

# EQUAÇÕES DE VOLUME PARA FLORESTA TROPICAL DE TERRA FIRME EM MOJU, PA

Anadilza Maria Valente Baima; Sílvia Maria Alves da Silva; José Natalino Macedo Silva

## INTRODUÇÃO

A quantificação do volume de madeira de qualquer floresta é, sem dúvida, uma atividade chave para bem planejar o seu aproveitamento. A determinação dos volumes individuais das árvores com boa precisão é fundamental para determinar o estoque da floresta e para calcular a sua produtividade.

Na Amazônia brasileira, Heinsdijk & Bastos (1963) são considerados pioneiros na pesquisa sobre a volumetria das espécies da região. Aqueles pesquisadores determinaram um fator de forma geral (igual a 0,7) para árvores da floresta amazônica. Embora de caráter provisório, este fator ainda hoje é utilizado, apesar não obstante das facilidades computacionais existentes para o desenvolvimento de equações volumétricas.

Em se tratando de floresta natural, vários fatores dificultam os levantamentos de campo, tanto de ordem econômica quanto operacional. Dentre eles pode-se destacar a medição precisa da variável altura comercial. Portanto, é recomendável desenvolver, na maioria dos casos, equações de volume de simples entrada, para estimar volumes de árvores em pé e de dupla entrada, para estimar volumes de árvores abatidas, onde a variável altura pode ser medida com maior exatidão.

Em virtude da diversidade de espécies e de tipos florestais na Amazônia, há carência de trabalhos relacionados com o tema. Este trabalho trata da determinação de equações de volume para uma floresta de terra firme, situada no município de Moju, Pará, visando contribuir para o aumento do conhecimento da volumetria das florestas da região.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Forma do fuste das árvores

A forma do tronco de uma árvore é geometricamente descrita como neilóide na base, parabolóide no meio do fuste, sendo muito difícil a determinação exata da transição de um sólido para outro ao longo do tronco (Chapman & Meyer, 1949; Loestsch et al. 1973; Husch et al. 1982).

Silva et al. (1984) mencionaram que a forma geral do tronco varia de acordo com a espécie, em função, principalmente, da floresta. Para Scolforo (1998), a forma da árvore pode ser definida como o afilamento natural que ocorre da base para o topo, chamada conicidade, adelgaçamento e afilamento ou "taper".

Inúmeros são os fatores que podem influenciar a forma do fuste de uma árvore, dentre eles a característica genética da espécie, a qualidade de sítio, os tratamentos silviculturais e outros fatores ambientais.

Ao estudar a forma do tronco das árvores, em florestas de *pinus*, Campos (1993) expressou a forma do fuste das árvores através de quocientes ou fatores de forma, em que os quocientes exprimem a relação entre os diâmetros, e os fatores expressam a relação existente entre os volumes.

### Fator de forma

O fator de forma tem o objetivo de expressar a razão do volume real sobre o volume do cilindro visando à estimativa corrigida do volume do tronco a partir de medições de DAP e altura. Jorge (1982), ao desenvolver equação de volume para floresta tropical pluvial no norte do Espírito Santo, conceituou fator de forma absoluto, baseando-se no diâmetro a 1,30 m do solo, como sendo o fator de redução, para que se possa obter o volume do tronco da árvore, onde o cilindro de referência baseia-se no diâmetro padrão

(1,30 m). Husch et al. (1982) usaram o volume do cilindro para obtenção do fator de forma absoluto, representado pela fórmula:

$$F = Va/g.h \quad \text{em que:}$$

F = fator de forma;

Va = volume do fuste da árvore;

g = área transversal com base no DAP e

h = altura comercial da árvore.

Moura (1994), ao fazer um estudo comparativo de métodos para estimar volume das espécies da Floresta do Tapajós, determinou um fator de forma médio de 0,75, com oscilações entre 0,62 e 0,79 para 710 árvores distribuídas em 68 espécies, porém quando foi calculado para cada espécie, a variação foi mínima. O autor chamou a atenção a respeito dos inventários florestais na Amazônia, onde o fator de forma utilizado é 0,7, o qual pode proporcionar erro de - 10,96 até + 12,85 %, quando são realizadas estimativas volumétricas. Se tais estimativas forem realizadas com base no fator de forma médio por classe de diâmetro, apresentam-se mais eficientes para todas as espécies, e podem ser comparadas com as estimativas das equações de volume. Entretanto, o uso do fator médio da população, sem o controle da classe de diâmetro, foi o método que apresentou menor precisão ao se comparar com os demais métodos utilizados.

Loestch et al. (1973) enfatizaram que, principalmente para as espécies tropicais, pode ocorrer que árvores com formas geométricas idênticas, com alturas diferentes, podem apresentar fatores de forma absolutos também diferentes.

## Equação de volume

As equações de volume permitem estimar o volume individual das árvores, onde é feita a combinação entre variáveis. Quando se obtêm estimativas separadamente para o volume do tronco comercial e volume de copa para árvores de grande porte, torna-se factível o uso de equação volumétrica, cujas variáveis independentes sejam de fácil medida (Silva & Carvalho, 1984).

Silva & Carvalho (1984), ao testarem quatro modelos para uma floresta secundária, em Belterra, mencionaram que a precisão obtida com os modelos de uma entrada foram inferiores aos verificados com os modelos de duas entradas. A inclusão da variável altura, em geral aumenta consideravelmente a precisão das estimativas, porém pode tornar-se inviável economicamente, pelo aumento dos custos do levantamento. Santos (1996), ao estudar a estimativa da biomassa para uma floresta tropical na Estação de Silvicultura Tropical – INPA, em Manaus, cita que as equações que consideram tanto o diâmetro quanto a altura, produzem estimativas melhores em relação àquelas que consideram apenas o diâmetro.

Silva & Carvalho (1984) chamaram a atenção para a dificuldade na medição da variável altura, quando se trata de florestas tropicais. Por esse motivo, alguns autores recomendam a utilização de equações de volume de uma entrada, utilizando a variável diâmetro que, via de regra, pode ser medida com facilidade e relativa precisão. Os modelos de equações logarítmicos produzem melhores resultados quando comparados com os aritméticos. Porém, dependendo da natureza dos modelos testados, há necessidade da utilização de índices mais apropriados para comparações entre os modelos. Um caso específico é mostrado por Silva et al. (1984), que recomendam o uso do índice de Furnival quando se deseja realizar comparações entre erros padrões de estimativas de equações logarítmicas e aritméticas, em função de suas unidades serem diferentes.

Scolforo et al. (1994), ao estudarem as relações quantitativas para estimar o volume do fuste em Floresta Estacional Semidecídua Montana na região de Lavras, Minas Gerais, chegaram à conclusão que é possível estimar o volume das espécies nativas com segurança utilizando equações de volume ou fatores de forma. Esses autores preferem equações de volume em relação ao fator de forma, pois estas proporcionam o erro das estimativas médias bem menores em relação à média verdadeira.

Poucos trabalhos foram realizados em se tratando de Amazônia, no sentido de conhecer o volume das espécies tropicais. No Anexo 1 são mostradas algumas equações de volume genéricas ajustadas para grupos de espécies da Amazônia.

Na Amazônia, embora algum esforço tenha sido aplicado no estudo de volumetria de florestas e de algumas espécies (Anexo 1), há necessidade de aumentar esse esforço, de modo a cobrir um maior número de espécies comerciais e de tipos florestais.

## METODOLOGIA

### Descrição e localização da área

Os dados foram coletados no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Moju, PA, situado entre as coordenadas geográficas de 2° 08'e 2° 12' de latitude sul e 48° 47'e 48° e 48' de longitude oeste de Greenwich.

O clima da região é do tipo Ami, com precipitação anual de 2.400 mm, com período chuvoso que vai de fevereiro a abril e um período mais seco de agosto a outubro. As temperaturas mínimas e máximas médias oscilam entre 21° C e 33° C e a temperatura média anual é de 26° C. O relevo da área é plano, com pequenas ondulações, onde o declive varia de 0% a 3%. O solo predominante é o Latossolo Amarelo, com diferentes texturas, com presença de solos Podzólicos Vermelho-Amarelos, Gley Pouco Húmico e Plintossolos (Santos et al. 1985).

A vegetação é uma Floresta de Terra Firme, com a presença de espécies como *Vouacapoa americana* Aubl., *Manilkara huberi* Ducke, *Eschweilera* sp., *Vochysia guianensis* Aubl., *Dinizia excelsa* Ducke, *Diploptropis* sp., *Ocotea* sp., *Cordia goeldiana* Huber e *Hymenaea courbaril* L.

### Coleta dos dados das árvores-amostras em pé e abatidas

Foram medidas 103 árvores-amostras, distribuídas em dez classes diamétricas (Tabela 1).

TABELA 1. Distribuição das árvores-amostras por classe diamétrica.

Classe de diâmetro (cm)	Árvores-amostras		Total
	Em pé	Abatidas	
20 cm - 29.9 cm	10	-	10
30 cm - 39.9 cm	10	-	10
40 cm - 49.9 cm	10	-	10
50 cm - 59.9 cm	-	10	10
60 cm - 69.9 cm	-	17	17
70 cm - 79.9 cm	-	14	14
80 cm - 89.9 cm	-	06	06
90 cm - 99.9 cm	-	11	11
100 cm - 109.9 cm	-	09	09
110 cm - 119,9 cm	-	06	06
Total geral	30	73	103

Deste total, 30 árvores foram medidas em pé, cobrindo as classes 20 cm a 49,9 cm e o restante das árvores foram medidas após a derrubada, por ocasião de uma exploração florestal realizada em 1997, em 200 hectares da floresta. Em cada árvore foram medidos diâmetros a 1,30 m do solo (DAP) ou logo acima das sapopemas e a altura comercial tomada antes das bifurcações nas árvores em pé ou onde o fuste foi traçado nas árvores abatidas. Para a determinação do volume real foi utilizado o procedimento de Smalian. Mediram-se os diâmetros dos fustes e as espessuras das cascas em seções contínuas de 2 m (Loetsch et al. 1973).

A metodologia utilizada para a coleta de dados de árvores abatidas foi semelhante à descrita anteriormente, diferenciando-se apenas na medição da altura do toco onde a árvore foi serrada. Para a medição dos diâmetros e espessura da casca das seções, utilizou-se o mesmo procedimento adotado para árvores em pé.

## Modelos testados

Selecionaram-se 16 modelos de simples e dupla entrada (Tabela 2) sugeridos por Loetsch et al. (1973). Muitos desses modelos já foram testados por outros autores em diversas áreas da Amazônia (Fernandes et al. 1983; Silva & Carvalho, 1984; Silva & Araújo, 1984; Silva et al. 1984; Higuchi & Ramm, 1985; Moura 1994). Para a análise dos dados, foram utilizados os *softwares*: Excel, Fox Pro e S.A.S (Statistical Analysis System).

## Crítérios para a escolha dos melhores modelos

Os critérios utilizados para a seleção das melhores equações foram: coeficiente de determinação (R); desvio padrão de regressão (Syx); índice de Furnival (Furnival, 1961), valor de F; coeficiente de variação (CV). Além desses critérios, levou-se em consideração a boa distribuição gráfica dos resíduos padronizados (Silva & Araújo 1984; Silva & Carvalho, 1984; Fernandes et al. 1983; Higuchi & Ramm, 1985).

TABELA 2. Modelos testados para determinação de equações de volume para a floresta do Moju, PA.

Nº	Autor	Equações
Simple entrada		
1	-	$V = \beta_0 + \beta_1 d$
2	-	$V = \beta_0 + \beta_1 (1/d)$
3	-	$V = \beta_0 + \beta_1 (1/d) + \beta_2 d$
4	KOPEZKY-GEHRARDT	$V = \beta_0 + \beta_1 d^2$
5	HOHENADL-KRENN	$v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$
6	-	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 d$
7	-	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$
8	HUSCH (1963)	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d$
9	BRENAC	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 (1/d)$
Dupla entrada		
10	SPURR (1952)	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h$
11	STOATE	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 h$
12	NASLUND	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 d h^2 + \beta_4 h^2$
13	MEYER	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 d h + \beta_4 d^2 h + \beta_5 h$
14	MEYER MODIFICADA	$v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 d h + \beta_4 d^2 h$
15	SCHUMACHER-HALL	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 \ln h$
16	SPURR (1952)	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln (d^2 h)$

Fonte: Loetsch et al. (1973), onde:

v = volume comercial, (m<sup>3</sup>);

d = diâmetro à altura do peito ou 30 cm acima das sapopemas (cm);

h = altura comercial (m);

ln = logaritmo natural e;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  e  $\beta_5$  = coeficientes de regressão.



## RESULTADOS & DISCUSSÃO

Dos 16 modelos testados para equações de simples e dupla entrada, foram obtidos os seguintes resultados (Tabelas 3 a 5).

TABELA 3. Resultados obtidos na análise de regressão para as equações de simples entrada.

Modelo	R <sup>2</sup> ajustado	Syx	IF	F	C.V.(%)
Volume com casca					
1	0,8342	1,43026	-	514,288	31,8
2	0,5469	2,36453	-	124,121	52,6
3	0,8608	1,31078	-	316,286	29,1
4	0,8679	1,27688	-	670,983	28,4
5	0,8666	1,28324	-	332,171	28,5
6*	0,9388	-	0,89278	783,200	21,8
7*	0,9319	-	0,96151	699,084	23,0
8*	0,9391	-	0,9090	1575,077	21,7
9*	0,9389	-	0,91085	784,748	21,8
Volume sem casca					
1	0,8310	1,39294	-	502,380	32,4
2	0,5406	2,29631	-	121,021	53,5
3	0,8595	1,26991	-	312,978	29,6
4	0,8674	1,23358	-	668,348	28,7
5	0,8661	1,23948	-	331,019	28,9
6*	0,9393	-	0,89271	789,473	22,6
7*	0,9327	-	0,93984	707,373	23,8
8*	0,9398	-	0,88502	1592,516	22,5
9*	0,9393	-	0,89210	790,558	22,6

\*Equações logarítmicas

R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação;

Sy.x: desvio padrão da regressão;

IF: Índice de Furnival (Seqüência de cálculo no Anexo 2).

Ao se aplicarem os critérios utilizados para a seleção, para as equações de simples entrada (Tabela 3), tanto para o volume com casca como para o volume sem casca, observou-se que as equações logarítmicas de simples entrada (modelos 6, 7, 8 e 9), preencheram melhor os requisitos estabelecidos em relação às equações aritméticas. No entanto, das quatro equações logarítmicas, a de Husch ( $\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d$ ) foi selecionada tanto para o volume com casca como para o sem casca, por preencher todos os critérios de seleção (Tabela 3).

TABELA 4. Resultados obtidos na análise de regressão para as equações de dupla entrada.

Modelo	R <sup>2</sup> ajustado	Syx	IF	F	C.V.(%)
Volume com casca					
10	0,8763	1,23567	-	723,334	27,51379
11	0,9019	1,09998	-	313,747	24,49262
12	0,9053	1,08090	-	244,823	24,06773
13	0,9084	1,06306	-	203,353	23,67038
14	0,9072	1,07000	-	250,342	23,82489
15*	0,9677	-	0,66244	1528,412	15,84984
16*	0,9679	-	0,66074	3072,033	15,80930
Volume sem casca					
10	0,8714	1,21479	-	692,328	28,28962
11	0,8977	1,08384	-	299,202	25,24015
12	0,9008	1,06725	-	232,459	24,85372
13	0,9045	1,04681	-	194,274	24,37769
14	0,9034	1,05321	-	239,357	24,52672
15*	0,9668	-	0,65924	1487,167	16,72359
16*	0,9669	-	0,65924	2977,451	16,71241

\* Equações logarítmicas

R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; Syx : desvio padrão da regressão; IF : índice de Furnival (Anexo 2) e, CV: coeficiente de variação.

A precisão obtida com o ajuste das equações de simples entrada foi inferior quando comparada às equações de dupla entrada. Isto ocorre porque diâmetro e altura são correlacionados com o volume, especialmente a variável combinada  $d^2h$ .

No entanto, para Silva & Carvalho (1984), a inclusão da variável altura geralmente aumenta bastante a precisão das estimativas, porém aumenta os custos do levantamento e em certos casos, o aumento da precisão não é compensado.

A Tabela 4 mostra o resultado dos ajustes para equações de dupla entrada, onde se destacaram os modelos 15 e 16, por atenderem melhor os critérios de escolha estabelecidos. Entretanto, a equação de Spurr (1952) ( $\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln (d^2h)$ ) foi a mais precisa, e por isso selecionada.

TABELA 5. Equações volumétricas selecionadas para a Floresta do Moju, PA.

Equações selecionadas	R <sup>2</sup>	IF	F	C.V (%)
simples entrada				
$\ln v = -7,49337 + 2,086952 \ln d(a)$	0,9391	0,9093	1575,077	21,75219
$\ln v = -7,528167 + 2,083964 \ln d(b)$	0,9398	0,8888	1592,516	22,53255
dupla entradas				
$\ln v = -8,703585 + 0,891852 \ln (d^2h) (a)$	0,9679	0,6607	3072,033	15,80930
$\ln v = -8,727495 + 0,889832 \ln (d^2h) (b)$	0,9669	0,6592	2977,451	16,71241

(a): vcc (volume com casca).

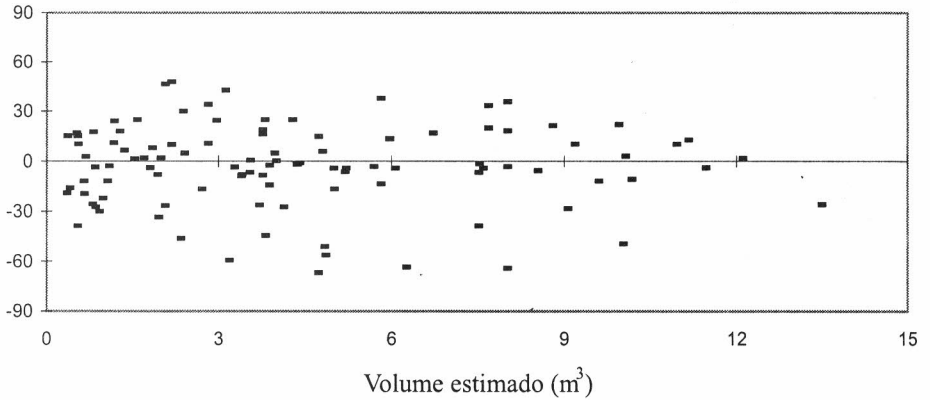
(b): vsc (volume sem casca).

Em relação ao erro padrão da estimativa ou CV tanto para equações de simples como de dupla entrada, pode-se considerar aceitável, quando comparado com outros trabalhos já realizados (Souza & Jesus, 1991; Moura, 1994).

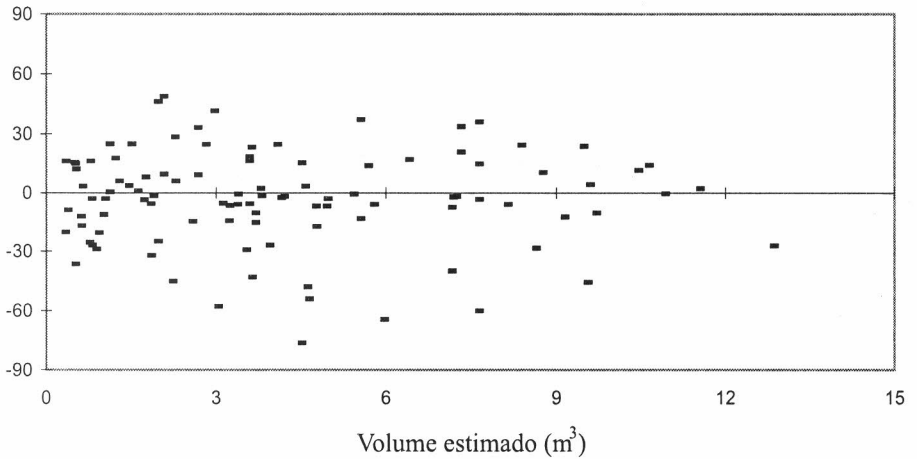
Quando se analisou a distribuição dos resíduos padronizados, observou-se que as equações 8 e 16 apresentaram distribuição homogênea, tanto para equações de simples quanto de dupla entrada até um volume máximo de 12 m<sup>3</sup>. A partir desse volume, observou-se uma leve tendência à discrepância. Por esta razão, há que se considerar este fato ao se aplicar a equação para árvores de diâmetros a partir de 20 cm (Figuras 3a , 3b, 4a e 4b).

Um resumo das equações selecionadas é mostrado na Tabela 5.

Modelo 8:  $\ln v = b_0 + b_1 \ln d$  - volume com casca

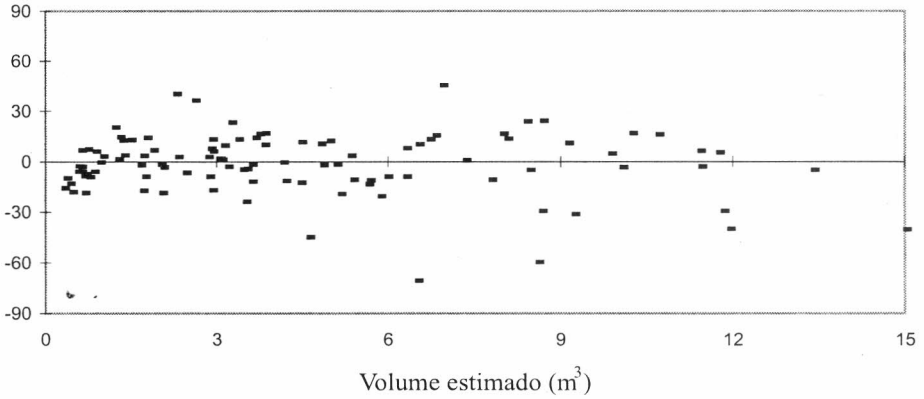


Modelo 8:  $\ln v = b_0 + b_1 \ln d$  - volume sem casca

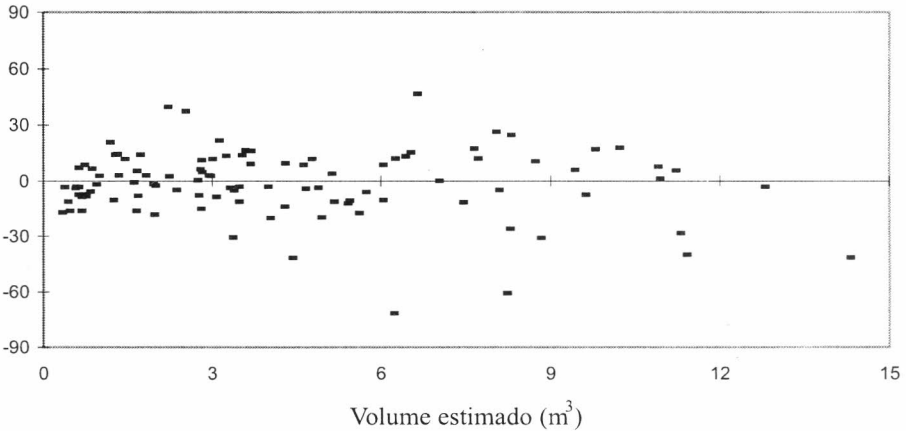


Figuras 3a e 3b. Distribuição do resíduos padronizados  $d_{ij} = (y_i - \hat{y}) / \sqrt{QM_{resid}}$ , da equação  $\ln v = b_0 + b_1 \ln d$ .

Modelo 16  $\Rightarrow \ln v = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$  - volume com casca



Modelo 16  $\Rightarrow \ln v = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$  - volume sem casca



Figuras 4a e 4b. Distribuição dos resíduos padronizados  $i_i = (y_i - \hat{y}) / \sqrt{QM \text{resíduos}}$ , da equação  $\ln v = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$ .

## CONCLUSÕES

- As equações obtidas para a floresta do Moju (Tabela 5) são válidas para árvores distribuídas na faixa de tamanho compreendida entre  $20 \text{ cm} \leq \text{DAP} \leq 120 \text{ cm}$ , e para florestas da região com estruturas semelhantes.

- Para árvores em pé, as equações de simples entrada:  $\ln v = -7,49337 + 2,086952 \ln d$  (volume com casca) e  $\ln v = -7,528167 + 2,083964 \ln d$  (volume sem casca) são mais indicadas, pela facilidade e maior precisão na mensuração da variável diâmetro.

- Para árvores abatidas, as equações de dupla entrada:  $\ln v = -8,703585 + 0,891852 \ln (d^2h)$  (volume com casca) e  $\ln v = -8,727495 + 0,889832 \ln (d^2h)$  (volume sem casca) são mais indicadas, por apresentarem maior precisão do que as equações de simples entrada.

- Equações de volume são fáceis de desenvolver com os recursos modernos da computação e, portanto, deveriam ser prática corriqueira em florestas manejadas da Amazônia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, J.C.C. Tabelas de volume total e comercial para *pinus elliottii* Engelm. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, n.116, p.253-267, 1974.
- CHAPMAN, H.H.; MEYER, W.H.; **Forest mensuration**, New York: McGraw-Hill, 1949. 522p.
- FERNANDES, N.P.; JARDIM, F.C.S.; HIGUCHI, N. Tabelas de volume para a floresta de terra firme da estação experimental de silvicultura tropical. **Acta Amazônica**, v.13, p.537-545, 1983.
- FURNIVAL, G.M. An index comparing equations used in constructing volume tables. **Forestry Science**, v.7, n.4, p.337-341, 1961.
- HEINSDIJK, D.; BASTOS, A.M. **Inventários florestais na Amazônia**. Rio de Janeiro, 1963 100 p. (Serviço Florestal. Boletim, 6).
- HIGUCHI, N.; RAMM, W. Developing bole wood volume equations for a group of tree species of Central Amazon (Brasil). **The Commonwealth Forestry Review**, v.64, n.1, 1985. (1).
- HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 3. ed. New York: J. Wiley, 1982. 397p.
- JORGE, L.A.B. Equações de volume comercial com casca em floresta tropical pluvial no norte do Espírito Santo. **Silvicultura**, v.16, n.1, p.456-467, 1982.
- LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K.E. **Forest inventory**. Munich: BLV, 1973. v.2. 490p.
- MOURA, J.B. de. **Estudo da forma do fuste e comparação de métodos de estimativa volumétrica de espécies florestais da Amazônia brasileira**. Curitiba: UFPR. 1994. 113p. Dissertação de Mestrado.

- QUEIROZ W.T. de.; BARROS. **Inventário Florestal de 3097 ha da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, município de Oriximiná - Pará.** Belém: Mineração Rio do Norte: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Departamento de Ciências Florestais, 1998. 173p.
- QUEIROZ W.T. de. **Análise de fatores pelo método da máxima vossimilhança: aplicação ao estudo da Embrapa de florestas tropicais.** Piracicaba: ESALQ, 1984. 114p. Tese de Doutorado.
- SANTOS, P.L. dos; SILVA, J.M.L da; SILVA, B.N.R. da; SANTOS, R.D. dos; REGO, G.S. **Levantamento semidetalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras para culturas de dendê e seringueira. Projeto Moju, Pará: Relatório técnico.** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1985. 192p.
- SCOLFORO, J.R.S.; MELO, J.M.M. Crescimento, produção e a distribuição diamétrica de uma floresta estacional semidecídua montana. **Revista Cerne.** Lavras, v.2, n.2. 1994.
- SCOLFORO, J.R.S. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas.** Lavras: UFLA: FAEPE. 1998. 441 p. (Curso de Especialização Pós-Graduação "Lato - Sensu" por tutoria à Distância - Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas).
- SILVA, J.N.M.; ARAÚJO, S.M. Equação de volume para árvores de pequeno diâmetro, na Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal.** n.8-9, p.16-25. 1984.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J. do C.A.; CARVALHO, M.S.P. de. Equação de volume para a Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal,** n.8-9. p.50-63. 1984.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, M.S.P. de. **Equação de volume para uma floresta secundária no planalto do Tapajós. Belterra. Boletim de Pesquisa Florestal.** n.8-9, p.1-15. 1984.



SOUZA, A.L. de; JESUS, R.M. de. Equações de volume comercial e fator de forma para espécies da Mata Atlântica ocorrentes na reserva florestal da Companhia vale do Rio Doce, Linhares, ES. **Revista Árvore.** v.15, n.3. 1991.

YARED, J.A.G. **Efeitos de sistemas silviculturais na florística e na estrutura de florestas Secundária e primária, na Amazônia Oriental.** Viçosa: UFV, 1996. 179p. Tese de Doutorado.

**Anexo 1.** Equações de volume determinadas para espécies individuais e para grupos de espécies da floresta amazônica.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de fustival	Sy.x	CV.	Autores
$v = 0,0688 + 6,7043 \times 10^{-5}d^2h - 4,6272 \times 10^{-5}dh^2$		Várias espécies	Floresta secundária	Belterra, PA	0,18269	-	-	Silva & Carvalho (1984)
	$v = 0,2928 - 0,0191h + 5,3832 \times 10^{-5}d^2h$	<i>Vochysia maxima</i>	Floresta secundária	Belterra, PA	0,08970	-	-	Silva & Carvalho (1984)
$\ln v = -7,7760 + 2,0690 \ln d$	-	Várias espécies	Floresta secundária	Belterra, PA		0,254	-	Silva & Carvalho (1984)
-	$v = 0,7346 + 0,0459d + 6,3842 \times 10^{-5}d^2$	<i>Vochysia máxima</i>	Floresta secundária	Planalto do Tapajós Santarém, PA		0,057	-	Silva & Carvalho (1984)
$v = -0,0994 + 9,1941 \times 10^{-4} \times d^2$ (15 cm ≤ DAP < 45 cm)	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,092	-	Silva & Araújo (1984)
$V = b_0 + b_1d + b_2d^2 + b_3dh + b_4d^2h + b_5h$	$v = -5,678999 + 0,227827d - 0,0018771d^2 - 0,022028dh + 0,000241d^2h + 0,586443h$	<i>Pouteria</i> sp. e <i>Syzygiopsis</i> sp.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,523	-	Moura (1994)
$v = b_0d^{b_1}h^{b_2}e^{(b_2\ln 2d + b_4\ln 2h)}$	$v = 0,0003403d^{2,50947906}h^{0,93392991}e^{(-0,06476951\ln_2 d + 0,03270777\ln_2 h)}$	<i>Carapa guanensis</i> Aubl.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,420	-	Moura (1994)
$v = b_0d^{b_1}h^{b_2}$	$v = 0,00014814d^{1,95961890}h^{0,74765853}$	<i>Carapa guanensis</i> Aubl.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,420		Moura (1994)
$v = b_0d^{b_1}h^{b_2}e^{(b_2\ln 2d + b_4\ln 2h)}$	$v = 0,00001717d^{2,71331968}h^{1,21895822}e^{(-0,08091365\ln_2 d + 0,03270777\ln_2 h)}$	<i>Carapa guanensis</i> Aubl.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,426		Moura (1994)

## Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de furnival	Sy.x	CV.	Autores
$v = b_0 + b_1d + b_2d^2 + b_3dh + b_4d^2h + b_5h$	$v = 27,679529 - 0,895191d - 0,55029671d^2 + 0,40991dh - 1,000278d^2h - 1,279273h$	<i>Holopyxidium jarana</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA		0,760		Moura (1994)
$v = b_0d^{b1}h^{b3}e^{(b2m2d + b4n2h)}$	$v = 0,00005366d^{2,58136997}h^{0,97835709}e^{(0,06713122m2d - 0,10265650n2h)}$	<i>Hymenaea corubaril</i> L.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	1,256	-	Moura (1994)
$v = b_0 + b_1d + b_2d^2 + b_3dh + b_4d^2h + b_5h$	$v = 11,6731 - 0,390299d + 0,003487d^2 + 0,027142dh - 0,000178d^2h - 0,813541h$	<i>Manilkara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,936	-	Moura (1994)
$v = b_0 + b_1d + b_2d^2 + b_3dh + b_4d^2h$	$v = -8,37632 + 0,206202d - 0,00987d^2 + 0,002885dh - 7,165396E-6d^2h$	<i>Sclerobium chysophyllum</i> P.et.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,463	-	Moura (1994)
$v = b_0d^{b1}h^{b2}$	$v = 0,00008073d^{2,11188534}h^{0,73148519}$	<i>Virola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,282	-	Moura (1994)
$v = 0,00011674d^{1,97542836}h^{0,79634846}$	$v = b_0d^{b1}h^{b2}$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,633	-	Moura (1994)
		Simple entrada						
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{sc} = - 7,58355 + 2,14919 \ln d$	<i>Carapa guanensis</i> Aubl.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,704503	-	16	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{sc} = - 7,91241 + 2,21255 \ln d$	<i>Carapa guanensis</i> Aubl.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,657727	-	18	Silva et al. (1984)

Continua...

## Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de furnival	Sy.x	CV.	Autores
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6,43080 + 1,8787 \ln d$	<i>Pouteria</i> sp. e <i>Syzygiopsis</i> sp.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,825458	-	16	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{sc} = - 6,70150 + 1,91522 \ln d$	<i>Pouteria</i> sp. e <i>Syzygiopsis</i> sp.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,766943	-	16	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6,83062 + 2,07904 \ln d$	<i>Hymenaea corubaril</i> L.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,505440	-	4,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{sc} = - 6,84288 + 2,06065 \ln d$	<i>Hymenaea corubaril</i> L.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,368400	-	5,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 1,46254 + 0,05932d - 0,00019 d^2$	<i>Holopyxidium jarana</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,014120	-	9,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{sc} = - 1, 69570 + 0,06143d - 0,00020d^2$	<i>Holopyxidium jarana</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,897510	-	10	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6, 36922 + 1,89702 \ln d$	<i>Virola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,625655	-	13	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{sc} = - 6, 44596 + 1,8276 \ln d$	<i>Virola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,569521	-	13	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 12,17500 + 3,62778 \ln d - 0,02294d$	Taxi vermelho	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,119140	-	13	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{sc} = - 11,84970 + 3,50818 \ln d - 0,02142d$	Taxi vermelho	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,039620	-	14	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6,36296 + 1,90014 \ln d$	<i>Manilkara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,182970	-	11	Silva et al. (1984)

Continua...

## Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de ferial	Sy.x	CV.	Autores
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 8,25861 + 1,89762 \ln d + 0,62461 \ln h$	<i>Virola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,418899	-	8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{sc} = - 8,25786 + 1,89334 \ln d + 0,59900 \ln h$	<i>Virola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,381315	-	9,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln(d^2h)$	$\ln v_{cc} = - 7,9264 + 0,84181 \ln(d^2h)$	Taxi vermelho	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,567287	-	7,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln(d^2h)$	$\ln v_{sc} = - 7,98398 + 0,84010 \ln(d^2h)$	Taxi vermelho	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,526970	-	7,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{sc} = - 7,92437 + 1,80022 \ln d + 0,66289 \ln h$	<i>Manilkara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,930616	-	8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{sc} = - 8,29726 + 1,86398 \ln d + 0,65538 \ln h$	<i>Manilkara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,734623	-	9,0	Silva et al. (1984)
$\ln v_{cc} = - 8,86102 + 1,93181 \ln d + 0,78683 \ln h$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,629423	-	8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v_{sc} = - 8,97064 + 1,97011 \ln d + 0,73835 \ln h$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,575978	-	9,0	Silva et al. (1984)
$v_{cc} = 3,291706d^{2,1571579}h^{0,42020427}$	$V = ad^bh^c$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical- INPA/Manaus, AM	0,046326	-	-	Fernandes et al. (1982)

Continua...

Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de furnival	Sy.x	CV.	Autores
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 8,25861 + 1,89762 \ln d + 0,62461 \ln h$	<i>Virola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,418899	-	8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{sc} = - 8,25786 + 1,89334 \ln d + 0,59900 \ln h$	<i>Virola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,381315	-	9,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln(d^2h)$	$\ln v_{cc} = - 7,9264 + 0,84181 \ln(d^2h)$	Taxi vermelho	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,567287	-	7,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln(d^2h)$	$\ln v_{sc} = - 7,98398 + 0,84010 \ln(d^2h)$	Taxi vermelho	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,526970	-	7,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{sc} = - 7,92437 + 1,80022 \ln d + 0,66289 \ln h$	<i>Manilkara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,930616	-	8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{sc} = - 8,29726 + 1,86398 \ln d + 0,65538 \ln h$	<i>Manilkara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,734623	-	9,0	Silva et al. (1984)
$\ln v_{cc} = - 8,86102 + 1,93181 \ln d + 0,78683 \ln h$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,629423	-	8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v_{sc} = - 8,97064 + 1,97011 \ln d + 0,73835 \ln h$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,575978	-	9,0	Silva et al. (1984)
$\log v_{cc} = -3,32954061 + 2,29209121 \log(d) - 1,049105 \log(h)$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Linhares, ES	-	-	-	Heindisjk et al. (1965)
$\log v_{sc} = 3,953574779 + 2,021673370 \log(d) + 0,726484573 \log(h)$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Linhares, ES	-	-	-	Heindisjk et al. (1965)
$v_{cc} = 3,291706d^{2,1571579}h^{0,42020427}$	$V = ad^b h^c$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical- INPA/Manaus, AM	0,046326	-	-	Fernandes et al. (1982)

Continua...

Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de furnival	Sy.x	CV.	Autores
$v_{sc} = 1,7500d^{2,1000}h^{0,6410}$	$v = a \cdot d^b h^c$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical-INPA/Manaus, AM	0,0442	-	-	Fernandes et al. (1982)
$\log v_{cc} = 0,0417316 + 2,04126 \log_{10} d + 0,764771 \log_{10} h$	$v = a \cdot DAP^b \cdot h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Flona de Saracá-Tacuera/Oriximiná, PA	-	-	-	Queiroz & Barros (1998)
$\log v_{sc} = 0,0748563 + 2,0807 \log_{10} d + 0,71389 \log_{10} h$	$v = a \cdot DAP^b \cdot h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Flona de Saracá-Tacuera/Oriximiná, PA	-	-	-	Queiroz & Barros (1998)
$v = 0,07746 + 0,51789d^2h$		Várias espécies	Floresta Tropical Úmida de T. Firme	Planalto do Tapajós	-	-	-	Queiroz (1984)
$\ln v = -3,89724 + 2,15151 \ln d + 0,574151 \ln h$ (5cm ≤ DAP < 45 cm)	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h + \ln e$	Várias espécies	Floresta secundária	Tapajós/Belterra, PA	-	-	5,6	Yared (1996)
$\ln v = -8,86102 + 1,93181 \ln d + 0,78683 \ln h$ (DAP ≥ 45 cm)	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h + \ln e$	Várias espécies	Floresta secundária	Tapajós/Belterra-PA	-	-	8,0	Yared (1996)
$\log v = 0,072 + 2,096 \log d + 0,836 \log h$	$\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical-INPA, Manaus	0,094	-	-	Higuchi & Ram (1985)
$\log v = 2,074 \log d + 0,889 \log h$	$\log v = b_0 \log d + b_1 \log h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical-INPA, Manaus	0,094	-	-	Higuchi & Ram (1985)
$\log v = -0,164 + 1,009 \log d^2 h$	$\log v = b_0 + b_1 \log d^2 h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical-INPA, Manaus	0,097	-	-	Higuchi & Ram (1985)

Continua...

## Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de furrival	Sy.x	CV.	Autores
$V/d^2h = -0,008/d^2h + 0,707$	$V/d^2h = b_0/d^2h + b_1$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical-INPA, Manaus	0,130	-		Higuchi & Ram (1985)
		Simple entrada						
$\ln v_{cc} = - 7,49337 + 2,086952 \ln d$	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Reserva da Embrapa/Moju -PA	0,9093	-	21,7	Este trabalho
$\ln v_{sc} = - 7,528167 + 2,083964 \ln d$	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Reserva da Embrapa/Moju , PA	0,8888	-	22,0	Este trabalho
		Dupla entrada						
$\ln v_{cc} = - 8,703585 + 0,891852 \ln d^2 h$	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln(d^2 h)$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Reserva da Embrapa/Moju , PA	0,6607	-	15,8	Este trabalho
$\ln v_{sc} = - 8,727495 + 0,889832 \ln d^2 h$	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln(d^2 h)$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Reserva da Embrapa/Moju , PA	0,6592	-	16,7	Este trabalho



## Anexo 2. Cálculo do índice de Furnival para equações logarítmicas de simples e dupla entrada

**Equação 8**  $lnv = \beta_0 + \beta_1 lnd$  (simples entrada).

1) De posse da soma dos volumes com casca e sem casca obtido pela fórmula de Smalian para as árvores amostra, calculou-se o logaritmo dos volumes através da expressão:

$$\frac{1}{N} \sum (\log V_1 + \log V_2 + \dots \log V_N), \log \sum \log V_1 \dots \log V_N = 49,9839 \text{ p/v}_{cc}$$

$$\frac{1}{N} \sum (\log V_1 + \log V_2 + \dots \log V_N), \log \sum \log V_1 \dots \log V_N = 47,91915 \text{ p/v}_{sc}$$

onde:

N = Número de observações,

Log V = soma dos  $\log_s$  dos volumes, e

$$e^{(2,718282)}$$

Têm-se:  $1/103 * 49,9839$  então:

$$\text{Logv} = \mathbf{0,485280582 \text{ p/v}_{cc}}$$

$$\text{Logv} = \mathbf{0,465234466 \text{ p/v}_{sc}}$$

2) Com o resultado do logv, calculou-se o anti-log  $e^{(\log v)}$

$$V = \text{antilog } e^{(\log v)}$$

$$V = 2,718282^{(0,485280582)} = \mathbf{1,6246308 \text{ p/v}_{cc}}$$

$$V = 2,718282^{(0,465234466)} = \mathbf{1,59923879 \text{ p/v}_{sc}}$$

3) Utilizando-se os valores dos Quadrados Médios dos resíduos das equações (resultante da análise de variância), calculou-se a raiz quadrada dos quadrados médios obtendo-se os seguintes valores:

$$\text{QM resíduo} = 0,05908 \rightarrow \log S_1 = \sqrt{0,05826} = \mathbf{0,2430363777 \text{ p/v}_{cc}}$$

$$\text{Então: IF} = 2,3026^1 (v) S_1 \rightarrow 2,3026 * 1,6246308 * 0,2430363777$$

<sup>1</sup>valor tabelado

$$\text{IF} = 0,9093 \text{ p/v}_{cc}$$

$$\text{QM resíduo} = 0,05826 \rightarrow \log_0 S_1 = \sqrt{0,05908} = 0,241371083 \text{ p/v}_{sc}$$

$$\text{Então: IF} = 2,3026 (v)S_1 \rightarrow 2,3026 * 1,59923879 * 0,241371083$$

$$\text{IF} = 0,8888 \text{ p/v}_{sc}$$

$$\text{Equação 16 } \ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln(d^2h) \text{ (dupla entrada)}$$

$$\text{QM resíduo} = 0,03121 \rightarrow \log_0 S_1 = \sqrt{0,03121} = 0,176663522 \text{ p/v}_{cc}$$

$$\text{Então: IF} = 2,3026 (v)S_1 \rightarrow 2,3026 * 1,6246308 * 0,176663522$$

$$\text{IF} = 0,660744821 \text{ p/v}_{cc}$$

$$\text{QM resíduo} = 0,03205 \rightarrow \log_0 S_1 = \sqrt{0,03205} = 0,179025137 \text{ p/v}_{sc}$$

$$\text{Então: IF} = 2,3026 (v)S_1 \rightarrow 2,3026 * 1,59923879 * 0,179025137$$

$$\text{IF} = 0,6592 \text{ p/v}_{sc}$$