

# QUANTIFICAÇÃO VOLUMÉTRICA DO MATERIAL LENHOSO DE ESPÉCIES DA FLORESTA TROPICAL ÚMIDA DE TERRA-FIRME NO DISTRITO AGROPECUÁRIO DA SUFRAMA

EDUARDO COUTINHO DA CRUZ  
Engenheiro Florestal, M. Sc. COAP – SUFRAMA

SEBASTIÃO DO AMARAL MACHADO  
Engenheiro Florestal, M. Sc., Ph. D. Prof<sup>o</sup>. Titular do  
Curso de Eng. Florestal da UFPR.

## SUMMARY

This research work developed with data from 303 trees for several species from the tropical rain forest of upland located in the Agricultural Cattle Raising District of SUFRAMA, in lands of the Tropical Silviculture Experimental Station from INPA, which has the objective of quantify, in cubage, the woody material characterized by stems, branches, stumps and the total.

The average volume and percentage relation found for the stems, branches and stumps was 2,481 m<sup>3</sup> (74,47%); 0,692 m<sup>3</sup> (20,77%); and 0,159 m<sup>3</sup> (4,76%) respectively, for the amount of sample trees. The percentage relation between the volume of branches and of the stems, and whose stems has the bigger stumps was determined as 27,89% and 26,21%, respectively.

## 1. INTRODUÇÃO

A maioria dos inventários florestais tem-se limitado, até agora, em estimar o volume comercial dos fustes, sem levar em consideração o material lenhoso integrante das copas das árvores e outros resultantes dos métodos convencionais de desmatamento, notadamente na Amazônia, como é o caso dos tocos, raízes e troncos defeituosos ou sem maior importância econômica que permanecem no local de abate sem aproveitamento.

Esse material lenhoso, atualmente, sem utilização passa a constituir-se como resíduos florestais e sujeitos as queimadas, etapa esta tão comum na limpeza das áreas recém-desmatadas para a implantação de atividades agropastoris, como é o caso do Distrito Agropecuário da SUFRAMA.

Como aproveitamento do material lenhoso que permanece no local de abate sem utilização, pode-se citar, dentre outros, a lenha e o carvão. Em assim sendo, torna-se cada vez mais relevante o uso de inventários de biomassa florestal cujo objetivo principal consiste em quantificar a árvore completa ou toda a árvore a partir do toco segundo as diversas partes que a compõem.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

O potencial madeireiro da Amazônia Brasileira é avaliado em 45 bilhões de m<sup>3</sup> de madeira em pé, com volume estimado de 173 m<sup>3</sup>/ha. Aproximadamente 70 m<sup>3</sup> representam madeiras potencialmente comerciáveis. Portanto, o potencial total para toda a área é estimado em 18 bilhões de m<sup>3</sup>. Deste total, restam no campo, sem aproveitamento, cerca de 25 bilhões de m<sup>3</sup> de material lenhoso, que poderiam ser transformados em 10 bilhões de m<sup>3</sup> de carvão vegetal (THIBAU, 1977).

De acordo com SANCHEZ apud MACHADO (1977), a biomassa total nas florestas tropicais naturais geralmente está entre 200 e 400 toneladas de matéria seca por hectare. Diversos estudos indicam que a proporção das principais partes é mais ou menos constante. Aproximadamente 75% da biomassa consiste de galhos e troncos, 15 a 20% de raízes, 6% de folhas e 1 a 2% de outras partes vegetais vivas.

A maioria dos trabalhos desenvolvidos na Amazônia quanto à determinação de biomassa tem sido realizadas através da pesagem das diversas partes que constituem as plantas, e os resultados são expressos em quilograma ou toneladas por unidade de área.

Trabalho apresentado ao 5<sup>o</sup>. Congresso Florestal Brasileiro, realizado em Olinda-PE, de 23 a 28 de novembro de 1986. (Publicado o resumo).

Um dos primeiros trabalhos que estima o material lenhoso de árvores da floresta amazônica foi o desenvolvimento por KLINGE & RODRIGUES (1971) para uma área de 0,2 hectares, em floresta de terra firme sobre latossolo argiloso, na região de Manaus. Para árvores acima de 1,5 m de altura, a estimativa de biomassa total é de aproximadamente 739 t/ha, biomassa, esta representada por folha, caule e galhos. Desse total, aproximadamente, 98% corresponde a material lenhoso, caule e galhos. Os galhos por sua vez representam cerca de 30% desse material lenhoso. Floristicamente os autores registraram 1.989 plantas superiores acima de 1,5 m de altura, correspondentes a 505 espécies pertencentes a 59 famílias.

Para um bosque úmido da Venezuela, VEILLON et alii (1977) determinaram, que a relação percentual para o volume médio por hectare é a seguinte: fustes 300 m<sup>3</sup> (65%), copas 162 m<sup>3</sup> (35%), total 462 m<sup>3</sup>.

Em floresta de Eucalipto os resíduos florestais representam cerca de 30% do total de matéria seca produzida por hectare, segundo avaliações efetuadas por BRITO et alii (1979). Em floresta tropical na Amazonia, SUDAM (1980) apresenta como primeiros resultados, que após exploração mecanizada cerca de 40 – 50 m<sup>3</sup> ha, permaneceram no chão da floresta, aproximadamente, 140 m<sup>3</sup>/ha de resíduos florestais, dos quais cerca de 5% (8m<sup>3</sup>) correspondem a resíduos de fuste decorrentes de falhas técnicas, cometidas pelas equipes de derrubas e arraste. Este volume perdido (8m<sup>3</sup>) tem um grande significado se comparado com o volume explorado (40m<sup>3</sup>) do qual representa 20%. Ainda segundo estimativas da FUFEP (1983) o volume sem casca de resíduos de exploração, fuste não comercial e galhos até um diâmetro mínimo de 15 cm, é de 17,39 m<sup>3</sup>/ha. Esse resultado corresponde à árvores com DAP igual ou superior a 55 cm, na Floresta Nacional do Tapajus, no Pará.

rrior a 55 cm, na Floresta Nacional do Tapajus, no Pará.

### 3. MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1. Descrição física da área de estudo

A área onde foram coletados os dados desta pesquisa situa-se em terras de Estação Experimental de Silvicultura Tropical – EEST do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, no Distrito Agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA. A estação localiza-se entre os paralelos de 2° 35' e 2° 40' – latitude Sul e meridianos de 60° 00' a 60° 20' – longitude Oeste de Greenwich.

Segundo CRUZ (1985) a floresta da área de estudo é caracterizada como de terra-firme e faz parte da floresta tropical densa e úmida. Os solos característicos da área são os latossolos amarelos, cauliniticos, álicos e distróficos, de várias texturas, encontrando-se inseridos no baixo platô amazônico. Segundo a classificação de KOEPPEN, o clima da área é do tipo Ami, com temperatura média anual de 26°C e regime isohipertérmico. A precipitação média anual atinge de 1.900 a 2.100 mm e a umidade relativa do ar varia de 83% a 90%.

#### 3.2. Coleta de dados

Foram amostradas, aleatoriamente, 303 árvores de diversas espécies existentes na floresta tropical úmida de terra-firme considerada. Todas essas árvores foram abatidas. As árvores amostradas apresentavam DAP ≥ 20 cm. O Quadro 1 demonstra o número de árvores amostradas por classe de diâmetro à altura do peito. O intervalo de classe diamétrica foi fixado em 10 cm.

QUADRO 1: NÚMERO DE ÁRVORES AMOSTRADAS POR CLASSES DE DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO.				
C D		N	C D	
20,0 – 29,9		52	60,0 – 69,9	17
30,0 – 39,9		108	70,0 – 79,9	6
40,0 – 49,9		69	80,0 – 89,9	10
50,0 – 59,9		34	> 90,0	7
C D: Classes de DAP (em cm) N: Número de Árvores			TOTAL	303

Os dados coletados foram os seguintes:

- nome vulgar da árvore amostrada e material botânico (folhas, flores e frutos);
- diâmetro à altura do peito (DAP), ou 10 cm acima da sapopema, com casca, em cm;
- diâmetro da seção de corte-base do fuste, ou logo acima da sapopema, com casca, em cm;
- altura do toco, em m;
- comprimento do fuste, em m;
- diâmetro no ápice do fuste-base da copa, com casca, em cm;
- diâmetro dos galhos, extremidade inferior ( $d_1 \geq 10$  cm) e superior ( $d_2 \geq 5$  cm), com casca, em cm;
- comprimento dos galhos, em m, levando em consideração a tortuosidade dos mesmos.

Todas as medições de diâmetro foram efetuadas com fita diamétrica, e as de altura e comprimento com trena. O material botânico coletado por árvore amostrada foi enumerado e preparado na forma de exsicata que posteriormente foi identificado pelo Departamento de Botânica do INPA, segundo o nome vulgar, nome científico e família.

### 3.3. Determinação do volume

O volume real dos galhos e do fuste, por árvore amostrada, foi determinado pela fórmula de Smalian que fornece o volume do fuste e dos galhos das árvores abatidas com alta precisão.

Para o cálculo do volume do toco foi utilizada a expressão que determina o volume do cilindro empregado por MACHADO & ALBERTIN (1973), para determinar o volume do toco afetado por sapopemas em bosque secundário tropical em Turrialba, na Costa Rica. A fórmula é a seguinte:

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H$$
 onde V é o volume em  $m^3$ , D é o diâmetro da seção do corte, base do fuste ou seção logo acima da sapopema em cm, e H é a altura do toco em m.

### 3.4. Agrupamento dos Dados

O agrupamento dos dados foi testado para verificar a sua contribuição na homogeneização da variância. A heterogeneidade da variância é fato comprovado por diversos pesquisadores principalmente com relação aos dados de volume. O agrupamento dos dados significou os valores totais do volume de galhos, fustes, tocos e total por classe diamétrica.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Volume médio por classe diamétrica

O Quadro 2 demonstra que o volume médio de galhos para as 3 primeiras classes de DAP (20,0–49,9 cm) foi aproximadamente igual ao da 4ª. classe (50,0–59,9 cm), o mesmo não ocorrendo com os demais componentes e com o total. Este fato provavelmente pode ser explicado pela estrutura da vegetação no que concerne à heterogeneidade de espécies, densidade de plantas e a estratificação em altura, fatores esses que exercem influência sobre a área vital de cada indivíduo correspondente à área de copa e notadamente com as dimensões e a distributividade dos galhos, tendo em vista a amostragem utilizada para cubagem dos galhos. Com relação ao volume médio dos fustes, tocos e total, pode-se verificar que o volume da 2ª. e 3ª. classe correspondem, aproximadamente, ao da 4ª. classe.

### 4.2. Relação percentual entre componentes e classes diamétricas

Ainda segundo o Quadro 2, as estimativas encontradas para o volume médio por componente para o total de árvores amostradas indicaram que os galhos, fuste e toco representam, respectivamente, 20,77%, 74,47% e 4,76% do volume total por árvore –  $3,33 m^3$ .

O comportamento da relação entre componentes apresenta-se com pequena variação dentro das classes, e quando comparado com o valor percentual médio por componente para o total amostrado, exceto para a 1ª. classe cuja relação oferece uma variação mais acentuada para os galhos e fuste.

Comparando-se o volume médio de galhos com o de fustes e daquele com o de fustes mais tocos nota-se que a relação percentual média, ou seja entre classes, corresponde a 27,89% e 26,21%, respectivamente. Isto equivale dizer que o volume médio de galhos representa um percentual acima de 25% do volume dito comercial por árvore, exceto para a 1ª. classe.

A média encontrada para o volume do toco foi de  $0,159 m^3$  o que representa, aproximadamente, 6,00% do volume do fuste, ao considerar-se a altura deste a partir do solo até a base de copa, e sem levar em consideração as deformações na sua base (sapopemas), para uma altura do toco em torno de 0,70 m, na maioria das árvores amostradas.

QUADRO 2: Volumes total e médio, erro padrão, coeficiente de variação e percentual representativo por componente da árvore e por classe de diâmetro à altura do peito.

COMPONENTE DA ÁRVORE	PARÂMETROS	CLASSES DE DAP (cm)								TOTAL
		20.0-29.9	30.0-39.9	40.0-49.9	50.0-59.9	60.0-69.9	70.0-79.9	80.0-89.9	> 90.0	
GALHOS	V <sub>G</sub>	6,047	38,950	43,236	36,398	24,823	11,215	21,215	27,448	209,516
	V <sub>G</sub>	0,116	0,361	0,627	1,070	1,460	1,917	2,122	3,921	0,692
	S	0,084	0,237	0,384	0,708	0,948	0,970	1,184	2,709	0,920
	C V %	72,41	65,67	61,20	66,18	64,93	50,61	55,81	69,09	132,93
	R <sub>E</sub> %	1,00	3,11	5,41	9,23	12,59	16,54	18,30	33,82	100,00
	R <sub>D</sub> %	15,02	19,84	21,52	22,34	21,28	20,97	21,90	19,56	20,77
FUSTES	V <sub>F</sub>	32,156	148,059	148,550	119,488	86,182	41,162	70,313	105,571	751,481
	V <sub>F</sub>	0,618	1,371	2,153	3,614	5,070	6,860	7,031	15,082	2,481
	S	0,205	0,326	0,529	0,859	1,008	1,504	1,411	4,153	2,644
	C V %	33,12	23,80	24,57	24,43	19,88	21,92	20,07	27,54	106,59
	R <sub>E</sub> %	1,48	3,29	5,16	8,43	12,16	16,45	16,86	36,17	100,00
	R <sub>D</sub> %	79,87	75,42	73,92	73,35	73,89	75,06	72,58	75,21	74,47
TOCOS	V <sub>TC</sub>	2,057	9,314	9,160	7,010	5,636	2,176	5,349	7,342	48,044
	V <sub>TC</sub>	0,040	0,086	0,133	0,206	0,332	0,363	0,535	1,049	0,159
	S	0,012	0,022	0,033	0,068	0,070	0,066	0,108	0,414	0,188
	C V %	20,62	25,58	24,81	32,52	21,08	18,18	20,19	39,47	118,47
	R <sub>E</sub> %	1,46	3,13	4,85	7,50	12,10	13,23	19,50	38,23	100,00
	R <sub>D</sub> %	5,12	4,73	4,56	4,31	4,83	3,97	5,52	5,23	4,76
TOTAL	V <sub>TT</sub>	40,260	196,323	200,946	162,896	116,641	54,837	96,877	140,361	1.009,141
	V <sub>TT</sub>	0,774	1,818	2,912	4,791	6,861	9,140	9,688	20,052	3,330
	S	0,252	0,403	0,655	1,224	1,559	1,943	1,052	4,666	3,521
	C V %	32,56	22,17	22,49	25,55	22,12	21,26	10,86	23,27	105,74
	R <sub>E</sub> %	1,38	3,24	5,20	8,55	12,24	16,31	17,30	35,78	100,00
	R <sub>D</sub> %	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
V <sub>G</sub> / V <sub>F</sub>	R <sub>D</sub> %	18,77	26,33	29,12	30,45	28,80	27,94	30,18	26,00	27,89
V <sub>G</sub> / V <sub>F</sub> + V <sub>TC</sub>	R <sub>D</sub> %	17,63	24,78	27,42	28,76	27,03	26,54	28,05	24,31	26,21

R<sub>E</sub> % e R<sub>D</sub> % = Relação percentual entre e dentro das classes para o volume médio por componente e para o total.

#### 4.3. Variabilidade dos dados de volume por componente e por classe diamétrica

Ao analisar-se o Quadro 2, verifica-se que a variabilidade dos dados de volume por componente para o total de indivíduos amostrados é bastante acentuado, notadamente para os galhos, e comprovado por um erro padrão maior que a média dos valores de volume e pelo coeficiente de variação acima de 100%, notadamente para o volume de galhos com um C. V. de 132,93%, fato este característico em estimativas de parâmetros de florestas heterogêneas multiantares como a da Amazônia.

Porém quando os dados de volume foram agrupados em classes de DAP como forma de reduzir a variância, os valores de S. e C. V. % foram minimizados, muito embora os valores do desvio padrão resultarem elevados, sendo mais acentuados para o volume de galhos. De modo geral, os valores do coeficiente de variação são superiores a 20%, sendo que para os galhos os valores por classe de DAP superaram a faixa de 50%, o que vem com-

provar a grande variabilidade volumétrica que existe neste componente da árvore.

Esta variabilidade dos dados de volume pode ser explicada pela heterogeneidade de espécies, pelo método de amostragem (procedimento, intensidade, estratificação e forma de estimar o parâmetro), e pela estrutura florestal.

#### 5. CONCLUSÕES

O volume médio e a relação percentual encontrada para os fustes, galhos e tocos foi de 2,481 m<sup>3</sup> e 74,47%; 0,629 m<sup>3</sup> e 20,77% e, 0,159 m<sup>3</sup> e 4,76%, respectivamente, para o total de árvores amostradas. A relação percentual entre o volume de galhos e de fuste, e daquele com o de fuste mais toco foi determinado como sendo 27,89% e 26,21%, respectivamente.

O volume de galhos e toco por árvore que permanece no campo sem utilização é de 0,851 m<sup>3</sup>, o que significa dizer que, no mínimo, 25,5% do volume disponível por árvore são desperdiçados

na mata. Estas estimativas revelam o elevado nível de desperdício de matéria-prima florestal resultante dos processos de desmatamento ou do seu não aproveitamento de forma econômica. Assim sendo, deve-se buscar com maior intensidade a utilização desse material lenhoso arbóreo, de forma a maximizar o seu aproveitamento, notadamente, para fins energéticos, quer seja como lenha ou como carvão vegetal.

O agrupamento dos dados de volume em classes de DAP reduziu a heterogeneidade da variância, e consequentemente aumentou a precisão das estimativas. Isto significa dizer que o agrupamento de indivíduos com características similares, faz com que a variância por classe diamétrica seja menor que a variância para o total de indivíduos amostrados, tendo em vista o alto grau de variabilidade dos dados de volume.

## 6. RESUMO

Este trabalho de pesquisa desenvolvido a partir de dados oriundos de 303 árvores de espécies da floresta tropical úmida de terra-firme no Distrito Agropecuário da SUFRAMA, em terras da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, teve como objetivo quantificar, em volume, o material lenhoso caracterizado por fustes, galhos, tocos e total.

O volume médio e a relação percentual encontrada para os fustes, galhos e tocos foi de 2,481 m<sup>3</sup> (74,47%); 0,629 m<sup>3</sup> (20,77%) e 0,159 m<sup>3</sup> (4,76%) respectivamente, para o total de árvores amostradas. A relação percentual entre

o volume de galhos e de fuste, e daquele com o de fuste mais toco foi determinado como sendo 27,89% e 26,21%, respectivamente.

## 7. LITERATURA CITADA

- COUTO, H.T.Z. do & BRITO, J. O. Inventário de resíduos florestais. IPEF, *Série Técnica*, 1 (2): A1 - A13. 1980.
- CRUZ, E. C. da. *Quantificação volumétrica do material lenhoso de espécies da floresta tropical úmida de terra-firme no Distrito Agropecuário da SUFRAMA*. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Dissertação M. Sc. 92 f. 1985.
- FUPEF. *Inventário comercial de um bloco de exploração na Floresta Nacional do Tapajós*. 1983.
- JANKAUSKIS, J. *Recuperação de florestas tropicais mecanicamente exploradas*. Belém, SUDAM. 58 p. 1978.
- KLINGE, H. & RODRIGUES, W. A. Matéria orgânica e nutrientes na mata de terra-firme perto de Manaus. *Acta Amazônica*, 1(1): 69 - 72. 1971.
- MACHADO, S. do A. & ALBERTIN, W. Volume da casca e do toco afetado com sapopemas em um bosque secundário tropical. *Turrialba*, 23 (4): 429-31. 1973.
- MACHADO, S. do A. Produtividade de Florestas Tropicais. *Floresta*, 8(2): 47-53. 1977.
- SUDAM. *O centro de tecnologia madeireira e seu papel no desenvolvimento da Amazônia*. Belém. 91 p. 1980.
- THIBAU, C. E. Austrália e Brasil: energia fotossintética. *Silvicultura*, (5): 48 - 56. 1977.
- VEILLON, J. P.; QUINTERO, A.; MILANO, R. Estimación del volumen total de los arboles y de la masa forestal de algunos tipos de bosques naturales venezolanos. *Revista Forestal Venezolana*, (27): 71 - 98. 1977.