

AJUSTE DE MODELOS HIPSOMÉTRICOS E VOLUMÉTRICOS PARA TRÊS CLONES DE EUCALYPTUS EM MINEIROS-GO

SILVA, Andrisley Joaquim¹
SILVA FILHO, João Luiz Ferreira e²
SILVA, Monice Donatila Tavares da²
ROQUE, Cassiano Garcia³
CUNHA, Fernando França da⁴

Recebido em: 2014.10.13

Aprovado em: 2015.10.13

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1372

RESUMO: Objetivou-se avaliar características biométricas e mortalidade em diferentes clones de *Eucalyptus* e ajustar modelos hipsométricos e volumétricos. O experimento foi instalado na Fazenda Experimental Prof. Dr. Luís Eduardo de Oliveira Sales, em Mineiros-GO, e montado no delineamento inteiramente casualizado, com três clones de *Eucalyptus* spp. (Ripasa I, Ripasa II e IPBR) e 4 repetições. O plantio das mudas foi realizado em agosto de 2007 e as avaliações biométricas em maio de 2014. Foram avaliadas 18 plantas e coletados os diâmetros à altura do peito (DAP), altura de planta, volume de madeira total e taxa de mortalidade. Esses dados foram submetidos às análises de variância e a comparação de médias foi realizada usando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para estimativa da altura foram testados os modelos de Trorey, Stoffels e Curtis e para a estimativa do volume de madeira os modelos de Kopezky-Gehhardt, Husch e Schumacher-Hall. A comparação desses modelos foi por meio do coeficiente de determinação (r^2), dos coeficientes "a" e "b" das regressões lineares, erro-padrão da estimativa (EPE), índice de concordância de Willmott (d), coeficiente de correlação de Pearson (r), do coeficiente de confiança (c) e desempenho de Camargo e Sentelhas. Os clones de eucalipto não diferiram no DAP, taxa de mortalidade e volume de madeira total e o Ripasa I apresentou maior altura de planta. Os modelos hipsométricos não estimaram satisfatoriamente e os modelos simples e duplo para estimativa do volume total de madeira apresentaram bom desempenho, entretanto, os de Kopezky-Gehhardt e Husch devem ser preferidos em povoamento de eucalipto em Mineiros-GO, por sua simplicidade de uso.

Palavras-chave: Altura de planta. DAP. Eucalipto. Taxa de mortalidade

HYPSONOMETRIC AND VOLUMETRIC ADJUSTMENT MODELS TO THREE CLONES OF EUCALYPTUS IN BRAZIL

SUMMARY: This research aimed to evaluate biometric characteristics and mortality in different clones of *Eucalyptus* and adjust hypsonometric and volumetric models. The experiment was conducted at the experimental farm Prof. Dr. Luis Eduardo de Oliveira Sales, in Brazil, and mounted in a completely randomized design, with three clones *Eucalyptus* spp. (Ripasa I, Ripasa II and IPBR) and 4 replications. Seedling planting was conducted in August 2007 and biometric evaluations in May 2014 with 18 plants were collected and evaluated the diameters at breast height (DBH), plant height, total wood volume and mortality rate. These data were submitted to variance analysis and comparison of means was performed using the Tukey test at 5% probability. To estimate the height models Trorey, Stoffels and Curtis and to estimate the volume of wood models Kopezky-Gehhardt, Husch and Schumacher-Hall were tested. The comparison of results was by the coefficient of determination (r^2), the coefficients "a" and "b" of the linear regression equations, standard error of estimate (ESE), Willmott index of agreement (d), the Pearson correlation coefficient (r), confidence coefficient (c) and performance of Camargo and Sentelhas. The eucalyptus clones didn't differ in DBH, mortality rate and total volume of wood and the Ripasa I showed greater plant height. The hypsonometric models haven't estimated satisfactorily and single and double models to estimate the total volume of wood produced good results, however, of Kopezky-Gehhardt and Husch should be preferred in the eucalyptus plantation in Brazil, for its simplicity of use.

Keywords: Eucalyptus. DBH. Mortality rate. Plant height

¹ Centro Universitário de Mineiros

² Unifimes

³ UFMS

⁴ UFVJM

INTRODUÇÃO

A história demonstra que a maioria dos países desenvolvidos utilizou o capital oriundo dos recursos naturais, especialmente dos florestais, para alavancar seus processos de desenvolvimento (BRENA, 1996). Hoje, alguns países são detentores de coberturas florestais expressivas porque reconheceram, desde cedo, o valor e a importância dos recursos florestais, não só como fonte energética e de matéria prima, mas também para a conservação e estabilidade dos demais recursos naturais renováveis.

Segundo Brena (1996) o Brasil também vem utilizando seus recursos florestais, desde seu descobrimento, como um dos fatores de promoção de seu desenvolvimento. Todavia, mesmo após cinco séculos, ainda não reconhece integralmente o valor e a importância deles. Apesar de contar com uma legislação florestal e ambiental satisfatória, na grande maioria das vezes continua usando seus recursos florestais sem critério técnicos apropriados e uma base sólida de informações, que permita definir onde, quando, como e em que quantidade esses podem ser utilizados.

Nos estudos florestais, um dos principais objetivos é a obtenção de estimativas de volume total e comercial com e sem casca, sendo para isso muito utilizado as equações de volume comerciais ou totais, ajustadas de forma independente. Elas servem para estimar volumes individuais de árvores e, utilizando unidades amostrais (parcelas), chega-se às estimativas de volume por parcelas, podendo em seguida ser extrapolado para o hectare e, por fim, para toda a população em estudo (MIGUEL et al., 2010).

O procedimento de maior uso na estimativa do volume individual é o emprego de equações em que o volume é a variável dependente, associado a variáveis independentes de fácil mensuração na floresta, como o diâmetro à altura do peito e a altura de planta (MACHADO et al., 2009). Existem diversos modelos volumétricos consagrados no meio florestal desenvolvidos para a obtenção da variável volume, os quais são ajustados para cada caso específico, gerando uma equação volumétrica, e essa quando oferece boas estatísticas é capaz de captar as variações do povoamento florestal e ao mesmo tempo estimar de forma confiável, dentro de um erro admissível o volume presente da população. Assim como existem modelos para estimar o variável volume, existem também para a estimativa da variável altura. De acordo com Miguel (2009), os modelos para estimativa do volume que leva em consideração a variável altura e diâmetro são superiores, aos modelos que levam em consideração apenas o diâmetro. Como a obtenção da altura é uma atividade demorada, implicando em custos mais elevados nos inventários florestais, é prática usual medir-se algumas alturas em campo e depois ajustarem-se modelos em função do diâmetro para estimar as demais.

Segundo Austregésilo et al. (2004) o planejamento é essencial no manejo florestal, em razão do longo tempo envolvido e também das dificuldades de promover mudanças bruscas na condução de uma floresta, sem alterar a sustentabilidade.

Com base no mencionado, objetivo do trabalho é a avaliar características biométricas e mortalidade em diferentes clones de *Eucalyptus* e ajustar modelos hipsométricos e volumétricos.

MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental Prof. Dr. Luís Eduardo de Oliveira Sales - Unidade Básica de Biociência Campus II do Centro Universitário de Mineiros, localizada na Microrregião Sudoeste de Goiás tendo como referência as coordenadas geográficas 17°36'00" e 17°35'04" de Latitude Sul e 52°38'16" e 52°37'20" de Longitude Oeste de Greenwich.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é o tipo Aw, tropical úmido, caracterizado por duas estações bem definidas: uma seca, que corresponde ao outono e inverno, indo do mês de maio ao mês de setembro e a outra úmida, com chuvas torrenciais, correspondendo ao período de primavera e verão. A precipitação média anual variando de 1.200 a 1.500 mm, com média anual em torno de 1.300 mm e temperatura média em torno de 22,5 °C.

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, com três clones de *Eucalyptos* spp. (Ripasa I, Ripasa II e IPBR) e 4 repetições.

Para instalação do experimento, procedeu-se o combate a formigas dois meses que antecedeu o plantio, realizado com iscas granuladas, com o combate inicial nos primeiros dias e durante todo o primeiro ano feito através de rondas eliminando todos os focos de formigueiros.

Para o preparo da área foram necessárias duas gradagens, sendo que a primeira para realizar a descompactação do solo e outra para nivelamento do terreno. Para minimizar os custos, procedeu-se a incorporação do calcário juntamente com a segunda gradagem.

Os sulcos foram abertos por sulcadores tracionados acoplados ao trator, com profundidade de 25 cm. A adubação de plantio foi de 200 g de adubo por cova, na formulação 06-30-12 de NPK. As adubações de manutenção foram realizadas aos 45 dias com NPK 20-0-20 e 80 dias com NPK 0-0-45.

O plantio das mudas foi realizado no período de 10/08/2007 a 20/08/2007 e o replantio das mudas mortas aos 30 dias após o plantio, sendo todos feitos manualmente.

As avaliações biométricas foram realizadas em 18 plantas por parcela entre os dias 10 e 15 de maio de 2014, quando as plantas apresentavam 6,7 anos após plantio. A coleta de dados foi realizada com o auxílio de uma fita diamétrica para obtenção dos diâmetros à altura do peito (DAP); e de um clinômetro, marca Suunto, para medir a altura das árvores. Nessa ocasião, também foi realizado o levantamento da taxa de mortalidade de árvores avaliando todas as plantas de cada parcela, por meio da Equação 1.

$$M = 100 \frac{n}{N} \quad (1)$$

em que: M = taxa de mortalidade (%); n = número de árvores mortas; N = número de árvores identificadas.

Os dados biométricos foram submetidos às análises de variância e a comparação de médias foi realizada usando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para execução das análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico “Assistat 7.6”.

Na Tabela 1 são apresentados os três modelos hipsométricos utilizados na presente pesquisa.

Tabela 1. Modelos hipsométricos utilizados para obtenção da altura de planta

Metodologia	Equação
Trorey	$Ln h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \varepsilon$
Stoffels	$Ln h = \beta_0 + \beta_1 Ln DAP + \varepsilon$
Curtis	$Ln h = \beta_0 + \beta_1 / DAP + \varepsilon$

Ln - logaritmo neperiano; *h* - altura de planta (m); β - coeficientes de regressão; *DAP* - diâmetro à altura do peito (cm); ε - erro padrão de estimativa.

Foram testados três modelos para estimativa do volume de madeira, dois simples (Kopezky-Gehrhardt e Husch) e um de entrada dupla (Schumacher-Hall), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Modelos utilizados para obtenção do volume de madeira

Entrada	Metodologia	Equação
Simple	Kopezky-Gehhardt	$v = \beta_0 + \beta_1 DAP^2 + \varepsilon$
Simple	Husch	$Ln v = \beta_0 + \beta_1 Ln DAP + \varepsilon$
Dupla	Schumacher-Hall	$v = \beta_0 DAP^{\beta_1} h\beta_2 + \varepsilon$

v - volume (m^3); β - coeficientes de regressão; DAP - diâmetro à altura do peito (cm); ε - erro padrão de estimativa; Ln - logaritmo neperiano, h - altura de planta (m).

Para comparação dos métodos de obtenção do volume de madeira e dos modelos hipsométricos utilizados para obtenção da altura de planta foram correlacionados os valores estimados pelos métodos com os medidos. Foram considerados os coeficientes “a” e “b” das respectivas regressões lineares simples e o coeficiente de determinação (r^2). A melhor alternativa foi aquela que apresentou coeficiente de regressão “a” próximo de zero, coeficiente “b” próximo da unidade e maior coeficiente de determinação. A precisão foi dada pelo coeficiente de determinação, pois indica o grau em que a regressão explica a soma do quadrado total.

A análise de desempenho dos modelos foi feita comparando os valores obtidos pelos métodos empíricos com os medidos. A metodologia de Allen et al. (1989) foi adotada para comparação dos resultados. Essa metodologia fundamenta-se no erro-padrão da estimativa (EPE), calculada pela Equação 2. O melhor método para estimativa dos parâmetros foi aquele que apresentou o menor EPE.

$$EPE = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n - 1} \right]^{1/2} \quad (2)$$

em que: EPE = erro-padrão de estimativa; X_i = valores medidos; Y_i = valores estimadas; e n = número de observações.

A aproximação dos valores estimados por determinado método estudado, em relação aos valores obtidos diretamente, foi obtida por um índice designado concordância ou ajuste, representado pela letra “d” (WILLMOTT et al., 1985), onde seus valores variam desde zero, onde não existe concordância, a 1, para a concordância perfeita. O índice de concordância (d) foi calculado aplicando-se a equação 3. Para validação do modelo, obteve-se também o coeficiente de correlação de Pearson (r) pela equação 4 e o coeficiente de confiança ou desempenho (c) pela equação 5.

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^n \left[(X_i - \bar{X}) + (Y_i - \bar{Y}) \right]^2} \quad (3)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (4)$$

$$c = r d \quad (5)$$

em que: d = índice de concordância ou ajuste de Willmott; X_i = valores medidos; Y_i = valores

estimados; \bar{X} = média dos valores medidos; \bar{Y} = média dos valores estimados; n = número de observações; r = coeficiente de correlação de Pearson; c = coeficiente de confiança ou desempenho.

Segundo Cohen (1988), o coeficiente de correlação (r) pode ser classificado como: “muito baixo” ($r < 0,1$); “baixo” ($0,1 < r < 0,3$); “moderado” ($0,3 < r < 0,5$); “alto” ($0,5 < r < 0,7$); “muito alto” ($0,7 < r < 0,9$); e “quase perfeito” ($r > 0,9$).

O coeficiente c, proposto por Camargo; Sentelhas (1997) é interpretado de acordo com os referidos autores como: “ótimo” ($c > 0,85$); “muito bom” ($0,76 < c < 0,85$); “bom” ($0,66 < c < 0,75$); “mediano” ($0,61 < c < 0,65$), “sofrível” ($0,51 < c < 0,60$), “mau” ($0,41 < c < 0,50$) e “péssimo” ($c < 0,40$).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Verifica-se na Tabela 3 que os clones não apresentaram diferença significativa para os parâmetros diâmetro à altura do peito (DAP) e taxa de mortalidade (TM). O eucalipto Ripasa I apresentou maior altura de planta em relação aos demais clones, possivelmente, esse resultado foi devido a maior taxa de mortalidade desse tratamento, diminuindo a competição entre as plantas e proporcionando maior ganho biométrico, como observado por Berger et al. (2002) e Martins et al. (2011). Numericamente, observou-se maior volume total de madeira para Ripasa I, entretanto, a diferença não foi significativa devido ao alto valor de coeficiente de variação.

Tabela 3. Valores médios de diâmetro à altura do peito (DAP), altura de planta, taxa de mortalidade (TM) e volume total de madeira (v) por diferentes clones de Eucalyptus. Mineiros-GO, UNIFIMES, 2013.

Fator	Clones			dms	CV (%)
	Ripasa I	Ripasa II	IPBR		
DAP (cm)	20,27 a	19,54 a	17,22 a	4,01	9,71
Altura (m)	28,56 a	25,52 b	24,98 b	2,58	4,50
TM (%)	19,44 a	4,17 a	15,28 a	19,98	71,07
v (m ³)	0,50 a	0,43 a	0,39 a	0,17	22,05

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na Tabela 4 estão os resultados do ajuste dos modelos hipsométricos para a obtenção da estimativa da variável altura, em função do DAP, com seus respectivos coeficientes de regressão.

Tabela 4. Modelos hipsométricos utilizados para obtenção da altura de planta (m) em função do diâmetro à altura do peito (cm)

Metodologia	Modelo
Trorey	$h = \exp(2,69E+0^{**} + 4,43E-2^{*} \text{DAP} - 6,87E-4^{*} \text{DAP}^2)$
Stoffels	$h = \exp(2,28E+0^{*} + 3,38E-1^{*} \text{Ln DAP})$
Curtis	$h = \exp(3,58E+0^{*} - 5,67E+0^{**} / \text{DAP})$

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Observa-se na Figura 1 que os modelos testados subestimam a altura de planta após as mesmas alcançarem 26 m. Observou-se também que os modelos apresentaram altos valores de $\beta 1$ e baixos valores

de coeficiente de determinação (r^2). O desempenho não satisfatório dos modelos é comprovado na Tabela 5. Os modelos apresentaram altos valores de erro padrão de estimativa (EPE) e baixos valores de concordância de Willmott (d) e correlação de Pearson (r), que impactou em baixo coeficiente de confiança (c). Diante desse desempenho, os modelos foram classificados como “sofrível” de acordo com Camargo; Sentelhas (1997). Sousa et al. (2013) avaliando relações hipsométricas para *Eucalyptus urophylla* no Sudoeste da Bahia também não observaram desempenho satisfatório dos modelos de Stoffels e Curtis. Diante disso, pesquisas adicionais que abordam esse tema deveram ser realizadas para identificação de modelos hipsométricos que estimem precisamente a altura de planta por meio do DAP.

Figura 1. Valores de altura de planta de diferentes clones de eucalipto obtidos por medida direta e por estimativas Trorey, Stoffels e Curtis.

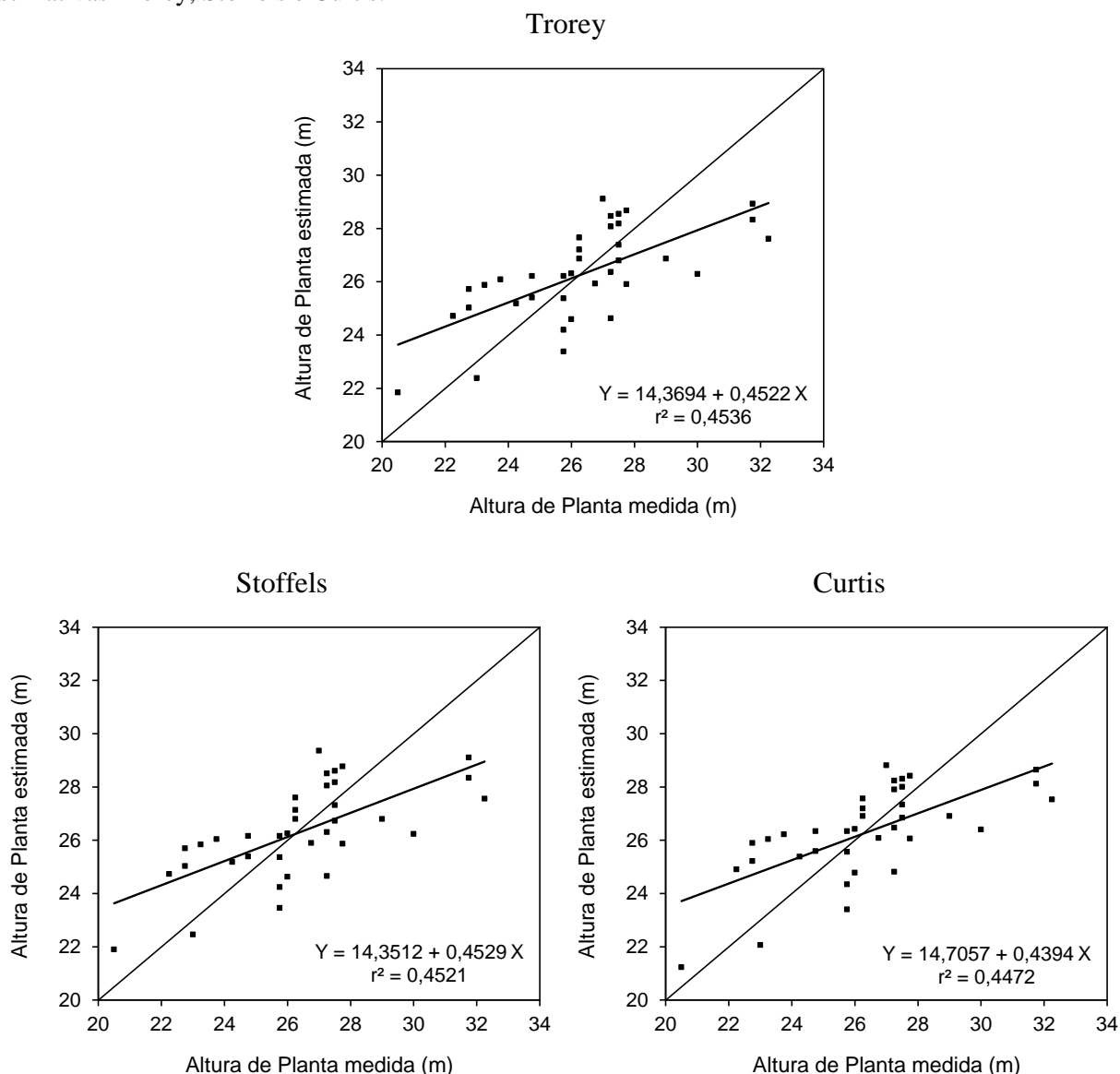


Tabela 5. Valores do erro padrão de estimativa (EPE), concordância de Willmott (d), correlação de Pearson (r), coeficiente de confiança (c) e desempenho de Camargo e Sentelhas, obtidos das correlações entre os valores de altura de planta (AP) medido e estimados por meio dos métodos testados.

Método	AP	EPE	d	r	c	Desempenho
Medido	26,3542	-	-	-	-	-
Trorey	26,2855	1,9461	0,7723	0,7036	0,5434	Sofrível
Stoffels	26,2861	1,9488	0,7725	0,7050	0,5446	Sofrível
Curtis	26,2846	1,9577	0,7641	0,6957	0,5316	Sofrível

Na Tabela 6 estão os resultados do ajuste dos modelos de simples (função do DAP) e dupla (função do DAP e altura de planta) entrada para a obtenção do volume total de madeira, com seus respectivos coeficientes de regressão.

Tabela 6. Modelos de simples e dupla entrada utilizados para a estimativa do volume de madeira (v) em função do diâmetro à altura do peito (DAP) e altura de planta (h)

Metodologia	Equação
Kopezky-Gehhardt	$v = -1,18E-1^{**} + 2,39E-3^{**} DAP^2$
Husch	$Ln v = -7,10E+0^{**} + 2,31E+0^{**} Ln DAP$
Schumacher-Hall	$v = 6,71E-3^* DAP^{2,00E+0^{**}} h 1,17E-2^{**}$

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Observa-se na Figura 2 que os modelos Kopezky-Gehhardt e Husch superestimaram e Schumacher-Hall subestimaram o volume de madeira total de eucalipto. Entretanto, essa diferença foi pequena, como observados os coeficientes de regressão, em que β_1 apresentaram valores próximos a zero e β_2 próximos a unidade. Verifica-se também que os modelos testados apresentaram coeficientes de regressão satisfatórios.

Figura 2. Valores de volume de madeira de diferentes clones de eucalipto obtidos por medida direta e por estimativas de Kopezky-Gehhardt, Husch e Schumacher-Hall. **(Continua)**

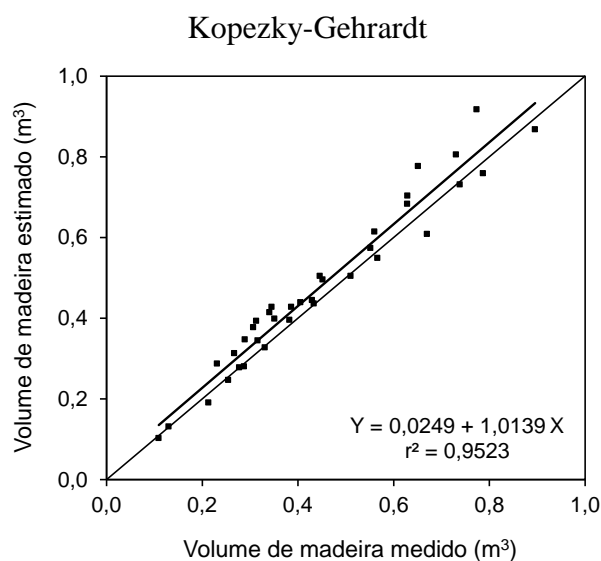
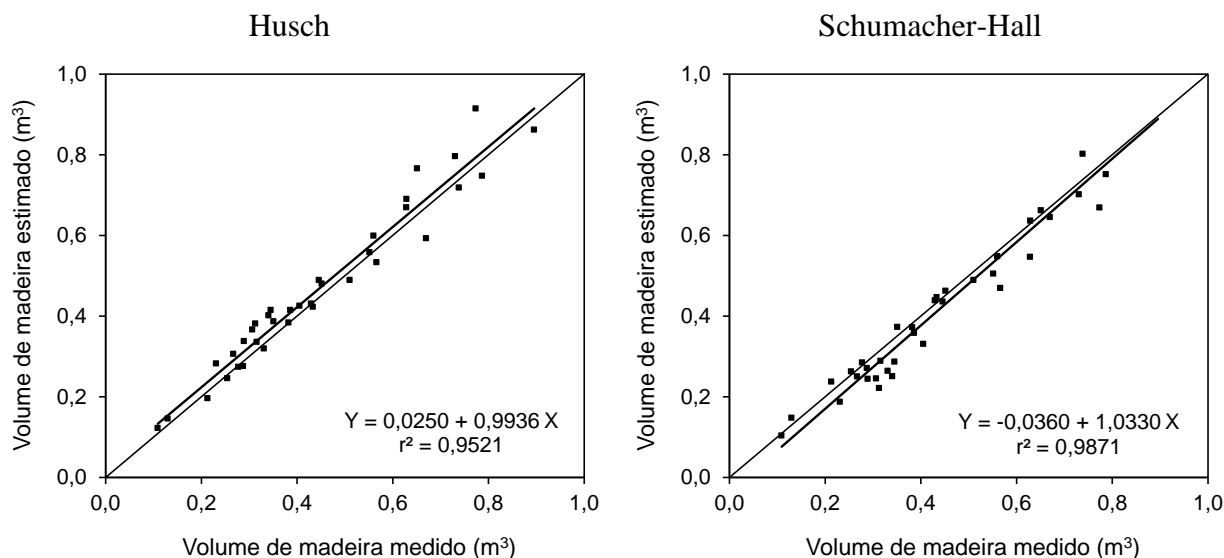


Figura 2. Valores de volume de madeira de diferentes clones de eucalipto obtidos por medida direta e por estimativas de Kopezky-Gehhardt, Husch e Schumacher-Hall. **(Conclusão)**



Verificam-se na Tabela 7 que os modelos de estimativa do volume total de madeira apresentaram baixos valores de EPE e altos valores “d” e “r”. Esses últimos impactaram positivamente no valor de “c” proporcionando desempenho “ótimo”, segundo classificação de Camargo; Sentelhas (1997). Apesar de todos os modelos apresentarem ótimo desempenho, os modelos Kopezky-Gehhardt e Husch devem ser preferidos, pois necessitam apenas de um parâmetro de entrada. O modelo de Schumacher-Hall, além do DAP, necessita também da altura de planta para ser alimentado. Miguel et al. (2010) em plantação de *Eucalyptus grandis* e Leal (2013) em *Eucalyptus urophylla*, ambos em Rio Verde-GO, também verificaram estimativas satisfatórias pelos três modelos estudados na presente pesquisa.

Tabela 7. Valores do erro padrão de estimativa (EPE), concordância de Willmott (d), correlação de Pearson (r), coeficiente de confiança (c) e desempenho de Camargo e Sentelhas, obtidos das correlações entre os volumes de madeira (v) medido e estimados por meio dos métodos testados.

Método	AP	EPE	d	r	c	Desempenho
Medido	0,4440	-	-	-	-	-
Kopezky-Gehhardt	0,4751	0,0548	0,9813	0,9636	0,9456	Ótimo
Husch	0,4661	0,0494	0,9845	0,9695	0,9544	Ótimo
Schumacher-Hall	0,4227	0,0521	0,9834	0,9693	0,9532	Ótimo

É oportuno ressaltar que era esperado melhor desempenho do modelo de Schumacher-Hall em relação aos demais, justamente pelo volume de madeira ser obtido pela soma das informações DAP e altura de planta. Possivelmente esse resultado não foi obtido devido à altura de planta não ter correlacionado satisfatoriamente com o DAP (Tabela 5).

CONCLUSÃO

Os clones de eucalipto não diferiram no diâmetro à altura do peito, taxa de mortalidade e volume de madeira total e o Ripasa I apresenta maior altura de planta.

Os modelos hipsométricos testados não estimam satisfatoriamente a altura de planta dos clones de eucalipto testados.

Os modelos simples e duplo para estimativa do volume total de madeira apresentaram bom desempenho, entretanto, os de Kopezky-Gehhardt e Husch devem ser preferidos em povoamento de eucalipto em Mineiros-GO, por sua simplicidade de uso.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G. et al. Operational estimates of reference evapotranspiration. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n. 4, p. 650-662, 1989.
- AUSTREGÉSILO, S. L. et al. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma floresta estacional semidecidual secundária. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 227-232, 2004.
- BERGER, R. et al. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 75-87, 2002.
- BRENA, D. A. Proposição de um sistema de inventário florestal nacional para o Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 109-127, 1996.
- CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1988. 569 p.
- LEAL, F. A. **Técnicas de sensoriamento remoto e geoestatística aplicadas em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* s. t. Blake para estimativa de volume**. Brasília: UnB. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2013. 96p.
- MACHADO, S. A. et al. Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2428-2434, 2009.
- MARTINS, F. B. et al. Índices de competição em árvores individuais de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 9, p. 1089-1098, 2011.
- MIGUEL, E. P. **Desenvolvimento de equações hipsométricas e volumétrica para estimar o volume total e comercial de *Eucalyptus urophylla* na região Norte do Estado de Goiás**. Curitiba: UFPR. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2009. 161p.
- MIGUEL, E. P. et al. Ajuste de modelo volumétrico e desenvolvimento de fator de forma para plantios de *Eucalyptus grandis* localizados no município de Rio Verde-GO. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-13, 2010.
- SOUSA, G. T. O. et al. Relações hipsométricas para *Eucalyptus urophylla* conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 9, n. 4, p. 1-7, 2013.
- WILLMOTT, C. J. et al. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, v. 90, n. 5, p. 8995-9005, 1985.

