

03792

CPAC

1982

FL-03792

Boletim de Pesquisa

FEVEREIRO, 1982

Número 9

**PREDIÇÃO DO CRESCIMENTO  
VOLUMÉTRICO DE *Eucalyptus grandis***



**EMBRAPA**

**CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS**

Predição do crescimento

1982

FL-03792



29894 - 1

**PREDIÇÃO DO CRESCIMENTO  
VOLUMÉTRICO DE *Eucalyptus grandis***

*Daniel Pereira Guimarães*



**EMBRAPA**  
**CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS – CPAC**  
Planaltina, DF

Exemplares deste documento devem ser solicitados ao:

CPAC  
BR 020 - Km 18  
Rodovia Brasília/Fortaleza  
Caixa Postal 70-0023  
73.300 - Planaltina - DF

*Guimarães, Daniel Pereira*

*Predição do crescimento volumétrico de Eucalyptus grandis. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1982, 11 p (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 9).*

*1. Eucalyptus - Crescimento. I, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. II, Título. III, Série.*

CDD 364,97342

---

## *SUMÁRIO*

<i>Introdução</i>	<i>5</i>
<i>Material e métodos</i>	<i>6</i>
<i>Resultados e discussões</i>	<i>6</i>
<i>Conclusões</i>	<i>7</i>
<i>Literatura citada</i>	<i>11</i>

## PREDIÇÃO DO CRESCIMENTO VOLUMÉTRICO DE *Eucalyptus grandis*

Daniel Pereira Guimarães\*

### INTRODUÇÃO

---

O crescimento de árvores isoladas e em povoamentos tem sido estudado desde os primórdios da ciência florestal. A partir de 1900, as análises quantitativas do crescimento progrediram rapidamente, tanto em quantidade quanto no grau de sofisticação. Entretanto, os objetivos e métodos da maioria das pesquisas florestais nesta área têm sido essencialmente empíricos e apenas uma limitada quantidade de métodos teóricos, de utilidade prática, foi estabelecida (Moser & Hall 1969). Por outro lado, os altos custos envolvidos nos inventários contínuos tornam as predições de crescimento uma necessidade básica nos trabalhos atuais de manejo florestal (Peden et al. 1973).

Embora alguns modelos de crescimento, como a função logística e a curva de Gompertz, tenham se tornado tradicionais na predição do crescimento, são de utilização limitada pela dificuldade de se proceder a uma análise estatística adequada (Silva 1974).

A coleta de dados temporários nos povoamentos e o ajustamento destes a curvas de regressão constituem o procedimento mais adequado para a elaboração de modelos de crescimento. (Piennar & Turnbull 1973). A grande similaridade das curvas encontradas por este processo sugere a possível existência de uma curva modelo para explicar o crescimento (Bruce & Schumacher 1950).

Os dados ideais para prover uma função de crescimento deveriam ser os coletados periodicamente nos povoamentos, desde a implantação até a idade de corte. Esta prática é conhecida como "série real do crescimento" (Moser & Hall 1969). Para evitar o longo tempo requerido para a obtenção destes dados, uma prática comumente utilizada é a avaliação de povoamentos de diferentes idades crescendo sob condições de sítios semelhantes, denominada "série abstrata do crescimento" (Ferreira 1976).

Além do volume inicial, fatores como índice e sítio, área basal e índice de mortalidade podem ser utilizados para melhor explicar as produções futuras (Rose & Chen 1977 e Sullivan & Clutter 1972).

Neste trabalho analisou-se o crescimento em volume de espécimes de *Eucalyptus grandis* em algumas localidades de Minas Gerais e Espírito Santo.

---

\* Pesquisador da EMBRAPA-CPAC.

Como a prática de inventário florestal contínuo no Brasil é ainda recente e limitada a disponibilidade de dados de crescimento, optou-se pela utilização de dados referentes a parcelas experimentais da EMBRAPA, anteriormente pertencentes ao PRODEPEF.

Para cada local (Tabela 1) foram selecionadas três procedências de *Eucalyptus grandis* (Tabela 2). Cada parcela, repetida duas vezes, continha 25 árvores no espaçamento de 3x2 m. As medições eram feitas apenas uma vez por ano e na época de menor desenvolvimento vegetativo (julho). A última medição foi realizada aos 6,5 anos de idade. Procedeu-se o cálculo dos volumes utilizando-se o método proposto por Guimarães (1981).

Os volumes por procedência, em função da idade, são apresentados na Tabela 1.

A utilização dos modelos tradicionalmente empregados na predição do volume forneceria uma curva característica para cada espécie e local. Procurou-se eliminar as influências determinadas pelo sítio, fixando-se intervalos definidos de idade e correlacionando-se os crescimentos ocorridos nestes intervalos, independentemente das influências exercidas pela espécie e local de plantio.

Efetou-se a plotagem dos dados de volume em gráficos para a seleção do melhor modelo de regressão.

---

*RESULTADOS E DISCUSSÃO*

A plotagem dos dados de volume evidenciou o modelo da curva de potência ( $Y = a.X^b$ ) como o mais indicado para estabelecer suas correlações. Fixando-se os intervalos de idade e variando-se os locais de plantio e as procedências, aplicou-se o modelo de regressão aos dados. Os resultados são mostrados na Tabela 4.

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) mostram os melhores ajustamentos para as idades iniciais, iguais ou maiores que 2,5 anos. Talvez isso ocorra em função de que em idades menores o povoamento ainda esteja bastante influenciado pelos fatores do meio. Assim, nesta época, um ataque de insetos ou a ocorrência de fatores climáticos atípicos poderão alterar significativamente a produção esperada para aquele local, sendo que estas alterações tenderão a ser menores quando o povoamento estiver mais maduro. Estas observações são confirmadas pelos altos graus de ajuste dos dados às equações de regressão, quando a idade se torna igual ou maior que 2,5 anos. Tais interferências também explicam a diminuição gradativa do ajustamento, que ocorre à medida que aumentam os intervalos de predição.

Todos os intervalos de predição, estabelecidos para a correlação dos volumes obtidos entre as idades definidas como inicial e final, tiveram seus correlacionamentos efetuados pelo mesmo modelo de regressão. Portanto, as únicas alterações observadas são referentes aos valores encontrados para os parâmetros da estimativa, ou seja, os valores dos coeficientes a e b das regressões. Como as predições baseadas na idade de 1,5 anos mostraram fraca correlação com os volumes obtidos nas idades subseqüentes, preferiu-se não considerá-las na elaboração do modelo geral de predição. Assim, a idade de 2,5 anos fica considerada como a mínima necessária para a predição de produções. Uma vez que os valores dos coeficientes a e b foram determinados pelas variações de volume entre intervalos definidos de idade, procurou-se correlacioná-los com as idades

iniciais e finais de cada intervalo. Dessa forma os valores assumidos pelo coeficiente "a" poderão ser estimados pela seguinte equação de regressão:

$$"A" = 0,28873 + 1,28111 \cdot \frac{Ifut^2}{Iat^2} \quad (R^2 = 0,99238),$$

onde: "A" é o valor esperado para o coeficiente "a" da regressão;  
Ifut é a idade futura de predição (anos);  
Iat é a idade atual de medição (anos).

Procedimento semelhante foi usado na estimativa do coeficiente "b", resultando:

$$"B" = 1,08008 - 0,04672 \cdot Ifut + 0,00654 \cdot Iat^2 \quad (R^2 = 0,97295);$$

Substituindo-se os valores dos coeficientes pelas equações determinadas para estimá-los na equação básica (curva de potência), obtém-se a seguinte equação de predição do crescimento volumétrico de *Eucalyptus grandis*:

$$Vesp = -0,28873 + 1,28111 \cdot \frac{Ifut^2}{Iat^2} \cdot Vat + 1,08008 - 0,04672 \cdot Ifut + 0,00654 \cdot Iat^2,$$

onde: Vesp é o volume esperado na idade futura (m<sup>3</sup>/ha),  
Vat é o volume da época de medição do stand (m<sup>3</sup>/ha).

Substituindo-se o volume da idade inicial pelo volume cilíndrico e usando-se dos mesmos procedimentos que permitiram o estabelecimento da equação anterior, obteve-se:

$$Vesp = -0,45925 + 1,35419 \cdot \frac{Ifut^2}{Iat^2} \cdot Vcat + 0,91149 - 0,03766 \cdot Ifut + 0,00658 \cdot Iat^2,$$

onde: Vcat é o volume cilíndrico da época de medição do stand.

Deve-se salientar que os modelos foram desenvolvidos a partir de dados de volume referentes a espaçamentos de 3x2 m, o que limita sua utilização para as referidas condições. No entanto, equações deste tipo poderão ser desenvolvidas para outras espécies e espaçamentos, seguindo a mesma metodologia descrita neste trabalho.

## CONCLUSÕES

Há correlação entre o volume de *Eucalyptus grandis* aos 2,5 anos e os volumes observados nas idades subseqüentes até 6,5 anos, independente das condições de sítio.

Ao contrário dos métodos até então conhecidos, o método apresentado, que inclui as variações determinadas pelo sítio, fornece uma equação geral de predição e permite o estabelecimento da função de crescimento com um menor número de dados.

O volume cilíndrico pode ser usado para explicar o volume total de produções futuras.

O modelo apresentado não possui uma forma rígida de curvatura, sendo esta determinada conforme o dado utilizado para a estimativa da produção futura.

A possibilidade de determinação da época ideal de corte constitui a principal utilização prática do modelo proposto.

No caso dos modelos tradicionais, suas elaborações são altamente dependentes do número de dados periódicos coletados (influência nos graus de liberdade). Para o modelo proposto, sua maior dependência é do número de amostras utilizadas, o que permite sua elaboração para povoamentos de curta rotação.

**TABELA 1. Locais dos experimentos cujos dados de crescimento volumétrico foram analisados.**

Local	Latitude	Longitude	Altitude	Precipitação pluvial (mm)
Aracruz-ES	19°48'	40°17'	40	1.287
São Mateus-ES	18°44'	39°53'	50	1.356
Bom Despacho-MG	19°39'	45°15'	742	1.365
Lavras-MG	21°14'	45°00'	878	1.411
Paraopeba-MG	19°15'	44°23'	734	1.182
Sete Lagoas-MG	19°27'	44°15'	732	1.318
Uberaba-MG	19°45'	47°55'	820	1.472

**TABELA 2. Procedências de *Eucalyptus grandis* utilizados nos experimentos.**

Número de origem	Procedência			
	Local	Latitude	Longitude	Altitude (m)
10696	Bellthorpe*	26°52'	152°42'	450
9753	Coff's Harbour**	30°18'	153°08'	91
9535	Kyogle**	28°37'	153°00'	152

\* Queensland - Austrália  
 \*\* New South Wales - Austrália



TABELA 3. Crescimento volumétrico de *Eucalyptus grandis* em diferentes locais.

Local	Número de origem da procedência	Idade (anos)					
		1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5
		Volume (m <sup>3</sup> /ha)					
Bom Despacho-MG	10696	5,37	19,96	43,95	64,07	110,32	140,01
	9753	5,03	15,19	34,15	49,54	80,51	94,38
	9535	6,08	21,95	47,03	67,63	100,69	114,73
Aracruz-ES	10696	29,40	63,58	115,86	152,02	194,78	221,45
	9753	31,50	79,33	160,31	197,82	255,52	291,98
	9535	32,70	72,88	137,43	178,90	234,36	260,10
Sete Lagoas-MG	10696	19,40	54,67	87,18	135,31	175,04	229,35
	9753	12,92	40,55	73,71	121,21	142,85	202,69
	9535	17,48	51,92	104,01	147,27	207,56	248,05
São Mateus-ES	10696	29,22	83,21	157,34	216,58	286,04	338,10
	9753	33,24	99,13	184,70	234,30	290,48	307,03
	9535	37,53	109,30	196,13	252,28	320,90	369,05
Uberaba-MG	10696	2,99	15,43	30,53	50,90	79,87	99,89
	9753	2,93	16,16	32,36	47,33	68,31	88,77
	9535	1,29	8,34	13,80	18,84	24,96	27,50
Paraopeba-MG	10696	9,38	27,19	49,49	68,47	92,65	118,96
	9753	13,42	33,01	57,94	72,35	94,83	111,38
	9535	12,17	32,64	57,04	76,22	97,72	126,19
Lavras-MG	10696	12,65	64,45	119,42	162,88	222,01	267,64
	9753	16,87	83,35	140,54	207,45	324,70	369,04
	9535	10,12	55,11	95,89	122,93	187,57	224,87

**TABELA 4. Coeficientes de ajustamento e Grau de Precisão ( $R^2$ ) determinados pela regressão entre os volumes.**

Intervalos de idade (anos)	Constante a	Coeficiente b	Coeficiente de determinação ( $R^2$ )
1,5 – 2,5	6,37205	0,74628	0,90084
1,5 – 3,5	12,54646	0,72633	0,90504
1,5 – 4,5	19,32888	0,68504	0,88055
1,5 – 5,5	30,64205	0,62946	0,81365
1,5 – 6,5	38,42019	0,61112	0,79710
2,5 – 3,5	2,14410	0,96360	0,98480
2,5 – 4,5	3,57392	0,91496	0,97055
2,5 – 5,5	6,17821	0,85412	0,92617
2,5 – 6,5	8,18689	0,82657	0,90404
3,5 – 4,5	1,72640	0,95008	0,98727
3,5 – 5,5	3,02190	0,89543	0,95976
3,5 – 6,5	4,38283	0,84836	0,92925
4,5 – 5,5	1,77449	0,94625	0,97945
4,5 – 6,5	2,36801	0,92317	0,96941
5,5 – 6,5	1,35650	0,97509	0,98821

## LITERATURA CITADA

- BRUCE, D. & SHUMACHER, F.X. *Forest Mensuration* 3. ed. New York, McGraw-Hill, 1950. 483p.
- FERREIRA, C.Á. *Estimativa do volume de madeira aproveitável para celulose em povoamentos de Eucalyptus spp.* Piracicaba, ESALQ, 1976. 104p. Tese Mestrado.
- GUIMARÃES, D.P. Uma nova opção para a avaliação do volume e fator de forma de povoamentos florestais. *Relatório Técnico Anual do Programa Nacional de Pesquisa Florestal*: 107-8, 1980.
- MOSEER, J.W. & HALL, O.F. Deriving growth and yield functions for uneven-aged forest stands. *For. Sci.*, 15(2):183-8, Jun. 1969.
- PEDEN, L.M.; WILLIAMS, J.S. & FRAYER, W.E. A Markov model for stand projection. *For. Sci.*, 19(4):303-14, Dec. 1973.
- PIENNAR, L.V. & TURNBULL, K.J. The Chapman-Richards generalization of Von Bertalanffy's growth model for basal area growth and yield in even-aged stands. *For. Sci.*, 19(1):2-21, Mar. 1973.
- ROSE, D.W. & CHEN, C. *Nonlinear biological models for Jack Pine*. Minnesota Forestry Research Notes, 262. 1977.
- SILVA, J.A. *Biometria e Estatística Florestal*. Santa Maria, UFSM, 1974. 235p.
- SULLIVAN, A.D. & CLUTTER, J.L. A simultaneous growth and yield model for Loblolly pine. *For. Sci.*, 18(1):76-86, Mar. 1972.