao avaliar a acurácia do método de Pressler na estimativa do volume, verificou similaridade entre os volumes determinados a partir do método de cubagem tradicional de Smalian e o método de Pressler.

## Conclusões

Foi observada pouca variação dos volumes médios entre os diferentes métodos testados. O volume médio por árvore encontrado através do método de Newton foi de 0,1061 m<sup>3</sup> para *Eucalyptus urophylla* × *grandis* em um espaçamento de 3 × 3 m aos 4 anos idade.

Os métodos de Huber, FAO, Pressler e Centróide, tiveram uma ligeira tendência de subestimar o volume médio das árvores com destaque para o método de Pressler, enquanto os métodos de Smalian e Hohenadl teve uma leve tendência de superestimar o volume das árvores.

Não houve diferença significativa entre os métodos de cubagem para a obtenção de volume das árvores, dessa forma, do ponto de vista prático pode-se optar pelo menos oneroso.

SOUZA, H. S.; DRESCHER, R.; VENDRUSCOLO, D. G. S.; MOURA, J. P. V. M.; SIQUEIRA, T. A. S.; MAMORÉ, F. M. D. Comparison of cubing methods for eucalyptus. *Rev. Bras. Biom.*, Lavras, v.35, n.1, p.17-26, 2017.

- **ABSTRACT:** Calculation of timber volume in eucalyptus stands has fundamental importance for the monitoring and planning of commercial plantations. Thus, the aim of the study was to compare scaling methods for *Eucalyptus urograndis*. The survey was conducted on a farm in Itiquira, southeast region of the state of Mato Grosso, Brazil. The settlement of eucalyptus is 4 years old, and the genetic material it's from *Eucalyptus urophylla* × *grandis* hybrid at a spacing of 3m×3m. The data were collected from permanent plots randomly distributed in the population, with a sampling intensity of a portion of every three hectares. The plots were circular with an area of 400 m<sup>2</sup>. They were scaled 36 trees by Newton's method, and measured the d0,1 (diameter of 0.1 m above the ground), Diameter at Breast Height (1.3 m height) and from the DBH every 2 m to a minimum diameter of 1 cm. In addition to the scaling by Newton, it was tested six methods, namely: Huber, Smalian, Hohenadl, FAO, Pressler and Centroid. The methods of Huber, FAO, Pressler and Centroid had a slight tendency to underestimate the mean volume of trees, especially the Pressler method, while the Smalian Hohenadl method had a slight tendency to overestimate the volume of trees. According to the results of this research, there is no statistical difference between the scaling methods evaluated.
- **KEYWORDS:** Volume determination; Newton; *Eucalyptus urograndis*

## Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

CAMPOS, J. C. C. *Dendrometria*. Viçosa: UFV, 1988. 43p.

CAMPOS, O. J. *Cubagem de árvores*. 2014. 87 f. Dissertação. (Mestrado Profissional em Matemática), Florianópolis, SC, 2014.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; CARNEIRO, M. R. A. Testing accuracy of log volume calculation procedures against water displacement techniques (xylometer). *Canadian Journal of Forest Research*, v.30, n.6, p.990-997, 2000.

FREITAS, B. C. e ANDRADE, V. C. L. de. Avaliação de métodos de cubagem com número igual de seções do tronco de árvores de eucalipto. *10º seminário de iniciação científica da UFT*, v.6, 2014.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. E. *Forest mensuration*. 3ed. New York: John Wiley e Sons, 1982. 402p.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Indicadores de desempenho do setor nacional de árvores plantadas. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/iba\\_2015.pdf](http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf)>. Acesso em: 03 janeiro 2016.

LEAL, F. A.; CABACINHA, C. D.; CASTRO, R. V. O.; MATRICARDI, E. A. T.; Amostragem de árvores de *Eucalyptus* na cubagem rigorosa para estimativa de modelos volumétricos. *Revista Brasileira de Biometria*. São Paulo, v.33, n.1, p.91-103, 2015.

- 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 *Tectonagrandis* L.f. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 39, n. 89, p.53-59, mar. 2011.
- MACHADO, S. A. e FIGUEIREDO FILHO, A. F. *Dendrometria*. 2ed. Guavara: UNICENTO, 2014. 316 p.
- MACHADO, S. A.; NADOLNY, M. C. Acuracidade da cubagem rigorosa de árvores pelos métodos de Hohenadl, FAO e Gráfico, comparativamente ao Xilômetro. *1º Congresso Florestal Panamericano/ 7º Congresso Florestal Brasileiro*. Curitiba, p478-480, 1991.
- MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Dendrometria*. 2ed. Guarapuava: Unicentro, 2006. 316p.
- MACHADO, S. A.; NADOLNY, M. C. Comparação de métodos de cubagem rigorosa e de diversos comprimentos de seção. In: CONGRESSO FLORESTAL E DO MEIO AMBIENTE DO PARANÁ, 3., *Anais...* Curitiba: SBS-SBEF, 1991. 376p.
- MACHADO, S. A.; TÊO, S. J.; URBANO, E.; FIGURA, M. A.; SILVA, L. C. R. Comparação de métodos de cubagem absolutos com o volume obtido pelo xilômetro para Bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham). *Cerne*, Lavras, v.12, n.3, p.239-253, 2006.
- MARTIN, A. J. Testing volume equation accuracy with water displacement techniques. *Forest Science*, v.30, n.1, p41-50, 1984.
- MIRANDA, D. L. C.; AZEVEDO, F. F.; SANTOS, J. P. Determinação do volume de toras da espécie *Mezilaureusitauba* Meissn.) Taub. *Scientia Plena*, v.9, n.8, p.7, 2013.
- MORA, A. L.; GARCIA, C. H. *A Cultura do Eucalipto no Brasil*. São Paulo – SP. Sociedade Brasileira de Silvicultura. 114 p. 2000.
- MÜLLER, M. D.; SALLES, T. T.; PACIULLO, D. S. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. R. T. de. Equações de altura, volume e afilamento para Eucalipto e Acácia estabelecidos em sistema silvipastoril. *Floresta*, Curitiba, v.44, n.3, p.473-484, 2014.
- NICOLETTI, M. F.; CARVALHO, S. P. C.; BATISTA, J. L. F. Revisão bibliográfica sobre métodos não-destrutivos de cubagem de árvores em pé visando à determinação da biomassa. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, v.20. n1. p.102-116, 2012.
- OLIVEIRA, O. M. de. *Verificação da acurácia do método de Pressler na estimativa do volume de árvores em pé*. 2010. Monografia. Universidade Federal do Espírito Santo. 44p.
- PATTERSON, D. W.; WIAANT, JR, H. V.; WOOD, G. B. Errors in estimating the volume of butt logs. *Forest Products Journal*, v.43, n.3, p.41-44, 1993.
- SILVA, J. A. Estimativa dos erros sistemáticos na cubagem dos troncos pelos métodos de Hohenadl e Pressler. *Revista Floresta*, Curitiba, v.9, n.1. p.8-13, 1978.

Recebido em 23.07.2015

Aprovado após revisão em 20.06.2016