

# ASPECTOS DA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE MADEIRA DO FUSTE DE ÁRVORES DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden\*

Gilberto de Souza PINHEIRO\*\*  
Ricardo Antonio de Arruda VEIGA\*\*\*  
Plínio de Souza FERNANDES\*\*

## RESUMO

Foram comparados os valores dos volumes comerciais de madeira dos fustes de árvores abatidas, de *Eucalyptus grandis*, aos 10 anos de idade calculados pelas fórmulas de Smalian, Huber, Newton e Pressler Modificada - esta raramente utilizada no Brasil - com os volumes reais obtidos por imersão em água. Os resultados não diferiram significativamente entre si.

Palavras-chave: volume comercial; xilômetro; *Eucalyptus grandis*.

## ABSTRACT

Merchantable volumes of *Eucalyptus grandis* trees were calculated by Smalian, Huber, Newton and modified Pressler's equations, the late one seldom utilized in Brazil, and compared with the direct determination of the volumes obtained by water displacement. No statistical differences were noticed among different estimates.

Key words: merchantable-volume; water displacement; *Eucalyptus grandis*.

## 1 INTRODUÇÃO

A estimativa do volume real total de madeira do fuste de uma árvore abatida é usualmente realizada somando-se o volume da cepa ao volume comercial mais o volume da ponta.

O volume da cepa é convencionalmente calculado como um cilindro, com altura igual à da cepa e com área correspondente à da sua extremidade superior. O volume da ponta, por assemelhar-se a um cone, é geralmente determinado pelo produto de 1/3 do comprimento da ponta pela área correspondente à da última secção. O volume comercial, assim denominada a porção entre a cepa e a ponta, é usualmente determinado por cubagem rigorosa, somando-se os volumes correspondentes aos toros que a compõem, havendo também outras opções como a de Hohenadl (VEIGA, 1984).

Para a determinação do volume de um toro ou tora, existem fórmulas clássicas, como as de Smalian, Huber e Newton, além de outras como a de Pressler, esta pouco utilizada no País. Regra geral vêm sendo citadas pelos autores de textos tradicionais de dendrometria e inventário florestal,

caso dentre outros, de SPURR (1952), GOMES (1957), MACKAY (1964), AVERY (1967), HUSCH *et al.* (1972), LOETSCH *et al.* (1973), FAO (1980) e PARDÉ (1988). Há também outras opções, como a fórmula de Pressler Modificada (VEIGA *et al.* 1977) e o Método dos Três Pontos e o Método do Diâmetro Padronizado (GUIMARÃES & CASTRO, 1982).

Além das fórmulas clássicas há maneiras já ultrapassadas, como a do processo gráfico, além da possibilidade de se determinar o volume de maneira precisa pelo processo do xilômetro, onde o volume de madeira é determinado pela correspondência ao volume de água deslocada ao mergulhar a peça em um recipiente com água. O processo do xilômetro, por ser moroso é raramente utilizado, sendo empregado mais em determinações de peças irregulares ou tortuosas como os galhos (VEIGA, 1984).

O presente trabalho foi realizado para cotejar na prática os resultados dos volumes comerciais obtidos pelo uso das fórmulas de Smalian, Newton, Huber e Pressler Modificada, com os valores determinados por xilômetro.

(\*) Aceito para publicação em dezembro de 1996.

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 010159-970, São Paulo, SP, Brasil.

(\*\*\*) Departamento de Ciências Florestais, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil.



## 2 MATERIAL E MÉTODO

Foram abatidas aleatoriamente, mas seguindo distribuição por classes de diâmetro, 29 árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, na Estação Experimental de Tupi. Esta dependência, administrada pelo Instituto Florestal de São Paulo, localiza-se no município de Piracicaba - SP, a 22°43' de latitude sul e a 47°38' de longitude oeste de Greenwich, numa altitude média de 515 metros.

O povoamento, de 10 anos de idade, estava localizado em solo classificado como podzólico vermelho-amarelo álico, Tb, A moderado (com A + E espesso ou não), abrupto, textura arenosa/média. O clima, segundo VIDAL TORRADO (1994) é do tipo Cwa pela classificação de Köppen, isto é, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C.

As árvores foram desdobradas em toros de 3,0 m de comprimento. Em cada secção foi realizada medição de circunferência.

O volume real de madeira de cada toro foi determinado por xilômetro e estimado através de cálculo pelas fórmulas de Smalian ( $v_s$ ), Huber ( $v_h$ ) e Newton ( $v_n$ )

$$v_s = l (s_0 + s_1) / 2$$

$$v_h = l s_m$$

$$v_n = l (s_0 + s_1 + 4 s_m) / 6$$

sendo  $l$  o comprimento do toro,  $s_0$  e  $s_1$  as áreas das secções das extremidades do toro e  $s_m$  a área determinada no meio do toro.

O xilômetro consistiu num tambor de forma cilíndrica com capacidade de armazenagem de 200 litros, no qual foram imersos os toros para determinações de deslocamento de água. As alturas correspondentes aos deslocamentos foram aferidas por uma régua graduada em milímetros afixada na parede do tambor. O volume real de cada toro foi obtido pelo produto da medida da altura do deslocamento pela área do cilindro correspondente ao xilômetro.

Para todas as árvores amostradas foi determinado o volume comercial de madeira até o limite de desponta de 6 cm com casca.

Em cada árvore o volume comercial foi calculado pelo somatório dos volumes dos respectivos toros, tanto para o processo do xilômetro ( $V_x$ ) como para Smalian ( $V_s$ ), Huber ( $V_h$ ) e Newton ( $V_n$ ).

O volume comercial foi também determinado pela fórmula de Pressler Modificada (VEIGA *et al.*, 1977), onde o volume comercial  $V_p$  é estimado subtraindo-se do volume total o da ponta, e o volume total é dado por:

$$V_{pm} = (2/3) Pg$$

sendo  $g$  a área basal da árvore e  $P$  a altura correspondente ao ponto no fuste em que o diâmetro tem como medida exatamente a metade do DAP.

Para análise estatística dos dados obtidos foram considerados 5 tratamentos ( $T_1 = V_s$ ,  $T_2 = V_n$ ,  $T_3 = V_h$ ,  $T_4 = V_p$  e  $T_5 = \text{testemunha} = V_x$ ), em delineamento inteiramente ao acaso, com 29 repetições.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios encontrados foram:  $V_s = 0,4046 \text{ m}^3$ ;  $V_n = 0,3927 \text{ m}^3$ ;  $V_p = 0,4978 \text{ m}^3$ ;  $V_x = 0,4672 \text{ m}^3$ ;  $V_h = 0,3558 \text{ m}^3$ . Não se constatou diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de  $\alpha = 0,05$  de probabilidade, sendo a diferença mínima significativa de 0,2944.

Desse modo, para as condições do ensaio mostraram-se viáveis todas as fórmulas testadas, inclusive a de Pressler Modificada que é usualmente pouco empregada no Brasil.

Cabe observar que o sistema de Pressler na versão de Veiga é menos moroso e envolve poucos cálculos dendrométricos.

É de se notar que os resultados obtidos a partir de fórmula de Smalian foram superiores aos de Newton e estes superaram os de Huber, embora não diferissem estatisticamente. Isso pode ser explicado pois os toros na sua maioria aparentavam aproximar-se mais das figuras geométricas do cone e do neilóide, não do parabolóide ordinário. Na realidade sabe-se que para a figura geométrica do cilindro tem-se  $c_m = c_0 = c_1$ , representando respectivamente as circunferências no meio do toro



PINHEIRO, G. de S.; VEIGA, R. A. de A. & FERNANDES, P. de S. Aspectos da determinação do volume de madeira do fuste de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

e nas suas extremidades; para o parabolóide ordinário,  $c_m^2 = (c_0^2 + c_1^2) / 2$ ; para o cone  $c_m = (c_0 + c_1) / 2$ ; para o neilóide  $c_m^{2/3} = (c_0^{2/3} + c_1^{2/3}) / 2$ . Para peças que por suas dimensões sejam exatamente um cilindro, um cone, um parabolóide ordinário ou um neilóide, a fórmula de Newton é exata; para cilindro, Smalian, Huber e Newton dão resultados iguais; para cone e neilóide, Smalian superestima e Huber subestima; para o parabolóide ordinário, Smalian subestima e Huber superestima (FAO, 1980), em relação à de Newton.

Procurou-se também determinar equações de regressão linear simples que permitissem relacionar os valores do volume real comercial de cada árvore, determinados por meio de xilômetro, em função dos valores correspondente aos demais tratamentos. As equações de regressão obtidas foram as seguintes:

$$V_x = 0,011516 + 1,126271 V_s \quad (r^2 = 0,9545)$$

$$V_x = 0,005293 + 1,176322 V_n \quad (r^2 = 0,9292)$$

$$V_x = 0,004254 + 0,930005 V_p \quad (r^2 = 0,9976)$$

$$V_x = 0,013803 + 1,274310 V_h \quad (r^2 = 0,9941)$$

sendo  $r^2$  o coeficiente de determinação correspondente a cada equação.

#### 4 CONCLUSÕES

Para as árvores estudadas não houve diferença significativa entre os volumes calculados pelas fórmulas de Huber, Newton, Smalian e de Pressler Modificada, podendo ser utilizada qualquer uma delas, sendo que esta última, por envolver menor custo de medição e simplicidade de cálculos, pode ser recomendada.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar seus agradecimentos ao Agente de Apoio à Pesquisa Científica Edi Carvalho Pereira da Estação Experimental de Tupi, pela dedicação e empenho na condução dos serviços de campo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVERY, T. E. 1967. *Forest measurements*. Nova York, Mc Graw-Hill. 290p.
- FAO. 1980. *Forest volume estimation and yield prediction*. Roma, FAO. 2 v.
- GOMES, A. M. A. 1957. *Medição dos arvo-redos*. Lisboa, Sá da Costa. 143p.
- GUIMARÃES, D. P. & CASTRO, L. H. R. 1982. *Novos métodos para a estimativa do volume de árvores em pé*. Planaltina, EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. 16p. (Boletim de Pesquisa, 12)
- HUSCH, B. et al. 1972. *Forest mensuration*. Nova York, John Wiley. 410p.
- LOETSCH, F. et al. 1973. *Forest inventory*. Munique, BVL Verlagsgesellschaft mbH. 2 v.
- MACKAY, E. 1964. *Dasometria*. Madri, Escuela Superior de Ingenieros de Montes. 759p.
- PARDÉ, J. 1988. *Dendrometrie*. 2 ed. Nancy, École National du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. 328p.
- SPURR, S. H. 1952. *Forest inventory*. Nova York, Ronald Press. 476p.
- VEIGA, A. A. et al. 1977. Subsídios para o cálculo de volume. *Brasil Florestal*, Rio de Janeiro, (32):33-35.
- VEIGA, R. A. A. 1984. *Dendrometria e inventário florestal*. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. 108p.
- VIDAL TORRADO, P. 1994. *Pedogênese e morfogênese do Distrito de Tupi (Piracicaba)*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. 169p. (Tese de Doutorado)