RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS ALTURA-DIÂMETRO EM POVOAMENTOS DE EUCALIPTOS

Ricardo Antonio de Arruda Veiga *

Carlos Marchesi de Carvalho * *

Maria Aparecida Mourão Brasil * *

SUMMARY

"Diameter-height relations for Eucalyptus stands"

The determination of diameter-height hypsometric relations was obtained with more preciseness through arithmetic than logarithmic equation. To select hypsometric equations it was advantageous to include variables with potencies superior to unity in d.b.h. The best relations between d.b.h. and total height, and between d.b.h. and merchantable height to 0,08 and 0,05 m top are presented.

1. INTRODUÇÃO

A estimativa da altura de uma árvore em função do seu DAP, através de relações hipsométricas altura-diâmetro, é de grande utilidade nos trabalhos de mensuração florestal.

A sua maior aplicabilidade talvez esteja na construção de tabelas de volume

de simples entrada, destinadas a uso local e obtidas a partir de equação volumétrica geral e da relação hipsométrica determinada para o local em estudo.

Curvas hipsométricas podem ser determinadas por processo gráfico como mostra GOMES (5), mas normalmente são construídas por regressão linear através do método dos quadrados mínimos.

No dizer de HUSH (6), podem ser citadas as equações seguintes, dentre as mais importantes reunidas na literatura:

$$H = b_0 + b_1 D - b_2 D^2 \quad (\text{Trorey})$$

$$H = 4,5 + h(1 - e^{-ad}) \quad (\text{Meyer})$$

$$\log H = b_0 + b_1 \log D \quad (\text{Stoffels \& Van Soest})$$

$$H = b_0 + b_1 \log^2 D \quad (\text{Henricksen})$$

onde D exprime o DAP e H a altura

HER & SMITH (7) compararam aquelas equações, concluindo ser satisfatória a expressão parabólica

$$H = 4,5 + b_1 D - b_2 D^2$$

ressaltando-se sua aplicabilidade apenas à parte ascendente da curva.

Embora o Brasil seja o país com maior área reflorestada com eucaliptos, a literatura compulsada permitiu encontrar um único trabalho que apresentasse relação hipsométrica para essa *Mirtaceae*. A equação apresentada por ANDRADE (1) foi

$$H = 5,678 + 1,284 D - 0,027 D^2$$

referente ao horto florestal de Aimorés.

No presente trabalho, procurou-se determinar relações hipsométricas para *Eucalyptus saligna* Smith, através de dados logaritmizados ou não, para estabe-

* Professor Titular de Silvicultura, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

* * Professor Assistente de Silvicultura, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

lecer a metodologia mais adequada de cálculo. Com a inclusão de variáveis constituídas pelo DAP com expoentes superiores à unidade, visou-se atingir melhoria significativa nas equações não logarítmicas.

Procurou-se também, determinar relações hipsométricas para as alturas comerciais. Embora essas relações não sejam usuais, a importância prática do seu conhecimento justifica as determinações efetuadas.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 Material

A pesquisa foi dirigida a *Eucalyptus saligna* Smith, a espécie de maior área plantada no Estado de São Paulo. Foram amostradas 411 árvores, de povoamentos em ocasião de primeiro corte. No município de Mogi Guaçu foram obtidos dados dendrométricos em locais que passarão a ser designados por L_1 , L_2 e L_3 , com respectivamente 10, 8 e 9 anos de idade. As árvores de Limeira (L_5) possuíam 6 anos e meio, e as de Bragança Paulista (L_4) e Artur Nogueira (L_6) 5 anos. O solo dos locais onde foram coletados os dados, era latosol vermelho-amarelo fase arenosa, e o clima Cwa, fazendo excessão o local L_4 , onde o solo era latosol vermelho-amarelo orto e o clima Cfa.

2.2 Método

As árvores foram escolhidas em cada povoamento por amostragem casual simples. As árvores sorteadas foram abtidas, determinando-se o valor do DAP com casca (D_0), através da média de duas medidas perpendiculares, tomadas em secção transversal ao fuste com precisão de 0,001 m. Foram também determinadas a altura total (H_T), e as alturas comerciais até os diâmetros de despona de 0,08 m e 0,05 m, representadas respectivamente por H_8 e H_5 . As determinações dessas alturas comerciais correspondem à distância entre a base da árvore abatida, excluída a cepa, e a ponta do toro de 2 m cuja secção maior acusasse diâmetro médio de 0,08 m ou de 0,05 m.

Para o estudo das relações hipsométricas procurou-se determinar regressões múltiplas, tendo por variável dependente a altura total e por variáveis independentes valores do DAP com casca a vários expoentes, a saber:

$$D_0, D_0^2, D_0^3, D_0^4, D_0^5, D_0^6,$$

Isso porque, segundo GOMES (5), para o caso de uma só variável independente é frequentemente vantajoso ensaiar a hipótese definida por

$$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + \dots + b_N X^N$$

onde Y e X representam as variáveis independentes e dependente.

O procedimento seguido para estimar as equações, foi o processo de regressão passo-a-passo cujos detalhes podem ser encontrados em trabalhos de DRAPER & SMITH (2) e GIRÃO e BARROCAS (4).

De modo análogo, foram determinadas equações para as relações hipsométricas relativas às alturas comerciais H_5 e H_8 . Foram também determinadas as equações volumétricas logarítmicas

$$\log H = b_0 + b_1 \log D_0$$

tanto para H_T como para H_5 e H_8 .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de correlação parcial simples entre H_T , H_5 e H_8 e as variáveis independentes testadas, determinadas nos diferentes locais, acham-se inseridos nos QUADROS I, II e III.

As equações hipsométricas não logarítmicas, selecionadas para os locais estudados através de processo de regressão passo-a-passo, referentes a H_T , H_5 e H_8 estão reunidas nos quadros IV, VII e X. Os valores correspondentes ao teste F, desvio padrão de regressão $[s(Y)]$, coeficiente de variação (C.V.), coeficiente de determinação total (R^2) e testes de significância para parâmetros, acham-se relacionados nos quadros V, VI VIII IX, XI e XII.

A equação hipsométrica logarítmica testada para H_T apresentou as regressões constantes no quadro XII, cujos valores correspondentes ao teste F, desvio padrão da regressão ajustado (I) segundo FURNIVAL (3), estão reunidos no quadro XIV, enquanto os testes de precisão para parâmetros encontram-se assinalados no quadro XV. Os resultados análogos correspondentes a H_5 , estão apresentados nos quadros XVI a XVIII, e os relativos a H_8 acham-se colocados nos quadros XIX a XXI.

Dos resultados relativos às relações hipsométricas não logarítmicas depreende-se como vantajosa a inclusão de variáveis com potências superiores à unidade em D_0 . Em todos os casos relativos a H_T , H_5 e H_8 , a primeira variável incluída no modelo de regressão foi D_0 , que apresentou os maiores coeficientes de correlação parcial com as variáveis dependentes como mostram os quadros I, II e III. Contudo, somente em 3 locais e para H_T , o uso único da variável D_0 se mostrou suficiente para representar a relação hipsométrica. Para as relações entre D_0 e H_T , e D_0 e H_5 , as equações selecionadas para o conjunto de locais, envolveram as variáveis D_0 e D_0^2 , enquanto para a H_8 , a melhor regressão incluiu, além dessas, as variáveis D_0^2 , D_0^4 e D_0^5 . Considerando-se cada local, não se observa uniformidade em relação às variáveis selecionadas nos casos de H_T e H_8 , embora a seleção de D_0 e D_0^2 não tenha sido a mais frequente. Para H_5 , em todos os locais foram selecionadas ambas as variáveis citadas.

Os erros percentuais das regressões não logarítmicas escolhidas foram de 9,52% para H_T , 14,69% para H_5 e 24,71% para H_8 , na região estudada. A maior segurança na determinação da relação hipsométrica para altura total, em comparação com os comerciais, é explicável por estar condicionada a fatores biológicos, sem critérios, estabelecendo o limite da altura, conforme a aceitação do mercado consumidor. Mas os erros percentuais relativos às alturas comerciais, embora mais elevados, também podem ser considerados bons, pois não se pretende determinar a altura exata onde se encontrado diâmetro limite, nem foram os da-

dos de cambo obtidos nessas condições. Ao contrário, visa-se a determinação da altura comercial correspondente, que na prática, na maioria das vezes é obtida em múltiplos de 2,0 m.

Comparando os resultados obtidos nas relações hipsométricas logarítmicas com os encontrados nas não logarítmicas, verifica-se que aquelas foram menos precisas. Foram excessões apenas os valores indicados para H_T nos locais L_1 e L_5 , e para H_5 no Local L_1 .

Embora as relações hipsométricas sejam de aplicação apenas local, no presente estudo procurou-se estabelecer equações gerais para a região pesquisada, visando não só à indicação das variáveis que devem ser incluídas, como também a oferecer noções sobre a relação altura-diâmetro para *E. saligna* em ocasião de primeiro corte. Com esse segundo objetivo foram construídos os quadros XXII, XXIII e XXIV, reunindo os valores de H_T , H_5 e H_8 obtidos com as equações hipsométricas não logarítmicas selecionadas, pois poderão ser úteis quando na ausência de estudo local mais detalhado.

4. CONCLUSÕES

Da discussão dos resultados podem ser tiradas as conclusões seguintes:

4.1. A determinação de relações hipsométricas diâmetro-altura para *E. saligna* Smith em ocasião de primeiro corte, foi conseguido com maior precisão por equações não logarítmicas do que por equações logarítmicas.

4.2. Para a seleção de equações hipsométricas, mostrou-se vantajosa a inclusão de variáveis com potências superiores à unidade em D_0 .

4.3. As melhores equações hipsométricas para o conjunto de dados coletados foram as seguintes:

$$\begin{aligned} H_T &= 2,480 + 1,8348 D_0 - 0,0403 D_0^2 \\ H_5 &= -9,699 + 2,5984 D_0 - 0,0584 D_0^2 \\ H_8 &= 67,427 - 29,1065 D_0 + 4,4702 D_0^2 \\ &\quad - 0,3066 D_0^3 + 0,00999 D_0^4 - 0,0001258 D_0^5 \end{aligned}$$

com H em m e D_0 em cm.

RESUMO

4.4 Não é vantajoso o uso de um único modelo de equação, tanto para a determinação de equações hipsométricas para altura total, como para as correspondentes às alturas comerciais aos diâmetros de despona de 0,08 e 0,05 m, pois resultados melhores podem ser obtidos com modelos diferentes.

Determinação de relações hipsométricas altura-diâmetro em maciços de *Eucalyptus saligna* Smith em ocasião de primeiro corte. Comparação de equações por processo de regressão linear, permitindo selecionar as melhores para estimar altura total e alturas comerciais aos diâmetros de despona de 0,05 e 0,08 m, em função do DAP.

5. BIBLIOGRAFIA

- 1 — ANDRADE, E.N. 1961. **O Eucalipto**, 2.^a ed., 681 pp. Companhia Paulista de Estradas de Ferro, Jundiaí, SP.
- 2 — DRAPER, N.R. & H. SMITH. 1966. **Applied Regression Analysis**, 407 pp. John Wiley & Sons, Nova York.
- 3 — FURNIVAL, G.M. 1961. A Index for Comparing Equations Used in Constructing Volume Tables. **Forest Sciences** 7: 337-341.
- 4 — GIRÃO, A.J. & J.M. BARROCAS. 1968. **Análise de Regressão. O Algoritmo Strap**, 58 pp. Fundação Calouste Gulbenkian, Centro de Estudos de Economia Agrária. Lisboa.
- 5 — GOMES, A.M.A. 1967. **Medição dos Arvoredos**, 431 pp. Sá da Costa, Lisboa.
- 6 — HUSH, B. 1963. **Forest Mensuration and Statistical**, 474 pp. Ronald Press. Nova York.
- 7 — KER, J.W. & J.H.G. SMITH. 1955. Advantages of the parabolic expression of height-diameter relationships. **Forestry Chronicle** 31: 236-246.

QUADRO I — COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO PARCIAL SIMPLES PARA H_T .

	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_1 a L_6
$r(H_T, D_0)$	0,7367 **	0,5209 **	0,7664 **	0,8497 **	0,7210 **	0,7698 **	0,7683 **
$r(H_T, D_0^2)$	0,6976 **	0,4919 **	0,7156 **	0,8187 **	0,6670 **	0,7294 **	0,7214 **
$r(H_T, D_0^3)$	0,6450 **	0,4559 **	0,6568 **	0,7701 **	0,6010 **	0,6835 **	0,6531 **
$r(H_T, D_0^4)$	0,5895 **	0,4170 **	0,5964 **	0,7108 **	0,5401 **	0,6350 **	0,5731 **
$r(H_T, D_0^5)$	0,5392 **	0,3789 **	0,5401 **	0,6994 **	0,4932 **	0,5860 **	0,4935 **
$r(H_T, D_0^6)$	0,4980 **	0,3443 **	0,4910 **	0,5919 **	0,4607 **	0,5385 **	0,4225 **

QUADRO II — COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO PARCIAL SIMPLES ENTRE H_5 E AS DEMAIS VARIÁVEIS TESTADAS

	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	0,7839 **
$r(H_5, D_0)$	0,7508 **	0,8471 **	0,8066 **	0,8802 **	0,7704 **	0,8328 **	0,7069 **
$r(H_5, D_0^2)$	0,6986 **	0,8002 **	0,7736 **	0,8446 **	0,7031 **	0,7929 **	L_1 a L_6
$r(H_5, D_0^3)$	0,6357 **	0,7419 **	0,7289 **	0,7898 **	0,6231 **	0,7468 **	0,8369 **
$r(H_5, D_0^4)$	0,5728 **	0,6787 **	0,6786 **	0,7237 **	0,5503 **	0,6975 **	0,6172 **
$r(H_5, D_0^5)$	0,5177 **	0,6172 **	0,6288 **	0,6557 **	0,4944 **	0,6475 **	0,5282 **
$r(H_5, D_0^6)$	0,4733 **	0,5616 **	0,5834 **	0,5926 **	0,4555 **	0,5989 **	0,4494 **

QUADRO III — COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO PARCIAL SIMPLES ENTRE H_8 E AS VARIÁVEIS TESTADAS

	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_1 a L_6
$r(H_8, D_0)$	0,8663 **	0,9199 **	0,8967 **	0,9378 **	0,8544 **	0,9274 **	0,9091 **
$r(H_8, D_0^2)$	0,8061 **	0,8825 **	0,8566 **	0,9091 **	0,7808 **	0,9190 **	0,8613 **
$r(H_8, D_0^3)$	0,7332 **	0,8312 **	0,8048 **	0,8569 **	0,6930 **	0,8966 **	0,7845 **
$r(H_8, D_0^4)$	0,6600 **	0,7727 **	0,7480 **	0,7901 **	0,6128 **	0,8636 **	0,6913 **
$r(H_8, D_0^5)$	0,5953 **	0,7137 **	0,6929 **	0,7192 **	0,5511 **	0,8237 **	0,5962 **
$r(H_8, D_0^6)$	0,5432 **	0,6591 **	0,6435 **	0,6521 **	0,5081 **	0,7803 **	0,5106 **

QUADRO IV — EQUAÇÕES HIPSONÔMETRICAS NÃO LOGARÍTMICAS SELECIONADAS PARA H_T .

LOCAL	EQUAÇÃO NÃO LOGARÍTMICA SELECIONADA		
L_1	I	$H_T = 10,679 + 0,6432 D_0$	
L_2	II	$H_T = 12,985 + 0,4512 D_0$	
L_3	III	$H_T = -14,786 + 4,3831 D_0 - 0,1244 D_0^2$	
L_4	IV	$H_T = 2,642 + 1,7547 D_0 - 0,0347 D_0^2$	
L_5	V	$H_T = 11,621 + 0,5730 D_0$	
L_6	VI	$H_T = -149,192 + 58,4626 D_0 - 7,8180 D_0^2 + 0,4662 D_0^3 - 0,0103 D_0^4$	
L_1 a L_6	VII	$H_T = 2,840 + 1,8348 D_0 - 0,0493 D_0^2$	

QUADRO V — VALORES DE DESVIO PADRÃO DA REGRESSÃO, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO TOTAL E TESTE F, CORRESPONDENTE AS EQUAÇÕES NÃO LOGARÍTMICAS SELECIONADAS PARA H_T .

EQUAÇÃO	s(Y)	C.V.	R^2	F
I	1,8002	9,76%	0,5428 **	55,80 **
II	1,8483	10,23%	0,2713 **	20,10 **
III	1,7448	9,02%	0,6983 **	48,62 **
IV	1,5975	8,99%	0,7383 **	220,08 **
V	1,6652	8,82%	0,5199 **	32,49 **
VI	1,1099	6,56%	0,7132 **	40,41 **
VII	1,7129	9,52%	0,6248 **	339,76 **

QUADRO VI — TESTE DE SIGNIFICÂNCIA E INTERVALOS DE CONFIANÇA PARA ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS, DE EQUAÇÕES SELECIONADAS PARA AS RELAÇÕES HIPNOMÉTRICAS RELATIVAS A H_T .

EQUAÇÃO	VARIÁVEL	β_I	$s(\beta_I)$	t	I.C. inferior	I.C. superior
I	D_0	0,6432	0,0861	7,47 **	0,4693	0,8171
II	D_0	0,4512	0,1006	4,48 **	0,2492	0,6532
III	D_0	4,3831	0,8606	5,09 **	2,3005	6,4657
	D_0^2	—0,1244	0,0316	—3,93 **	—0,2009	—0,0479
IV	D_0	1,7547	0,2756	6,37 **	1,2145	2,2949
	D_0^2	—0,0347	0,0111	—3,12 **	—0,0565	—0,0129
V	D_0	0,5730	0,1005	5,70 **	0,3680	0,7780
VI	D_0	58,4626	21,9607	2,66 **	14,7608	102,1644
	D_0^2	—7,8180	3,1565	—2,48 **	—14,0994	—1,5366
	D_0^3	0,4662	0,1972	2,36 **	0,0738	0,8586
	D_0^4	—0,0103	0,0045	—2,29 **	—0,0192	—0,0014
VII	D_0	1,8348	0,1722	10,66 **	1,4973	2,1723
	D_0^2	—0,0403	0,0066	—6,13 **	—0,0532	—0,0274

QUADRO VII — EQUAÇÕES HIPNOMÉTRICAS NÃO LOGARÍTMICAS SELECIONADAS PARA H_5 .

LOCAL	EQUAÇÃO NÃO LOGARÍTMICA SELECIONADA		
L_1	VIII	$H_5 = - 8,822 + 2,6350 D_0 - 0,0629 D_0^2$	
L_2	IX	$H_5 = - 12,385 + 3,1702 D_0 - 0,0840 D_0^2$	
L_3	X	$H_5 = - 7,801 + 1,7818 D_0 - 0,0000 D_0^6$	
L_4	XI	$H_5 = - 9,468 + 2,5076 D_0 - 0,0536 D_0^2$	
L_5	XII	$H_5 = - 5,387 + 2,0922 D_0 - 0,0434 D_0^2$	
L_6	XIII	$H_5 = - 17,739 + 4,2595 D_0 - 0,1456 D_0^2$	
L_1 a L_6	XIV	$H_5 = - 9,699 + 2,5984 D_0 - 0,0584 D_0^2$	

QUADRO VIII — VALORES DE DESVIO PADRÃO DE REGRESSÃO, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO TOTAL E TESTE F, CORRESPONDENTES AS EQUAÇÕES NÃO LOGARÍTMICAS SELECIONADAS PARA H_5 .

EQUAÇÃO	s(Y)	C.V.	R ²	F
VIII	2,0958	15,80%	0,6323 **	39,56 **
IX	1,3622	11,19%	0,7891 **	99,13 **
X	2,0277	15,70%	0,6936 **	47,55 **
XI	1,7885	15,42%	0,7986 **	309,36 **
XII	1,7660	12,84%	0,6650 **	28,79 **
XIII	1,2315	11,11%	0,7759 **	116,00 **
XIV	1,7775	14,69%	0,7461 **	599,47 **

QUADRO IX — TESTE DE SIGNIFICÂNCIA E INTERVALOS DE CONFIANÇA PARA ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS, DAS EQUAÇÕES SELECIONADAS PARA AS RELAÇÕES HIPSONÔMICAS RELATIVAS A H_5 .

EQUAÇÃO	VARIÁVEL	β_I	s(β_I)	t	I.C. inferior	I.C. superior
VIII	D_0	2,6350	0,6201	4,25 **	1,3824	3,8878
	D_0^2	—2,6350	0,0215	—2,93 **	—0,1063	—0,0195
IX	D_0	3,1702	0,5187	6,11 **	2,1276	4,2128
	D_0^2	—0,0840	0,0198	—4,24 **	—0,1238	—0,0442
X	D_0	1,7818	0,2560	6,96 **	1,1623	2,4013
	D_0^6	—141x10 ^{—9}	579x10 ^{—10}	—2,43 **	—1542x10 ^{—9}	1260x10 ^{—9}
XI	D_0	2,5076	0,3086	8,13 **	1,9027	3,1125
	D_0^2	—0,0536	0,0125	—4,30 **	—0,0781	—0,0291
XII	D_0	2,0922	0,5444	3,84 **	0,9815	3,2029
	D_0^2	—0,0434	0,0174	—2,49 **	—0,0789	—0,0079
XIII	D_0	4,2595	0,6421	6,63 **	2,9817	5,5373
	D_0^2	—0,1456	0,0293	—4,96 **	—0,2039	—0,0873
XIV	D_0	2,5984	0,1787	14,54 **	2,2488	2,9487
	I.C.	—0,0584	0,0068	—8,56 **	—0,0717	—0,0451

QUADRO X — EQUAÇÕES HIPSOMÉTRICAS NÃO LOGARÍTMICAS SELECIONADAS PARA H_8 .

LOCAL	EQUAÇÃO NÃO LOGARÍTMICA SELECIONADA	
L_1	XV	$H_8 = -25,119 + 4,0042 D_0 - 0,0956 D_0^2$
L_2	XVI	$H_8 = -21,758 + 3,4049 D_0 - 0,0783 D_0^2$
L_3	XVII	$H_8 = -26,340 + 3,3223 D_0 - 0,0030 D_0^3$
L_4	XVIII	$H_8 = 94,406 - 38,3041 D_0 + 5,3153 D_0^2 - 0,2728 + 0,0004 D_0^5 + 0,0000 D_0^6$
L_5	XIX	$H_8 = -20,916 + 3,1876 D_0 - 0,0657 D_0^2$
L_6	XX	$H_8 = -8,473 - 3,1160 D_0 + 0,2731 D_0^2 + 0,0000 D_0^6$
L_1 a L_6	XXI	$H_8 = 67,427 - 29,1065 D_0 + 4,4702 D_0^2 - 0,3066 D_0^3 + 0,0100 D_0^4 - 0,0001 D_0^5$

QUADRO XI — VALORES DO DESVIO PADRÃO DA REGRESSÃO, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO TOTAL E TESTE F, CORRESPONDENTE AS EQUAÇÕES NÃO LOGARÍTMICAS RELATIVAS A H_8 .

EQUAÇÃO	s(Y)	C.V.	R ²	F
XV	1,8116	21,44%	0,8418 **	122,36 **
XVI	1,2855	20,69%	0,8844 **	202,67 **
XVII	1,5969	20,19%	0,8633 **	132,64 **
XVIII	1,4966	25,15%	0,9029 **	284,40 **
XIV	1,8229	21,93%	0,8150 **	63,87 **
XX	1,1140	20,20%	0,8773 **	157,27 **
XXI	1,6294	24,71%	0,8613 **	502,90 **

QUADRO XII — TESTE DE SIGNIFICÂNCIA E INTERVALOS DE CONFIANÇA PARA ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS, DAS EQUAÇÕES SELECIONADAS PARA AS RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS RELATIVAS A H_8 .

EQUAÇÃO	VARIÁVEL	β_1	$s(\beta_1)$	t	I.C. inferior	I.C. superior
XV	D_0	4,0042	5,5360	7,47 **	2,9215	5,0869
	D_0^2	—0,0956	0,0186	—5,15 **	—0,1332	—0,0580
XVI	D_0	3,4049	0,4895	6,96 **	2,1117	4,0795
	D_0^2	—0,0783	0,0187	—4,18 **	—0,1158	—0,0470
XVII	D_0	3,3223	0,4081	8,14 **	2,3347	4,3099
	D_0^3	—0,0030	0,0007	—4,27 **	—0,0047	—0,0013
XVIII	D_0	—38,3041	12,7700	—3,00 **	—63,5887	—13,0195
	D_0^2	5,3153	1,7920	2,97 **	1,7671	8,8635
	D_0^3	—0,2728	0,0976	2,80 **	—0,4660	—0,0796
	D_0^5	443×10^{-6}	178×10^{-6}	2,48 **	91×10^{-6}	795×10^{-8}
	D_0^6	$—105 \times 10^{-7}$	446×10^{-8}	—2,36 **	$—193 \times 10^{-7}$	167×10^{-8}
	D_0					
XIV	D_0	3,1876	0,5619	5,67 **	2,0413	4,3339
	D_0^2	—0,0657	0,0180	—3,65 **	—0,1024	—0,0290
XX	D_0	—3,1160	1,7032	—1,83 **	—6,5224	0,2904
	D_0^2	0,2731	0,0978	2,79 **	0,0775	0,4687
	D_0^6	$—112 \times 10^{-8}$	373×10^{-9}	—3,01 **	$—187 \times 10^{-8}$	$—374 \times 10^{-9}$
XXI	D_0	—29,1065	9,4956	—3,07 **	—47,7179	—10,4951
	D_0^2	4,4702	1,4446	3,09 **	1,6388	7,3016
	D_0^3	—0,3066	0,1059	—2,89 **	—0,5132	—0,0999
	D_0^4	0,0100	0,0037	2,67 **	0,0028	0,0172
	D_0^5	$—126 \times 10^{-6}$	510×10^{-6}	—2,47 **	$—226 \times 10^{-6}$	—26,10
	D_0					

QUADRO XIII — EQUAÇÕES HIPSONÔMETRICAS LOGARÍTMICAS OBTIDAS PARA H_T .

LOCAL	EQUAÇÃO HIPSONÔMETRICA LOGARÍTMICA	
L_1	XXII	$\log H_T = 0,761 + 0,4675 \log D_0$
L_2	XXIII	$\log H_T = 0,916 + 0,3238 \log D_0$
L_3	XXIV	$\log H_T = 0,469 + 0,7550 \log D_0$
L_4	XXV	$\log H_T = 0,617 + 0,6023 \log D_0$
L_5	XXVI	$\log H_T = 0,789 + 0,4423 \log D_0$
L_6	XXVII	$\log H_T = 0,612 + 0,5814 \log D_0$
L_1 a L_6	XXVIII	$\log H_T = 0,661 + 0,5602 \log D_0$

QUADRO XIV — VALORES DO DESVIO PADRÃO DA REGRESSÃO, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO, TESTE F E DESVIO PADRÃO AJUSTADO PARA AS RELAÇÕES HIPSONÔMETRICAS LOGARÍTMICAS PARA H_T .

EQUAÇÃO	s(Y)	C.V.	R ²	F	I
XXII	0,0417	3,30%	0,5560 **	58,85 **	1,75
XXIII	0,0473	3,77%	0,2691 **	19,88 **	1,95
XXIV	0,0488	3,81%	0,5973 **	63,78 **	2,14
XXV	0,0399	3,21%	0,7365 **	438,86 **	1,61
XXVI	0,0382	3,00%	0,5420 **	35,50 **	1,65
XXVII	0,0376	3,07%	0,6132 **	107,81 **	1,45
XXVIII	0,0437	3,50%	0,6122 **	645,68 **	1,82

QUADRO XV — TESTE DE SIGNIFICÂNCIA E INTERVALOS DE CONFIANÇA DOS COEFICIENTES ANGULARES CORRESPONDENTES AS RELAÇÕES HIPSONÔMETRICAS LOGARÍTMICAS ENTRE H_T E D_0 .

EQUAÇÃO	VARIÁVEL	β_1	s(β_1)	t	I.C. inferior	I.C. superior
XXII	$\log D_0$	0,4675	0,0609	7,67 **	0,3445	0,5905
XXIII	$\log D_0$	0,3238	0,0726	4,45 **	0,1779	0,4697
XXIV	$\log D_0$	0,7550	0,0945	7,99 **	0,5263	0,9837
XXV	$\log D_0$	0,6023	0,0288	20,95 **	0,5459	0,6587
XXVI	$\log D_0$	0,4423	0,0742	5,96 **	0,2909	0,5937
XXVII	$\log D_0$	0,5814	0,560	10,38 **	0,4700	0,6928
XXVIII	$\log D_0$	0,5602	0,0220	25,41 **	0,5171	0,6033

QUADRO XVI — EQUAÇÕES HIPSONÔMETRICAS LOGARÍTMICAS OBTIDAS PARA H_5 .

LOCAL	EQUAÇÃO HIPSONÔMETRICA LOGARÍTMICA	
L_1	XXIX	$\log H_5 = 0,138 + 0,9058 \log D_0$
L_2	XXX	$\log H_5 = 0,050 + 1,0761 \log D_0$
L_3	XXXI	$\log H_5 = 0,313 + 1,3087 \log D_0$
L_4	XXXII	$\log H_5 = 0,333 + 1,3168 \log D_0$
L_5	XXXIII	$\log H_5 = 0,213 + 0,8385 \log D_0$
L_6	XXXIV	$\log H_5 = 0,468 + 1,4386 \log D_0$
L_1 a L_6	XXXV	$\log H_5 = 0,2111 + 1,2007 \log D_0$

QUADRO XVII — VALORES DO DESVIO PADRÃO DA REGRESSÃO, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO, TESTE F E DESVIO PADRÃO AJUSTADO PARA AS RELAÇÕES HIPSONÔMETRICAS LOGARÍTMICAS PARA H_5 .

EQUAÇÃO	s(Y)	C.V.	R ²	F	I
XXIX	0,0752	6,78%	0,5908 **	67,85 **	2,05
XXX	0,0608	5,67%	0,7110 **	132,84 **	1,84
XXXI	0,0832	7,62%	0,6052 **	65,91 **	2,23
XXXII	0,0792	7,65%	0,7722 **	532,20 **	1,93
XXXIII	0,0624	5,53%	0,6143 **	47,79 **	2,59
XXXIV	0,0809	7,87%	0,6777 **	143,01 **	1,33
XXXV	0,0957	9,04%	0,6049 **	626,05 **	2,03

QUADRO XVIII — TESTE DE SIGNIFICÂNCIA E INTERVALOS DE CONFIANÇA DOS COEFICIENTES ANGULARES CORRESPONDENTES ÀS RELAÇÕES HIPSONÔMETRICAS LOGARÍTMICAS ENTRE H_5 e D_0 .

EQUAÇÃO	VARIÁVEL	β_1	s(β_1)	t	I.C. inferior	I.C. superior
XXIX	$\log D_0$	0,9057	0,1100	8,24 **	0,6837	1,1277
XXX	$\log D_0$	1,0761	0,0934	11,53 **	0,8884	1,2638
XXXI	$\log D_0$	1,3088	0,1612	8,12 **	0,9187	1,6989
XXXII	$\log D_0$	1,3168	0,0571	23,07 **	1,2049	1,4287
XXXIII	$\log D_0$	0,8385	0,1213	6,91 **	0,5911	1,0859
XXXIV	$\log D_0$	1,4386	0,1203	11,96 **	1,1992	1,6780
XXXV	$\log D_0$	1,2075	0,0483	25,02 **	1,1128	1,3022

QUADRO XIX — EQUAÇÕES HIPSONÔMETRICAS LOGARÍTMICAS OBTIDAS PARA H_8 .

LOCAL	EQUAÇÃO HIPSONÔMETRICA LOGARÍTMICA	
L_1	XXXVI	$\log H_8 = -0,981 + 1,7582 \log D_0$
L_2	XXXVII	$\log H_8 = -1,976 + 2,5975 \log D_0$
L_3	XXXVIII	$\log H_8 = -2,233 + 2,8618 \log D_0$
L_4	XXXIX	$\log H_8 = -2,141 + 2,7353 \log D_0$
L_5	XL	$\log H_8 = -1,946 + 2,5582 \log D_0$
L_6	XLI	$\log H_8 = -2,589 + 3,1526 \log D_0$
L_1 a L_6	XLII	$\log H_8 = -1,987 + 2,6111 \log D_0$

QUADRO XX — VALORES DO DESVIO PADRÃO DA REGRESSÃO, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO, TESTE F E DESVIO PADRÃO AJUSTADO PARA AS RELAÇÕES HIPSONÔMETRICAS LOGARÍTMICAS PARA H_8 .

EQUAÇÃO	s(Y)	C.V.	R^2	F	t
XXXVI	0,1061	11,48%	0,7016 **	101,09 **	2,22
XXXVII	0,1384	18,18%	0,7063 **	120,25 **	1,65
XXXVIII	0,1348	15,72%	0,7244 **	107,74 **	2,37
XXXIX	0,1263	15,37%	0,7758 **	415,20 **	1,98
LX	0,1602	18,91%	0,6924 **	67,52 **	1,93
LXI	0,1030	13,76%	0,7771 **	209,20 **	1,08
XLII	0,1335	16,29%	0,7203 **	911,79 **	2,09

QUADRO XXI — TESTE DE SIGNIFICÂNCIA E INTERVALOS DE CONFIANÇA DOS COEFICIENTES ANGULARES CORRESPONDENTES ÀS RELAÇÕES HIPSONÔMETRICAS LOGARÍTMICAS ENTRE H_8 E D_0 .

EQUAÇÃO	VARIÁVEL	β_1	$s(\beta_1)$	t	I.C. inferior	I.C. superior
XXXVI	$\log D_0$	1,7582	0,1749	10,05 **	1,4049	2,1115
XXXVII	$\log D_0$	2,5975	0,2369	10,97 **	2,1213	3,0737
XXXVIII	$\log D_0$	2,8618	0,2757	10,38 **	2,1946	3,5290
XXXIX	$\log D_0$	2,7353	0,1342	20,38 **	2,4696	3,0010
LX	$\log D_0$	2,5582	0,3113	8,22 **	1,9231	3,1933
LXI	$\log D_0$	3,1526	0,2180	14,46 **	2,7166	3,5886
XLII	$\log D_0$	2,6109	0,0864	30,10 **	2,4416	2,7802

QUADRO XXII

VALORES ESPERADOS DE ALTURA TOTAL, CORRESPONDENTES T VALORES ASSUMIDOS PELO DAP COM CASCA, SEGUNDO A RELAÇÃO HIPSO-MÉTRICA $H_T = 2,480 + 1,8348 D_0 - 0,0403 D_2$ DETERMINADA PARA E. SALIGNA NO CONJUNTO DE LOCAIS.

D_0 (cm)	H_T (m)
5,0	10,6
6,0	12,0
7,0	13,3
8,0	14,6
9,0	15,7
10,0	16,8
11,0	17,8
12,0	18,7
13,0	19,5
14,0	20,3
15,0	20,9
16,0	21,5
17,0	22,0
18,0	22,4
19,0	22,8
20,0	23,1
21,0	23,2
22,0	23,3

QUADRO XXIII

VALORES ESPERADOS DE ALTURA COMERCIAL COM LIMITE DE DESPONTA A 0,05M, CORRESPONDENTES A VALORES ASSUMIDOS PELO DAP COM CASCA SEGUNDO A RELAÇÃO HIPSO-MÉTRICA $H_s = -9,699 + 2,5984 D_0 - 0,0584 D_2$ DETERMINADA PARA E. SALIGNA NO CONJUNTO DE LOCAIS.

D_0 (cm)	VALOR DE H_s DE ACORDO COM A RELAÇÃO HIPSO- MÉTRICA (m)	VALOR DE H_s PA- RA SECCIONA- NAMENTO EM TOROS DE 2 M (m)
5,0	—	—
6,0	3,8	4,0
7,0	5,6	6,0
8,0	7,3	6,0
9,0	8,9	8,0
10,0	10,4	10,0
11,0	11,8	12,0
12,0	13,1	12,0
13,0	14,2	14,0
14,0	15,2	14,0
15,0	16,1	16,0
16,0	16,9	16,0
17,0	17,6	16,0
18,0	18,1	18,0
19,0	18,6	18,0
20,0	18,9	18,0
21,0	19,1	18,0
22,0	19,2	18,0

QUADRO XXIV

VALORES ESPERADOS DE ALTURA COMERCIAL COM LIMITE DE DESPONTA A 0,08M, CORRESPONDENTES A VALORES ASSUMIDOS PELO DAP COM CASCA, SEGUNDO A RELAÇÃO HIPSONÉTICA $H_0 = 67,427 - 29,1065 D_0 + 4,4702 D_0 + 4,4708 D_0 - 0,3066 D_0 + 0,00999 D_0 - 0,0001258 D_0$ DETERMINADA PARA E. SALIGNA NO CONJUNTO DE LO-

	VALOR DE H_5 DE ACORDO COM A RELAÇÃO HIPSONÉTICA (m)	VALOR DE H_8 PARA SECCIONAMENTO EM TOROS DE 2 M (m)
5,0	—	—
6,0	—	—
7,0	—	—
8,0	0,5	0,0
9,0	2,1	2,0
10,0	4,1	4,0
11,0	6,0	6,0
12,0	7,9	8,0
13,0	9,5	8,0
14,0	10,9	10,0
15,0	12,0	12,0
16,0	13,0	12,0
17,0	13,9	14,0
18,0	14,7	14,0
19,0	15,6	14,0
20,0	16,4	16,0
21,0	17,2	16,0
22,0	17,8	18,0