

EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS PARA ÁRVORES EM SISTEMA SILVIPASTORIL E EM PLANTIO PURO DE *Eucalyptus dunnii*

Denise Jeton Cardoso¹, Luziane Franciscon², Marilice Cordeiro Garrastazu³, Maria Augusta Doetzer Rosot⁴, Luiz Henrique Fiorucci⁵

RESUMO

Embora existam muitas publicações apresentando o ajuste de modelos matemáticos para estimar volume de árvores que crescem em plantações florestais, determinadas situações são pouco estudadas ou não estão disponíveis na literatura. Com o objetivo de suprir esta falta, realizou-se a cubagem de 11 árvores de uma plantação de *Eucalyptus dunnii* em espaçamento 2,5 m por 3 m com 20 anos de idade, e 10 de árvores-brotação crescendo após 5 anos do corte. Também foram amostradas 11 árvores de *E. dunnii* e 10 de *Grevillea robusta* de um sistema silvipastoril plantadas em espaçamento 14 m por 3 m, com 8 anos de idade. A cubagem foi realizada pelo método não destrutivo, sem a derrubada da árvore, sendo utilizado o dendrômetro Criterion RD 1000. Para cada conjunto de dados foram ajustados nove modelos, que têm como variáveis independentes o DAP (diâmetro à altura do peito) ou o DAP e altura em diferentes transformações. O fator de forma das árvores do sistema silvipastoril variou entre 0,3004 e 0,4478, para *E. dunnii* com DAP entre 41,9 e 58,6 cm e entre 0,3924 e 0,5825 para *G. robusta* com DAP entre 15,3 e 27,1 cm, valores estes esperados para árvores crescendo em espaçamento amplo. No plantio puro as árvores adultas de *E. dunnii* com DAP entre 29 e 68,8 cm apresentaram fator de forma entre 0,4205 e 0,5548 e as brotações com DAP entre 3,8 e 11,5 cm, fator de forma entre 0,4482 e 0,9738. As equações mais indicadas para o sistema silvipastoril foram $v = \exp(-6,045069 + 0,592587 \cdot \ln(d^2 \cdot h)) \cdot 1,00477$, para *E. dunnii* e $v = \exp(-9,31202 + 1,66679 \cdot \ln d + 1,06327 \cdot \ln h) \cdot 1,00939$ para *G. robusta*. Para o plantio puro de *E. dunnii* as equações $v = 32,20166 - 1,874182 \cdot d + 0,026044 \cdot d^2 + 0,040554 \cdot d \cdot h - 0,000528 \cdot d^2 \cdot h - 0,691022 \cdot h$ e $v = 0,00049626 \cdot d^2$ foram as de melhor ajuste e precisão para as árvores adultas e para as brotações, respectivamente.

Palavras-chave: *Grevillea robusta*; fator de forma; estimativa de volume.

¹ Engenheira Florestal, Dr., Pesquisadora da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CEP 83411-000, Colombo (PR), denise.cardoso@embrapa.br

² Estatística, Msc., Analista da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CEP 83411-000, Colombo (PR), luziane.franciscon@embrapa.br

³ Engenheira Florestal, Msc., Pesquisadora da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CEP 83411-000, Colombo (PR), marilice.garrastazu@embrapa.br

⁴ Engenheira Florestal, Dr., Pesquisadora da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CEP 83411-000, Colombo (PR), augusta.rosot@embrapa.br

⁵ Graduando em Engenharia Florestal na UFPR, luiz_fiorucci7@hotmail.com

STEM VOLUME EQUATIONS FOR TREES IN SILVOPASTORAL SYSTEMS AND *Eucalyptus dunnii* PLANTATIONS

Although there are many studies showing the adjustment of mathematical models to estimate tree volume in forest plantations, some situations are either poorly studied or unavailable in the literature. In order to address this lack of information, we measured 11 trees in an *Eucalyptus dunnii* plantation, with 20 year-old trees spaced 2.5 m x 3 m, and 10 *E. dunnii* regrowth trees five years after clear cut. We also sampled 11 *E. dunnii* trees and 10 *Grevillea robusta* in a silvopastoral system planted with a spacing of 14 m x 3 m, at eight years of age. We used a non-destructive method, without felling the tree, and the Criterion RD dendrometer 1000 to estimate the volume. For each set of data we adjusted nine models that have DBH (diameter at breast height) or DBH and height as independent variables for different transformations. The form factor of the trees in the silvopastoral system ranged between 0.3004 and 0.4478 for *E. dunnii*, with DBH between 41.9 and 58.6 cm; for *G. robusta* the form factor ranged between 0.3924 and 0.5825 with DBH between 15.3 and 27.1 cm. These values are expected for trees growing in wide-spacing regimes. In the *E. dunnii* plantation, adult trees with DBH between 29 and 68 cm presented a form factor between 0.4205 and 0.5548; for regrowth trees with DBH between 3.8 and 11.5 cm we found a form factor between 0.4482 and 0.9738. The most suitable equations for the silvopastoral system were $v = \exp(-6.045069 + 0.592587 \cdot \ln(d^2 \cdot h)) \cdot 1.00477$ for *E. dunnii* and $v = \exp(-9.31202 + 1.66679 \cdot \ln d + 1.06327 \cdot \ln h) \cdot 1.00939$ for *G. robusta*. For *E. dunnii* plantations, the equations $v = 32.20166 - 1.874182 \cdot d + 0.026044 \cdot d^2 + 0.040554 \cdot d \cdot h - 0.000528 \cdot d^2 \cdot h - 0.691022 \cdot h$ and $v = 0.00049626 \cdot d^2$ were the most accurate for adult and regrowth trees, respectively.

Key words: *Grevillea robusta*; form factor; volume estimation.

INTRODUÇÃO

O uso de equações volumétricas é amplamente conhecido e utilizado no setor florestal, tanto para estimar volume de árvores em plantações florestais como em florestas nativas. É um procedimento útil também para estimativa de carbono de biomassa, quando o volume é multiplicado pela densidade da madeira e por um fator de expansão de biomassa, ambos obtidos da literatura.

No entanto para determinadas espécies, idades e arranjos de plantio não se dispõe de equações publicadas. Para plantações de *Eucalyptus dunnii*, algumas publicações apresentam equações robustas que podem ser aplicadas em grande variedade de situações, como as apresentadas por Schneider et al. (1997) para plantios de 6,5 anos de idade, equações de afilamento ajustadas por Felde (2010) para idades de 2,7 a 20,4 anos e equações de volume e de afilamento ajustadas por Figueiredo Filho et al (2014) para DAP entre 6,4 e 39,8 cm e altura entre 11,3 e 38,5m. Porém equações que representem especialmente plantações desbastadas com cerca de 20 anos de idade, que apresentam árvores de rebrota, não estão contempladas.

Da mesma forma, as plantações de árvores em sistema silvipastoril, dispõem de poucas publicações com foco no crescimento das árvores e na elaboração de equações para estimar altura e volume, como foi realizado por Muller et al (2009; 2014), ou para estimar volume cilíndrico de copa, realizado por Daniel et al (2013). Devido a variedade de espécies, arranjos espaciais, condições de sítio, idade e regime de manejo, cada sistema silvipastoril ou agroflorestal apresenta características únicas e requer o ajuste de uma equação própria para estimativa de altura, volume, biomassa.

A coleta de dados de cubagem quase sempre é realizada com a derrubada das árvores a medir, no entanto este método muitas vezes torna-se inviável. A retirada de árvores em um sistema silvipastoril fora do período em que as árvores necessitem de um desbaste pode comprometer a

funcionalidade do sistema como um todo. Plantios puros de árvores para fins de pesquisa também apresentam restrições ao corte. Assim o método não destrutivo, em que não há o corte da árvore, pode ser o mais indicado nesses casos.

Entre os equipamentos utilizados para medições no método não destrutivo está o dendrômetro Criterion RD1000, que permite a medição do diâmetro a diferentes alturas da árvore, com uma mira a laser, desde que conhecida a distância até a árvore. A viabilidade do uso deste equipamento para quantificar volume foi atestada por Rodriguez et al (2014), Yoon et al (2013), sendo utilizada também para medição de altura por Huerta e van der Wal (2012) e para medição de diâmetro de árvores muito grandes por Rutten et al (2015). No Brasil, Oliveira (2013) avaliou o Criterion e outros equipamentos para medição de diâmetro e quantificação de volume, e concluiu que não houveram diferenças significativas nas estimativas produzidas a 95% de probabilidade.

Assim visando suprir a necessidade de equações de volume para plantação de *E. dunnii* desbastada e com cerca de 20 anos de idade e também para sistema silvipastoril com *E. dunnii* e *G. robusta*, elaborou-se o presente estudo, utilizando-se o método de cubagem não destrutivo.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada em dois pontos no município de Ponta Grossa- PR, sendo um deles em plantio puro de *E. dunnii* com 20 anos de idade (22J coordenadas 0592612 E, 7219188 S), em espaçamento 2,5 X 3m, submetido a desbaste, portanto com ocorrência de árvores de rebrota. O outro ponto é em um sistema silvipastoril com 8 anos de idade (22J coordenadas 0595733 E, 7220963 S), com renques de uma linha, plantados a cada 14 m e com espaçamento de 3 m entre árvores na linha, alternando árvores de *E. dunnii* e *G. robusta*.

No plantio puro de *E. dunnii* foram realizadas 21 cubagens, sendo 10 de árvores adultas e 11 árvores de rebrota; no sistema silvipastoril foram medidas 21 árvores, sendo 11 de *E. dunnii* e 10 de *G. robusta* distribuídos nas amplitudes de DAP e de altura que constam na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição de DAP e altura das cubagens

Variável	Plantio puro		Sistema silvipastoril	
	Árvores adultas	Árvores de rebrota	<i>Eucalyptus dunnii</i>	<i>Grevillea robusta</i>
DAP mínimo (cm)	29,0	3,8	41,9	15,3
DAP máximo (cm)	68,8	11,5	58,6	27,1
DAP médio (cm)	43,9	6,4	46,7	22,7
Altura mínima (m)	28,7	6,5	14,7	7,8
Altura máxima (m)	47,6	14,6	23,9	17,0
Altura média (m)	38,8	10,3	20,6	12,7

As cubagens foram realizadas pelo método não destrutivo, utilizando-se o dendrômetro Criterion RD 1000, que dispõe de uma mira a laser para as medições. Em cada árvore foram tomadas no mínimo 10 medidas de diâmetro ao longo do fuste, sempre evitando as partes encobertas pela copa ou que se confundiam com um fuste vizinho. O cálculo do volume de cada árvore foi realizado pelo método de Smalian. Também calculou-se o fator de forma das árvores, em cada conjunto de dados, pela fórmula $F.F = \text{volume medido} \cdot \text{volume cilindro}^{-1}$ e foi avaliado o comportamento deste para a amplitude de DAP considerada, por meio de gráficos.

Cada conjunto de dados formado por DAP, altura e volume foi submetido ao ajuste de 9 modelos (Tabela 2) e foi selecionado o modelo com menor syx%, maior R^2 ajustado, maior valor F e melhor distribuição de resíduos. Para os modelos logarítmicos, o valor do volume estimado foi multiplicado pelo Fator de Meyer dado por $F_m = e^{0,5 \cdot QME}$, onde QME= quadrado médio do erro, para corrigir a discrepância logarítmica.

Tabela 2. Modelos ajustados para cada conjunto de dados

Modelo	Autor
$v = b_0 + b_1 \times d^2 \times h$	Spurr
$v = b_0 + b_1 \times d + b_2 \times d^2$	Dissescu-Meyer
$v = b_0 + b_1 \times d^2$	Kopecky-Gehrhardt
$v = b_1 \times d^2$	Kopecky-Gehrhardt (sem b_0)
$v = b_1 \times d + b_2 \times d^2$	Dissescu-Meyer (sem b_0)
$\ln v = b_0 + b_1 \times \ln d$	Hummel
$\ln v = b_0 + b_1 \times \ln d + b_2 \times \ln h$	Schumacher-Hall
$\ln v = b_0 + b_1 \times \ln (d^2 \times h)$	Spurr (log)
$v = b_0 + b_1 \times d + b_2 d^2 + b_3 \times d \times h + b_4 \times d^2 \times h + b_5 \times h$	Meyer

RESULTADOS

As cubagens realizadas no plantio puro de *Eucalyptus dunnii* indicaram variação do volume de árvores adultas de 0,9229 a 7,4322 m³ e do fator de forma, de 0,4205 a 0,5548, média 0,4743. Entre as rebrotas, o volume variou de 0,0064 a 0,0683 m³ e o fator de forma de 0,4482 a 0,9738, média 0,6334. Estes valores de fator de forma estão compatíveis com os resultados obtidos por Oliveira et al (1999), 0,45 a 0,60, para fator de forma comercial até 5 cm de diâmetro, para diversas espécies de *Eucalyptus*, com DAP médio entre 22,9 e 31,6 cm.

Entre as árvores adultas observou-se que o comportamento do fator de forma é constante para toda a amplitude de DAP analisada, enquanto entre as árvores de rebrota, há uma tendência de redução do fator de forma com o aumento do DAP (Figura 1). Para árvores muito jovens e com DAP menor que 6 cm é de se esperar que tenham fustes mais cilíndricos, portanto com fator de forma próximo de 1.

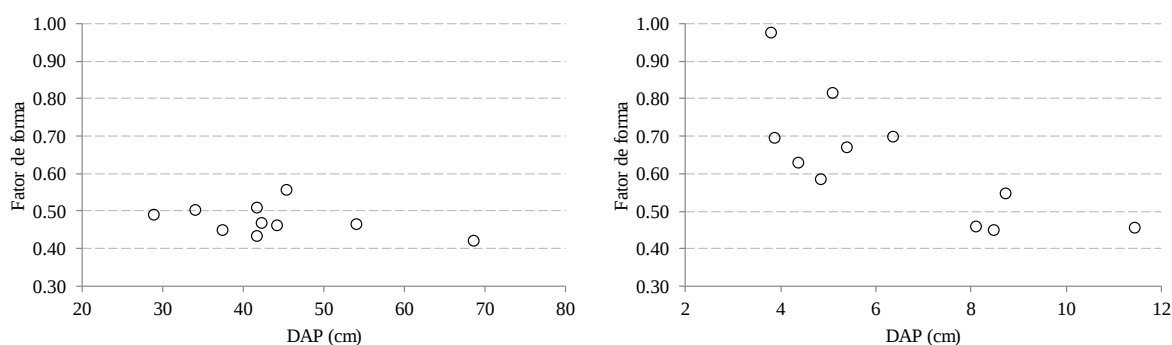


Figura 1. Fator de forma dos fustes em relação ao DAP, para plantio puro de *E. dunnii* aos 20 anos, árvores adultas (à esquerda) e árvores de rebrota (à direita).

As cubagens do sistema silvipastoril indicaram variação do volume de árvores de *E. dunnii* de 0,9208 a 1,6881 m³ e do fator de forma, de 0,3004 a 0,4478, média 0,3890. Entre as árvores de *G. robusta* o volume variou de 0,0833 a 0,3940 m³ e o fator de forma de 0,3924 a 0,5825, média 0,4832 (Figura 2).

Em sistema silvipastoril em que praticamente não há restrição de luminosidade, as árvores tendem a crescer mais em diâmetro que em altura, o que pode gerar fator de forma menor nestas situações, que em plantio puro em espaçamentos menores, como 2 X 2m ou 2 X 3m. Baggio (1983) e Porfírio da Silva (1984) utilizaram fator de forma 0,4 para estimar o volume de *Grevillea robusta* em sistema agroflorestal e silvipastoril. Em contrapartida, Canto e Schneider (2004) obtiveram fator de forma comercial igual a 0,79 aos 8 anos de idade, para essa espécie, considerando árvores dominantes.

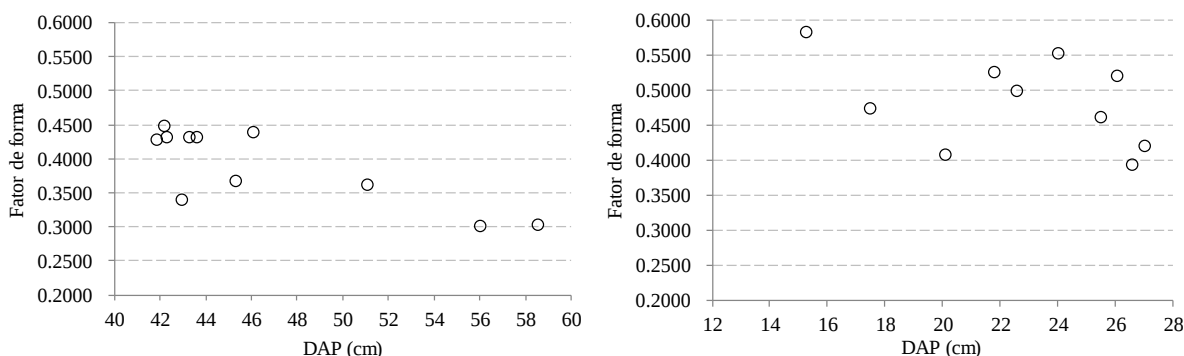


Figura 2. Fator de forma dos fustes em relação ao DAP, para sistema silvipastoril com *E. dunnii* e *G. robusta* aos 8 anos, *E. dunnii* (à esquerda) e *G. robusta* (à direita).

Para o plantio puro de *E. dunnii* as equações $v = 32,20166 - 1,874182.d + 0,026044.d^2 + 0,040554.d.h - 0,000528.d^2.h - 0,691022.h$ ($R^2 = 0,9914$ e $syx = 5,79\%$) e $v = 0,00049626.d^2$ ($R^2 = 0,8934$ e $syx = 10,71\%$) foram as de melhor ajuste e precisão para as árvores adultas e para as brotações, respectivamente. Resultado de ajuste e precisão semelhante foi obtido por Figueiredo Filho et al (2014), com $R^2 = 0,989$ e $syx = 8,26\%$, para o modelo de Schumacher-Hall para esta espécie, considerando amplitude de DAP entre 6,4 e 39,8 cm e altura 11,3 e 39,5 m. Este modelo também esteve entre os de melhor resultado no presente estudo, porém considera-se preferível, sempre que possível, utilizar modelos não logaritmizados, para evitar estimativa inadequada, no caso de árvores ligeiramente fora do intervalo de DAP e altura contemplados no ajuste.

O modelo de Meyer gerou os melhores resultados tanto para árvores adultas quanto para árvores de rebrota, mas por ser muito flexível gerou resultados incompatíveis ao ser testado para árvores fora dos limites de DAP e altura considerados no ajuste para árvores de rebrota. Portanto deve ser usado com cautela nesta situação.

As equações recomendadas para o sistema silvipastoril foram $v = \exp(-6,045069 + 0,592587.Ln(d^2.h)).1,00477$, para *E. dunnii* ($R^2 = 0,7628$ e $syx = 9,31\%$) e $v = \exp(-9,31202 + 1,66679.Ln d + 1,06327.Ln h).1,00939$ para *G. robusta* ($R^2 = 0,9004$ e $syx = 13,97\%$), embora para esta última espécie o modelo de Meyer tenha gerado maior R^2 e menor syx . No entanto quando utilizado para árvores com DAP menor que 15 cm, que não fizeram parte do ajuste, gerou resultado insatisfatório.

Para plantações de *G. robusta* com 8 anos de idade, Ferreira et al (2004) obtiveram melhores resultados de ajuste com o modelo logaritmizado que inclui a variável combinada d^2h (modelo de Spurr logaritmizado), com R^2 de 0,977. Este modelo também pode ser considerado de bom ajuste e precisão no presente estudo, pois esteve entre os três de melhor resultado.

Muller et al (2009) ajustaram o modelo de Schumacher-Hall para *Eucalyptus grandis* em sistema silvipastoril aos 10 anos de idade com R^2 de 0,9817. No presente estudo este modelo também esteve entre os três de melhor resultado estatístico, podendo também ser utilizado, desde que o conjunto de dados tenha a mesma amplitude de DAP e altura.

Tabela 3. Coeficientes e estimadores estatísticos do ajuste das 9 equações volumétricas para plantio puro de *E. dunnii* e sistema silvipastoril com *E. dunnii* e *G. robusta*

	Equação	R ² aj.	Syx %	F
<i>E. dunnii</i> adulto	$v = 0,32745 + 0,000032423 \times d^2 \times h$	0,9846	7,76	577,881
	$v = -0,37509 - 0,0013204 \times d + 0,0016965 \times d^2$	0,9470	14,41	81,393
	$v = -0,40629 + 0,0016834 \times d^2$	0,9536	13,48	186,036
	$v = 0,0015253 \times d^2$	0,8754	14,26	656,304
	$v = -0,01691 \times d + 0,0018491 \times d^2$	0,8629	13,50	366,835
	$v = \exp(-7,71784 + 2,30924 \times \ln d) \times 1,01514$	0,9487	14,18	90,119
	$v = \exp(-9,66742 + 1,86903 \times \ln d + 0,98856 \times \ln h) \times 1,00363$	0,9851	8,67	199,932
	$v = \exp(-9,60987 + 0,94701 \times \ln (d^2 \times h)) \times 1,00320$	0,9828	8,21	453,744
	$v = 32,20166 - 1,87418 \times d + 0,026044d^2 + 0,040554 \times d \times h - 0,00052817 \times d^2 \times h - 0,69102 \times h$	0,9914	5,79	209,658
<i>E. dunnii</i> rebrota	$v = 0,00468 + 0,000033159 \times d^2 \times h$	0,9785	11,74	456,813
	$v = 0,006229 - 0,002062 \times d + 0,000642 \times d^2$	0,9803	11,26	249,343
	$v = -0,00055307 + 0,00050391 \times d^2$	0,9805	11,18	504,825
	$v = 0,00049627 \times d^2$	0,8934	10,71	1508,607
	$v = 0,00022842 \times d + 0,00052196 \times d^2$	0,8818	11,08	705,347
	$v = \exp(-7,75101 + 2,06396 \times \ln d) \times 1,01285$	0,9810	11,05	225,020
	$v = \exp(-8,43203 + 1,71448 \times \ln d + 0,56884 \times \ln h) \times 1,01227$	0,9809	11,73	118,447
	$v = \exp(-8,68125 + 0,78693 \times \ln (d^2 \times h)) \times 1,01119$	0,9775	12,01	259,430
	$v = -0,04472 + 0,01074 \times d - 0,000229 \times d^2 - 0,00142 \times d \times h + 0,000088555 \times d^2 \times h + 0,00595 \times h$	0,9837	10,24	121,579
<i>E. dunnii</i> sistema silvipastoril	$v = 0,63338 + 0,000015894 \times d^2 \times h$	0,7409	9,73	26,602
	$v = -5,39909 + 0,24411 \times d - 0,0020993 \times d^2$	0,5809	12,37	7,929
	$v = 0,58595 + 0,00035022 \times d^2$	0,5733	12,48	14,437
	$v = 0,00059626 \times d^2$	0,8773	16,07	430,296
	$v = 0,024217 \times d + 0,00010395 \times d^2$	0,8755	12,33	369,166
	$v = \exp(-4,56725 + 1,26581 \times \ln d) \times 1,00918$	0,5809	12,37	12,517
	$v = \exp(-6,07026 + 1,08949 \times \ln d + 0,72285 \times \ln h) \times 1,00516$	0,7776	9,56	15,101
	$v = \exp(-6,04507 + 0,59259 \times \ln (d^2 \times h)) \times 1,00477$	0,7628	9,31	32,345
	$v = -53,61532 + 2,10642 \times d - 0,020045 \times d^2 - 0,091317 \times d \times h + 0,00087923 \times d^2 \times h + 2,36605 \times h$	0,7591	9,38	7,304
<i>G. robusta</i> sistema silvipastoril	$v = 0,014824 + 0,000025235 \times d^2 \times h$	0,8803	14,32	67,171
	$v = -0,79023 + 0,076254 \times d - 0,0012893 \times d^2$	0,5460	27,90	6,411
	$v = 0,0060875 + 0,00047509 \times d^2$	0,5464	27,88	11,843
	$v = 0,0004856 \times d^2$	0,8350	26,30	157,908
	$v = 0,0012673 \times d + 0,00043342 \times d^2$	0,8146	27,84	70,464
	$v = \exp(-8,48778 + 2,26428 \times \ln d) \times 1,03624$	0,5741	28,66	23,767
	$v = \exp(-9,31202 + 1,66679 \times \ln d + 1,06327 \times \ln h) \times 1,00939$	0,9004	13,97	57,013
	$v = \exp(-9,41094 + 0,911081 \times \ln (d^2 \times h)) \times 1,00888$	0,8824	14,20	119,948
	$v = 2,18653 - 0,20809 \times d + 0,0047394d^2 + 0,021528 \times d \times h - 0,00045388 \times d^2 \times h - 0,227 \times h$	0,8891	13,79	15,426

A análise gráfica dos resíduos apresentada para os dois modelos com melhor ajuste e precisão para cada conjunto de dados (Figura 3), confirma o resultado de que o modelo de Meyer foi o de melhor ajuste e precisão para os quatro conjuntos de dados, com a distribuição de resíduos constante ao longo do eixo x, representado pelo DAP (cm). No entanto, os gráficos de resíduos de outros modelos apresentados na Figura 3 indicam também a viabilidade de sua aplicação.

CONCLUSÃO

As equações mais indicadas para o sistema silvipastoril foram $v = \exp(-6,045069 + 0,592587 \cdot \ln(d^2 \cdot h)) \cdot 1,00477$, para *E. dunnii* e $v = \exp(-9,31202 + 1,66679 \cdot \ln d + 1,06327 \cdot \ln h)$

h).1,00939 para *G. robusta*. Para o plantio puro de *E. dunnii* as equações $v=32,20166 - 1,874182.d + 0,026044.d^2 + 0,040554.d.h - 0,000528.d^2.h - 0,691022.h$ e $v= 0,00049626.d^2$ foram as de melhor ajuste e precisão para as árvores adultas e para as brotações, respectivamente.

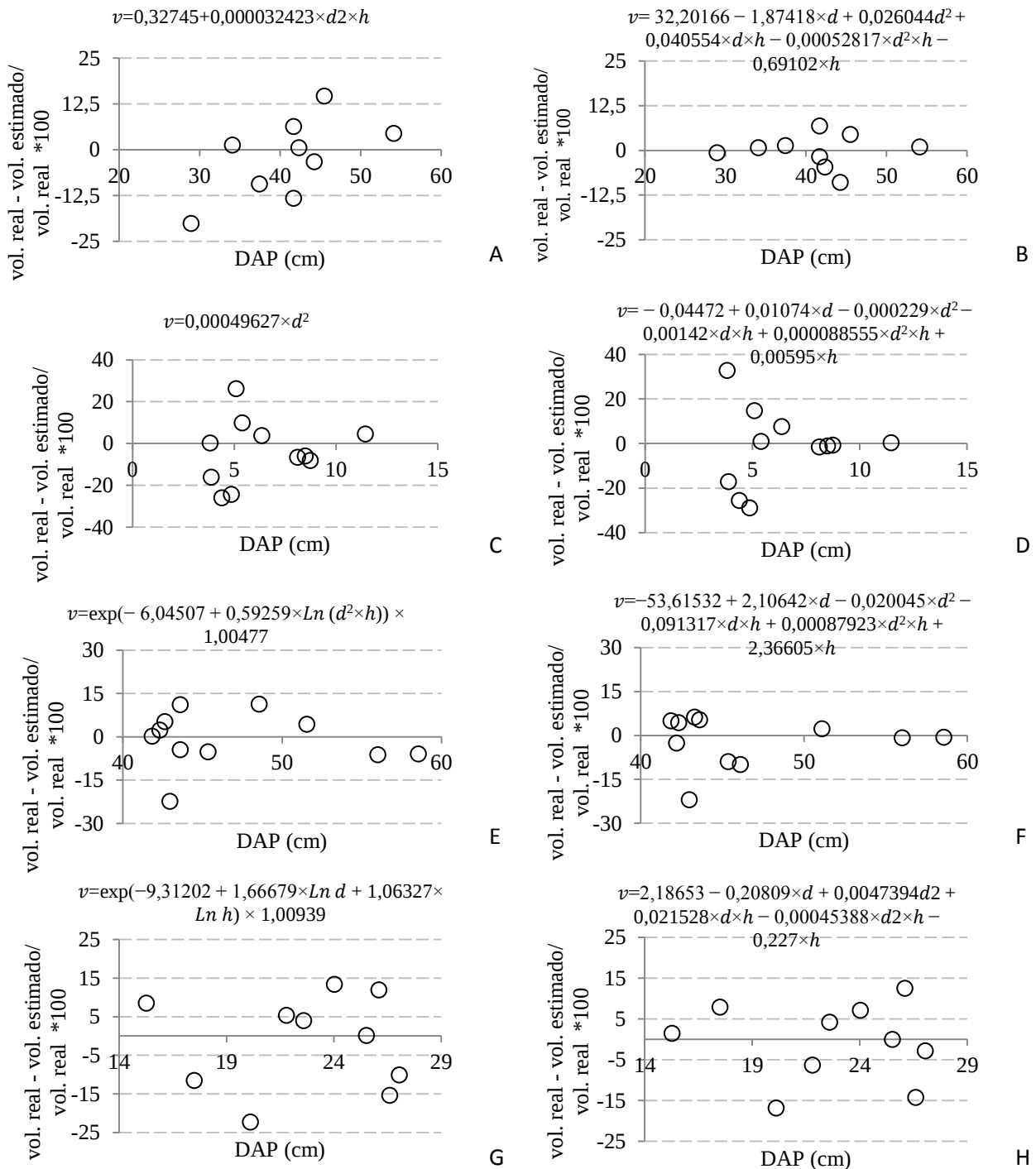


Figura 3. Gráfico de resíduos para os dois modelos de melhor ajuste e precisão para cada conjunto de dados, sendo A e B: *E. dunnii* árvores adultas, C e D: *E. dunnii* árvores de rebrota, E e F: *E. dunnii* sistema silvipastoril, G e H: *G. robusta* sistema silvipastoril.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível devido ao Termo de Cooperação Técnica Embrapa-Iapar nº 21500.10/0008-2 e ao Projeto Embrapa-MP2 nº 02.11.01.031.00.01. Os autores agradecem também a Dra. Evelyn Nimmo pela revisão e sugestões ao Abstract.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAGGIO, A. J. **Sistema agroflorestal grevilea x café: início de nova era na agricultura paranaense?** Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1983. 15 p. (EMBRAPA-URPFCS. Circular técnica, 9).

CANTO, J. L. do; SCHNEIDER, P. R. Crescimento da *Grevillea robusta* A. Cunn. Na Depressão Central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n.2, p. 29 - 35. 2004.

DANIEL, O.; PEZZONI, T.; NOGUEIRA, I. M. B.; CREMON, T.; VITORINO, A. C. T. Relações alométricas em árvores de *Pterodon emarginatus* Vogel em um sistema silvipastoril. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p; 141-149, jan./mar. 2013.

FELDE, J. L. Métodos de ajuste da função de Weibull e seu desempenho na prognose do crescimento e produção de *Eucalyptus dunnii*. **Dissertação de Mestrado**. Irati, PR: UNICENTRO, 2010.

FERREIRA, C. A.; MARTINS, E. G.; SILVA, H. D. da. Equações para cálculo do volume e peso de compartimentos aéreos de árvores de *Grevillea robusta* (Cunn.) aos oito anos de idade. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 49, p. 31-45, jul./dez. 2004.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; MIRANDA, R. O. V. de; RETSLAFF, F. A. de S. **Compêndio de equações de volume e de afilamento de espécies florestais plantadas e nativas para as regiões fitogeográficas do Brasil**. Curitiba: Os Autores, 2014. 306 p.

HUERTA, E.; WAL, H. van der. Soil macroinvertebrates abundance and diversity in home gardens in Tabasco, Mexico, vary with soil texture, organic matter and vegetation cover. **European Journal of soil Biology**, n. 50, p. 68-75. 2012.

MULLER, M. D.; FERNANDES, E. N.; CASTRO, C. R. T de, PACIULLO, D. S. C.; ALVES, F.de F. Estimativa de acúmulo de biomassa e carbono em sistema agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 11-17, dez. 2009. Edição Especial.

MULLER, 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, jul. / set. 2014.

OLIVEIRA, J. T. da S.; HELLMEISTER, J. C.; SIMÕES, J. W.; TOMAZELLO FILHO, M. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: 1 – avaliações dendrométricas das árvores. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 113-124, dez. 1999.

OLIVEIRA, K. A. de. Desempenho de diferentes instrumentos para mensuração de altura total, DAP e volume em *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L. F.) D. DON. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21.; EVENTO DE INICIAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO, 6., 2013, **Livro de Resumos**. Curitiba: UFPR, 2013. p. 443.

PORFÍRIO DA SILVA, V. Sistema silvipastoril (Grevilea + pastagem): uma proposição para o aumento da produção no arenito Caiuá. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1, 1994, Colombo. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. P.139-145. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 26).

RODRIGUEZ, F; LIZARRALDE, I.; FERNÁNDEZ-LANDA, A.; CONDÉS, S. Non-destructive measurement techniques for taper equation development: a study case in the Spanish Northern Iberian Range. **European Journal of Forest Research**, n. 133, p. 213-223. 2014.

RUTTEN, G.; ENSSLIN, A.; HEMP, A.; FISCHER, M. Forest structure and composition of previously selectively logged and non-logged montane forests at Mt. Kilimanjaro. **Forest Ecology and Management**, n. 337, p. 61-66. 2015.

SCHNEIDER, P. R.; COELHO, M. C. B.; ZANON, M. L.; FINGER, C. A. G.; KLEIN, J. E. M. Equações de volume para *Eucalyptus dunnii* Maiden, determinadas para a Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 425-428, 1997.

YOON, T. K., PARK, C.-W.; LEE, S.J.; KO, S.; KIM, K. N.; SON, Y.; LEE, K. H.; OH, S.; LEE, W.-K.; SON, Y. Allometric equations for estimating the aboveground volume of five common urban street tree species in Daegu, Korea. **Urban Forestry & Urban Greening**, n. 12, p. 344-349. 2013.