



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
ENGENHARIA FLORESTAL  
Dendrometria (40219916)

# Volume das árvores

Prof. Dr. Gabriel Agostini Orso  
gabrielorso16@gmail.com









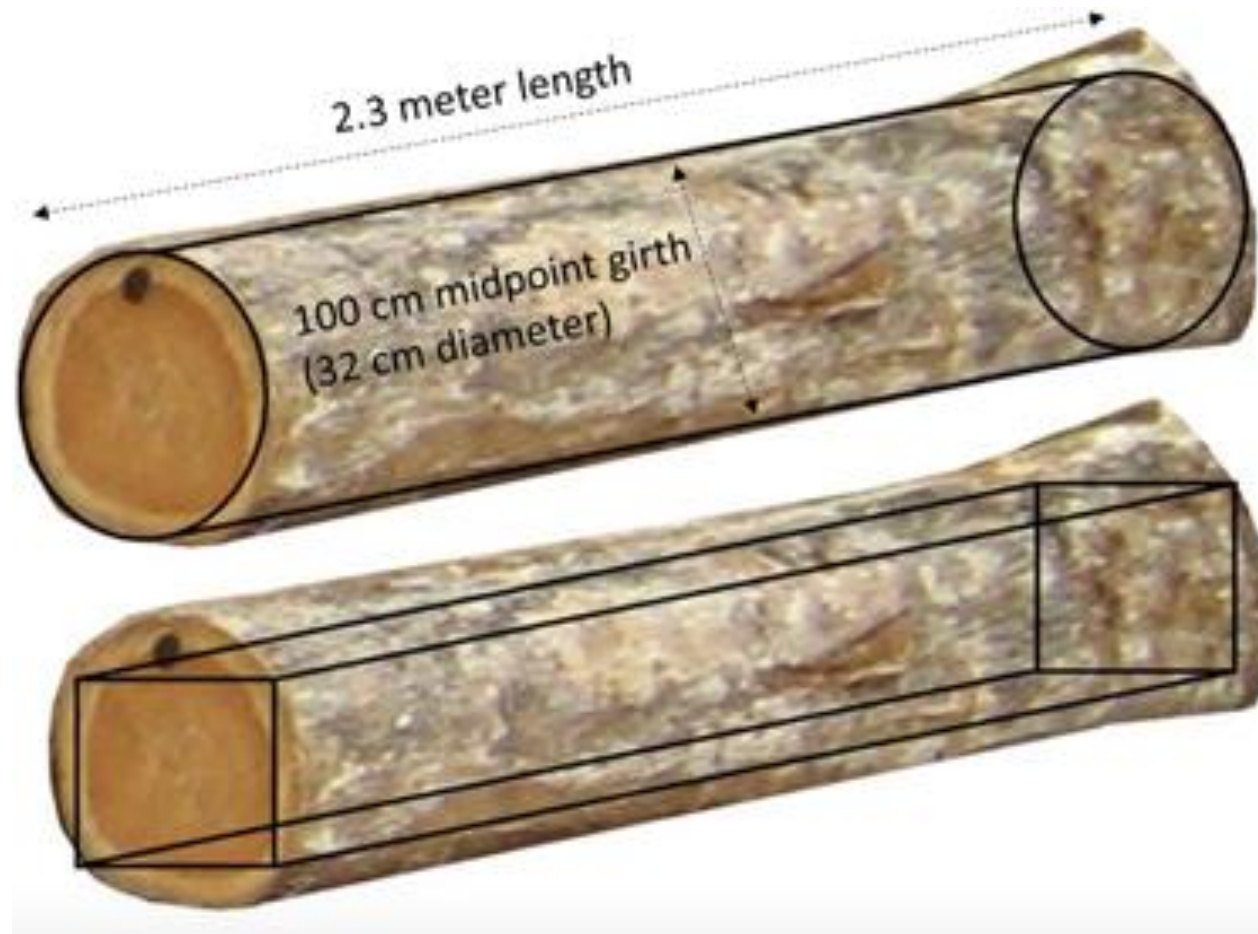
# Volumes Comerciais

## Volume Frankon ou do quarto deduzido

Este método procura determinar o volume aproveitável de madeira aplicando-se descontos em relação ao volume total da tora de modo a se considerar a porção de maior valor comercial.

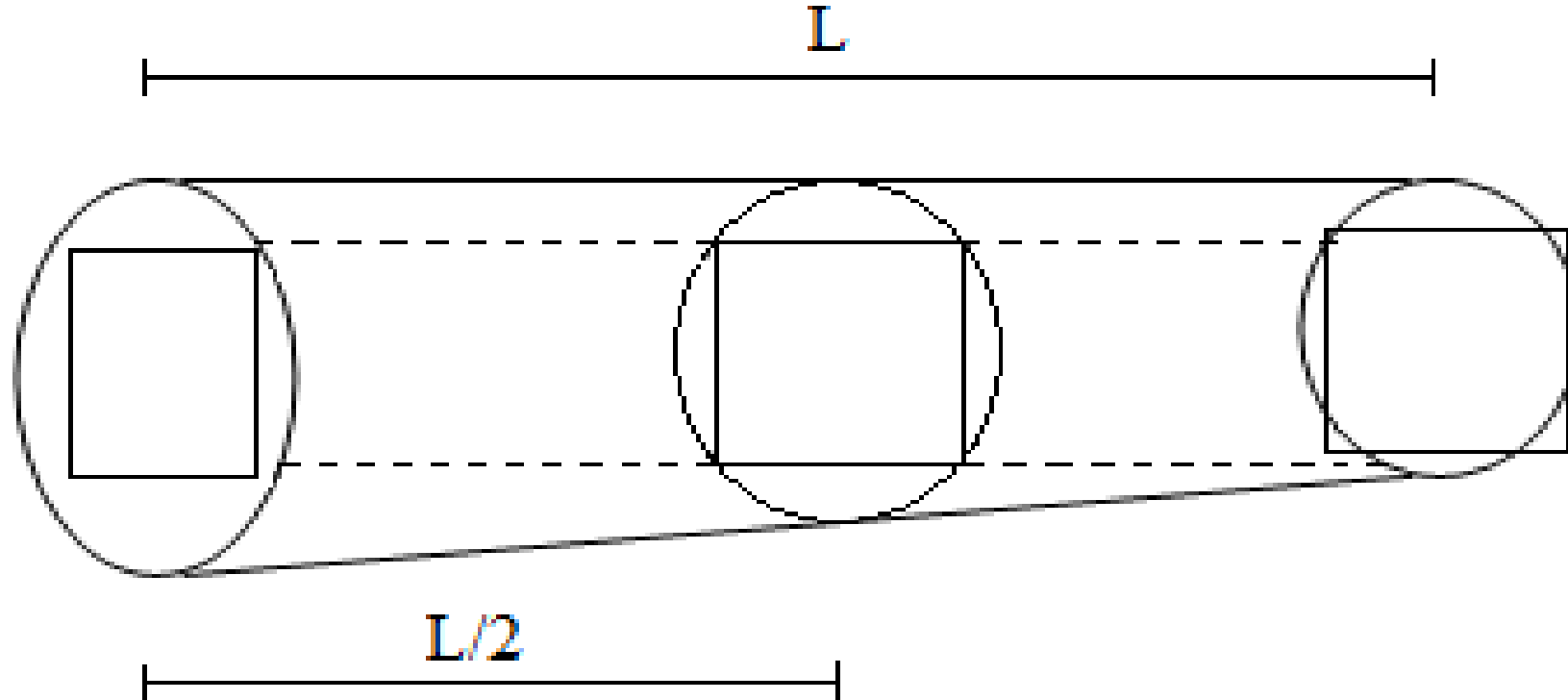
A ideia do método de desconto é calcular o volume de madeira que o madeireiro poderia obter após serrar ou laminar a tora. São métodos muito práticos baseados, entretanto, em fórmulas empíricas.





Fonte da imagem: <https://teakgrowers.com/>

As fórmulas de Frankon são derivadas do método inglês denominado de *Quarter Girth* ou *Hoppus*, que permite calcular o volume em pés cúbicos, enquanto as fórmulas de Frankon expressam os volumes em metros cúbicos, sendo adaptadas, portanto, ao nosso sistema de medição.



De acordo com a Figura anterior, para se obter o volume aproveitável de madeira ( $V_F$ ) basta medir a circunferência ( $c$ ) na metade do comprimento da tora ( $L/2$ ). Tomadas estas medidas, o volume Frankon pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$V_F = \left(\frac{C}{4}\right)^2 L$$

$$V_F = \left(\frac{C}{5}\right)^2 L$$

$$V_F = \left(\frac{C}{6}\right)^2 L$$

**Exemplo de cálculo:** Considere uma tora de 5 metros cujo  $D_{s/c}$  a 2,5 metros é de 42 cm. Qual o volume Frankon para esta tora?

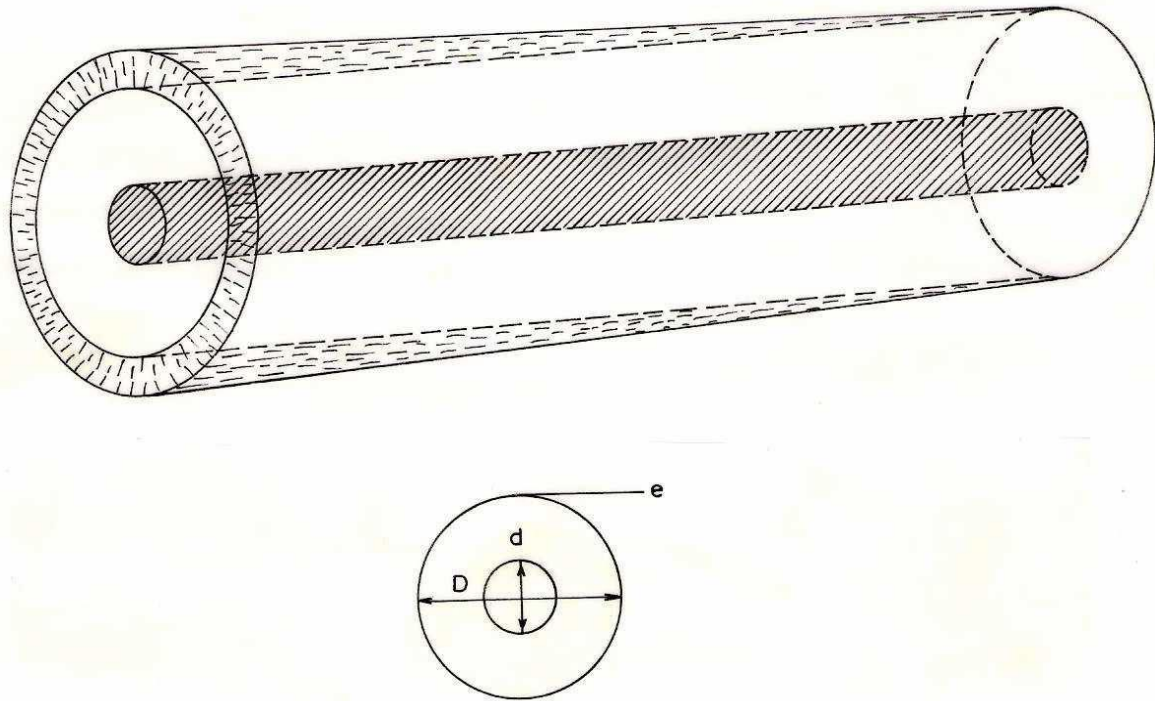
$C_{2,5} = 42\pi = 131,9472$  . Assim, tem-se:

$$V_F = \left(\frac{1,319472}{4}\right)^2 5 = 0,5441 \text{ m}^3$$

$$V_F = \left(\frac{1,319472}{5}\right)^2 5 = 0,3482 \text{ m}^3$$

$$V_F = \left(\frac{1,319472}{6}\right)^2 5 = 0,2418 \text{ m}^3$$

# Volume de madeira laminada



O volume do laminado ( $v_l$ ) será expresso por:

$$v_l = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot L - \pi \cdot d^2 / 4 \cdot L,$$

$$v_l = 0,7854 \cdot L (D^2 - d^2),$$

$D$  = diâmetro da tora na ponta fina;

$d$  = diâmetro mínimo laminável;

A quantidade de laminado ( $q$ ) em metros linear é dada por:

$$q = (v_l / L) / e,$$

$e$  = espessura da lâmina de madeira.

A superfície da lâmina ( $S$ ) em metros quadrados é dada por:

$$S = q \cdot L.$$



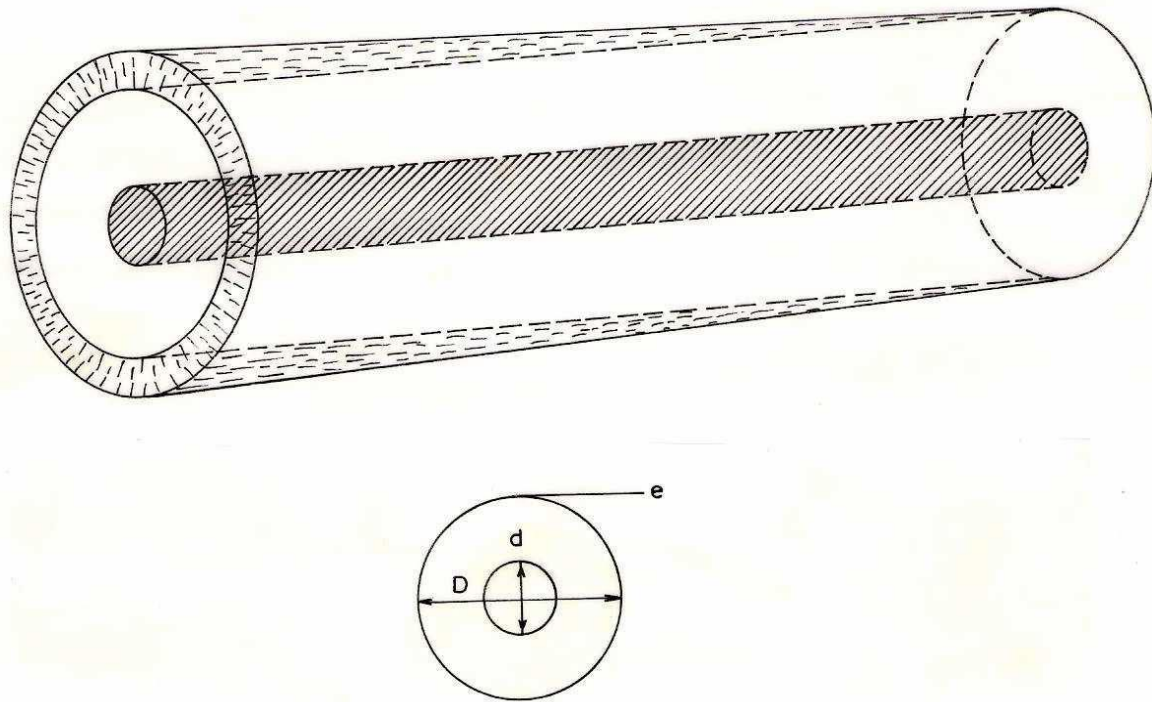
Torno laminador Vantec

<https://www.youtube.com/watch?v=GCTPDeoVEAY>

Laminação de Teca

<https://www.youtube.com/watch?v=8Ssx6E8zk6s>

# Volume de madeira laminada



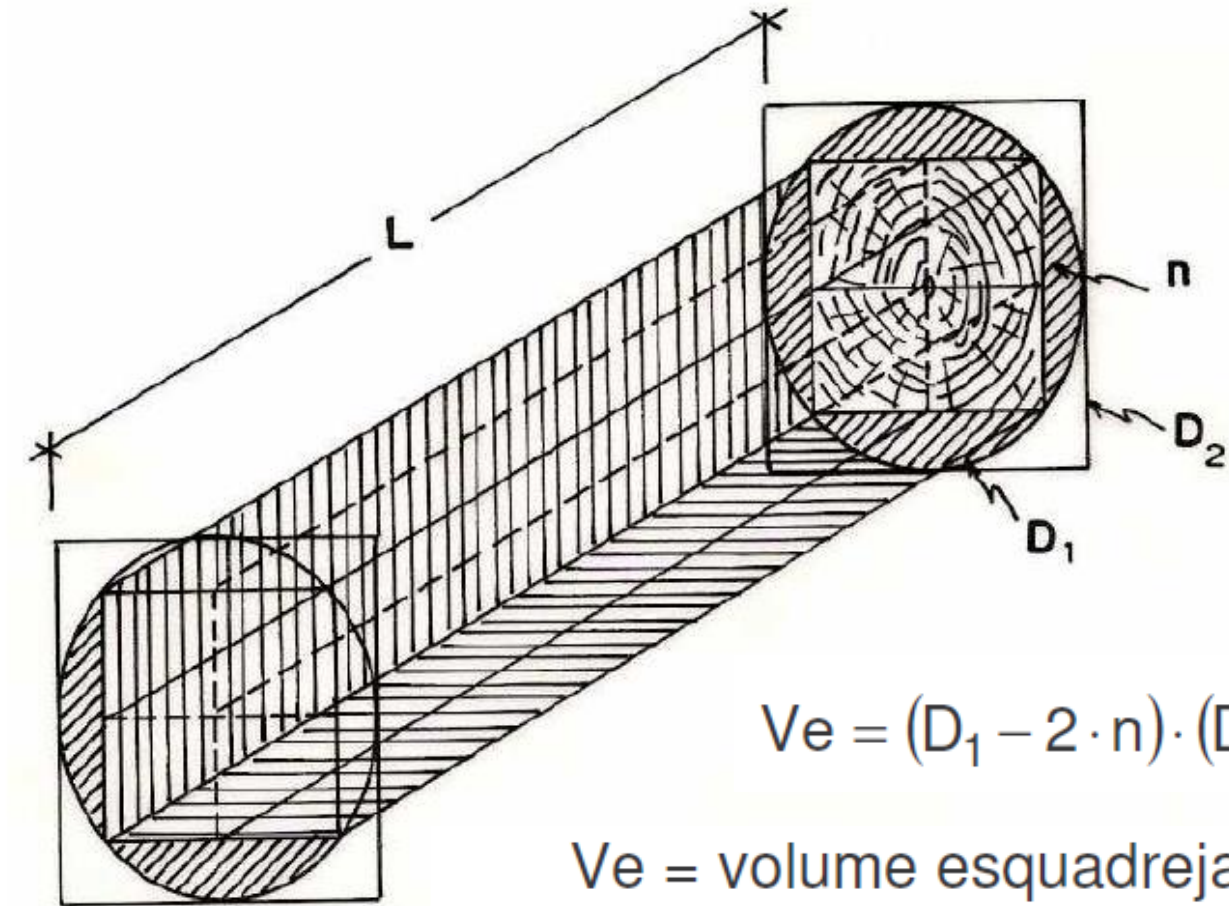
Considerando, por exemplo, uma tora para laminação com diâmetro na ponta fina de 60,0 cm e comprimento de 2,0 m, que o torno “desenrolador” possa trabalhar até um diâmetro mínimo de 10,0 cm e que a espessura do laminado seja de 2,0 mm, obtém-se pela aplicação das fórmulas anteriores:

$$V_l = 0,5498 \text{ m}^3$$

$$q = 137,445 \text{ m}$$

$$S = 274,8894 \text{ m}^2$$

# Volume de madeira com desconto em face



$$Ve = (D_1 - 2 \cdot n) \cdot (D_2 - 2 \cdot n) \cdot L$$

Ve = volume esquadrejado;

$D_1$  e  $D_2$  = diâmetros perpendiculares tomados na ponta fina;

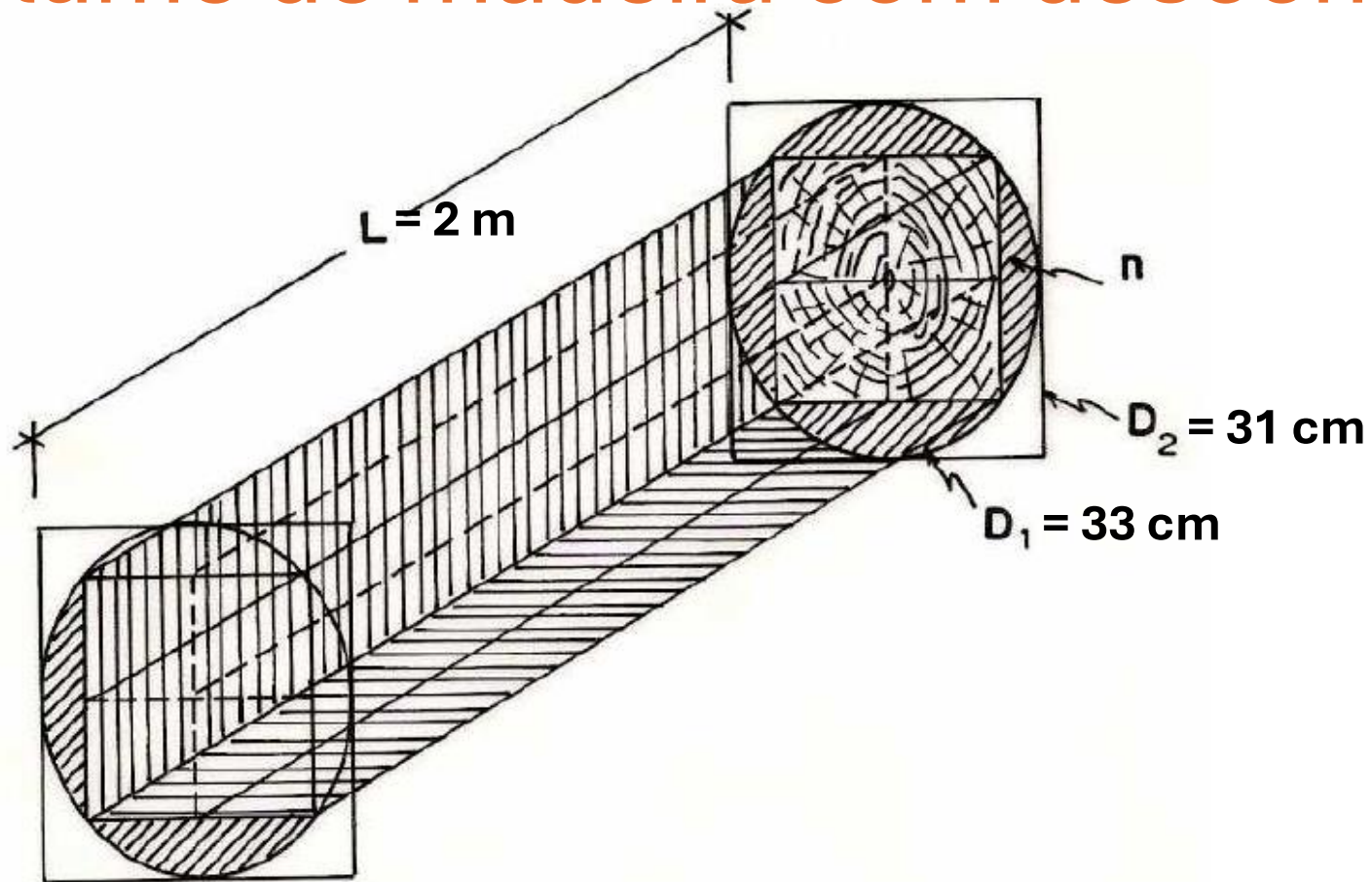
L = comprimento da tora;

n = taxa de desconto.





# Volume de madeira com desconto em face

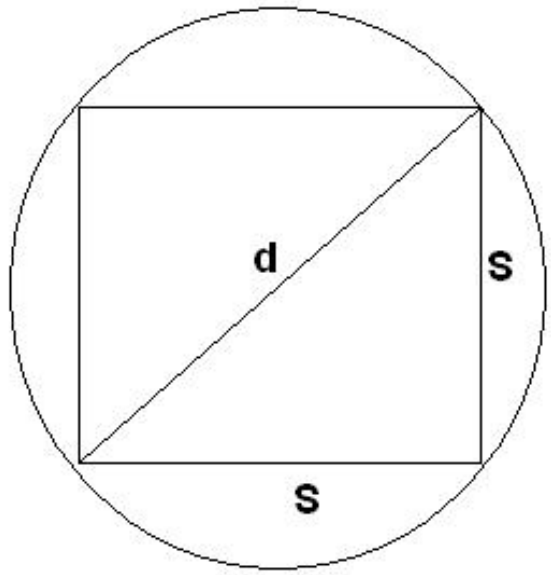


$$V_e = (D_1 - 2 \cdot n) \cdot (D_2 - 2 \cdot n) \cdot L$$

└ Taxas de 2,5cm e 5 cm

$V_e = ???$

# Volume de madeira pelo método da Alfândega de Paris



$$Ve = 1/2 \cdot d^2 \cdot L$$

Ve = volume esquadrejado (m³);

d = diâmetro;

L = comprimento da tora.

$$d^2 = S^2 + S^2,$$

$$d^2 = 2 \cdot S^2,$$

$$S^2 = d^2 / 2,$$

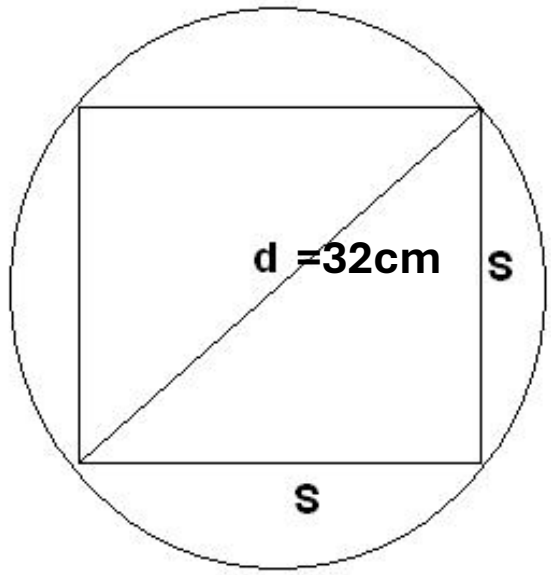
$$S = \sqrt{(d^2 / 2)}$$

## Volume aproveitável para madeira esquadrejada

$$A = \frac{v_t - P_{perdas}}{v_t} \cdot 100$$

$$A = \frac{v_c}{v_t} \cdot 100$$

# Volume de madeira pelo método da Alfândega de Paris



$$Ve = 1/2 \cdot d^2 \cdot L$$

Ve = volume esquadrejado (m³);

d = diâmetro;

L = comprimento da tora.

$$S = \sqrt{(d^2 / 2)}$$

## Volume aproveitável para madeira esquadrejada

$$A = \frac{v_t - P_{perdas}}{v_t} \cdot 100$$

$$A = \frac{v_c}{v_t} \cdot 100$$

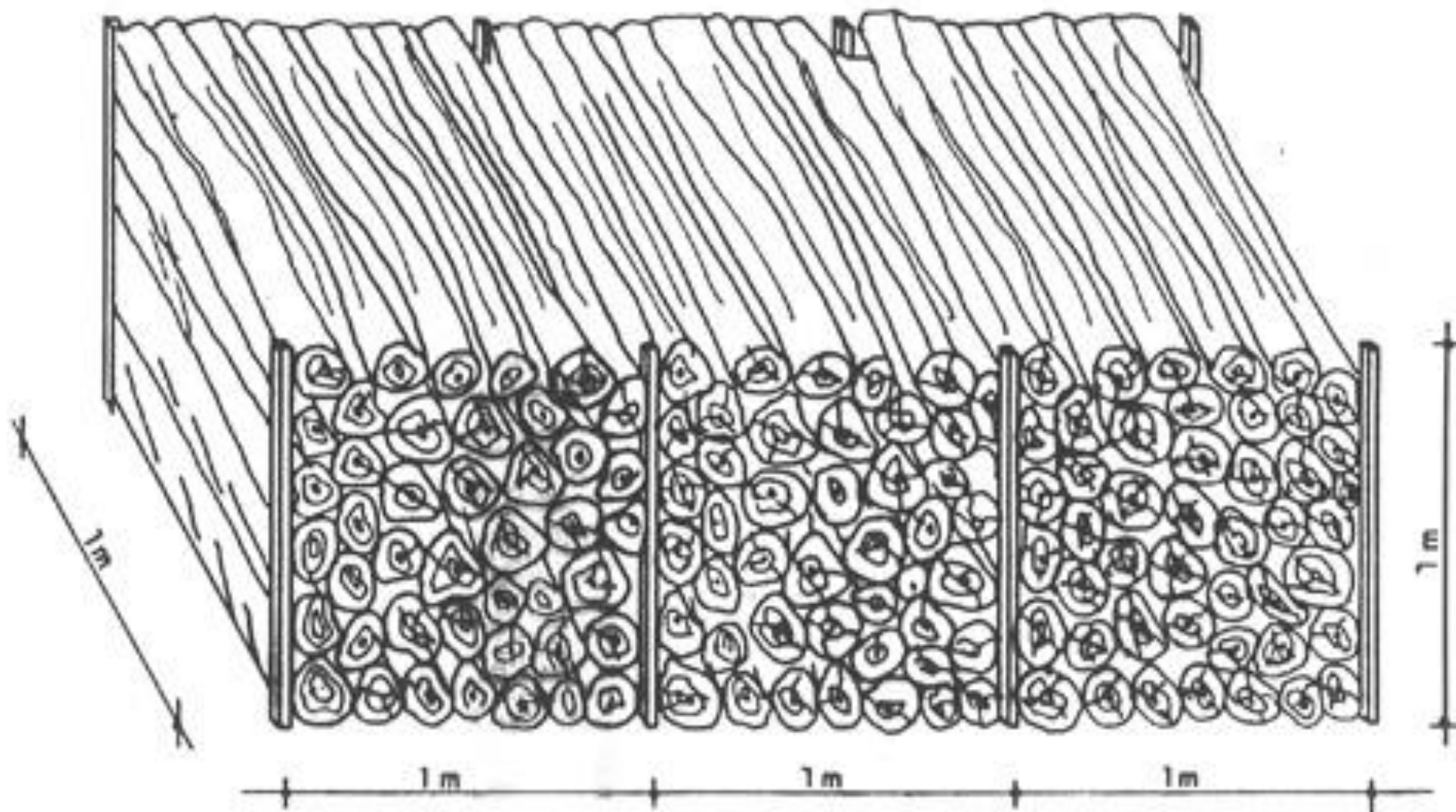


# Volume de madeira empilhada

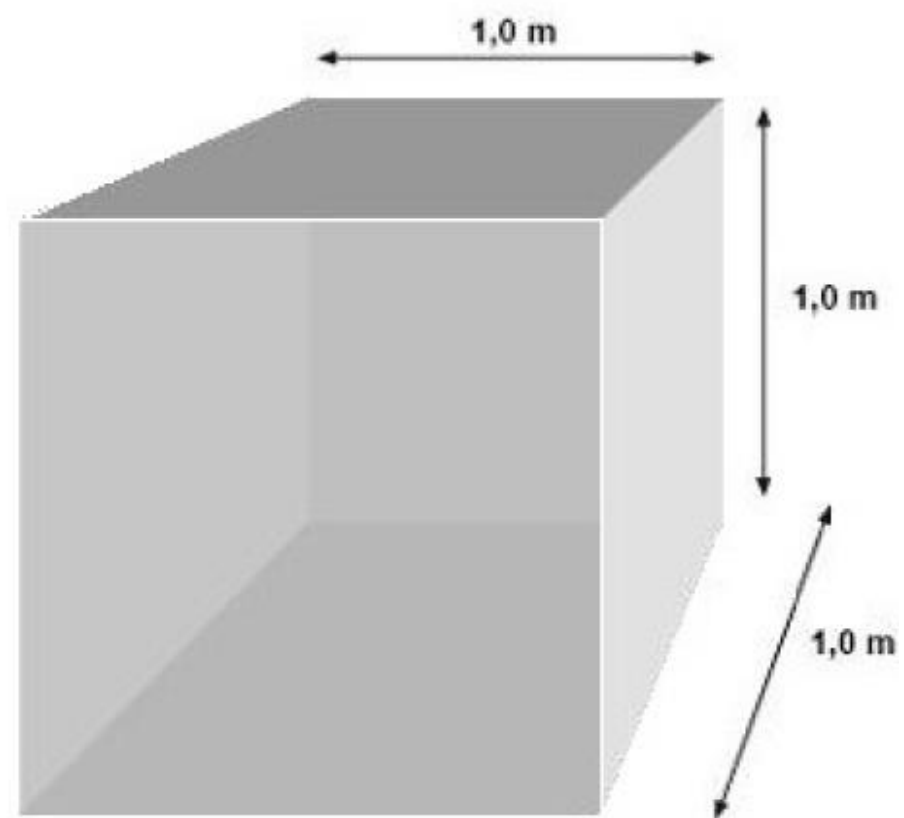
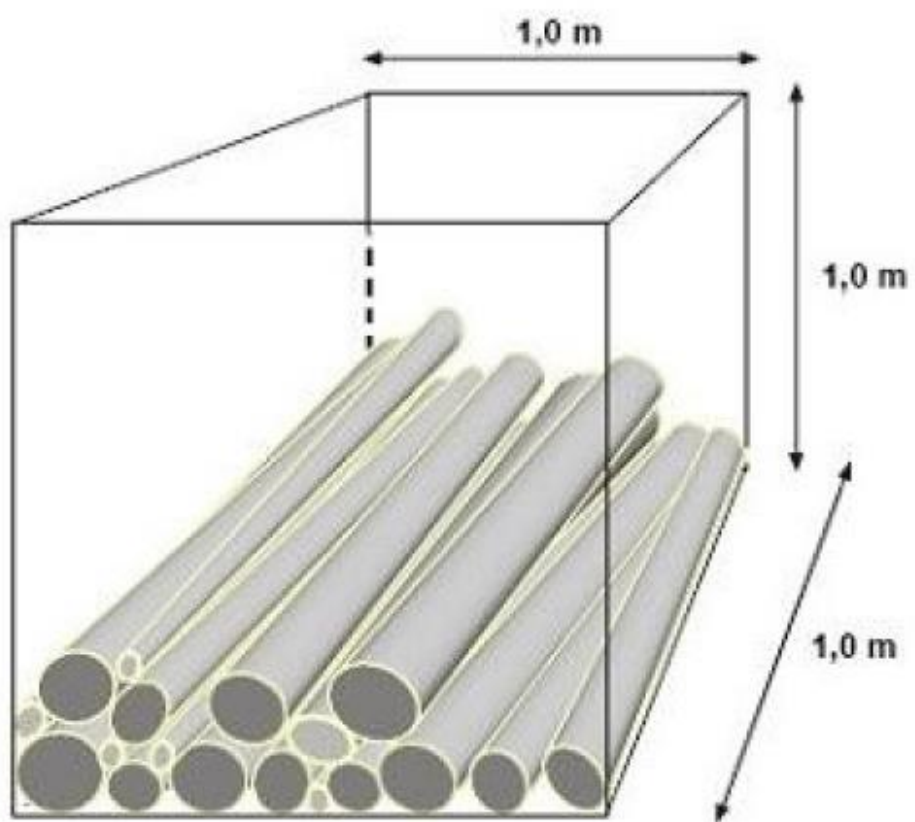
A obtenção do volume de madeira de uma pilha por meio da multiplicação das suas dimensões define o chamado *volume estéreo*.

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), o volume estéreo é o volume de uma pilha de madeira roliça, em que além do volume sólido de madeira estão incluídos os espaços vazios normais entre as toras.

Um estéreo consiste na quantidade de madeira contida em uma pilha de 1,0 m x 1,0 m x 1,0 m, cujas toras variam em área seccional, curvatura e forma, o que permite a existência de muitos espaços na pilha.



Fonte: Silva e Paula Neto (1979)







Fonte: Lobato (2021)

Exemplo:

Comprimento da toras:

1,5m

Altura da pilha: 0,5m

Largura da pilha: 1,0m

Volume cubado:  $0,5357\text{m}^3$



Segundo a Portaria do INMETRO n.º 130, de 7 de dezembro de 1999, o volume de madeira empilhada, em estéreo (st), pode ser obtido genericamente pela seguinte expressão:

$$V = x y z$$

$V$  = volume da pilha, em st;

$x$  = comprimento das toras, em metros;

$y$  = comprimento da pilha, em metros;

$z$  = altura da pilha, em metros.







Fonte: Farias 2013



Fonte: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/113824/lenha-de-eucalipto-reflorestado-avare>



# Fator de empilhamento ou cubicação

$$F_e = \frac{\textit{Volume empilhado}(st)}{\textit{Volume sólido}(m^3)} \geq 1,0$$

ou

$$F_c = \frac{\textit{Volume sólido}(m^3)}{\textit{Volume empilhado}(st)} \leq 1,0$$



Fonte: Farias 2013

$$v_{trapézio} = \left( \frac{B + b}{2} \right) * h * l$$



Fonte: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/113824/lenha-de-eucalipto-reflorestado-avare>





## Referências bibliográficas

IMANA-ENCIÑAS, J. Slides de aula da disciplina de dendrometria, 1ª ed. UNB, 2011.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest Mensuration**,

FINGER C. A. G. **Fundamentos da biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC; 1992. 269 p.

FINGER C. A. G. **Apostila de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC; 2006. 284 p.

FINGER C. A. G. **Notas de aula**. Laminas de aula do Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger da Universidade Federal de Santa Maria, 2017.

MACHADO S. A.; FIGUEIREDO-FILHO, A. **Dendrometria**. 2. ed. Guarapuava: Unicentro, 2006. 316p.

SILVA, J. A. A.; PAULA NETO, F. **Princípios de Dendrometria**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, 1979. 191p.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa, UFV, 2006, 276 p.