

## **Aula 00 (Prof. Monik Begname)**

*Prefeitura de Mogi Mirim-SP (Engenheiro  
Florestal) Conhecimentos Específicos -  
2024 (Pós Edital)*

Autor:

**André Rocha, André Rocha  
(Coordenação), Equipe André  
Rocha, Monik Begname de Castro**

23 de Fevereiro de 2024

# Índice

1) Dendrometria .....	3
2) Dendrometria - Questões Comentadas - MÚLTIPLAS BANCAS .....	64
3) Dendrometria - Lista de questões - MÚLTIPLAS BANCAS .....	93



## CONCEITOS INICIAIS - DENDROMETRIA FLORESTAL

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.

### a) Tipos de medidas

**Medida direta:** refere-se a **medidas feitas pelo homem diretamente sobre a árvore**, exemplo: DAP, CAP, comprimento de toras, espessura da casca, número de anéis de crescimento, altura de árvores abatidas etc. Portanto, quando se usa uma medida direta, estar-se-á procedendo na realidade a uma "determinação", que não deve ser confundida com a "estimativa" que implica em uma medição indireta ou estimada.

**Medida indireta:** são **medidas que estão fora do alcance do homem**, tomadas na maioria das vezes com auxílio de métodos óticos. Exemplo: altura de árvore em pé, área basal e diâmetro a várias alturas usando o Relascópio de Bitterlich, diâmetro da árvore em pé com o Pentaprisma de Wheeler etc.

**Medida estimada:** são **baseados em métodos estatísticos**, onde se estima variáveis mensuráveis da árvore ou do povoamento. É um tipo de medida bastante utilizada pelo fato de ser **econômica** e se ganhar tempo, pois, as medidas são tomadas em áreas amostrais e extrapoladas para o conjunto total através de curvas, equações, tabelas etc.

---

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





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.

## b) Erros de medição

Em geral, toda grandeza física tem um valor verdadeiro, que é o valor exato da grandeza. Consequentemente, o erro de uma medição é a diferença entre o valor da medida e o valor exato da grandeza em questão. Quanto maior a incerteza sobre o valor da medida, maior o erro de medida.

Para realizar a medida de uma grandeza física qualquer de forma correta, deve-se:

1. Escolher um instrumento adequado para a medida.
2. Aprender o procedimento de utilização do instrumento.
3. Aprender a ler a escala de medida desse instrumento.

A não-observância desses itens acarreta erros de medição, os quais podem ser divididos nas seguintes categorias:

**Erros estatísticos:** estes erros são resultantes de variações aleatórias da medida devido a fatores não controlados. Por exemplo, a presença de corrente de ar quando se realiza uma medida de massa em uma balança muito sensível.



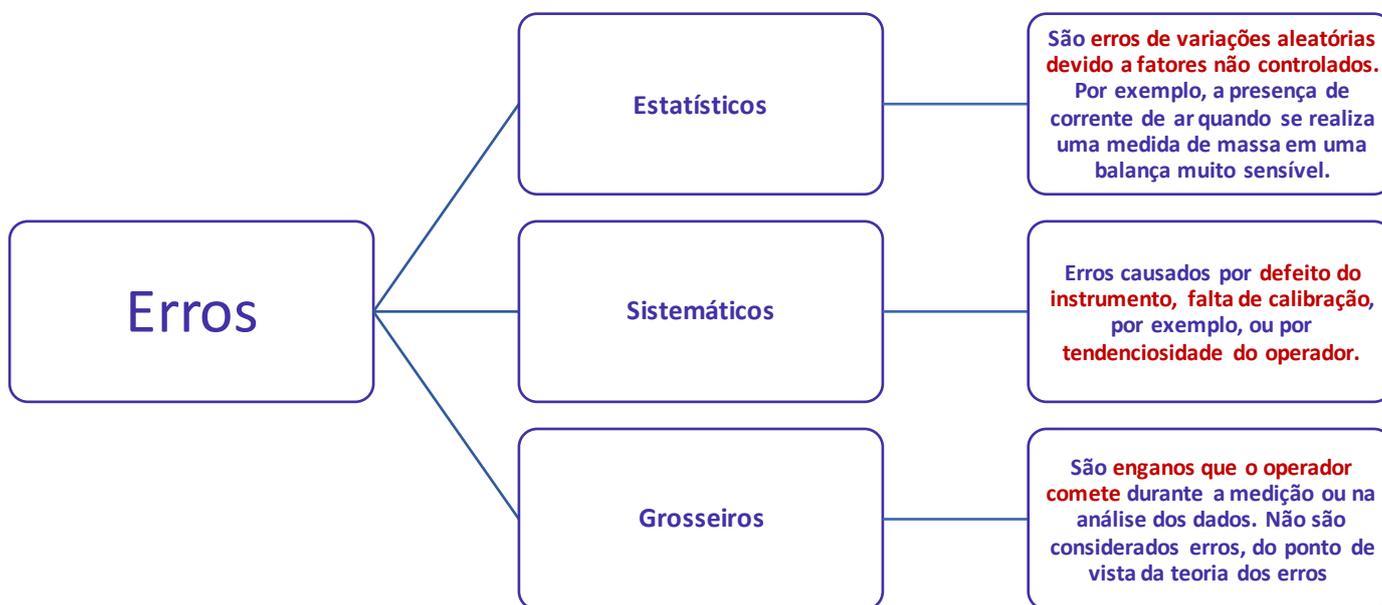
**Erros sistemáticos:** estes erros têm causas diversas e influem na medida sempre num mesmo sentido, para mais ou para menos em relação ao verdadeiro valor da grandeza. Por exemplo, a falta de calibração de um instrumento.

**Erros grosseiros:** estes não são considerados erros, do ponto de vista da teoria dos erros. São considerados enganos que o operador comete durante a medição ou nos cálculos durante a análise dos dados.

Ademais, cumpri salientar que outros autores consideram outros tipos de erros, como:

**Erros de estimação:** são erros provenientes de amostragens, onde se mede parte de uma população e se extrapola valores para toda a população. São estimativas estatísticas que não podem ser evitadas, a não ser que se medisse toda a população.

**Erros compensantes:** são causados por arredondamento, não dependem do aparelho nem do operador.



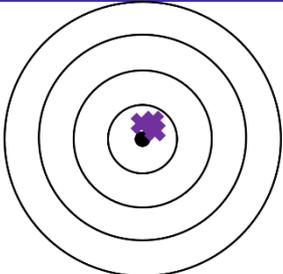
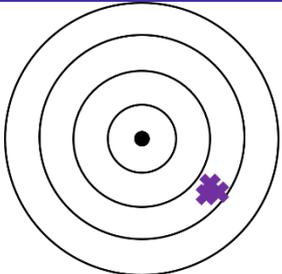
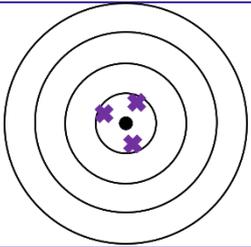
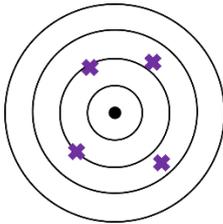
Ainda sobre as medidas é importante que você saiba diferenciar a exatidão e a precisão de uma medida.

**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 (desvio constante)** do valor verdadeiro da medida.

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

Para ilustrar a diferença entre exatidão e precisão, veja os dardos que foram atirados nos alvos abaixo:

Exatidão	Precisão
	
<b>Exato e preciso</b> O atirador possui tanto precisão como ausência de viés. Este é o atirado mais <i>exato</i> .	<b>Preciso e não exato</b> O atirado tem alta precisão pois os tiros se concentram numa pequena área do alvo, entretanto, o atirador ou sua arma tem um viés pois todos os tiros estão sistematicamente deslocados para a direita e para baixo da "mosca".
	
<b>Exato e não preciso</b> O atirador foi exato, mas não foi preciso, porque apesar de estarem perto do alvo central, os dardos estão distantes uns dos outros.	<b>Não exato e não preciso</b> O atirador não foi preciso nem exato.



## IDADE DAS ÁRVORES E DOS POVOAMENTOS

Uma das mais importantes características de um povoamento florestal é sem dúvida alguma, a idade, pois, é através dela que podemos avaliar o incremento em termos de volume, diâmetro ou altura de uma dada espécie em um determinado local. A idade do povoamento também é necessária quando se quer construir curvas de índice de sítio, pois elas servem como uma variável em função da qual houve um acréscimo em altura das árvores daquele local, além de servir de base comparativa para espécies semelhantes em locais distintos<sup>2</sup>.

Em plantios artificiais o problema da idade das árvores não é pronunciado, em virtude de que as industriais de madeira normalmente possuem catálogos com dados de acompanhamento do crescimento das árvores, como também, o que é bastante lógico, suas idades. Neste caso, basta recorrer aos arquivos das empresas a fim de obter, com bastante precisão e em curto período, os dados referentes as idades.

### Idade das árvores

A determinação das idades de árvores só é um problema em povoamentos não manejados, na maioria dos casos nativos, em que não se possui nenhum dado registrado com referência a idade das árvores. Para determinar a idade das árvores podemos recorrer a alguns métodos existentes, cuja precisão varia de um para outro, bem como de espécie para espécie e da habilidade do observador. Dentre os métodos usados os mais conhecidos são: observação, contagem do número de verticilos, anéis de crescimento e métodos de análise do tronco.

#### a) Observações

Embora seja um **método de baixa precisão**, é na **prática muito usado**. Nesse caso, o conhecimento direto de certa espécie, vegetando sob determinadas condições ambientais, é capaz de dar uma ideia aproximada da idade do povoamento.

A conformação da árvore e o aspecto da casca podem ser características morfológicas decisivas no resultado. Como exemplo cita-se: o rascar das copas, geralmente traduz idade avançada; o avermelhar e o alisar da casca rugosa e áspera do pinheiro bravo, traduz que se atingiram às fases da exploração.

---

<sup>2</sup> SILVA, J.A.A.; PAULA NETO, F. **Princípios básicos de dendrometria**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 1979. 185 p. (Apostila).



Este é um método muito utilizado pelos mateiros. (Mateiros são pessoas que vivem trabalhando dentro das matas e são bons conhecedores dos hábitos de desenvolvimento das espécies das matas em que eles trabalham).

## b) Contagem do número de verticilos

Existem essências florestais, nas quais os verticilos dos ramos se mantêm nítidos através da vida do indivíduo, o que fornece uma base para determinação da idade. Esse método é baseado no fato de que o número de verticilos corresponde a idade da árvore.

Algumas árvores, como os Pinheiros (assim como várias outras espécies de coníferas) apresentam uma forma típica de crescimento que na botânica denomina-se de **crescimento monopodial** (um ápice só, definido pela gema apical), que instrui um crescimento vertical da árvore, formando galhos laterais, inseridos em pontos específicos do fuste, chamados verticilos. A formação dos verticilos ocorre anualmente, durante a fase de crescimento vegetativo, ocorrendo o crescimento da gema apical para cima e as gemas laterais para a formação dos galhos.

Muitas árvores da espécie *Pinus* spp. formam em pontos do fuste uma estrutura em forma de nó, onde nascem ramos ou galhos laterais, formando anualmente os verticilos. Explica-se esse fenômeno, no sentido que, no fim de cada época de reprodução vegetativa a árvore forma na ponta do seu último broto a gema apical. No início da próxima época de crescimento vegetativo desta gema, continua crescendo a gema apical como novo broto e em sua base forma os verticilos.

Contando o número de verticilos, pode-se estimar a idade da árvore, associando o número de verticilos à idade do indivíduo em anos. Só em algumas espécies florestais, o número de verticilos ao longo do tronco corresponde exatamente à idade da árvore. As espécies que apresentam essa característica, normalmente crescem em climas temperados. No Brasil a espécie que cresce com esse hábito é a *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze (Pinheiro do Paraná).

Um inconveniente nesta metodologia de determinação da idade é a tendência de os verticilos inferiores caírem com o avanço do tempo, podendo dificultar a determinação da respectiva idade.

Para utilizar este método, é indispensável conhecer bem o hábito de ramificação da espécie. Pode acontecer de que algumas espécies ou árvores individuais em sítios específicos, formem além do verticilo anual mais um ou dois verticilos por ano, ou formem os verticilos em períodos superiores a um ano.

Medindo a distância entre dois verticilos, pode-se também determinar o correspondente crescimento em altura. Nesse caso, a distância entre os verticilos poderá corresponder ao incremento em altura de um ano para o outro.

Contudo, o **método de determinação da idade das árvores ou da floresta por meio da contagem dos verticilos em áreas tropicais e subtropicais é pouco utilizado.**

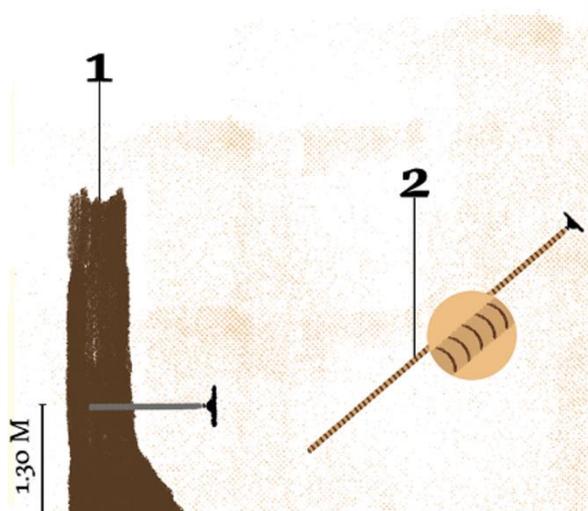


## c) Anéis de crescimento

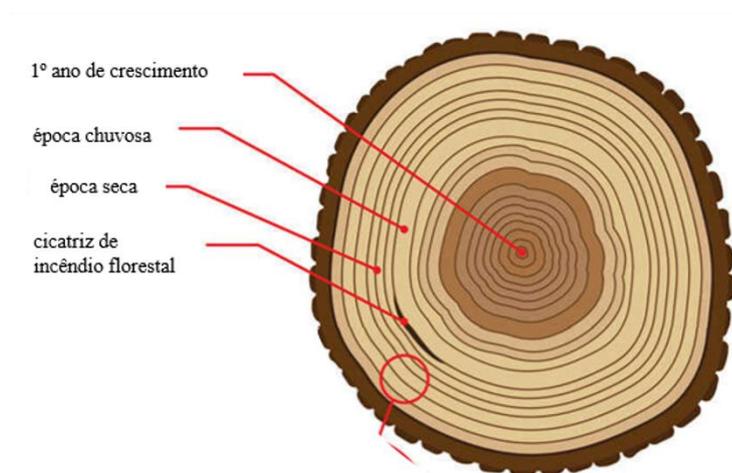
É um **método bastante preciso e muito difundido**. Para se determinar a idade das árvores se mede e se analisam os anéis de crescimento da árvore. A atividade cambial da árvore vai acrescentando, ano a ano, camadas justapostas de material lenhoso, formando assim os chamados anéis de crescimento que são compostos de duas camadas. Esse crescimento em diâmetro é mais rápido nos primeiros tempos do período vegetativo atenuando-se consideravelmente à medida que este decorre. A fração do acréscimo anual produzida para o fim da estação de crescimento, designada por **"lenho de fecho, de verão ou tardio"** tem geralmente cor mais escura e é, frequentemente, constituída por um maior número de células por unidade de área.

A outra parte mais clara é formada pelo acréscimo anual no início da estação e é denominada de **"lenho inicial ou de Primavera"**. Em alguns casos são empregados meios físicos, óticos e químicos para aumentar a distinção entre as camadas.

A formação desses anéis requer um período de estiagem durante o ano, o que se verifica em clima temperado. Para executar o método, **secciona-se a árvore o mais próximo possível do chão**, para se ter certeza de que vai contar todos os anéis. Mas como seccionar a árvore muitas vezes não é o ideal, pode-se executar também o método, empregando-se um instrumento de origem sueca, denominado "increment borer" conhecido em português como verruma ou trado.



Fonte: Superinteressante



Fonte: Nasa

O trado consta de uma broca oca com a extremidade afiada. Encostado à extremidade da árvore, no ponto desejado e efetuando o descasque quando necessário, comprime-se fortemente o instrumento de encontro ao tronco, e ao mesmo tempo em que se roda devagar o respectivo braço. Feita a penetração do trado até a profundidade conveniente, retira-o e introduz no seu interior o extrator, que é uma peça que retira a amostra do lenho sem ofender os anéis de crescimento, e posteriormente faz-se a contagem.

Quando se emprega o trado, a contagem por efeito de comodidade, deve ser tomada na altura padrão do DAP (1,30 m acima do solo), precisando, todavia, acrescentar na leitura feita, o número de anos necessário para a árvore atingir essa altura.

Em plantios equiâneos, as árvores escolhidas devem pertencer à classe das dominantes ou codominantes, pois, estas garantem que durante o crescimento essas árvores sofreram pouca concorrência, o que proporcionam uma distribuição concêntrica dos anéis.

Outras dificuldades que podem surgir na contagem dos anéis de crescimento, é a existência dos chamados "falsos anéis", capazes de provocar erro, que consiste em considerar certa camada anual como se fosse produzida em dois anos sucessivos. Esses falsos anéis aparecem quando ocorrem períodos curtos de seca e chuva, resultando em mais de um ciclo de crescimento durante um mesmo ano. Quando se formam os falsos anéis, o lenho inicial parece transitar para o lenho tardio, o qual termina bruscamente ali onde confina com o lenho inicial seguinte. Devido a esses falsos anéis múltiplos, omissos ou descontínuos, a contagem dos anéis nem sempre indica a idade da árvore.

Como nas **espécies tropicais** não aparece contraste entre o lenho inicial e o tardio, pois não existe diferenciação entre as estações de crescimento, **o método de contagem do número de anéis não pode ser empregado.**

## d) Métodos de análise do tronco

Nestes métodos, que são **mais precisos** que os citados anteriormente, também se faz necessários o seccionamento das árvores e a contagem de seus números de anéis, através dos quais se fazem estudos sobre a evolução da árvore, o que é muito importante para se ter ideia precisa sobre o crescimento em altura, em diâmetro, em volume, além de permitir a determinação do fator de forma de cubagem.

Existem **dois métodos de análise do tronco**: a **análise total do tronco** e a **análise parcial do tronco**, que apresenta a vantagem de poder ser realizada em maior número de árvores sem que seja preciso abatê-las. Nesse método emprega-se o trado para retirada dos anéis de crescimento, e com a contagem exata dos anéis realizada nas amostras do lenho, temos condições de saber a idade da árvore como também os estudos dos incrementos.

No método da análise total do tronco, existem condições de traçar o Perfil Longitudinal da Árvore, que praticamente reconstitui o desenvolvimento da árvore. Também é possível fazer análise do tronco em tocos de árvores abatidas e tábuas de madeira. Como existem árvores cuja madeira é muito resistente, principalmente entre as folhosas, o emprego do trado se torna impraticável, o que anula o método de análise parcial do tronco.



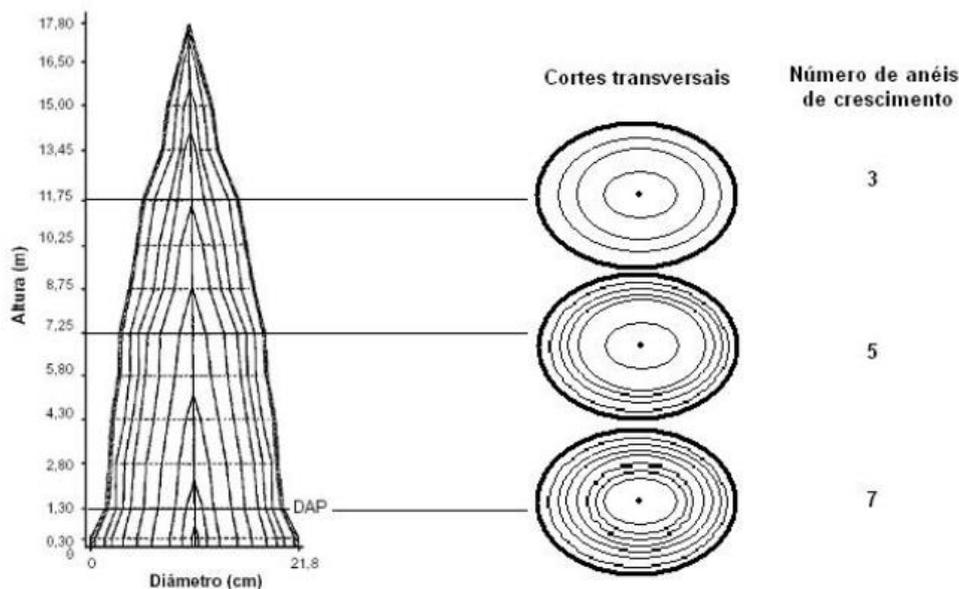


Figura 1 - Perfil longitudinal de uma árvore e possibilidade de contagem dos anéis de crescimento.

Fonte: Princípios Básicos da Dendrometria

## Idade do povoamento

A idade do povoamento só pode ser determinada, quando esse povoamento for equiâneo (árvores de mesmas idades), na situação em que todas as árvores possuam exatamente a mesma idade. Nessa situação, bastará se fazer a análise total do tronco de uma árvore e se ter toda idade do povoamento.

Quando a floresta é multiânea ou inequiânea (árvores com diferentes idades. Ex.: Floresta Nativa), a idade torna-se função da estrutura da floresta, o que geralmente se consegue por tabelas de produção, que são relações numéricas, obtidas graficamente ou analiticamente, que prevê os volumes por unidade de área em função da idade, densidade e índice de sítio. Como essas tabelas são poucas, geralmente usam-se fórmulas que têm sido aceitas de acordo com a objetividade e o interesse prático.

Dessa maneira, a idade média do povoamento multiâneo poderá ser tomada a partir do conhecimento do acréscimo médio anual em volume ( $iV$ ) e do volume total da floresta ( $V$ ).

O acréscimo é dado por:

$$iV = \frac{V(m^3)}{I (anos)} \therefore I = \frac{V}{iV}$$

Volume total da floresta será a somatória de volumes parciais dos (N) grupos de amostras ditas equiânes, isto é:



$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

O acréscimo total será:

$$it = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$$

Em ambos os casos, precisa-se de medições periódicas, para se obter os acréscimos, ou análise de troncos dentro das parcelas amostrais.

O cálculo da idade será o seguinte:

$$I_m = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n}$$

Essa fórmula é de aplicação difícil, pelas variáveis que envolvem.



**(UFPR/2015) Em um povoamento florestal, a idade é uma das mais importantes características para que se possa avaliar os incrementos de seus parâmetros dendrométricos.**

Assinale a alternativa que corresponde ao método indicado para a obtenção da idade em uma árvore dominante de um povoamento de *Pinus taeda*.

- a) Contagem dos anéis de crescimento na fatia retirada a 1,3 m de altura.
- b) Análise da idade do povoamento utilizando a escala de Richter.
- c) Análise da idade do povoamento utilizando a escala de Wheeler.
- d) Contagem do número de verticilos.
- e) Contagem dos anéis de crescimento na fatia retirada na altura de Hohenadl.

#### **Comentários:**

Conforme vimos em aula, há vários métodos para se determinar a idade de uma árvore ou povoamento. Ademais, algumas árvores, como os Pinheiros (assim como várias outras espécies de coníferas) apresentam uma forma típica de crescimento que na botânica denomina-se de crescimento monopodial (um ápice só, definido pela gema apical), que instrui um crescimento vertical da árvore, formando galhos laterais, inseridos em pontos específicos do fuste, chamados verticilos. A formação dos verticilos ocorre anualmente, durante a fase de crescimento vegetativo, ocorrendo o crescimento da gema apical para cima e as gemas laterais para a formação dos galhos. Logo, através da contagem do número de verticilos, pode-



se estimar a idade da árvore, porém existe o inconveniente da tendência dos verticilos inferiores deixarem de existir, devido à queda dos galhos e cicatrização.

Diante do exposto, podemos concluir que o gabarito da questão é a alternativa D.

**Gabarito: D**

**(IBFC - Engenheiro - Pref Cruzeiro do Sul/Florestal/2019) O conhecimento da idade das árvores permite ao engenheiro florestal avaliar o incremento em termos de volume, diâmetro ou altura de uma dada espécie em um determinado local. A respeito da idade das árvores e dos povoamentos, analise as afirmativas abaixo.**

- I. A contagem do número de verticilos é um método que depende diretamente da disposição regular dos verticilos durante a vida da árvore, assim sua aplicação fica restrita a algumas espécies
- II. A idade do povoamento pode ser determinada através dos mesmos métodos para florestas multiânea e equiânea
- III. O Método da Observação é um método que apesar de apresentar baixa precisão, ainda é muito utilizado na prática
- IV. Períodos curtos de seca e chuva podem resultar no aparecimento dos falsos anéis, o que prejudica o Método de Contagem de Anéis de Crescimento

Assinale a alternativa correta.

- a) Apenas as afirmativas I, II e III estão corretas
- b) Apenas as afirmativas I, II e IV estão corretas
- c) Apenas as afirmativas I, III e IV estão corretas
- d) Apenas as afirmativas II, III e IV estão corretas

#### **Comentários:**

I. **Correta.** A contagem do número de verticilos é um método que depende diretamente da disposição regular dos verticilos durante a vida da árvore, assim sua aplicação fica restrita a algumas espécies.

Vimos em aula que o método da contagem do número de verticilos é um método restrito para algumas espécies, como os Pinheiros.

II. **Errada.** A idade do povoamento pode ser determinada através dos mesmos métodos para florestas multiânea e equiânea.

Os métodos para determina a idade de um povoamento equiâneo e inequiâneo são diferentes. Vejamos:

A idade do povoamento só pode ser determinada, quando esse povoamento for equiâneo (árvores de mesmas idades), na situação em que todas as árvores possuam exatamente a mesma idade. Nessa situação, bastará se fazer a **análise total do tronco de uma árvore** e se ter toda idade do povoamento.

Quando a floresta é multiânea ou inequiânea (árvores com diferentes idades. Ex.: Floresta Nativa), a idade torna-se função da estrutura da floresta, o que geralmente se consegue por **tabelas de produção**, que são relações numéricas, obtidas graficamente ou analiticamente, que prevê os volumes por unidade de área em



função da idade, densidade e índice de sítio. Como essas tabelas são poucas, geralmente usam-se **fórmulas** que têm sido aceitas de acordo com a objetividade e o interesse prático.

Logo, percebam que os métodos são distintos.

III. **Correta**. O Método da Observação é um método que apesar de apresentar baixa precisão, ainda é muito utilizado na prática.

Exatamente. Vimos em aula, que embora seja um **método de baixa precisão**, é na **prática muito usado**.

IV. **Correta**. Períodos curtos de seca e chuva podem resultar no aparecimento dos falsos anéis, o que prejudica o Método de Contagem de Anéis de Crescimento.

Vimos que os falsos anéis aparecem quando ocorrem períodos curtos de seca e chuva, resultando em mais de um ciclo de crescimento durante um mesmo ano. Quando se formam os falsos anéis, o lenho inicial parece transitar para o lenho tardio, o qual termina bruscamente ali onde confina com o lenho inicial seguinte. Devido a esses falsos anéis múltiplos, omissos ou descontínuos, a contagem dos anéis nem sempre indica a idade da árvore.

**Gabarito: C**

(NUCEPE UESPI - Perito (PC PI)/Criminal/Engenharia Florestal/2018 ) "Nas perícias realizadas em florestas de coníferas, uma das mais importantes características de um povoamento florestal a ser determinada é sem dúvida a sua idade, pois, por meio dela o perito pode avaliar os incrementos em termos de volume, diâmetro, ou altura de uma dada espécie em um determinado local além de identificar datas de ocorrências de problemas."

Para determinar a idade das árvores podemos recorrer a alguns métodos existentes.

Assinale a alternativa que contém o método que atende esse preceito com maior precisão.

- a) Análise da idade do povoamento utilizando a escala de Ringelmann.
- b) Análise da idade do povoamento utilizando a escala de Bitterlich.
- c) Análise da idade do povoamento utilizando a contagem do número de verticilos.
- d) Análise da idade do povoamento utilizando a contagem dos anéis de crescimento a 0,0 m de altura.
- e) Análise da idade do povoamento utilizando a contagem dos anéis de crescimento a 1,3 m de altura.

#### **Comentários:**

Vimos que o método da contagem dos anéis de crescimento é um **método bastante preciso** e muito difundido. Para se determinar a idade das árvores se mede e se analisam os anéis de crescimento da árvore.

Para executar o método, **secciona-se a árvore o mais próximo possível do chão**, para se ter certeza de que vai contar todos os anéis. Logo, o gabarito da questão é a alternativa D.

**Gabarito: D**



## DIÂMETRO DO TRONCO

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.

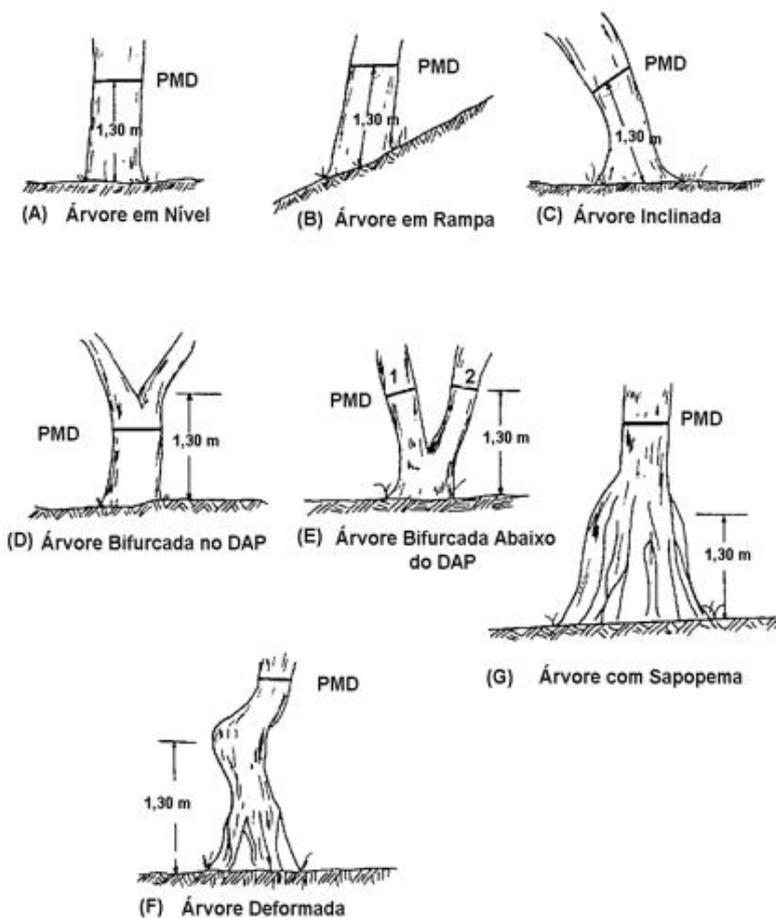
Apesar de ser possível obter vários diâmetros ao longo do fuste de uma árvore, a medida mais comum é a realizada na altura de 1,30 m denominada diâmetro à altura do peito (DAP). Monik, *mas se a 1,30 m a árvore for bifurcada, devo medir os dois fustes? E se apresentar sapopema ou ser deformada? Como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

Pois bem, vou apresentar a vocês algumas situações práticas de campo e os respectivos pontos de medição (PMD).<sup>3</sup>

---

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





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.

## a) 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, porém existe outros.**

### 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.

"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."





O diâmetro do tronco de uma árvore que apresenta secção circular é medido de uma única vez. Enquanto em árvores cuja secção circular tendem para a forma elíptica, dever-se-á tomar duas medidas: uma no eixo menor da elipse e outro no eixo maior, sendo a média das duas medidas o diâmetro registrado.

As sutas são geralmente de ligas de alumínio, pois, são mais conserváveis e fáceis de limpar que as de madeira.

As **desvantagens** apresentadas por este instrumento são:

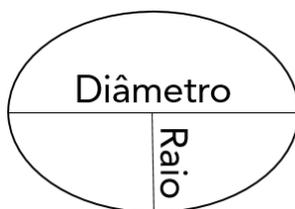
- a) imprecisas quando desajustadas;
- b) em árvores de grandes dimensões, necessita-se de sutas muito grandes, sendo difícil o seu carregamento e manuseio;
- c) deslizamento dos braços, difícil quando existem resíduos depositados sobre a régua.

## 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).



Mas como transformar a CAP em DAP?



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,

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

**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.



### Pentaprisma ou Calibre prismático de Wheeler

Esse instrumento óptico foi desenvolvido nos Estados Unidos por Wheeler e é bastante útil, pois, além de se **medir o DAP da árvore**, serve também para **determinar diâmetros a várias alturas**, como também o diâmetro mínimo comercial, servindo para confecção de tabelas de volume.

### Garfo de diâmetro

É um dos instrumentos mais simples usados na medição de diâmetros. O garfo de diâmetro é indicado somente para a medição de pequenos diâmetros e assim mesmo por classes. É um instrumento de pouca precisão, mas de fácil manejo. Ele é usado encostando-o a árvore e lendo-se o diâmetro diretamente em sua abertura graduada.



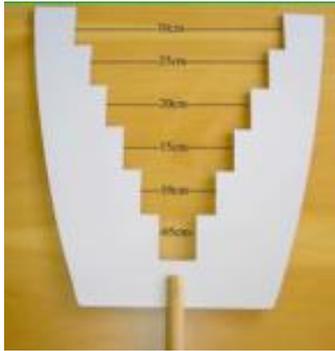


Figura 2 - Garfo de diâmetro

### Régua

A régua comum só pode ser usada para determinar diâmetros de árvores batidas e seccionadas. Seu uso é muito simples: encostando-a sobre a secção da árvore que se quer medir o diâmetro, fazendo coincidir o zero da escala com uma extremidade do tronco se lê diretamente o diâmetro do tronco, onde ele coincidiu na régua no lado oposto. Em árvores que apresentam secções transversais irregulares, deve-se medir 2 diâmetros, sendo a média deles a ser considerada como o diâmetro da secção.

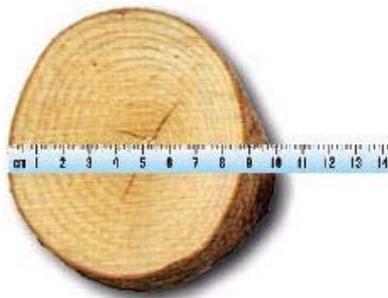


Figura 3 - Uso da régua como na medição de diâmetro.

Fonte: Princípios básicos de Dendrometria.

## b) Área transversal do tronco

A área seccional (g), também chamada de área transversal, é a área da secção transversal do tronco à altura do peito (1,30 m). Embora o diâmetro seja a medida efetivamente tomada nas árvores, a área transversal é uma medida de interpretação fisiológica e ecológica mais direta. Desta forma, ela representa uma medida ecofisiológica indireta do tamanho da árvore, que possui uma relação direta com a superfície foliar da copa da árvore, o que nos transmite uma ideia da ocupação do espaço de crescimento pela árvore<sup>4</sup>. Assim, a **área da seção transversal (g)** é calculada como uma medida derivada do diâmetro:

---

<sup>4</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.

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

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

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

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

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



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.

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

A média aritmética dos DAPs é o **valor do diâmetro de um indivíduo representativo do povoamento**. É obtido pela média aritmética dos diâmetros medidos. Pode ser calculada da seguinte maneira:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^n \frac{DAP_i}{n}$$

Em que:  $DAP_i$  = diâmetro a 1,30 m de altura;  $n$  = número total de árvores.

Outra estatística associada ao diâmetro é o cálculo do **diâmetro médio quadrático ( $d_g$ ) ou diâmetro médio**, que corresponde ao **diâmetro da árvore de área seccional média do povoamento**. Através deste



diâmetro, pode-se calcular o volume da árvore média da população e conseqüentemente o volume da população florestal. O diâmetro quadrático pode ser calculado da seguinte maneira:

Pode-se definir que a área seccional média ( $\bar{g}$ ) é igual:

$$\bar{g} = \frac{G}{N} = \frac{\sum g_i}{N} \quad (1)$$

Em que:

$\bar{g}$  = área seccional média

G = área basal/ha

N = número de árvores/h

Se:

$$\bar{g} = \frac{\pi \cdot d_g^2}{4} \quad (2)$$

$\therefore$

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

$\therefore$

$$d_g = \sqrt{\frac{4 \cdot \bar{g}}{\pi}}$$

Em que:

$\bar{g}$  = área seccional da árvore média

$d_g$  = diâmetro médio quadrático

Igualando as duas expressões (1) e (2):

$$\frac{\pi \cdot d_g^2}{4} = \frac{\sum g_i}{N} \therefore \frac{\pi \cdot d_g^2}{4} = \frac{\sum \frac{\pi \cdot d_i^2}{4}}{N}$$



$$d_g = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{N}}$$

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 tenta 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.**





### Diâmetro de Weise ( $d_w$ )

Corresponde ao diâmetro da árvore que está na posição 60% do conjunto de árvores ordenadas em ordem crescente. Também, através deste diâmetro, pode-se obter o volume da árvore média da população florestal.

### Diâmetro das árvores dominantes

Corresponde ao diâmetro das árvores dominantes da população. Uma série de conceitos serão apresentados a seguir para definir árvores dominantes.

A) É a média aritmética dos diâmetros das 100 árvores mais altas por hectare (HART).

**B) É a média aritmética dos diâmetros das 100 árvores mais grossas por hectare (ASSMANN). Esse é o conceito mais utilizado.**

C) É a média aritmética dos diâmetros correspondentes a média dos diâmetros das 20% árvores mais grossas por hectare (Weise)

D) É a média aritmética dos diâmetros das 30 árvores mais grossas por hectare (LEWIS).

## c) Princípio de Bitterlich

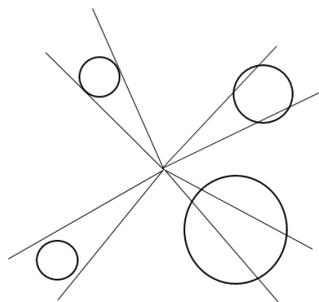
Uma maneira de estimar a área basal de forma precisa, rápida e fácil, é utilizando o princípio ao qual Bitterlich chamou de "prova da numeração angular". Esse princípio baseia-se no seguinte postulado: "dando-se um giro de 360°, as árvores que apresentarem **DAP superior ou igual** a um ângulo conhecido 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>5</sup>

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

---

<sup>5</sup> SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 276p.





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:

$$B/ha = n.k$$

$$B/ha = 3.1 = 3 \text{ m}^2/ha$$

Segundo os autores Scolforo e Thiersch, o operador 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  $360^\circ$  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:

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



Quanto a questão não especificar o número de árvores que possui  $DAP > \alpha$  ( $DAP$  igual ao ângulo de visada ou ângulo do instrumento) 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  $360^\circ$  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  $m^2/ha$ .
- b) 18  $m^2/ha$ .
- c) 35  $m^2/ha$ .
- d) 30  $m^2/ha$ .
- e) 60  $m^2/ha$ .

#### 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)

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

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

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

A área basal média será:

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

**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".

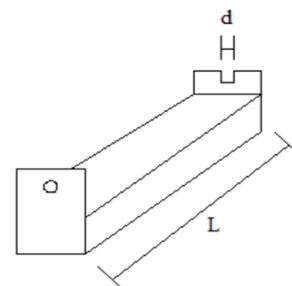




Quando uma questão não nos informar o valor do fator de área basal (K), ele pode ser calculado da seguinte forma:

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

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



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:

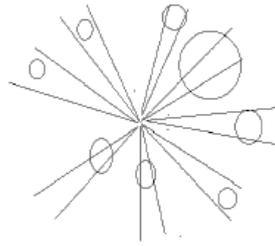
K = fator de área basal

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.

$$B/\text{ha} = n \cdot 2.500 \cdot \left(\frac{d}{L}\right)^2 \rightarrow B/\text{ha} = 5 * 2500 * \left(\frac{2}{100}\right)^2$$

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

**Gabarito: D**

**(UEAP/2014) Considera-se área basal a medida correspondente:**

- a) À medida aritmética da seção perpendicular ao eixo da árvore no ponto de medição do diâmetro.
- b) Ao somatório da área transversal do tronco, a  $1,30\text{ m}$  de altura, de todas as árvores do povoamento num hectare.
- c) À medida aritmética de todas as árvores retiradas ou exploradas em uma determinada região por hectare.
- d) Ao somatório do diâmetro do tronco medido a  $1,10\text{ m}$  de altura, de todas as árvores do povoamento num hectare.

**Comentários:** Como visto em aula, a área basal é o somatório das áreas seccionais ou transversais a  $1,30$  de altura de todas as árvores do povoamento em um hectare.

- a) **Errada.** À medida aritmética da seção perpendicular ao eixo da árvore no ponto de medição do diâmetro.



- b) **Certa.** Ao somatório da área transversal do tronco, a 1,30 m de altura, de todas as árvores do povoamento num hectare.
- c) **Errada.** ~~A medida aritmética de todas as árvores retiradas~~ ou exploradas em uma determinada região por hectare.
- d) **Errada.** ~~Ao somatório do diâmetro do tronco medido a 1,10 m de altura,~~ de todas as árvores do povoamento num hectare. E o somatório da área transversal do tronco medido a 1,30 m do solo, de todas as árvores do povoamento num hectare.

**Gabarito: B**

(UFLA/2013) O diâmetro médio quadrático ( $D_g$ ) é uma variável importante do povoamento, que corresponde ao diâmetro da árvore de área transversal média ( $\bar{g}$ ) de todas as árvores do povoamento, sendo a média diamétrica mais importante. Essa variável é a que mais se aproxima do volume médio de árvore média do povoamento. Assim, sabendo-se que a área basal de um dado talhão é 20 m<sup>2</sup>/ha e a densidade do povoamento é 1000 (N/ha), é CORRETO afirmar que o valor do  $D_g$  é:

Considere apenas 2 casas decimais.

- A) 50 cm  
B) 7,33 cm  
C) 15,96 cm  
D) 20,80 cm

#### Comentários:

Primeiramente, iremos calcular a área seccional média:

$$\text{Área basal/ha} = 20 \text{ m}^2/\text{ha}$$

$$N = 1000 \text{ árvores/ha}$$

$$\bar{g} = \frac{\sum g_i}{N} = \frac{20}{1000} = 0,02 \text{ m}^2$$

Agora, podemos calcular o  $D_g$ :

$$d_g = \sqrt{\frac{4 \cdot \bar{g}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,02}{\pi}} = 0,1596 \text{ m} = 15,96 \text{ cm}$$

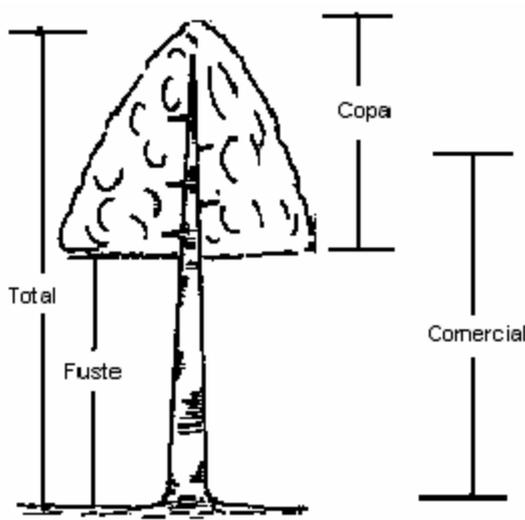
**Gabarito: C**



## ALTURA

A altura é outra variável fundamental a ser obtida na população florestal, pois ela é importante para o cálculo do volume, a altura total e, nos permite obter o "status" da árvore na dinâmica de competição entre as outras árvores do povoamento. Árvores baixas, em relação à altura da floresta, estão sombreadas por outras árvores e podem ter o seu crescimento e desenvolvimento prejudicado, a não ser que sejam árvores típicas do sub-bosque. Já as árvores altas, tem posição privilegiada em relação à luz solar, o que permite mais crescimento e menos possibilidade de mortalidade.<sup>6</sup>

De acordo com a finalidade da medição ou estimativa, diversas alturas podem ser consideradas:



Fonte: Mensuração Florestal

**a) Altura total:** é a distância entre o solo e o final da copa da árvore. A altura total é utilizada para estimar o volume do fuste, em equações de volume, bem como para determinar a qualidade do local.

**b) Altura da copa:** é a distância entre o início e o final da copa da árvore. Seu começo normalmente é definido pela inserção do primeiro galho vivo. Essa altura é utilizada para a definição da intensidade da desrama em árvores destinadas à produção de madeira serrada.

**c) Altura comercial:** é a distância entre algum ponto na parte inferior do fuste e um diâmetro comercial, definido por determinado uso, ou a distância entre algum ponto na parte inferior do fuste e algum defeito ou bifurcação no fuste da árvore. Em florestas naturais, nos países tropicais esse ponto na parte inferior do fuste geralmente é definido imediatamente acima de deformações na sua base.

---

<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.

**d) Altura do fuste:** é a distância entre o solo e o começo da copa da árvore. Em certas circunstâncias, coincide com a altura comercial.

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?*

## a) 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, e a velocidade de medição são pequenas, limitando o seu uso em levantamentos florestais profissionais.

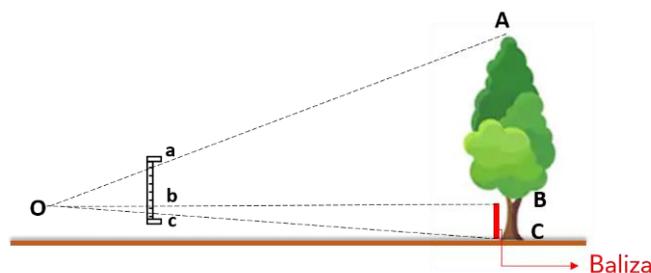
Entre os hipsômetros baseados nesse princípio, tem-se o hipsômetro de Christen. Ele é composto por uma régua graduada de aproximadamente 30 cm e uma baliza de altura conhecida.



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

Exemplo: quantos centímetros devem ser marcados no hipsômetro para representar uma árvore de 30 metros, quando o tamanho da baliza for 4 metros?

$$\frac{ac}{bc} = \frac{AC}{BC} \therefore \frac{30}{bc} = \frac{30}{4} = 4 \text{ cm}$$

Há diversos outros métodos para se medir a altura de uma árvore a partir do método geométrico, porém não são muitos explorados em provas. Dentre eles podemos citar:

- ✓ Método da sombra
- ✓ Método da superposição de ângulos iguais
- ✓ Método da vara
- ✓ Método das duas balizas
- ✓ Método do quadro de Leduc
- ✓ **Prancheta dendrométrica**
- ✓ Hipsômetro de Merrit
- ✓ Hipsômetro de Klausner modificado
- ✓ **Hipsômetro de Christen**
- ✓ Hipsômetro de Klausner
- ✓ Hipsômetro de Faustmann
- ✓ **Hipsômetro de Weise**
- ✓ Hipsômetro de Winkler
- ✓ Hipsômetro misto de Aleixo



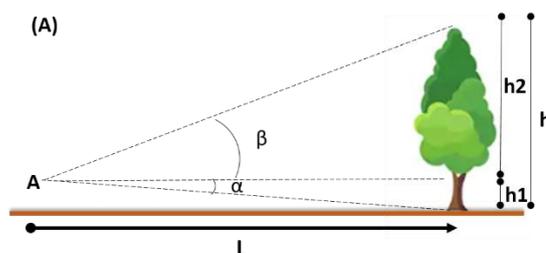
## b) Princípio trigonométrico

Os hipsômetros trigonométricos oferecem a medida da altura da árvore com base nas medidas diretas da distância observador-árvore e nos ângulos formados nas visadas do topo e da base da árvore. Por serem capazes de medir o ângulo ou a inclinação de uma visada, eles são geralmente chamados de clinômetros. A maioria dos hipsômetros utilizados em levantamentos florestais profissionais são clinômetros, pois proporcionam **maior precisão nas medidas e maior velocidade** de operação.

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).

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 β (beta) e α (alfa), a distância entre o observador e a árvore (L) e as alturas h1 e h2, podemos escrever as seguintes relações trigonométricas:

Pela tangente do ângulo da visada de topo (β) obtemos:

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

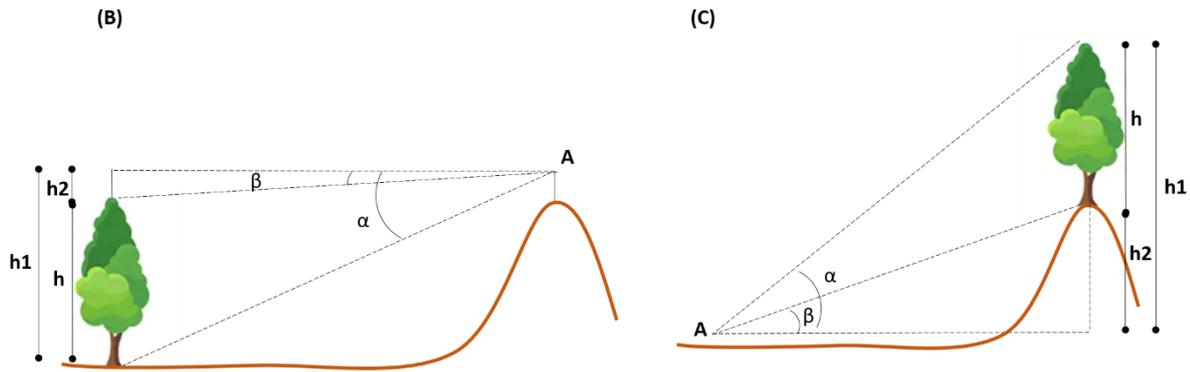
Enquanto na visada da base da árvore obtemos a expressão:

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

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 segmentos  $h_1$  e  $h_2$ .

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

**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:**

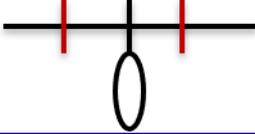
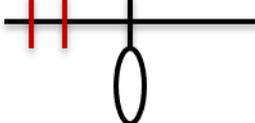
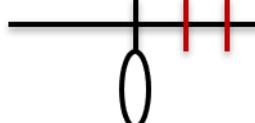
$$H = h_1 \pm h_2$$

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>7</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;">Active</span>
+	+	$h = l_i - l_s$	 <span style="float: right;">Declive</span>

Vantagens e desvantagens dos instrumentos baseados nos princípios trigonométricos

#### VANTAGENS:

- quando as medições são, cuidadosamente, executadas, os resultados são melhores que os dos instrumentos ou métodos baseados nos princípios geométricos;
- em condições normais as operações são mais rápidas;
- pode-se corrigir o efeito da declividade do terreno.

#### DESVANTAGENS:

- a altura é obtida por duas leituras (soma) e não uma;
- requer conhecimento da distância horizontal do observador até a árvore, o que às vezes, é difícil quando o povoamento é bem denso;
- a falta de luz dentro do povoamento pode prejudicar os sistemas óticos dificultando as leituras;
- são instrumentos bem mais caros que os utilizados nos princípios geométricos.

#### Distância observador-árvore

Todos os clinômetros tradicionais necessitam da distância observador-árvore para a determinação da altura. Dada a precisão de tais instrumentos, essa distância deve ser medida de forma adequada, isto é, utilizando fita métrica ou *rangefinders*. Medidas grosseiras baseadas em passos ou, no caso de florestas

<sup>7</sup> SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 276p



plantadas, no espaçamento de plantio não são apropriadas e comprometem a qualidade das medidas obtidas.



*Rangefinders* ou *telêmetros* são instrumentos ópticos de medição de distância. Alguns clinômetros tradicionais, como o Blume-Leiss e o Suunto, trazem opcionalmente um telêmetro que, associado a uma régua, permite determinar com precisão as distâncias correspondentes às suas escalas de medição de altura. Já os clinômetros mais recentes, que utilizam a tecnologia ultrassom ou laser, são capazes de medir a distância observador-árvore por meio do procedimento de visar o tronco da árvore (laser) ou um alvo-emissor colocado junto ao tronco (ultrassom).

### **Clinômetros digitais com laser ou ultrassom**

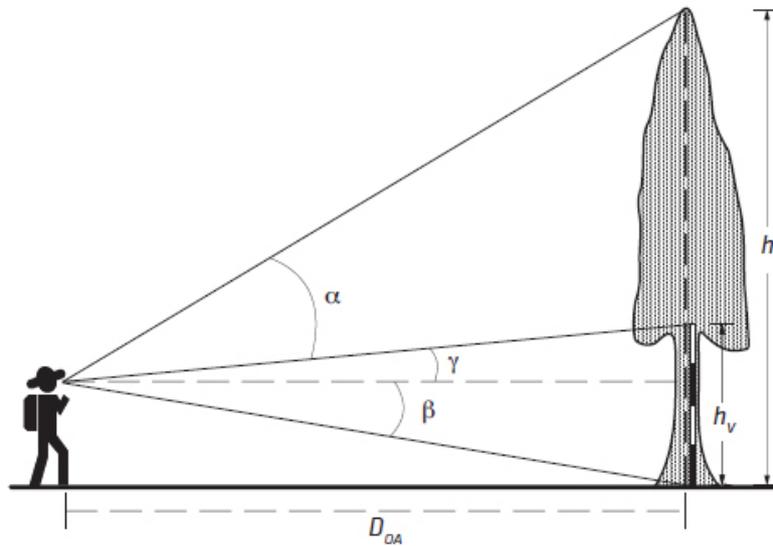
Clinômetros digitais, como o Criterion (Laser Technology) e o Vertex (Haglöf), foram criados incorporando a tecnologia laser e/ou ultrassom. Esses instrumentos possuem emissores e receptores de laser e/ou de ultrassom, de forma que eles são capazes de medir a distância observador-árvore. O resultado é que o medidor tem total liberdade quanto ao seu posicionamento em relação à árvore, podendo escolher a melhor posição de visualização sem se preocupar com a distância. A tecnologia digital permite a esses instrumentos o cálculo da altura com base na distância observador-árvore e nos ângulos de visada medidos pelo próprio instrumento. A tecnologia digital também permite que várias medidas da mesma árvore sejam rapidamente calculadas e apresentadas no visor. Mais ainda, essa tecnologia permite que o instrumento possa realizar automaticamente a correção para declividade, facilitando o seu uso em qualquer tipo de terreno e situação. No caso dos clinômetros tradicionais, a tomada de visada quando a distância horizontal do observador à árvore não pode ser mensurada exige que medidas adicionais, além da medida da altura, sejam efetuadas. Uma limitação desse tipo de instrumento é que calibrações mais frequentes são necessárias. Grandes mudanças de temperatura e umidade do ar no decorrer de um dia de trabalho exigem que esses instrumentos sejam calibrados no campo mais de uma vez por dia.

### **Altura sem a distância observador-árvore**

A distância observador-árvore é de medição relativamente fácil na maioria das condições florestais, seja em florestas nativas, seja em florestas plantadas. Em geral, a visualização apropriada da base e da copa da árvore oferece maior dificuldade do que a medição da distância. Entretanto, com a medição do ângulo de uma terceira visada, é possível eliminar a necessidade de se medir a distância observador-árvore. A



terceira visada pode ser direcionada a uma baliza de altura conhecida ( $h_V$ ) ou numa posição no tronco da árvore cuja altura seja conhecida, conforme a figura abaixo.



Fonte: Quantificação de recursos florestais. João Luís F. Batista, Hilton Thadeu Z. do Couto and Demóstenes F. da Silva

Esta técnica não é utilizada com frequência, porque o ângulo de visada do topo da baliza ( $\gamma$ ) tende a ser um ângulo pequeno e pequenos erros em sua medição resultam em erros consideráveis na altura medida. Esse problema se torna particularmente grave no caso de árvores muito altas, em que o observador deve se posicionar a grandes distâncias para visualizar o topo da árvore.

### c) Correção para a declividade

As expressões gerais, utilizadas para estimar a altura das árvores, levam em consideração a distância entre o observador e a árvore no plano horizontal ( $L$ ). Em **declividades menores que  $10^\circ$ , normalmente assume-se que a distância no plano horizontal seja igual à distância medida no campo ( $D_{campo}$ )**. Em declividades acima desse valor, 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:**

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

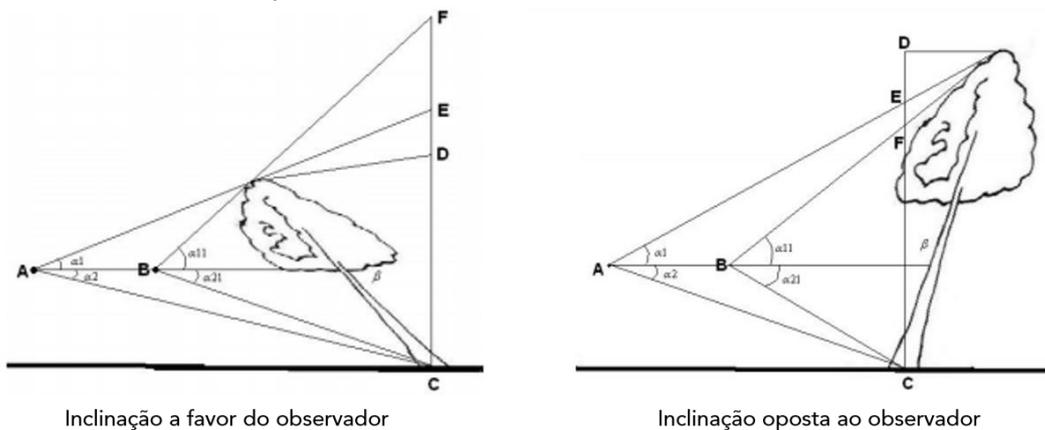
Onde:  $h_c = \text{altura corrigida}$

**d) 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**. Professora, não entendi! Não seria ao contrário? Então vamos lá!

Você deve ter notado que até agora foram consideradas as medições feitas com se o fuste estivesse perpendicular ao terreno. Porém, essa posição nem sempre ocorre, pois, tal verticalidade não é frequente, o que ocasiona erros significativos, quando não se usa técnica de medição correta, que é um erro que depende também da habilidade do operador. Esses erros também podem ser aumentados ou diminuídos de acordo com a precisão do instrumento usado.



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

Leituras para a inclinação a favor do operador:

Operador A	Operador B
Altura Real = CD	Altura Real = CD
Altura Lida = CE	Altura Lida = CF
Erro = DE	Erro > DE

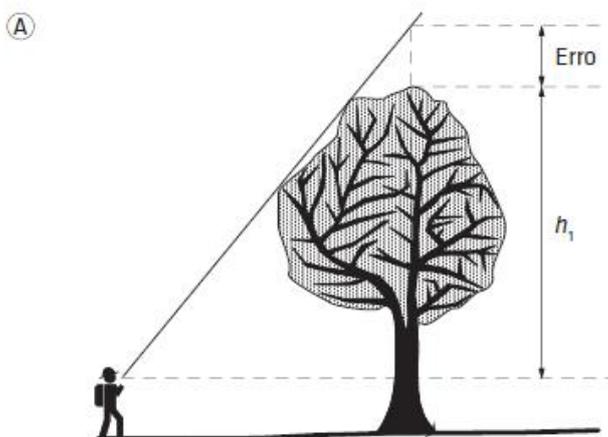
Leituras para a inclinação oposta ao operador:



Operador A	Operador B
Altura Real = CD	Altura Real = CD
Altura Lida = CE	Altura Lida = CF
Erro = ED	Erro > ED

Esse tipo de erro ocorre sempre, porque no povoamento se torna difícil ver a árvore totalmente, como também no sub-bosque onde ocorre regeneração natural, a luminosidade é diminuída, dificultando a visada da base. Você pode notar que o **erro pode ser diminuído pela simples técnica de se aumentar a distância do observador até a árvore.**

- **Erros relacionados aos instrumentos:** desleixo na manutenção e manuseio dos instrumentos.
- **Erros relacionados ao observador (operador):** falta de habilidade do operador.
- **Visualização da copa:** em florestas densas, a visualização da copa de uma árvore pode ser obstruída pelas copas das demais árvores, sendo comum o observador se aproximar mais da árvore com o objetivo de visualizá-la melhor. O excesso de proximidade, entretanto, gera um outro problema de visualização em que os ramos laterais são confundidos com os ramos mais altos. Para evitar esse tipo de problema, não se deve medir uma árvore estando a uma distância menor que a altura dela. Observe a figura abaixo e perceba que nesse caso ocorre uma **superestimação** da altura da árvore.



Fonte: Quantificação de recursos florestais. João Luís F. Batista, Hilton Thadeu Z. do Couto and Demóstenes F. da Silva





Princípio Geométrico	Princípio Trigonométrico
Baseia-se na relação entre <b>triângulos semelhantes</b>	Baseia-se na relação entre <b>triângulos retângulos</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



### Hipsômetro Vertex

#### 1. Vertex IV

O hipsômetro Vertex IV **emprega impulsos ultrassônicos** e isso **evita a necessidade de usar ternas** ou de roçar o sub-bosque para **medir a distância até as árvores da amostra**. A mira em forma de cruz permite a medição com velocidade e precisão da altura de árvores de 0,1 a 999 metros a partir de distâncias de até 30 metros.



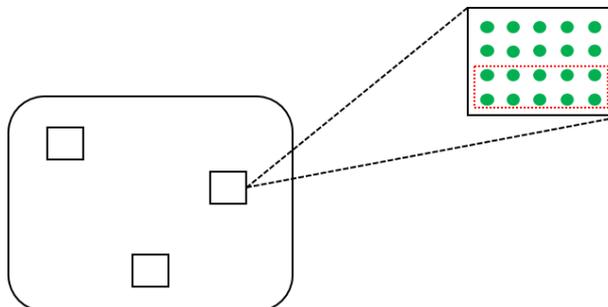
#### 2. Vertex Laser

O Vertex Laser consiste em um equipamento leve que une as funções de um hipsômetro Vertex com a tecnologia de ultrassom e laser, permitindo seu uso em vários tipos de terrenos e ambientes. Este equipamento possui comando automático "modo-chuva", que o protege contra a água, fornecendo resultados precisos na chuva.



## e) 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.

Como exemplos de alguns modelos hipsométricos, têm-se:

Modelos	
Modelo de Curtis	$\ln H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \frac{1}{DAP} + \varepsilon$
Modelo parabólico	$H = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP + \beta_2 \cdot DAP^2 + \varepsilon$
Modelo linha reta	$H = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP + \varepsilon$



(Prefeitura de Itapema-SC/2016) A dendrometria é uma parte fundamental de ciência florestal, constituindo-se em uma disciplina básica e primordial para o engenheiro florestal. Diante disso, assinale a alternativa incorreta:

- a) Vertex III, Christen I, Clinômetro de Abney, Blume Leiss são exemplos de equipamentos que podem ser utilizados para medir a altura das árvores.
- b) Para determinar o diâmetro das árvores com o auxílio de uma fita métrica, deve-se posicioná-la a 1,3 m do nível do solo (DAP – diâmetro à altura do peito) para obter a circunferência. O valor da circunferência deverá ser dividido por  $\pi$ , para obter o diâmetro ( $d = c(\text{circunferência})/\pi$ ).



c) Relação hipsométrica é a relação entre o DAP e a altura de uma árvore, sendo utilizada para prever o diâmetro de árvores que tiveram apenas a altura medida em campo, aumentando a velocidade dos levantamentos e reduzindo seus custos.

d) O Vertex é um aparelho eletrônico de fácil manuseio e alta precisão, que fornece, além da altura da árvore, a distância aparente, o ângulo de inclinação do terreno e a distância corrigida.

#### Comentários:

Conforme vimos em aula, a relação hipsométrica é utilizada para prever a altura de árvores que não foram medidas em campo. Por isso, a letra c está incorreta.

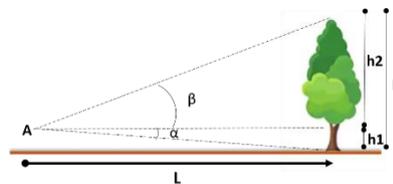
c) Relação hipsométrica é a relação entre o DAP e a altura de uma árvore, sendo **utilizada para prever o diâmetro de árvores** que tiveram apenas a altura medida em campo, aumentando a velocidade dos levantamentos e reduzindo seus custos.

**Gabarito: C**

(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**



## 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.



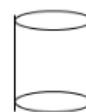
Cone



Parabolóide



Neilóide



Cilindro

Fonte: Souza et al., 2006.<sup>8</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>9</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>10</sup>

<sup>8</sup> SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 276p

<sup>9</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.



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

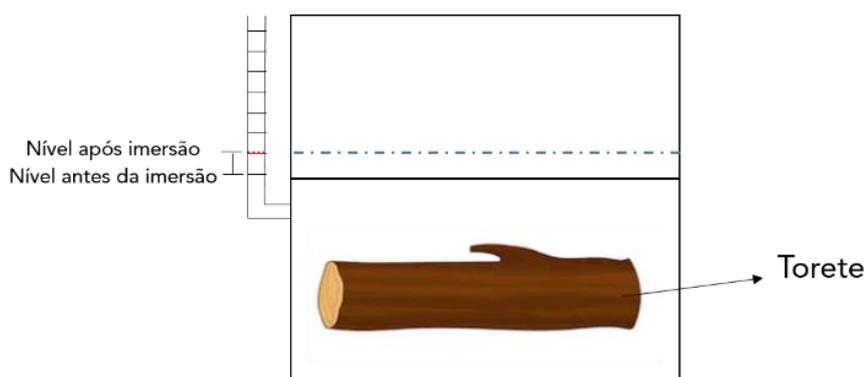
Iremos estudar os principais métodos utilizados para cálculo de volume de árvores cobrados em provas de concursos públicos.

## a) Determinação do volume

### 1. 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.



### 2. 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 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.



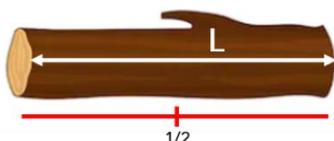
## 1. Métodos de cubagem absolutos

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>11</sup>:

### 1.1) Huber

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

$$V = AS_{1/2} \cdot L = \left( \frac{\pi * d_{1/2}^2}{4} \right) * L$$



Em que: V= volume, em m<sup>3</sup>; AS<sub>1/2</sub> área seccional obtida na metade do comprimento da seção, em m<sup>2</sup>; 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<sup>3</sup>; AS<sub>1</sub> e AS<sub>2</sub> = áreas seccionais obtidas nas extremidades da seção, em m<sup>2</sup>; L = comprimento da seção, em m.

---

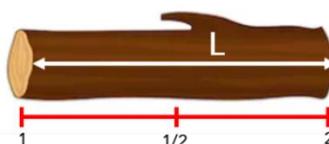
<sup>11</sup> HUSCH, B.; MILLER, C.I.; KERSHAW, J. **Forest mensuration**. 4. ed. New Jersey: John Willey e Sons, Inc, 2003. 443 p.



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

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



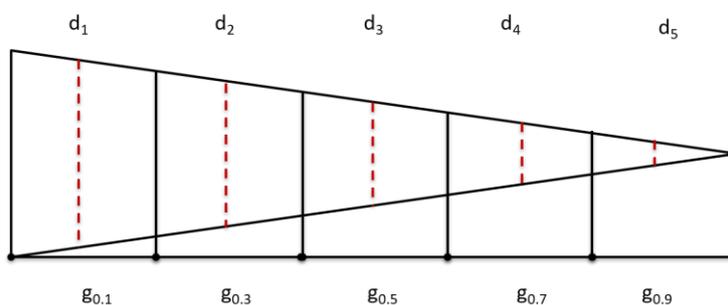
Em que: V = volume, em m<sup>3</sup>; AS<sub>1</sub> e AS<sub>2</sub> = áreas seccionais obtidas nas extremidades da seção, em m<sup>2</sup>; <sup>3</sup>; AS<sub>1/2</sub> área seccional obtida na metade do comprimento da seção, em m<sup>2</sup>; L = comprimento da seção, em m.

## 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>12</sup>

### 2.1) Fórmula de Hohenald

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



<sup>12</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.



O volume é calculado a partir da seguinte fórmula:

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

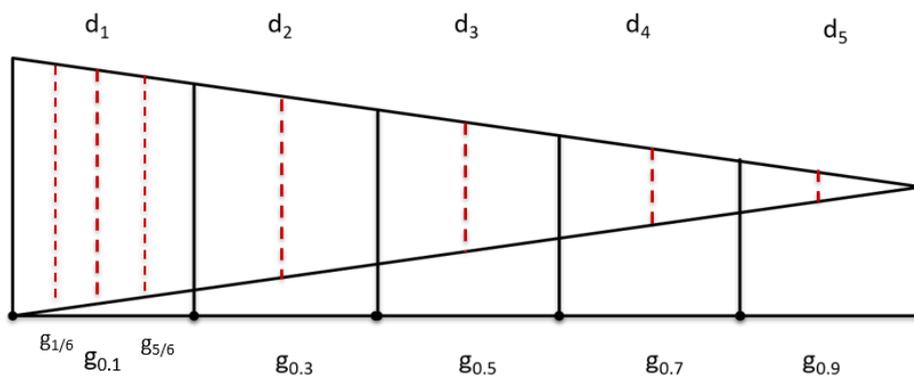
Onde:

h = altura da árvore;

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

## 2.2) Fórmula da FAO

A fórmula da FAO é uma adaptação da fórmula de Hohenald mais especificamente para aquelas **árvores ou espécies** que apresentam **maior deformação na base**. Assim na 1ª seção toma-se também diâmetro a 1/6 e a 5/6 de seu comprimento, para que o volume da parte inferior seja mais bem estimado, sendo que a primeira subtora é contada duas vezes.



A fórmula é expressa da seguinte maneira:

$$V = 0,2. h. \left[ \left( \frac{2g_{\frac{1}{6}} + g_{0,1} + g_{\frac{5}{6}}}{4} \right) + g_{0,3} + g_{0,5} + g_{0,7} + g_{0,9} \right]$$

Onde:

$g_{1/6}$  = área seccional ou transversal tomada a 1/6 da 1ª seção;

$g_{5/6}$  = área seccional ou transversal tomada a 5/6 da 1ª seção;



## b) Forma da árvore

Dentro de uma floresta, seja ela plantada ou nativa, pode-se observar que existe uma variação muito grande nas formas das árvores. Essas variações quase sempre estão em função da diminuição do diâmetro da árvore, partindo da base para o topo. Essa diminuição de diâmetros que geralmente ocorre, é conhecida como taper, é a razão fundamental da variação no volume, variando de acordo com a espécie, idade e condições de sítio.

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.

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

### 1. Fator de Forma

O fator de forma é uma razão entre o volume da árvore e o volume de um sólido geométrico, normalmente o de um cilindro com o mesmo diâmetro e altura da árvore. Esse fator multiplicado pelo volume do cilindro representa o volume total da árvore, ou seja, o fator de forma é um fator de redução para obtenção do volume das árvores.<sup>13</sup>

A determinação do fator de forma varia de acordo com o ponto onde é calculada a área transversal. Para estar de acordo com os sólidos geométricos essa área deveria ser calculada na base da árvore, no entanto, quase sempre é calculada com base no diâmetro a altura do peito, devido à falta de praticidade para medir o diâmetro na base da árvore, assim como pela irregularidade dessa seção, causada pelo sistema radicular.<sup>14</sup>

O fator de forma, pode ser **real ou verdadeiro, falso ou artificial**, dependendo da altura em que for medido o diâmetro do cilindro de referência. Dessa maneira, se o diâmetro do cilindro de referência for medido em altura relativa, o fator de forma será denominado real ou verdadeiro, e caso seja medido a uma **altura absoluta**, o fator de forma denominar-se-á **falso ou artificial**.

Fator de **forma artificial ( $f_1, 3h$ )**, também denominado de falso ou artificial, é assim chamado por apresentar a característica de que dois fustes com mesma forma geométrica, mas com diferentes alturas, não apresentam o mesmo fator de forma artificial. Este efeito é causado pela influência das suas bases, que em árvores velhas e grandes excedem a região do diâmetro à altura do peito, o que ocorre principalmente com espécies tropicais. Genericamente, este fator pode ser obtido pela razão entre o volume cubado da

---

<sup>13</sup> PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. Mensura Forestal. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1997. 586 p.

<sup>14</sup> PERTILLE, C. T. COMPARAÇÃO DA ESTIMATIVA DE VOLUME DE Pinus taeda L. ENTRE EQUAÇÃO VOLUMÉTRICA E FATOR DE FORMA POR CLASSE DIAMÉTRICA. UFPR. Curitiba. 2017.



árvore (total ou parcial) e o volume de um cilindro, cuja altura e diâmetro (medido a 1,30 m da base da árvore-altura absoluta) sejam iguais aos da árvore considerada.

O **fator de forma natural ( $fo_{1h}$ )**, ou verdadeiro, foi introduzido por Hohenadl em 1924 e é definido como a razão entre o volume cubado da árvore e o volume de um cilindro com diâmetro e altura igual ao da árvore, sendo o diâmetro tomado a 10% da altura total da árvore (altura relativa), isto é,  $do_{1h}$ . Para obter o diâmetro a 10% da altura é necessário conhecer previamente a altura da árvore. A medição mais simples do diâmetro a altura do peito influencia para que na prática, geralmente se trabalhe com os fatores de forma falsos, apesar de que com eles se oculta a funcionalidade da forma do fuste. A seguir iremos estudar melhor o fator de forma natural ou de Hohenadl.

Dessa forma, o 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 é influenciado pela:

- ✓ Espécie;
- ✓ Sítio;
- ✓ Espaçamento;
- ✓ Desbaste;
- ✓ Idade etc.

Por esses motivos, deve-se ter muito cuidado ao se utilizar um único número médio para representar todas as espécies do gênero *Eucalyptus sp.*, por exemplo, ou mesmo uma única espécie em diferentes idades, sítio e sujeita a diferentes espaçamentos.

O fator de forma varia de acordo, com o ponto onde é calculada a área seccional (g). Vejamos:

#### A) 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>15</sup>.

---

<sup>15</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.





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>16</sup>

## B) Fator de forma de Hohenald ou natural

O fator de forma de Hohenald é definido como sendo a razão entre o volume real e o volume cilíndrico, sendo que, o volume do cilindro, é obtido a partir do diâmetro com casca, tomado a 10% da altura da árvore e da altura total.

$$f_{0,1} = \frac{V_{real}}{g_{0,1} \cdot h}$$

Onde:

$f_{0,1}$  = fator de forma natural;

$V_{real}$  = volume real do tronco;

$g_{0,1}$  = área seccional transversal do tronco à altura de  **$h/10$**

$h$  = altura da árvore.

---

<sup>16,13</sup> SOARES, C.P.B.; NETO, F.P.de; SOUZA, A.L. de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa, UFV, 2006. 276p.

### Comparação entre o fator de forma normal e o fator de forma de Hohenald<sup>17</sup>:

a) Quando a árvore tem 13 metros de altura, estes fatores são iguais; *como assim?*

No fator de forma de Hohenald o diâmetro para o cálculo do volume do cilindro é tomado a 10% da altura da árvore, ou seja, se a árvore tem 13 m, 10% de 13 correspondem a 1,30 m. Com isso, o fator de forma normal (diâmetro para o cálculo do volume do cilindro é tomada a 1,30 - DAP) e o fator de forma de Hohenald ficam iguais.

b) Para árvores maiores de 13m de altura, o fator de forma normal, é menor que o fator de forma de Hohenald;

c) Para árvores menores de 13m de altura, o fator de forma normal, é maior que o fator de forma de Hohenald;

d) O fator de Hohenald, é mais eficiente que o fator de forma normal, já que árvores com diferentes alturas, mas com mesma conicidade, apresentam diferentes valores, o que não ocorre com o fator de forma de Hohenald;

e) O fator de forma normal, é muito mais simples de ser aplicado a nível de campo, já que nas parcelas dos inventários é mais fácil medir o dap que o diâmetro a 10% da altura.

## 2. 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.

### A) Quociente de Schiffel

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

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

---

<sup>17</sup> SCOLFORO, J. R. S.; THIERSCH, C. R. **Biometria Florestal: Medição, Volumetria e Gravimetria**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 285P.



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>18</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	$V = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \beta_3 DAP Ht + \beta_4 DAP^2 Ht + \beta_5 Ht + \varepsilon$

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>19</sup>

<sup>18</sup> SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 276p

<sup>19</sup> SILVA, J.A.A.; PAULA NETO, F. **Princípios básicos de dendrometria**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 1979. 185 p. (Apostila).

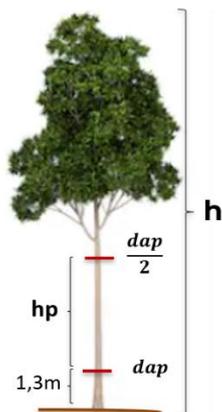




Medidas de precisão da equação ajustada		
<p><b>Coefficiente de Determinação</b> (<math>R^2</math>)</p>	<p>Informa a porcentagem da variação dos dados observados em torno da média que está sendo explicada pela equação ajustada. <b>Quanto mais próximo de 100, maior a precisão da equação.</b></p>	$R^2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

#### D) Fórmula de Pressler

Esta fórmula é baseada no princípio de que o tronco da árvore é semelhante a um parabolóide ordinário ou um cone. O método de Pressler se utiliza **da medição da altura entre o DAP a 1,3 metros e um ponto no fuste onde o diâmetro é igual à metade do DAP**, esta altura é denominada Altura de Pressler ( $h_p$ ). É a partir deste valor de altura, juntamente com os valores de área basal a 1,3 metros, que é realizada a estimativa do volume da árvore.<sup>20</sup>



<sup>20</sup> 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.



A fórmula é dada por:

$$V = g \cdot \frac{2}{3} \cdot hp$$

Onde:

V = Volume da árvore;

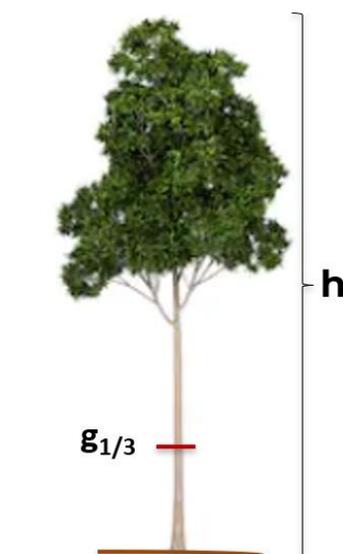
g = área seccional a 1,30 m;

hp = altura de Pressler.

**Esta fórmula é exata para paraboloides ou cones e conduz a erros de 1/8 quando se trata de nelóide.<sup>21</sup>**

### E) Fórmula de Hossfeld

O volume é obtido a partir do diâmetro tomado a 1/3 da altura da árvore.



Esta é uma fórmula muito semelhante à de Pressler, que é expressa por:

$$V = \frac{3}{4} \cdot g_{1/3} \cdot h$$

Onde:

V = volume da árvore;

---

<sup>21</sup> GURGEL, O. A. F. Silvimetria, São Paulo, Instituto Federal de São Paulo, Curso Prático de Silvicultura, 139-189, 1974.



$g_{1/3}$  = área seccional tomada a  $1/3$  da altura da árvore;

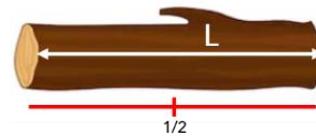
$h$  = altura total da árvore.

## c) Volumenes comerciais

### 1. 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  $m^3$ ;

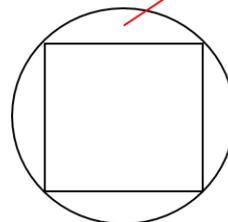
$C$  = circunferência com ou sem casca na metade do comprimento da tora, em  $m$ ;  $C = 2\pi R$

$L$  = comprimento da tora, em  $m$ .



O volume de Francon é o **adotado pelas madeireiras**, 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:

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



## 2. Volume de madeira laminada

Laminação é o processo pelo qual a madeira roliça é transformada em lâminas de madeira. As lâminas obtidas podem ser utilizadas na construção de painéis compensados ou no acabamento de móveis ou portas. O processo de laminação se assemelha ao "desenrolar de um carretel de linha", em que a linha sendo desenrolada é, na verdade, uma lâmina de madeira e o carretel é o torno.<sup>22</sup>

Inicialmente, a tora passa pelo processo de arredondamento, tornando-a perfeitamente cilíndrica pela retirada da diferença entre o diâmetro da maior face ( $d_{máx}$ ) e o diâmetro de menor face ( $d_{mín}$ ). Dessa forma, o volume sólido inicial da tora de comprimento  $L$  segundo a fórmula de Smalian:

$$V = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot \left[\frac{d_{máx}^2 + d_{mín}^2}{2}\right] \cdot L$$

É reduzida para o volume útil à laminação:

$$V_{útil} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot d_{mín}^2 \cdot L$$

O volume de lâminas é a diferença entre esse volume útil e o volume cilíndrico definido pelo diâmetro que o torno consegue laminar ( $d_{resto}$ ), gerando uma tora residual chamada *resto rolo*:

$$V_{resto} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot d_{resto}^2 \cdot L$$

$$V_{lâmina} = V_{útil} - V_{resto} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{mín}^2 - d_{resto}^2) \cdot L$$

Onde:

$V_{útil}$  = volume do cilíndrico com base em  $d_{mín}$ ;

$V_{resto}$  = volume do resto rolo;



Deseja-se saber o volume de lâminas que será obtido a partir de uma tora de 2 metros de comprimento e diâmetro na menor extremidade igual a 40 cm, considerando o miolo não laminado, resto rolo = 4 cm.

---

<sup>22</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.

$$V_{l\grave{a}mina} = V_{\acute{u}til} - V_{resto} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{min}^2 - d_{resto}^2) \cdot L = \frac{\pi}{4} \cdot (0,4^2 - 0,04^2) \cdot 2 = 0,2488 \text{ m}^3$$

Os cálculos apresentados nos fornecem uma medida otimista de produção, pois assumem um processo de laminação perfeito, o que dificilmente é o caso. É comum que no processo de laminação haja alguma perda em consequência de imperfeições nos procedimentos ou no funcionamento das máquinas, resultando em perdas por quebras de lâmina ou pela geração de lâminas defeituosas.<sup>23</sup>

### 3. 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>24</sup>

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

O aproveitamento da tora é obtido:

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

Em que:

V<sub>tora</sub> = volume obtido por alguma das fórmulas de cubagem absoluta.



#### 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>.

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

<sup>23</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>24</sup> SCOLFORO, J. R. S.; THIERSCH, C. R. **Biometria Florestal: Medição, Volumetria e Gravimetria.** Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 285P.



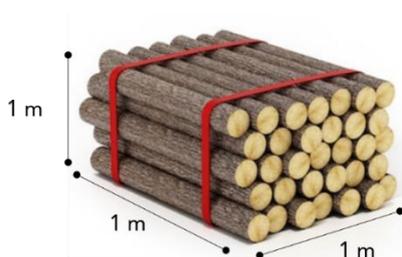
$$V_{esq\%} = \frac{V_{esq.}}{V_{tora}} * 100 = \frac{0,4}{0,73} . 100 = 54,79 \%$$

Geralmente, o aproveitamento da madeira serrada, está entre 40 a 60% do volume da tora.<sup>25</sup>

## d) Volume empilhado

### 1. 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.

**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.

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

---

<sup>25</sup> SCOLFORO, J. R. S.; THIERSCH, C. R. **Biometria Florestal: Medição, Volumetria e Gravimetria**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 285P.

## 2. Volume sólido nas pilhas

A medição rápida e exata do volume sólido (real) de madeira que uma pilha contém é uma questão problemática. Rapidez e exatidão, nesse caso, são objetivos conflitantes. Os métodos que produzem medidas com boa exatidão não são rápidos, enquanto os métodos rápidos frequentemente deixam a desejar em relação à exatidão.

O cálculo do volume sólido (Volume real) de uma pilha de madeira pode ser feito de algumas maneiras. A seguir irei apresentar algumas delas<sup>26</sup>:

**Cubagem rigorosa:** consiste em medir os diâmetros e o comprimento de todas as toras individuais na pilha, de modo que uma fórmula de cubagem possa ser aplicada a cada tora, determinando seu volume sólido. O volume sólido de madeira na pilha é a soma dos volumes sólidos das toras individuais. É o método mais simples e mais exato, mas também o mais lento e trabalhoso.

**Método fotográfico:** consiste em fotografias horizontais tomadas perpendicularmente às faces das pilhas. Após a fotografia ser obtida, aplica-se sobre ela um reticulado de pontos e contam-se quantos pontos do reticulado não estão posicionados sobre os topos das toras, isto é, são pontos no ar.

A proporção do volume da pilha ocupada por madeira (volume sólido) é calculada como:

$$\text{Proporção de volume sólido} = 1 - \frac{\text{número de pontos no ar}}{\text{número total de pontos}}$$

---

<sup>26</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.

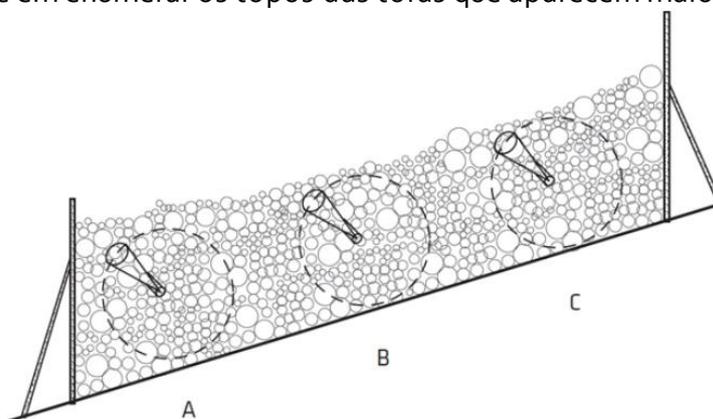




Fonte: Batista et al., 2014. <sup>27</sup>

Esse método é **rápido, seguro e preciso**. Mas o problema do **mau empilhamento tem uma forte influência sobre a aplicabilidade do método**. Se os topos das toras se mostram muito desalinhados em consequência do empilhamento irregular, com muitas toras em posição oblíqua à face da pilha, a contagem dos pontos será dificultada e poderá gerar resultados de menor confiabilidade.

**Método de enumeração angular:** determina o volume sólido de uma pilha com base na proporção da face da pilha que é ocupada pelos topos das toras. Para determinar essa proporção, ele utiliza o Princípio de Bitterlich, que consiste em enumerar os topos das toras que aparecem maiores que um dado ângulo.



Fonte: Batista et al., 2014. <sup>28</sup>

<sup>27</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>28</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.

Esse método consiste em girar um ângulo a partir de um ponto em um dos lados da pilha (em que aparecem os topos das toras) e contar todas as toras cujos topos não são totalmente sobrepostos pelo ângulo. Ao girar o ângulo, define-se um círculo com raio conhecido. O ângulo e o raio definidos determinam uma constante de proporcionalidade ( $k$ ) entre o número de toras contadas e a razão da superfície dos topos das toras e a área do círculo formado. Essa razão é a proporção do volume da pilha que é tomada pelo volume sólido de madeira empilhada.

Primeiro, deve-se encontrar a razão superfície-área pelo produto da constante de proporcionalidade ( $k$ ) e o número de toras enumeradas:

$$\text{Razão superfície} - \text{área} = k * N^{\circ} \text{ de toras enumeradas}$$

Então, aplica-se a razão superfície-área sobre o volume da pilha para se obter o volume sólido da pilha:

$$\text{Volume sólido} = \text{Razão superfície} - \text{área} * \text{Volume da pilha}$$

**Método da densidade aparente da pilha:** esse método se aplica à determinação do volume sólido de madeira nas pilhas de toretes na carroceria de caminhões no recebimento ou no pátio de unidades industriais de produção que disponham de balança para medir a massa de caminhões. A massa de madeira do caminhão é obtida pela diferença entre a massa do caminhão carregado (entrada do caminhão) e a massa do caminhão descarregado (saída do caminhão).

Com o descarregamento do caminhão, uma amostra de 10 a 20 pequenos toretes (toretos amostrais) é obtida da carga do caminhão. Os toretes amostrais tem de 10 cm a 30 cm de comprimento e são retirados das pontas dos toretes selecionados aleatoriamente da carga. Os toretes amostrais são pesados e seu volume é determinado geralmente pelo método do deslocamento de água (xilômetro). Com base nessas duas medidas, massa e volume dos toretes amostrais, pode-se obter a densidade aparente da pilha de madeira no caminhão:

$$\delta_A = \frac{\text{Massa dos toretes amostrais}}{\text{Volume dos toretes amostrais}}$$

O volume sólido na carga do caminhão é obtido pela razão da massa de madeira no caminhão pela densidade aparente da pilha:

$$\text{Volume sólido da carga} = \frac{\text{Massa de madeira no caminhão}}{\delta_A}$$





DESPENCA NA  
PROVA!



TOME  
NOTA!

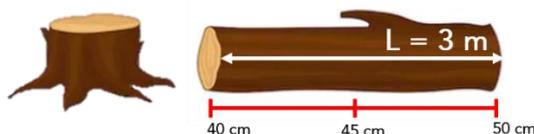
Método	Expressão
Huber	$V = AS_{\frac{1}{2}} * L$
Smalian	$V = \frac{AS_1 + AS_2}{2} * L$
Newton	$V = \frac{AS_1 + 4 * AS_{1/2} + AS_2}{6} * L$
Volume Frankon (ou 4º reduzido)	$V = \left(\frac{C}{4}\right)^2 * L$



HORA DE  
PRATICAR!

(CESPE/PF/2018) Caso se assuma 3,14 como valor de  $\pi$  e, com cada uma das fórmulas de Newton, Smalian e Huber, seja calculado o volume de um torete de madeira com 3 m de comprimento, diâmetros de 40 cm na menor extremidade, de 45 cm no meio do torete e 50 cm na maior extremidade, o volume calculado pela fórmula de Smalian será o que mais se aproximará do volume calculado pela fórmula de Newton.

Comentários:



$$\text{Huber} = V = AS_{\frac{1}{2}} * L$$

$$AS_{1/2} = \frac{\pi * d^2}{4} \therefore \frac{3,14 * 0,45^2}{4} = 0,1589 \text{ m}^2$$

$$V = AS_{\frac{1}{2}} * L = 0,1589 * 3 = \mathbf{0,4769 \text{ m}^3}$$

$$\text{Smalian} = V = \frac{AS_1 + AS_2}{2} * L$$

$$AS_1 = \frac{\pi * d^2}{4} \therefore \frac{3,14 * 0,4^2}{4} = 0,1256 \text{ m}^2$$



$$AS_2 = \frac{\pi * d^2}{4} \therefore \frac{3,14 * 0,5^2}{4} = 0,1963 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{AS_1 + AS_2}{2} * L \therefore \frac{0,1256 + 0,1963}{2} * 3 = \mathbf{0,48285 \text{ m}^3}$$

$$\text{Newton} = V = \frac{AS_1 + AS_{1/2} + AS_2}{6} * L$$

$$AS_1 = \frac{\pi * d^2}{4} \therefore \frac{3,14 * 0,4^2}{4} = 0,1256 \text{ m}^2$$

$$AS_{1/2} = \frac{\pi * d^2}{4} \therefore \frac{3,14 * 0,45^2}{4} = 0,1589 \text{ m}^2$$

$$AS_2 = \frac{\pi * d^2}{4} \therefore \frac{3,14 * 0,5^2}{4} = 0,1963 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{AS_1 + 4 * AS_{1/2} + AS_2}{6} * L \therefore \frac{0,1256 + 4 * 0,1589 + 0,1963}{6} * 3 = \mathbf{0,4788 \text{ m}^3}$$

A questão está errada, pois o valor mais próximo de Newton é Huber, e não Smalian.

**Gabarito: Errado**

(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 m<sup>3</sup>.

**Comentários:**

Errado. Como visto em aula, o volume esquadrejado é dado pela seguinte expressão:

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

Em que:

d = diâmetro sem casca (d) da menor extremidade;

Sabendo que 50 cm = 0,5 m

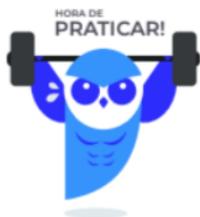
$$V_{\text{esquadrejada}} = \frac{d^2}{2} * L = \frac{0,5^2}{2} * 6 = 0,75 \text{ m}^3$$

**Gabarito: Errada**





## QUESTÕES COMENTADAS



### Diâmetro

1. (Instituto AOCP - Perito (ITEP RN)/Criminal/Meio Ambiente/2021) Um perito e o auxiliar operacional estão em uma área florestal para realização da medição direta do diâmetro das árvores. Essas medidas serão tomadas com precisão e realizadas à altura do peito (1,30m) das árvores. Sabendo-se que esse perito dispõe de poucos instrumentos e uma das formas de realizar a medida florestal é utilizando equipamento com barra graduada e com dois braços paralelos dispostos perpendiculares à barra, em que um braço é fixo e o outro se desloca de um lado para outro facilitando a realização da medida, o perito pede ao auxiliar que lhe entregue:

- a) a fita florestal.
- b) a suta florestal.
- c) a trena florestal.
- d) o paquímetro florestal.
- e) o rugosímetro florestal.

**Comentário:** Vimos em aula que o instrumento que consiste em uma barra graduada e com dois braços paralelos dispostos perpendiculares à barra, em que um braço é fixo e o outro se desloca de um lado para outro facilitando a realização da medida é a **SUTA**.

**Gabarito: B**

2. (FEPESE-SC/2019) Sobre medição e/ou cubagem de árvores para inventário florestal, quando determinamos ou medimos a circunferência de uma árvore a 1,30 m de altura e dividimos este valor pelo valor de  $\pi$  (3,14) obtemos:

- a) RAP (raio a à altura do peito)
- b) VAP (volume à altura do peito).
- c) VAP (volume à altura da árvore).
- d) DAP (diâmetro à altura do peito).
- e) CAP (circunferência à altura do peito).



**Comentário:** Quanto dividimos o CAP (circunferência à altura do peito) por  $\pi$  obtemos o DAP (diâmetro à altura do peito).

**Gabarito: D**

3. (Prefeitura Municipal de Tailândia - PA/2019) Consiste de uma régua graduada conectada a dois braços perpendiculares, um fixo e o outro móvel, com o braço fixo localizado em uma das extremidades, coincidindo com o zero da escala e o braço móvel na direção oposta que, ao afastar-se do zero, promove uma abertura que, encaixada no ponto de medição, reflete o diâmetro da árvore que está sendo medida. É o conceito de:

- a) fita métrica.
- b) suta.
- c) fita diamétrica.
- d) paquímetro.

**Comentário:** Vimos em aula, que o conceito apresentado no enunciado é da suta.

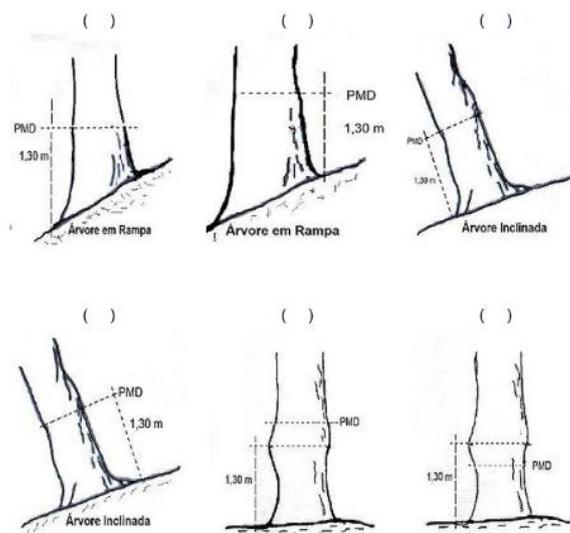
*"Consiste em uma régua graduada, conectada a dois braços perpendiculares, sendo um fixo e outro móvel. O braço fixo fica em uma extremidade e sua posição coincide com o zero da escala. A graduação da escala, normalmente é de 1 cm em 1 cm, com submúltiplos em milímetros."*



**Gabarito: C**

4. (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**

5. (Prefeitura de Rurópolis-SP/2019) A técnica de medição de árvores individualmente é denominada de dendrometria, palavra derivada dos vocábulos gregos dendron e metria, que significam, respectivamente, árvore e mensuração. A dendrometria, portanto, refere-se ao estudo das dimensões das árvores e objetiva, basicamente, determinar o volume florestal e, portanto, prognosticar com confiança o estoque e o incremento florestal. Uma das medidas importantes nos trabalhos de inventário florestal é o diâmetro a altura do peito (DAP). A DAP é calculada, considerando-se outra medida, que é a circunferência a altura do peito (CAP), e  $\pi$ , que é a proporção numérica originada da relação entre as grandezas do perímetro de uma circunferência e o seu diâmetro, cujo valor é aproximadamente 3,141592. A fórmula para calcular o diâmetro a altura do peito é  $DAP = CAP / \pi$ . Considerando-se então que, numa medição de três árvores hipotéticas cujas CAP medem respectivamente 7m; 8,5m e 9,25m, as medidas de DAP são, respectivamente,



- a) 2,22817; 2,705635 e 2,944367.
- b) 3,11111; 2,578903 e 2,964761.
- c) 2,11111; 2,533301 e 3,231465.
- d) 2,34617; 2,845638 e 3,899235.

**Comentários:**

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

$$(1) CAP = 7 \text{ m} \therefore DAP = \frac{7}{\pi} = \mathbf{2,2281 \text{ m}}$$

$$(2) CAP = 8,5 \text{ m} \therefore DAP = \frac{8,5}{\pi} = \mathbf{2,7056 \text{ m}}$$

$$(3) CAP = 9,25 \text{ m} \therefore DAP = \frac{9,25}{\pi} = \mathbf{2,9443 \text{ m}}$$

**Gabarito: A**

**6. (Prefeitura de Porto Xavier-RS/2018) Qual a área basal ( $g_i$ ) de uma árvore, levando-se em consideração que o DAP dela é de 10 cm?**

- A) 0,0785 m<sup>2</sup>.
- B) 0,000785 m<sup>2</sup>.
- C) 0,00785 m<sup>2</sup>.
- D) 0,785 m<sup>2</sup>.
- E) Nenhuma das anteriores.

**Comentários:**

A área basal de uma árvore com DAP = 10 cm ou 0,01 m pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$g_i = \frac{\pi * DAP^2}{4} = \frac{\pi * 0,1^2}{4} = 0,00785m^2$$

**Gabarito: C**

**7. (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

### 8. (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 seção 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

### 9. (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**

## Altura

**10. (Prefeitura de Valinhos/2019) O hipsômetro e a suta são instrumentos de medição, respectivamente, de**

- a) terrenos declivosos e altitude.
- b) capacidade de campo e ponto de murcha permanente.
- c) altura de árvores e diâmetro à altura do peito.
- d) distância entre pontos distintos e área de um local.
- e) teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

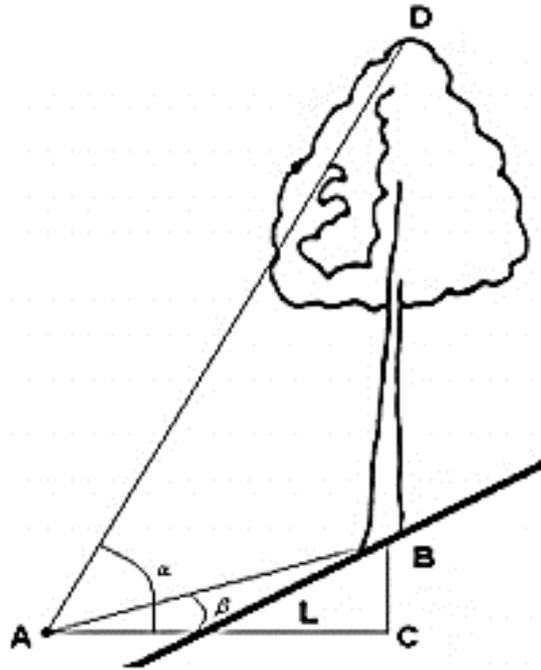
### Comentários:

Conforme visto em aula, o hipsômetro é um instrumento de medição de altura de árvores e a suta de diâmetro.

**Gabarito: C**

**11. (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:

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

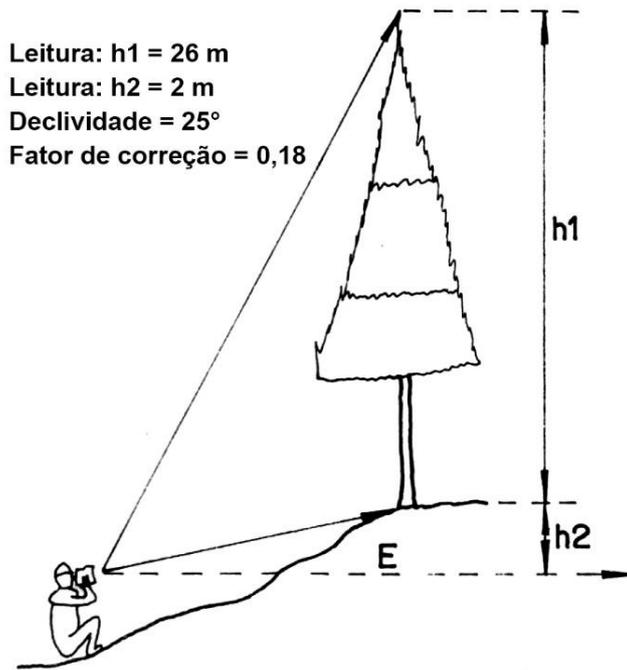
Agora, é necessário corrigir a distância horizontal por causa do aclive de  $7^\circ$ . A questão nos informou o fator de correção = 0,01. Logo:

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

Gabarito: E

12. (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:

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

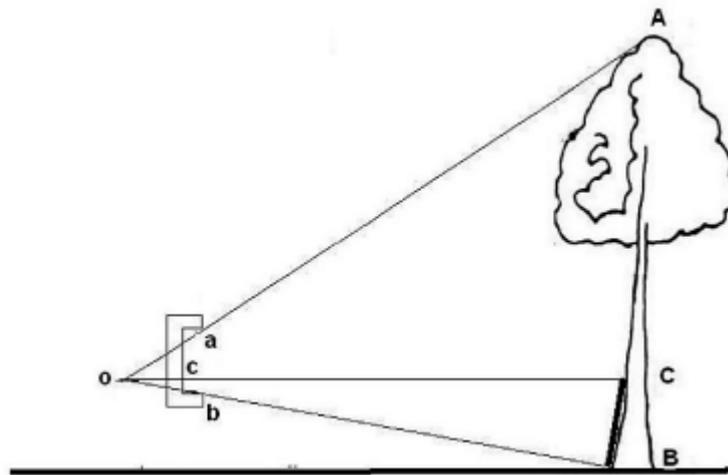
Agora fazendo a correção da declividade com o fator de correção fornecido pela questão, teremos:

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

**Gabarito: E**

13. (UFPR/2019) O hipsômetro de Christen é um dos instrumentos mais simples para medir a altura de árvores, apresentando ainda a vantagem tanto de dispensar a medida da distância do observador até a árvore quanto de dar a leitura direta da altura da árvore. Esse instrumento consta de uma régua, que pode ser de madeira ou de metal, com uma graduação entre as duas aberturas, distantes de 30 cm.





Dados:

$cb$  = altura da árvore representada na régua.

$ab = 30 \text{ cm}$  = distância entre as reentrâncias.

$CB$  = tamanho da baliza.

$AB$  = altura da árvore.

Obs.: não há declividade no terreno e a linha de visada do operador é paralela ao solo.

Considerando os dados acima, quantos centímetros estarão marcados no hipsômetro para representar uma árvore de 30 metros, quando o tamanho da baliza for de 4 metros?

- a) 2,5 cm.
- b) 3,5 cm.
- c) 4 cm.
- d) 5 cm.
- e) 6 cm.

#### Comentários:

Vimos em aula que por semelhança de triângulos podemos resolver a questão da seguinte maneira:

$$\frac{ab}{cb} = \frac{AB}{CB} \therefore \frac{30}{cb} = \frac{30}{4} \therefore cb = 4 \text{ cm}$$

**Gabarito: C**

14. (UFG/2019) É importante destacar que a medição da altura de uma árvore exige o uso de algum instrumento auxiliar, pois o ponto de medição nem sempre está acessível ao mensurador. Para isso, pode-se utilizar:

- a) fita métrica.
- b) hipsômetro.



- c) régua de Biltmore.
- d) suta.

**Comentários:**

O instrumento utilizado para medir a altura de uma árvore quando o ponto de medição não está acessível ao mensurador é o hipsômetro. Logo o gabarito da questão é alternativa B.

**Gabarito: B**

**15. (UFSC/2016) Os hipsômetros utilizados na medição indireta da altura têm sua construção baseada em princípios trigonométricos ou geométricos.**

Assinale a alternativa que indica CORRETAMENTE o hipsômetro baseado em princípio geométrico.

- a) Hipsômetro de Weise.
- b) Hipsômetro do Serviço Florestal Americano.
- c) Hipsômetro Suunto.
- d) Hipsômetro Haga.
- e) Hipsômetro Blume-Leiss.

**Comentários:**

■  
São hipsômetros baseados no princípio geométrico:

- ✓ Hipsômetro de Merrit
- ✓ Hipsômetro de Klausner modificado
- ✓ **Hipsômetro de Christen**
- ✓ Hipsômetro de Klausner
- ✓ Hipsômetro de Faustmann
- ✓ **Hipsômetro de Weise**
- ✓ Hipsômetro de Winkler
- ✓ Hipsômetro misto de Aleixo

Logo o gabarito da questão é a alternativa A.

**Gabarito: A**

**16. (UFMT/2012) Os erros mais frequentes na medição da altura de uma árvore estão relacionados com a inclinação do terreno, com a forma da copa e com a inclinação da árvore.**

A partir dessas informações, marque V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.



( ) As alturas medidas com hipsômetros trigonométricos ou geométricos devem ser corrigidas sempre que as árvores se situem em aclives ou declives, pois a distância do operador à árvore é diferente de quando está em terreno plano.

( ) Quando a árvore está inclinada para o lado do operador, é comum errar por excesso de medição da altura, mas, quando a árvore está inclinada para o lado oposto ao operador, os erros de medição estão relacionados com a determinação de alturas menores.

( ) No caso de copas densas ou arredondadas, é comum que a leitura não seja efetuada no alinhamento da base ao topo da árvore, assim, na medição da altura dessas folhosas, ocorre a subestimação desse valor, enquanto na medição de coníferas ocorre o inverso.

Assinale a sequência correta.

a) V, V, F

b) V, F, V

c) F, F, V

d) F, V, F

#### Comentários:

(V) As alturas medidas com hipsômetros trigonométricos ou geométricos devem ser corrigidas sempre que as árvores se situem em aclives ou declives, pois a distância do operador à árvore é diferente de quando está em terreno plano.

A distância observador-árvore, utilizada tanto nos hipsômetros trigonométricos quanto nos geométricos, é sempre a distância horizontal ou planimétrica, ou seja, a mesma distância que seria obtida com uma régua sobre um mapa planimétrico de escala conhecida. Em terrenos declivosos essa distância pode diferir bastante daquela medida diretamente sobre o terreno. Quando a visada da árvore é tomada no sentido do declive, a **medida da altura obtida precisa ser corrigida**.

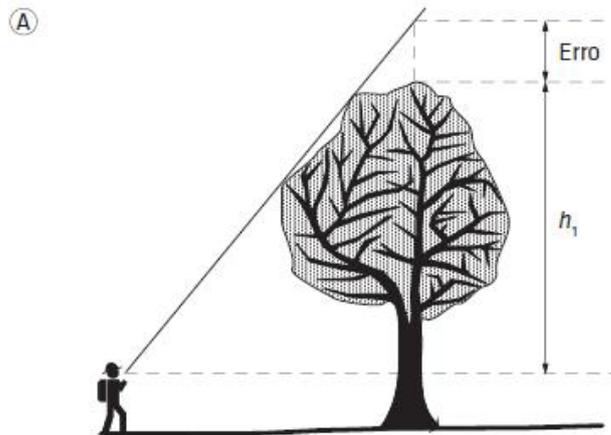
(V) Quando a árvore está inclinada para o lado do operador, é comum errar por excesso de medição da altura, mas, quando a árvore está inclinada para o lado oposto ao operador, os erros de medição estão relacionados com a determinação de alturas menores.

Vimos que 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**.

(F) No caso de copas densas ou arredondadas, é comum que a leitura não seja efetuada no alinhamento da base ao topo da árvore, assim, na medição da altura dessas folhosas, ocorre a **subestimação** desse valor, enquanto na medição de coníferas ocorre o inverso.

Em florestas densas, a visualização da copa de uma árvore pode ser obstruída pelas copas das demais árvores, sendo comum o observador se aproximar mais da árvore com o objetivo de visualizá-la melhor. O excesso de proximidade, entretanto, gera um outro problema de visualização em que os ramos laterais são confundidos com os ramos mais altos. Para evitar esse tipo de problema, não se deve medir uma árvore estando a uma distância menor que a altura dela. Observe a figura abaixo e perceba que ocorre uma **superestimação** e não uma subestimação, conforme afirma a assertiva.





Fonte: Quantificação de recursos florestais. João Luís F. Batista, Hilton Thadeu Z. do Couto and Demóstenes F. da Silva

**Gabarito: A**

17. (UFU/2015) Um operador, medindo a altura total de uma árvore com um hipsômetro do tipo Blume-Leiss, usando a escala de 20 metros, efetuou as seguintes leituras da base e ápice das árvores, respectivamente: 1,5 e 17,8 metros. O terreno onde foi efetuada a medição possuía uma leve declividade de três graus. A altura total da árvore é:

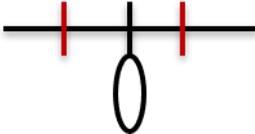
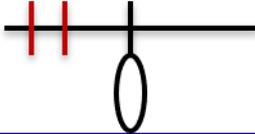
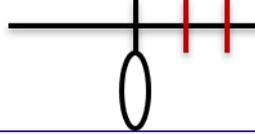
- a) 19,3 metros.
- b) 16,3 metros.
- c) 17,8 metros.
- d) 20,0 metros.

**Comentários:**

Note que a árvore está em um declive de  $3^\circ$ , logo utilizando esta tabela abaixo podemos perceber que os valores das leituras superior e inferior serão somadas. Assim:

$$h = 1,5 + 17,8 = 19,3$$



Limite superior	Limite inferior	Altura da árvore (h)	Esquema instrumento
+	-	$h = l_i + l_s$	 Em nível
-	-	$h = l_s - l_i$	 Active
+	+	$h = l_i - l_s$	 Declive

Gabarito: A

## Volume

18. (FGV/2022 - Perito Criminal POLITEC/AP) Tendo em vista que a forma de árvores não é perfeitamente regular, o uso de métodos (fórmulas) de cubagem, implica na divisão do fuste das árvores em  $n$  seções (toras). Isto leva à medição dos diâmetros em diferentes posições ao longo do fuste. O volume de cada seção pode ser calculado pelas fórmulas de Smalian, Huber ou Newton, dependendo da posição onde o diâmetro é mensurado em cada seção.

Uma tora com 5m de comprimento, cubada pelo método de Smalian, apresenta diâmetros em suas extremidades de 60cm e 40cm.

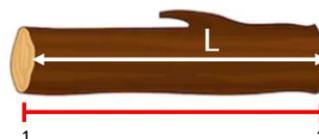
Com base nessas informações, o volume cubado da tora é de

- a)  $0,20\text{m}^3$ .
- b)  $0,50\text{m}^3$ .
- c)  $1,02\text{m}^3$ .
- d)  $5,50\text{m}^3$ .
- e)  $10,21\text{m}^3$ .

### Comentários:

Conforme vimos em aula, a determinação do volume pelo método de Smalian é feita utilizando a seguinte fórmula:

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



Primeiramente, iremos calcular as áreas seccionais:



$$AS_1 = \frac{\pi * DAP^2}{4} = \frac{\pi * 0,6^2 m}{4} = 0,2827m$$

$$AS_2 = \frac{\pi * DAP^2}{4} = \frac{\pi * 0,4^2 m}{4} = 0,1256m$$

Então:

$$V = \frac{AS_1 + AS_2}{2} * L = \frac{0,2827 + 0,1256}{2} * 5 = 1,02m^3$$

**Gabarito: C**

**19. (UFMT/2022 - Perito Oficial POLITEC/MT) Sobre fatores de forma para estimar o volume de árvores, qual deve ser a altura de uma árvore para que os valores para os fatores de forma artificial e natural sejam iguais?**

- a) 1,3 metros
- b) 13,0 metros
- c) 10,0 metros
- d) 10,3 metros
- e) 13,3 metros

**Comentários:**

Conforme vimos em aula, quando a árvore tem 13 metros de altura, estes fatores são iguais; *como assim?*

No fator de forma de Hohenald (natural) o diâmetro para o cálculo do volume do cilindro é tomado a 10% da altura da árvore, ou seja, se a árvore tem 13 m, 10% de 13 correspondem a 1,30 m. Com isso, o fator de forma artificial (diâmetro para o cálculo do volume do cilindro é tomada a 1,30 - DAP) e o fator de forma de Hohenal ficam iguais.

**Gabarito: B**

**20. (UFMT/2022 - Perito Oficial POLITEC/MT) Para uma pilha quadrada de madeira com o lado medindo 3,5 metros, toras com 3,0 metros de comprimento em média, o fator de cubicação é igual a 0,5. Assinale a alternativa que apresenta o valor do fator de empilhamento.**

- a) 1,7
- b) 1,0
- c) 1,5
- d) 2,0
- e) 2,2



### Comentários:

Vimos em aula que o fator de cubicação ( $f_c$ ) converte volume de madeira empilhada em volume sólido de madeira. Este fator é sempre menor do que 1.

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

Então:

$$f_c = \frac{\text{Volume sólido}}{\text{Volume empilhado}} < 1 \therefore 0,5 = \frac{\text{Volume sólido}}{\text{Volume empilhado}}$$

O volume empilhado pode ser calculado da seguinte maneira: basta multiplicar o lado pela altura da pilha e pelo comprimento.

$$\text{Volume empilhado} = 3,5 * 3,5 * 3 = 36,75 \text{ st}$$

$$0,5 = \frac{\text{Volume sólido}}{36,75} \therefore \text{Volume sólido} = 18,375 \text{ m}^3$$

Para encontrarmos o volume empilhado basta utilizar a seguinte fórmula:

$$f_e = \frac{\text{Volume empilhado (st)}}{\text{Volume sólido (m}^3\text{)}} = \frac{36,75}{18,375} = 2$$

**Gabarito: D**

**21. (UFMT/2022 - Perito Oficial POLITEC/MT) Sobre as medidas tomadas com suta métrica em toretes na cubagem rigorosa pelos métodos de Huber, Newton e Smalian, é correto afirmar:**

a) No método por Huber, deve ser medido o diâmetro na posição central; pelo método de Smalian, os diâmetros nas extremidades devem ser mensurados e, por Newton, mensuram-se os diâmetros nas posições central e nas extremidades.

b) Na cubagem rigorosa por Smalian, deve ser medido o diâmetro na posição central; pelo método de Newton, mensuram-se os diâmetros nas posições central e nas extremidades e, por Huber, deve ser mensurado o diâmetro na posição central do torete.



c) No método de Newton, os diâmetros são medidos exclusivamente nas extremidades, enquanto pelo método de Smalian são tomadas medidas dos diâmetros nas extremidades, e o diâmetro na posição central é mensurado na cubagem rigorosa por Huber.

d) O diâmetro nas extremidades do torete é mensurado no método de Huber e, para os métodos de Newton e Smalian, são coletadas medidas apenas na posição central dos toretes.

e) Os diâmetros nas posições centrais e nas extremidades dos toretes são medidos no método de Newton, e, nos métodos de Huber e Smalian, são coletados os diâmetros nas extremidades.

#### Comentários:

Vimos em aula que pelo método de Huber, o diâmetro é medido na posição central; já pelo método de Smalian, os diâmetros nas extremidades devem ser mensurados e, por Newton, mensuram-se os diâmetros nas posições central e nas extremidades. Logo o gabarito da questão é a alternativa A.

**Gabarito: A**

**22. (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 m<sup>3</sup>.
- b) seu volume é menor do que 3,0 m<sup>3</sup>.
- c) sua área transversal é menor do que 0,25 m<sup>2</sup>.
- d) sua área seccional é maior do que 0,25 m<sup>2</sup>.

#### 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:

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



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

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

Gabarito: D

23. (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 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**.

- 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

24. (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) Smallian.
- 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**

25. (PC-PI/2018) Considere os seguintes dados de uma tora (madeira) a ser cubada:

- densidade =  $0,42\text{g/cm}^3$
- peso =  $750\text{kg}$ .

Assinale a alternativa que contém o volume desta tora.

a)  $1,7857\text{ m}^3$

b)  $17,8571\text{ m}^3$

c)  $178,5714\text{ m}^3$

d)  $0,1786\text{ m}^3$

e)  $0,0179\text{ m}^3$

**Comentários:**

Sabendo que a fórmula da densidade é dada por:

$$d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

Podemos encontrar o valor do volume, porém antes de efetuar os cálculos percebam que a densidade está em  $\text{g/cm}^3$  e a massa em quilogramas. Como as alternativas estão em  $\text{m}^3$ , devemos transformar a densidade para  $\text{kg/m}^3$ , para isso devemos multiplicar  $\text{g/cm}^3$  por 1.000:

$$d = 0,42\text{ g/cm}^3 * 1.000 = 420\text{ kg/m}^3$$

$$d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \therefore 420\text{kg/m}^3 = \frac{750\text{kg}}{\text{volume}} \therefore \text{Volume} = 1,785\text{m}^3$$

**Gabarito: A**

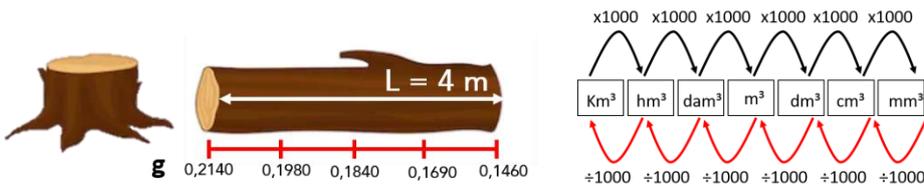
Determinada tora de *Tectona grandis* com 4,0 m de comprimento tem os seguintes diâmetros a partir da base:  $d_0 = 52,2\text{ cm}$ ;  $d_1 = 50,2\text{ cm}$ ;  $d_2 = 48,4\text{ cm}$ ;  $d_3 = 46,40\text{ cm}$  e  $d_4 = 43,1\text{ cm}$ . Para efeito dos cálculos considerar que esses diâmetros correspondem,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



26. (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:



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

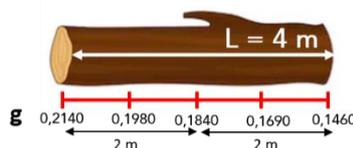
$$Newton = V = \frac{AS_1 + 4 \cdot AS_{1/2} + AS_2}{6} \cdot L = \frac{0,2140 + 4 * 0,1840 + 0,1460}{6} * 4 = 0,730664cm^3 * 1.000.000 = 730.664m^3$$

Gabarito: C

27. (Prefeitura de Rondonópolis/2016) Considerando como referência a seção de 2,0 m para efetuar a cubagem de toda a tora pelo método de Huber e pelo método de Smalian, é correto afirmar:

- a) O volume da tora por **Huber** é 0,732000 m<sup>3</sup>, enquanto por **Smalian** é 0,734000 m<sup>3</sup>.
- b) O volume da tora por **Huber** é 0,728000 m<sup>3</sup>, enquanto por **Smalian** é 732.000 cm<sup>3</sup>.
- c) A diferença entre os volumes calculados por **Huber** e **Smalian** é 4.000 cm<sup>3</sup>.
- d) O volume da tora por **Huber** é 734.000 cm<sup>3</sup>, enquanto por **Smalian** é 728.000 cm<sup>3</sup>.

Comentários:



$$Huber = V = AS_{\frac{1}{2}} * L = (0,1980 * 2) + (0,1690 * 2) = 0,396 + 0,338 = 0,734m^3 * 1.000.000 = 734.000cm^3$$

$$Smalian = V = \frac{AS_1 + AS_2}{2} \cdot L = \left( \frac{0,2140 + 0,1840}{2} * 2 \right) + \left( \frac{0,1840 + 0,1460}{2} * 2 \right) = 0,398 + 0,33 = 0,728m^3 = 728.000cm^3$$

Gabarito: D



28. (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.

#### Comentários:

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

**Gabarito: A**

29. (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:

Coefficiente 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 ( $S_{y.x}$ ): 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  $R^2$  (coeficiente de determinação) e o menor erro-padrão da estimativa ( $S_{yx}$ ) é o de Curtis.

**Gabarito: A**

30. (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 ( $f_e$ ):** 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 m<sup>3</sup>

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

**Gabarito: C**

31. (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:**

$IMA * IR = 43 * 6 = 258m^3/ha$  (ao final do sexto ano um hectare terá  $258m^3$  de madeira)

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

32. (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  $5,6 \text{ st}$  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:**

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

$$f_c = \frac{\text{Volume sólido}}{\text{Volume empilhado}} \therefore f_c = \frac{4}{5,6} = \mathbf{0,71}$$

**Gabarito: C**

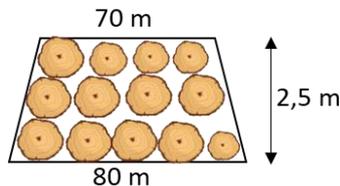
33. (SEMA-MA/2016) Realizando um trabalho de fiscalização em uma serraria, um agente fiscal encontrou no pátio toras de madeira roliças empilhadas de maneira a formar uma pilha de forma trapezoidal, com medidas de 80 m na base e 70 m no topo. As toras tinham o tamanho médio de 2,2 m e a altura da pilha 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.

**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**

34. (COMPESA/2016) No plano de manejo de uma floresta energética, com idade de rotação de 7 anos, IMA de 43 m<sup>3</sup>/ha/ano, fator de empilhamento da lenha de 1,3 e rendimento volumétrico em carvão de 58%, a produção estimada de lenha (st/ha) e a de carvão vegetal (mdc/ha) serão, respectivamente:

- a) 87,0 e 50,6.
- b) 125,5 e 73,0.
- c) 213,5 e 124,1.
- d) 391,3 e 227,0.
- e) 570,5 e 331,7.

**Comentários:**

$$IMA * IR = 43 * 7 = 301 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$f_e = \frac{\text{Volume empilhado (st)}}{\text{Volume sólido (m}^3)} \therefore 1,3 = \frac{\text{Volume empilhado}}{301} = \mathbf{391,3 \text{ st/ha}}$$

Apenas com o cálculo da produção estimada de lenha (st/ha) já encontraríamos o gabarito da questão. Para calcular a produção de carvão (mdc/ha), basta multiplicar o rendimento volumétrico pela produção estimada de lenha (veremos mais adiante em nosso curso):

$$\text{carvão vegetal (mdc/ha)} = 391,3 * 0,58 = \mathbf{227 \text{ mdc/ha}}$$

**Gabarito: D**



35. (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**

36. (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**



37. (AOCP - Perito Criminal - ES/2019) O decréscimo natural do diâmetro ao longo do fuste, que é uma razão entre diâmetros usada para estimar o volume de uma árvore, é denominado

- a) fator de forma.
- b) diâmetro à altura do peito.
- c) cubagem rigorosa.
- d) modelo volumétrico.
- e) quociente de forma.

**Comentário:**

Vimos em aula, que o quociente de forma é a **razão entre diâmetros**.

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

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

Logo, o gabarito da questão é a letra E.

**Gabarito: E**

38. (NUCEPE / PC - PI / 2018) Para o cálculo do volume de árvores, o método do Xilômetro é o que apresenta os resultados mais reais e consiste em:

- a) Um método de retirada do xiloma da árvore, em que este é levado para laboratório e o resultado da análise laboratorial determina, dentro da metragem amostrada, o volume da árvore.
- b) Um método de retirada da derme do exemplar arbóreo, e através da moagem e secagem, pode-se calcular o volume deste exemplar.
- c) Um método de cubagem que utiliza expressões matemáticas que estimam, com certa acuracidade, o valor paramétrico do volume do fuste da árvore ou parte dele.
- d) Um método de cubagem em que se retira a casca do exemplar arbóreo, e pode-se calcular o volume do mesmo por meio de imersão, secagem e pesagem.
- e) Um método de cubagem que fornece o valor paramétrico do volume, ou seja, o volume verdadeiro

**Comentário:**

Vimos em aula, que o método do xilômetro trata-se de um **método bastante simples** e muito antigo. Consiste em medir o volume de um sólido pelo volume de água que é deslocado quando o sólido é mergulhado num recipiente com 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.

Com isso, o gabarito da nossa questão é a letra E.



Gabarito: E

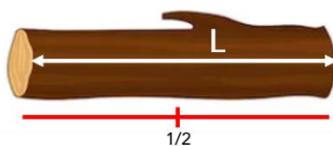
39. (PC- RJ) Para a determinação do volume de árvores, o método do xilômetro é o que oferece resultados mais precisos. Sua utilização não é tão intensa em virtude da complexidade das operações, pelo fato de ser de difícil construção, difícil transporte e demorado manuseio. Por estes motivos, utiliza-se o emprego de fórmulas. Na fórmula também conhecida como fórmula de secção intermediária, o volume  $V$  é o produto da área da secção intermediária  $g_{1/2}$  pelo comprimento da tora, sendo que para o volume total da tora, também se deve adicionar o volume do cone da tora final, quando este existir. Quando o diâmetro é tirado na metade do comprimento da tora do,5 e o volume é calculado como se a tora fosse um cilindro, a diferença para menos na parte superior é compensada pela diferença a mais na parte inferior. A fórmula em questão se refere a:

- a) Fórmula de Newton.
- b) Fórmula de Huber.
- c) Fórmula de Smalian.
- d) Fórmula de Pressler.
- e) Fórmula de Hossfeld.

#### Comentário:

A questão descreve o cálculo do volume pela fórmula de Huber. Por essa fórmula, o volume da tora é obtido pelo produto da área seccional medida na metade da seção e o comprimento da seção.

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



Gabarito: B

#### Tópicos mesclados

40. "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 estimação dos recursos florestais, quer seja da própria árvore ou do próprio povoamento, com finalidade de predizer 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.

#### 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 predição 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**

**41. 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.

#### 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**

**42. (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.

#### **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.

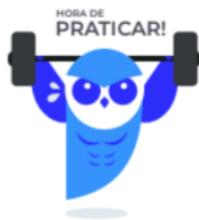
d) **Correta.** A fita diamétrica e a suta são instrumentos de medição direta. Contudo, há instrumentos como o Relascópio de Bitterlich e o Pentaprisma de Wheeler que medem o diâmetro da árvore em diversas alturas, através de medidas indiretas.

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**



## LISTA DE QUESTÕES



### Diâmetro

1. (Instituto AOCP - Perito (ITEP RN)/Criminal/Meio Ambiente/2021) Um perito e o auxiliar operacional estão em uma área florestal para realização da medição direta do diâmetro das árvores. Essas medidas serão tomadas com precisão e realizadas à altura do peito (1,30m) das árvores. Sabendo-se que esse perito dispõe de poucos instrumentos e uma das formas de realizar a medida florestal é utilizando equipamento com barra graduada e com dois braços paralelos dispostos perpendiculares à barra, em que um braço é fixo e o outro se desloca de um lado para outro facilitando a realização da medida, o perito pede ao auxiliar que lhe entregue:

- a) a fita florestal.
- b) a suta florestal.
- c) a trena florestal.
- d) o paquímetro florestal.
- e) o rugosímetro florestal.

2. (FEPESE-SC/2019) Sobre medição e/ou cubagem de árvores para inventário florestal, quando determinamos ou medimos a circunferência de uma árvore a 1,30 m de altura e dividimos este valor pelo valor de  $\pi$  (3,14) obtemos:

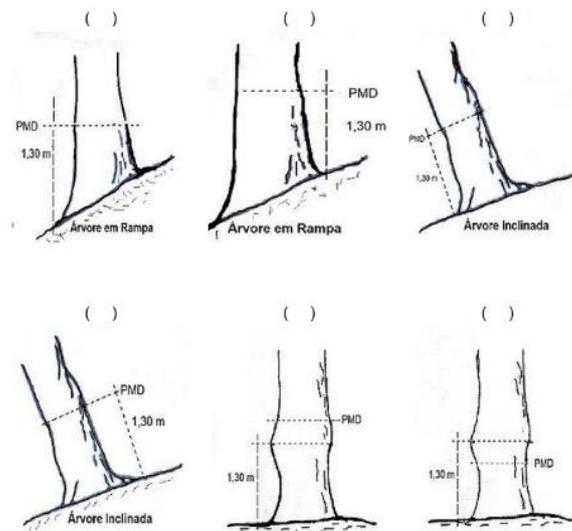
- a) RAP (raio a à altura do peito)
- b) VAP (volume à altura do peito).
- c) VAP (volume à altura da árvore).
- d) DAP (diâmetro à altura do peito).
- e) CAP (circunferência à altura do peito).

3. (Prefeitura Municipal de Tailândia - PA/2019) Consiste de uma régua graduada conectada a dois braços perpendiculares, um fixo e o outro móvel, com o braço fixo localizado em uma das extremidades, coincidindo com o zero da escala e o braço móvel na direção oposta que, ao afastar-se do zero, promove uma abertura que, encaixada no ponto de medição, reflete o diâmetro da árvore que está sendo medida. É o conceito de:



- a) fita métrica.
- b) suta.
- c) fita diamétrica.
- d) paquímetro.

4. (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 sequência 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.

5. (Prefeitura de Rurópolis-SP/2019) A técnica de medição de árvores individualmente é denominada de dendrometria, palavra derivada dos vocábulos gregos dendron e metria, que significam, respectivamente, árvore e mensuração. A dendrometria, portanto, refere-se ao estudo das dimensões das árvores e objetiva, basicamente, determinar o volume florestal e, portanto, prognosticar com confiança o estoque e o incremento florestal. Uma das medidas importantes nos trabalhos de inventário florestal é o diâmetro a altura do peito (DAP). A DAP é calculada, considerando-se outra medida, que é a circunferência a altura do peito (CAP), e  $\pi$ , que é a proporção numérica originada da relação entre as grandezas do perímetro de uma circunferência e o seu diâmetro, cujo valor é aproximadamente 3,141592. A fórmula para calcular o diâmetro a altura do peito é  $DAP = CAP / \pi$ . Considerando-se então que, numa medição de três árvores hipotéticas cujas CAP medem respectivamente 7m; 8,5m e 9,25m, as medidas de DAP são, respectivamente,



- a) 2,22817; 2,705635 e 2,944367.
- b) 3,11111; 2,578903 e 2,964761.
- c) 2,11111; 2,533301 e 3,231465.
- d) 2,34617; 2,845638 e 3,899235.

**6. (Prefeitura de Porto Xavier-RS/2018) Qual a área basal (gi) de uma árvore, levando-se em consideração que o DAP dela é de 10 cm?**

- a) 0,0785 m<sup>2</sup>.
- b) 0,000785 m<sup>2</sup>.
- c) 0,00785 m<sup>2</sup>.
- d) 0,785 m<sup>2</sup>.
- e) Nenhuma das anteriores.

**7. (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.

**8. (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<sup>2</sup>/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<sup>3</sup>/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<sup>2</sup>/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<sup>2</sup>/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  $m^3/ha$ .

**9. (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.

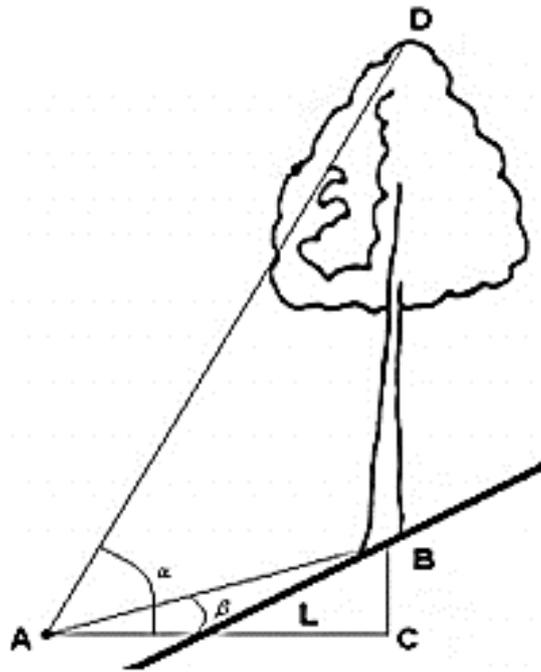
## Altura

**10. (Prefeitura de Valinhos/2019) O hipsômetro e a suta são instrumentos de medição, respectivamente, de**

- a) terrenos declivosos e altitude.
- b) capacidade de campo e ponto de murcha permanente.
- c) altura de árvores e diâmetro à altura do peito.
- d) distância entre pontos distintos e área de um local.
- e) teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

**11. (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).**





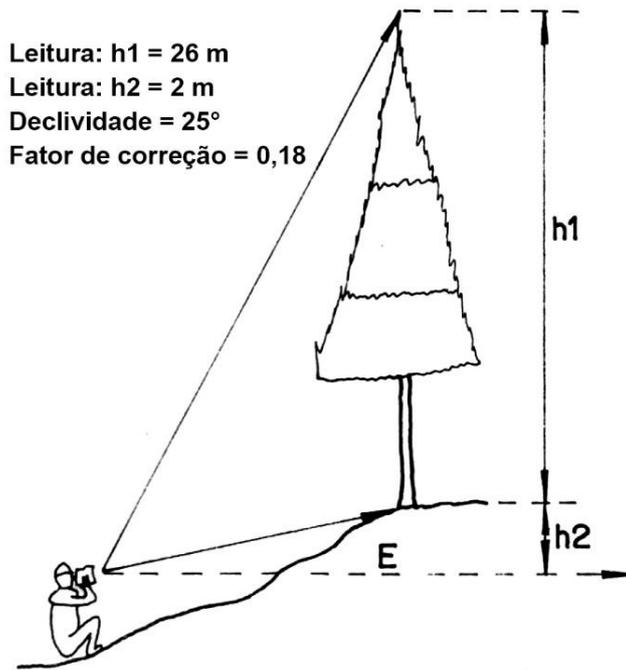
Fonte: Silva e Neto (1979)

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.

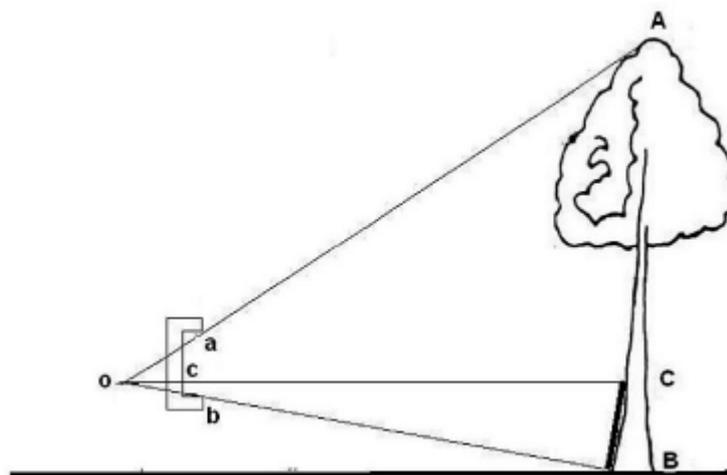
12. (Prefeitura de Quatro Barras-PR/2019) Com base na figura ao lado, cujos dados foram obtidos pelo hipsômetro de Blume-Leiss, é correto afirmar que a altura da árvore é:





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

13. (UFPR/2019) O hipsômetro de Christen é um dos instrumentos mais simples para medir a altura de árvores, apresentando ainda a vantagem tanto de dispensar a medida da distância do observador até a árvore quanto de dar a leitura direta da altura da árvore. Esse instrumento consta de uma régua, que pode ser de madeira ou de metal, com uma graduação entre as duas aberturas, distantes de 30 cm.



Dados:

$cb$  = altura da árvore representada na régua.



$ab = 30 \text{ cm}$  = distância entre as reentrâncias.

CB = tamanho da baliza.

AB = altura da árvore.

Obs.: não há declividade no terreno e a linha de visada do operador é paralela ao solo.

Considerando os dados acima, quantos centímetros estarão marcados no hipsômetro para representar uma árvore de 30 metros, quando o tamanho da baliza for de 4 metros?

- a) 2,5 cm.
- b) 3,5 cm.
- c) 4 cm.
- d) 5 cm.
- e) 6 cm.

**14. (UFG/2019) É importante destacar que a medição da altura de uma árvore exige o uso de algum instrumento auxiliar, pois o ponto de medição nem sempre está acessível ao mensurador. Para isso, pode-se utilizar:**

- a) fita métrica.
- b) hipsômetro.
- c) régua de Biltmore.
- d) suta.

**15. (UFSC/2016) Os hipsômetros utilizados na medição indireta da altura têm sua construção baseada em princípios trigonométricos ou geométricos.**

Assinale a alternativa que indica CORRETAMENTE o hipsômetro baseado em princípio geométrico.

- a) Hipsômetro de Weise.
- b) Hipsômetro do Serviço Florestal Americano.
- c) Hipsômetro Suunto.
- d) Hipsômetro Haga.
- e) Hipsômetro Blume-Leiss.

**16. (UFMT/2012) Os erros mais frequentes na medição da altura de uma árvore estão relacionados com a inclinação do terreno, com a forma da copa e com a inclinação da árvore.**

A partir dessas informações, marque V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.



( ) As alturas medidas com hipsômetros trigonométricos ou geométricos devem ser corrigidas sempre que as árvores se situem em aclives ou declives, pois a distância do operador à árvore é diferente de quando está em terreno plano.

( ) Quando a árvore está inclinada para o lado do operador, é comum errar por excesso de medição da altura, mas, quando a árvore está inclinada para o lado oposto ao operador, os erros de medição estão relacionados com a determinação de alturas menores.

( ) No caso de copas densas ou arredondadas, é comum que a leitura não seja efetuada no alinhamento da base ao topo da árvore, assim, na medição da altura dessas folhosas, ocorre a subestimação desse valor, enquanto na medição de coníferas ocorre o inverso.

Assinale a sequência correta.

a) V, V, F

b) V, F, V

c) F, F, V

d) F, V, F

**17. (UFU/2015) Um operador, medindo a altura total de uma árvore com um hipsômetro do tipo Blume-Leiss, usando a escala de 20 metros, efetuou as seguintes leituras da base e ápice das árvores, respectivamente: 1,5 e 17,8 metros. O terreno onde foi efetuada a medição possuía uma leve declividade de três graus. A altura total da árvore é:**

a) 19,3 metros.

b) 16,3 metros.

c) 17,8 metros.

d) 20,0 metros.

## Volume

**18. (FGV/2022 - Perito Criminal POLITEC/AP) Tendo em vista que a forma de árvores não é perfeitamente regular, o uso de métodos (fórmulas) de cubagem, implica na divisão do fuste das árvores em n seções (toras). Isto leva à medição dos diâmetros em diferentes posições ao longo do fuste. O volume de cada seção pode ser calculado pelas fórmulas de Smalian, Huber ou Newton, dependendo da posição onde o diâmetro é mensurado em cada seção.**

**Uma tora com 5m de comprimento, cubada pelo método de Smalian, apresenta diâmetros em suas extremidades de 60cm e 40cm.**

Com base nessas informações, o volume cubado da tora é de

a)  $0,20\text{m}^3$ .

b)  $0,50\text{m}^3$ .

c)  $1,02\text{m}^3$ .

d)  $5,50\text{m}^3$ .



e)  $10,21\text{m}^3$ .

**19. (UFMT/2022 - Perito Oficial POLITEC/MT) Sobre fatores de forma para estimar o volume de árvores, qual deve ser a altura de uma árvore para que os valores para os fatores de forma artificial e natural sejam iguais?**

- a) 1,3 metros
- b) 13,0 metros
- c) 10,0 metros
- d) 10,3 metros
- e) 13,3 metros

**20. (UFMT/2022 - Perito Oficial POLITEC/MT) Para uma pilha quadrada de madeira com o lado medindo 3,5 metros, toras com 3,0 metros de comprimento em média, o fator de cubicação é igual a 0,5. Assinale a alternativa que apresenta o valor do fator de empilhamento.**

- a) 1,7
- b) 1,0
- c) 1,5
- d) 2,0
- e) 2,2

**21. (UFMT/2022 - Perito Oficial POLITEC/MT) Sobre as medidas tomadas com suta métrica em toretes na cubagem rigorosa pelos métodos de Huber, Newton e Smalian, é correto afirmar:**

- a) No método por Huber, deve ser medido o diâmetro na posição central; pelo método de Smalian, os diâmetros nas extremidades devem ser mensurados e, por Newton, mensuram-se os diâmetros nas posições central e nas extremidades.
- b) Na cubagem rigorosa por Smalian, deve ser medido o diâmetro na posição central; pelo método de Newton, mensuram-se os diâmetros nas posições central e nas extremidades e, por Huber, deve ser mensurado o diâmetro na posição central do torete.
- c) No método de Newton, os diâmetros são medidos exclusivamente nas extremidades, enquanto pelo método de Smalian são tomadas medidas dos diâmetros nas extremidades, e o diâmetro na posição central é mensurado na cubagem rigorosa por Huber.
- d) O diâmetro nas extremidades do torete é mensurado no método de Huber e, para os métodos de Newton e Smalian, são coletadas medidas apenas na posição central dos toretes.
- e) Os diâmetros nas posições centrais e nas extremidades dos toretes são medidos no método de Newton, e, nos métodos de Huber e Smalian, são coletados os diâmetros nas extremidades.



22. (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  $0,25 \text{ m}^2$ .

23. (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.

24. (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) Smallian.
- b) Huber.
- c) Hohanald.
- d) Newton.
- e) Belchior/Husch.

25. (PC-PI/2018) Considere os seguintes dados de uma tora (madeira) a ser cubada:

- densidade =  $0,42 \text{ g/cm}^3$
- peso = 750kg.

Assinale a alternativa que contém o volume desta tora.

- a)  $1,7857 \text{ m}^3$
- b)  $17,8571 \text{ m}^3$
- c)  $178,5714 \text{ m}^3$
- d)  $0,1786 \text{ m}^3$



e)  $0,0179 \text{ m}^3$

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

26. (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  $0,736000 \text{ m}^3$ , enquanto por **Newton** é  $0,720000 \text{ m}^3$ .
- b) O volume da tora por **Smalian** é  $0,730664 \text{ m}^3$ , enquanto por **Newton** é  $736.000 \text{ m}^3$ .
- c) O volume da tora por **Smalian** é  $720.000 \text{ cm}^3$ , enquanto por **Newton** é  $730.664 \text{ cm}^3$ .
- d) A diferença entre os volumes calculados por **Smalian** e **Newton** é  $0,016000 \text{ m}^3$ .

27. (Prefeitura de Rondonópolis/2016) Considerando como referência a seção de 2,0 m para efetuar a cubagem de toda a tora pelo método de Huber e pelo método de Smalian, é correto afirmar:

- a) O volume da tora por **Huber** é  $0,732000 \text{ m}^3$ , enquanto por **Smalian** é  $0,734000 \text{ m}^3$ .
- b) O volume da tora por **Huber** é  $0,728000 \text{ m}^3$ , enquanto por **Smalian** é  $732.000 \text{ cm}^3$ .
- c) A diferença entre os volumes calculados por **Huber** e **Smalian** é  $4.000 \text{ cm}^3$ .
- d) O volume da tora por **Huber** é  $734.000 \text{ cm}^3$ , enquanto por **Smalian** é  $728.000 \text{ cm}^3$ .

28. (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.

29. (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>.

30. (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.

31. (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.

32. (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 cubagem 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.

33. (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.

34. (COMPESA/2016) No plano de manejo de uma floresta energética, com idade de rotação de 7 anos, IMA de 43 m<sup>3</sup>/ha/ano, fator de empilhamento da lenha de 1,3 e rendimento volumétrico em carvão de 58%, a produção estimada de lenha (st/ha) e a de carvão vegetal (mdc/ha) serão, respectivamente:

- a) 87,0 e 50,6.
- b) 125,5 e 73,0.
- c) 213,5 e 124,1.
- d) 391,3 e 227,0.
- e) 570,5 e 331,7.

35. (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.



36. (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.

37. (AOCP - Perito Criminal - ES/2019) O decréscimo natural do diâmetro ao longo do fuste, que é uma razão entre diâmetros usada para estimar o volume de uma árvore, é denominado

- a) fator de forma.
- b) diâmetro à altura do peito.
- c) cubagem rigorosa.
- d) modelo volumétrico.
- e) quociente de forma.

38. (NUCEPE / PC - PI / 2018) Para o cálculo do volume de árvores, o método do Xilômetro é o que apresenta os resultados mais reais e consiste em:

- a) Um método de retirada do xiloma da árvore, em que este é levado para laboratório e o resultado da análise laboratorial determina, dentro da metragem amostrada, o volume da árvore.
- b) Um método de retirada da derme do exemplar arbóreo, e através da moagem e secagem, pode-se calcular o volume deste exemplar.
- c) Um método de cubagem que utiliza expressões matemáticas que estimam, com certa acuracidade, o valor paramétrico do volume do fuste da árvore ou parte dele.
- d) Um método de cubagem em que se retira a casca do exemplar arbóreo, e pode-se calcular o volume do mesmo por meio de imersão, secagem e pesagem.
- e) Um método de cubagem que fornece o valor paramétrico do volume, ou seja, o volume verdadeiro

39. (PC- RJ) Para a determinação do volume de árvores, o método do xilômetro é o que oferece resultados mais precisos. Sua utilização não é tão intensa em virtude da complexidade das operações, pelo fato de ser de difícil construção, difícil transporte e demorado manuseio. Por estes motivos, utiliza-se o emprego de fórmulas. Na fórmula também conhecida como fórmula de secção intermediária, o volume  $V$  é o produto da área da secção intermediária  $g_{1/2}$  pelo comprimento da tora, sendo que para o volume total da tora, também se deve adicionar o volume do cone da tora final, quando este existir. Quando o diâmetro é tirado na metade do comprimento da tora  $d_0,5$  e o volume



é calculado como se a tora fosse um cilindro, a diferença para menos na parte superior é compensada pela diferença a mais na parte inferior. A fórmula em questão se refere a:

- a) Fórmula de Newton.
- b) Fórmula de Huber.
- c) Fórmula de Smalian.
- d) Fórmula de Pressler.
- e) Fórmula de Hossfeld.

### Tópicos mesclados

40. "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 estimação dos recursos florestais, quer seja da própria árvore ou do próprio povoamento, com finalidade de predizer 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.

41. 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.

**42. (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.



## GABARITO

GABARITO



- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1. B  | 17. A | 33. B |
| 2. D  | 18. C | 34. D |
| 3. C  | 19. B | 35. D |
| 4. C  | 20. D | 36. B |
| 5. A  | 21. A | 37. E |
| 6. C  | 22. D | 38. E |
| 7. D  | 23. C | 39. B |
| 8. D  | 24. C | 40. C |
| 9. D  | 25. A | 41. E |
| 10. C | 26. C | 42. C |
| 11. E | 27. D |       |
| 12. E | 28. A |       |
| 13. C | 29. A |       |
| 14. B | 30. C |       |
| 15. A | 31. B |       |
| 16. A | 32. C |       |





# 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.