



LISTA DE EXERCÍCIOS DE DENDROMETRIA
CONTEÚDO PROVA 2 - Volume da árvore

1) Considerando o método de determinação do volume por meio da balança hidrostática demonstre que:

$$vc = \frac{ms - mr}{d}$$

Em que: vc = Volume do corpo de prova; ms = massa do recipiente com o corpo de prova; mr = massa do recipiente sem o corpo de prova; d = densidade do fluido.

2) Com base nas informações de cubagem rigorosa de uma árvore mensurada em seções absolutas apresentadas nas tabelas a seguir, e considerando a altura total da árvore igual a 13,0 m, calcule o volume total com casca pelos métodos de cubagem de Smalian (Tabela 1), Huber (Tabela 2) e Newton (Tabela 3). Considere o toco com 10 cm de altura.

Tabela 1 - Dados para cálculo do volume total pelo método de Smalian.

Seção	h_i (m)	$d_{c/c}$ (cm)	$g(m^2)$	$v_{c/c}$ (m ³)
Toco				
1	0,10	21,2		
2	0,50	19,6		
3	1,30	16,6		
4	2,00	15,5		
5	4,00	13,2		
6	6,00	11,2		
7	8,00	8,9		
8	10,00	5,0		
9	12,00	3,5		
Ponta				
Total				

Tabela 2 - Dados para cálculo do volume total pelo método de Huber.

Seção	h_i (m)	$d_{c/c}$ (cm)	$g(m^2)$	$v_{c/c}$ (m ³)
Toco				
1	0,30	20,6		
2	0,90	17,5		
3	1,65	16,1		
4	3,00	14,8		
5	5,00	12,0		
6	7,00	10,1		
7	9,00	7,5		
8	11,00	4,0		
Ponta				
Total				

Tabela 3 - Dados para cálculo do volume total pelo método de Newton.

Torete	h_i (m)	$d_{c/c}$ (cm)	$g(m^2)$	$v_{c/c}$ (m ³)
Toco				
1	0,10	21,2		
	0,30	20,6		
2	0,50	19,6		
	0,90	17,5		
3	1,30	16,6		
	1,65	16,1		
4	2,00	15,5		
	3,00	14,8		
5	4,00	13,2		
	5,00	12,0		
6	6,00	11,2		
	7,00	10,1		
7	8,00	8,9		
	9,00	7,5		
8	10,00	5,0		
	11,00	4,0		
9	12,00	3,5		
Ponta				
Total				

3) Considerando o valor obtido pela cubagem rigorosa com o método de Smalian como o volume real da árvore apresentada no exemplo anterior, calcule o fator de forma artificial e o natural. Espera-se que os fatores de forma natural e artificial sejam iguais. Se a árvore for maior que 13m o que aconteceria?

4) Elabore a fórmula para o cálculo de volume de uma árvore pelo método de Hohenald considerando que árvore tenha sido dividida em 8 toretes de tamanhos relativos. Na sequência, considere os dados apresentados abaixo como as medidas de diâmetro tomadas no centro de cada torete e calcule o volume total da árvore, completando a tabela. Considere uma árvore com altura igual a 20 metros.

Tabela 4 - Dados para cálculo de cálculo de volume pela fórmula de Hohenald.

% h	h (cm)	$d_{c/c}$ (cm)	$g_{c/c}$ (m ²)	$v_{c/c}$ (m ³)
		19,6		
		16,5		
		13,2		
		11,3		
		9,4		
		7,4		
		5,3		
		4,5		

5) Uma árvore com 18 m de altura, foi cubada pelo método da FAO, sendo medidos três diâmetros (cm) no primeiro torete, nas alturas referentes a 1/6, metade e 5/6 do primeiro torete. A partir do segundo torete, os diâmetros (cm) foram medidos na metade de cada torete. Com base nos diâmetros obtidos e disponibilizados abaixo, calcular o volume total pelo método da FAO.

$$d_{0,6} = 25,8 ; d_{1,8} = 24,2 ; d_{3,0} = 20,2 ; d_{5,4} = 18,3 ; d_{9,0} = 15,4 ; d_{12,6} = 10,8 ; d_{16,2} = 5,3$$

6) Considerando os dados de cubagem rigorosa de 15 árvores de um povoamento equiâneo (Tabela 5), estime os coeficientes de regressão para o seguinte modelo: $v = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{DAP} + \varepsilon$. Verifique se o modelo é adequado para os dados apresentados por meio da análise de variância (5% de probabilidade) e calcule e interprete as medidas de precisão da equação ajustada.

Tabela 5 – Dados de cubagem rigorosa para 15 árvores de eucalipto.

Árvore	DAP (cm)	h (m)	$v_{c/c}$ (m ³)
1	11,8	21,7	0,1095
2	12,3	23,1	0,1372
3	12,1	23,2	0,1352
4	11,2	20,2	0,0951
5	10	18	0,0615
6	13,3	24	0,1636
7	12,8	22,9	0,1412
8	13,7	24,2	0,1778
9	13	23,6	0,1401
10	13,4	23,7	0,1609
11	16,5	25,8	0,2451
12	17,4	27	0,2966
13	17,2	26,7	0,2862
14	17,2	27,1	0,3058
15	17,3	26,9	0,2993

7) Considerando os mesmos dados da Tabela 5, estime os coeficientes de regressão para o seguinte modelo: $v = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{DAP} + \beta_2 \cdot h + \varepsilon$. Verifique se o modelo é adequado para os dados apresentados através da análise de variância (5% de probabilidade) e calcule as medidas de precisão da equação ajustada.

8) Agora, considere o modelo de Schumacher e Hall já ajustado:

$$\ln(v) = -10,2075 + 1,8457 \ln(\text{DAP}) + 1,1195 \ln(h)$$

E os dados utilizados para o ajuste.

$$n = 34$$

$$\sum Y = -58,4515$$

$$\sum Y^2 = 154,7138$$

$$\sum X_1 Y = -140,2715$$

$$\sum X_2 Y = -163,7483$$

Com base nos dados apresentados, efetue a análise de variância da regressão para a equação de volume de Schumacher e Hall, concluindo pelo teste F em nível de 5 % de probabilidade e obtenha as medidas de precisão da equação ajustada (R^2 , o $S_{y,x}$ e o $S_{y,x}(\%)$). Interprete os valores encontrados.

9) Um Engenheiro Florestal ajustou dois modelos de regressão diferentes para um conjunto de dados. Com base nos modelos ajustados da Tabela 6, com seus respectivos R^2 (%) e S_{yx} (%), escolha qual deles ajustou-se melhor aos dados. Estime os volumes totais com base no DAP e h das árvores da tabela 7.

Tabela 6 – Modelos de regressão ajustados.

Modelos	R^2 (%)	S_{yx} (%)
$v = 0,02168 + 0,0000285(DAP^2h)$	99,47	11,57
$\ln(v) = -11,7452 + 1,538438 \ln(DAP) + 1,86977 \ln(h)$	99,64	10,83

Tabela 7 – Dados para estimativa de volume.

Árvore	h (m)	DAP(cm)	$v_{c/c}$ (m ³)
1	10,0	6,02	
2	10,1	5,19	
3	27,8	30,46	
4	28,2	31,29	
5	17,4	9,84	
6	16,6	9,71	
7	24,5	13,31	
8	17,9	12,41	
9	28,4	21,36	
10	28,9	22,12	

10) De acordo com as afirmativas abaixo identifique as Verdadeiras (V) e Falsas (F).

- () Na tabela de volume regional o volume é em função apenas de uma variável independente.
- () O erro padrão relativo diferente do erro padrão da estimativa indica o erro médio relativo da variável associado ao uso da equação.
- () O fator de forma artificial é maior que o fator de forma de Hohenald, para árvores maiores que 13 metros de altura.
- () Na regressão linear simples, pode existir apenas uma variável independente.
- () No modelo de regressão linear, os parâmetros são somados, subtraídos, multiplicados e divididos.
- () São métodos diretos de medição de volume os métodos da balança hidrostática, xilômetro e os métodos baseados em medidas da biomassa da madeira.

QUESTÕES DE CONCURSO PÚBLICO

11) [PREFEITURA MUNICIPAL DE MASSARANDUBA, SC (2014)]. Tendo em vista que a forma das árvores não é perfeitamente regular, o método de cubagem, implica na divisão do fuste das árvores em n seções. Sobre os métodos de cubagem, analisar os itens abaixo:

I - No método de cubagem por Huber, os diâmetros ou as circunferências são medidos nas extremidades de cada seção.

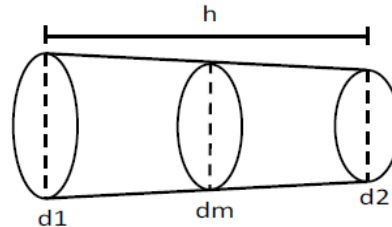
II - No método de cubagem por Smalian, o diâmetro ou a circunferência é medido na metade da seção.

III - No método de cubagem por Newton, os diâmetros ou as circunferências são medidos em três posições ao longo de cada seção.

Está(ão) CORRETO(S):

- a) Somente o item I
- b) Somente o item II
- c) Somente o item III
- d) Somente os itens I e II

12) [PREFEITURA MUNICIPAL DE JAGUARIAÍVA, PR (2014)]. Tendo em vista que a forma das árvores não é perfeitamente regular, o método de cubagem, implica na divisão do fuste das árvores em “n” seções (toras). Isto leva à medição de diâmetros sucessivos ao longo do tronco e emprego de fórmulas para obtenção dos volumes nas várias seções estabelecidas previamente. Diante disso, qual o volume da seção (tora) da figura a seguir, determinado pelo Método de Cubagem por Smalian?
Onde $d1 = 0,56\text{m}$; $d_m = 0,51\text{m}$; $d2 = 0,48\text{m}$; $h = 3\text{m}$.



- a) $0,612 \text{ m}^3$.
- b) $0,315 \text{ m}^3$.
- c) $0,639 \text{ m}^3$.
- d) $1,56 \text{ m}^3$.

13) [PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA ROSA, RS (2013)]. Na biometria florestal temos fórmulas para determinação rigorosa de volumes, sendo conhecidas as fórmulas de Smalian, Huber e Newton. Um carregamento de toras de Pinheiro foi executado sendo tomadas as medidas dos troncos para cômputo do volume total do material. Foram registradas 10 toras, sendo metade com comprimento de 6,0 metros e a outra metade de 7,0 metros. Os diâmetros dos troncos no meio da seção de 6,0 metros foram anotados: 50 cm, 60 cm, 55 cm, 65 cm e 70 cm. Nas toras de 7,0 metros foram tomadas as circunferências de cada tronco também na posição central da seção, sendo: 2,20 m; 2,10 m; 2,30 m; 2,15 m e 1,90 m. A cubagem total das 10 toras resultou no volume total:

- a) $25,30 \text{ m}^3$
- b) $20,90 \text{ m}^3$
- c) $21,28 \text{ m}^3$
- d) $13,55 \text{ m}^3$
- e) $18,50 \text{ m}^3$

14) [FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE/FATMA, SC (2011)]. O volume de árvores tem sido estimado com certa facilidade e acuracidade, empregando-se equações de volume, ajustadas quase sempre a partir de medições do diâmetro à altura do peito e da altura total. A variável volume constitui uma das informações mais importantes para a estimativa do potencial florestal de uma região, sendo que o volume individual fornece um ponto de partida para a avaliação do conteúdo lenhoso dos povoamentos florestais. Com relação aos métodos desenvolvidos para a determinação de volumes individuais das árvores, é **correto** afirmar:

- a) Uma função de afilamento é uma descrição matemática do perfil longitudinal de um tronco e seu volume pode ser obtido pela integração dessa função, podendo determinar o volume de madeira entre quaisquer pontos ao longo do tronco, embora essa função seja bastante rígida porque não permite a estimativa do diâmetro a uma altura qualquer do fuste.
- b) A presença ou não de cascas e o tipo de manejo diferencia a medição do volume da árvore de acordo com o método de estimativa ou medida utilizado.
- c) O método de cubagem através do xilômetro é o único que não fornece o valor do volume verdadeiro das árvores, sendo este estimado pela função de afilamento.
- d) A presença ou não de cascas não diferencia a medição do volume da árvore de acordo com o método de estimativa ou medida utilizado, mas o tipo de manejo diferencia.
- e) O método do fator de forma, que é uma razão entre volumes, é usado para corrigir o volume do cilindro para o volume da árvore, sendo influenciado pela espécie, sítio, espaçamento, desbaste e idade.

15) [SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, GO (2011)]. Cubagem Rigorosa é a obtenção de diâmetros a várias alturas, tendo o objetivo de estimar o volume de uma determinada árvore. Sobre o tema, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) Existem métodos de cubagem absolutos (Smalian, Huber e Newton), métodos de cubagem relativos (Hohenald e da FAO), sendo a diferença que no método de cubagem relativo cada seção ou tora representa um percentual da altura da árvore e os absolutos são seções ou toras de acordo com um determinado comprimento.
- b) O volume da seção por Smalian é obtido, pelo produto, da média aritmética das áreas seccionais dos extremos da seção, pelo seu comprimento.
- c) As árvores devem ser cubadas com rigor e devem representar, fielmente, o povoamento florestal. Sendo que quando se realiza inventários contínuos numa área, devem ser abatidas árvores dentro da parcela do inventário, garantindo assim uma melhor representação do povoamento.
- d) Para definir quantas árvores devem compor a cubagem rigorosa, é necessário, ter ideia da estrutura diamétrica da população considerada. Podendo ser realizada por idade ou grupos de idades ou por estrato, sendo o critério do Engenheiro Florestal. Em todos os casos deve-se realizar o controle por classes diamétricas para cada espécie.
- e) Existem inúmeras maneiras de se identificar as árvores a serem cubadas rigorosamente no campo. O fundamental é que a escolha não seja tendenciosa e que estas representem, de fato, as demais árvores do povoamento.

16) [SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, GO (2011)]. O fator de forma é utilizado para corrigir o volume do cilindro em relação ao volume da árvore. Através dos dados apresentados abaixo, calcule o fator de forma:

DAP= 20 cm

Volume real = 0,288

Altura total = 20m

- a) 0,43
- b) 0,45
- c) 0,48
- d) 0,55
- e) 0,64

17) [COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, RS (2010)]. Um pesquisador desenvolveu tabelas de volume para *Araucaria angustifolia*, nesta tabela uma árvore com DAP 24,0 cm e altura total 26,0 m apresenta um volume de 0,479 m³. Qual o fator forma artificial desta árvore?

- a) entre 0,38 e 0,40.
- b) entre 0,40 e 0,42.
- c) entre 0,42 e 0,44.
- d) entre 0,44 e 0,46.
- e) entre 0,46 e 0,48.