

**Seleccção de equações para estimação de
variáveis da árvore em inventários florestais a
realizar em Portugal**

**Margarida Tomé, Susana Barreiro, Joana Amaral Paulo, Sónia
Pacheco Faias**

ÍNDICE

1. Introdução	2
2. Relações hipsométricas	3
2.1. Relações hipsométricas locais	3
2.2. Relações hipsométricas gerais	3
3. Estimação de <i>du</i>	5
4. Equações de volume	6
4.1. Equações de volume total	6
4.2. Equações para estimação de volumes mercantis por categorias de aproveitamento....	7
5. Equações de biomassa	9
6. Variáveis da copa	16
7. Índice de qualidade da estação	17
5. Referências Bibliográficas	19

1. INTRODUÇÃO

Nesta publicação reunimos um conjunto de equações que são geralmente necessárias para o cálculo de variáveis em Inventários florestais. Muitas das equações são as utilizadas no Inventário Florestal Nacional.

As equações apresentadas cobrem as espécies mais importantes da floresta portuguesa, nomeadamente:

- Pinheiro bravo
- Eucalipto
- Sobreiro
- Azinheira
- Pinheiro manso
- Castanheiro
- Carvalhos
- Acácia
- Outras folhosas
- Outras resinosas

O nosso objetivo é ir produzindo novas versões deste documento à medida que forem disponibilizadas novas equações. A última versão estará sempre disponível no site www.isa.ulisboa.pt/cef/forchange/fctools na pasta “Ferramentas do ForChange!.

2. RELAÇÕES HIPSONÉTRICAS

2.1. Relações hipsométricas locais

As equações que se encontram na tabela 2 devem ser aplicadas em árvores dispersas ou quando não exista informação sobre as variáveis do povoamento utilizadas, como regressores, nas relações hipsométricas gerais.

Tabela 2. Relações hipsométricas locais

Modelos				
(1) $h = \frac{d}{\beta_0 + \beta_1 d}$				
(2) $h = \frac{du}{\beta_0 + \beta_1 du}$				
Espécie	Modelo	β_0	β_1	Fonte
Pinheiro bravo	1	1,0643	0,0222	Tomé et al., 2007c
Eucalipto	1	0,6733	0,0130	Tomé et al., 2007c
Sobreiro	2	2.1124	0.0293	Tomé et al., 2007c
Azinhiera	1	0.8954	0.0449	Tomé et al., 2007c
Carvalhos	1	0.8073	0.0573	Tomé et al., 2007c
Pinheiro Manso	1	1.8104	0.0388	Tomé et al., 2007c
Castanheiro	1	1.0371	0.0165	Tomé et al., 2007c
Acácia	1	1.0371	0.0165	Tomé et al., 2007c
Folhosas Diversas	1	0.8954	0.0449	Tomé et al., 2007c
Resinosas Diversas	1	1.5356	0.0148	Tomé et al., 2007c
d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); h – altura total da árvore (m); du - diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura sem casca (cm).				

2.2. Relações hipsométricas gerais

Seleccionaram-se, para cada espécie, as equações que se encontram na tabela 1.

Tabela 1. Relações hipsométricas gerais

Modelos						
(1) $h = h_{dom} \left(1 + \left(\beta_0 + \beta_1 \frac{N}{1000} \right) e^{\beta_2 h_{dom}} \right) \left(1 - e^{\beta_3 \frac{d}{h_{dom}}} \right)$						
(2) $h = h_{dom} e^{\left(\left(\beta_0 + \beta_1 h_{dom} + \beta_2 \frac{N}{1000} + \beta_3 dg \right) \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d_{dom}} \right) \right)}$						
(3) $\ln h = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 \ln h_{dom} + \beta_3 \ln dg$						
(4) $h = \frac{h_{dom}}{1 + \beta_0 h_{dom} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d_{dom}} \right)}$						
(5) $h = h_{dom} \left(1 + \beta_0 h_{dom} e^{\left(\beta_1 h_{dom} \right)} \right) \left(1 - e^{\left(\beta_2 d / d_{dom} \right)} \right)$						
(6) $h = h_{dom} e^{\left(\beta_0 + \beta_1 \frac{du}{d_{dom}} + \beta_3 h_{dom} \right) \left(\frac{1}{du} - \frac{1}{d_{dom}} \right)}$						
Espécie	Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	Fonte
Pinheiro bravo	1	0.0795	0.0211	0.0254	-1.1658	Tomé et al, 2007c
Eucalipto - 1ªrot	2	-1,770086	-0,233239	0,548798	-0,055274	Tomé et al, 2007a
Eucalipto - talhadia	2	-1,729112				
Eucalipto – sem rotação	2	-1,778407				
Sobreiro	6	6.9375	7.0068	-2.4150	-	Tomé, 2004
Azinheira	5	-	-	-3,01165	-	DGF, 2001
Carvalhos	3	-0,21	0,623	0,73	-0,368	Carvalho, 2000
Pinheiro manso	5	0,004056	-0,00884	-2,05189	-	DGF, 2001
Castanheiro	4	0,5167	-	-	-	Patrício, 2006
Acácia	4	0,5167	-	-	-	Patrício, 2006
Folhosas diversas	3	-0,21	0,623	0,73	-0,368	Carvalho, 2000
Resinosas diversas	1	0.0795	0.0211	0.0254	-1.1658	Tomé et al, 2007c
d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); dg – diâmetro da árvore de área seccional média (cm); ddom – diâmetro dominante (cm); h – altura total da árvore (m); hdom – altura dominante do povoamento (m); G – área basal do povoamento (m ²); N – densidade do povoamento (ha ⁻¹).						

3. ESTIMAÇÃO DE du

Tabela 3. Equações seleccionadas para a estimação do diâmetro sem cortiça nos casos em que a espessura da cortiça não foi medida no campo

Modelo

(1) $du = \beta_0 + \beta_1 d$

(2) $cg_{mean} = \beta_0 + \beta_1 ndprec + \beta_2 ndgeada$

(3) $ct1_{tc} = \frac{\beta_0 + \beta_1 tc1}{tc1} ct_{tc}$

(4) $ct1_i = ct1_j e^{\beta_0 \left(\frac{1}{tc1_j^{\beta_1}} - \frac{1}{tc1_i^{\beta_1}} \right)}$

(5) $ct_{tc} = \frac{tc1}{\beta_0 + \beta_1 tc1} ct1_{tc1}$ $ctbb_{tc} = \frac{ct_{tc}}{\beta_2}$

Componente	modelo	β_0	β_1	β_2	Fonte
Predição do diâmetro sem cortiça em árvores virgens (du)	(1)	-1.5276	0.8321	-	Tomé, 2004
Índice de crescimento da cortiça médio para o concelho (icc_m)	(2)	16.0029	0.1640	-0.1115	Paulo e Tomé (neste trabalho)
Espessura da cortiça em anos completos em função do calibre ($ct1_{tc}$)	(3)	-0.1396	0.8459	-	Almeida e Tomé, aceite para publicação
Crescimento da cortiça em anéis completos ($ct1_i$)	(4)	5.167878	0.203472	-	Almeida e Tomé, aceite para publicação
Calibre da cortiça em função da espessura em anos completos (ct_{tc})	(5)	-0.1396	0.8459	1.126	Almeida e Tomé, aceite para publicação

d , du – diâmetro da árvore respectivamente com e sem casca medido a 1,30 m de altura (cm); $ct1_i$ – espessura acumulada da cortiça em anéis completos no ano i , cortiça cozida (mm); ct_i – espessura da cortiça (calibre) no ano i , cortiça cozida (mm); $ctbb_i$ – espessura da cortiça (calibre) no ano i , na árvore (mm); $tc1_i$ – número de anéis completos da cortiça (idade-1) no ano i (anos); cgi – índice de crescimento da cortiça (cm); $ndprec$ – número de dias com precipitação; $ndgeada$ – número de dias com geada.

4. EQUAÇÕES DE VOLUME

4.1. Equações de volume total

Para a estimação do volume total com casca e cepo foram seleccionadas as equações que se encontram na tabela 4.

Tabela 4. Equações utilizadas na estimação do volume com casca e cepo

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) $v = \beta_0 d^2 h$						
(4) $v = (\beta_0 + \beta_1 h + \beta_2 d^2 + \beta_3 d^2 h)/1000$						
(5a) $vu_{7.5} = \beta_0 du^{\beta_2}$		(5b) $v_{7.5} = \beta_0 d^{\beta_2}$				
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	5a	0,000460	2,0302	-	-	Paulo e Tomé, 2006
Azinheira	5b	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 (Azinheira), $vu_{7.5}$ - volume sem casca e com cepo até um diâmetro de despona de 7,5, incluindo braças (Sobreiro).						

4.2. Equações para estimação de volumes mercantis por categorias de aproveitamento

Para o pinheiro bravo e eucalipto seleccionaram-se as equações que se encontram na tabela 5.

Tabela 5. Equações seleccionadas para a estimação dos volumes mercantis de pinheiro bravo e eucalipto (sem cepo e sem casca)

Modelos						
(1) $vu_st = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$						
(2) $vu_st = \beta_0 \left(\frac{d}{100}\right)^{\beta_1} h^{\beta_2}$						
(3) $Pvudi = \frac{vudi_st}{vu_st} = e^{-\beta_0 \frac{d_i^{\beta_1}}{d^{\beta_2}}}$						
(4) $d_i = d \left[-\beta_0 \left(\frac{h_i}{h} - 1\right) + \beta_1 \left(\frac{h_i^2}{h} - 1\right) \right]^{0.5}$						
Espécie	Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	Fonte
Pinheiro bravo vu_st	(1)	0,0000247	2,1119	0,9261		Falcão, 1994
Pinheiro bravo Pvudi	(3)	1,41300	4,3488	4,3188	-	Falcão, 1994
Pinheiro bravo di	(4)	2,1823	0,8591			Falcão, 1994
Eucalipto vu_st	(2)	0,1241	1,7829	1,1564		Tomé et al, 2007b
Eucalipto Pvudi	(3)	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 (m ³); di – diâmetro (cm) medido à altura hi (m); vudi_st – volume sem casca e sem cepo até ao diâmetro de despona di (m ³); Pvudi_st – proporção de volume sem casca e sem cepo até ao diâmetro de despona di.						

5. EQUAÇÕES DE BIOMASSA

Tabela 6. Equações para estimação de biomassa – *Pinus pinaster* e resinosas diversas

Modelos					
(1) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$ (i = s, b)					
(2) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1} \left(\frac{h}{d}\right)^{\beta_2}$ (i = br, l)					
(3) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1}$ (i = r)					
Componente	Modelo	β_0	β_1	β_2	Fonte
Tronco (ws)	1	0,0146	1,94687	1,106577	Tomé et al., 2007d
Casca (wb)	1	0,0114	1,8728	0,6694	Tomé et al., 2007d
Ramos (wbr)	2	0,00308	2,75761	-0,39381	Tomé et al., 2007d
Agulhas (wl)	2	0,09980	1,39252	-0,71962	Tomé et al., 2007d
Total aérea (wa)	$w_a = w_s + w_{br} + w_l$				
Raízes (wr)	3	0,4522	1,1294	-	Tomé et al., 2007d
d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); h – altura total (m); w_i – biomassa da componente i da árvore (kg); w_a – biomassa total aérea da árvore (kg).					

Tabela 7. Equações para estimação de biomassa com utilização de variáveis da copa – *Eucalyptus globulus*

Modelos					
(1) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$					
(2) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1} cl^{\beta_2}$					
Componente	Modelo	β_0	β_1	β_2	Fonte
Lenho (ww)	1	0,0101	$se\ hdom \leq 10,71: \frac{hdom}{-0,6653 + 0,6243\ hdom}$ $se\ hdom > 10,71: 1,7788$ árvores dispersas noutros estratos: 1,7788	1,3638	António et al. 2006
Casca (wb)	1	0,0006	$se\ hdom \leq 18,27: \frac{hdom}{-0,6970 + 0,4586\ hdom}$ $se\ hdom > 18,27: 2,3784$ árvores dispersas noutros estratos: 2,384	1,0616	António et al. 2006
Ramos (wbr)	2	0,0224	$se\ hdom \leq 8,83: \frac{hdom}{-0,9130 + 0,7043\ hdom}$ $se\ hdom > 8,83: 1,6640$ árvores dispersas noutros estratos: 1,6640	0,6067	António et al. 2006
Folhas (wl)	2	0,0295	$se\ hdom \leq 7,39: \frac{hdom}{-1,0312 + 0,7069\ hdom}$ $se\ hdom > 7,39: 1.7627 - 0.0106\ hdom$ árvores dispersas noutros estrato: 1.7627	0,6430	António et al. 2006
Total aérea (wa)	$wa = ww+wb+wl+wbr$				António et al. 2006
Raízes (wr)	$wr = 0,2487\ wa$				Soares e Tomé, 2004
					Soares e Tomé, 2011

d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); *h* – altura total da árvore (m); *cl* – comprimento da copa; *w_i* – biomassa da componente *i* da árvore (kg); *w_a* – biomassa total aérea da árvore (kg); *hdom* – altura dominante (m).

Tabela 8. Equações para estimação de biomassa sem utilização de variáveis da copa – *Eucalyptus globulus*

Modelos					
(1) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$					
(2) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1} \left(\frac{h}{d}\right)^{\beta_2}$					
Componente	Modelo	β_0	β_1	β_2	Fonte
Lenho (ww)	1	0,009964	se hdom \leq 10,7100: $\frac{hdom}{-0,70909 + 0,627861 hdom}$ se hdom $>$ 10,7100: 1,780459 árvores dispersas noutros estratos: 1,780459	1,369618	Tomé et al. 2007d
Casca (wb)	1	0,000594	se hdom \leq 18,2691: $\frac{hdom}{-0,69951 + 0,45855 hdom}$ se hdom $>$ 18,2691: 2,379475 árvores dispersas noutros estratos: 2,379475	1,08498 8	Tomé et al. 2007d
Ramos (wbr)	2	0,095603	1,674653	-0,85073	Tomé et al. 2007d
Folhas (wl)	2	0,248952	1,264033	-0,7121	Tomé et al. 2007d
Total aérea (wa)	wa = ww+wb+wl+wbr				Tomé et al. 2007d
Raízes (wr)	wr = 0,2487 wa				Soares e Tomé, 2004
d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); h – altura total da árvore (m); w_i – biomassa da componente i da árvore (kg); wa – biomassa total aérea da árvore (kg); hdom – altura dominante (m).					

Tabela 9a. Equações para estimação de biomassa – <i>Quercus suber</i>						
Modelo						
(1) $w_i = \beta_0 \text{ du } \beta_1$ (i = w, c, bv)						
(1) $w_i = \beta_0 \text{ du } \beta_1 + \beta_2 \text{ du } \beta_3$ (i = bv, árvores com amadia)						
Componente	modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	Fonte
Lenho (ww)	1	0,414614	1,959968			Paulo e Tomé, 2006
Cortiça virgem-árvores virgens (wbv)	1	0,960006	1,300779			Paulo e Tomé, 2006
Cortiça virgem-árvores c/ amadia (wbv)	2	0,960006	1,300779	-0,088522	1,822967	Paulo e Tomé, 2006
Cortiça amadia (wba)	Estimada com equações do modelo SUBER – Tabela 8d					
Ramos (wbr)	1	3,234647	1,118181			Paulo e Tomé, 2006
Folhas (wl)						
Total aérea (wa)	wa=ww+wbv+wba+wc					
Raízes (wr)	1	0,063777	2,07779			Montero et al., 2005
du – diâmetro da árvore sem casca medido a 1,30 m de altura (cm); w_i – biomassa da componente i da árvore (kg); wa – biomassa total aérea da árvore (kg).						

Tabela 9b. Equações para a estimação de biomassa de cortiça amadia

Modelo

$$(1) \text{ct}_{1\text{tc}} = \frac{\beta_0 + \beta_1 \text{tc}1}{\text{tc}1} \text{ct}_{\text{tc}}$$

$$(2) \text{ct}_{1i} = \text{ct}_{1j} e^{\beta_0 \left(\frac{1}{\text{tc}_{1j}^{\beta_1}} - \frac{1}{\text{tc}_{1i}^{\beta_1}} \right)}$$

$$(3) \text{ct}_{\text{tc}} = \frac{\text{tc}1}{\beta_0 + \beta_1 \text{tc}1} \text{ct}_{1\text{tc}1} \quad \text{ctbb}_{\text{tc}} = \frac{\text{ct}_{\text{tc}}}{\beta_2}$$

$$(4) \text{wba}_9 = \beta_0 \text{du}^{\beta_1}$$

$$(5) \text{w}_{\text{costa}} = \text{wba}_9 \frac{\text{ct}_9}{\beta_0 + \beta_1 \text{ct}_9}$$

$$(6) \text{wba}_t = (\text{wba}_9 - \text{w}_{\text{costa}}) \frac{\text{ct}_t}{\text{ct}_9} + \text{w}_{\text{costa}}$$

Componente	modelo	β_0	β_1	β_2	Fonte
Espessura da cortiça em anos completos em função do calibre	(1)	-0,1396	0,8459	-	Almeida e Tomé, aceite para publicação
Crescimento da cortiça (anéis completos)	(2)	5,167878	0,203472	-	Almeida e Tomé, aceite para publicação
Calibre da cortiça em função da espessura em anos completos	(3)	-0,1396	0,8459	1.126	Almeida e Tomé, aceite para publicação
Porcentagem (em peso) da costa em relação à massa da cortiça	(4)	-0,5716	0,0482	-	Tomé, 2004
Peso de cortiça com 9 anos	(5)	0,0194	1,9852	-	Tomé et al., 2007d
Peso de cortiça com t anos	(6)	-	-	-	Tomé, 2004

du – diâmetro da árvore sem casca medido a 1,30 m de altura (cm); ct_{1i} – espessura da cortiça em anos completos no ano i depois de cozida (mm); ct_i – espessura da cortiça depois de cozida (calibre) no ano i (mm); ctbb_i – espessura da cortiça antes de cozida (calibre) no ano i (mm); $\text{tc}1$ – idade da cortiça menos 1 (anos); $\%w_{\text{costa}}$ – porcentagem que a costa representa em relação à massa da cortiça; wba_i – biomassa de cortiça amadia no ano i (kg).

Tabela 10. Equações para estimação de biomassa – <i>Quercus rotundifolia</i>			
Modelo			
$w_i = \beta_0 d^{\beta_1}$ (i=w, b, c, r)			
Componente	β_0	β_1	Fonte
Lenho (ww)	0,164185	2,011002	Paulo et al., 2003
Casca (wb)	0,600169	1,355957	Paulo et al., 2003
Copa (wc)	1,909152	1,200354	Paulo et al., 2003
Total aérea (wa)	wa = ww+wb+wc		Paulo et al., 2003
Raízes (wr)	0,545045	1,789300	Montero et al., 2005
d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); w_i – biomassa da componente i da árvore (kg); wa – biomassa total aérea da árvore (kg).			

Tabela 11. Equações para estimação de biomassa – <i>Quercus spp</i> e Folhosas diversas						
Modelos						
(1) $w_s = \beta_0 (d^2 h)^{\beta_1}$						
(2) $\ln w_{br} = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 h + \beta_3 N$						
(3) $w_r = \beta_0 d^{\beta_1}$						
Componente	Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	Fonte
Tronco (ws)	1	0,02087	1,015	-	-	Carvalho, 2000
Ramos (wbr)	2	-0,412	0,231	-0,0001185	-0,0002676	Carvalho, 2000
Total aérea (wa)	wa = ws+wbr					
Raízes (wr)	3	0,088480	2,133460	-	-	Montero et al., 2005
d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); h – altura total da árvore (m); w – biomassa da árvore (kg), wa – biomassa total aérea da árvore (kg); N – número de árvores por hectare						
As equações de biomassa do tronco e ramos foram ajustadas considerando um diâmetro de desponta de 2,5 cm						

Tabela 12. Equações para estimação de biomassa – *Pinus pinea*

Modelos					
(1) $w_i = \beta_0 c^{\beta_1} h^{\beta_2}$ (i = w, b)					
(2) $w_{br} = \beta_0 c^{\beta_1}$					
(3) $w_l = \beta_0 c^{\beta_1} \left(\frac{h}{d}\right)^{\beta_2}$					
(4) $w_r = \beta_1 d^{\beta_2}$					
Componente	Modelo	β_0	β_1	β_2	Fonte
Lenho (ww)	1	18,8544	1,6755	0,9485	Tomé et al., 2007d
Casca (wb)	1	8,0810	1,5549	0,4702	Tomé et al., 2007d
Ramos (wbr)	2	184,9365	3,0344	-	Tomé et al., 2007d
Folhas (wl)	3	22,2677	1,7607	-0,5003	Tomé et al., 2007d
Total aérea (wa)	wa = wl + wbr + wb + ww				
Raízes (wr)	4	0,4522	1,1294	-	Tomé et al., 2007d
c – circunferência da árvore medida a 1,30 m de altura (m); h – altura total (m); w_i – biomassa da componente i da árvore (kg); wa – biomassa total aérea da árvore (kg).					

Tabela 13. Equações para estimação de biomassa – *Castanea sativa*

Modelos					
(1) $w_w = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$					
(2) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1}$ (i=b, r)					
(3) $w_{br} = \beta_0 d^2 h$					
Componente	Modelo	β_0	β_1	β_2	Fonte
Lenho (ww)	1	0,02044	1,76603	1,16402	Patrício, 2006
Casca (wb)	2	0,06574	1,84096	-	Patrício, 2006
Ramos (wbr)	3	0,00440	-	-	Patrício, 2006
Total aérea (wa)	wa = ww+wb+wbr				
Raízes (wr)	2	0,018973	2,838920	-	Montero et al., 2005
d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); h – altura total da árvore (m); w_i – biomassa da componente i da árvore (kg); wa – biomassa total aérea da árvore (kg).					

6. VARIÁVEIS DA COPA

Tabela 12. Equações para estimação do diâmetro da copa – *Quercus suber* e *Quercus rotundifolia*.

Modelos						
$(1) cw = \beta_0 \left(1 - e^{-\left(\beta_1 + \beta_2 \frac{dug}{100} \right) du} \right)^{\frac{1}{1-\beta_3}}$						
$(2) cw = \beta_0 d^{\beta_1}$						
Espécie	Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	Fonte
Sobreiro	1	22.9025	0.00576	0.00194	-0.3343	Tomé et al., 2007c
Azinheira	2	0.707913	0.671248	-	-	Tomé et al., 2007c
d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); h – altura total da árvore (m); w_i – biomassa da componente i da árvore (kg); w_a – biomassa total aérea da árvore (kg).						

7. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ESTAÇÃO

Tabela 13. Equações para estimação do índice de qualidade da estação

Modelos																																					
$(1) S = A \left(\frac{hdom}{A} \right) \left(\frac{t}{t_p} \right)^n$																																					
$(2) S = \frac{A}{1 - \left(1 - \frac{A}{hdom} \right) \left(\frac{t}{t_p} \right)^n}$																																					
$(3) S = hdom_d \left(\frac{1 - e^{-n(t_p - 4)}}{1 - e^{-n(t - 4)}} \right)^k + 1.30$																																					
O modelo usa a idade ao nível do d, assumiu-se que a árvore leva 4 anos a atingir esse nível																																					
Espécie	Modelo	A	n	k	p	tp	Fonte																														
Pinheiro bravo	1	69	0,458203	-	-	50	Tomé, 2001																														
Eucalipto	1	61,1372	*	-	-	10	Tomé, et. al, 2001																														
Sobreiro	2	20.7216	1.4486	-	-	-	González et al., 2005																														
Azinhreira	2	20.7216	1.4486	-	-	-	González et al., 2005																														
Carvalho Negral	3	-	-0.0210	0.915	-	40	Carvalho, 2000																														
Pinheiro manso	1	69	0,458203	-	-	50	Tomé, 2001																														
Castanheiro	2	34,8559	1,6160	-	-	45	Patrício, 2006																														
Acácia	2	34,8559	1,6160	-	-	45	Patrício, 2006																														
Folhosas diversas	3	-	-0.0210	0.915	-	40	Carvalho, 2000																														
Resinosas diversas	1	69	0,458203	-	-	50	Tomé, 2001																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">* n =</th> <th style="width: 10%;">Região</th> <th style="width: 10%;">1NL</th> <th style="width: 10%;">2NC</th> <th style="width: 10%;">3CL</th> <th style="width: 10%;">4SL</th> <th style="width: 10%;">5VT</th> <th style="width: 10%;">6NI</th> <th style="width: 10%;">7SI</th> <th style="width: 10%;">8VD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1ª rotação</td> <td>0.5225</td> <td></td> <td>0.4805</td> <td>0.4407</td> <td>0.4780</td> <td>0.4805</td> <td colspan="2">0.3955</td> </tr> <tr> <td></td> <td>talhadia</td> <td>0.4384</td> <td></td> <td>0.3964</td> <td>0.2826</td> <td>0.3199</td> <td>0.3964</td> <td colspan="2">0.2374</td> </tr> </tbody> </table>								* n =	Região	1NL	2NC	3CL	4SL	5VT	6NI	7SI	8VD		1ª rotação	0.5225		0.4805	0.4407	0.4780	0.4805	0.3955			talhadia	0.4384		0.3964	0.2826	0.3199	0.3964	0.2374	
* n =	Região	1NL	2NC	3CL	4SL	5VT	6NI	7SI	8VD																												
	1ª rotação	0.5225		0.4805	0.4407	0.4780	0.4805	0.3955																													
	talhadia	0.4384		0.3964	0.2826	0.3199	0.3964	0.2374																													
<p>S – índice de qualidade da estação (m); hdom – altura dominante do povoamento (m); hdom_d – altura dominante acima do nível do d; t – idade (anos); tp – idade padrão (anos); td – idade ao nível do d; d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura.</p> <p>A correspondência entre os concelhos de Portugal Continental e as 8 regiões climáticas definidas para o eucalipto pode ver-se na publicação original (Tomé et al., 2001)</p>																																					

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A. & Tomé, M., 2008. Sistema para a predição do crescimento da cortiça. *Silva Lusitana* 16(1): 83-95.
- Carvalho, J., 2000. Crescimento, Produção e Ecologia de Povoamentos de *Quercus pyrenaica* Willd. em Portugal Continental. Dissertação de Doutoramento, UTAD, Vila Real. 213 pp.
- DGF, 2001. Inventário Florestal Nacional, Portugal Continental. 3ª Revisão, 1995-1998. 233 pp., Direcção Geral das Floresta, Lisboa.
- González, M. S., Tomé, M. & Montero, G., 2005. Modelling height and diameter growth of dominant cork oak trees in Spain. *Annals of Forest Science* 62: 633-643.
- Lopes, D.M., 2005. Estimating net primary production in *Eucalyptus globulus* and *Pinus pinaster* Ecosystems in Portugal. Dissertação de Doutoramento, Kingston University, Reino Unido.
- Montero, G., Ruiz-Peinado, R., Muñoz, M. 2005. Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Monografías INIA: Seria Forestal nº 13. 270 p.
- Patrício, M. S., 2006 Análise da Potencialidade Produtiva do Castanheiro em Portugal. Dissertação de Doutoramento. Universidade Técnica da Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Centro de Estudos Florestais, Lisboa, Portugal.
- Paulo, J.A., Tomé, J., Tomé, M., 2003. Ajustamento simultâneo de equações de biomassa de azinheira. In: Brito, P., Figueiredo, A., Sousa, F., Teles, P., Rosado, F. (eds), *Literacia e Estatística, Actas do X Congresso Anual da Sociedade Portuguesa de Estatística (SPE)*, Porto, pp. 501 – 510.
- Paulo, J.A., Tomé, M., 2006. Equações para Estimação do Volume e Biomassa de Duas Espécies de Carvalhos: *Quercus suber* e *Quercus ilex*. Relatório científico do GIMREF, n.º 1/2006. Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Soares, P. & Tomé, M., 2004. Analysis of the effectiveness of biomass expansion factors to estimate stand biomass. In: Hasenauer, H., Makela, A. (eds). "Modeling Forest Production" Proc. Conf. Vienna, 19-21 April (Department of Forest and Soil Sciences, BOKU University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna), pp: 368-374.

- Tomé, M., 2001. Tabela de produção geral para o pinheiro bravo desenvolvida no âmbito do projecto PAMAF 8165 "Regeneração, Condução e Crescimento do Pinhal Bravo das Regiões Litoral e Interior Centro". Relatórios técnico-científicos do GIMREF RT9/2001. Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Tomé, M., 2004. Modelo de crescimento e produção para a gestão do montado de sobro em Portugal. Relatório final do projecto POCTI/AGR/35172/99. Publicações GIMREF RFP 1/2004. Universidade Técnica da Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Centro de Estudos Florestais, Lisboa, Portugal.
- Tomé, M., Faias, S.P., Correia, A., 2007d. Equações de biomassa e volume desenvolvidas no âmbito do tratamento dos dados do Inventário Florestal Nacional 2005-2006. Publicações GIMREF. RT 4/2007. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Centro de Estudos Florestais. Lisboa.
- Tomé, M., Meyer, A., Ramos, T., Barreiro, S., Faias, S.P., Cortiçada, A., 2007c. Relações hipsométricas e equações de diâmetro da copa desenvolvidas no âmbito do tratamento dos dados do Inventário Florestal Nacional 2005-2006. Publicações GIMREF. RT 3/2007. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Centro de Estudos Florestais. Lisboa.
- Tomé, M., Ribeiro, F. e Faias, S., 2007a. Relação hipsométrica geral para *Eucalyptus globulus* Labill. em Portugal. *Silva Lusitana*.
- Tomé, M., Soares, P., Ribeiro, F., 2001. O modelo GLOBULUS 2.1. Relatórios técnico-científicos do GIMREF, n.º 1/2001. Universidade Técnica da Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Centro de Estudos Florestais, Lisboa, Portugal.
- Tomé, M., Tomé, J., Ribeiro, F. e Faias, S., 2007b. Equações de volume total, volume percentual e de perfil do tronco para *Eucalyptus globulus* Labill. em Portugal. *Silva Lusitana*.