

**SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL**  
23 a 26 de setembro de 2010 – Universidade Federal de Viçosa – Viçosa/MG

**7.17. Ajuste de equações volumétricas para um clone de eucalipto estabelecido em um sistema silvipastoril**

Marcelo Dias Müller<sup>1</sup>, Leonardo de Oliveira Rezende<sup>2</sup>, Domingos Sávio Campos Paciullo<sup>3</sup>, Carlos Augusto de Miranda Gomide<sup>4</sup>, Vanderlei Porfírio-da-Silva<sup>5</sup>, Carlos Renato Tavares de Castro<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Gado de Leite. muller@cnppl.embrapa.br;

<sup>2</sup>Administrador de Empresas. leonardoresende@fazendatriqueda.com.br

<sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Gado de Leite. domingos@cnppl.embrapa.br;

<sup>4</sup>Pesquisador da Embrapa Gado de Leite. cagomide@cnppl.embrapa.br;

<sup>5</sup>Pesquisador da Embrapa Florestas. porfirio@cnpf.embrapa.br;

<sup>6</sup>Pesquisador da Embrapa Gado de Leite. castro@cnppl.embrapa.br.

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo ajustar um modelo volumétrico para um clone de eucalipto estabelecido em um sistema silvipastoril, visando à estimativa de volume de madeira de primeiro desbaste. Para estimação do volume foi empregado o método da árvore modelo. Após isto foram testados seis modelos volumétricos. As árvores amostradas apresentavam altura média de 17,14 m, Diâmetro a Altura do Peito médio quadrático de 15,8 cm e fator de forma de 0,05. O modelo que apresentou o melhor ajuste, tanto para volume total quanto para volume comercial foi o de Koperzky e Gehrhardt.

Palavras-chave: desbaste, modelagem, pecuária, silvicultura

**Adjustment of volume equations for an Eucalyptus clone established in a silvopastoral system**

**Abstract:** This study aimed to set a volumetric model to a Eucalyptus clone established in a silvopastoral system in order to estimate timber volume of first thinning. The volume estimation was made by using the tree model method. After this, six volumetric models were tested. The trees sampled had an average height of 17.14 m, a diameter breast height RMS of 15.8 cm and form factor of 0.05. The model that produced the best fit for both volume and for total trade volume was Koperzky e Gehrhardt.

Key Words: forestry, livestock, modeling, thinning

**Introdução**

A estimação do volume de madeira constitui uma das informações de maior importância para o conhecimento do potencial disponível em um povoamento florestal, haja vista que o volume individual fornece subsídios para a avaliação do estoque de madeira e análise do potencial produtivo das florestas (Thomas et al., 2006).

Para isto, a ferramenta mais comumente empregada é a modelagem de equações volumétricas cujos parâmetros são determinados por regressão. Este método tem sido considerado um procedimento eficiente para a quantificação da produção em volume de um povoamento florestal (Leite e Guimarães, 1996).

Diversos estudos têm sido desenvolvidos no sentido de definir equações volumétricas para povoamentos florestais considerando diferentes espécies, sítios, regimes de manejo, espaçamentos e etc. Entretanto, apesar da eficiência de alguns modelos, estes nem sempre se ajustam a todas as espécies e condições (Thomas et al., 2006).

No caso de sistemas silvipastoris, além do uso de espaçamentos mais amplos, os sistemas de manejo, normalmente, preconizam o uso múltiplo por meio de desbastes intermediários, aumentando ainda mais o espaço disponível para as plantas. Esta situação proporciona um comportamento dendrométrico diferenciado daquele observado em plantios puros. Conforme já observado por Couto et al. (2002), árvores estabelecidas em espaçamentos mais amplos apresentam maior conicidade, principalmente em função do maior investimento no crescimento em diâmetro. Neste sentido, estudos envolvendo o ajuste de equações volumétricas para árvores estabelecidas em sistemas silvipastoris são escassos.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi ajustar um modelo volumétrico para um clone de eucalipto estabelecido em um sistema silvipastoril, visando à estimativa de volume de madeira de primeiro desbaste aos 42 meses de idade.

### Material e Métodos

Este trabalho foi conduzido em uma área de 4 hectares localizada na Fazenda Triqueda, município de Coronel Pacheco, Zona da Mata de Minas Gerais. Foi utilizado um clone de um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (GG-100). As árvores foram estabelecidas em renques de filas duplas com espaçamento de 15 metros entre os renques, 3 metros entre linhas de árvores (dentro do renque) e 2 metros entre plantas (dentro das linhas), totalizando uma densidade de 555 plantas por hectare.

Inicialmente foi feita a caracterização dendrométrica do povoamento por meio da medição de altura total (Ht) e diâmetro a altura do peito (DAP) de 120 árvores distribuídas em 4 parcelas de 476 m<sup>2</sup>. A partir destes dados, foram selecionadas três árvores por classe diamétrica para realização da cubagem rigorosa. As árvores foram cubadas segundo o método de Smalian, considerando-se o comprimento de seção de 1,5 m. Foram utilizadas árvores provenientes de um desbaste sistemático, considerando a remoção de 50% das árvores. Para estimação do volume comercial, considerou-se a altura até o diâmetro mínimo de 4 cm com casca.

A partir dos dados da cubagem rigorosa, foram ajustados seis diferentes modelos matemáticos de volume em função do DAP e Ht, selecionados na literatura florestal, conforme descritos na Tabela 1, a seguir:

A seleção dos modelos volumétricos foi feita com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ), no erro padrão da estimativa ( $S_{yx}$ ), valor de F e no valor ponderado dos parâmetros estatísticos (VP), conforme realizado por Thomas et al. (2006).

O cálculo do Valor Ponderado seguiu a metodologia descrita por Thiersch (1997). Assim, foram atribuídos valores ou pesos aos parâmetros estatísticos, ranqueando-se as estatísticas de acordo com a sua eficiência. Foi atribuído peso 1 para a equação mais eficiente, 2 para a segunda e assim sucessivamente. Após essa classificação individual, efetuou-se o somatório da pontuação para cada modelo matemático, sendo que a equação de volume que recebeu a menor soma foi recomendada como mais adequada para uso.

Tabela 1 - Modelos volumétricos testados para estimativa de volume do fuste de árvores de um clone de eucalipto estabelecido em sistema silvipastoril aos 42 meses de idade

Equação	Modelo	Autor
1	$\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 \ln Ht$	Schumacher-Hall (logaritimizado)
2	$\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP^2 * Ht)$	Spurr (logaritimizado)
3	$\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 * DAP$	Brenac
4	$V = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2$	Koperzky e Gehrhardt
5	$V = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * DAP^2$	Hohenald e Kreen
6	$V = \beta_0 + \beta_1 * DAP$	Berkhout

### Resultados e Discussão

As árvores amostradas apresentavam altura média de 17,14 m, Diâmetro a Altura do Peito médio quadrático de 15,8 cm e fator de forma de 0,05.

Na Tabela 2 encontram-se resumidos os resultados estatísticos da seleção de equações volumétricas para estimação de volume com casca do clone de *E. grandis* x *E. urophylla*, aos 42 meses de idade, por ocasião do primeiro desbaste.

Tabela 2 – Parâmetros estatísticos da modelagem de equações volumétricas para estimação de volume total de árvores de *E. grandis* x *E. urophylla*, aos 42 meses de idade, estabelecidas em sistema silvipastoril

Equação	Coeficientes			R <sup>2</sup>	S <sub>xy</sub>	CV	F
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$				
1	-8,6626	1,9687	0,4579	97,7637	0,0422	31,63	262,29
2	-9,0153	0,8459		97,0231	0,0467	35,97	423,70
3	-7,7245	2,0099	0,0167	96,7740	0,0507	37,98	179,99
4	-0,0162	0,0007		95,5238	0,0072	5,59	277,42
5	0,0048	-0,0029	0,0008	95,5332	0,0075	5,66	128,32
6	-0,1576	0,0194		94,9669	0,0077	5,93	245,29

Os dados apresentados na Tabela 2 revelam que todos os modelos apresentaram um alto grau de ajuste de descrição do volume total de madeira.

A seleção dos modelos com base no Valor Ponderado é apresentada na Tabela 3.

De acordo com os resultados obtidos para Valor Ponderado, o modelo que mais se apresentou adequado para explicar o volume foi o de Koperzky e Gehrhardt. Muller et al. (2009) observaram que o modelo que melhor se ajustou para *E. grandis*, aos 10 anos de idade, estabelecido em um sistema silvipastoril misto, foi o de Schumacher e Hall.

Neste sentido, Campos e Leite (2002) observam que o modelo de Schumacher e Hall, tem sido o mais difundido em função de suas propriedades estatísticas, uma vez que resulta quase sempre em estimativas não tendenciosas. Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho contrariam esta afirmação evidenciando que, para sistemas silvipastoris, há a necessidade de maiores estudos sobre ajuste de modelos que melhor representem a produção florestal.

Tabela 3 – Valor ponderado dos escores dos parâmetros estatísticos para equações de volume total e comercial de árvores de *E. grandis* x *E. urophylla*, aos 42 meses de idade, estabelecidas em sistema silvipastoril.

Equação	Escores dos Parâmetros Estatísticos				VP
	R <sup>2</sup>	S <sub>xy</sub>	CV	F	
1	1	4	4	3	12
2	2	5	5	1	13
3	3	6	6	5	20
4	5	1	1	2	9
5	4	2	2	6	14
6	6	3	3	4	16

### Conclusões

O modelo volumétrico que se apresentou mais adequado para explicar a variável dependente volume total de madeira de um clone do híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla* aos 42 meses de idade, pelo método do Valor Ponderado, foi o de Koperzky e Gehrhardt.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a Fazenda Triqueda, e seus proprietários, a disponibilização da área para a realização de pesquisa científica e a permissão para divulgação dos dados.

### Literatura Citada

- CAMPOS, J.C.; LEITE, H.G. (Ed). **Mensuração Florestal: perguntas e respostas**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 407 p.
- COUTO, L.; MÜLLER, M.D.; DIAS, A.N.; TSUKAMOTO FILHO, A.A.; FONSECA, E.M.B.; CORRÊA, M.R. **Espaçamentos de Plantio de Espécies de Rápido Crescimento para Dendroenergia**. 1. ed. Belo Horizonte: CEMIG, 2002. v. 1. 66 p.
- LEITE, H.G.; GUIMARÃES, D.P. Influência do número de árvores na determinação da equação volumétrica par *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n.50, p.37-42, 1996.
- MÜLLER, M.D.; FERNANDES, E.N.; CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; ALVES, F.F. Estimativa de Acúmulo de Biomassa e Carbono em Sistema Agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 60, p. 11-17, 2009.
- THIERSCH, A.A **eficiência das distribuições diamétricas para prognose da produção de *Eucalyptus camaldulensis***. Lavras, 1997. 155f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- 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**, v. 16, n. 3, p. 319-327, 2006.

## **II SIMBRAS-AS**

### **II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL**

**Agropecuária, Agroecologia e Cooperativismo**

## **ANAIS DE RESUMOS EXPANDIDOS**

**Realização**

**Universidade Federal de Viçosa**

**Pró – Reitoria de Extensão e Cultura - PEC**

**Viçosa – MG – Brasil  
2010**

© 2010 by Rogério de Paula Lana e Geicimara Guimarães

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida sem a autorização escrita e prévia dos detentores do *Copyright*.

Impresso no Brasil

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da  
Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa**

S612a  
2010

Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável  
(2 : 2010 : Viçosa, MG).  
Anais de resumos expandidos [recurso eletrônico] / II Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, 23 a 26 de setembro de 2010, Viçosa, MG ; Editores Rogério de Paula Lana, Geicimara Guimarães – Viçosa, MG : Os Editores, 2010.  
1 CD-ROM (767p.) : il. ; 4 ¾ pol.

Tema do congresso: Agropecuária, agroecologia e cooperativismo.  
Inclui bibliografia.  
ISSN 2176-0772

1. Agropecuária – Congressos. 2. Ecologia agrícola – Congressos. 3. Cooperativismo – Congressos. I. Lana, Rogério de Paula, 1965-. II. Guimarães, Geicimara, 1980-. III. Título. IV. Título: II Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável. V. Título: II SIMBRAS-AS. VI. Título: Agropecuária, agroecologia e cooperativismo.

CDD 22.ed. 630.6

**Capa:** TD Software

**Digitação e Montagem:** Rogério de Paula Lana  
Geicimara Guimarães

**Diagramação:** Rogério de Paula Lana  
Geicimara Guimarães

**Contato:** Rogério de Paula Lana  
Tel. (31) 3899 3288  
E-mail: rlana@ufv.br

Geicimara Guimarães  
Cel. (31) 9691 4015  
geicimara.guimaraes@ufv.br