



COMPARAÇÃO DE MODELOS DE RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA EM FLORESTAS DE *EUCALYPTUS* SP. DE DIFERENTES IDADES

Charlotte Wink, Josita Soares Monteiro, Dalvan José Reinert, Ivanor Müller, Miguel Antão Durlo
Universidade Federal de Santa Maria
charlotewink@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui 6 milhões de hectares com florestas plantadas (ABRAF, 2010), dentre essas florestas destaca-se o eucalipto. Para a ABRAF (2010) a espécie teve um aumento superior a 1 milhão de hectares nos 5 anos últimos, devido seu rápido crescimento, a curta rotação, a produtividade e a expansão das empresas do setor. O Rio Grande do Sul ocupa o sexto lugar em área com produção de florestas plantadas. Portanto o estudo nessas florestas, especialmente a estimativa indireta da altura, por relação hipsométrica (“h/d”) é importante para a determinação do volume da árvore e da floresta (TOMÉ et al., 2007), principalmente da madeira em pé (COUTO; BASTOS, 1987) de forma indireta. Essa função trata da relação entre o diâmetro e a altura da árvore (ZANON et al., 1996). Devido à importância dessa relação para a produtividade florestal, objetivou-se avaliar e selecionar modelos de relação hipsométrica em florestas de eucalipto, com 20, 44 e 240 meses, em Argissolo, em Santa Maria, RS, Brasil.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado em florestas de eucalipto na FEPAGRO FLORESTAS, região central do Rio Grande do Sul. O clima é subtropical úmido do tipo Cfa, conforme Köppen. A temperatura média é 19° C, e a precipitação anual é de 1322 a 1769 mm (MORENO, 1961). O solo é um Argissolo Vermelho Distrófico úmbrico (EMBRAPA, 2006) ou Paleudult (SOIL SURVEY STAFF, 1999). A floresta com 20 meses (E20) possui uma área de 0,18 ha, em espaçamento 3,0 x 2,0m. A floresta com 44 meses (E44) possui 0,225 ha, com espaçamento 3,0 x 1,5m e a floresta com 240 meses (E240) possui 1,21 ha, em espaçamento de 3,0 x 2,0m. Realizou-se o inventário florestal por censo no E20 e E44 e amostragem no E240. Foram medidos os diâmetros a 1,30m com Suta (FINGER, 1992), e a altura de 10 % desses, aleatoriamente, por área, com Hipsômetro Vertex. Foram estimadas modelos de relação hipsométrica conforme Tabela 1 (FINGER, 1992). Para a seleção dos modelos considerou-se os pressupostos, conforme Schneider et al. (2002), o valor de F, e a significância dos

coeficientes. Com as equações selecionadas, estabeleceu-se um ranking de escores variando de um (1) a n° (número de equações selecionadas) considerando o maior valor de R^2_{aj} e o menor valor de S_{xy} . Para a seleção final dos modelos considerou-se o menor valor da soma desses escores.

Tabela 1: Modelos de relação hipsométrica.

Número	Modelo
1	$1/Raiz(h-1,30) = b_0 + b_1 * 1/d$
2	$h-1,30 = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$
3	$h = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$
4	$h = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2 + b_3 * d^3$
5	$h = b_0 + b_1 * 1/d^2$
6	$1/(h-1,30) = b_0 + b_1 * 1/d + b_2 * 1/d^2$
7	$d^2/Raiz(h-1,30) = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$
8	$\log(h-1,30) = b_0 + b_1 * 1/d$
9	$h-1,30 = b_0 + b_1 * d$
10	$\log(h) = b_0 + b_1 / d$
11	$h = b_0 + b_1 * d$
12	$\log(h) = b_0 + b_1 * \log(d)$
13	$\log(h-1,30) = b_0 + b_1 * d$
14	$\log(h-1,30) = b_0 + b_1 * \log d + b_2 * (\log d)^2$
15	$\log(h-1,30) = b_0 + b_1 * \log(d/(1+d))$

d: diâmetro altura do peito; h: altura da árvore; b_0 , b_1 , b_2 e b_3 : coeficientes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo inventário florestal o E20 apresentou 1506 árvores.ha⁻¹, altura de 6,3m e $dap_{médio}$ de 4,7m. O E44 apresentou 1609 árvores.ha⁻¹, altura de 13,2m e $dap_{médio}$ de 10,8m. Já o E240 apresentou 798 árvores.ha⁻¹, altura de 22,7m e $dap_{médio}$ de 21,9m. Todos os modelos apresentaram a significância para o valor de F. Considerando os pressupostos, selecionou-se os modelos 2,3,4, 7, 9,11,12, 14 e 15 no E20; os modelos 2,3,4 e 12 no E44; e os modelos 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12,14 e 15 no tratamento E240 (Tabela 2).

Tabela 2: Modelos e coeficientes.

Trat.	Equação	b_0	b_1	b_2
E20	14	0,0517*	0,5271	-0,0771
E20	15	0,901	2,4862	---
E44	2	-2,6377*	2,0390	-0,0581
E44	12	0,3374	0,7417	---
E240	1	0,1385	1,4459	---
E240	12	0,2484*	0,8516	---

*não significativo.

Conforme Tabela 2, os coeficientes dos modelos selecionados são significativos, com ressalva ao b_0 . Portanto, considerando os coeficientes, em relação ao aumento da idade, Zanon et al. (1996), apresenta que o b_1 tem uma variação ao acaso, enquanto que o b_0 tende a diminuir, além de que para Sterba (1986), o b_1 tende a diminuir. Finger (1992) não encontrou diferenças significativas do coeficiente b_1 , em *E. saligna* e *E. grandis*.

A partir da seleção dos modelos, realizou-se a soma dos escores individuais atribuídas ao ranking dos valores de R^2_{aj} e de S_{yx} , selecionando-se as equações 14 e 15 no tratamento E20; as equações 2 e 12 no E44; e as equações 1 e 12 no tratamento E240 (Fig. 1).

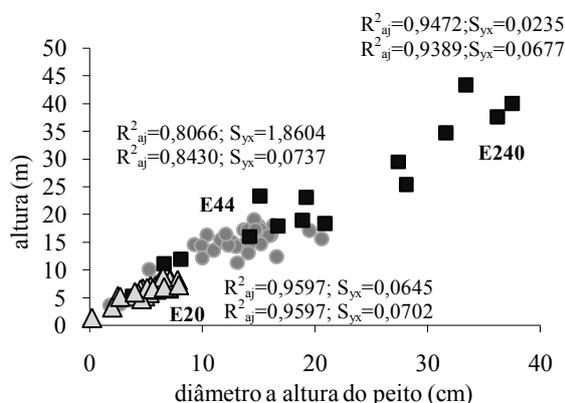


Fig. 1: Relação hipsométrica para eucalipto com 20, 44 e 240 meses, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS.

Na Fig. 1 observam-se as árvores e os respectivos modelos selecionados. A relação hipsométrica tende a ser uma função exponencial, e sua assíntota corresponde ao índice de sítio (COUTO; BASTOS, 1987). Para Veiga et al. (1974), as equações não logarítmicas têm maior precisão em *E. saligna* em primeiro corte. Para Finger (1992), com o aumento da idade as árvores dominantes entram em competição, sendo que as curvas de “h/d” sofrem apenas uma mudança de nível, conforme observado na Fig. 1. As diferenças entre as curvas tendem diminuir com o crescimento das árvores, pois quando essas atingem o clímax, as mudanças na relação “h/d” são muito pequenas. Em termos de escolha de modelos, Couto; Bastos (1987) afirma que não se pode escolher um único modelo para espécie, local, rotação e idade, pois os parâmetros são específicos para cada condição. Portanto a seleção do modelo de relação hipsométrica devem-se analisar cuidadosamente cada área individualmente, considerando as características peculiares de espécie, de sítio, e de idade.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As relações hipsométricas selecionadas foram as de número 14 e 15 para o E20, de números 2 e 12 para o E44, e as de número 1 e 12 para o E240. Tais relações são importantes quando considerado cada área florestal individualmente.

5. BIBLIOGRAFIA

ABRAF, Anuário Estatístico da ABRAF 2010 ano base 2009. ABRAF: Brasília, 2010. 140p.

COUTO, H. T. Z.; BASTOS, N. L. M. Modelos de equações de volume e relações hipsométricas para plantações de eucalyptus no estado de São Paulo. *IPEF*, n. 37, p. 33-44, 1987.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.

SCHNEIDER, P. R. et al. **Análise de regressão aplicada a Engenharia Florestal**. 2 ed. Santa Maria: FACOS, 2009. 294 p.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys**. 2 ed. Washington DC: Government Printing Office, 1999. 871 p.

STERBA, H. **Holzmeßlehre**. Wien: Universität für Bodenkultur, 1986. 169p.

TOME, M. et al. Relação hipsométrica geral para *Eucalyptus globulus* Labil em Portugal. *Silva Lusitana*, v. 15, n.1, p. 41-55, 2007.

VEIGA, R.A.A. et al. Relações hipsométricas altura-diâmetro em povoamentos de *Eucalyptus*. *Floresta*. Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 64-67, 1974.

ZANON, M.L.B. et al. Funções para descrever a relação altura diâmetro de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Ciência Florestal*, v. 26, n.1, p.87-90, 1996.

AGRADECIMENTOS

À CAPES como órgão financiador.