

EXATIDÃO DE MÉTODOS PARA ESTIMATIVA DO VOLUME DE ÁRVORES EM PÉ EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

Rafaella De Angeli CURTO¹
Mônica Ferreira PINTO¹
Emanuel José Gomes de ARAÚJO²
Charlotte WINK¹
Helio TONINI³
Aline Cristina LAURO¹

- RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo, verificar a exatidão de métodos para a estimativa do volume total de árvores em pé em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. O estudo foi realizado em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, cultivado com o híbrido *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* (clone H13), na EMBRAPA Agrossilvipastoril, em Sinop, Mato Grosso. Foram selecionadas 20 árvores, nas quais foi estimado o volume total individual pelos métodos de Pressler, Hossfeld, Fator de Forma e cubagem rigorosa com dendrômetro Criterion RD 1000® e o volume total real com a árvore derrubada, sendo os dois últimos pelo método de Smalian. Os métodos foram comparados pelo teste t, com 95% de probabilidade, análise de resíduo e de exatidão. Os resultados indicaram que os métodos de Pressler e de Hossfeld fornecem estimativas tendendo a superestimar e subestimar, respectivamente, o volume total das árvores. O volume total estimado utilizando o Criterion RD 1000® é mais exato dentre os métodos testados para estimativa do volume de árvores em pé. Entretanto, o alto custo deste aparelho pode tornar sua utilização inviável. A estimativa do volume total utilizando fator de forma permitiu quantificar o estoque de madeira com exatidão, sendo viável.
- PALAVRAS-CHAVE: Pressler; Hossfeld; fator de forma; Criterion®.

1 Introdução

O volume de árvores pode ser determinado por diferentes métodos, requerendo, na maioria dos casos a derrubada da árvore. Essa determinação é importante devido a necessidade de maior exatidão na obtenção do volume total, para o correto manejo e planejamento da produção em plantios florestais (SILVA *et al.*, 2017).

¹ Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Campus Universitário de Sinop, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Av. Alexandre Ferronato, nº. 1200, Setor Industrial, CEP: 78.557-267, Sinop, MT, Brasil. E-mail: rafaellacurto@yahoo.com.br; monnica.f@hotmail.com; charlotte.wink@gmail.com; aline.lauro@hotmail.com

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Instituto de Florestas, Departamento de Silvicultura, Rod. BR 465, km 07, CEP: 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil. E-mail: ejgaraujo@gmail.com

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Embrapa Pecuária Sul, Rodovia BR-153, Km 632,9 Caixa Postal 242, CEP: 96401-970, Bagé, RS, Brasil. E-mail: helio.tonini@embrapa.br

Dentre os métodos para determinação do volume, o do deslocamento de fluidos, conhecido como xilômetro, por ser tomado de forma direta, apresenta elevada exatidão. No entanto, tal método demanda gasto excessivo de tempo para o descolamento e manuseio das toras, pois consiste em colocar a peça de madeira em um tanque preenchido com água, estabelecendo um nível de referência inicial. Após a colocação da peça ocorrerá o deslocamento de água para outro nível, e fazendo-se a diferença entre o nível final e o inicial, determina-se assim o volume da peça (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2014). Outra alternativa para determinação do volume é por meio da pesagem da madeira, no entanto, deve-se conhecer a densidade, o que se torna inviável em atividades rotineiras, já que a densidade varia de espécie para espécie, idade, umidade e posição do tronco (CUNHA, 2004).

Para a realização de inventários florestais com a finalidade de obter volume, a cubagem rigorosa tradicional, também é uma alternativa, e implica na divisão do tronco em secções menores, devido as irregularidades presentes nele. Mede-se cada secção e por meio da soma dos volumes parciais, obtêm-se o volume da árvore (CARDOSO e RIBASKI, 2015). No entanto, uma das grandes dificuldades em se aplicar os métodos tradicionais de cubagem é a necessidade em se derrubar as árvores, tornando o trabalho oneroso e caro. Em alguns casos, havendo restrição ou resistência para o corte das árvores, necessita-se de alternativas para a realização da cubagem com a árvore em pé, desde que não exijam grandes esforços físicos, como a escalada das árvores (SILVA *et al.*, 2017).

O abate das árvores em florestas nativas, por exemplo, pode ser inviável, se houver restrições da legislação, e também quando objetiva-se a quantificação de biomassa para a fixação de carbono. Já quando se trata de fomento florestal, a derrubada das árvores com a finalidade de ajuste de equações muitas vezes não é viável para o pequeno produtor.

Assim, quando a prática da cubagem rigorosa não é possível de ser realizada com árvores derrubadas, existem na literatura diferentes métodos para estimar o volume total de árvores em pé, podendo-se citar o método de Pressler, o método de Hossfeld, o fator de forma, entre outros (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2014).

O método de Pressler baseia-se no princípio de que o tronco da árvore é equivalente a um cone, já o método de Hossfeld se mostra acurado para obter o volume de árvores paraboloides ou cônicas, conduzindo a erros em caso de cubagem de neilóides (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2014). O fator de forma é definido pela razão entre o volume do fuste e o volume de um cilindro, que possua as mesmas dimensões da árvore, altura e DAP, podendo ser calculado o volume total, utilizando o fator de forma médio (CAMPOS e LEITE, 2017).

Apesar dos referidos métodos permitirem a obtenção do volume, no caso do método de Pressler e de Hossfeld é necessária a mensuração de diâmetros em alturas inacessíveis, a menos que se realize uma escalada. Portanto, surge a necessidade da utilização de equipamentos que permitam a obtenção de tais informações de forma indireta, podendo-se citar o relascópio de Bitterlich e o dendrômetro ótico Criterion® (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2014).

O Criterion® permite a mensuração do diâmetro de uma árvore a qualquer altura do fuste, com a finalidade de estimar volume com boa exatidão. Seu uso requer bastante atenção, acuidade visual e treino (CARDOSO e RIBASKI, 2015), no entanto, o elevado custo para sua aquisição apresenta-se como limitação.

Diante disso, levantamos a hipótese de que os métodos para estimativa de volume de árvores apresentam diferentes níveis de exatidão, com superioridade do dendrômetro Criterion®. Assim, objetivou-se com o presente estudo, verificar a exatidão de métodos para a estimativa do volume total de árvores em pé em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.

2 Material e métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado com dados coletados em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta sob manejo de gado de leite (iLPF-Leite), cultivado com o híbrido *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* (clone H13), no campo experimental da EMBRAPA Agrossilvipastoril (11° 52' 23" S e 55° 29' 54" W), no município de Sinop, Mato Grosso, aos 81 meses.

O clima local é do tipo Aw – tropical chuvoso, pela classificação de Köppen, caracterizado por uma estação seca e outra chuvosa bem definida, com temperatura média mensal de 23,5° C a 25,5° C (MOTA *et al.*, 2013), e com altitude média de 384 m. O solo local é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) distrófico típico (VIANA *et al.*, 2015).

O sistema iLPF-Leite foi implantado em uma área total de 40 hectares, com delineamento em blocos ao acaso (quatro blocos), contemplando a configuração de plantio de faixas duplas, com espaçamento de 3m × 2m × 52m e de faixas triplas em espaçamento de 3m × 2m × 15m.

2.2 Métodos de estimativas do volume

Cinco árvores por bloco foram selecionadas, com base no diâmetro quadrático médio de cada bloco, totalizando 20 árvores amostradas. O volume total estimado de cada árvore em pé foi obtido pelos métodos de Pressler, Hossfeld, Fator de Forma e com o dendrômetro Criterion RD 1000®.

Com o dendrômetro ótico Criterion® a cubagem das árvores em pé foi realizada medindo-se os diâmetros a 0,10 m; 0,50 m; 1,30 m; e de 1 em 1 metro até a altura total da árvore, obtendo-se o volume total individual pelo método de Smalian.

Posteriormente, para a obtenção do volume total real das árvores, realizou-se a derrubada e cubagem pelo método de Smalian (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2014), nas posições onde foram feitas as mensurações com o Criterion®.

O volume total estimado pelos métodos de Pressler e de Hossfeld foi obtido por meio das equações 1 e 2, respectivamente. Em ambos os casos, a altura de Pressler e o diâmetro a um terço da altura total, foram obtidos com o Criterion®.

$$V_p = \frac{2}{3} \times g \times \left(hp + \frac{3}{2} m \right) \quad (1)$$

em que: V_p = Volume de Pressler (m³); g = Área transversal (m²) obtida a partir do diâmetro a 1,30 metros de altura do solo (DAP); hp = Altura de Pressler (m), que

corresponde a altura onde o diâmetro do tronco é a metade do valor do DAP; m = Distância entre o nível do solo e o DAP (m), igual a 1,30 m.

$$Vh = \frac{3}{4} \times g_{1/3} \times h \quad (2)$$

em que: Vh = Volume de Hossfeld (m^3); g = Área transversal (m^2) obtida a partir do diâmetro a 1/3 da altura total; h = Altura total da árvore (m).

$$V_{ff} = g \times h \times ff \quad (3)$$

em que: V_{ff} = Volume obtido com fator de forma (m^3); g = Área transversal (m^2) obtida a partir do diâmetro a 1,30 metros de altura do solo (DAP); h = Altura total da árvore (m); ff = fator de forma.

2.3 Análises estatísticas

Realizou-se o teste de Bartlett para verificar homogeneidade de variâncias (SNEDECOR e COCHRAN, 1989). No caso de verificação de variâncias homogêneas, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, e a comparação de médias avaliada pelo teste de Dunnett a 95% de probabilidade, comparando os volumes totais reais, obtido por meio da cubagem rigorosa de Smalian com as árvores abatidas, aos volumes totais estimados em cada método de avaliação, segundo o delineamento inteiramente casualizado (DIC). As análises foram realizadas com auxílio do programa R (R CORE TEAM, 2018) e planilha eletrônica.

A exatidão dos métodos de estimativa do volume total foi avaliada por meio da análise gráfica de resíduos e testes complementares (Tabela 1), como o Viés (V), Média das Diferenças absolutas (MD) e Desvio Padrão das Diferenças (DPD). A exatidão também foi representada pela linha de regressão com inclinação de 45° ($\beta_1=1$) passando pela origem ($\beta_0=0$) a partir do ajuste da regressão linear simples ($y=\beta_0+\beta_1x+e_i$) entre os volumes totais obtidos pelos diferentes métodos em função do volume total real, obtido pela cubagem rigorosa. Já a precisão foi avaliada pelos valores do coeficiente de determinação (R_2) da regressão.

Tabela 1 - Critérios utilizados para a avaliação da exatidão dos métodos de estimativa do volume total

Estadística	Estimador	Estimador %
Resíduo (%)		$R = \frac{\hat{Y}_i - Y_i}{Y_i} \cdot 100$
Viés (V)	$V = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - \sum_{i=1}^n \hat{Y}_i}{n}$	$V(\%) = \frac{V}{\bar{Y}} \cdot 100$
Média das diferenças absolutas (MD)	$MD = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - \hat{Y}_i }{n}$	$MD(\%) = \frac{MD}{\bar{Y}} \cdot 100$
Desvio padrão das diferenças (DPD)	$DPD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}\right)^2}{n-1}}$	$DPD(\%) = \frac{DPD}{\bar{Y}} \cdot 100$

em que: Y_i = volume total real observado da i -ésima árvore (m³); \hat{Y}_i = volume total estimado da i -ésima árvore pelos métodos avaliados (m³); n = número de observações; $d_i = (Y_i - \hat{Y}_i)$, \bar{Y} = média do volume real observado das árvores (m³).

3 Resultados e discussão

O diâmetro das árvores selecionadas variou de 18,4 a 23,4 cm, apresentando em média 21,6 cm (desvio padrão $\pm 1,32$ cm²). O teste de Bartlett (p-valor 0,9643) indicou homogeneidade das variâncias para os dados de volume total obtidos por meio de todos os métodos avaliados.

Em vista dos volumes médios real e estimado pelos diferentes métodos (Tabela 2) observa-se que apesar desses apresentarem significância (p-valor 0,0084) pela análise de variância, não se observa diferença significativa entre as médias dos volumes estimados pelos diferentes métodos em relação ao volume real, obtido pela cubagem das árvores, conforme teste de Dunnett com 5% de probabilidade. Entretanto, observa-se que a estimativa do volume utilizando o dendrômetro Criterion® e fator de forma apresentam maior exatidão, seguidos pelo método de Hossfeld e Pressler.

Tabela 2 - Média do volume total real com a cubagem e estimada obtida pelo Criterion®, Fator de forma, método de Pressler e método de Hossfeld, de árvores de eucalipto em sistema de ILPF

Volume (m³) de árvore em pé de eucalipto em ILPF				
Real	Estimado			
	Criterion®	Fator de forma	Pressler	Hossfeld
0,393172	0,374629	0,374131	0,432189	0,368579

Assim como observado no presente trabalho, o Criterion RD 1000® também se mostrou eficiente para estimativa do volume total em um plantio homogêneo de *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L. f.) D. Don no sul do Brasil (DALLA CORTE *et al.*, 2016). Resultados satisfatórios utilizando o fator de forma com o gênero *Eucalyptus* também foram verificados por Schröder *et al.* (2013) e Miranda *et al.* (2015). E o método de Hossfeld se mostrou eficiente na estimativa do volume de *Pinus ponderosa* (DUCEY e WILLIAMS, 2011).

A estimativa do volume utilizando o método de Pressler para obter o volume total em *Pinus patula* var. *longepedunculata*, no México (VALENCIA-MANZO *et al.*, 2017), e em *Pinus taeda* L. no sul do Brasil (LIMA *et al.*, 2016), foi estatisticamente igual ao volume real, sendo considerado um método confiável para predição do volume. Mesmo tratando-se de outra espécie florestal, em condições de plantio diferentes, neste trabalho o método de Pressler também não apresentou diferenças significativas da média paramétrica de volume. No entanto, foi o que apresentou menor exatidão, pois subestimou em 6,25 % o volume médio real.

Pela análise gráfica dos resíduos (Figura 1), observa-se que o método de Pressler apresentou tendência em superestimar os volumes, com resíduos positivos, confirmado pelo sinal negativo do valor de viés (Tabela 3). O coeficiente de determinação (R^2) da regressão demonstrou a baixa precisão do método (Figura 1). Evidencia-se também maior erro ao utilizar o referido método, principalmente para as árvores com menores diâmetros, uma vez que apresentaram maior amplitude de dispersão (MD) na distribuição de resíduos. Já no método de Hossfeld, a tendência foi de subestimativa dos volumes, com viés de valor positivo, havendo menor amplitude (MD) e mais homogeneidade (DPD) na dispersão dos resíduos. Assim, o melhor desempenho deste método, em relação ao método de Pressler, evidenciado também pela regressão linear e coeficiente de determinação caracterizarem maior exatidão e precisão, respectivamente.

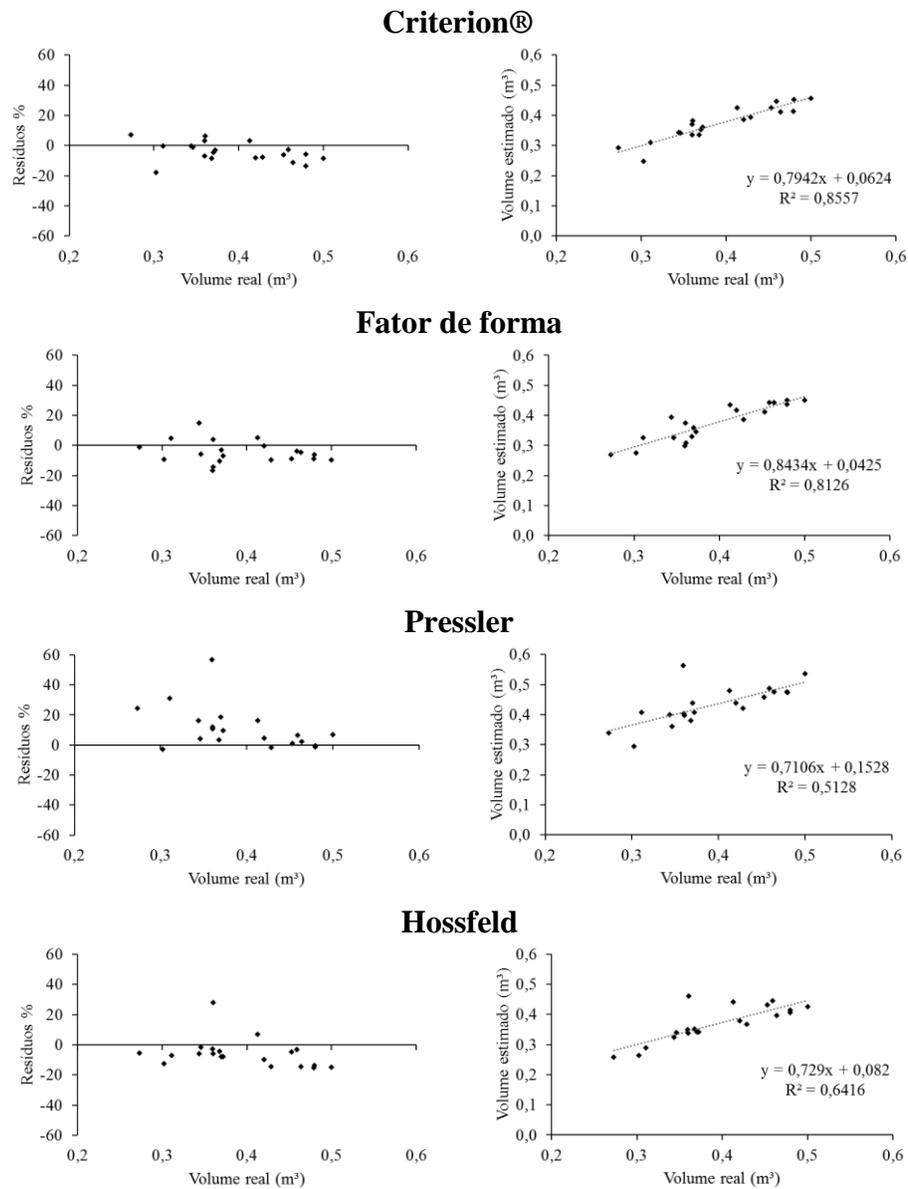


Figura 1 - Resíduos (%) para os diferentes métodos de estimativa do volume total.

O método de Pressler também apresentou tendência em superestimar o volume de árvores em plantio de *Tectona grandis* L.f. no sudeste do Brasil (SILVA *et al.*, 2017), de *Pinus taeda* L. (LIMA *et al.*, 2016) e de *Pinus patula* (VALENCIA-MANZO *et al.*, (2017). Diante disso, verifica-se que o referido método deve ser utilizado com cautela quando se pretende quantificar o volume dos gêneros Eucalipto, Tectona e Pinus, que estão entre os mais plantados no Brasil (IBÁ, 2017), podendo afetar diretamente na disponibilidade de matéria-prima no mercado.

Os métodos de estimativa com o Criterion RD 1000® e o fator de forma, apresentaram linha de regressão com inclinação mais próxima de 45° ($\beta_1=1$) e mais próximas a origem ($\beta_0=0$), caracterizando maior exatidão, bem como maior precisão devido aos valores de coeficiente de determinação (R_2) serem mais próximos de 1 em relação aos métodos de Pressler e Hossfeld. Assim, as estimativas com o Criterion RD 1000® e o fator de forma apresentaram distribuição de resíduos sem tendência, com menor amplitude e distribuição homogênea. Os erros mais acentuados observados para estes métodos, ocorrem em árvores de maior diâmetro, que no presente trabalho não ultrapassou 23,4 cm. A média da subestimativa foi inferior a 5% (viés), conforme pode ser verificado na Tabela 3. Adicionalmente, as estatísticas de exatidão indicaram que os métodos de Pressler e de Hossfeld geram os maiores erros de estimativa (Tabela 3). O desvio padrão das diferenças, que indicam a homogeneidade dos resíduos, foi superior a 10% nos dois métodos, indicando que os mesmos não mantêm a mesma precisão com a variação das dimensões das árvores

Tabela 3 - Teste complementar de Viés (V), Média das Diferenças Absoluta (MD) e Desvio Padrão das Diferenças (DPD) para estimativa de volume total com diferentes métodos

Métodos para obtenção de volume total				
Estatística	Criterion®	Fator de forma	Pressler	Hossfeld
V (%)	4,72	4,84	-9,92	6,26
MD (%)	6,40	7,42	10,51	9,58
DPD (%)	7,88	8,57	15,89	11,74

Com base nos resultados encontrados por Ducey e Williams (2011) utilizando o método de Hossfeld, os mesmos acreditam que o pouco uso do método pode ser um descuido que vale a pena reparar. No presente estudo, o método de Hossfeld apresentou maior exatidão, com erros próximos de 10%, quando comparado com o método de Pressler. Ainda assim, o método tradicional do fator de forma e com o Criterion® apresentaram erros menores, quando comparados aos dois últimos, sendo estes mais indicados para a estimativa do volume de árvores em pé. Além disso, os métodos de Hossfeld e de Pressler necessitam de medição do diâmetro a um terço da altura total da árvore e altura onde o diâmetro do tronco é a metade do valor do DAP, respectivamente, o que só é conseguido com equipamentos específicos para este fim, como por exemplo o Criterion®, ou por meio de escalada, o que dificulta a mensuração.

Os piores desempenhos dos métodos de Pressler e de Hossfeld podem ser justificados uma vez que o método de Pressler baseia-se no princípio de que o tronco da árvore é equivalente a um cone e o método de Hossfeld de que é equivalente a um parabolóide, já o fator de forma permite captar as variadas formas geométricas assumidas por um mesmo fuste, variando entre cilindro, parabolóide, neilóide e cone (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2014).

O método do fator de forma apresentou exatidão satisfatória, mostrando-se com tendência, amplitude e homogeneidade dos resíduos semelhantes às observadas com o uso do Criterion®. Este foi o método que apresentou estimativas com maior exatidão, já que seus resultados de Viés, Média das Diferenças Absolutas e Desvio Padrão das Diferenças foram mais próximos de “0”, o que indica que o método tende a apresentar as menores tendências (V) e amplitudes (MD) e maior a homogeneidade (DPD) dos resíduos.

O Criterion® poderia ser indicado para a obtenção do volume total, porém, seu alto custo de aquisição é um fator limitante, que pode ser compensado quando o objetivo for estimar o volume em diferentes partes do fuste visando a obtenção de multiprodutos. Já para a determinação do volume com o fator de forma, apesar da praticidade, na maioria das vezes necessita de dados oriundos de cubagem rigorosa (SILVA *et al.*, 2017), além de haver restrição do seu uso, quanto a variação da espécie, idade, espaçamento e sítio florestal.

Conclusões

Os métodos de Hossfeld e Pressler tendem a subestimar e superestimar, respectivamente, o volume total de árvores do híbrido *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* (clone H13) em sistemas de iLPF.

O volume total estimado utilizando o Criterion RD 1000® é mais exato dentre os métodos testados para estimativa do volume de árvores em pé. Entretanto, o alto custo deste aparelho pode tornar sua utilização inviável.

A estimativa do volume total pelo fator de forma é uma alternativa viável, devido sua simplicidade de obtenção, sendo possível quantificar o estoque de madeira com exatidão.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pela concessão de bolsa de estudo. À Embrapa Agrossilvipastoril, pela parceria e área disponibilizada para realização deste estudo. Aos revisores e editores pelos comentários e sugestões.

CURTO, R. D. A.; PINTO, M. F.; ARAÚJOP, E. J. G.; WINK, C.; TONINI, H.; LAURO, A. C. Accuracy of methods for estimation the volume of standing trees in crop-livestock-forest production system. *Rev. Bras. Biom.* Lavras, v.37, n.3, p.324-334, 2019.

- **ABSTRACT:** *The aim of this study was to verify the accuracy of methods for estimating the total volume of standing trees in crop-livestock-forest production systems. The study was carried out in crop-livestock-forest production system, cultivated with Eucalyptus grandis × Eucalyptus urophylla (clone H13), at EMBRAPA Agrossilvipastoril, in Sinop, Mato Grosso, Brazil. Twenty trees were selected, in which the total individual volume was estimated by the methods of Pressler, Hossfeld, form factor and cubed with Criterion RD 1000® dendrometer and the actual total volume with the tree felled, the latter two by the Smalian method. The methods were compared by T-test, with 95% probability, residue analysis and accuracy. The results indicated that the Pressler and Hossfeld methods provide estimates tending to overestimate and underestimate, respectively, the total volume of trees. The total volume estimated using Criterion RD 1000® is more accurate among the methods tested for estimating the volume of standing trees. However, the high cost of this device may make its use impractical. The estimation of the total volume using form factor allowed to quantify the wood stock with accuracy, being feasible.*
- **KEYWORDS:** *Pressler; Hossfeld; form factor; Criterion®.*

Referências

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. *Mensuração florestal: Perguntas e respostas*. 5ed. Viçosa: UFV, 2017, 636p.

CARDOSO, D. J.; RIBASKI, J. *O uso do dendrômetro "criterion" para quantificação do volume por método não destrutivo*. Colombo: Embrapa Florestas, p. 27, 2015. (Embrapa Florestas. Documentos, 288). ISSN: 1980-3958. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145917/1/Doc.-288-Usado-Dendrometro-Denise.pdf>>. Acesso em: 24 de março de 2018.

DALLA CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R.; OLIVEIRA, K. A.; BEHLING, A.; COUTINHO, V. M. Desempenho de diferentes equipamentos para mensuração de diâmetro a 1,30 m, altura individual total e volume do fuste em *Cryptomeria japonica* (Thunb. Ex L. f.) D. Don. *Enciclopédia Biosfera*, v.13, n.23; p.433, 2016.

DUCEY, M. J.; WILLIAMS, M. S. Comparison of Hossfeld's method and two modern methods for volume equation of strandin trees. *Western Journal Applied Forestry*, v.26, n.1, p.19-23, 2011.

FINGER, C. A. G. *Biometria florestal*. Santa Maria: UFSM, 2006, 284p.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. *Relatório IBA 2016*. São Paulo. 2017, p. 80.

LIMA, G. C. P.; KOHLER, S. V.; SILVESTRE, R.; NAVROSKI, M. B.; ALLEGRETTIS, G.; SCARIOTI, R. Acuracidade de métodos de cubagem para estimativa do volume de *Pinus taeda* L. *Biofix Scientific Journal*, v.1, n.1, p.74-82, 2016.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Dendrometria*. Guarapuava: Ed UNICENTRO. 2ed., 2014, 316p.

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*, v.11, n.3, p.1-8, 2015.

MOTA, L. L.; BOTON D.; FONSECA, R. C.; SILVA W. C.; SOUZA A. P.; Balanço hídrico climatológico e classificação climática da região de Sinop, Mato Grosso. *Scientific Eletronic Archives*, v.3, p.38-44, 2013.

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. R Foundation for Statistical computing, Vienna. 2018. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

SCHRÖDER, T.; HOFIÇO, N. A. S.; ZIMMERMANN, A. P. L.; PEREIRA, L. D.; ROCHA JUNIOR, D. S.; MEYER, E. A.; FLEIG, F. D. Métodos de estimativa de volume comercial para *Eucalyptus grandis*: especificidades e recomendações. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.33, n.73, p.01-07, 2013.

SCOLFORO, J. R. S.; THIERSCH, C. R. *Biometria florestal: Medição, volumetria e gravimetria*. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004, 285p.

SILVA, G. F.; OLIVEIRA, O. M.; MENDONÇA, A. R.; FRAGA FILHO, C. V. Acurácia do método de Pressler e Fator de Forma na estimação do volume de árvores de *Tectona grandis* L.f. *Revista Brasileira de Biometria*, v.35, n.2, p. 213-225, 2017.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. *Statistical Methods*. 8ed. Iowa: Iowa State University Press, 1989, 247 p.

VALENCIA-MANZO, S.; TRUJILLO-GÓMEZ, S. A.; CORNEJO-OVIEDO, E. H.; FLORES-LÓPEZ, C.; DÍAZ-BALDERAS, J. A.; GONZÁLEZ-LÓPEZ, H. Ecuación de pressler para estimar volumen de fuste en árboles de *Pinus patula* schl. Et cham. Var. Longepedunculata look. *Foresta Veracruzana*, v.19, n.1, p.29-34, 2017.

VIANA, J. H. M.; SPERA, S. T.; MAGALHÃES, C. A. S.; CALDERANO S. B. *Caracterização dos Solos do Sítio Experimental dos Ensaios do Projeto Safrinha em Sinop – MT*. Comunicado Técnico. Sete Lagoas, MG: Embrapa, 2015, 20 p.

Recebido em 29.08.2018

Aprovado após revisão em 15.04.2019