

EFICIÊNCIA DE MÉTODOS PARA ESTIMATIVA DO VOLUME TOTAL DE *Corymbia citriodora*

Ana Paula Marques Martins^{1*}; Douglas Edson Carvalho¹; Luciane Naimeke Schmidt¹; Maurício Romero Gorenstein²; Vinicius Costa Cysneiros¹

SAP 13203 Data envio: 25/11/2015 Data do aceite: 26/01/2016
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, abr./jun., p. 178-184, 2016

RESUMO - O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho de diferentes métodos para estimar o volume total do fuste de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, com 17 anos, provenientes de plantios homogêneos da região oeste do Estado de São Paulo, identificando a existência ou não de diferenças estatisticamente significativas. As metodologias empregadas foram: a equação volumétrica de Schumacher e Hall, o método dos dois diâmetros e o fator de forma artificial. A seleção da porção do tronco que produziu volume mais correlacionado com o volume total foi realizada a partir do coeficiente de correlação de Pearson. Comparou-se as metodologias a partir da análise de variância e do valor F para identificar diferenças significativas entre os tratamentos, em que cada método foi considerado um tratamento, e o volume obtido por Smalian foi considerado o tratamento testemunha. Constatadas diferenças, aplicou-se o teste de comparação de médias de Tukey. Para o método dos dois diâmetros, a porção do tronco que propiciou volume mais correlacionado com o volume total foi a correspondente aos diâmetros mensurados a 1,30 e 2,0 metros do solo. A análise de variância mostrou a inexistência de diferenças significativas entre os tratamentos, não sendo necessária a aplicação do teste de Tukey.

Palavras-chave: cubagem por Smalian, equação volumétrica, fator de forma, método dos dois diâmetros.

EFFICIENCY OF METHODS FOR ESTIMATING TOTAL VOLUME FOR Corymbia citriodora

ABSTRACT - The objective of this research was to evaluate the performance of different methods for estimating total volume for *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, with 17 years old, located in west of São Paulo State, Brazil. The compared methods were the volumetric equation from Schumacher and Hall, the two diameters method and the artificial form factor. Comparison of methodologies was made by analysis of variance (ANOVA) and the F value to detect significant differences between treatments, in which each method was considered as a treatment, and the volume obtained by Smalian was considered the control treatment. Test of Tukey was applied if necessary. For the method of the two diameters, the portion of the stem that propitiated the most correlated volume with the total volume was that one between the diameters measured at 1.30 and 2.0 meters above ground. The analysis of variance showed absence of significant differences between treatments, then the application of the Tukey test was not required.

Key words: volume by Smalian, volume equation, form factor, method of two diameters.

INTRODUÇÃO

A grande demanda por madeira no mercado nacional e internacional causa pressões sobre as florestas nativas, então, o uso de florestas plantadas para abastecimento do mercado faz com que estas influências sejam amenizadas, além, é claro, do manejo sustentável de áreas nativas (VITAL, 2009). Atualmente, o Brasil possui 7,74 milhões de hectares de florestas plantadas, o que representa 0,9% do território nacional, ocupados especialmente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (IBÁ, 2015).

Em território brasileiro, as espécies do gênero *Eucalyptus* (antigo gênero no qual a espécie *Corymbia* se

encaixava) encontraram ótimas condições edafoclimáticas para se desenvolver, apresentando crescimento rápido e alto índice de produtividade. Estas espécies têm uso múltiplo, sendo utilizadas para produção de celulose, carvão vegetal para gerar energia e aplicações na construção civil (BRACELPA, 2015).

A espécie *Corymbia citriodora* foi introduzida no estado de São Paulo e apresenta suscetibilidade às geadas, e boa resistência às deficiências hídricas. Sua madeira é muito utilizada para construções, estruturas, postes, mourões, lenha e carvão. Além disso, as folhas da espécie são utilizadas para a produção de óleo essencial (IPEF, 2015).

¹Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Campus III, Av. Pref. Lothário Meissner 632, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: anapaula_marquesm@yahoo.com.br; douglasedsoncarvalho@gmail.com; lunaimekeschmidt@gmail.com e vcysneiros@gmail.com *Autor para correspondência

²Dr., Professor do curso de Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Estrada para Boa Esperança, Km 04, CEP 85660-000, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: mauriciorg@utfpredu.br

O bom planejamento e manejo da floresta são de suma importância para suprir as indústrias com matéria-prima adequada para processos industriais (VIEIRA, 2008). Segundo Machado et al. (2005), uma das variáveis de maior importância para a determinação do potencial florestal de uma região é o volume, pois o volume individual de uma árvore é um ponto de partida para a avaliação do conteúdo lenhoso dos povoamentos florestais.

Machado e Figueiredo Filho (2009) afirmam que, na maioria das vezes, a principal finalidade dos levantamentos florestais é o conhecimento do volume individual das árvores ou do povoamento, especialmente quando se trata de povoamentos destinados para fins comerciais. Como a mensuração de todas as árvores é uma atividade impraticável, principalmente em povoamentos extensos, são utilizadas amostras representativas da população, onde o cálculo do volume das árvores é feito por meio de estimativas. Dentre os métodos indiretos para se estimar o volume, destacam-se o uso do fator de forma, de equações volumétricas e de equações de forma.

O método mais utilizado no meio florestal são as equações volumétricas por apresentarem resultados satisfatórios em relação à resíduos, e na maioria dos casos, com cálculos relativamente fáceis de serem realizados em comparação com outras metodologias. Estas equações são desenvolvidas por análises de regressão, onde o volume é estimado a partir de uma variável de fácil obtenção como, por exemplo, o diâmetro à altura do peito e/ou a altura total da árvore (MCTAGUE et al., 1989; GUIMARÃES; LEITE, 1996).

Diante da importância em quantificar os parâmetros que estimam os estoques volumétricos do gênero *Corymbia* presentes no Brasil, o objetivo deste trabalho foi comparar diferentes métodos para estimativa do volume total do fuste de *Corymbia citriodora* com 17 anos, provenientes de plantios homogêneos localizados na região oeste do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está localizada na Floresta Estadual (F.E.) de Assis, no município de Assis, região oeste do estado de São Paulo, criada a partir do Decreto Estadual nº 47098/02, contendo uma área de 2.816,42 ha, abrangendo cerca de 6,6% da área total do município (MAX et al., 2004). O município de Assis está situado em uma região de transição entre dois tipos climáticos: Cwa e Cfa, a área da F.E. de Assis situa-se ao norte do município, estando, portanto, sob o clima Cwa. Este clima caracteriza-se por apresentar 30 mm de chuva no mês mais seco, e temperatura média de 22 °C no período mais quente e 18 °C no mais frio. Na Floresta Estadual de Assis encontram-se três tipos de solo: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico e ARGISSOLO VERMELHO -AMARELOS Eutrófico (MAX et al., 2004).

A maior parte da Floresta Estadual de Assis é ocupada com floresta de produção, implantadas em grande parte no início dos anos 60, com espécies de *Pinus tropicais* e *Corymbia citriodora* (BOIAGO et al., 2007).

Coleta de dados

Para o presente estudo, foram utilizados dados referentes aos povoamentos de *Corymbia citriodora*, provenientes de inventário na área no ano de 2006, em que foram instaladas 101 parcelas permanentes retangulares de 600 m² (30 x 20 m). De cada parcela foram mensurados os diâmetros à altura do peito (cm) de todas as árvores, e as alturas totais dos indivíduos pertencentes às duas primeiras linhas, assim como das árvores dominantes da parcela.

Para a cubagem rigorosa, foram utilizadas 30 árvores amostradas de acordo com a distribuição diamétrica encontrada, a fim de representar toda a população. Na cubagem, as árvores foram derrubadas e seccionadas nas posições 0,1; 0,3; 0,7; 1,3 e 2,0 m de altura, e após essa última em intervalos fixos de 1 m até a altura total. O cálculo do volume das árvores cubadas foi feito através do método de Smalian (equação 1).

$$v = \left[\left(\frac{g_1 + g_2}{2} \right) l \right] + \left[\left(\frac{g_2 + g_3}{2} \right) l \right] + \dots + \left[\left(\frac{g_{n-1} + g_n}{2} \right) l \right] + \left(\frac{g_{bc} l}{3} \right) \quad (1)$$

Em que: v : volume total (m³); g_1 : área transversal da primeira seção (m²); g_2 : área transversal da segunda seção (m²); g_3 : área transversal da terceira seção (m²); g_n : área transversal da i -ésima seção (m²); $g_{(n-1)}$: área transversal anterior à i -ésima seção (m²); g_{bc} : área transversal obtida na base do cone (m²); l : comprimento da seção (m).

Estimativas do volume total com casca

O volume total foi estimado utilizando três metodologias: equação volumétrica, método dos dois diâmetros e fator de forma artificial. A equação volumétrica ajustada foi a de Schumacher e Hall (equação 2), que apresenta como variável dependente o volume (v) em função das variáveis independentes diâmetro a altura do peito (d) e altura total da árvore (h).

$$\ln(v) = b_0 + b_1 \ln(d) + b_2 \ln(h) \quad (2)$$

Em que: b_0 , b_1 e b_2 : coeficientes de regressão estimados a partir da amostra.

Para permitir a comparação entre equações logarítmicas e aritméticas foi utilizado o fator de correção de Meyer (FM) (equação 3), e posteriormente recalculado o erro padrão da estimativa (Syx %) e o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}).

$$FM = e^{0,5(Syx)^2} \quad (3)$$

Em que: e : exponencial; Syx : erro padrão da estimativa.

O método dos dois diâmetros (equação 4), exposto por Silva e Borders (1993), avalia qual porção do tronco possui volume mais correlacionado com o volume total de uma árvore. Desta forma, foram mensurados diâmetros a várias alturas do fuste, e então calculados os

volumes das seções. Os diâmetros utilizados foram aqueles correspondentes as alturas: 0,1; 0,3; 0,7; 1,3 e 2,0 m.

$$v = b_0 + b_1(d_1^2 + d_2^2) \quad (4)$$

Em que: v : volume total estimado; d_1 e d_2 são os diâmetros medidos; b_0 e b_1 são os coeficientes a serem estimados.

Para determinar a porção do tronco cujo volume foi mais altamente relacionado com o volume total, foi aplicado o teste de correlação de Pearson (r) (equação 5).

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2)(\sum(y_i - \bar{y})^2)}} \quad (5)$$

Em que: x_i : volume da seção compreendido entre os dois diâmetros tomados; \bar{x} : média do volume das seções; y_i : volume total observado; \bar{y} : média dos volumes totais observados.

Para verificar a significância dos ajustes da equação volumétrica e do método dos dois diâmetros foi feita a análise de alguns critérios estatísticos como: análise gráfica dos resíduos, erro padrão da estimativa em porcentagem (S_{yx} %) (equação 6) e coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) (equação 7).

$$S_{yx} \% = \frac{S_{yx}}{\bar{y}} * 100 \quad (6)$$

$$R^2_{aj} = 1 - \left[(1 - R^2) \frac{n - 1}{n - p - 1} \right] \quad (7)$$

Em que: n : número de observações; p : número de coeficientes do modelo; R^2 : coeficiente de determinação.

O erro padrão da estimativa (S_{yx}) mede a dispersão dos valores observados em relação à linha média da regressão, e em porcentagem (S_{yx} %) é possível a comparação de modelos de naturezas diferentes. Já o coeficiente de determinação (R^2) expressa a quantidade de variação da variável dependente que é explicada pelas variáveis independentes. Este coeficiente foi ajustado para ser possível a comparação de modelos com qualquer que seja o número de variáveis independentes. A análise gráfica permite verificar a existência ou não de homogeneidade na dispersão dos resíduos, identificando tendências nas estimativas.

TABELA 1. Ajuste da equação de Schumacher e Hall para estimativa do volume total do fuste de *Corymbia citriodora* no oeste do estado de São Paulo.

b_0	b_1	b_2	S_{yx} %	R^2_{aj}
-9,95023	1,918735	0,988563	8,63	0,9862

Em que: b_0 ; b_1 ; b_2 : coeficientes estimados para a regressão; R^2_{aj} : coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} %: erro padrão da estimativa em porcentagem.

O fator de forma artificial (equação 8) também foi calculado, e corresponde àquele em que a área transversal (g) utilizada como base é a correspondente ao diâmetro a altura do peito, ou seja, mensurado a 1,3 m do solo.

$$f_{1,3} = \frac{vol\ arv}{vol\ cil} \quad (8)$$

Em que: $f_{1,3}$: fator de forma artificial; $vol\ arv$: volume cubado da árvore pela fórmula de Smalian; $vol\ cil$: volume do cilindro com área transversal correspondente ao diâmetro tomado a 1,30 m do solo.

Após o cálculo do fator de forma artificial de cada árvore foi calculada a média aritmética dos fatores para obtenção do volume total por árvore. Portanto, o volume estimado (equação 9) para cada árvore foi calculado da seguinte forma:

$$v = g * h * \bar{f}_{1,3} \quad (9)$$

Em que: v : volume total (m^3); h : altura total (m); $\bar{f}_{1,3}$: fator de forma artificial médio; g : área transversal (m^2), onde $g = d^2\pi/40000$, sendo d : diâmetro a altura do peito (cm); π : 3,14159265.

Comparação das metodologias de obtenção de volume

A verificação de diferenças estatísticas significativas entre os métodos de estimativa de volume estudados foi realizada por meio do teste F proveniente da análise de variância (ANOVA). Constatadas diferenças significativas entre os tratamentos, procedeu-se o teste de comparação múltipla de médias de Tukey a 5% de significância. Os testes foram conduzidos em um experimento com delineamento inteiramente ao acaso, quatro tratamentos, em que cada método foi considerado um tratamento, com 30 repetições cada. Para esta análise, o volume cubado de acordo com Smalian foi considerado o primeiro tratamento ou tratamento testemunha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Equação volumétrica

Os coeficientes estimados e as estatísticas de desempenho para o ajuste da equação volumétrica de Schumacher e Hall estão expostos na Tabela 1. A equação apresentou bom ajuste ao conjunto de dados, com alto R^2_{aj} (0,9862) e baixo S_{yx} % (4,02), além de não apresentar tendências ou heterocedasticidade da variância (Figura 1).

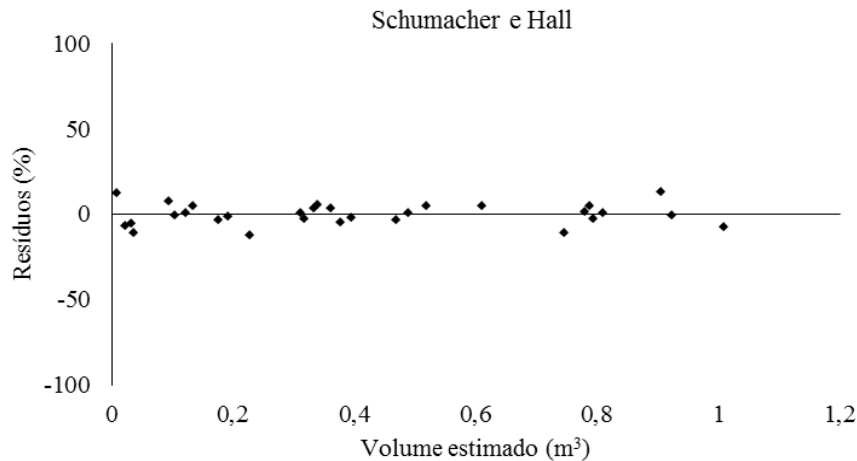


FIGURA 1 - Distribuição gráfica dos resíduos da equação ajustada.

O modelo de Schumacher e Hall é muito utilizado no setor florestal, pois apresenta, na maioria dos casos de ajuste, estimativas satisfatórias com baixos erros. Em estudo realizado por Cerdeira (2012), para estimativa do volume total com casca de *Eucalyptus grandis* x *urophylla*, o modelo de Schumacher e Hall também se destacou por apresentar boa distribuição gráfica dos resíduos, alto coeficiente de determinação ajustado (0,9862), e baixo Syx % (6,79). Miranda et al. (2015), ajustando equações volumétricas para *Eucalyptus grandis* também obteve as melhores estimativas para volume total com o modelo de Schumacher e Hall, com R^2_{aj} de 0,984 e coeficiente de variação em torno de 3,6%. Em um estudo realizado por Thomas et al. (2006), comparando equações

volumétricas para *Pinus taeda*, o modelo proposto por Schumacher e Hall foi o que apresentou os melhores resultados quanto aos parâmetros estatísticos de ajuste.

Método dos dois diâmetros

Os resultados obtidos para o teste de correlação de Pearson (r) entre o volume das seções e o volume total das árvores, estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que a porção do tronco com volume mais correlacionado com o volume total com casca foi a correspondente aos diâmetros mensurados a 1,30 e 2,0 m do solo, apresentando o coeficiente de correlação de Pearson maior e muito próximo de 1, indicando forte correlação entre o volume da seção selecionado e o volume total.

TABELA 2. Coeficientes de correlação de Pearson (r) para o volume das seções do fuste em relação ao volume total para *Corymbia citriodora*.

Porção do tronco (m)	r
0,1 - 0,3	0,9565
0,1 - 0,7	0,9567
0,1 - 1,3	0,9567
0,1 - 2,0	0,9566
0,3 - 0,7	0,9751
0,3 - 1,3	0,9752
0,3 - 2,0	0,9752
0,7 - 1,3	0,9810
0,7 - 2,0	0,9811
1,3 - 2,0	0,9833

Analisando os resultados obtidos com a aplicação deste método (Tabela 2), foi possível observar que a correlação entre o volume da seção e o volume total aumenta conforme a porção do tronco mensurada é mais distante do solo, revelando um efeito negativo do formato

variável da base sobre a precisão das estimativas, onde os piores resultados foram encontrados nessas seções.

Deste modo, a porção selecionada para o ajuste da equação do método dos dois diâmetros (4) foi a correspondente a 1,3 a 2,0 m do solo, sendo os diâmetros correspondentes à essas alturas utilizados como d_1 e d_2 ,

Eficiência de métodos para estimativa...

MARTINS, A. P. M. et al. (2016)

respectivamente. A Tabela 3 mostra os coeficientes e as estatísticas de ajuste para essa equação.

A equação apresentou ajuste satisfatório para o conjunto de dados, com coeficiente de determinação ajustado próximo de 1 (0,9672), e erro padrão da

estimativa relativamente baixo (13,55%), porém quanto à distribuição gráfica dos resíduos (Figura 2) a equação apresentou tendenciosidades na estimativa dos volumes inferiores a 0,2 m³.

TABELA 3. Ajuste da equação do método dos dois diâmetros para estimativa do volume total do fuste de *Corymbia citriodora* no oeste do estado de São Paulo.

Porção do tronco (m)	b_0	b_1	Syx %	R^2_{aj}
1,3 - 2,0	-0,04114	0,00042	13,55	0,9672

Em que: b_0 ; b_1 : coeficientes estimados para a regressão; R^2_{aj} : coeficiente de determinação ajustado; Syx %: erro padrão da estimativa em porcentagem.

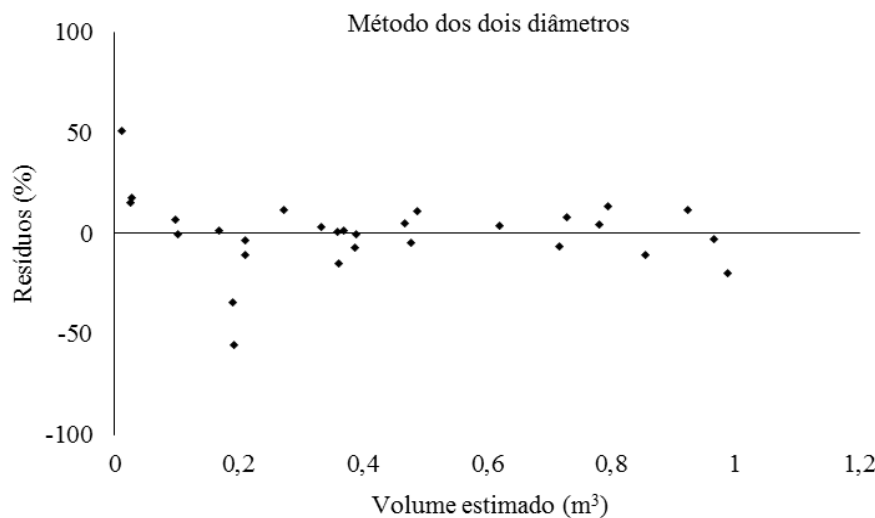


FIGURA 2 - Distribuição gráfica dos resíduos para a equação do método dos dois diâmetros.

Cysneiros et al. (2015), avaliando o método dos dois diâmetros para estimativa de *Mimosa scabrella*, também constataram que a maior correlação do volume da seção com o volume total foi encontrada com a porção mais distante da base (1,3 - 1,8 m), utilizando estes diâmetros para o ajuste da equação obteve os melhores resultados em comparação com as demais porções do tronco analisadas.

Fator de forma artificial

O fator de forma artificial médio para o conjunto de dados foi de 0,47, sendo este valor semelhante ao encontrado por Miranda et al. (2015) para plantios de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* no norte do Estado de Mato Grosso, que foi de 0,46.

A partir do fator de forma médio foram calculados os volumes estimados e posteriormente plotados os resíduos como mostra a Figura 3. É possível observar tendência em superestimar os volumes superiores a 0,8 m³.

O fator de forma é um método muito empregado para obtenção de estimativas rápidas de volume, porém,

deve ser utilizado com ponderações e cuidados, principalmente quando não for desenvolvido por espécie, idade, espaçamento e sítio, podendo resultar em estimativas com menor precisão e maior dispersão do volume (MIRANDA et al., 2015).

Comparação dos métodos de estimativa do volume total

A análise de variância (ANOVA) para as diferentes metodologias de estimativa de volume está apresentada na Tabela 4. Observa-se que o valor de F não foi significativo a 95% de probabilidade, confirmando a hipótese de nulidade (H₀) de que as médias não diferem entre si. Deste modo, não foi necessária a realização do teste de comparação múltipla de médias de Tukey.

Conceição (2004), comparando diferentes metodologias para estimativa de volume de *Eucalyptus grandis*, também não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos por meio do valor de F proveniente da análise de variância. Os tratamentos utilizados pelo autor supracitado foram: volume cubado por Smalian, equação de volume, equação de afilamento e fator de forma.

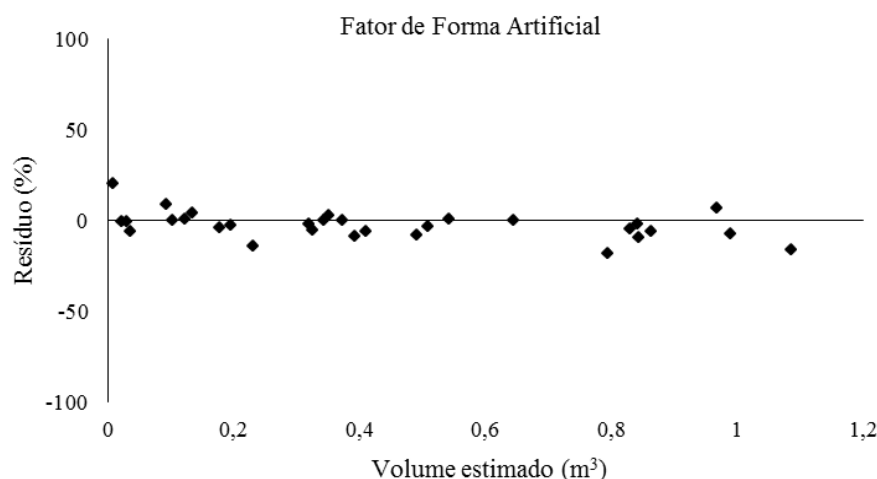


FIGURA 3 - Dispersão gráfica dos resíduos do volume total estimado com o uso do fator de forma.

TABELA 4. Análise de Variância (ANOVA) para as diferentes metodologias de estimativa do volume total do fuste de *Corymbia citriodora*.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P-valor
Fator	3	0,008385485	0,002795162	0,0282388	0,9935691
Resíduos	116	11,48204282	0,098983128		

Em que: F.V.: fonte de variação; G.L.: graus de liberdade; S.Q.: soma de quadrados; Q.M.: quadrado médio.

Machado et al. (2005), avaliando o desempenho das mesmas metodologias de estimativa de volume utilizados por Conceição (2004), porém para *Pinus oocarpa*, constataram a inexistência de diferenças significativas entre os tratamentos por meio da análise de variância.

Miranda et al. (2015), comparando a eficiência da estimativa de volume para *Eucalyptus grandis x urophylla*, concluíram que para o volume total com casca, os resultados mostraram não haver diferença estatística significativa ($p > 0,05$) ao estimar o volume utilizando o fator de forma ou a equação de Schumacher e Hall, corroborando com os resultados encontrados na presente pesquisa.

Mesmo não havendo diferenças estatisticamente significativas para a estimativa do volume total entre os métodos analisados, é importante ressaltar que a equação volumétrica de Schumacher e Hall apresentou o melhor desempenho das estatísticas de ajuste ($Syx\%$ e R^2_{aj}) se comparado ao método dos dois diâmetros; e melhor distribuição gráfica dos resíduos (Figura 1), não sendo constatadas tendências na estimativa do volume total como ocorrido nas demais metodologias utilizadas (Figuras 2 e 3). Assim, a equação volumétrica de Schumacher e Hall é a metodologia mais indicada para a estimativa do volume total do conjunto de dados estudado.

CONCLUSÕES

A porção do tronco que apresentou o volume mais altamente correlacionado com o volume total do fuste de *Corymbia citriodora* foi a correspondente às alturas 1,3 a 2,0 m do solo.

Não houve diferenças estatísticas significativas entre as metodologias da equação volumétrica de Schumacher e Hall, do método dos dois diâmetros e do fator de forma para estimar o volume total do fuste de *Corymbia citriodora* na região oeste do Estado de São Paulo. No entanto, a equação volumétrica de Schumacher e Hall foi a mais indicada por não apresentar tendências na estimativa do volume total como ocorrido com as demais metodologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PAPEL E CELULOSE, BRACELPA. **Eucalipto**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/136>>. Acesso em: 15 ago. 2015.
- BOIAGO, R.M.; GORENSTEIN, M.R.; VILAS BÔAS, O.; GOMES, J.E.; MAX, J.C.M. Inventário dos povoamentos da floresta estadual de Assis. **Instituto Florestal: Série Registros**, São Paulo, n.31, p.39-43, jul. 2007.
- CERDEIRA, A.L.N. **Modelos para quantificação do volume de diferentes sortimentos em plantio de *Corymbia urophylla* x *Corymbia grandis***. 2012. 66p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- CYSNEIROS, V.C.; MARTINS, A.P.M.; SCHMIDT, L.N.; ACCIOLY, Y.; MACHADO, S.A. Eficiência do método dos dois diâmetros para a estimativa volumétrica de *Mimosa scabrella* Benth. In: VI SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2015, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS, 2015.
- CONCEIÇÃO, M.B. **Comparação de métodos de estimativa de volume em diferentes idades em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill Ex - Maiden**. 2004. 150p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- GUIMARÃES, D.P.; LEITE, H.G. Influência do número de árvores na determinação de equação volumétrica para *Corymbia grandis*. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n.50, p.37-42, dez. 1996.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2014**: informações sobre silvicultura: área total existente. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=5930&z=p&o=29&i=P>>. Acesso em: 24 nov. 2015.
- INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS - IPEF. **Chave de identificação de espécies florestais (CIEF): *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (*Eucalyptus citriodora* Hook)**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/cief/especies/citriodora.asp>>. Acesso em: 15 ago. 2015.
- MACHADO, S.A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 2.ed. Guarapuava: Unicentro, 2009.
- MACHADO, S.A.; URBANO, E.; CONCEIÇÃO, M.B. Comparação de métodos de estimativas de volume para *Pinus oocarpa* em diferentes idades e diferentes regimes de desbaste. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.50, p.81-98, 2005.
- MAX, J.C.M.; MELO, A.C.G.; HONDA, E.A.; DURIGAN, G. **Plano de manejo da floresta estadual de Assis**. Assis: IF/SMA, 2004. 88p.
- McTAGUE, J.; BATISTA, J.L.F.; STINER, L.H. Equações de volume total, volume comercial e forma do tronco para plantações de *Eucalyptus* nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n.41-42, p.56-63, jan./dez. 1989.
- MIRANDA, D.L.C.; JUNIOR, V.B.; GOUVEIA, D.M. Fator de forma e equações de volume para estimativa volumétrica de árvores em plantio de *Eucalyptus urograndis*. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v.11, n.3, mar. 2015.
- SILVA, J.A.A.; BORDERS, B.E. A tree volume equation based on two lower stem diameters for loblolly Pine in the southeastern United States. **Southern Journal of Applied Forestry**, Washington, v.17, n.4, p.160-162, 1993.
- THOMAS, C.; ANDRADE, C.M.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.3, p.319-327, 2006.
- VIEIRA, G.A. Agregação de valor na cadeia produtiva da madeira. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 15., 2008, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR, 2008. p.223-232.
- VITAL, M. Produtos florestais: florestas independentes no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.29, p.77-130, mar. 2009.