

Inventário Florestal

Medição e avaliação de variáveis da árvore

Licenciatura Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais
2º ano, 2º semestre

Paula Soares
Ano letivo 2020-21

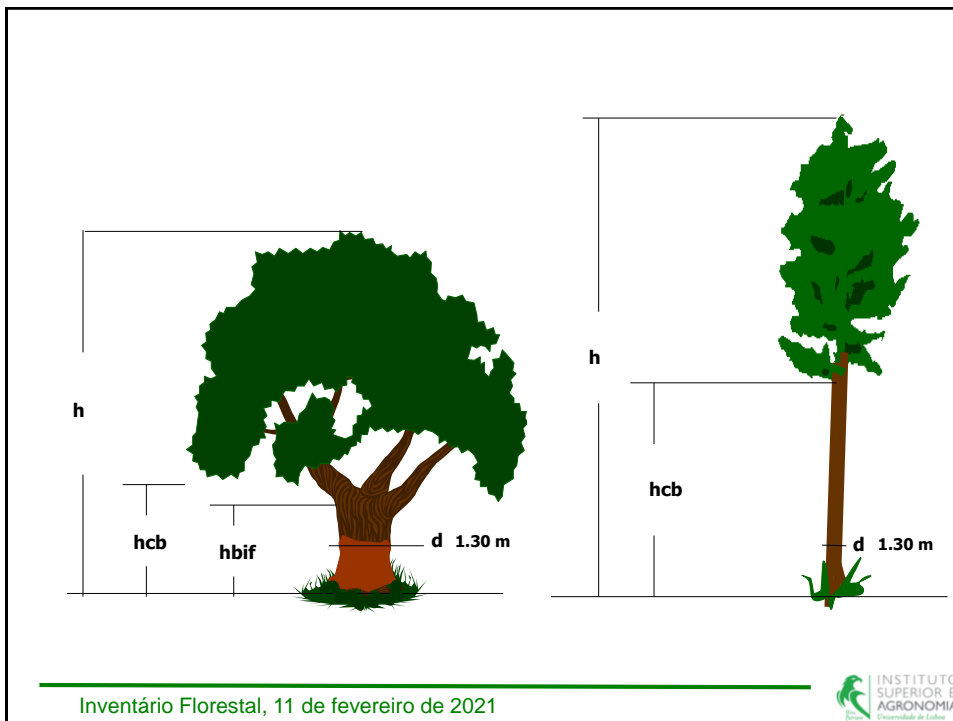
Volume

Nas árvores com dominância apical, o volume da árvore corresponde ao volume do tronco

Nas árvores com copas com ramos bastante desenvolvidos, falamos do volume do fuste, sendo este definido como o volume do tronco até à bifurcação – ex. sobreiro, pinheiro-manso

Nas árvores com este tipo de ramificação, deve-se também calcular:

- o volume das pernadas
- o volume das braças de 1ª (ramos que se inserem nas pernadas) e 2ª ordem (ramos que se inserem nas braças de 1ª ordem)



Volume – tipo de volumes

volume da árvore ⇨ volume do tronco com casca incluindo o cepo (volume total)

MAS

Há vários tipos de volumes:

volume com casca e com cepo

volume com casca e sem cepo

volume sem casca e com cepo

volume sem casca e sem cepo

Volume por categorias de aproveitamento

repartição do volume por categorias de aproveitamento - estas definem-se de acordo com diâmetros mínimos de desponta e/ou comprimentos dos toros.

Utilização potencial da madeira em função do diâmetro do toro

DIÂMETRO DO TORO	DESTINO/UTILIZAÇÃO
> 35 cm	Folhas de madeira Aplicações em carpintaria e marcenaria 
20 a 35 cm	Serração Produção de tabuado 
14 a 20 cm	Serração Produção de paletes e caixotaria 
7 a 14 cm	Trituração e Tratamento Produção de painéis e papel 
< 7 cm	Produção de energia e calor 

Tratamento
Impregnação
Postes

Soares et al (2020)

Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021



Cubagem de parabolóides de revolução

Se assumirmos que a forma do tronco da árvore pode ser aproximada por um parabolóide de revolução

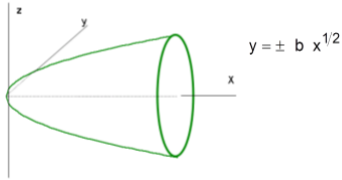
então

o volume do tronco resume-se ao estudo da cubagem dos parabolóides de revolução

Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021



Cubagem de parabolóides de revolução



Área da secção transversal genérica do parabolóide:

$$g_i = \pi y^2 = \pi b^2 x^{2r} = \pi b^2 \left(\frac{d_i}{2}\right)^{2r}$$

O volume do parabolóide com comprimento h é dado por:

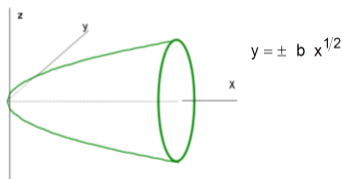
$$v = \int_{x=0}^h g_i dx = \int_{x=0}^h \pi b^2 x^{2r} dx = \pi b^2 \int_{x=0}^h x^{2r} dx = \pi b^2 \left[\frac{x^{2r+1}}{2r+1} \right]_0^h = \pi b^2 \left(\frac{h^{2r+1}}{2r+1} - 0 \right) = \frac{1}{2r+1} \pi b^2 h^{2r} h = \frac{1}{2r+1} g_0 h$$

Fórmula geral de cubagem dos parabolóides

Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021



Cubagem de parabolóides de revolução



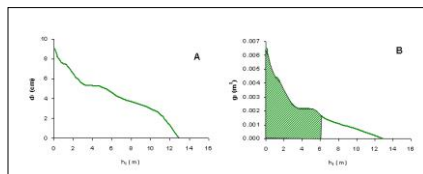
Área da secção transversal genérica do parabolóide:

$$g_i = \pi y^2 = \pi b^2 x^{2r} = \pi b^2 \left(\frac{d_i}{2}\right)^{2r}$$

O volume do parabolóide com comprimento h é dado por:

$$v = \int_{x=0}^h g_i dx = \int_{x=0}^h \pi b^2 x^{2r} dx = \dots = \frac{1}{2r+1} \pi b^2 h^{2r} h = \frac{1}{2r+1} g_0 h$$

Fórmula geral de cubagem dos parabolóides



Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021



Cubagem de parabolóides de revolução

Coeficiente forma absoluto ← $\frac{1}{2r+1} g_0 h = v$ → Volume de um cilindro

Sólido	Índice da parábola	
Cilindro	0	$v = g_0 h$
Parabolóide cúbico	1/3	$v = \frac{3}{5} g_0 h$
Parabolóide ordinário	1/2	$v = \frac{1}{2} g_0 h$
Parabolóide semi-cúbico	2/3	$v = \frac{3}{7} g_0 h$
Cone	1	$v = \frac{1}{3} g_0 h$
Neilóide	3/2	$v = \frac{1}{4} g_0 h$

Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021



Cubagem de troncos de parabolóides

Fórmula de Smalian ou fórmula da secção média (r=1/2):

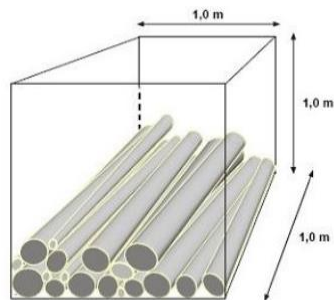
$$V_{\text{toro}} = \frac{g_1 + g_2}{2} h_{\text{toro}}$$

Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021

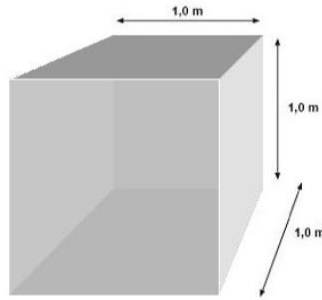


Volumes da árvore

Estere: volume aparente de uma pilha cúbica com 1 m de largura x 1 m altura x 1 m profundidade



1 metro cúbico estero (st)



1 metro cúbico sólido (m³)

volume real = vol. aparente da pilha x coeficiente de empilhamento

Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021



Volumes da árvore



Fatores de conversão (eucalipto):

esteres sem casca x 0.67 = m³ sem casca

m³ sem casca x 1.5 = esterres sem casca

Variável com a espécie, classe de diâmetro, retidão dos toros...

Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021





Cubagem de uma árvore

(1) Métodos diretos

abate da árvore e imersão em água com medição do volume de líquido deslocado

Cubagem de uma árvore

(1) Métodos diretos

abate da árvore e imersão em água com medição do volume de líquido deslocado

(2) Métodos indiretos

(2.1) Métodos de cubagem rigorosa

implicam a “toragem” da árvore e a cubagem de cada toro com as fórmulas de cubagem dos parabolóides mais adequadas a cada secção da árvore

- método por toros com base na fórmula de Smalian
- método de Hohenald

(2.2) Métodos expeditos

- método da altura formal

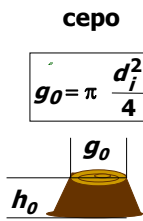
Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021



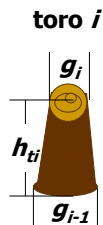
Cubagem rigorosa: fórmula de Smalian

volume árvore

$$V = V_0 + \sum_{i=1}^n V_i + V_b$$

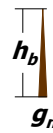


$$V_0 = g_0 h_0$$

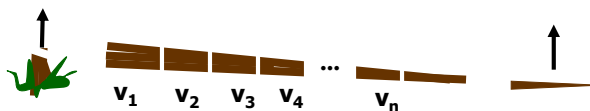


$$V_i = \frac{g_{i-1} + g_i}{2} h_{ti}$$

bicada



$$V_b = \frac{1}{3} g_n h_b$$



Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021



Propriedade: Furadouro - Alto do Vilão
 Compasso 3.00 x 2.00
 Data do abate 31-03-93
 Árvore nº 187

Alturas (m)		
Total	do cepo	
em pé	no chão	
12.25	12.90	0.1

Local de medição	Diâmetros (mm)			
	Diâmetro com casca		casca	
	1	2	1	2
Dap	71	73	3	3
Local corte	89	93	9	8
0.5	78	82	4	3
1.0	75	74	3	3
3.0	55	55	2	2
5.0	50	53	1	1
7.0	39	42	1	1
9.0	29	39	1	1
11.0	23	25		
13.0				
15.0				
17.0				
19.0				
20.0				

Em cada árvore obtiveram-se as seguintes medições:

Com a árvore em pé	<ul style="list-style-type: none">• marcação do nível do d com tinta (cm)• medição da altura total com hipsómetro SUNTO (m)
Com a árvore abatida	<ul style="list-style-type: none">• medição do comprimento total da árvore com fita métrica (m)• medição da altura do cepo (cm)• medição cruzada, com régua, do diâmetro do cepo, do d e do diâmetro a 1.30 m, com e sem casca (mm)• a partir do nível de 1 m, de 2 em 2 m (comprimento dos toros) medição cruzada, com régua, do diâmetro e da espessura da casca (mm)

Exercício:

3.2.3, 1), página 11

Determine, por cubagem rigorosa, o volume total com e sem casca de uma das árvores abatidas cujas fichas de medição se encontram nas figuras 3A a 3I.

Determine o volume por categorias de aproveitamento com casca correspondente aos diâmetros de despona de 20, 12 e 6 cm, sem restrições de comprimento, estimando a altura destes diâmetros de despona por interpolação linear entre os diâmetros da base e do topo do toro no qual se encontrem.

Faça um gráfico dos volumes sobre os diâmetros das árvores e veja que existe, de facto, uma relação entre o volume das árvores e os correspondentes diâmetros.

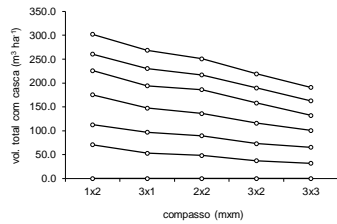
Exercício:

3.2.3, 2), página 21

Determine, por cubagem rigorosa, o volume total com e sem casca de cada uma das árvores abatidas cujas fichas de medição se encontram nas figuras 4A a 4E.

A qual compasso corresponde o maior volume da árvore média? Consegue explicar porquê?

Assumindo que não existe mortalidade, multiplique agora o volume da árvore média pelo número de árvores por ha. A qual compasso corresponde o maior volume por ha? Consegue explicar porquê?



idade	Nv	1x2 Vtcc	varvm	Nv	3x3 Vtcc	varvm
1,0	4413	0,00	0,0000	1032	0,00	0,0000
2,6	4286	60,50	0,0141	981	31,68	0,0323
3,6	4209	107,72	0,0256	975	65,06	0,0667
4,6	4133	162,54	0,0393	952	101,78	0,1069
5,6	3954	204,79	0,0518	941	142,51	0,1515
6,5	3852	237,31	0,0616	941	168,00	0,1785
7,6	3571	278,34	0,0779	924	202,11	0,2187
8,6	3571	323,71	0,0907	924	244,32	0,2644
9,5	3546	343,01	0,0967	901	272,73	0,3027
13,3	3240	431,78	0,1333	879	377,78	0,4298

Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021



idade	Nv	Nm	%mortas	G	hd	dd	hm	dg	dmax	Vtcc	ac	ama	vmed	Vtsc	Vmcc	Vmsc		
1.0	4413	587	5000	0.12	0.0	3.5	0.0	2.0	0.0	0.0			0.0000	0.0	0.0	0.0		
2.6	4286	714	5000	0.14	11.9	13.2	10.6	9.3	5.9	11.8	60.5	38.2119	23.4202	0.0141	56.8	11.2	2x1	
3.6	4209	791	5000	0.16	18.0	15.8	13.0	10.8	7.4	14.9	107.7	47.2134	30.0602	0.0256	101.9	47.0	44.8	
4.6	4133	867	5000	0.17	22.3	19.1	15.0	12.4	8.3	17.0	162.5	54.8239	35.4632	0.0393	153.6	91.9	86.9	
5.6	3954	1046	5000	0.21	25.3	21.3	16.7	14.9	9.0	19.2	204.8	42.2516	36.6790	0.0518	193.5	132.6	125.1	
6.5	3852	1148	5000	0.23	27.9	22.4	17.7	16.0	9.6	20.4	237.3	35.4769	36.5095	0.0616	224.5	165.7	156.4	
7.6	3571	1429	5000	0.29	30.2	24.3	19.0	17.5	10.4	21.6	278.3	37.8768	36.7048	0.0779	263.2	210.2	198.1	
8.6	3571	1429	5000	0.29	31.5	26.8	19.7	19.7	10.6	22.1	323.7	45.3667	37.7139	0.0907	304.9	249.0	233.7	
9.5	3546	1480	5026	0.29	33.1	27.2	20.8	20.8	11.0	23.2	343.0	21.0556	36.1066	0.0967	323.6	271.8	255.6	
13.3	3240	1760	5000	0.35	37.0	30.5			12.1	25.9	431.8	23.6713	32.5871	0.1333	406.7	363.7	341.4	
1.0	1032	91	1123	0.08	0.0	3.2	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0			0.0000	0.0	0.0		
2.6	981	142	1123	0.13	6.6	11.9	12.7	10.2	9.3	14.4	31.7	20.0103	12.2644	0.0323	29.1	21.3	19.5	3x3
3.6	975	147	1122	0.13	11.3	14.7	16.1	13.0	12.1	18.3	65.1	33.3812	18.1575	0.0667	60.5	54.9	50.9	
4.6	952	170	1122	0.15	14.1	18.4	18.4	15.9	13.7	20.5	101.8	36.7164	22.2067	0.1069	94.5	90.7	83.9	
5.6	941	181	1122	0.16	17.0	21.3	20.2	18.4	15.2	22.8	142.5	40.7340	25.5250	0.1515	132.3	131.1	121.4	
6.5	941	181	1122	0.16	19.2	22.3	21.2	19.8	16.1	24.1	168.0	27.8030	25.8463	0.1785	156.4	156.8	145.6	
7.6	924	198	1122	0.18	21.8	23.8	22.8	20.9	17.3	25.9	202.1	31.4895	26.6524	0.2187	188.5	191.4	178.1	
8.6	924	198	1122	0.18	23.4	26.6	23.9	23.7	18.0	27.3	244.3	42.2084	28.4648	0.2644	227.2	232.8	216.0	
9.6	901	221	1122	0.20	24.7	28.1	25.0	24.6	18.8	28.5	272.7	28.4042	28.4585	0.3027	253.5	261.4	242.5	
13.3	879	232	1111	0.21	29.2	32.9			20.6		377.8	28.6499	28.5114	0.4298	350.6	366.1	339.2	

Inventário Florestal, 11 de fevereiro de 2021



Exercício:

3.2.1-2, página 6

Para cada uma das árvores que representou graficamente no exercício anterior:

Calcule o coeficiente de forma ordinário e o coeficiente de forma baseado no diâmetro a 15% da altura da árvore.

Qual lhe parece mais adequado para comparar a forma de árvores de tamanhos diferentes?

Com base no coeficiente de forma selecionado na alínea anterior, diga qual é a árvore mais cônica.