

O USO DE VARIAVEIS BINARIAS NA COMBINAÇÃO DE EQUAÇOES DE VOLUME E RELAÇOES HIPSOMETRICAS*

Hilton Thadeu Zarate do COUTO**
Nelson Luiz Magalhães BASTOS***

RESUMO

Atualmente, um sistema de inventário florestal é suportado por uma relação extensa de equações volumétricas e relações hipsométricas que através da medição do DAP das árvores da parcela (amostra) e de algumas alturas totais procuram representar adequadamente o volume dos povoamentos florestais. No caso da Cia. Suzano de Papel e Celulose, já em 1987 existiam em aplicação 42 conjuntos de equações para estimar volume com e sem casca de madeira para celulose e volume com casca para madeira de energia. Cada conjunto de equações se aplica a um tipo florestal. Um tipo florestal apresenta certas características em comum como espécie, região de plantio, idade, rotação, etc. Uma das preocupações dos pesquisadores é agrupar equações sem contudo, diminuir a precisão das estimativas do volume da árvore em pé. Este trabalho apresenta as diversas etapas no processo do agrupamento das equações dos diferentes tipos florestais existentes na Cia. Suzano, com o objetivo de reduzir os trabalhos de coleta de dados de árvore abatidas, digitação, análise de dados e computação eletrônica. Os resultados mostraram que foi possível apenas agrupar as equações para 7 tipos, ou seja os 42 conjuntos de equações foram reduzidos a 35 sendo a idade a principal fonte de agrupamento.

Palavras-chave: equações de volume; variáveis binárias; *Eucalyptus*

ABSTRACT

A modern forest inventory system is supported by a large number of DBH-height equation and volume tables. These equations allow through DBH and some total height measurements in the field the precise estimation of the volume of forest stands. In 1987 there were in the Cia. Suzano de Papel e Celulose, located in the state of São Paulo, Brasil, 42 sets of equations used to estimate the over and under-bark volume for pulp production and over-bark volume for energy. Each set of equations is used for each forest type a forest type shows the same specifications such as species, plantation unit, age, rotation, and so on. The main concern of the researchers is pooling sets of equations from distinct forest types without loosing precision for volume estimation of standing trees. This paper shows the steps to test whether the sets of equations could be pooled for the distincts forest types existing at Cia. Suzano, aiming to reduce data collection on felled trees, key punching, data analysis and computer working. The statistical analysis using regression with dummy variables allowed pooling only seven forest types, reducing from 42 to 35 sets of equations, and the age being the most important agent of pooling.

Key words: volume equations; dummy variables; *Eucalyptus*

(*) Aceito para publicação em abril de 1989.

(**) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queirós" - Caixa Postal 09 - 13400 - Piracicaba - SP - Brasil.

(***) Cia. Suzano de Papel e Celulose - Caixa Postal 351 - 08600 - Suzano - SP - Brasil.

COUTO, H. T. A do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume e relações hipsométricas.

1 INTRODUÇÃO

As variáveis binárias, também conhecidas como variáveis "dummy" ou indicadoras, são bastante úteis na análise de regressão e amplamente discutidas por SUITS (1957) e DRAPER & SMITH (1981). Dentre as diversas aplicações, essas variáveis são usadas para comparar equações de regressão (GUJARATI, 1970 e CUNIA, 1973).

Diversos métodos são propostos para comparar equações de regressão, aqueles baseados na igualdade dos parâmetros (DUNCAN, 1970) e os baseados na significância da redução do resíduo entre o modelo completo (com os dois conjuntos de dados) e o modelo individual para cada conjunto de dados (BROWN, 1970 e NETER & WASSERMAN, 1974).

As equações para estimar volume, conhecendo-se variáveis de fácil acesso (DAP e altura), e as relações hipsométricas já foram exaustivamente estudadas (COUTO & BASTOS, 1987; PAULA NETO et alii, 1983; SILVA, 1977) para plantações de *Eucalyptus*.

A necessidade de se gerar uma equação para cada condição florestal ou estrato (local, espécie, idade, ciclo, rotação, etc.) dificultou a generalização de modelos biomatemáticos, que diminuiriam os trabalhos de coleta de dados de árvores abatidas no campo, análise desses dados e interpretação dos resultados e ao mesmo tempo reduziria os trabalhos de computação. Entretanto, o agrupamento de equações de diferentes estratos deve ser muito criterioso para que o erro nas estimativas de volume individual das árvores não aumente. Observa-

ções realizadas na Cia. Suzano em São Paulo mostram que o uso de uma equação gerada através de dados coletados num determinado tipo florestal ocasiona erros de até 50 % no volume de madeira por parcela quando usada em outra condição diferente daquela para a qual foi determinada.

Uma das técnicas utilizadas para estudar a identidade ou paralelismo entre equações de regressão é a de variáveis binárias (KOSAK, 1972).

O objetivo deste trabalho é estudar o nível de agrupamento das equações de volume e relações hipsométricas para diferentes tipos de florestas de *Eucalyptus* pertencentes à Cia. Suzano de Papel e Celulose, no Estado de São Paulo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Características de Cada Estrato

O estudo de equações de volume e relações hipsométricas iniciou-se em 1982 na Cia. Suzano de Papel e Celulose. Anualmente novas equações são geradas para que a precisão na estimativa de volume e altura seja mantida.

Nas TABELAS 1 e 2 são apresentadas as características dos estratos amostrados para a geração das equações de volume e relações hipsométricas até o ano de 1987, referente ao Inventário Florestal Contínuo (I.F.C.).

Os locais 1 a 9 e 13 pertencem à Região Leste, os demais à Região Oeste.

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

TABELA 1 - Caracterização dos estratos utilizados no Inventário Florestal Contínuo da Cia. Suzano de Papel e Celulose no Estado de São Paulo.

ESTRATO	ESPECIE	IDADE	LOCAL	ROTAÇÃO	CICLO	ANO COLETA
01	<i>E.saligna</i>	3-5	9/13	2	1	1982
02	<i>E.saligna</i>	6-8	9/13	2	1	
03	<i>E.saligna</i>	9	9/13	1	1	
04	<i>E.grandis</i>	9	9/13	1	1	
05	<i>E.saligna</i>	6-8	1/2/3/5/6/7	2	1	
06	<i>E.saligna</i>	6-7	10/12/14/16/19	2	1	
07	<i>E.saligna</i>	7-8	11/15	1	1	
08	<i>E.saligna</i>	3-4	11/15	2	1	
09	<i>E.saligna</i>	5-6	11/15	2	1	
10	<i>E.saligna</i>	8	10/12/14/16/19	1	1	
11	<i>E.saligna</i>	3-5	10/12/14/16/19	2	1	1983
12	<i>E.saligna</i>	9	1/2/3/5/6/7	1	1	
13	<i>E.saligna</i>	3-5	1/2/3/5/6/7	2	1	
14	<i>E.saligna</i>	9	1/2/3/5/6/7	2	1	
15	<i>E.grandis</i>	3	9/13	1	2	
16	<i>E.saligna</i>	3-4	1/2/3/5/6/7	1	2	1984
17	<i>E.grandis</i>	3	11/15	1	2	
18	<i>E.saligna</i>	3-4	11/15	1	2	
19	<i>E.grandis</i>	3	1/2/3/5/6/7	1	2	
20	<i>E.saligna</i>	3	10/12/14/16/19	1	2	
21	<i>E.saligna</i>	4	10/12/14/16/19	1	2	
22	<i>E.grandis</i>	4	11/15	1	2	1985
23	<i>E.saligna</i>	5	11/15	1	2	
24	<i>E.grandis</i>	4	9/13	1	2	
25	<i>E.saligna</i>	5	1/2/3/5/6/7	1	2	
26	<i>E.saligna</i>	3	9/13	1	2	
27	<i>E.grandis</i>	5	9/13	1	2	
28	<i>E.saligna</i>	6	1/2/3/5/6/7	1	2	
29	<i>E.grandis</i>	4	1/2/3/5/6/7	1	2	
30	<i>E.grandis</i>	5	11/15	1	2	1986
31	<i>E.saligna</i>	6	11/15	1	2	
32	<i>E.saligna</i>	5	10/12/14/16/19	1	2	
33	<i>E.grandis</i>	3	10/12/14/16/19	1	2	
34	<i>E.grandis</i>	4	10/12/14/16/19	1	2	
35	<i>E.saligna</i>	5-6	17	1	1	
36	<i>E.saligna</i>	6	17	1	1	
37	<i>E.saligna</i>	6	17	2	1	
38	<i>E.grandis</i>	6	9/13	1	2	1987
39	<i>E.saligna</i>	4	9/13	1	2	
40	<i>E.grandis</i>	5	1/2/3/5/6/7	1	2	
41	<i>E.grandis</i>	6	11/15	1	2	
42	<i>E.grandis</i>	5	10/12/14/16/19	1	2	

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

TABELA 2 - Relação dos municípios abrangidos pela amostragem no Estado de São Paulo.

LOCAL	MUNICÍPIOS
1	Biritiba Mirim
2	Salesópolis
3	Moji das Cruzes
5	Biritiba Mirim
6	Santos
7	Biritiba Mirim
9	Paraibuna
10	Sarapuí/Salto de Pirapora
11	Itapetininga
12	São Miguel Arcanjo
13	São Luiz de Paraitinga
14	São Miguel Arcanjo
15	Angatuba/Itatinga/Bofete/Botucatu/Pardinho
16	Pilar do Sul/São Miguel Arcanjo
17	Itararé
19	Angatuba/Itapetininga

2.2 Método das Variáveis Binárias

CUNIA (1973) apresenta uma descrição completa do uso de variáveis binárias na área florestal, mostrando exemplos de aplicação.

Quando se deseja comparar duas equações de volume ou relações hipsométricas, as mesmas devem ter o mesmo modelo.

M2: Tem-se dois modelos M1 e

$$M1: Y = b_{01} + b_{11} X + e_1$$

$$M2: Y = b_{02} + b_{12} X + e_2$$

oriundos de dois tipos florestais diferentes 1 e 2, e deseja-se verificar se os mesmos são idênticos. Cria-se uma nova variável (binária) D que possui as seguintes características:

$$D = 1 \text{ se o tipo florestal for 1}$$

$$D = 0 \text{ se o tipo florestal for 2}$$

Será então gerado um novo modelo, agora de regressão múltipla, cujas variáveis independentes serão X e D. Esse novo modelo, chamado modelo total, inclui os dois conjuntos de dados e tem a seguinte forma:

$$Y = b_{0t} + b_{1t} X + b_{2t} D + e_t$$

No caso específico de equações de volume o modelo da variável combinada apresenta as seguintes variáveis:

$$Y = \text{volume de madeira}$$

$$X = DAP*DAP* altura$$

$$D = \text{variável binária}$$

Testa-se através do teste F a significância do parâmetro b_{2t} , ou seja, aceita-se ou rejeita-se a hipótese de que $b_{2t} = 0$.

Aceitando-se a hipótese, os dois conjuntos de dados são

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

idênticos, ou seja, os modelos são coincidentes, podendo ser agrupados.

Quando os modelos eram diferentes procurou-se testar a identidade através de cada um deles proveniente de cada conjunto de dados.

Foram comparadas dentro de cada região e rotação as equações de cada estrato, para volume com casca para celulose (diâmetro mínimo das peças de 8 cm), para energia (diâmetros máximos de 8 cm e mínimos de 4 cm) e relações hipsométricas (DAP - altura total).

Foram realizados um total de 261 comparações para volume com casca para celulose, para energia e relações hipsométricas, assim distribuídos:

- . Região Oeste - 1a. rotação = 136 comparações
- . Região Oeste - 2a. rotação = 10 comparações
- . Região Leste - 1a. rotação = 105 comparações
- . Região Leste - 2a. rotação = 10 comparações

As hipóteses iniciais que orientaram este trabalho supunham que as equações de volume e as relações hipsométricas poderiam ser agrupadas obedecendo algumas características como espécie e idade principalmente. As equações de volume relacionam o DAP e altura total da árvore com volume de madeira da mesma.

Se para um mesmo DAP e altura, árvores de diferentes estratos tiverem o mesmo volume

significa que as equações são semelhantes, ou seja, as árvores terão a mesma forma do tronco. Duas árvores apresentam o mesmo volume se tiverem o mesmo DAP, altura e forma de tronco. Portanto, a diferença entre equações significa a diferença entre formas do tronco e consequentemente nos volumes das árvores, como mostra FIGURA 1.

Para cada região e rotação procurou-se equações, cujo valor do teste F de comparação entre modelos não apresentasse significância estatística para que pudessem ser agrupadas. As relações hipsométricas nas estimativas do inventário florestal são utilizadas com parâmetros estimados com dados de altura e DAP da própria parcela. Define-se portanto, um modelo que melhor explique a relação DAP-altura para um determinado tipo florestal e utiliza-se o modelo com os parâmetros estimados em cada parcela. O agrupamento das relações hipsométricas baseia-se apenas na identidade de modelo, não interessando os seus parâmetros como nas equações volumétricas. O agrupamento entre regiões e rotações não foi estudado, pois o ritmo de crescimento nas duas regiões é bastante distinto, o que influenciará na forma do tronco.

As variações entre primeira e segunda rotação, em relação à forma do tronco são óbvias. Em geral, na primeira rotação se tem em média 1 fuste por árvore, enquanto que na segunda rotação essa média é em torno de 2 brotos por touça. Além da análise estatística, o agrupamento de equações obedeceu critérios biológicos, sendo evitada a combinação de idades discrepantes (3 com 9 anos por exemplo) ou locais com características distintas, em

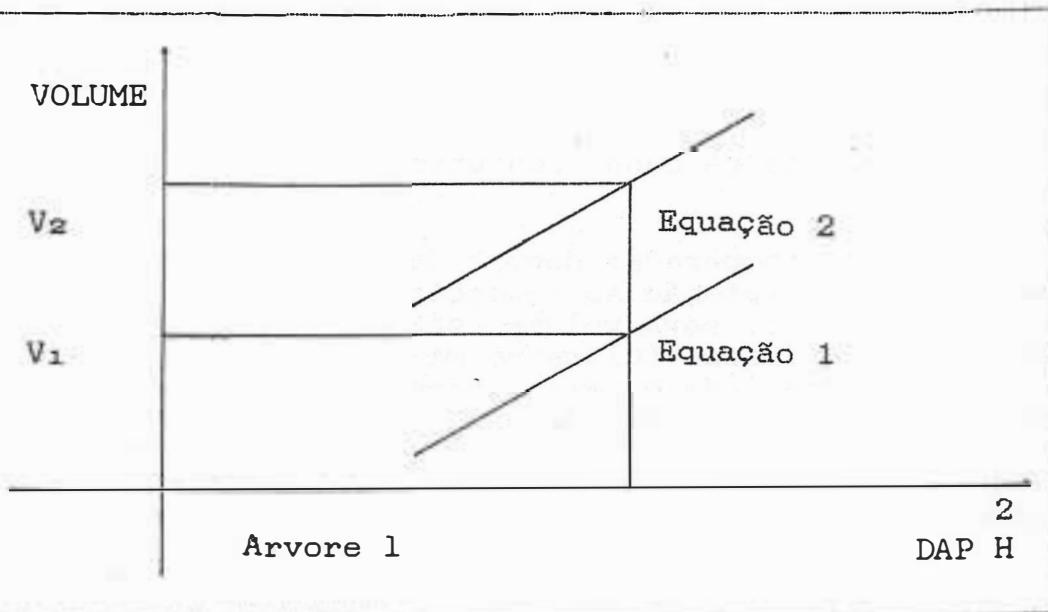


FIGURA 1 - Arvores com mesmo DAP e altura total podem apresentar volumes de madeira diferentes.

termos de produtividade, dentro de uma mesma região, mesmo que o agrupamento estivesse sendo recomendado pelo teste estatístico.

Outra restrição ao agrupamento foi a não coincidência dos resultados dos testes estatísticos para as três funções testadas (equações de volume para celulose, para energia e relações hipsométricas). Pouco ganho em operações de campo e computação seria obtido com o agrupamento de apenas um dos três tipos de funções, para cada estrato.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na TABELA 3 são apresentados os resultados de comparação, duas a duas, das equações de volume com casca para celulose para os estratos da região Oeste em

1a. rotação. As células com mais de uma resposta estatística significa que para cada estrato comparado havia um modelo de regressão diferente. Do total de comparações realizadas 40 % apresentam condições de agrupamento.

Os resultados das comparações das equações de volume para energia são apresentadas na TABELA 4. Cerca de 52 % das comparações não são estatisticamente diferentes. As relações hipsométricas apresentam diferenças marcantes quanto a variação de sítio. Uma árvore com o mesmo DAP apresenta alturas maiores em sítios mais produtivos. Isto é refletido nas possibilidades de agrupamento. Do total de comparações, 79 % apresentaram diferenças significativas.

Dentro dos critérios estabelecidos pode-se agrupar os es-

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

tratos 23 com 31 e 35 com 36.

Os estratos 23 e 31 são da mesma espécie (*E. saligna*), mesmo local e ciclo, mas de idades diferentes (5 e 6 anos). A única diferença entre os estratos 35 e 36 é a idade. No estrato 35 foram coletadas árvores nas idades 5 e 6 anos e, no estrato 36, apenas idade de 6 anos.

Apenas 5 estratos foram analisados na região Oeste em 2a. rotação. Novamente as relações hipsométricas se mostraram restritivas a agrupamentos, impedindo qualquer combinação de equações, como mostram as TABELAS 5 e 6.

Cerca de 84 % das comparações apontavam diferenças significativas impedindo agrupamentos quanto se testou as equações hipsométricas (TABELA 9), na região Leste em 1a. rotação.

As restrições foram de apenas 37 % para as equações de volume para celulose e 65 % para madeira de energia (TABELAS 7 e 8). Os sítios da região leste são mais produtivos, não há déficit hídrico e as temperaturas são altas. Há, entretanto, uma grande variação de sítios, o que refletiu nas relações hipsométricas.

Os seguintes estratos foram agrupados: 3 e 4, 25 e 28, 26 e 39 e 27 e 38. Os estratos 3 e 4 apresentaram como característica diferente as espécies que podem ser agrupadas na idade de 9 anos.

As idades próximas (diferença de 1 ano) foram combinadas nos demais agrupamentos.

A TABELA 10 com os resultados das comparações entre estratos pertencentes à região Leste em 2a. rotação, mostra a possibilidade de agrupamento dos estratos 1 e 2. Os dois estratos estão no mesmo local, pertencem à mesma espécie, em 2a. rotação e 1º ciclo. A diferença silvicultural entre os dois estratos é a idade.

4 CONCLUSOES

Os critérios de agrupamento não devem ser apenas estatísticos, mas também biológicos, evitando combinações disparentes.

As relações hipsométricas, por serem marcadamente influenciadas pelas variações de sítio, foram as que apresentaram maiores restrições ao agrupamento.

Foram passíveis de agrupamento apenas 7 estratos, ou seja, os 42 estratos foram reduzidos a 35, sendo a idade a principal fonte de agrupamento.

Recomenda-se, antes do conhecimento das características que possibilitam o agrupamento de regressões, uma estratificação criteriosa a nível de classes de produtividade, espécie, idade, ciclo e rotação.

COUTO, H. T. A do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume e relações hipsométricas.

TABELA 3 - Comparação das equações de volume com casca para celulose dos estratos existentes na Região Oeste em 1a. rotação.

	07	10	17	18	20	21	22	23	30	31	32	33	34	35	36	41	42
07	-	N.S.	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
10	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
17	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	**	N.S.	**	*	**	*	*	**
18	-	-	-	-	N.S.	N.S.	*	N.S.	*	**	N.S.	*	N.S.	*	*	**	**
20	-	-	-	-	-	N.S.	**	N.S.	**	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	*	**	N.S.
21	-	-	-	-	-	-	N.S.	**	*	**	N.S.	**	**	**	**	**	N.S.
22	-	-	-	-	-	-	*	**	**	N.S.	**	**	**	**	**	**	**
23	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	**							
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	N.S.	**	N.S.	**	**	
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	**
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.	**	N.S.	**	**	
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	**	
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.	*	N.S.
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.	*
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

** = Significado ao nível de 1% de probabilidade.

* = Significado ao nível de 5% de probabilidade.

N.S. = Não significado.

COUTO, H. T. A do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume e relações hipsométricas.

TABELA 4 - Comparação das equações de volume, com casca para energia dos estratos existentes na Região Oeste em la. rotação.

	07	10	17	18	20	21	22	23	30	31	32	33	34	35	36	41	42
07	-	N. S.	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
10	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
17	-	-	-	N. S.	**	N. S.	N. S.	**	**								
18	-	-	-	-	N. S.	N. S.	*	N. S.	**	**	**	**	**				
20	-	-	-	-	-	**	**	**	*	N. S.	*	*	**	N. S.	N. S.	*	N. S.
21	-	-	-	-	-	*	N. S.	N. S.	*	N. S.	N. S.	**	N. S.	N. S.	N. S.	*	N. S.
22	-	-	-	-	-	-	N. S.	**	N. S.								
23	-	-	-	-	-	-	-	N. S.	**	N. S.							
30	-	-	-	-	-	-	-	-	N. S.	N. S.	N. S.	**	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N. S.							
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N. S.	*	**	**	N. S.	N. S.		
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N. S.	*	N. S.	**	N. S.	*	**	
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	*	*
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N. S.	N. S.	N. S.	
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N. S.	N. S.	
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N. S.
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade

N. S. = Não significativo

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

TABELA 5 - Comparações das relações hipsométricas dos estratos existentes na Região Oeste em 1a. rotação.

	07	10	17	18	20	21	22	23	30	31	32	33	34	35	36	41	42
07	-	D	D	D	D	D	I	I	I	I	D	D	I	I	I	D	D
10	-	-	D	I	D	I	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
17	-	-	-	D	I	D	D	D	D	D	D	I	D	D	D	D	D
18	-	-	-	-	D	I	D	D	D	D	D	D	D	D	D	I	D
20	-	-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	I	D	D	D	D	D
21	-	-	-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	D	D	D	I	D
22	-	-	-	-	-	-	-	I	I	I	D	D	I	I	I	D	I
23	-	-	-	-	-	-	-	-	I	I	D	D	I	I	I	D	I
30	-	-	-	-	-	-	-	-	I	D	D	I	I	I	D	I	
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D	I	I	I	D	I	
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	D
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	D
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	I	I	I	
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	D	I	
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	I	
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

IDENTIDADE DE MODELOS

I = Modelos idênticos

D = Modelos diferentes

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

TABELA 6 - Comparações das equações de volume para celulose e energia com casca e relações hipsométricas dos estratos existentes na Região Oeste em 2a. rotação.

CELULOSE

	6	8	9	11	37
6	-	N.S.	N.S.	N.S.	**
8	-	...	N.S.	N.S.	**
9	-	-	-	N.S. *	**
11	-	-	**
37	-	-	--	-	-

ENERGIA

	6	8	9	11	37
6	-	N.S. **	N.S. **	N.S.	**
8	-	-	*	N.S.	**
9	-	-	-	N.S.	**
11	-	-	-	-	**
37	-	-	-	-	-

ALTURA

	6	8	9	11	37
6	-	D	I	D	I
8	-	...	D	D	D
9	-	...	-	D	I
11	-	...	-	-	D
37	-	...	-	-	-

** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade

N.S. = Não significativo

I = Modelos idênticos

D = Modelos diferentes

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

TABELA 7 - Comparação das equações de volume com casca para celulose dos estratos existentes na Região Leste em 1a. rotação.

	03	04	12	15	16	19	24	25	26	27	28	29	38	39	40
03	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.				**			
04	-	-	*	N.S.	*	*	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.
12	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.
15	-	-	-	-	N.S.	**	N.S.	**	N.S.	*	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
16	-	-	-	-	-	**	N.S.	**	N.S.	**	**	N.S.	*	N.S.	N.S.
19	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
24	-	-	-	-	-	-	**	N.S.	**	**	N.S.	**	N.S.	*	**
25	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	**	N.S.	
26	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	**	N.S.	*	N.S.	
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	N.S.	**	*	
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	**	**	
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.	
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

** = Significado ao nível de 1% de probabilidade.

* = Significado ao nível de 5% de probabilidade.

N.S. = Não significado.

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

TABELA 8 - Comparações das equações de volume com casca para energia dos estratos existentes na Região Leste em 1a. rotação.

	03	04	12	15	16	19	24	25	26	27	28	29	38	39	40
03	-	N.S.	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
04	-	-	**	N.S.	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
12	-	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
15	-	-	-	-	N.S.	N.S.	**	**	*	**	**	*	N.S.	*	**
16	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.	**
19	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.	**
24	-	-	-	-	-	-	N.S.	**	*	N.S.	**	**	N.S.	N.S.	*
25	-	-	-	-	-	-	-	**	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	**
26	-	-	-	-	-	-	-	*	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*
27	-	-	-	-	-	-	-	-	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	**	*	*	N.S.	*
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	**	**	N.S.	*
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	**	*
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	**
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade

N.S. = Não significativo

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

TABELA 9 - Comparações das relações hipsométricas dos estratos existentes na Região Leste em 1a. rotação.

	03	04	12	15	16	19	24	25	26	27	28	29	38	39	40
03	-	I	I	D	I	D	I	I	D	D	I	I	D	D	D
04	-	-	I	D	I	D	I	I	D	D	I	I	D	D	D
12	-	-	-	D	I	D	I	I	D	D	I	I	D	D	D
15	-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
16	-	-	-	-	-	D	I	I	D	D	I	I	D	D	D
19	-	-	-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	D	D	D
24	-	-	-	-	-	-	-	I	D	D	I	I	D	D	D
25	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D	I	I	D	D	D
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	D	D	I	I	D
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D	I	I	D
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	D	D	D
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	D	D
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	-	D
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

I = Modelos idênticos

D = Modelos diferentes

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

TABELA 1.0 - Comparações das equações de volume para celulose e energia com casca e relações hipsométricas dos estratos existentes na Região Leste em 2a. rotação.

CELULOSE

	1	2	5	13	14
1	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
2	-	-	*	N.S. *	N.S.
5	-	-	-	N.S.	**
13	-	-	-	-	**
14	-	-	-	-	-

ENERGIA

	1	2	5	13	14
1	-	N.S.	N.S.	**	**
2	-	-	N.S.	**	**
5	-	-	-	**	*
13	-	-	-	-	N.S.
14	-	-	-	-	-

ALTURA

	1	2	5	13	14
1	-	I	I	D	D
2	-	-	I	D	D
5	-	-	-	D	D
13	-	-	-	-	I
14	-	-	-	-	-

** = Significado ao nível de 1% de probabilidade.

* = Significado ao nível de 5% de probabilidade.

N.S.= Não significado.

I = Modelos idênticos

D = Modelos diferentes

COUTO, H. T. Z. do & BASTOS, N. L. M. O uso de variáveis binárias na combinação de equações de volume hipsométricas

5 LITERATURA CITADA

BROWN, B. W. 1970. Simple comparisons of simultaneous regression lines. *Biometrics*, Washington, 26(1):143-144, Mar.

COUTO, H. T. Z. & BASTOS, N. L. M. 1987. Modelos de equações de volume e relações hipsométricas para plantações de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo. IPEF, Piracicaba, (37):33-44.

CUNIA, T. 1973. Dummy variables and some of their uses in regression analysis. IN: PROCEEDINGS, I.U.F.R.O., Jun., 1973. Nancy, França. v.1 (Subject group 4.02)

DRAPER, N. R. & SMITH, H. 1981. *Applied regression analysis*. 2nd. New York, Ed. John Wiley & Sons Inc., 709p.

DUNCAN, D. B. 1970. Multiple comparisons methods for comparing regression coefficients. *Biometrics*, Washington, 26(1):141-143, Mar.

GUJARITI, D. 1970. Use of dummy variables in testing for equality between sets of coefficients in two linear regressions: a note. *The American Statistician*, Washington, 24(1):50-52.

NETER, J. & WASSERMAN, W. 1974. *Applied linear statistical models*. Illinois, Richard D. Irwin Inc. 842p.

PAULA NETO, F. et alii. 1983. Análise de equações volumétricas para *Eucalyptus spp.* segundo o método de regeneração na região de José de Melo-MG. *Revista Arvore*, Viçosa, 7(1):56-70.

SILVA, J. A. A. da. 1977. *Análise de equações volumétricas para a construção de tabelas de volume comercial para Eucalyptus spp., segundo a espécie, região e método de regeneração*. Viçosa, UFV, 93p. (Tese de Mestrado)

SUTTS, D. B. 1957. Use of dummy variables in regression equations. *Journal of American Statistical Association*, Washington, 52(4):546-551.

KOZAK, A. 1972. A simple method to test parallelism and coincidence for curvilinear, multiple linear and multiple curvilinear regressions. IN: PROCEEDINGS I.U.F.R.O. - CONFERENCE ADVISORY GROUP OF FOREST STATISTICIANS, 3, Jouy-en-Josas, França, Sept. 1972. p. 133-146.