

Inventário Florestal

Medição e avaliação de variáveis da árvore

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

Paula Soares
Ano letivo 2021-22

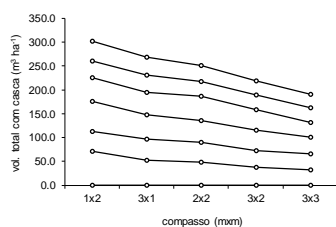
Exercício:

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

idade	Nv	Nm	%mortas	G	hd	dd	hm	dq	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	0.0		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	11.5	11.2
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	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
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

2x1

3x3

Inventário Florestal, 8 de março de 2022



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.

Inventário Florestal, 8 de março de 2022



Estimação de volume

Três tipos de equações de volume:

Equações de volume total (EVT)	} Permite calcular vol total
Equações de volume percentual (EVP) Até um diâmetro de despona (di) Até uma altura de despona (hi)	} Permite calcular vol por categorias de aproveitamento
Equações de perfil do tronco (EPT)	} Permite calcular vol total e vol por categorias de aproveitamento

Inventário Florestal, 8 de março de 2022



Equações de volume total (EVT)

São equações, ajustadas por regressão, que estimam o volume total (v) da árvore em função do diâmetro (d) e da altura total (h)

Existem equações que estimam volume total com casca e com cepo, com casca e sem cepo.....

Estas equações, por serem obtidas por técnicas estatísticas de regressão, têm de ser aplicadas com as variáveis nas unidades usadas no ajustamento. Frequentemente, o d entra em cm, a altura em m e obtém-se o volume em m³.

Inventário Florestal, 8 de março de 2022



Tabela 7a. Equações utilizadas na estimação do volume com casca e cepo

IFN5 2005-06

Modelos

(1a) $v = \beta_0 \left(\frac{d}{100}\right)^{\beta_1} h^{\beta_2}$ (1b) $v = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$

(2) $v_{2.5} = \frac{\beta_0}{1000} (d^2 h)^{\beta_1}$

(3) $v = \beta_0 d^2 h$

(4a) $v_{u7.5} = \beta_0 d u^{\beta_2}$ (4b) $v_{7.5} = \beta_0 d^{\beta_2}$

Espécie	Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	Fonte
Pinheiro bravo	1a	0,7520	2,0706	0,8031	-	Tomé et al., 2007d
Eucalipto	1a	0,2105	1,8191	1,0703	-	Tomé et al., 2007b
Sobreiro	4a	0,000460	2,0302	-	-	Paulo e Tomé, 2006
Azinhreira	4b	0,000452	1,9783	-	-	Paulo e Tomé, 2006
Carvalhos	2	0,08011	0,9220			Carvalho, 2000
Pinheiro manso	1b	0,000094	1,9693	0,6530		Tomé et al., 2007d
Castanheiro	3	0,00003299				Patrício, 2006
Acácia	3	0,00003299				Patrício, 2006
Outras folhosas	2	0,08011	0,9220			Carvalho, 2000
Outras resinosas	1a	0,7520	2,0706	0,8031	-	Tomé et al., 2007d

d - diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); h - altura total da árvore (m); v - volume com casca e com cepo; v_{2.5} - volume com casca e com cepo até um diâmetro de despona de 2,5 cm (Carvalhos e folhosas diversas); v_{7.5} - volume com casca e com cepo até um diâmetro de despona de 7,5, incluindo braças (Azinhreira), v_{u7.5} - volume sem casca e com cepo até um diâmetro de despona de 7,5, incluindo braças (Sobreiro).

Equações de volume percentual (EVP)

São equações, ajustadas por regressão que estimam a percentagem do volume (P) da árvore que se situa abaixo de um determinado diâmetro de despona (di) ou abaixo de uma determinada altura de despona (hi)

Ex.:

$$P_{di} = \frac{v_{di}}{v} = e^{-0.7084 \frac{d_i^{4.5317}}{d^{4.3164}}} \quad P_{hi} = \frac{v_{hi}}{v} = 1 + \left(-0.8950 \frac{(h-h_i)^{2.37798}}{h^{2.33908}} \right)$$

$$P = V_{di} / V_t \quad V_{di} = P \times V_t$$

Permitem a repartição do volume por categorias de aproveitamento

Tabela 7b. Equações utilizadas na estimação dos volumes mercantis de pinheiro bravo e eucalipto (sem cepo e sem casca)

Modelos

IFN5 2005-06

$$(1a) v_{_st} = \beta_0 \left(\frac{d}{100} \right)^{\beta_1} h^{\beta_2} \quad (1b) vu_{_st} = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$$

$$(2) Pvudi_{_st} = \frac{vudi_{_st}}{vu_{_st}} = e^{-\beta_0 \frac{d_i^{\beta_1}}{d^{\beta_2}}}$$

$$(3) d_i = d \left[-\beta_0 \left(\frac{h_i}{h} - 1 \right) + \beta_1 \left(\frac{h_i^2}{h^2} - 1 \right) \right]^{-0.5}$$

Espécie	Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	Fonte
Pinheiro bravo vu_st	(1b)	0,0000247	2,1119	0,9261		Falcão, 1994
Pinheiro bravo Pvud_st	(2)	1,41300	4,3488	4,3188	-	Falcão, 1994
Pinheiro bravo di	(3)	2,1823	0,8591			Falcão, 1994
Eucalipto vu_st	(1a)	0,1241	1,7829	1,1564		Tomé et al, 2007b
Eucalipto Pvudi_st	(2)	0,6022	4,7767	4,4125	-	Tomé et al, 2007b

d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); h – altura total da árvore (m); $vu_{_st}$ – volume total sem casca e sem cepo (m³); d_i – diâmetro (cm) medido à altura h_i (m); $vudi_{_st}$ – volume sem casca e sem cepo até ao diâmetro de desponita de (m³); $Pvudi_{_st}$ – proporção de volume sem casca e sem cepo até ao diâmetro de desponita d_i .

Equações de perfil do tronco (EPT)

São equações ajustadas por regressão que estimam diâmetros ao longo do tronco (d_i) em função da altura a que se encontram (h_i), do diâmetro a 1.30 m (d) e da altura total (h)

Com uma EPT é possível calcular a área seccional em qualquer ponto do perfil da árvore; o integral entre 0 e h corresponde ao volume total da árvore

A EPT também pode ser usada para estimar todos os diâmetros que seriam necessários medir para proceder à cubagem rigorosa da árvore com base na fórmula de Smalian

Tabela 7b. Equações utilizadas na estimação dos volumes mercantis de pinheiro bravo e eucalipto (sem cepo e sem casca)

Modelos

IFN5 2005-06

$$(1a) v_{_st} = \beta_0 \left(\frac{d}{100} \right)^{\beta_1} h^{\beta_2} \quad (1b) vu_{_st} = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$$

$$(2) Pvudi_{_st} = \frac{vudi_{_st}}{vu_{_st}} = e^{-\beta_0 \frac{d_i^{\beta_1}}{d^{\beta_2}}}$$

$$(3) d_i = d \left[-\beta_0 \left(\frac{h_i}{h} - 1 \right) + \beta_1 \left(\frac{h_i^2}{h^2} - 1 \right) \right]^{-0.5}$$

Espécie	Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	Fonte
Pinheiro bravo vu_st	(1b)	0,0000247	2,1119	0,9261		Falcão, 1994
Pinheiro bravo Pvud_st	(2)	1,41300	4,3488	4,3188	-	Falcão, 1994
Pinheiro bravo di	(3)	2,1823	0,8591			Falcão, 1994
Eucalipto vu_st	(1a)	0,1241	1,7829	1,1564		Tomé et al, 2007b
Eucalipto Pvudi_st	(2)	0,6022	4,7767	4,4125	-	Tomé et al, 2007b

d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); h – altura total da árvore (m); vu_st – volume total sem casca e sem cepo (m³); di – diâmetro (cm) medido à altura hi (m); vudi_st – volume sem casca e sem cepo até ao diâmetro de desponita di (m³); Pvudi_st – proporção de volume sem casca e sem cepo até ao diâmetro de desponita di.

Exercício:

3.2.5, página 27

Em relação às árvores indicadas no ficheiro excel faça a avaliação indireta de:

a) volume total (m³) com uma EVT

$$v = 0.00005126 d^{2.0507} h^{0.8428} \quad \text{com } d \text{ (cm) e } h \text{ (m)}$$

arv1: d=25.5 cm; h=12.9 m arv2: d=22.5 cm; h=10.9 m

b) volume total (m³) com uma EPT

$$d_i = d \sqrt{-2.1823 \left(\frac{h_i}{h} - 1 \right) + 0.8591 \left(\frac{h_i^2}{h^2} - 1 \right)} \quad \text{com } d \text{ (cm) e } h_i, h \text{ (m)}$$

arv1: d=25.5 cm; h=12.9 m

Exercício:
3.2.5, página 27

Em relação às árvores indicadas no ficheiro excel faça a avaliação indireta de:

c) volume por categorias de aproveitamento com uma EVP
(diâmetro de despona a 6, 18, 25 cm)

$$Pd_i = \frac{vd_i}{v} = e^{-0.7084 \frac{di^{4.5317}}{d^{4.3164}}}$$

com di (cm)

arv1: d=25.5 cm; h=12.9 m

Inventário Florestal, 8 de março de 2022



Exercício:
3.2.5, página 27

d) volume por categorias de aproveitamento mas com uma EPT
(despontas a 5, 18, 25 cm)

e) igual a c), mas considerando toros de madeira (di>25 cm) com comprimento > 2 m

f) igual a c), mas considerando toros de madeira (di>25 cm) com comprimento = 2 m

Inventário Florestal, 8 de março de 2022

