

## **Aula 00**

*Engenharia Florestal p/ Concursos -  
Curso Regular - 2021*

Autor:  
**Monik Begname de Castro**

04 de Janeiro de 2021

## Sumário

Dendrometria.....	2
1 - Conceitos Iniciais.....	2
2 - Diâmetros.....	3
2.1 – Instrumentos para medição do diâmetro.....	4
3 - Área Seccional e Área Basal.....	5
Princípio de Bitterlich.....	7
4 - Altura.....	10
4.1 Princípio geométrico.....	11
4.2 Princípio trigonométrico.....	12
4.3 Correção para a declividade.....	14
4.4 Erros na estimacão das alturas.....	15
4.5 Relacão hipsométrica.....	15
5 - Volumetria.....	16
5.1 Determinacão do volume.....	18
5.2 Estimacão do volume do fuste.....	20
5.3 Volumes comerciais.....	23
5.4 Volume empilhado.....	25
Questões Comentadas.....	28
Lista de Questões.....	43
Gabarito.....	51
Referências.....	52



# DENDROMETRIA

## 1 - Conceitos Iniciais

A DENDROMETRIA (DENDRO = árvore e METRIA = medição), é o ramo da ciência florestal que permite a **determinação ou estimação** dos recursos florestais, tais como diâmetro e altura, com o objetivo de determinar, prever e ou projetar com precisão, o volume, o peso, a idade, o crescimento, a produção e o sortimento de um determinado recurso florestal.<sup>1</sup>

Basicamente, a dendrometria trata da medição da árvore, assim a obtenção dessas medidas pode ser feita de forma direta, indireta ou estimada.

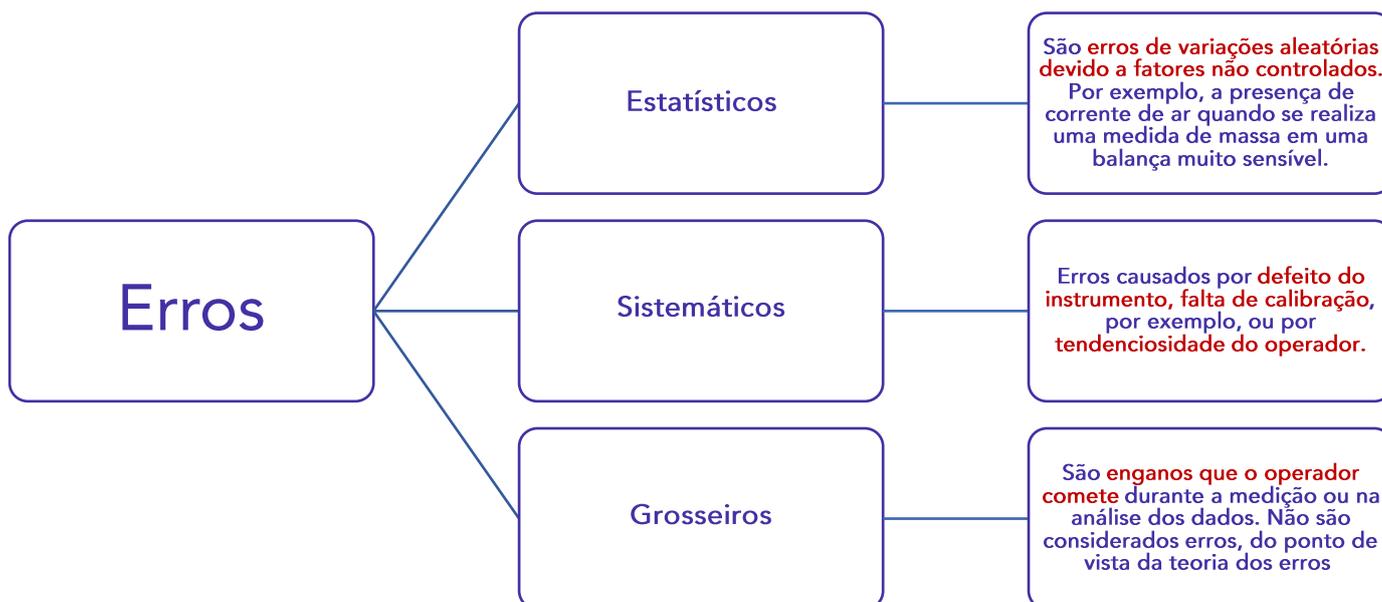
Medida	Definição	Exemplo
Direta	Realizada <b>diretamente</b> pelo homem sobre a árvore.	Diâmetro a 1,30 m de altura (DAP), espessura da casca, comprimento de toras, entre outras.
Indireta	São aquelas que estão <b>fora do alcance direto do homem</b> , sendo obtidas, principalmente, por métodos ópticos.	Altura e volume das árvores em pé.
Estimada	Métodos estatísticos	Modelos matemáticos, curvas e tabelas.

Associadas às medições efetuadas nas florestas há uma série de erros de medições que podem ser divididos nas seguintes categorias:

---

<sup>1</sup> SCOLFORO, J. R. S.; THIERSCH, C. R. **Biometria Florestal: Medição, Volumetria e Gravimetria**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 285P.





Ainda sobre as medidas é importante que você saiba diferenciar a exatidão e a precisão de uma medida.

**Exatidão:** quando os valores medidos se aproximam do **verdadeiro valor da grandeza**, ou seja, sem a tendência de sub ou superestimar a característica avaliada (sem viés).

Viés é definido como um **desvio sistemático** do valor verdadeiro da medida.

**Precisão:** está diretamente relacionado com a **proximidade de medidas sucessivas** obtidas de um mesmo objeto.

Agora podemos iniciar nosso estudo sobre as principais variáveis dendrometrias. Vamos lá?

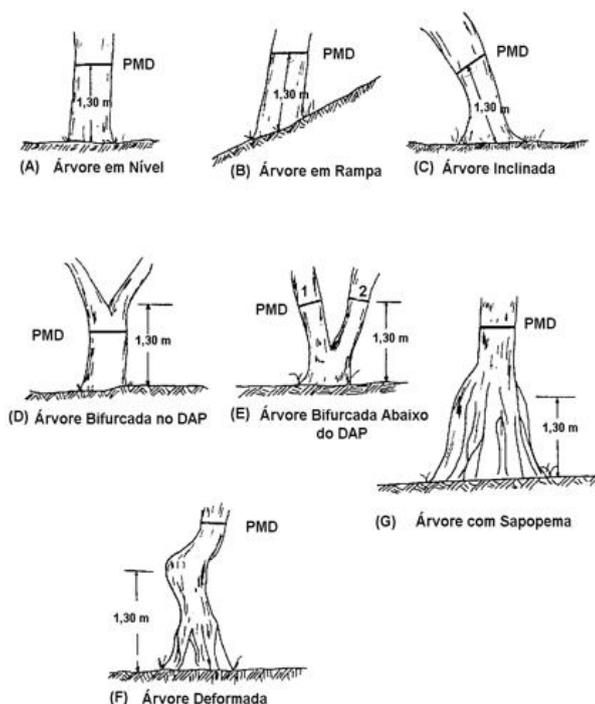
## 2 - Diâmetros

O diâmetro é a **medida mais importante** a ser obtida de uma árvore, pois está relacionada com o cálculo do volume. O diâmetro do tronco é a medida mais simples do tamanho das árvores. Apesar da simplicidade de sua medida, cuidados e padronizações dos procedimentos de mensuração se fazem necessários.

Apesar de ser possível obter vários diâmetros ao longo do fuste de uma árvore, a medida mais comum é a realizada na altura de 1,30 m denominada diâmetro à altura do peito (DAP). Monik, *mas se a 1,30 m a árvore for bifurcada, devo medir os dois fustes? E se apresentar sapopema ou ser deformada? Como devo proceder com as medições?*



Pois bem, vou apresentar a vocês algumas situações práticas de campo e os respectivos pontos de medição (PMD).<sup>2</sup>



Fonte: Soares, 2016. <sup>2</sup>

Agora que você já conhece os pontos corretos para a medição do diâmetro em situações problemáticas, irei apresentar os principais instrumentos utilizados para a medição do diâmetro.

## 2.1 – Instrumentos para medição do diâmetro

Os principais instrumentos utilizados para medir o diâmetro e a circunferência à altura do peito são: **Suta e fita métrica**.

### A) Suta

É um instrumento utilizado para a **medição direta** do diâmetro. Ela consiste em uma barra graduada e dois braços, sendo um fixo e outro móvel.

### B) Fita métrica

A fita métrica é um instrumento que permite obter a circunferência do fuste. Com ela podemos determinar a circunferência à altura do peito (CAP).

---

<sup>2</sup> SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 276p.



Você deve lembrar-se de que a fórmula do comprimento de uma circunferência, é:

$$C = 2\pi R$$

Em que:

C = comprimento da circunferência

$$\pi \approx 3,1416$$

R = Raio (ou metade do diâmetro)  $R = \frac{D}{2}$

Logo,

$$C = 2\pi \frac{D}{2} \therefore CAP = \pi \cdot DAP \therefore DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

Ou seja, **o DAP é igual ao CAP dividido por PI.**

Existem outros instrumentos utilizados para medir o diâmetro, porém são menos usuais:

- Régua de Biltmore;
- Garfo de diâmetro;
- Pentaprisma de Wheeler;
- Régua;
- Relascópio de Bitterlich.

### 3 - Área Seccional e Área Basal

A área seccional (g), também chamada de área transversal, é a área da seção transversal do tronco à altura do peito (1,30 m). Assim, a área da seção transversal (g) é calculada como uma medida derivada do diâmetro:

$$g = \frac{\pi \cdot DAP^2}{4}, \text{ se o diâmetro estiver em metros;}$$

$$g = \frac{\pi \cdot DAP^2}{40.000}, \text{ se o diâmetro estiver em centímetros;}$$



A expressão anterior pode ser utilizada para obter a área seccional (AS) referente a um diâmetro qualquer (d):

$$AS = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ se o diâmetro estiver em metros;}$$



$AS = \frac{\pi \cdot d^2}{40.000}$ , se o diâmetro estiver em centímetros;

Já a área basal é obtida pelo somatório das áreas seccionais ( $g_i$ ). É um importante parâmetro da densidade do povoamento. Comumente é expressa em  $m^2/ha$ , fornecendo o **grau de ocupação de determinada área por madeira**.

$$G = \sum_{i=1}^n g_i = \sum_{i=1}^n \frac{\pi \cdot DAP^2}{4} \text{ ou } \sum_{i=1}^n \frac{\pi \cdot DAP^2}{40.000}$$

Em que:  $G$  = área basal;  $g_i$  = área seccional.

### A) Cálculo do diâmetro médio quadrático ( $d_g$ )

Corresponde ao diâmetro da árvore de área transversal média a população ou das unidades amostrais representativas dessas.

$$\bar{g} = \frac{\pi \cdot d_g^2}{4} \text{ ou } d_g = \sqrt{\frac{4 \cdot \bar{g}}{\pi}}$$

Observação: **O diâmetro médio quadrático de um povoamento é sempre maior que o diâmetro obtido pela média aritmética.**



É muito importante não confundir o diâmetro médio quadrático das árvores com a média aritmética dos diâmetros.

**Diâmetro médio quadrático:** refere-se ao diâmetro correspondente ao da área seccional média do povoamento.

**Média aritmética dos diâmetros:** valor médio dos diâmetros medidos.



(CESPE/2005) O diâmetro médio aritmético, que corresponde ao diâmetro da árvore de área seccional média de um povoamento florestal, constitui-se na mais importante média de diâmetros, pois a árvore de área seccional média é aquela que mais se aproxima da árvore de volume médio do povoamento.



### Comentários:

"O diâmetro médio **aritmético quadrático**, que corresponde ao diâmetro da árvore de área seccional média de um povoamento florestal, constitui-se na mais importante média de diâmetros, pois a árvore de área seccional média é aquela que mais se aproxima da árvore de volume médio do povoamento."

A questão tento nos confundir trocando os conceitos de diâmetro médio quadrático e diâmetro médio aritmético. Fique atento!

**Diâmetro médio quadrático:** refere-se ao diâmetro correspondente ao da área seccional média do povoamento.

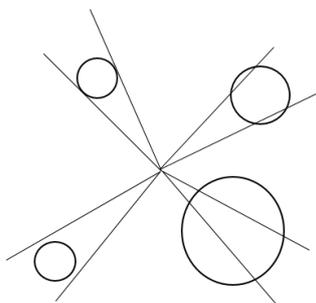
**Média aritmética dos diâmetros:** valor médio dos diâmetros medidos.

**Gabarito: Errada.**

## Princípio de Bitterlich

Uma maneira de estimar a área basal de forma precisa, rápida e fácil, é utilizando o princípio ao qual Bitterlich chamou de "prova da numeração angular". Esse princípio baseia-se no seguinte postulado: "dando-se um giro de  $360^\circ$ , as árvores que apresentarem **DAP superior ou igual** a um ângulo conhecido e constante devem ser qualificadas. O número de árvores qualificadas ( $n$ ) multiplicado por uma constante ( $K$ ), denominada fator de área basal, fornecida por um instrumento apropriado, fornece diretamente a área basal por hectare ( $B/ha$ )".<sup>3</sup>

Imagine que você esteja em um povoamento florestal e dê um giro de  $360^\circ$  e observe a seguinte situação ilustrada a seguir:



Percebam que apenas três árvores foram qualificadas por apresentar DAP superior ou igual ao ângulo de visada ( $n=3$ ). Agora, supondo que o fator de área basal ( $k$ ) utilizado foi igual a 1, então a área basal por hectare naquele ponto de amostragem será:

$$B/ha = n \cdot k$$

$$B/ha = 3 \cdot 1 = 3 \text{ m}^2/ha$$

<sup>3</sup> SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 276p.



Segundo os autores Scolforo e Thiersch, o operado estaciona em um ponto qualquer da floresta, munido da Barra de Bitterlich, ou de outro instrumento com o mesmo princípio, e efetua um giro de 360° em seu redor, visando os DAPs de cada árvore classificando-os da seguinte forma:

Fator de área basal (K=1)	
DAP maior que a mira	Soma 1
DAP igual a mira	Soma 0,5
DAP menor que a mira	Soma 0

Exemplo: Se em um giro conta-se 30 árvores (DAP> $\alpha$ ) e três árvores com dap =  $\alpha$ , com um instrumento cujo K = 1, então:

$$B/ha = [(30*1) + (3*0,5)] * 1 = 31,5 \text{ m}^2/\text{ha}$$

**Quanto a questão não especificar o número de árvores que possui DAP >  $\alpha$  e o número de árvore que possui DAP =  $\alpha$ , considere tanto o DAP >  $\alpha$  quanto o DAP =  $\alpha$  como igual a 1.**



Considerando o método idealizado por Bitterlich para se obter estimativas da área basal por hectare em povoamentos florestais sem medir os diâmetros das árvores nem lançar parcelas fixas, analise a situação a seguir.

Um engenheiro florestal estaciona-se em dois pontos quaisquer da floresta. Munido da barra de Bitterlich com  $k = 1$ , ele efetua um giro de 360° ao seu redor. No primeiro ponto, conta 40 árvores com dap > a e 8 árvores com dap = a.

No segundo ponto conta 20 árvores com dap > a e 12 árvores com dap = a. Pode-se afirmar que a área basal média é:

- a) 7 m<sup>2</sup>/ha.
- b) 18 m<sup>2</sup>/ha.
- c) 35 m<sup>2</sup>/ha.
- d) 30 m<sup>2</sup>/ha.
- e) 60 m<sup>2</sup>/ha.

#### Comentários:

Sabendo que:  $B/ha = n.k$

**Ponto 1:** 40 árvores com dap igual a mira (soma 1) e 8 árvores com dap igual a mira (soma 0,5)

$$G = (40*1) + (8*0,5) = 44 \text{ m}^2/\text{ha}$$

**Ponto 2:** 20 árvores com dap igual a mira (soma 1) e 12 árvores com dap igual a mira (soma 0,5)

$$G = (20*1) + (12*0,5) = 26 \text{ m}^2/\text{ha}$$



A área basal média será:

$$\bar{G} = \frac{44 + 26}{2} = 35m^2/ha$$

Gabarito: C

Monik, mas de onde vem esse fator de área basal (k)? É uma constante?

Então vamos lá! Um dos instrumentos utilizados por esse método é a Barra de Bitterlich. Esse instrumento é simples e consiste em uma barra de comprimento L com um visor em uma das extremidades e uma mira na outra, com uma abertura "d".



Quando uma questão não nos informar o valor do fator de área basal (K), ele pode ser calculado da seguinte forma:

$$k = 2.500 * \left(\frac{d}{L}\right)^2$$

Onde: d= abertura do instrumento e L = comprimento da barra.

Logo:

$$B/ha = n.k \therefore B/ha = n. 2500. \left(\frac{d}{L}\right)^2$$

De acordo com o postulado de Bitterlich, a área basal por hectare é dada por:

$$B/ha = n.K$$

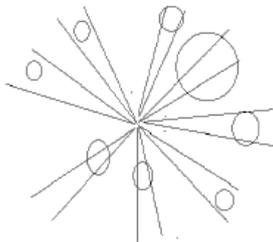
Em que:

K = fator de área basal

n = número de árvores qualificadas



(Prefeitura de Santa Luzia/2018) A área basal é um importante parâmetro da densidade do povoamento florestal. Walter Bitterlich, idealizou um método chamado de método de *Bitterlich* para estimar a área basal por hectare em povoamentos florestais sem a necessidade de medir os diâmetros das árvores e nem lançar parcelas fixas.



Utilizando a barra de Bitterlich em que a abertura da barra  $d = 2\text{cm}$  e o comprimento  $L = 1\text{m}$ , calcule a área basal por hectare no ponto da figura a seguir:

- a)  $2,5\text{ m}^2/\text{ha}$
- b)  $10\text{m}^2/\text{ha}$
- c)  $3\text{m}^2/\text{ha}$
- d)  $5\text{m}^2/\text{ha}$

**Comentários:**

Percebam que a questão não nos informou o valor da constante  $k$ , porém ele pode ser calculado com as informações apresentadas. O número de árvores qualificadas é igual a 5 ( $n=5$ ), conforme ilustração.

$$B/\text{ha} = n \cdot k$$

$$k = 2.500 * \left(\frac{d}{L}\right)^2$$

$d$  e  $L$  devem estar na mesma unidade.

$$B/\text{ha} = n \cdot 2500 \cdot \left(\frac{d}{L}\right)^2 \rightarrow B/\text{ha} = 5 * 2500 * \left(\frac{2}{100}\right)^2$$

$$B/\text{ha} = 5\text{m}^2/\text{ha}$$

**Gabarito: D**

## 4 - Altura

A altura pode ser estimada (medida indiretamente) ou determinada (medida diretamente). As medidas diretas são tomadas pelo operador diretamente sobre a árvore, por exemplo, em árvores abatidas. Já as medidas indiretas são obtidas com a ajuda de instrumentos. O principal instrumento utilizado para estimar a altura é o **hipsômetro** e ele pode ser dividido em duas categorias de acordo com seu princípio de construção:



- a) **Princípio geométrico:** baseia-se na relação entre triângulos semelhantes.
- b) **Princípio trigonométrico:** baseia-se em relações angulares de triângulos retângulos.

Iremos estudar com mais detalhes cada um desses princípios. *Vamos lá?*

## 4.1 Princípio geométrico

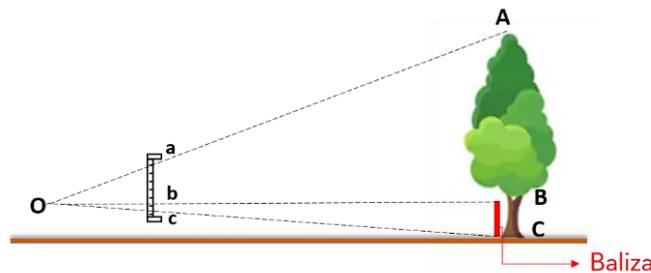
Os instrumentos construídos a partir do princípio geométrico **são menos precisos** que aqueles construídos com base no princípio trigonométrico, porém **são mais fáceis e simples de serem trabalhados** e alguns têm a vantagem de **dispensar a medida de distância entre o observador e a árvore**. Apresenta a desvantagem de não corrigir a inclinação do terreno, gerando erros de medição.

Entre os hipsômetros baseados nesse princípio, tem-se o hipsômetro de Christen. Ele é composto por uma régua graduada de aproximadamente 30 cm e uma baliza de altura conhecida.



Hipsômetro de Christen

O hipsômetro de Christen funciona da seguinte maneira: a baliza é colocada junto da árvore e o observador se posiciona de tal maneira que toda a árvore, da base ao topo, seja enquadrada no comprimento total da régua. Nessa posição, o observador lê a altura da árvore pela posição da baliza na escala da régua. Ou seja, a altura é lida diretamente no local em que a baliza colocada junto a árvore, coincida na régua, pois a régua foi construído em função da baliza.



$$\frac{ac}{bc} = \frac{AC}{BC}$$

$\overline{AC}$  = h (altura da árvore)

$\overline{BC}$  = altura da baliza

$\overline{ac}$  = comprimento da abertura do instrumento



$\overline{bc}$  = escala do instrumento

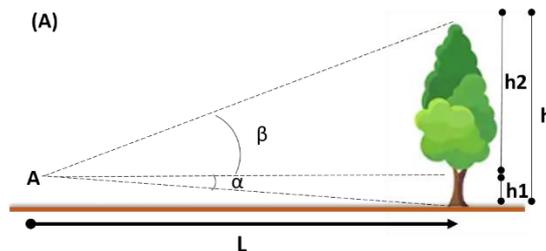
## 4.2 Princípio trigonométrico

Os principais instrumentos construídos baseados no princípio trigonométrico, são: Nível de Abney, o Blume-Leiss, o Haga e o Suunto Clinômetro. Os mais modernos e utilizados atualmente, são: Clinômetro Eletrônico e o Vertex (baseado em ondas sonoras).

Para efetuar a medição da altura utilizando esses aparelhos é necessário obter duas medidas: uma na parte superior e outra na parte inferior. A altura será obtida subtraindo ou somando essas leituras, conforme a posição da árvore em relação ao observador. Também **é necessário medir a distância entre o observador e a árvore.**

A seguir irei mostrar algumas situações mais comuns na estimação de altura das árvores, mas antes preciso que você recorde alguns princípios trigonométricos. Na verdade, o que você precisa saber é que a tangente de um ângulo é dada por:

$$tg\alpha = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$



**Situação (A):** Considerando os ângulos  $\beta$  (beta) e  $\alpha$  (alfa), a distância entre o observador e a árvore ( $L$ ) e as alturas  $h_1$  e  $h_2$ , podemos escrever as seguintes relações trigonométricas:

Pela tangente do ângulo da visada de topo ( $\beta$ ) obtemos:

$$tg\beta = \frac{h_2}{L} \therefore h_2 = tg\beta * L$$

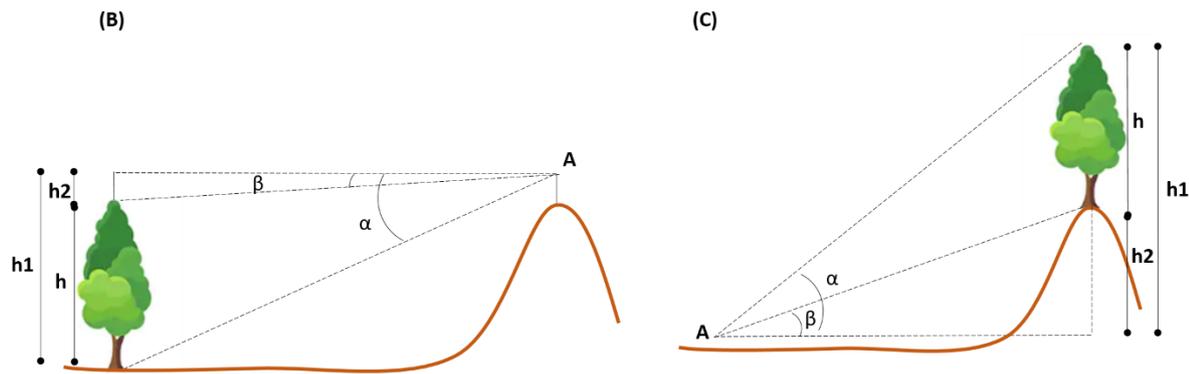
Enquanto na visada da base da árvore obtemos a expressão:

$$tg\alpha = \frac{h_1}{L} \therefore h_1 = tg\alpha * L$$

Logo, a altura total da árvore pelo método trigonométrico é obtida pela seguinte fórmula genérica:

$$h = h_1 + h_2 \therefore h = tg\alpha.L + tg\beta.L \therefore h = L(tg\alpha + tg\beta)$$





**Situação (B):** a altura da árvore  $h$  é dada pela diferença entre os seguimentos  $h_1$  e  $h_2$ .

$$h = h_1 - h_2 = \operatorname{tg}\alpha \cdot L - \operatorname{tg}\beta \cdot L \therefore h = L \cdot (\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\beta)$$

**Situação (C):** a altura da árvore  $h$  é dada pela diferença entre os segmentos  $h_1$  e  $h_2$ .

$$h = h_1 - h_2 = \operatorname{tg}\alpha \cdot L - \operatorname{tg}\beta \cdot L \therefore h = L \cdot (\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\beta)$$



Existem instrumentos que fornecem as estimativas de altura diretamente em **metros** ou em **porcentagem** da distância entre o observador e a árvore no plano horizontal. Nesses casos, a altura é obtida conforme as seguintes expressões:

**Porcentagem:**

$$H = \frac{L}{100} * (P_1 \pm P_2)$$

Em que:  $P_1$  e  $P_2$  = leituras inferior e superior, em porcentagem;  $L$  = distância entre o observador e a árvore.

**Metros:**

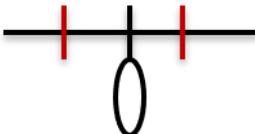
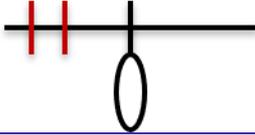
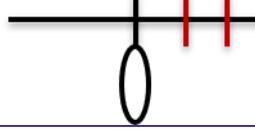
$$H = h_1 \pm h_2$$

Em que:  $h_1$  e  $h_2$  = leituras inferior e superior, em metros.

A escala do hipsômetro, baseada no princípio trigonométrico, normalmente é dividida em duas partes, assumindo-se valor zero no centro da escala, valores positivos à direita do zero e negativos à esquerda. Independentemente da escala de graduação dos hipsômetros (porcentagem, graus ou metros), se as



leituras forem obtidas em **lados opostos da escala (positiva e negativa)**, elas devem ser **somadas** para se obter a altura da árvore. Se forem obtidas no **mesmo lado (mesmo sinal)**, devem ser **subtraídas**.<sup>4</sup>

Limite superior	Limite inferior	Altura da árvore (h)	Esquema instrumento
+	-	$h = l_i + l_s$	 <span style="float: right;">Em nível</span>
-	-	$h = l_s - l_i$	 <span style="float: right;">Acento</span>
+	+	$h = l_i - l_s$	 <span style="float: right;">Declive</span>

### 4.3 Correção para a declividade

A distância entre o observador e a árvore é sempre a distância horizontal ou planimétrica (L). Em terrenos inclinados esta distância pode diferir bastante daquela medida diretamente sobre o terreno, sendo necessário corrigir a medida da altura obtida. Nessas situações, a distância no plano horizontal (L) será obtida pela seguinte expressão:

$$L = \cos \theta * D_{campo}$$

onde:

$\theta$  = ângulo de inclinação do terreno, em graus

$D_{campo}$  = distância medida no campo

Desta maneira, as expressões ficam assim redefinidas:

**Leitura em graus:**

$$h_c = \cos \theta * D_{campo} * (tg\alpha \pm tg\beta)$$

**Leitura em porcentagem:**

$$h_c = \frac{\cos \theta * D_{campo}}{100} * (P_1 \pm P_2)$$

Onde:  $h_c$  = altura corrigida

<sup>4</sup> SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 276p



## 4.4 Erros na estimação das alturas

Os principais erros cometidos ao se obter a altura de uma árvore, são:

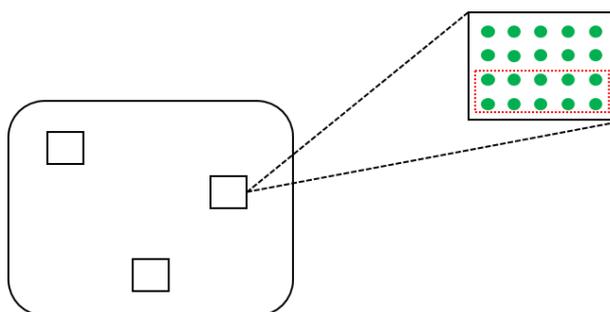
- **Erros relacionados ao objeto:** árvore inclinada. Quando a árvore estiver **inclinada para o lado do operador** o erro é de **superestimação** e quando ela está **inclinada para o lado oposto do operador** o erro é de **subestimação**.
- **Erros relacionados aos instrumentos:** desleixo na manutenção e manuseio dos instrumentos.
- **Erros relacionados ao observador (operador):** falta de habilidade do operador.



Princípio Geométrico	Princípio Trigonométrico
Baseia-se na relação entre <b>triângulos semelhantes</b>	Baseia-se na relação entre <b>triângulos retângulos</b>
Conhecer a distância entre o observador e a árvore: <b>não é necessária.</b>	Conhecer a distância entre o observador e a árvore: <b>é necessária.</b>
<b>—</b> Menos preciso	<b>+</b> Mais preciso
Hipsômetro de Christen e Hipsômetro de Weise	Nível de Abney, o Blume-Leiss, o Haga e o Suunto Clinômetro, Vertex III

## 4.5 Relação hipsométrica

A relação hipsométrica é definida como a **relação existente entre o diâmetro (DAP) e a altura da árvore**. *Monik, mas para que serve essa relação?* Pois bem! Medir o diâmetro à altura do peito (DAP) é bem mais fácil e rápido do que medir a altura das árvores, não é mesmo?



Então, agora imagine um povoamento florestal em que precisamos obter todos os diâmetros e alturas das árvores. Seria muito oneroso medir todas as árvores, por isso, são lançadas parcelas amostrais representativas da área. Dentro dessas parcelas TODOS os diâmetros serão medidos e a altura de apenas algumas árvores, como mostra a ilustração acima. Com isso, pode-se estabelecer através dos pares altura-diâmetro mensurados, uma relação matemática que possibilite a **estimativa da altura das demais árvores** contidas na parcela. Essa relação nos permite obter uma economia de recursos no inventário florestal sem que haja perda na precisão.

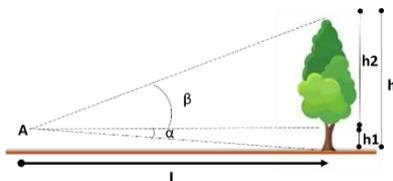




(UFAL/2016) De modo geral, os processos de medição de altura das árvores podem ser classificados em diretos e indiretos. Os processos diretos são aqueles em que o operador se apoia na habilidade pessoal, a fim de obter estimativas sem usar nenhum instrumento. Os processos indiretos são realizados com o auxílio de aparelhos chamados hipsômetros. O princípio do funcionamento dos hipsômetros baseia-se na semelhança de triângulos (princípio geométrico) ou na tangente de ângulos (princípio trigonométrico). A altura da árvore será conhecida pelo somatório de duas alturas parciais e, ainda, influenciada pela declividade do terreno. Um engenheiro florestal, realizando um inventário florestal, utiliza um hipsômetro (graduado em graus) para medir a altura total de uma árvore. Considerando o princípio trigonométrico e as duas leituras ( $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ ) a uma distância de 15 metros do observador até a árvore, qual a altura total dessa árvore, sendo os valores  $\tan \alpha_1 = -0,85$  e  $\tan \alpha_2 = 2,23$ ?

- a) 10,7 metros.
- b) 15,5 metros.
- c) 19,1 metros.
- d) 20,7 metros.
- e) 35 metros.

Comentários:



$$h = h_1 + h_2 \therefore h = tg\alpha \cdot L + tg\beta \cdot L \therefore h = L(tg\alpha + tg\beta)$$

$$h = 15 * (-0,85 + 2,23) \therefore h = 15 * 1,38 = 20,7m$$

Gabarito: D

## 5 - Volumetria

Antes de iniciar as considerações sobre a obtenção dos volumes das árvores, há a necessidade de se fazer alguns comentários e considerações sobre as formas que os fustes podem assumir. Seria ótimo se os fustes das árvores possuísem forma cilíndrica, pois o volume poderia ser obtido por:



$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot L$$

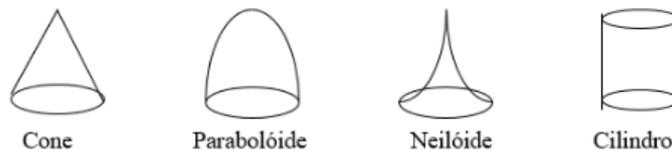
Em que:

V = volume do fuste;

d = diâmetro em um ponto qualquer do fuste;

L = comprimento do fuste.

No entanto, os fustes podem assumir diferentes formas, assemelhando-se à de três sólidos de revolução ou a um cilindro.



Fonte: Souza et al., 2006.<sup>5</sup>

Alguns atributos importantes das árvores não podem ser obtidos por medição direta ou indireta sem que a árvore seja destruída. Geralmente, esses atributos se referem à quantidade de madeira ou de produtos madeireiros que se pode obter da árvore.<sup>6</sup>

A determinação do volume sólido dos lenhos de árvores individuais é um passo essencial para se estimar o volume de madeira de uma floresta e, conseqüentemente, a produção florestal. Assim, há duas abordagens para se **determinar o volume das árvores: a medição indireta (método do xilômetro) e a cubagem**.<sup>7</sup>

O **volume de árvore** também pode ser **estimado** a partir de várias metodologias, equação de volume para árvores individuais, fatores de forma, dentre outros.

Iremos estudar os principais métodos utilizados para cálculo de volume de árvores cobrados em provas de concursos públicos.

---

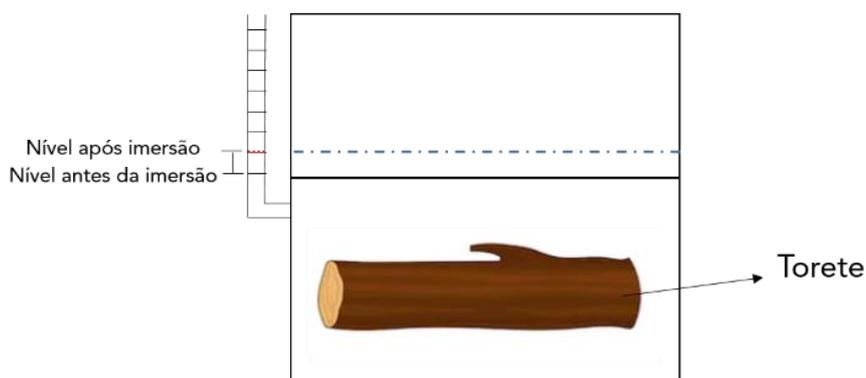
<sup>5</sup> SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 276p  
<sup>6</sup> BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. DO.; FILHO, D. F. S. **QUANTIFICAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS: árvores, arvoredos e florestas**. SÃO PAULO: oficina de textos, 2014.1ed.

## 5.1 Determinação do volume

### A) Método do deslocamento de água

Trata-se de um **método bastante simples** e muito antigo que consiste em medir o volume de um sólido pelo volume de água que é deslocado quando o sólido é mergulhado num recipiente com água. É também chamado de **método do xilômetro**, nome dado ao instrumento construído para se medir o volume de toras e toretes por meio do deslocamento de água.

Dentre os métodos e fórmulas existentes, **é o que apresenta resultados mais próximos do real**. Porém, é um **método pouco prático**, demanda muito tempo para realizar as operações de manuseio das toras.



### B) Cubagem

Esse é o método mais prático para utilização em campo, pois envolve apenas a medição do diâmetro e do comprimento das toras. O volume aproximado obtido por esse método é geralmente preciso, mas no caso de toras e toretes com muita tortuosidade ou com grandes deformidades, a aproximação pode resultar em medidas pouco realistas.

Os métodos de cubagem podem ser divididos:

**1. Métodos de cubagem absolutos:** são aqueles em que o comprimento da seção não tem vínculo com o comprimento total da árvore. São exemplos desse método as fórmulas de Huber, Smalian e Newton.

**2. Métodos de cubagem relativos:** são aqueles em que o comprimento da seção (tora) representa um percentual do comprimento total do fuste. Um exemplo desse método é a fórmula de Hohenald.

#### 1. Métodos de cubagem absolutos

A partir do estudo da forma das árvores, algumas expressões matemáticas foram desenvolvidas para a determinação do volume com ou sem casca do fuste das árvores, entre elas<sup>8</sup>:

---

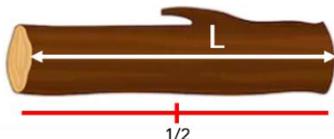
<sup>8</sup> HUSCH, B.; MILLER, C.I.; KERSHAW, J. **Forest mensuration**. 4. ed. New Jersey: John Willey e Sons, Inc, 2003. 443 p.



### 1.1) Huber

O volume da tora é obtido pelo produto da área seccional medida na metade da seção e o comprimento da seção.

$$V = AS_{1/2} \cdot L$$

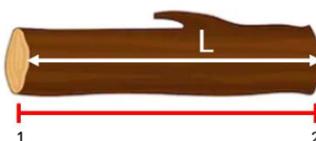


Em que:  $V$  = volume, em  $m^3$ ;  $AS_{1/2}$  área seccional obtida na metade do comprimento da seção, em  $m^2$ ; e  $L$  = comprimento da seção, em m.

### 1.2) Smalian

O volume da tora é obtido pelo produto das áreas seccionais medidas nas extremidades da seção e o comprimento da seção.

$$V = \frac{AS_1 + AS_2}{2} \cdot L$$



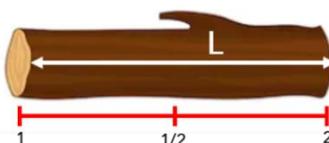
Em que:  $V$  = volume, em  $m^3$ ;  $AS_1$  e  $AS_2$  = áreas seccionais obtidas nas extremidades da seção, em  $m^2$ ;  $L$  = comprimento da seção, em m.



Esse é o **método de cubagem adotado pelo IBAMA**, Resolução CONAMA nº 411, de 6 de maio de 2009, para efetuar levantamento de pátio de estocagem de produtos florestais. É vastamente utilizado no meio florestal, sendo indicado para toras que apresentam forma de tronco de parabolóide.

### 1.3) Newton

$$V = \frac{AS_1 + 4 \cdot AS_{1/2} + AS_2}{6} \cdot L$$



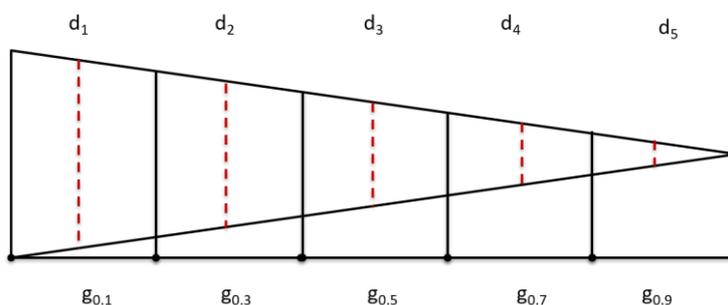
Em que:  $V$  = volume, em  $m^3$ ;  $AS_1$  e  $AS_2$  = áreas seccionais obtidas nas extremidades da seção, em  $m^2$ ;  $AS_{1/2}$  área seccional obtida na metade do comprimento da seção, em  $m^2$ ;  $L$  = comprimento da seção, em  $m$ .

## 2. Métodos de cubagem relativas

Nos métodos relativos, o **comprimento da seção ou tora representa um percentual do comprimento total da árvore**, permitindo a comparação dos volumes individuais de árvores de tamanho diferente, porém com a mesma forma.<sup>9</sup>

### 2.1) Fórmula de Hohenald

Consiste em dividir a árvore em partes iguais e calcular o volume por Huber.



O volume é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$V = \frac{h}{5} * (g_{0.1} + g_{0.3} + g_{0.5} + g_{0.7} + g_{0.9})$$

Onde:

$h$  = altura da árvore;

$g_{0,i}$  = área seccional com diâmetro tomado a 10, 30, 50, 70 e 90 % da altura da árvore

## 5.2 Estimação do volume do fuste

Para se conseguir o volume de uma árvore com bastante precisão, é necessário que se faça o seu abate e a cubagem rigorosa. Mas como, às vezes, isto não é possível, foram desenvolvidos estudos que visam estimar o volume da árvore em seu meio natural sem que seja preciso sua derrubada, e que os resultados conseguidos sejam dignos de confiança.

---

<sup>9</sup> CABACINHA, C. D. **Um método para a realização do inventário florestal suprimindo a cubagem rigorosa**. 2003. 116p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.



Existem vários métodos para estimar o volume de árvore, a seguir irei apresentar os mais importantes para fins de prova:

## A) Fator de Forma

É a **razão entre volumes**, sendo utilizado para corrigir o volume do cilindro para o volume de árvore. O fator de forma varia de acordo, com o ponto onde é calculada a área seccional (g). Vejamos:

### 1. Fator de forma normal ou cilíndrico ou comum

O fator de forma permite obter o volume sólido de uma árvore em pé medindo-se apenas o DAP e a altura. Para isso, **toma-se uma amostra destrutiva de árvores de um dado povoamento florestal**, medindo-se o seus DAPs e alturas antes do abate. Após o abate, determina-se o volume sólido das árvores por meio da cubagem rigorosa ou de outro método igualmente ou mais preciso<sup>10</sup>.



**O fator de forma é expresso pela razão entre o volume real e o volume do cilindro.**

$$f = \frac{V_{real}}{V_{cilindro}}, \text{ sendo } f < 1$$

De acordo com a expressão anterior, o volume real de uma árvore, com ou sem casca, pode ser obtido multiplicando-se o volume do cilindro, por um fator de forma médio definido para a espécie e o local. O volume do cilindro pode ser obtido pela multiplicação do DAP pela  $H_{total}$  ou  $H_{comercial}$  conforme o caso.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. DO.; FILHO, D. F. S. **QUANTIFICAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS: árvores, arvoredos e florestas**. SÃO PAULO: oficina de textos, 2014.1ed.

<sup>11,13</sup> SOARES, C.P.B.; NETO, F.P.de; SOUZA, A.L. de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa, UFV, 2006. 276p.



## B) Quociente de forma

Enquanto o fator de forma não é diretamente mensurável, o **quociente de forma**, isto é, a **razão entre dois diâmetros medidos a diferentes alturas**, pode ser obtido diretamente. O quociente de forma é usado, normalmente, como terceira variável independente no ajuste de equações de volume. É uma medida menos precisa que o fator de forma, porém mais fácil de ser obtida, já que não precisa fazer o abate de árvores.

Existem uma série de quociente de forma, destacando-se o quociente de Schiffel.

### 1. Quociente de Schiffel

O quociente de forma é **a razão entre um diâmetro medido na metade da altura total da árvore e o DAP**.

$$Q = \frac{D_{1/2H}}{DAP}, \text{ sendo } Q < 1$$

Sua aplicação é a mesma que o fator de forma, isto é, o volume real de uma árvore pode ser obtido multiplicando-se o volume do cilindro pelo quociente de forma.

$$V = \left( \frac{\pi \cdot DAP^2}{4} \cdot h \right) * Q$$

## C) Modelos Volumétricos

A equação de volume é a forma mais usual de se realizar a predição do volume das árvores individualmente. Como o nome sugere, uma equação de volume é uma expressão algébrica em que o volume de madeira é apresentado como função de outras grandezas da árvore que podem ser medidas por meios não destrutivos.

Como definido anteriormente para o fator de forma, o volume do fuste das árvores pode ser expresso como uma porcentagem do volume do cilindro. No entanto, o volume não é função apenas do diâmetro e da altura da árvore, existem outras variáveis correlacionadas com o volume e que não estão sendo consideradas. Por isso, o termo  $\varepsilon$  (erro aleatório) deve ser adicionado à expressão.<sup>12</sup>

Existe uma grande quantidade de modelos para equações/tabelas de volume. Seque abaixo alguns modelos volumétricos.

Modelos volumétricos	
Modelo de Spurr	$V = \beta_0 + \beta_1 DAP^2 \cdot Ht + \varepsilon$
Modelo de Shumacher - Hall	$V = \beta_0 \cdot DAP^{\beta_1} \cdot Ht^{\beta_2} + \varepsilon$
Modelo de Meyer	$V = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \beta_3 DAP Ht + \beta_4 DAP^2 Ht + \beta_5 Ht + \varepsilon$

<sup>12</sup> SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventario Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 276p



Para construção das tabelas de volume, um dos métodos utilizados é a técnica de regressão. A técnica de regressão é objetiva, uma vez que interrelações entre as variáveis dependentes (volume) e independentes (diâmetro e altura) são determinadas.<sup>13</sup>



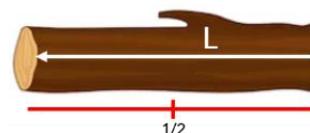
Medidas de precisão da equação ajustada		
<p><b>Coefficiente de Determinação</b> (R<sup>2</sup>)</p>	<p>Informa a porcentagem da variação dos dados observados em torno da média que está sendo explicada pela equação ajustada. <b>Quanto mais próximo de 100, maior a precisão da equação.</b></p>	$R^2 = \frac{SQRegressão}{SQTotal} \cdot 100,$ <p>Sendo <math>0 &lt; R^2 \leq 100</math></p>
<p><b>Erro-Padrão da Estimativa</b> (S<sub>y.x</sub>)</p>	<p>Indica o erro médio associado ao uso da equação. <b>Quanto menor o valor, menor o erro associado ao uso da equação.</b></p>	$S_{y.x} = \pm \sqrt{QMResíduo}$

## 5.3 Volumes comerciais

### A) Volume Francon (ou 4º reduzido)

O volume Francon é aplicado a toras de espécies nativas de florestas tropicas, principalmente da região Amazônica, com o objetivo de quantificar o volume sólido de toras para serraria. O volume Francon é obtido pela fórmula apresentada a seguir e as medidas na tora serão tomadas, conforme mostrado na figura abaixo.

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



Em que:

$V_f$  = volume Francon com ou sem casca, em m<sup>3</sup>;

$C$  = circunferência com ou sem casca na metade do comprimento da tora, em m;  $C = 2\pi R$

<sup>13</sup> SILVA, J.A.A.; PAULA NETO, F. Princípios básicos de dendrometria. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 1979. 185 p. (Apostila).

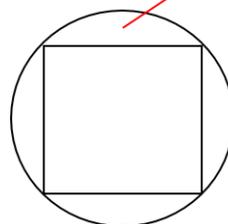


$L$  = comprimento da tora, em m.



O volume de Francon é o **adotado pelas madeiras**, em alegação às perdas no processo de pré-produção na transformação em subproduto. A diferença entre o volume geométrico e o volume Francon de uma tora é de 21,5% (de unidade de medida utilizada). Ou seja:

$$V_f = V_g \cdot 0.7854 \quad \text{Costaneiras (21,5\%)}$$



## B) Volume de madeira esquadrejada

Consiste, em quantificar o volume de uma peça regular, a ser obtida de uma tora qualquer. Para obter o volume do bloco, **mede-se o diâmetro sem casca (d) da menor extremidade**.<sup>14</sup>

$$V_{\text{esquadrejada}} = \frac{d^2}{2} \cdot L$$

O aproveitamento da tora é obtido:

$$V_{\text{esq}\%} = \frac{V_{\text{esq.}}}{V_{\text{tora}}} \cdot 100$$

Em que:

$V_{\text{tora}}$  = volume obtido por alguma das fórmulas de cubagem absoluta.

---

<sup>14</sup> SCOLFORO, J. R. S.; THIERSCH, C. R. **Biometria Florestal: Medição, Volumetria e Gravimetria**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 285P.





## EXEMPLIFICANDO

Uma tora com 5 metros de comprimento, apresenta um diâmetro sem casca na menor extremidade igual a 40 cm. Qual o volume do bloco e quanto ele representa do volume da tora. Considere o volume da tora obtido por uma das fórmulas de cubagem rigorosa foi igual a 0,73 m<sup>3</sup>.

$$V_{\text{esquadrada}} = \frac{d^2}{2} \cdot L = \frac{0,4^2}{2} \cdot 5 = 0,4 \text{ m}^3$$

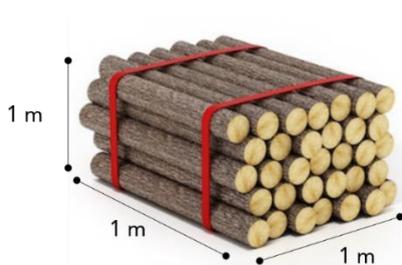
$$V_{\text{esq}\%} = \frac{V_{\text{esq.}}}{V_{\text{tora}}} \cdot 100 = \frac{0,4}{0,73} \cdot 100 = 54,79 \%$$

Geralmente, o aproveitamento da madeira serrada, está entre 40 a 60% do volume da tora.<sup>15</sup>

## 5.4 Volume empilhado

### A) Volume de pilhas de madeira

O volume de madeira de uma pilha, obtido por meio da multiplicação das suas dimensões, define o chamado *volume estéreo*. Estéreo é uma unidade de volume que corresponde a um metro cúbico (1 m<sup>3</sup>). Tecnicamente, um estéreo é igual ao volume de uma pilha de madeira de 1 m<sup>3</sup>, em que, além da madeira propriamente dita, estão incluídos os espaços vazios entre as toras.



Há dois fatores, para expressar a conversão entre volume sólido e volume de madeira empilhada e vice-versa.

<sup>15</sup> SCOLFORO, J. R. S.; THIERSCH, C. R. **Biometria Florestal: Medição, Volumetria e Gravimetria**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 285P.



**Fator de empilhamento ( $f_e$ ):** converte volume sólido de madeira em volume em metro estéreo (volume de madeira empilhada). **Este fator será sempre maior ou igual a 1.**

$$f_e = \frac{\text{Volume empilhado (st)}}{\text{Volume sólido (m}^3\text{)}} \geq 1$$

O volume sólido (real) das pilhas é determinado através da cubagem de cada uma das toras nas pilhas, o que pode ser realizado através das fórmulas de volume de toras ou utilizando um xilômetro.

**Fator de cubicação ( $f_c$ ):** converte volume de madeira empilhada em volume sólido de madeira. Este fator é sempre menor do que 1.

$$f_c = \frac{\text{Volume sólido}}{\text{Volume empilhado}} \leq 1$$



Método	Expressão
Huber	$V = AS_1 * L$
Smalian	$V = \frac{AS_1 + AS_2}{2} * L$
Newton	$V = \frac{AS_1 + 4 * AS_{1/2} + AS_2}{6} * L$
Volume Frankon (ou 4º reduzido)	$V = \left(\frac{C}{4}\right)^2 * L$



(CESPE/2018) O volume esquadrejado — volume do bloco — de uma tora que meça 6 m de comprimento, cujos diâmetros sem casca medidos na maior e na menor extremidades sejam iguais respectivamente a 60 cm e 50 cm será igual a 0,91 m³.

**Comentários:**

Como visto em aula, o volume esquadrejado (Volume de Francon) é dado pela seguinte expressão:



$$V_f = V_g \cdot 0.7854$$

O valor do volume geométrico pode ser calculado da seguinte maneira:

$$V_g = \frac{AS_1 + AS_2}{2} * L$$

$$AS_1 = \frac{\pi * d^2}{4} \therefore \frac{3,14 * 0,5^2}{4} = 0,1963 m^2$$

$$AS_2 = \frac{\pi * d^2}{4} \therefore \frac{3,14 * 0,6^2}{4} = 0,2826 m^2$$

$$V_g = \frac{AS_1 + AS_2}{2} * L = \frac{0,1963 + 0,2826}{2} * 6 = 1,4367 m^3$$

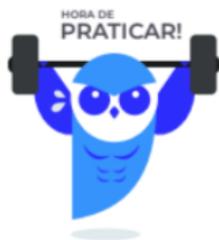
Logo:

$$V_f = V_g \cdot 0.7854 \therefore = 1,4367 * 0,7825 = 1,1242 m^3$$

Gabarito: Errada



## QUESTÕES COMENTADAS



### Bancas diversas - Cargo: Engenheiro Florestal

1. (Prefeitura de Barra Mansa - RJ / 2020) Assinale a alternativa que apresente corretamente a definição de área basal.

- a) É uma área seccional transversal de árvores, comumente medida à altura da árvore, referindo-se a um valor de volume, por plantas, de uma determinada área de superfície do solo. Expressa em  $m^2/ha$ .
- b) É uma área seccional horizontal de árvores, referindo-se a um valor de cobertura, por plantas, de uma determinada área de superfície do solo. Expressa em  $m^3/ha$ .
- c) É uma área seccional transversal de árvores, comumente medida à altura da árvore, referindo-se a um valor de cobertura, por plantas, de uma determinada área de superfície do solo. Expressa em  $m^2/ha$ .
- d) É a área seccional transversal de árvores, medida à altura do peito (DAP), representando um valor de cobertura das árvores em uma determinada área de superfície do solo. Expressa em  $m^2/ha$ .
- e) É uma área seccional transversal de árvores, comumente medida à altura da árvore, referindo-se a um valor de volume, por plantas, de uma determinada área de superfície do solo. Expressa em  $m^3/ha$ .

#### Comentários:

Vimo em aula, que a área seccional (g), também chamada de área transversal, é **a área da secção transversal do tronco à altura do peito (1,30 m)**. Ela transmite uma **ideia da ocupação do espaço de crescimento pela árvore, em  $m^2/ha$** . Assim, a alternativa correta é a letra D.

Gabarito: D

2. (Prefeitura de Acaraú-CE/2019) No Brasil, a Dendrometria adquire maior importância no desenvolvimento sustentável da exploração florestal pelo fato de contribuir para o conhecimento e a avaliação das florestas, fornecendo elementos para o desenvolvimento do ordenamento racional, sob os aspectos quantitativos dos elementos florestais. São exemplos de medidas direta e indireta, respectivamente

- a) diâmetro da altura do peito e espessura da casca.



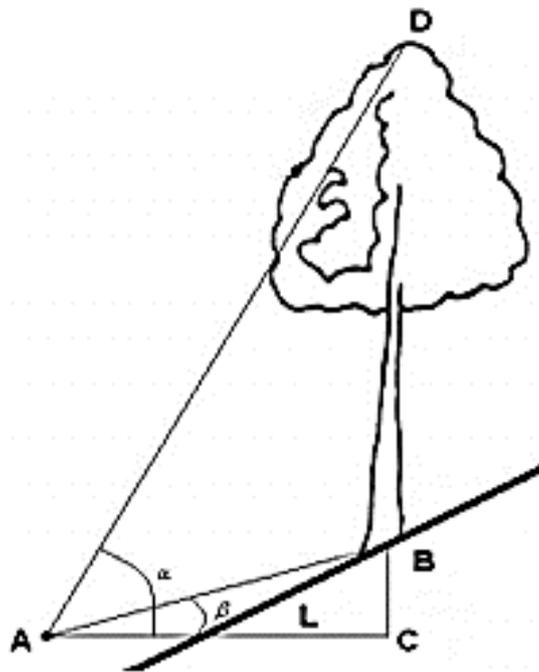
- b) comprimento de toras e espessura da casca.
- c) número de anéis de crescimento e circunferência da altura do peito.
- d) circunferência da altura do peito e medições de árvores em pé.
- e) diâmetro a várias alturas, usando o Relascópio de Bitterlich e medições de árvores em pé.

**Comentários:**

- a) **Errado.** Diâmetro da altura do peito (medida direta) e espessura da casca (medida direta).
- b) **Errado.** Comprimento de toras (medida direta) e espessura da casca (medida direta).
- c) **Errado.** Número de anéis de crescimento (medida direta) e circunferência da altura do peito (medida direta).
- d) **Certo.** Circunferência da altura do peito (medida direta) e medições de árvores em pé (medida indireta).
- e) **Errado.** Diâmetro a várias alturas, usando o Relascópio de Bitterlich (medida indireta) e medições de árvores em pé (medida indireta).

**Gabarito: D**

3. (Prefeitura de Acaraú-CE/2019) Em um terreno onde havia um aclave de  $7^\circ$ , foram feitas as seguintes leituras de uma árvore que estava a uma distância horizontal de 30 m;  $h_1 = 60$  e  $h_2 = 6$ . (Considere: tangente da declividade = 0,1228; f (fator de correção) = 0,01).



Fonte: Silva e Neto (1979)

Qual aproximadamente a altura corrigida da árvore, se a escala utilizada foi a de percentagem?

- a) 10,33 m.
- b) 53,23 m.



- c) 18,67 m.
- d) 45,72 m.
- e) 16,04 m.

#### Comentários:

A primeira observação a ser feita é que a árvore se encontra em um aclive, ou seja, devemos corrigir a inclinação. A segunda observação é que a escala utilizada para a leitura foi a de **percentagem** e as leituras  $h_1 = 60$  e  $h_2 = 6$  possuem **mesmo sinal, logo devemos subtrair os valores**. Com isso:

$$H = \frac{L}{100} * (P_1 \pm P_2) \therefore H = \frac{30}{100} * (60 - 6) = 16,2 \text{ m}$$

Agora, é necessário corrigir a distância horizontal por causa do aclive de  $7^\circ$ . A questão nos informou o fator de correção = 0,01. Logo:

$$h_c = 16,2 * 0,01 = 0,162 \therefore h_c = 16,2 - 0,162 = 16,04 \text{ m}$$

**Gabarito: E**

**4. (Prefeitura de Capanema/2018) Considere uma árvore cuja circunferência à altura do peito (CAP) é de 190 cm e a altura de 15 m. Utilizando-se o fator de forma igual a 0,7, é correto afirmar que**

- a) seu volume é maior do que  $4,0 \text{ m}^3$ .
- b) seu volume é menor do que  $3,0 \text{ m}^3$ .
- c) sua área transversal é menor do que  $0,25 \text{ m}^2$ .
- d) sua área seccional é maior do que  $0,25 \text{ m}^2$ .

#### Comentários:

1º passo: transformar CAP em DAP

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \therefore DAP = \frac{190}{\pi} = 60,48 \text{ cm} = 0,6048 \text{ m}$$

2º passo: Calcular a área seccional e volume da árvore

#### Área seccional

$$g = \frac{\pi * DAP^2}{4} = \frac{\pi * 0,6^2}{4} = 0,287 \text{ m}^2$$

#### Volume

Sabendo que:



$$\text{Fator de forma} = f = \frac{V_{real}}{V_{cilindro}}$$

$$V_{cilindro} = \frac{\pi * d^2}{4} * h = \frac{\pi * 0,6048^2}{4} * 15 = 4,31 \text{ m}^3$$

$$f = \frac{V_{real}}{V_{cilindro}} \therefore 0,7 = \frac{V_{real}}{4,31} \therefore V_{real} = 3,02 \text{ m}^3$$

Gabarito: D

5. (Prefeitura de Cristalina-GO/2019) A estimativa do volume dos troncos de árvores é uma das principais finalidades em levantamentos florestais. Várias fórmulas e métodos podem ser aplicados para determinar os denominados volumes reais, que são estimativas com grande acurácia, obtidas a partir de cubagens rigorosas. No que se refere aos métodos de cubagem de troncos para determinar o volume de madeira, assinale a alternativa correta.

- a) Smalian e Hohenadl são métodos de cubagem absolutos.
- b) Huber e Newton são métodos de cubagem relativos.
- c) Pressler e o método de acumulação de altura ou de Grosenbaugh são métodos de cubagem rigorosa.
- d) Huber e Hohenadl são métodos de cubagem relativos.
- e) Newton e Hohenadl são métodos de cubagem absolutos.

**Comentários:** Como visto em aula, os métodos de cubagem podem ser divididos:

**Métodos de cubagem absolutos:** são aqueles em que o comprimento da seção não tem vínculo com o comprimento total da árvore. São exemplos desse método as fórmulas de **Smalian, Huber e Newton**.

**Métodos de cubagem relativas:** são aqueles em que o comprimento da seção (tora) representa um percentual do comprimento total do fuste. Um exemplo desse método é a **fórmula de Hohenald**.

- a) **Errado.** Smalian e Hohenadl são métodos de cubagem absolutos.
- b) **Errado.** Huber e Newton são métodos de cubagem relativos.
- c) **Certo.** Pressler e o método de acumulação de altura ou de Grosenbaugh são métodos de cubagem rigorosa.
- d) **Errado.** Huber e Hohenadl são métodos de cubagem relativos.
- e) **Errado.** Newton e Hohenadl são métodos de cubagem absolutos.

Gabarito: C

6. (Prefeitura de Juazeiro do Norte-CE/2019) Instrumento usado para medir o diâmetro, principalmente de árvore em pé. Consiste em uma régua graduada, conectada a dois braços perpendiculares, sendo um fixo e outro móvel. O braço fixo fica em uma extremidade e sua posição



coincide com o zero da escala. A graduação da escala, normalmente é de 1 cm em 1 cm, com submúltiplos em milímetros. Esse instrumento é chamado

- a) Xilômetro.
- b) Fita decamétrica.
- c) Régua de Biltmore.
- d) Suta.
- e) Garfo de diâmetro.

**Comentários:**

Suta: É um instrumento utilizado para a medição direta do diâmetro. Ela consiste em uma barra graduada e dois braços, sendo um fixo e outro móvel.

**Gabarito: D**

**7. (Prefeitura de Juazeiro do Norte-CE/2019) Dendrometria é um ramo da ciência florestal que se refere ao estudo das dimensões das árvores, objetiva determinar o volume florestal e, portanto, prognosticar o estoque e o incremento florestal, bem como a determinação das taxas de crescimento. Sobre dendrometria e mensuração florestal, assinale a opção INCORRETA.**

- a) Erros sistemáticos são erros causados por defeito dos instrumentos ou por inabilidade do operador, influenciando o valor real a ser medido. Equipamentos desgastados, com fonte de energia fraca é um exemplo de erro sistemático.
- b) Dentre os métodos de determinação da idade, a contagem dos anéis de crescimento merece destaque, pois é um método bastante preciso e muito difundido.
- c) O lenho tardio ou outonal corresponde à cor clara do anel e é produzido quando a árvore retoma o crescimento devido a fatores climáticos favoráveis como unidade e temperatura, o que geralmente ocorre no outono. É caracterizado por células de dimensões menores, por isso a madeira composta por esse lenho é menos densa.
- d) A fita diamétrica e a suta são instrumentos de medição direta. Contudo, há instrumentos como o Relascópio de Bitterlich e o Pentaprisma de Wheeler que medem o diâmetro da árvore em diversas alturas, através de medidas indiretas.
- e) A área basal é o somatório de todas as áreas seccionais de um povoamento dado em metros quadrados por hectare. Além de realizar análises estatísticas comparativas entre parcelas, estratos e sítios, também é utilizada para se determinar momentos de ideais desbastes.

**Comentários:**

- a) **Correta.** Erros sistemáticos são erros causados por defeito dos instrumentos ou por inabilidade do operador, influenciando o valor real a ser medido. Equipamentos desgastados, com fonte de energia fraca é um exemplo de erro sistemático.
- b) **Correta.** Dentre os métodos de determinação da idade, a contagem dos anéis de crescimento merece destaque, pois é um método bastante preciso e muito difundido.



c) **Incorreta.** O lenho tardio ou outonal corresponde ~~à cor clara do anel e é produzido quando a árvore retoma o crescimento devido a fatores climáticos favoráveis como umidade e temperatura, o que geralmente ocorre no outono.~~ É caracterizado por células de dimensões menores, por isso a madeira composta por esse lenho é menos densa.

O lenho tardio é formado em uma fase de crescimento lento (outono-inverno), com fibras de paredes espessas e camadas mais estreitas. Corresponde à cor escura do anel.

O lenho inicial consiste na madeira formada no período de primavera-verão e, refletindo um crescimento rápido da árvore, tem geralmente maior espessura da camada e fibras com paredes mais finas. Corresponde à cor clara do anel.

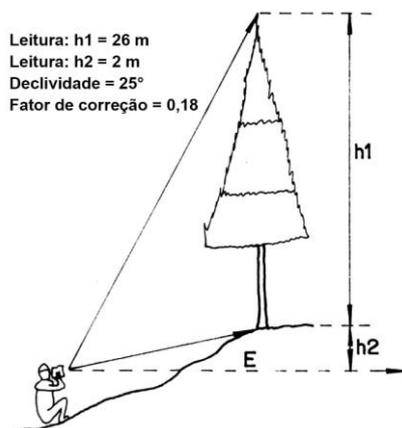
OBS.: Na aula de anatomia da madeira iremos estudar com mais detalhes esse assunto.

d) **Correta.** A fita diamétrica e a suta são instrumentos de medição direta. Contudo, há instrumentos como o Relascópio de Bitterlich e o Pentaprisma de Wheeler que medem o diâmetro da árvore em diversas alturas, através de medidas indiretas.

e) **Correta.** A área basal é o somatório de todas as áreas seccionais de um povoamento dado em metros quadrados por hectare. Além de realizar análises estatísticas comparativas entre parcelas, estratos e sítios, também é utilizada para se determinar momentos de ideais desbastes.

Gabarito: C

8. (Prefeitura de Quatro Barras-PR/2019) Com base na figura ao lado, cujos dados foram obtidos pelo hipsômetro de Blume-Leiss, é correto afirmar que a altura da árvore é:



- a) 28 m.
- b) 26 m.
- c) 24 m.
- d) 22,96 m.
- e) 19,68 m.

#### Comentários:

É importante que você perceba que as leituras do hipsômetro foram feitas em **metros** e obtidas no *mesmo lado* (mesmo sinal), então devem ser *subtraídas*. Outra consideração é que a árvore está em um aclave, ou



seja, a altura deve ser corrigida. Quanto a leitura é feita em metros a altura da árvore é obtida diretamente pela expressão:

$$h = h_1 \pm h_2$$

Como as leituras estão com o mesmo sinal, então:

$$h = h_1 - h_2 \therefore h = 26 - 2 = 24 \text{ m}$$

Agora fazendo a correção da declividade com o fator de correção fornecido pela questão, teremos:

$$h_c = 24 * 0,18 = 4,32 \therefore h_c = 24 - 4,32 = \mathbf{19,68 \text{ m}}$$

**Gabarito: E**

9. "O termo DENDROMETRIA é de origem grega, significando medida da árvore (DENDRO = árvore, METRIA = medida). Numa definição mais ampla pode-se conceituar a Dendrometria como um ramo da Ciência Florestal que se encarrega da determinação ou estimativa dos recursos florestais, quer seja da própria árvore ou do próprio povoamento, com finalidade de prever o volume, o incremento ou a produção de um determinado recurso florestal". Neste contexto a DENDROMETRIA é considerada como o estudo, a investigação e o desenvolvimento de métodos para:

- ( ) Determinação das dimensões de árvores e de seus produtos.
- ( ) Determinação da evolução tecnológica e recursos econômicos em determinados povoamentos florestais.
- ( ) Determinação dos volumes de árvores individuais, de povoamentos florestais e seus produtos.
- ( ) Determinação ou previsão de relações de crescimento e incremento de árvores e povoamentos florestais.
- ( ) Obtenção de dados para ajustes de equações hipsométricas, volumétricas e de modelos de crescimento.

Considere as afirmativas acima, assinalando as verdadeiras (V) ou falsas (F) e assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA, de cima para baixo.

- a) V, F, F, V, F.
- b) F, V, F, V, F.
- c) V, F, V, V, V.
- d) V, V, V, F, F.
- e) V, F, V, V, F.

#### Comentários:

- (V) Determinação das dimensões de árvores e de seus produtos.
- (F) Determinação da evolução tecnológica e recursos econômicos em determinados povoamentos florestais.
- (V) Determinação dos volumes de árvores individuais, de povoamentos florestais e seus produtos.
- (V) Determinação ou previsão de relações de crescimento e incremento de árvores e povoamentos florestais.



(V) Obtenção de dados para ajustes de equações hipsométricas, volumétricas e de modelos de crescimento.

Gabarito: C

10. (PC-PI/2018) "O método de cubagem refere-se à determinação rigorosa do volume de uma árvore". Assinale a alternativa com o único método por seccionamento em comprimento relativo.

- a) Smalian.
- b) Huber.
- c) Hohanald.
- d) Newton.
- e) Belchior/Husch.

**Comentários:** Como visto em aula, os métodos de cubagem podem ser divididos:

**Métodos de cubagem absolutos:** são aqueles em que o comprimento da seção não tem vínculo com o comprimento total da árvore. São exemplos desse método as fórmulas de **Smalian, Huber e Newton**.

**Métodos de cubagem relativas:** são aqueles em que o comprimento da seção (tora) representa um percentual do comprimento total do fuste. Um exemplo desse método é a **fórmula de Hohenald**.

Gabarito: C

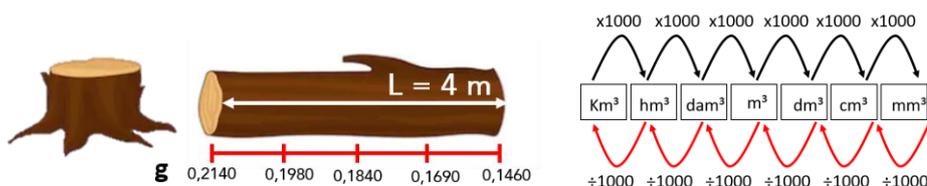
Determinada tora de *Tectona grandis* com 4,0 m de comprimento tem os seguintes diâmetros a partir da base:  $d_0 = 52,2$  cm;  $d_1 = 50,2$  cm;  $d_2 = 48,4$  cm;  $d_3 = 46,40$  cm e  $d_4 = 43,1$  cm. Para efeito dos cálculos considerar que esses diâmetros correspondem, respectivamente, às seguintes áreas transversais:  $g_0 = 0,2140$  m<sup>2</sup>;  $g_1 = 0,1980$  m<sup>2</sup>;  $g_2 = 0,1840$  m<sup>2</sup>;  $g_3 = 0,1690$  m<sup>2</sup> e  $g_4 = 0,1460$  m<sup>2</sup>, e utilizar até seis casas decimais sem arredondamentos.

11. (Prefeitura de Rondonópolis/2016) Considerando toda a extensão da tora como referência de seção para efetuar a sua cubagem pelo método de Smalian e pelo método de Newton, assinale a afirmativa correta.

- a) O volume da tora por **Smalian** é 0,736000 m<sup>3</sup>, enquanto por **Newton** é 0,720000 m<sup>3</sup>.
- b) O volume da tora por **Smalian** é 0,730664 m<sup>3</sup>, enquanto por **Newton** é 736.000 m<sup>3</sup>.
- c) O volume da tora por **Smalian** é 720.000 cm<sup>3</sup>, enquanto por **Newton** é 730.664 cm<sup>3</sup>.
- d) A diferença entre os volumes calculados por **Smalian** e **Newton** é 0,016000 m<sup>3</sup>.

**Comentários:**





$$Smalian = V = \frac{AS_1 + AS_2}{2} \cdot L \therefore V = \frac{0,2140 + 0,1460}{2} * 4 = 0,72 m^3 * 1.000.000 = 720.000cm^3$$

$$Newton = V = \frac{AS_1 + 4 \cdot AS_{1/2} + AS_2}{6} \cdot L = \frac{0,2140 + 4 * 0,1840 + 0,1460}{6} * 4 = 0,730664cm^3 * 1.000.000 = 730.664m^3$$

Gabarito: C

12. (Prefeitura de Mangaratiba-RJ/2016) Em levantamentos florestais com o intuito de obter o volume de madeira para fins comerciais, uma das operações é a cubagem rigorosa das árvores. Para isso, o volume das toras que compõem uma árvore é obtido a partir das medições em campo e utilização de fórmulas encontradas na literatura. Pesquisadores, engenheiros e técnicos brasileiros têm preferência pela utilização pelas seguintes três dessas fórmulas:

- Smalian, Huber e Newton.
- Huber, Scolforo e Smalian.
- Scolforo, Péllico Netto e Machado.
- Pressler, Lineu e Newton.
- Schumacher, Spurr e Smalian.

#### Comentários:

As três fórmulas mais utilizadas para cálculo do volume são: Smalian, Huber e Newton (métodos de cubagem absolutos).

Gabarito: A

13. (PC-PI/2018) "A análise de regressão consiste na realização de uma análise estatística com o objetivo de verificar a existência de uma relação funcional entre uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes". Considerando os resultados corrigidos do ajuste de 3 equações para relação hipsométrica a ser utilizada nos cálculos de um plano de Manejo Florestal, mostrados na tabela a seguir, assinale a alternativa CORRETA.



EQUAÇÃO	R <sup>2</sup>	S <sub>YX</sub>	F
Modelo Parabólico: $h = a + b \cdot \text{DAP} + c \cdot \text{DAP}^2$	0,7040	2,253998	33,2895
Modelo de Stoffels: $\log(h) = a + \log(\text{DAP})$	0,7009	2,346492	67,9523
Modelo de Curtis: $\log(h) = a + b(1/\text{DAP})$	0,7209	2,230318	74,9054
Modelo Hiperbólico: $h = a + b(1/\text{DAP}^2)$	0,6814	2,325644	45,8623

- a) O modelo de Curtis é o que irá fornecer as melhores estimativas devido aos valores de R<sub>2</sub>, S<sub>YX</sub> e F.
- b) O modelo Hiperbólico é o que irá fornecer as melhores estimativas devido aos valores de R<sub>2</sub> e S<sub>YX</sub>.
- c) O modelo de Stoffels é o que irá fornecer as melhores estimativas devido ao valor de S<sub>YX</sub>.
- d) O modelo Parabólico, por não ser logaritmo, irá fornecer as melhores estimativas devido aos valores de R<sub>2</sub>, S<sub>YX</sub> e F.
- e) Os modelos de Stoffels e Hiperbólico são os que apresentaram melhores ajustes devido aos valores de R<sub>2</sub>.

#### Comentários:

Coeficiente de Determinação (R<sup>2</sup>): Informa a porcentagem da variação dos dados observados em torno da média que está sendo explicada pela equação ajustada. **Quanto mais próximo de 100, maior a precisão da equação.**

Erro-Padrão da Estimativa (S<sub>y.x</sub>): Indica o erro médio associado ao uso da equação. **Quanto menor o valor, menor o erro associado ao uso da equação.**

O modelo que apresenta maior valor de R<sup>2</sup> (coeficiente de determinação) e o menor erro-padrão da estimativa (S<sub>yx</sub>) é o de Curtis.

**Gabarito: A**

14. (MPE - BA/2017) Dados: Área do povoamento energético = 45 ha; IMA = 38 m<sup>3</sup>/ha/ano; IR = 7 anos; fator de empilhamento da lenha = 1,4.

Tendo por base os dados apresentados, o volume de lenha (st) disponível no plantio é de:

- a) 7550;
- b) 11970;
- c) 16758;
- d) 22355;
- e) 26632.

#### Comentários:

**Fator de empilhamento (f<sub>e</sub>):** converte volume sólido de madeira em volume em metro estéreo (volume de madeira empilhada).

$$f_e = \frac{\text{Volume empilhado (st)}}{\text{Volume sólido (m}^3\text{)}}$$



Sabendo que:

IMA (Incremento médio anual) = é quanto a floresta cresceu em média por ano até uma idade (I) qualquer.

IR= idade de rotação de 7 anos.

Logo, ao final de 7 anos, teremos:

$$IMA * IR = 38 * 7 = 266 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Porém, nosso povoamento tem 45ha, então:  $= 266 * 45 = 11.970 \text{ m}^3$

$$f_e = \frac{\text{Volume empilhado (st)}}{\text{Volume sólido (m}^3)} \therefore 1,4 = \frac{\text{Volume empilhado}}{11.970} \therefore \text{Volume empilhado} = 16.758$$

**Gabarito: C**

**15. (MPE - BA/2017) Uma cerâmica que consome 11500 st de lenha/ano faz uso de um povoamento energético com IMA = 43 m<sup>3</sup>/ha/ano; IR = 6 anos; e fator de empilhamento da lenha = 1,3. Para suprir a demanda de lenha, por um período de um ano, a área do plantio (ha) é de:**

- a) 16,75;
- b) 34,29;
- c) 51,98;
- d) 68,04;
- e) 85,91.

**Comentários:**

$IMA * IR = 43 * 6 = 258 \text{ m}^3/\text{ha}$  (ao final do sexto ano um hectare terá 258m<sup>3</sup> de madeira)

1 hectare produz:  $\frac{258 \text{ m}^3}{\text{ha}} * 1,3(\text{fator de empilhamento}) = 335,4 \text{ st}$  de lenha

Sabendo que a cerâmica consome 11500 st de lenha por ano, então:

$$\text{área do plantio (ha)} = \frac{11500}{335,4} = \mathbf{34,29 \text{ ha}}$$

**Gabarito: B**

**16. (MPE-BA/2017) Após a cubagem rigorosa de árvores-amostras, obteve-se o volume real de 4 m<sup>3</sup> de madeira. Esse volume de madeira foi empilhado e foi obtido o volume de 5,6 st de lenha.**

**Foram calculados os fatores de cubicagem e de empilhamento, obtendo-se, respectivamente:**

- a) 0,3 e 0,6;



- b) 0,5 e 1,0;
- c) 0,7 e 1,4;
- d) 0,9 e 1,8;
- e) 1,1 e 2,2.

**Comentários:**

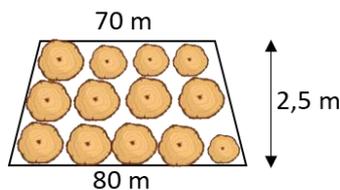
$$f_e = \frac{\text{Volume empilhado (st)}}{\text{Volume sólido (m}^3)} \therefore f_e = \frac{5,6}{4} = 1,4$$
$$f_c = \frac{\text{Volume sólido}}{\text{Volume empilhado}} \therefore f_c = \frac{4}{5,6} = 0,71$$

**Gabarito: C**

17. (SEMA-MA/2016) Realizando um trabalho de fiscalização em uma serraria, um agente fiscal encontrou no pátio toras de madeira roliças empilhadas de maneira a formar uma pilha de forma trapezoidal, com medidas de 80 m na base e 70 m no topo. As toras tinham o tamanho médio de 2,2 m e a altura da pilha era de 2,5 m. Sabendo que o fator de empilhamento foi determinado em 0,7, o agente calculou, corretamente, que o volume sólido da pilha era de:

- a) 589,28 m<sup>3</sup>.
- b) 288,75 m<sup>3</sup>.
- c) 288,75 m st.
- d) 707,14 m st.
- e) 589,28 m st.

**Comentários:**



$$V_{\text{trapézio}} = \left( \frac{80 + 70}{2} * 2,5 \right) * 2,2 = 412,5 \text{ m}^3$$

Percebam que a questão fala em fator de empilhamento igual a 0,7, porém o fator de empilhamento é maior que 1. Então, na verdade devemos utilizar o fator de cubicação, que converte volume de madeira empilhada em volume sólido de madeira. Este fator é sempre menor do que 1.

$$f_c = \frac{\text{Volume sólido}}{\text{Volume empilhado}} \leq 1 \therefore 0,7 = \frac{\text{Volume sólido}}{412,5} = 288,75 \text{ m}^3$$

**Gabarito: B**



18. (IBGE/2016) No nordeste brasileiro é comum o uso de lenha nas cerâmicas. Uma dessas cerâmicas consome o volume de 8190 st de lenha /ano, proveniente de plantios próprios. Supondo-se que o IMA = 42 m<sup>3</sup>/ha/ano, o fator de empilhamento da lenha = 1,5 e a IR = 7 anos, a área do plantio, suficiente para o contínuo abastecimento da cerâmica, será de:

- a) 725 ha.
- b) 420 ha.
- c) 270 ha.
- d) 130 ha.
- e) 42 ha.

**Comentários:**

Considerando a produção anual de madeira = IMA = 42 m<sup>3</sup>/ha/ano, a produção em volume estéreo por ano será:

$$f_e = \frac{\text{Volume empilhado (st)}}{\text{Volume sólido (m}^3\text{)}} \therefore 1,5 = \frac{\text{Volume empilhado}}{42} = \mathbf{63 \text{ st/ha}}$$

Logo, a área necessária para suprir a demanda de 8190 st de lenha/ano, será:

$$\text{Área plantio (ha)} = \frac{8190}{63} = \mathbf{130 \text{ ha}}$$

**Gabarito: D**

19. (IBGE/2016) Vinte árvores representativas foram coletadas em um talhão de um povoamento florestal energético e submetidas a cubagens rigorosas. Obteve-se, nesse caso, o valor total de 6 m<sup>3</sup> de madeira. Em seguida, todas as seções previamente cubadas foram empilhadas no campo, obtendo-se o volume total de 8 st de lenha. Com base nos valores apresentados, são, respectivamente, os fatores de empilhamento e de cubicagem:

- a) 0,75 e 0,70.
- b) 1,33 e 0,75.
- c) 2,22 e 0,80.
- d) 8,25 e 0,85.
- e) 14,00 e 0,90.

**Comentários:** Conforme visto em aula, o fator de empilhamento e o de cubicagem podem ser calculados pelas seguintes expressões:

$$\text{Fator de empilhamento} = f_e = \frac{\text{Volume empilhado (st)}}{\text{Volume sólido (m}^3\text{)}} \therefore f_e = \frac{8}{6} = \mathbf{1,33}$$

$$\text{Fator de cubicagem} = f_c = \frac{\text{Volume sólido (m}^3\text{)}}{\text{Volume empilhado(st)}} \therefore f_c = \frac{6}{8} = \mathbf{0,75}$$

**Gabarito: B**



20. (PC-DF/2016) Dendrometria pode ser definida como ramo da ciência florestal que se encarrega da determinação ou da estimação dos recursos florestais, quer seja da própria árvore ou do próprio povoamento, com a finalidade de predizer com precisão o volume, o incremento ou a produção de determinado recurso florestal. Quanto a esse assunto, assinale a alternativa correta.

- a) Em uma amostra estratificada, cada indivíduo da população tem a mesma chance de ser sorteado como elemento da amostra, ou seja, cada elemento tem a mesma chance de ser escolhido, independentemente dos demais.
- b) O fator de empilhamento é o instrumento utilizado pelo engenheiro florestal para controlar, isto é, estimar o volume sólido de madeira existente em um reflorestamento.
- c) Nas parcelas temporárias, realiza-se apenas uma medição, devendo essa ser renovada em pequenos intervalos de tempo.
- d) A variável mais importante, na quantificação volumétrica, é o diâmetro obtido em uma altura de 30 cm acima do solo, desconsiderando-se a espessura da casca.
- e) A relação hipsométrica expressa o vínculo entre a altura e o diâmetro de uma árvore.

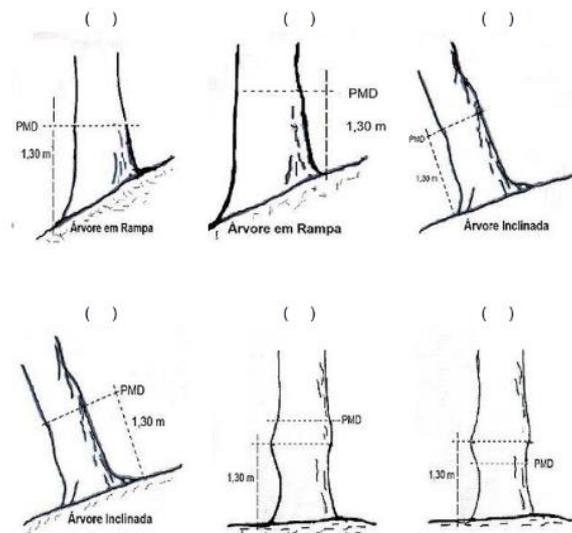
#### Comentários:

- a) **Errado.** Em uma ~~amostra estratificada~~, cada indivíduo da população tem a mesma chance de ser sorteado como elemento da amostra, ou seja, cada elemento tem a mesma chance de ser escolhido, independentemente dos demais. É na amostragem casual simples que cada indivíduo da população tem a mesma chance de ser sorteado como elemento da amostra.
- b) **Errado.** O fator de empilhamento é o instrumento utilizado pelo engenheiro florestal para controlar, isto é, ~~estimar o volume sólido de madeira existente em um reflorestamento~~. Fator de empilhamento ( $f_e$ ): converte volume sólido de madeira em volume em metro estéreo (volume de madeira empilhada).
- c) **Errado.** Nas ~~parcelas temporárias~~, realiza-se apenas uma medição, devendo essa ser renovada em pequenos intervalos de tempo. São as parcelas permanentes que devem ser renovadas em pequenos intervalos de tempo.
- d) **Errado.** A variável mais importante, na quantificação volumétrica, é o ~~diâmetro obtido em uma altura de 30 cm acima do solo~~, desconsiderando-se a espessura da casca. O diâmetro deve ser obtido a 1,30 do solo e não a 30 cm.
- e) **Certo.** A relação hipsométrica expressa o vínculo entre a altura e o diâmetro de uma árvore.

**Gabarito: E**

21. (PC-PI/2018) Nos países em que se adota o sistema métrico, o diâmetro ou a circunferência são tomados à altura do peito (1,30 m). Por esta razão denomina-se DAP (diâmetro a altura do peito), CAP (circunferência à altura do peito) ou PAP (perímetro à altura do peito). Considerando que nem sempre se consegue as medições na altura do peito, analise as seguintes situações que indicam o local na árvore para a medição correta (PMD = ponto de medição do diâmetro).





Assinale a alternativa que apresenta a seqüência CORRETA, de cima para baixo, da esquerda para a direita.

- a) V – V – V – F – F – V.
- b) V – F – V – F – F – V.
- c) F – V – F – V – V – F.
- d) F – V – V – F – V – F.

**Comentários:** Conforme vimos em aula:

Situação 1: **Falso.** O ponto correto de medição do diâmetro é na parte superior do terreno.

Situação 2: **Correta.**

Situação 3: **Falso.** O ponto correto de medição do diâmetro é na parte superior do tronco inclinado.

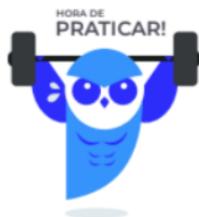
Situação 4: **Correta.**

Situação 5: **Correta.**

Situação 6: **Falso.** O correto PMD é a 1,30 m, porém existe uma deformação exatamente neste ponto, então o PMD deve ser obtido acima da deformação e não abaixo como mostra a figura.

**Gabarito: C**

## LISTA DE QUESTÕES



### Bancas diversas - Cargo: Engenheiro Florestal

1. (Prefeitura de Barra Mansa - RJ / 2020) Assinale a alternativa que apresente corretamente a definição de área basal.

- a) É uma área seccional transversal de árvores, comumente medida à altura da árvore, referindo-se a um valor de volume, por plantas, de uma determinada área de superfície do solo. Expressa em  $m^2/ha$ .
- b) É uma área seccional horizontal de árvores, referindo-se a um valor de cobertura, por plantas, de uma determinada área de superfície do solo. Expressa em  $m^3/ha$ .
- c) É uma área seccional transversal de árvores, comumente medida à altura da árvore, referindo-se a um valor de cobertura, por plantas, de uma determinada área de superfície do solo. Expressa em  $m^2/ha$ .
- d) É a área seccional transversal de árvores, medida à altura do peito (DAP), representando um valor de cobertura das árvores em uma determinada área de superfície do solo. Expressa em  $m^2/ha$ .
- e) É uma área seccional transversal de árvores, comumente medida à altura da árvore, referindo-se a um valor de volume, por plantas, de uma determinada área de superfície do solo. Expressa em  $m^3/ha$ .

#### Comentários:

Vimo em aula, que a área seccional (g), também chamada de área transversal, é a **área da secção transversal do tronco à altura do peito (1,30 m)**. Ela transmite uma **ideia da ocupação do espaço de crescimento pela árvore, em  $m^2/ha$** . Assim, a alternativa correta é a letra D.

Gabarito: D

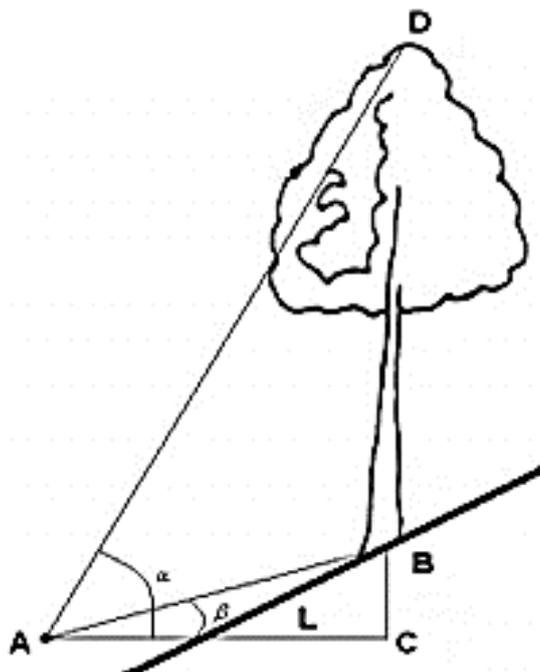
2. (Prefeitura de Acaraú-CE/2019) No Brasil, a Dendrometria adquire maior importância no desenvolvimento sustentável da exploração florestal pelo fato de contribuir para o conhecimento e a avaliação das florestas, fornecendo elementos para o desenvolvimento do ordenamento racional, sob os aspectos quantitativos dos elementos florestais. São exemplos de medidas direta e indireta, respectivamente

- a) diâmetro da altura do peito e espessura da casca.



- b) comprimento de toras e espessura da casca.
- c) número de anéis de crescimento e circunferência da altura do peito.
- d) circunferência da altura do peito e medições de árvores em pé.
- e) diâmetro a várias alturas, usando o Relascópio de Bitterlich e medições de árvores em pé.

3. (Prefeitura de Acaraú-CE/2019) Em um terreno onde havia um aclave de  $7^\circ$ , foram feitas as seguintes leituras de uma árvore que estava a uma distância horizontal de 30 m;  $h_1 = 60$  e  $h_2 = 6$ . (Considere: tangente da declividade =  $0,1228$ ;  $f$  (fator de correção) =  $0,01$ ).



Fonte: Silva e Neto (1979)

Qual aproximadamente a altura corrigida da árvore, se a escala utilizada foi a de percentagem?

- a) 10,33 m.
- b) 53,23 m.
- c) 18,67 m.
- d) 45,72 m.
- e) 16,04 m.

4. (Prefeitura de Capanema/2018) Considere uma árvore cuja circunferência à altura do peito (CAP) é de 190 cm e a altura de 15 m. Utilizando-se o fator de forma igual a 0,7, é correto afirmar que

- a) seu volume é maior do que  $4,0 \text{ m}^3$ .
- b) seu volume é menor do que  $3,0 \text{ m}^3$ .
- c) sua área transversal é menor do que  $0,25 \text{ m}^2$ .



d) sua área seccional é maior do que  $0,25 \text{ m}^2$ .

**5. (Prefeitura de Cristalina-GO/2019) A estimativa do volume dos troncos de árvores é uma das principais finalidades em levantamentos florestais. Várias fórmulas e métodos podem ser aplicados para determinar os denominados volumes reais, que são estimativas com grande acurácia, obtidas a partir de cubagens rigorosas. No que se refere aos métodos de cubagem de troncos para determinar o volume de madeira, assinale a alternativa correta.**

- a) Smalian e Hohenadl são métodos de cubagem absolutos.
- b) Huber e Newton são métodos de cubagem relativos.
- c) Pressler e o método de acumulação de altura ou de Grosenbaugh são métodos de cubagem rigorosa.
- d) Huber e Hohenadl são métodos de cubagem relativos.
- e) Newton e Hohenadl são métodos de cubagem absolutos.

**6. (Prefeitura de Juazeiro do Norte-CE/2019) Instrumento usado para medir o diâmetro, principalmente de árvore em pé. Consiste em uma régua graduada, conectada a dois braços perpendiculares, sendo um fixo e outro móvel. O braço fixo fica em uma extremidade e sua posição coincide com o zero da escala. A graduação da escala, normalmente é de 1 cm em 1 cm, com submúltiplos em milímetros. Esse instrumento é chamado**

- a) Xilômetro.
- b) Fita decamétrica.
- c) Régua de Biltmore.
- d) Suta.
- e) Garfo de diâmetro.

**7. (Prefeitura de Juazeiro do Norte-CE/2019) Dendrometria é um ramo da ciência florestal que se refere ao estudo das dimensões das árvores, objetiva determinar o volume florestal e, portanto, prognosticar o estoque e o incremento florestal, bem como a determinação das taxas de crescimento. Sobre dendrometria e mensuração florestal, assinale a opção INCORRETA.**

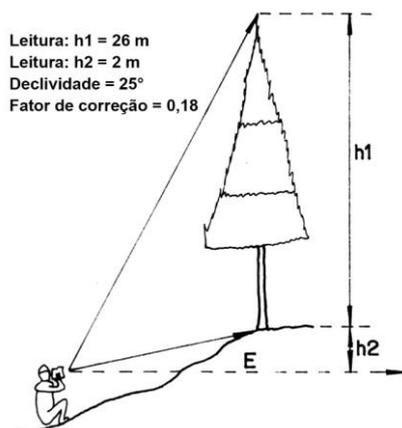
- a) Erros sistemáticos são erros causados por defeito dos instrumentos ou por inabilidade do operador, influenciando o valor real a ser medido. Equipamentos desgastados, com fonte de energia fraca é um exemplo de erro sistemático.
- b) Dentre os métodos de determinação da idade, a contagem dos anéis de crescimento merece destaque, pois é um método bastante preciso e muito difundido.
- c) O lenho tardio ou outonal corresponde à cor clara do anel e é produzido quando a árvore retoma o crescimento devido a fatores climáticos favoráveis como umidade e temperatura, o que geralmente ocorre no outono. É caracterizado por células de dimensões menores, por isso a madeira composta por esse lenho é menos densa.



d) A fita diamétrica e a suta são instrumentos de medição direta. Contudo, há instrumentos como o Relascópio de Bitterlich e o Pentaprisma de Wheeler que medem o diâmetro da árvore em diversas alturas, através de medidas indiretas.

e) A área basal é o somatório de todas as áreas seccionais de um povoamento dado em metros quadrados por hectare. Além de realizar análises estatísticas comparativas entre parcelas, estratos e sítios, também é utilizada para se determinar momentos de ideais desbastes.

8. (Prefeitura de Quatro Barras-PR/2019) Com base na figura ao lado, cujos dados foram obtidos pelo hipsômetro de Blume-Leiss, é correto afirmar que a altura da árvore é:



- a) 28 m.
- b) 26 m.
- c) 24 m.
- d) 22,96 m.
- e) 19,68 m.

Gabarito: E

9. "O termo DENDROMETRIA é de origem grega, significando medida da árvore (DENDRO = árvore, METRIA = medida). Numa definição mais ampla pode-se conceituar a Dendrometria como um ramo da Ciência Florestal que se encarrega da determinação ou estimativa dos recursos florestais, quer seja da própria árvore ou do próprio povoamento, com finalidade de prever o volume, o incremento ou a produção de um determinado recurso florestal". Neste contexto a DENDROMETRIA é considerada como o estudo, a investigação e o desenvolvimento de métodos para:

- ( ) Determinação das dimensões de árvores e de seus produtos.
- ( ) Determinação da evolução tecnológica e recursos econômicos em determinados povoamentos florestais.
- ( ) Determinação dos volumes de árvores individuais, de povoamentos florestais e seus produtos.
- ( ) Determinação ou predição de relações de crescimento e incremento de árvores e povoamentos florestais.
- ( ) Obtenção de dados para ajustes de equações hipsométricas, volumétricas e de modelos de crescimento.

Considere as afirmativas acima, assinalando as verdadeiras (V) ou falsas (F) e assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA, de cima para baixo.

- a) V, F, F, V, F.
- b) F, V, F, V, F.
- c) V, F, V, V, V.
- d) V, V, V, F, F.
- e) V, F, V, V, F.

**10. (PC-PI/2018) "O método de cubagem refere-se à determinação rigorosa do volume de uma árvore". Assinale a alternativa com o único método por seccionamento em comprimento relativo.**

- a) Smalian.
- b) Huber.
- c) Hohanald.
- d) Newton.
- e) Belchior/Husch.

Determinada tora de *Tectona grandis* com 4,0 m de comprimento tem os seguintes diâmetros a partir da base:  $d_0 = 52,2$  cm;  $d_1 = 50,2$  cm;  $d_2 = 48,4$  cm;  $d_3 = 46,40$  cm e  $d_4 = 43,1$  cm. Para efeito dos cálculos considerar que esses diâmetros correspondem, respectivamente, às seguintes áreas transversais:  $g_0 = 0,2140$  m<sup>2</sup>;  $g_1 = 0,1980$  m<sup>2</sup>;  $g_2 = 0,1840$  m<sup>2</sup>;  $g_3 = 0,1690$  m<sup>2</sup> e  $g_4 = 0,1460$  m<sup>2</sup>, e utilizar até seis casas decimais sem arredondamentos.

**11. (Prefeitura de Rondonópolis/2016) Considerando toda a extensão da tora como referência de seção para efetuar a sua cubagem pelo método de Smalian e pelo método de Newton, assinale a afirmativa correta.**

- a) O volume da tora por **Smalian** é 0,736000 m<sup>3</sup>, enquanto por **Newton** é 0,720000 m<sup>3</sup>.
- b) O volume da tora por **Smalian** é 0,730664 m<sup>3</sup>, enquanto por **Newton** é 736.000 m<sup>3</sup>.
- c) O volume da tora por **Smalian** é 720.000 cm<sup>3</sup>, enquanto por **Newton** é 730.664 cm<sup>3</sup>.
- d) A diferença entre os volumes calculados por **Smalian** e **Newton** é 0,016000 m<sup>3</sup>.

**12. (Prefeitura de Mangaratiba-RJ/2016) Em levantamentos florestais com o intuito de obter o volume de madeira para fins comerciais, uma das operações é a cubagem rigorosa das árvores. Para isso, o volume das toras que compõem uma árvore é obtido a partir das medições em campo e utilização de fórmulas encontradas na literatura. Pesquisadores, engenheiros e técnicos brasileiros têm preferência pela utilização pelas seguintes três dessas fórmulas:**

- a) Smalian, Huber e Newton.
- b) Huber, Scolforo e Smalian.



- c) Scolforo, Péllico Netto e Machado.
- d) Pressler, Lineu e Newton.
- e) Schumacher, Spurr e Smalian.

13. (PC-PI/2018) "A análise de regressão consiste na realização de uma análise estatística com o objetivo de verificar a existência de uma relação funcional entre uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes". Considerando os resultados corrigidos do ajuste de 3 equações para relação hipsométrica a ser utilizada nos cálculos de um plano de Manejo Florestal, mostrados na tabela a seguir, assinale a alternativa CORRETA.

EQUAÇÃO	R <sup>2</sup>	S <sub>YX</sub>	F
Modelo Parabólico: $h = a + b \cdot DAP + c \cdot DAP^2$	0,7040	2,253998	33,2895
Modelo de Stoffels: $\log(h) = a + \log(DAP)$	0,7009	2,346492	67,9523
Modelo de Curtis: $\log(h) = a + b(1/DAP)$	0,7209	2,230318	74,9054
Modelo Hiperbólico: $h = a + b(1/DAP^2)$	0,6814	2,325644	45,8623

- a) O modelo de Curtis é o que irá fornecer as melhores estimativas devido aos valores de R<sub>2</sub>, S<sub>YX</sub> e F.
- b) O modelo Hiperbólico é o que irá fornecer as melhores estimativas devido aos valores de R<sub>2</sub> e S<sub>YX</sub>.
- c) O modelo de Stoffels é o que irá fornecer as melhores estimativas devido ao valor de S<sub>YX</sub>.
- d) O modelo Parabólico, por não ser logaritmo, irá fornecer as melhores estimativas devido aos valores de R<sub>2</sub>, S<sub>YX</sub> e F.
- e) Os modelos de Stoffels e Hiperbólico são os que apresentaram melhores ajustes devido aos valores de R<sub>2</sub>.

14. (MPE - BA/2017) Dados: Área do povoamento energético = 45 ha; IMA = 38 m<sup>3</sup>/ha/ano; IR = 7 anos; fator de empilhamento da lenha = 1,4.

Tendo por base os dados apresentados, o volume de lenha (st) disponível no plantio é de:

- a) 7550;
- b) 11970;
- c) 16758;
- d) 22355;
- e) 26632.

15. (MPE - BA/2017) Uma cerâmica que consome 11500 st de lenha/ano faz uso de um povoamento energético com IMA = 43 m<sup>3</sup>/ha/ano; IR = 6 anos; e fator de empilhamento da lenha = 1,3. Para suprir a demanda de lenha, por um período de um ano, a área do plantio (ha) é de:

- a) 16,75;



- b) 34,29;
- c) 51,98;
- d) 68,04;
- e) 85,91.

**16. (MPE-BA/2017)** Após a cubagem rigorosa de árvores-amostras, obteve-se o volume real de  $4 \text{ m}^3$  de madeira. Esse volume de madeira foi empilhado e foi obtido o volume de 5,6 st de lenha.

Foram calculados os fatores de cubicagem e de empilhamento, obtendo-se, respectivamente:

- a) 0,3 e 0,6;
- b) 0,5 e 1,0;
- c) 0,7 e 1,4;
- d) 0,9 e 1,8;
- e) 1,1 e 2,2.

**17. (SEMA-MA/2016)** Realizando um trabalho de fiscalização em uma serraria, um agente fiscal encontrou no pátio toras de madeira roliças empilhadas de maneira a formar uma pilha de forma trapezoidal, com medidas de 80 m na base e 70 m no topo. As toras tinham o tamanho médio de 2,2 m e a altura da pilha era de 2,5 m. Sabendo que o fator de empilhamento foi determinado em 0,7, o agente calculou, corretamente, que o volume sólido da pilha era de:

- a) 589,28  $\text{m}^3$ .
- b) 288,75  $\text{m}^3$ .
- c) 288,75 m st.
- d) 707,14 m st.
- e) 589,28 m st.

**18. (IBGE/2016)** No nordeste brasileiro é comum o uso de lenha nas cerâmicas. Uma dessas cerâmicas consome o volume de 8190 st de lenha /ano, proveniente de plantios próprios. Supondo-se que o IMA =  $42 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ , o fator de empilhamento da lenha = 1,5 e a IR = 7 anos, a área do plantio, suficiente para o contínuo abastecimento da cerâmica, será de:

- a) 725 ha.
- b) 420 ha.
- c) 270 ha.
- d) 130 ha.
- e) 42 ha.

**19. (IBGE/2016)** Vinte árvores representativas foram coletadas em um talhão de um povoamento florestal energético e submetidas a cubagens rigorosas. Obteve-se, nesse caso, o valor total de  $6 \text{ m}^3$



de madeira. Em seguida, todas as seções previamente cubadas foram empilhadas no campo, obtendo-se o volume total de 8 st de lenha. Com base nos valores apresentados, são, respectivamente, os fatores de empilhamento e de cubicagem:

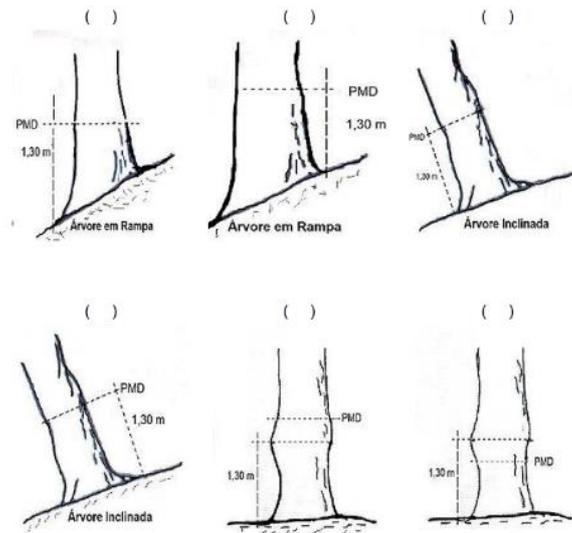
- a) 0,75 e 0,70.
- b) 1,33 e 0,75.
- c) 2,22 e 0,80.
- d) 8,25 e 0,85.
- e) 14,00 e 0,90.

**20. (PC-DF/2016) Dendrometria pode ser definida como ramo da ciência florestal que se encarrega da determinação ou da estimação dos recursos florestais, quer seja da própria árvore ou do próprio povoamento, com a finalidade de prever com precisão o volume, o incremento ou a produção de determinado recurso florestal. Quanto a esse assunto, assinale a alternativa correta.**

- a) Em uma amostra estratificada, cada indivíduo da população tem a mesma chance de ser sorteado como elemento da amostra, ou seja, cada elemento tem a mesma chance de ser escolhido, independentemente dos demais.
- b) O fator de empilhamento é o instrumento utilizado pelo engenheiro florestal para controlar, isto é, estimar o volume sólido de madeira existente em um reflorestamento.
- c) Nas parcelas temporárias, realiza-se apenas uma medição, devendo essa ser renovada em pequenos intervalos de tempo.
- d) A variável mais importante, na quantificação volumétrica, é o diâmetro obtido em uma altura de 30 cm acima do solo, desconsiderando-se a espessura da casca.
- e) A relação hipsométrica expressa o vínculo entre a altura e o diâmetro de uma árvore.

**21. (PC-PI/2018) Nos países em que se adota o sistema métrico, o diâmetro ou a circunferência são tomados à altura do peito (1,30 m). Por esta razão denomina-se DAP (diâmetro a altura do peito), CAP (circunferência à altura do peito) ou PAP (perímetro à altura do peito). Considerando que nem sempre se consegue as medições na altura do peito, analise as seguintes situações que indicam o local na árvore para a medição correta (PMD = ponto de medição do diâmetro).**





Assinale a alternativa que apresenta a seqüência CORRETA, de cima para baixo, da esquerda para a direita.

- a) V – V – V – F – F – V.
- b) V – F – V – F – F – V.
- c) F – V – F – V – V – F.
- d) F – V – V – F – V – F.

## GABARITO



- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. D | 9. C  | 17. B |
| 2. D | 10. C | 18. D |
| 3. E | 11. C | 19. B |
| 4. D | 12. A | 20. E |
| 5. C | 13. A | 21. C |
| 6. D | 14. C |       |
| 7. C | 15. B |       |
| 8. E | 16. C |       |



## REFERÊNCIAS

BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. DO.; FILHO, D. F. S. **QUANTIFICAÇÃO DE RECURSOS FLORESTAIS: árvores, arvoredos e florestas**. SÃO PAULO: oficina de textos, 2014.1ed.

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

SCOLFORO, J. R. S.; THIERSCH, C. R. **Biometria Florestal: Medição, Volumetria e Gravimetria**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 285P.

SILVA, J.A.A.; PAULA NETO, F. **Princípios básicos de dendrometria**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE,. 1979. 185 p. (Apostila).

OLIVEIRA, O. M. Verificação da acurácia do método de Pressler na estimativa do volume de árvores em pé. 44 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.

GURGEL, O. A. F. **Silvimetria**, São Paulo, Instituto Federal de São Paulo, Curso Prático de Silvicultura, 139-189, 1974.



# ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



1

Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



2

Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



3

Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



4

Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



5

Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



6

Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



7

Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



8

O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.