

EQUAÇÃO DE VOLUME PARA ÁRVORES DE UMA FLORESTA TROPICAL DENSA NO MUNICÍPIO DE ANAPU, OESTE DO ESTADO DO PARÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL¹

Paulo Luiz Contente de BARROS²
Aristeu Teixeira da SILVA JÚNIOR³

RESUMO: O presente trabalho testou oito modelos de regressão, sendo cinco de simples entrada e três de dupla entrada, para estimar o volume das árvores em pé, com o objetivo de selecionar o melhor modelo para as condições edafoclimáticas da região oeste do estado do Pará. Foram derrubadas 212 árvores distribuídas entre 34 espécies e cobrindo uma variação de 25 cm a 130 cm de DAP, nas quais foram determinados seus respectivos DAP, comprimento real do fuste e o volume real obtido pela metodologia de Smalian. Dentre os modelos testados, foram pré-selecionados dois modelos de simples entrada e dois de dupla entrada. Baseado nos critérios estatísticos, tais como: maiores valores de F_e e R^2 e menores valores de S_{xy} e CV%, o IF- Índice de Furnival para as comparações com os modelos logarítmicos e DMP% – Desvio Médio Porcentual dos resíduos. Com base nesses critérios, o modelo proposto por Brenac de simples entrada resultou na equação de volume $\log V = -3,54174100488 + 2,285072281554 * \log DAP + 1,290856892227 * 1/DAP$, para ser usada no cálculo do volume das árvores em pé da área estudada, entrando-se na equação com o valor do DAP expresso em centímetros. Por se tratar de uma equação de volume local, esta tem sua aplicabilidade restrita à área que apresente as mesmas características florísticas e ambientais da região do município de Anapu (PA), onde os dados foram coletados e dentro da amplitude diametral estabelecida.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Manejo Florestal, Inventário Florestal, Pará, Amazônia

¹ Aprovado para publicação em 15.01.09

Trabalho realizado com o apoio da Empresa Brascomp

² Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado da UFRA. E-mail: paulo.contente@ufra.edu.br

³ Engenheiro Florestal, M. Sc., Secretaria Estadual de Meio Ambiente -SEMA (PA).

TREE VOLUME EQUATION FOR THE DENSE RAIN FOREST IN THE MUNICIPALITY OF ANAPU, WESTERN PARÁ STATE, EASTERN AMAZONIA

ABSTRACT: The present work tested eight regression models, being five of simple entrance and three of couple entrance figuring out the volume of the trees up to focus in selection of the best model for the conditions *soil and weather condition* of the area west of Para in the minor area of Anapú, in the State of Pará. Through it drops of 212 trees distributed among 34 species and covering a variation from 25cm to 130cm of DAP, in which were certain their respective DAP, real length of the shaft and the real volume obtained by the Smalian methodology. Among the tested models two of simple entrance and two of couple entrance were pre-selected. According the statistical criteria, such as: value of F, r^2 , sxy, CV, IF - Index of Furnival for the comparisons with the logarithmic models and DMP - I Divert Medium Porcentual of the residues, besides the economical factors and of use praticidade, the model proposed by Brenac of simple entrance resulted in the adjustment of the equation of volume $\log V = -3,54174100488 + 2,285072281554 * \log DAP + 1,290856892227 * 1/DAP$ to be used in the calculation of the volume of the trees in foot of the studied area being entered in the equation with expressed DAP in centimeters. For treating of an equation of local volume, it has a restricted applicability the area that present the same floristic characteristics and the municipal district of Anapú (SHOVEL) environmental area where the data were collected and inside of an established diametrical width.

INDEX TERMS: Forest Management, Forest Inventory, Pará, Amazônia.

1 INTRODUÇÃO

A Ciência Florestal pode contribuir, efetivamente, na questão do uso adequado e racional das florestas tropicais, de forma a minimizar a exploração predatória e desordenada que ocorre na região; em primeiro lugar, manejando adequadamente as florestas nativas da Amazônia; e em segundo, determinando com precisão a produção florestal, com base em modelos matemáticos para expressar a estimativa do volume de madeira, variável de grande importância no planejamento do uso racional dos

maciços florestais, como o manejo e a exploração florestal.

Poucos trabalhos referentes ao ajuste de modelos matemáticos, para estimativa do volume de árvores em pé, têm sido realizados em se tratando de Amazônia, no sentido de conhecer o volume das espécies tropicais. Embora algum esforço tenha sido aplicado na realização de estudos da volumetria das florestas e de algumas espécies tropicais, ainda há, necessidade de aumentar esse esforço, de modo a abranger um maior número de

espécies comerciais e tipos florestais (BAIMA; SILVA; SILVA, 2003).

A exploração não planejada de madeira das florestas tropicais da Amazônia tem dificultado o equilíbrio econômico, social e ecológico dessa atividade madeireira na região. Desse modo, na maioria dos casos, a quantificação volumétrica das áreas exploradas ainda é calculada de forma empírica, ou utilizando, ainda, a equação de volume baseada em um fator de forma igual a 0,7, proposta por Heinsdijk e Bastos (1963), ou empregando a equação de volume desenvolvida para a Floresta Nacional do Tapajós por Queiroz (1998), em todas as regiões e tipologias florestais da Amazônia.

Assim, o ajuste de equações volumétricas desenvolvidas especificamente para as áreas dos Planos de Manejo Florestal Sustentável constitui o procedimento mais eficiente, econômico e com precisão aceitável para a quantificação da produção em volume da floresta.

O potencial volumétrico de uma floresta normalmente é estimado pelo emprego das técnicas de inventário florestal, utilizando amostra da população como base para fazer inferências sobre os parâmetros, tais como: diâmetro médio, altura média, volume e número de árvores por

hectare, etc. Nos inventários florestais, a melhor maneira de determinar o volume das árvores é pela utilização da técnica denominada de “Tabela (equação) de Volume do povoamento”. Essas tabelas fornecem o volume em função do diâmetro, $V=f(DAP)$, tabela de volume local ou de simples entrada. Quando o volume é estimado em função do diâmetro e da altura, $V=f(DAP;H)$, diz-se, neste caso, tratar-se de uma tabela de volume regional ou de dupla entrada, e no caso do volume ser estimado em função do diâmetro, da altura e da classe de forma temos então a Tabela de Volume Formal ou de tripla entrada (PAULA NETO, 1977).

A precisão das equações de volume, obtida com os modelos de simples entrada, é geralmente inferior aos verificados com os modelos de dupla entrada. A inclusão da variável altura no modelo de regressão geralmente aumenta a precisão das estimativas; porém, aumenta, com isso, os custos do levantamento (SILVA; CARVALHO 1984), além da inclusão dos possíveis erros que se podem cometer quando da determinação da altura durante os levantamentos de campo.

Os volumes médios são comumente estimados através de uma equação de regressão, na qual a variável dependente é o volume real e as

variáveis independentes mais usadas são: Diâmetro à Altura do Peito - DAP, a Altura e Classe de forma (MACHADO, 1979). Para a região Amazônica, que possui um expressivo número de espécies, e, também, associações florestais diferentes, as quais ocorrem em áreas muito próximas, torna-se, ainda, inviável utilizar uma equação de volume para cada espécie. Sendo assim, é necessário elaborar tabelas para grupo de espécies mais abundantes e por cada sítio ou região.

Por esse motivo, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA – determinou, através de *“Instrução Normativa - IN, que só será aceito pelo IBAMA o cálculo do volume de árvores em pé, mediante equação de volume desenvolvida, especificamente para esse fim na área de abrangência sobre a qual é proposto o Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS”* (BRASIL, 2003).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo geral selecionar a(s) equação (ões) de volume para árvores em pé de uma floresta da Fazenda Santa Bárbara, estabelecida no município de Anapu no estado do Pará.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O levantamento de campo foi realizado na floresta da Fazenda Santa Bárbara, localizada no município de Anapu (PA), sob a coordenada geográficas de latitude 03°39'25,6''S e longitude 51°28'41,2''W.

A área da Fazenda se situa-se na faixa de interflúvio Pacajá/Anapú e apresenta terrenos terciários, da formação barreiras, que formam as planícies e tabuleiros da bacia do rio Amazonas. O terreno apresenta um relevo que varia do ondulado ao suave ondulado, sem grandes variações de níveis na superfície, apresentando, assim, algumas áreas abaciadas com dificuldades de drenagem. O solo predominante da área é o latossolo amarelo distrófico, textura média. O clima é tipicamente amazônico, com temperatura média anual em torno de 27°C, variando entre 21° e 33°C.

A área apresenta uma vegetação característica de uma floresta tropical densa de terras baixas. Em levantamentos realizados na área do estudo, mais de 130 espécies, distribuídas entre 46 famílias botânicas, já foram identificadas,

sendo que as que apresentaram as maiores riquezas florísticas foram: Sapotaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, e Fabaceae.

2.2 COLETA DE DADOS DE CAMPO

A seleção das espécies foi feita de acordo com os critérios de interesse da

empresa proprietária da Fazenda Santa Bárbara, determinando-se o número de árvores-amostra por espécie (Quadro 1), as quais foram distribuídas em classes diamétricas com amplitude de 10 cm, por ocasião da exploração florestal, no intervalo de 30 cm até o diâmetro máximo de 130 cm.

Quadro 1 - Relação de espécies e número de indivíduos coletados para a cubagem do volume real na área da Fazenda Santa Bárbara, localizada no município de Anapu (PA).

ESPÉCIE	Nº IND.	ESPÉCIE	Nº IND.
abiurana branca	2	Ipê	21
acapu	2	jarana	2
amesclão	12	Jatobá	69
andiroba	2	Louro	1
bacuri	1	maçaranduba	2
Caju	1	marupá	4
Casca seca	3	Melancieiro	21
copaíba	2	Muiracatiara	7
Cumar u	17	Muruci	1
estopeiro	1	Sucupira	3
embaúba	1	Sumaúma	2
faveira	9	Tachi	3
Freijó	1	Tatajuba	7
guajará	4	tauari	1
imbireira	1	Virola	4
ingá	3	inharé	1
invirão	1		
Total Geral			212

O planejamento da coleta de dados de campo foi feito com base no inventário florestal da área, do qual foram obtidas informações, como DAP, Altura comercial - Hc e localização dos indivíduos nos talhões de exploração. Para cada uma das 212 árvores-amostra foi determinado o

volume real, através da metodologia proposta por Smalian, medindo-se, para tanto, a circunferência de dois em dois metros ao longo do fuste, o DAP e a sua altura comercial real (LOETSCH; ZOHRER; HALLER, 1973).

2.3 MODELOS MATEMÁTICOS

Alguns modelos matemáticos já foram testados por diversos autores em diversas áreas da Amazônia (FERNANDES; JARDIM; HIGUCHI, 1983; SILVA; CARVALHO, 1984; SILVA; ARAÚJO, 1984; SILVA et al., 1984; HIGUCHI; RAMM, 1985; MOURA, 1994; BAIMA; SILVA; SILVA, 2003; SILVA, 2007). Assim, os oito modelos testados para o presente estudo foram selecionados a partir dos 17 modelos matemáticos de simples e dupla entrada, apresentados por

Loetsch; Zoher e Haller (1973) e Campos e Leite (2002).

As variáveis volume real e o seu respectivo logarítmico foram consideradas como variáveis dependentes, enquanto que o diâmetro e a altura em suas variações foram tidas como variáveis independentes, envolvidas nos diferentes modelos de regressão testados.

Na Quadro 2, são apresentados os modelos de regressão pré-selecionados que foram testados.

Quadro 2 - Modelos pré-selecionados para ajustados para determinação de equações de volume para a floresta da Fazenda Santa Bárbara, localizada no município de Anael (PA).

Variável independente	Autor	Equações
<i>DAP</i>	Kopezky-Gehhardt	$V = b_0 + b_1 d^2$
	Hohenaldl-Krenn	$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$
	Berkhout	$V = b_0 d^{b_1}$ ($V = b_0 + b_1 d$)
	B. Husch	$\log V = b_0 + b_1 \log d$
	Brenac	$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 (1/d)$
<i>DAP /H</i>	S. H. Spurr	$V = b_0 + b_1 d^2 h$
	Schumacher-Hall	$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h$
	S. H. Spurr	$\log V = b_0 + b_1 \log(d^2 h)$

Fonte: Loetsch, Zohrer e Holler (1973) e Campos e Leite (2002)

onde: V= volume comercial; D= diâmetro à altura do peito (cm); h= altura comercial (m); log= logaritmo decimal; b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 e b_5 =coeficientes de regressão

Os dados foram coletados de árvores-amostra, distribuídas nas classes diamétricas por ocasião do corte das árvores. A altura comercial foi tomada no ponto onde houve a separação do fuste da copa das árvores derrubadas.

O volume real foi calculado no software excel, os dados referentes à altura e suas respectivas circunferências com casca, de C_1 a C_n , medidas a cada 2 metros ao longo do fuste; após digitados e feita a consistência, foram, então, classificados

pela variável altura, da maior para menor, visando conhecer o máximo de seções empregadas na fórmula geral. Calculou-se o número de seções (Ns), o comprimento da última secção (Ln) e suas respectivas áreas transversais (g_i), para aplicar na fórmula genérica do volume real, $V = g_1 + g_{n-1} + 2*(g_2 + g_3 + g_4 + \dots + g_{n-2}) + (g_{n-1} + g_n)/2 * L_n$.

2.4 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DOS MODELOS DE REGRESSÃO

Foram ajustados os oito modelos matemáticos citados no Quadro 2, os quais foram submetidos aos critérios estatísticos de seleção. Os critérios utilizados para a seleção das melhores equações ajustadas foram: valor de F altamente significativo; maior coeficiente de determinação (r^2); menor Erro padrão de estimativa (Syx) na unidade de medida, metros cúbicos, da variável de interesse volume; consequentemente menor coeficiente de variação (CV); e a análise de resíduos através do valor do DMP% - Desvio Médio Porcentual, para verificar a magnitude do percentual de subestimativa ou superestimativa dos volumes estimados pelos modelos.

2.5 ANÁLISE DE DADOS

Os volumes reais, como já referido, foram calculados na planilha do software excel e juntamente com as variáveis, diâmetro e altura, foi, então, gerada a matriz com todas as variáveis necessárias para serem utilizadas posteriormente no software de regressão-BIOESTAT. Para isso, foi montada tabela de variáveis do Grupo-1 (simples entrada) e Grupo-2 (dupla entrada), no sentido de facilitar a análise dos dados.

2.6 VALIDAÇÃO DAS EQUAÇÕES SELECIONADAS

A validação das equações de regressão, de simples e dupla entrada, para estimar o volume das árvores em pé na área do estudo, foi feita pela comparação dos volumes reais e os volumes estimados pelas equações selecionadas. Para essa comparação, foi utilizado o Teste Qui-quadrado (χ^2), entre os volumes obtidos pelas equações ajustadas (\hat{Y}_i) e uma nova base de dados composta pelos volumes reais, também obtido pelo método de Smalian, (Y_i), (DRAPER; SMITH, 1966; LOETSCH; ZOHRER; HALLER,

1973), constituído de 53 árvores não incluídas no banco de dados originais utilizado para o ajuste das equações. (QUEIROZ et a.l, 2006).

Os resultados dos ajustes dos modelos testados, tanto dos modelos de simples entrada quanto dos modelos de dupla entrada, são apresentados na Tabela 1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AJUSTES E SELEÇÃO DOS MODELOS DE REGRESSÃO TESTADOS

Tabela 1 – Modelos de simples e dupla entrada ajustados e suas estatísticas de precisão.

MODELOS	Coefficientes	F	R2	Sxy (m³)	CV (%)	DMP %
SIMPLES ENTRADA						
$V = b_0 + b_1 d^2$	$b_0 = -0,554658$ $b_1 = 0,0012388$	994.14	0.82	2.52	31.92	1.868
$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$	$b_0 = -0,2255556$ $b_1 = -0,0106873$ $b_2 = 0,00131085$	495.27	0.822	2.5341	31.98	7.925
$V = b_0 + b_1 d$	$b_0 = -5,4160029$ $b_1 = 0,1733966$	731.84	0.774	2.8589	36.08	-39.11
$\log V = b_0 + b_1 \log d$	$b_0 = -1,6306532$ $b_1 = 1,2720080$	332.92	0.608	0.3300	20.04	1.08
$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 (1/d)$	$b_0 = -3,5417410$ $b_1 = 2,285072$ $b_2 = 1,2908568$	1043.69	0.89	2.16	18.41	1.6
DUPLA ENTRADA						
$V = b_0 + b_1 d^2 h$	$b_0 = 0,9767203$ $b_1 = 4,6066211$	2078.7	0.91	1.8357	13.16	2.17
$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h$	$b_0 = -2,812631$ $b_1 = 0,7470628$ $b_2 = 1,7047752$	420.88	0.79	3.23	14.58	2.86
$\log V = b_0 + b_1 \log(d^2 h)$	$b_0 = -2,190081$ $b_1 = 0,5873420$	534.34	0.714	0.2820	7.06	1.79

Ao se aplicarem os critérios utilizados atenderam aos requisitos pré-estabelecidos em para a seleção de equações de simples e dupla relação à precisão (Tabela 2). entrada, foram observadas as equações que melhor

Tabela 2 - Equações de Simples e dupla entrada que melhor se ajustaram para área da Fazenda Santa Bárbara, localizada no município de Anapu (PA).

<i>Autor</i>	<i>Equação</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>F</i>	<i>R²</i>	<i>Syx</i>	<i>CV%</i>	<i>DMP%</i>
SIMPLES ENTRADA							
<i>Kopecky-Gehhardt</i>	$V=b_0+b_1d^2$	$b_0=-0,554658$ $b_1=0,0012388$	994.14	0.82	2.52	31.92	1.868
<i>Brenac</i>	$\log V=b_0+b_1\log d+b_2 1/d$	$b_0=-3,541741$ $b_1=2,28507$ $b_2=1,29085$	1043.69	0.89	2.16	18.41	1.6
DUPLA ENTRADA							
<i>Schumacher-Hall</i>	$\log V=b_0+b_1\log d+b_2\log h$	$b_0=-2,812631$ $b_1=0,747062$ $b_2=1,704775$	420.88	0.79	3.23	14.58	2.86
<i>S.H. Spurr</i>	$V= b_0 + b_1d^2 h$	$b_0=0,9767203$ $b_1=4,6066211$	2078.7	0.91	1.8357	13.16	2.17

Dos oito modelos matemáticos testados, apresentou os valores dos critérios estatísticos sendo cinco de simples entrada e três de dupla utilizados para a seleção de $R^2 = 91,7\%$, $CV= 13,16\%$ e o $DMP= 2,17\%$, também considerados estabelecidos na metodologia, foram pré-aceitáveis para a utilização dessa equação na área selecionadas duas equações de simples entrada e duas de dupla entrada, as quais são apresentadas de estudo. na Tabela 2.

Dentre as equações de simples entrada, trabalho de levantamento de campo, deixando-se a equação $\log V= b_0 + b_1 \log d + b_2(1/dap)$, de de medir a variável altura, bem como os possíveis Brenac, apresentou os critérios: $r^2 = 89\%$, $CV= 18,41\%$ e o $DMP= 1,6\%$, considerados aceitáveis erros cometidos durante a medição da altura no para uma boa estimativa do volume de árvores estatísticos dos dois modelos, principalmente os em pé, para a área em estudo. Por outro lado, a coeficientes de determinação e o valor do $DMP\%$, equação de dupla entrada, $V= b_0 + b_1 d^2h$ de Spurr, em que a de simples entrada apresentou uma

superestimativa de 1,6%, ao passo que a equação de dupla entrada foi de 2,17%, assim, o modelo de Brenac é preferido em relação ao modelo de Spurr.

3.2 VALIDAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO SELECIONADO.

O teste qui-quadrado (χ^2) foi utilizado para as comparações do volume real (Y_i) de uma base de dados independente dos dados utilizados para o ajuste da equação de volume, e os volumes estimados pelas equações de volume selecionadas (\hat{Y}_i).

Assim, foram feitas as seguintes comparações:

a) Volume real (Y_i) comparado com o volume estimado (\hat{Y}_i), obtido pela equação de Brenac de simples entrada. Nessa comparação, obteve-se $\chi^2 = 8,458$ ($p = 0,1284$ bilateral).

b) Volume real (Y_i) comparado com o volume estimado (\hat{Y}_i), obtido pela equação de Spurr de dupla entrada. Nessa comparação, obteve-se $\chi^2 = 5,261$ ($p = 0,23944$ bilateral).

c) Volume estimado (\hat{Y}_i), obtido pela equação de Spurr de dupla entrada com o volume estimado (\hat{Y}_i), obtido pela equação de Brenac de simples entrada. Nessa comparação, obteve-se $\chi^2 = 3,286$ ($p = 0,543$ bilateral).

Pelos resultados encontrados do teste qui-quadrado (χ^2), todos os valores das probabilidades (p) calculadas foram superiores a 0,05, isto é, ($p > 0,05$), verificando-se, então, que não houve diferença significativa entre o volume real e os volumes estimados pelas equações, tanto de simples entrada quanto de dupla entrada, como também não foi observado diferença significativa entre as equações de simples e dupla entrada.

Assim, a equação de Brenac, $\log V = -3,54174100488 + 2,285072281554 * \log DAP + 1,290856892227 * (1/DAP)$, de simples entrada, quando comparada com às outras equações de dupla entrada, não apresentou diferença significativa, sendo, portanto, a equação que pode ser utilizada para a determinação do volume das árvores em pé das florestas da Fazenda Santa Bárbara, no município de Anapu (PA), como também, considerando-se os critérios estatísticos de praticidade de uso.

4 CONCLUSÃO

O modelo proposto por Brenac, de simples entrada, resultou na equação de volume $\log V = -3,54174100488 + 2,285072281554 * \log DAP + 1,290856892227 * 1/DAP$, para ser usada no cálculo do volume das árvores em pé da área estudada, entrando-se na equação com o valor

do DAP expresso em centímetros. Por se tratar de uma equação de volume local, esta tem sua aplicabilidade restrita à área que apresente as mesmas características florísticas e ambientais da região do município de Anapu (PA), onde os dados foram coletados e dentro da amplitude diametral estabelecida.

REFERÊNCIAS

- BAIMA, A. M. V.; SILVA, S. M. A. da; SILVA, J. N. M. Equações de volume para Floresta Tropical de Terra Firme em Moju, PA. In: SILVA, J.N.M. et al. (Ed). A silvicultura na Amazônia Oriental – contribuições do Projeto Embrapa/ DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/ DFID, 2001. p. 367-383.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. IBAMA. *Instrução Normativa n° 030, de 31 de dezembro de 2002*. Brasília, DF, 2003.
- CAMPOS, J. C. C; LEITE, H.G. *Mensuração florestal: perguntas e respostas*. Viçosa (MG): UFV, 2002. 407p.
- DRAPER, N.; SMITH, H. *Applied regression analysis*. New York: J. Wiley, 1966.
- 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.
- HEINSDIJK, D.; BASTOS, A. M. *Inventários florestais na Amazônia*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 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.
- LOETSCH, F.; ZOHRER, F.; HALLER, K. E. *Forest inventory*. Munich: BLV, 1973. v.2.
- MACHADO, S. A. Tabela de volume para *Pinus taeda* na região de Telêmaco Borba-PR. *Revista Floresta*, n. 10, p. 29-35, 1979.
- MOURA, J. B. de. *Estudo da forma do fuste e comparação de métodos de estimativa volumétrica de espécies florestais da Amazônia brasileira*. 1994. 113p. Dissertação (Mestrado) – UFPR, Curitiba, 1994.

PAULA NETO, F. Tabelas volumétricas com e sem casca para *Eucalyptus saligna*. *Revista Árvore*, n. 1, p.31-54, 1977.

QUEIROZ, D.; MACHADO, S. A.; FILHO, A. F.; ARCE, J.E.; KOEHLER, H. S. Avaliação e validação de funções de afilamento para *Mimosa scabrella* Benth em povoamento da região de Curitiba/PR. *Revista Floresta*, v.36, n.2, maio/ago. 2006

QUEIROZ, W.T. de *Técnicas de amostragem em inventário florestal nos trópicos*. Belém: FCAP, 1998. 147p.

SILVA, J. L. R. *Modelos volumétricos, fatores de forma e equação de afilamento para floresta de terra firme da região do Rio Aru, município de Portel – Pará*. 2007. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

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, M. S. P. Equação de volume para uma Floresta Secundária no Planalto do Tapajós. Belterra. *Boletim de Pesquisa Florestal*, n. 8/9. p. 1-15, 1984.

_____; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. do C. A.; CARVALHO, M. S. P. Equação de volume para Floresta Nacional do Tapajós. *Boletim de Pesquisa Florestal*, n. 8/9, p. 50-63, 1984.