



Inventário Florestal

Variáveis da árvore e do povoamento

Margarida Tomé e Susana Barreiro
Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa

A forma e o volume da árvore. Volume do povoamento

A forma da árvore

Volume com casca e volume sem casca

Volume total e por categorias de aproveitamento

Forma da árvore

Os troncos das árvores apresentam formas muito variadas. O estudo da forma das árvores:

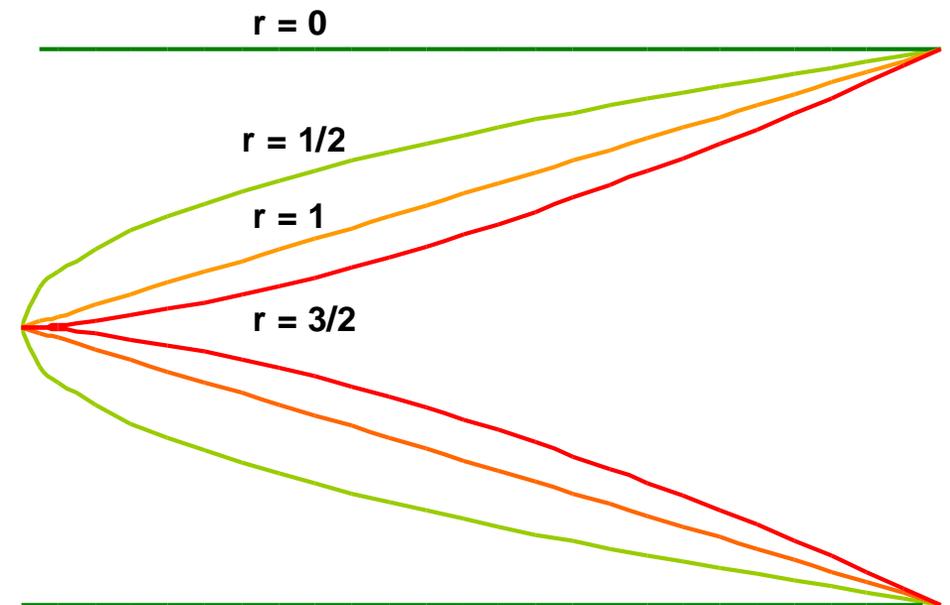
- ❑ é mais complicado do que o do diâmetro à altura do peito ou o da altura, uma vez que implica estudar ambas as variáveis ao longo do tronco (medições conjugadas de alturas e diâmetros)
- ❑ procura dos sólidos geométricos a que se ajustam melhor ou pior as formas reais (os troncos, os toros, os ramos, as copas).

Alguns troncos são mais cilíndricos outros mais cónicos e a sua forma varia com:

- a espécie, dentro da mesma espécie, de indivíduo para indivíduo e ao longo da vida deste (constituição genética),
- a estação,
- as técnicas de silvicultura

Família das parábolas generalizadas

$$y = \pm b x^r$$



Um grande número de árvores apresenta perfis longitudinais semelhantes (na sua totalidade ou em troços) a esta curva

Forma da árvore

Os troncos das árvores apresentam formas muito variadas. O estudo da forma das árvores:

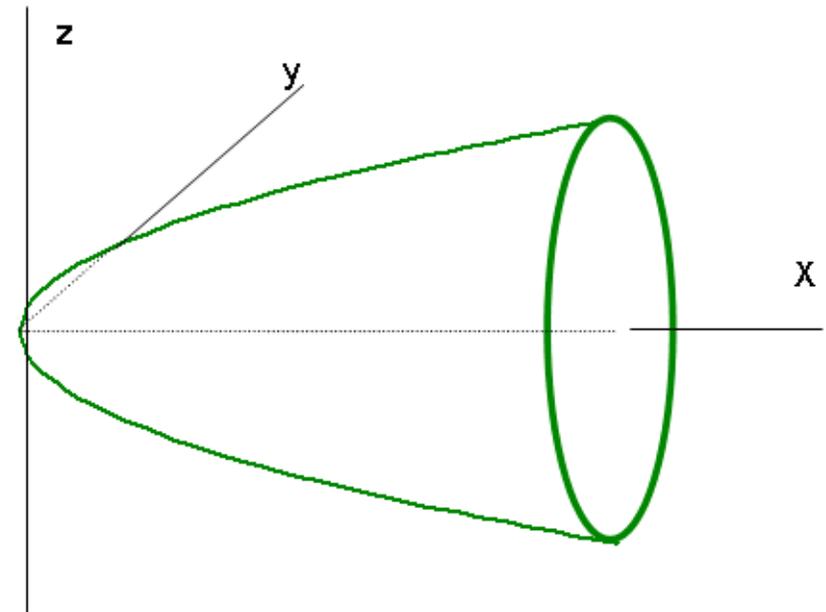
- ❑ é mais complicado do que o do diâmetro à altura do peito ou o da altura, uma vez que implica estudar ambas as variáveis ao longo do tronco (medições conjugadas de alturas e diâmetros)
- ❑ procura dos sólidos geométricos a que se ajustam melhor ou pior as formas reais (os troncos, os toros, os ramos, as copas).

Alguns troncos são mais cilíndricos outros mais cónicos e a sua forma varia com:

- a espécie, dentro da mesma espécie, de indivíduo para indivíduo e ao longo da vida deste (constituição genética),
- a estação,
- as técnicas de silvicultura

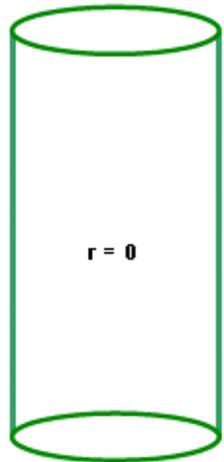
Parabolóide de revolução (gerado pela rotação de um ramo de parábola)

$$y = \pm b x^r$$



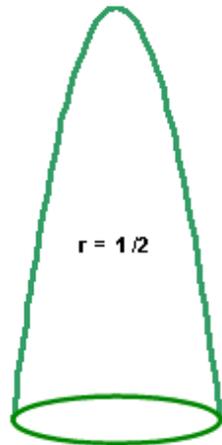
Forma da árvore

Os troncos das árvores apresentam formas muito variadas. O estudo da forma das árvores:



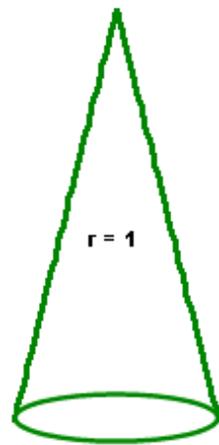
cilindro

$$v = g_0 h$$



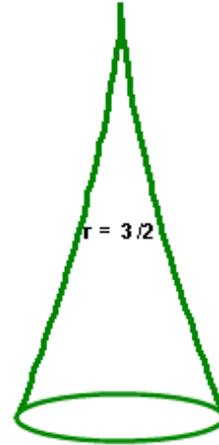
parabolóide
ordinário

$$v = \frac{1}{2} g_0 h$$



cone

$$v = \frac{1}{3} g_0 h$$



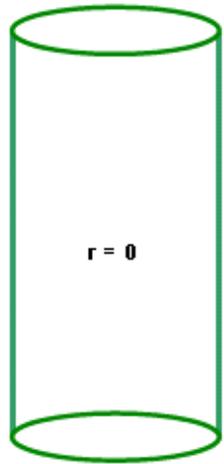
neilóide

$$v = \frac{1}{4} g_0 h$$



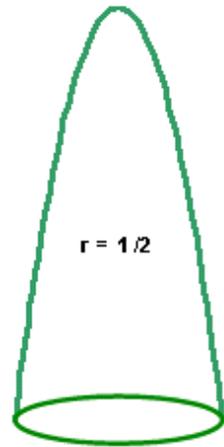
Forma da árvore

Os troncos das árvores apresentam formas muito variadas. O estudo da forma das árvores:



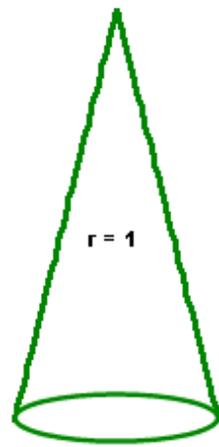
cilindro

$$v = g_0 h$$



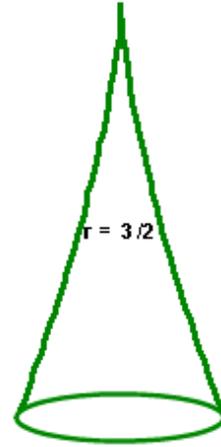
parabolóide ordinário

$$v = \frac{1}{2} g_0 h$$



cone

$$v = \frac{1}{3} g_0 h$$



neilóide

$$v = \frac{1}{4} g_0 h$$



Forma da árvore

Coeficiente de forma

Razão entre o **volume da árvore** (ou de uma parte da árvore) e o **volume de um cilindro padrão** com a mesma altura do que a árvore e com um diâmetro seleccionado para referência (d_{base} $d_{1.30}$ $d_{0.10}$)

$$\frac{\text{Volume} \img alt="green cone icon" data-bbox="271 575 292 638}}{\text{Volume} \img alt="cylinder icon" data-bbox="268 651 292 720"/>$$

De acordo com o diâmetro de referência utilizado, assim se podem definir vários coeficientes de forma

Coef. de forma absoluto (f_0)

O cilindro padrão tem como diâmetro o diâmetro da base (d_{base})

Coef. de forma ordinário (f)

O cilindro padrão tem como diâmetro o diâmetro a 1.30m ($d_{1.30}$)

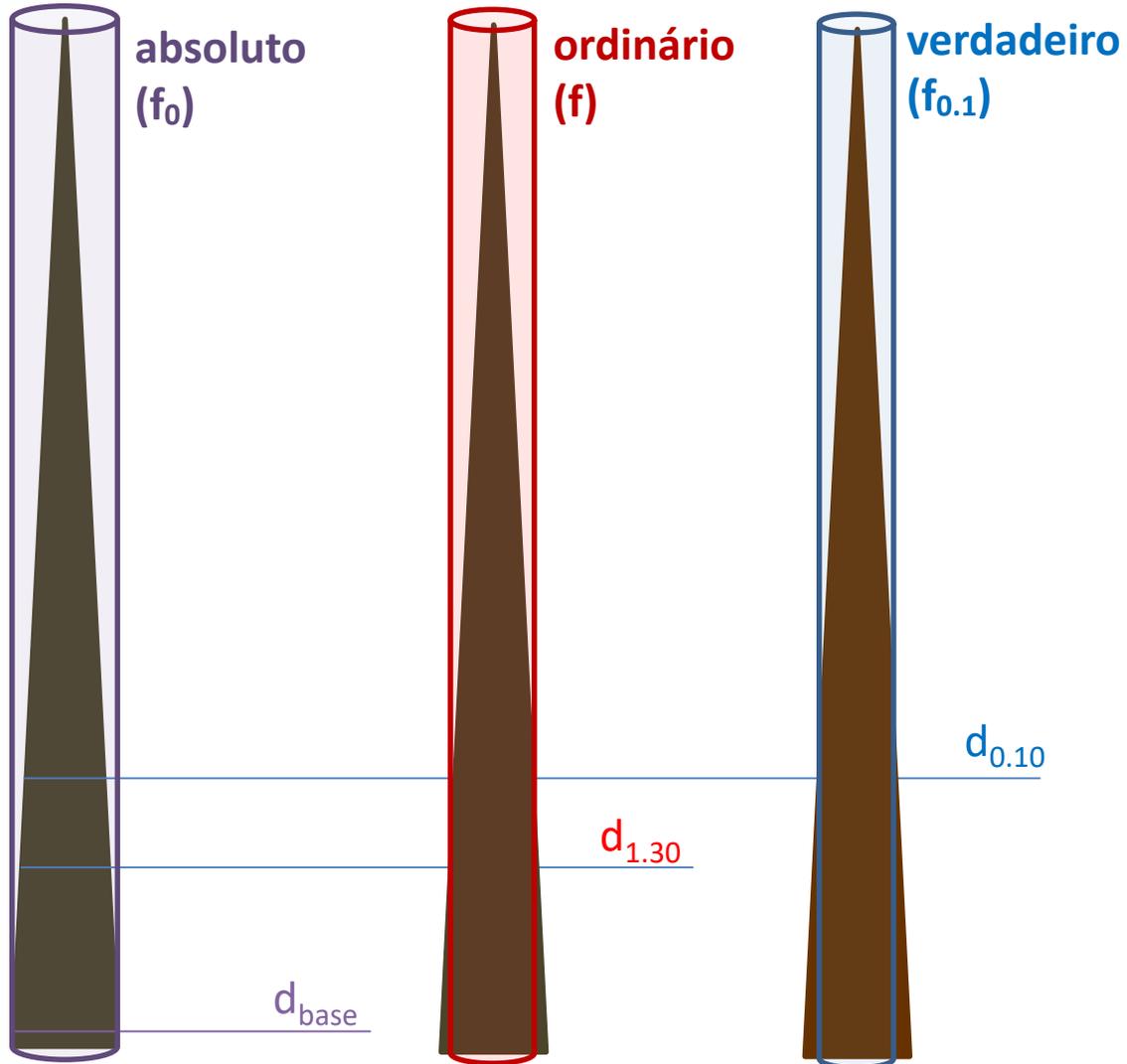
Coef. de forma verdadeiro ou natural ($f_{0.10}$)

O cilindro padrão tem como diâmetro o diâmetro a 10% da altura da árvore ($d_{0.10}$)

Só o f_0 e o $f_{0.10}$ caracterizam realmente a forma da árvore, mas o f é obviamente o mais utilizado

Forma da árvore

Coeficiente de forma



$$\frac{\text{Volume } \triangle}{\text{Volume } \text{cylinder}}$$

Coef. de forma absoluto (f_0)

O cilindro padrão tem como diâmetro o diâmetro da base (d_{base})

Coef. de forma ordinário (f)

O cilindro padrão tem como diâmetro o diâmetro a 1.30m ($d_{1.30}$)

Coef. de forma verdadeiro ou natural ($f_{0.10}$)

O cilindro padrão tem como diâmetro o diâmetro a 10% da altura da árvore ($d_{0.10}$)

Só o f_0 e o $f_{0.10}$ caracterizam realmente a forma da árvore, mas o f é obviamente o mais utilizado

Forma da árvore

Coeficiente de forma

dois troncos com a mesma forma, mas tamanhos diferentes, não têm o mesmo valor de **coeficiente de forma ordinário**

utilização do d como diâmetro de referência não conduz a um mesmo valor do coeficiente de forma

ÁRVORE MENOR

$$h = 10 \text{ m}$$

$$d = 15 \text{ cm}$$

$$V_{\text{árvore}} = 0.081115 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cilindro padrão}} = 0.176715 \text{ m}^3$$

$$f = 0.459017$$

ÁRVORE MAIOR

$$h = 20 \text{ m}$$

$$d = 30 \text{ cm}$$

$$V_{\text{árvore}} = 0.811150 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cilindro padrão}} = 1.413717 \text{ m}^3$$

$$f = 0.573771$$

Coef. de forma absoluto (f_0)

O cilindro padrão tem como diâmetro o diâmetro da base (d_{base})

Coef. de forma ordinário (f)

O cilindro padrão tem como diâmetro o diâmetro a 1.30m ($d_{1.30}$)

Coef. de forma verdadeiro ou natural ($f_{0.10}$)

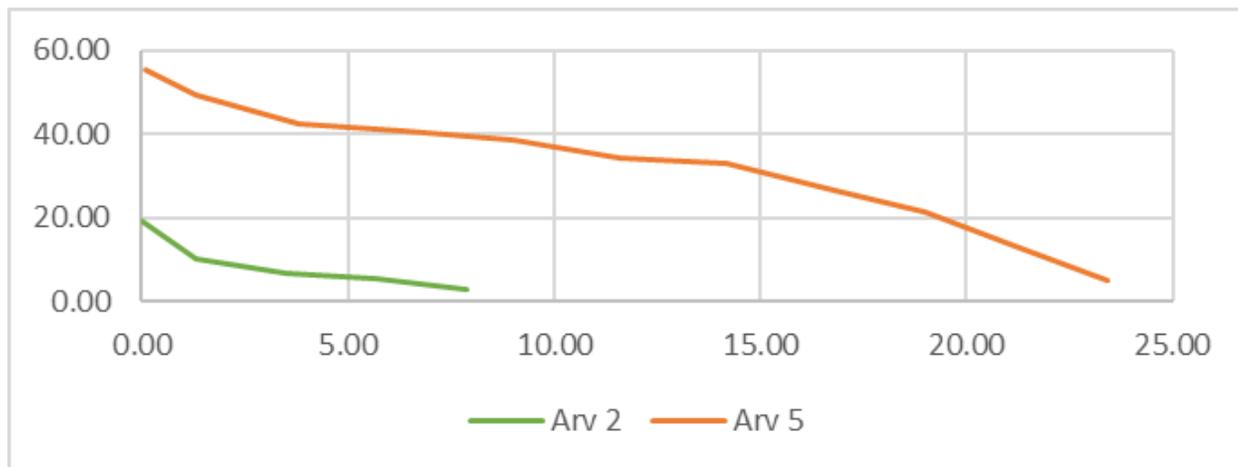
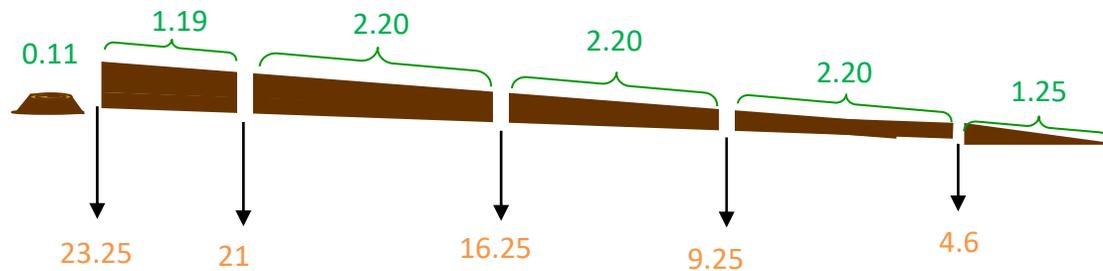
O cilindro padrão tem como diâmetro o diâmetro a 10% da altura da árvore ($d_{0.10}$)

Só o f_0 e o $f_{0.10}$ caracterizam realmente a forma da árvore, mas o f é obviamente o mais utilizado

Forma da árvore

Perfil do tronco

É a linha limite do perfil da árvore, definida pelas medições conjugadas de diâmetros e alturas



Unidades absolutas

h
d

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

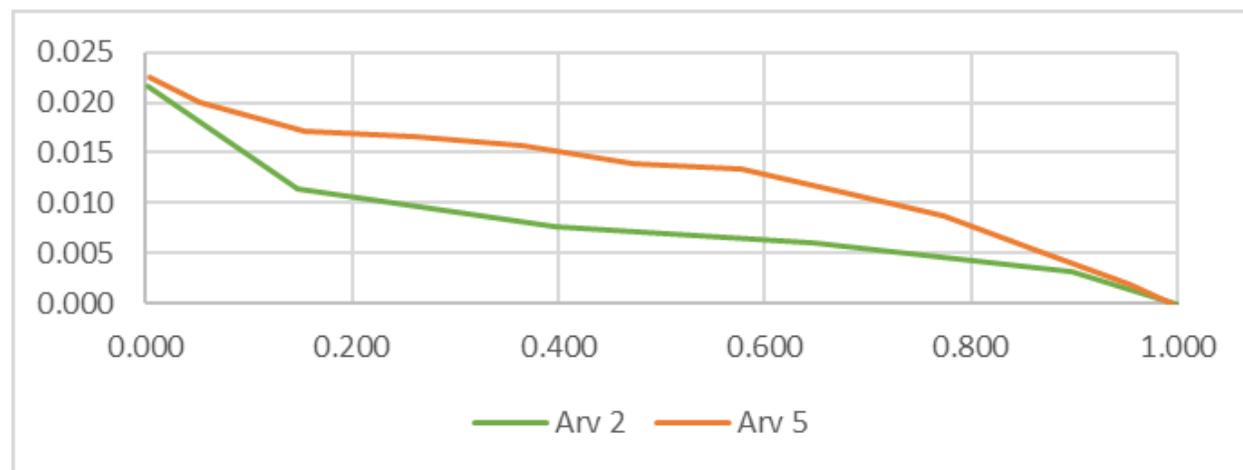
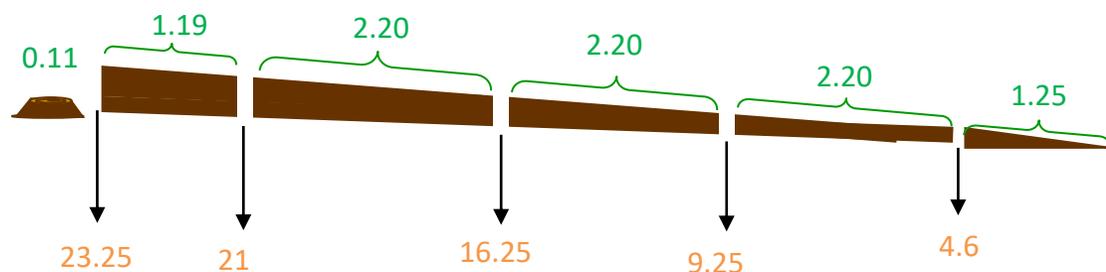
Alturas (m)		
Total		do cepo
em pé	no chão	
12.25	12.90	0.1

Diâmetros (mm)				
Local de medição	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				

Forma da árvore

Perfil do tronco

É a linha limite do perfil da árvore, definida pelas medições conjugadas de diâmetros e alturas



Unidades
relativas

h/htotal
d/htotal

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

Diâmetros (mm)				
Local de medição	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				

Volume da árvore

Árvores com dominância apical



Volume da árvore = volume do tronco

Volume da árvore

Árvores com copas e ramos bastante desenvolvidos



Volume da árvore = volume do fuste (volume do tronco até à bifurcação) + volume das pernas e das braças

Volume da árvore

Volume total:

- com cepo e com casca
- com cepo e sem casca
- sem cepo e com casca
- sem cepo e sem casca

Volume por categorias de aproveitamento (definidas pelos diâmetros e/ou comprimento dos toros)

Volume aparente de uma pilha de madeira com:

1m de largura x 1m de altura x 1m de profundidade
(m³ estéreo)

Volume real = Volume aparente x coef. de empilhamento
(m³ solido)

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	



Volume da árvore

Cubagem de uma árvore

Métodos diretos

Imersão da árvore abatida numa tina e medição do volume de água deslocado

Métodos indiretos

- Cubagem rigorosa (abate, “toragem” e cubagem de cada toro)

- • Método baseado na fórmula de Smalian
- Método de Hohenadl - fórmula de Huber

- Método expeditos

- Método da Altura Formal - fórmula de Pressler

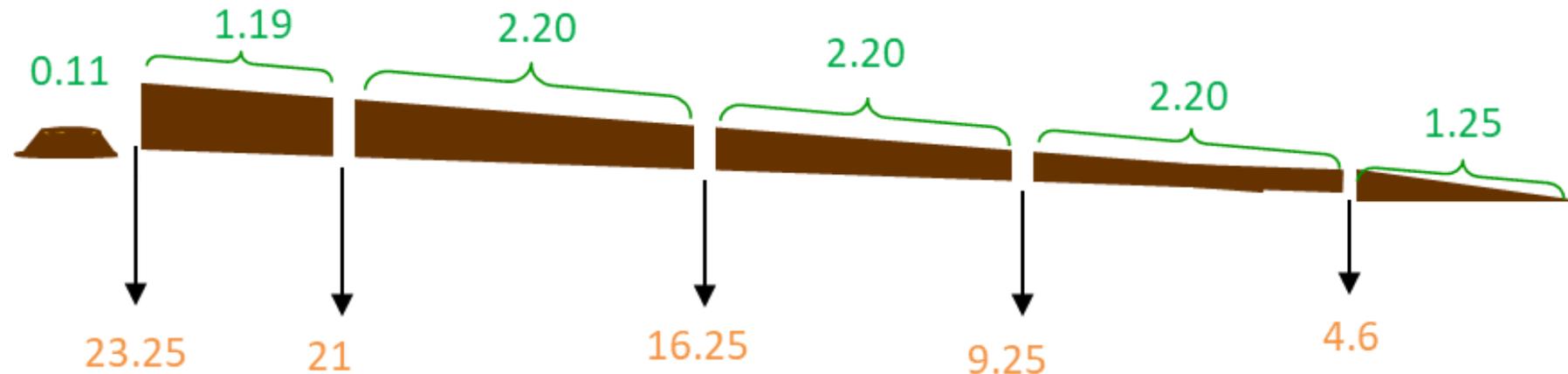
- ▪ Estimação

- Equações de volume total (EVT)
- Equações de volume percentual (EVP)
- Equações de perfil do tronco (EPT)

Volume da árvore

Cubagem rigorosa - fórmula de Smalian

Embora o tronco da árvore se assemelhe a um parabolóide, na verdade:



E a base do tronco a um **neilóide**

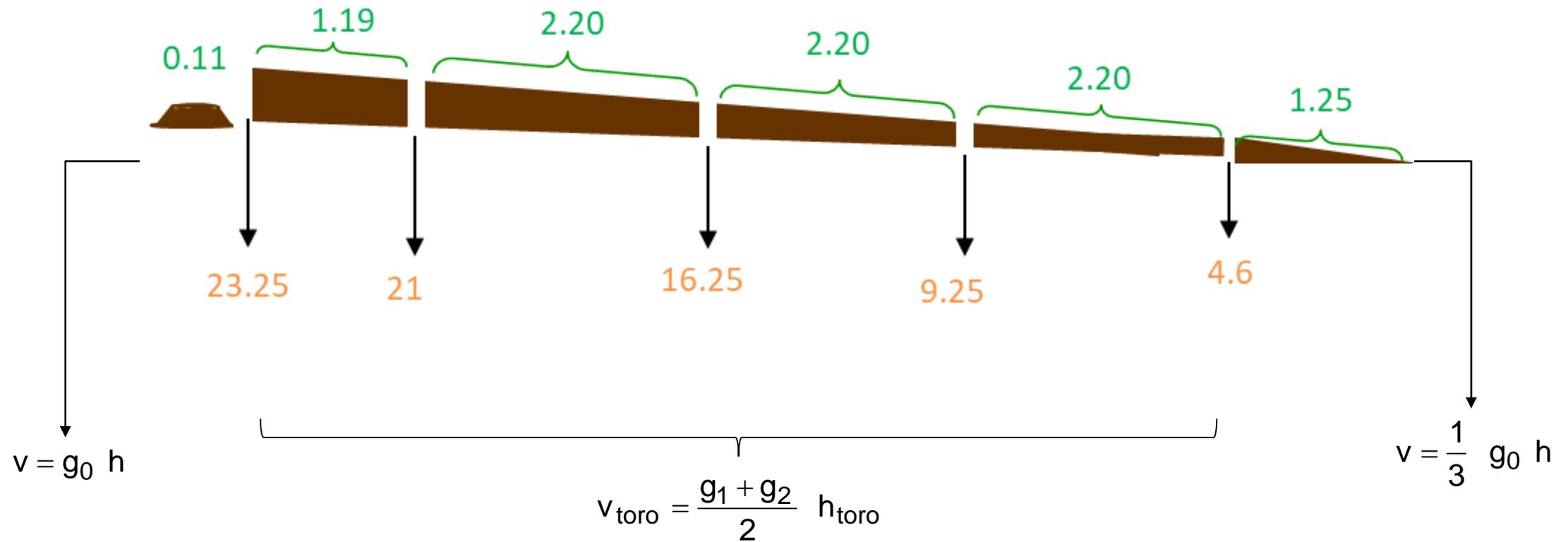
a parte do meio a um **parabolóide**
(ou melhor, a um conjunto de parabolóides)

a bicada assemelha-se a um **cone**

Forma da árvore

Cubagem rigorosa - fórmula de Smalian

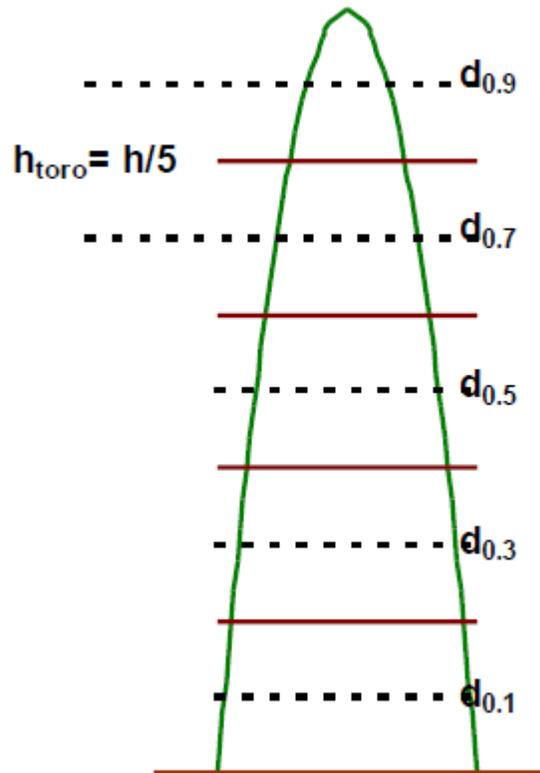
Embora o tronco da árvore se assemelhe a um parabolóide, na verdade:



Fórmula de Smalian
($r=1/2$, parabolóide ordinário)

Forma da árvore

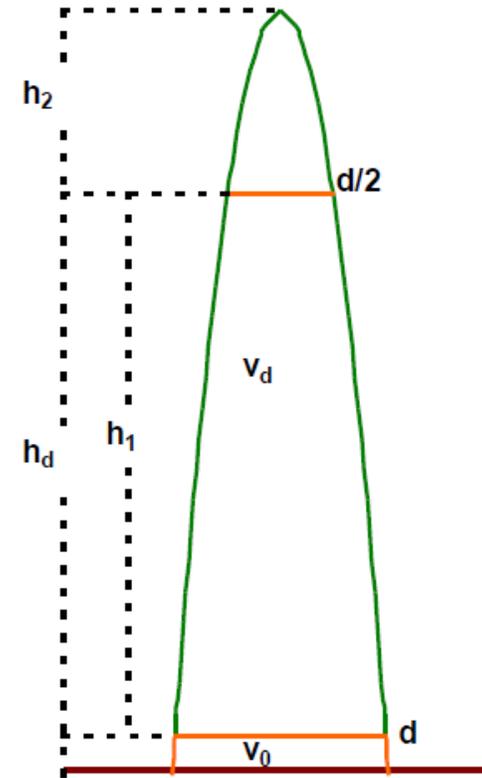
Método de Hohenadl - fórmula de Huber



Árvore torada num nº fixo de toros de igual comprimento (5 ou 10)

Mede-se o diâmetro a $\frac{1}{2}$ de cada toro e o comprimento destes ($h_{\text{total}}/5$ ou $h_{\text{total}}/10$)

Método da Altura Formal - fórmula de Pressler



Árvore em pé medida com o relascopio de espelhos de Bitterlich

Utiliza o conceito de altura directriz (h_d), ou seja, a altura à qual o diâmetro da árvore é igual a metade do diâmetro à altura do peito

Volume da árvore

Cubagem de uma árvore

Três tipos de equações:

Equações de volume total (EVT)

Permitem calcular o volume total da árvore

Equações de volume percentual (EVP)

Permitem calcular o volume por categorias de aproveitamento

- Até um diâmetro de despona (d_i)
- Até uma altura de despona (h_i)

Equações de perfil do tronco (EPT)

Permitem calcular o volume total e por categorias de aproveitamento

Volume da árvore e do povoamento

Equações de volume total (EVT)

São equações, ajustadas por regressão, que estimam o volume total (v) de uma árvore em função do seu diâmetro à altura do peito (d) e altura total (h)

Exemplo:

$$v = 0.0052 + 0.00003374 d^2 h$$

$$v - \text{m}^3$$

$$d - \text{cm}$$

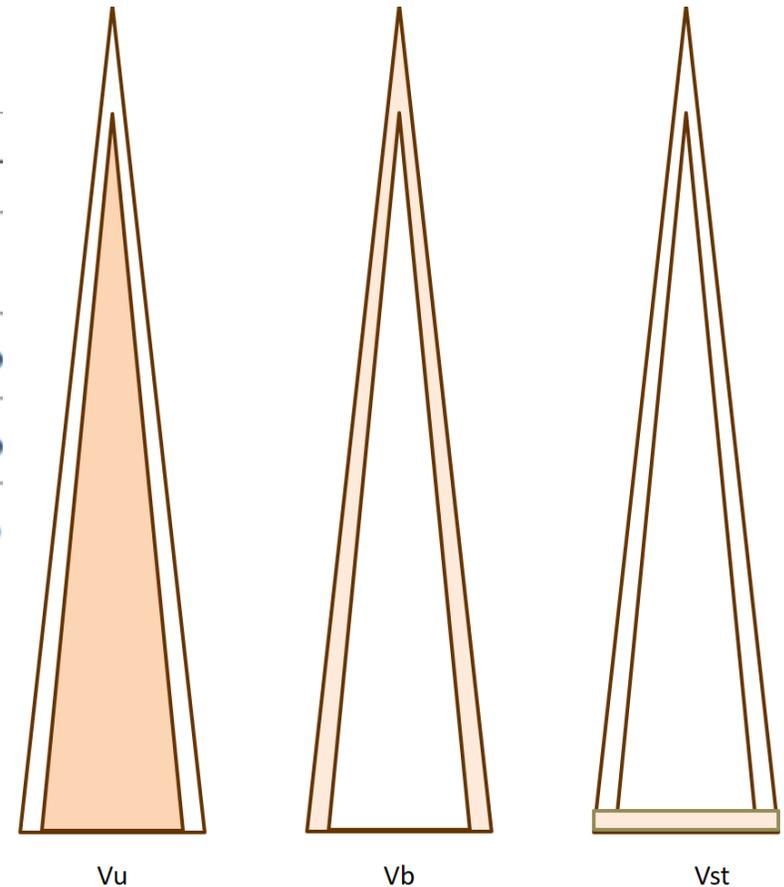
$$h - \text{m}$$

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

Volume da árvore e do povoamento

Equações de volume total (EVT)

Expressão matemática	Variante
<u>Equações de volume total</u>	
$v = 0,2105 (d / 100)^{1,8191} h^{1,0703}$	- com casca e com cepo
$vu = 0,1311 (d / 100)^{1,7866} h^{1,1451}$	- sem casca e com cepo
$v_{st} = 0,1984 (d / 100)^{1,8159} h^{1,0827}$	- com casca e sem cepo
$vu_{st} = 0,1241 (d / 100)^{1,7829} h^{1,1564}$	- sem casca e sem cepo



Volume da árvore e do povoamento

Equações de volume total (EVT)

Equações usadas no inventário florestal nacional

Modelos

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

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

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

$$(4) v = (\beta_0 + \beta_1 h + \beta_2 d^2 + \beta_3 d^2 h) / 1000$$

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

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
Azinhaira	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 (Azinhaira), $v_{u7.5}$ - volume sem casca e com cepo até um diâmetro de despona de 7,5, incluindo braças (Sobreiro).

Volume da árvore e do povoamento

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 (d_i) ou abaixo de uma determinada altura de despona (h_i)

$$P_{d_i} = \frac{V_{d_i}}{V} = e^{-0.7084 \frac{d_i^{4.5317}}{d^{4.3164}}}$$

$$P_{h_i} = \frac{V_{h_i}}{V} 1 + \left(-0.8950 \frac{(h - h_i)^{2.37798}}{h^{2.33908}} \right)$$

Volume do povoamento

✓ Volumes por categorias de aproveitamento:

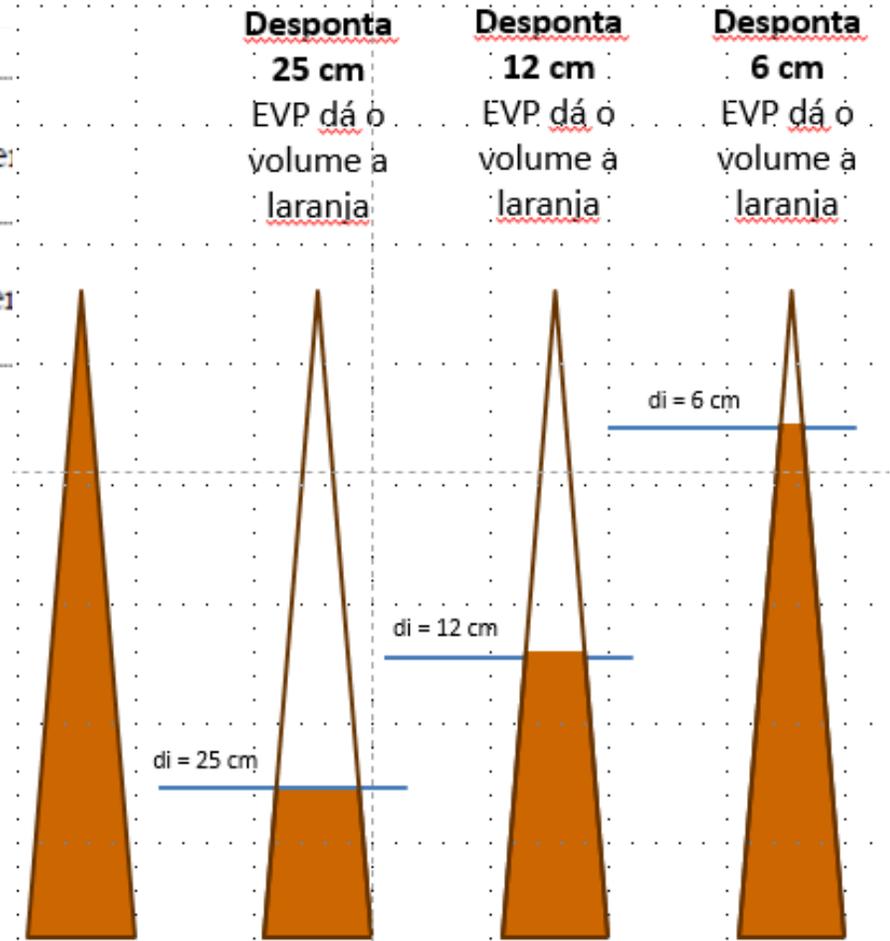
Sem restrições ao comprimento dos toros

Equações de volume percentual em função do diâmetro		
$v_{st} \times r$	$r = e^{-0,5649 \left(\frac{d_i^{4,7073}}{d^{4,3313}} \right)}$	- com casca e seiva
$vu_{st} \times r$	$r = e^{-0,6022 \left(\frac{d_i^{4,7767}}{d^{4,4125}} \right)}$	- sem casca e seiva

$$V_{25} = V e^{\left(-b_0 \frac{25^{b_1}}{d^{b_2}} \right)}$$

$$V_{12} = V e^{\left(-b_0 \frac{12^{b_1}}{d^{b_2}} \right)}$$

$$V_6 = V e^{\left(-b_0 \frac{6^{b_1}}{d^{b_2}} \right)}$$



Volume do povoamento

✓ Volumes por categorias de aproveitamento:

Sem restrições ao comprimento dos toros

Equações de volume percentual em função do diâmetro		
$v_{st} \times r$	$r = e^{-0,5649 \left(\frac{d_i^{4,7073}}{d^{4,3313}} \right)}$	- co
$vu_{st} \times r$	$r = e^{-0,6022 \left(\frac{d_i^{4,7767}}{d^{4,4125}} \right)}$	- se

$$V_{25} = V e^{\left(-b_0 \frac{25^{b_1}}{d^{b_2}} \right)}$$

$$V_{12} = V e^{\left(-b_0 \frac{12^{b_1}}{d^{b_2}} \right)}$$

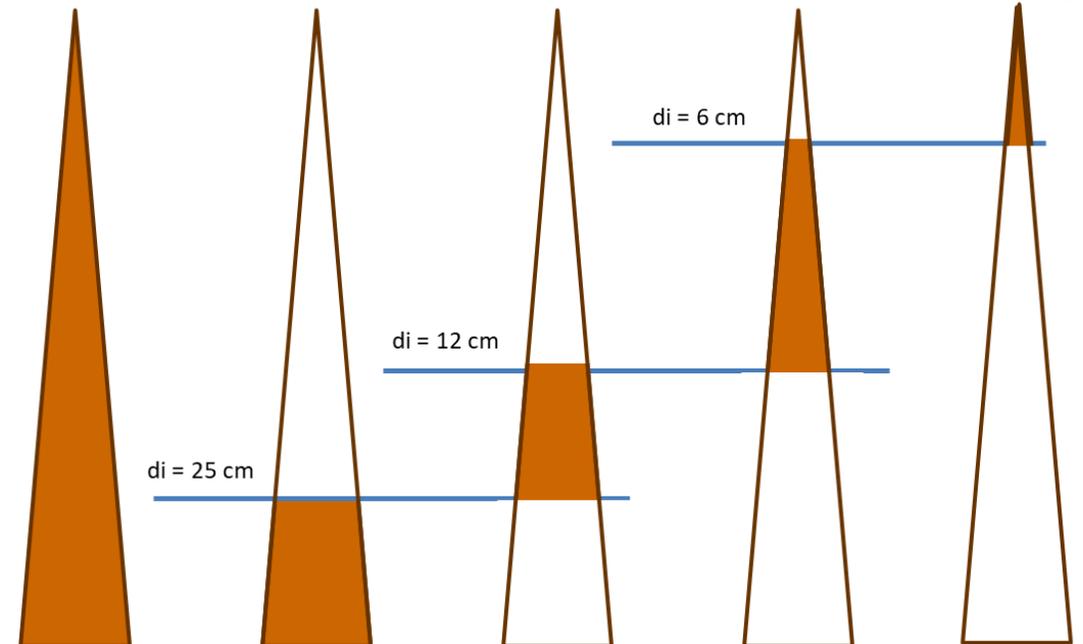
$$V_6 = V e^{\left(-b_0 \frac{6^{b_1}}{d^{b_2}} \right)}$$

EVP d_{25}
dá o volume da **Classe 1**
(a laranja)

EVP $d_{12} - \text{EVP } d_{25}$
dá o volume da **Classe 2**
(a laranja)

EVP $d_6 - \text{EVP } d_{12}$
dá o volume da **Classe 3**
(a laranja)

V - EVP d_6
dá o volume da **bicada**
(a laranja)



Volume da árvore e do povoamento

Equações de perfil do tronco (EVP)

São equações de 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)

Exemplo:

$$d_i = d \left[-2.1823 \left(\frac{h_i}{h} - 1 \right) + 0.8591 \left(\frac{h_i^2}{h} - 1 \right) \right]^{0.5}$$

Volume do povoamento

✓ Volumes por categorias de aproveitamento:

Com restrições ao comprimento dos toros (3.1 m)

Se o d à altura de 3.10 m > 25 cm

$$V_{25} = V e^{\left(-b_0 \frac{25^{b_1}}{d^{b_2}}\right)}$$

$$V_{12} = V e^{\left(-b_0 \frac{12^{b_1}}{d^{b_2}}\right)}$$

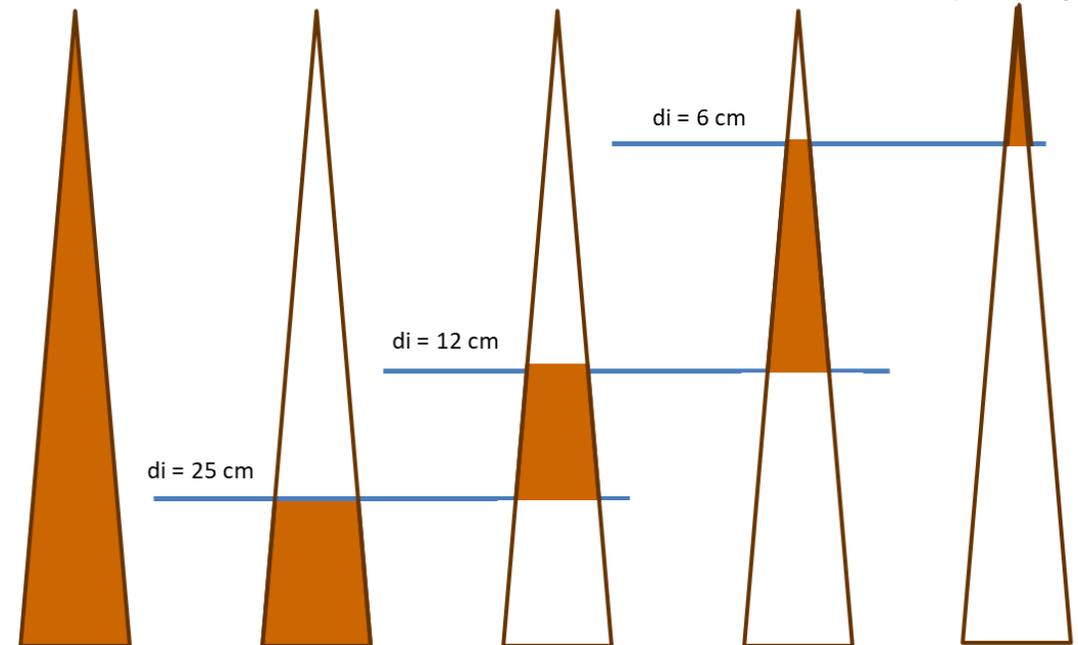
$$V_6 = V e^{\left(-b_0 \frac{6^{b_1}}{d^{b_2}}\right)}$$

EVP d_{25}
dá o volume da
Classe 1
(a laranja)

EVP d_{12} - EVP d_{25}
dá o volume da
Classe 2
(a laranja)

EVP d_6 - EVP d_{12}
dá o volume da
Classe 3
(a laranja)

V - EVP d_6
dá o
volume da
bicada
(a laranja)



Volume do povoamento

✓ Volumes por categorias de aproveitamento:

Com restrições ao comprimento dos toros (3.1 m)

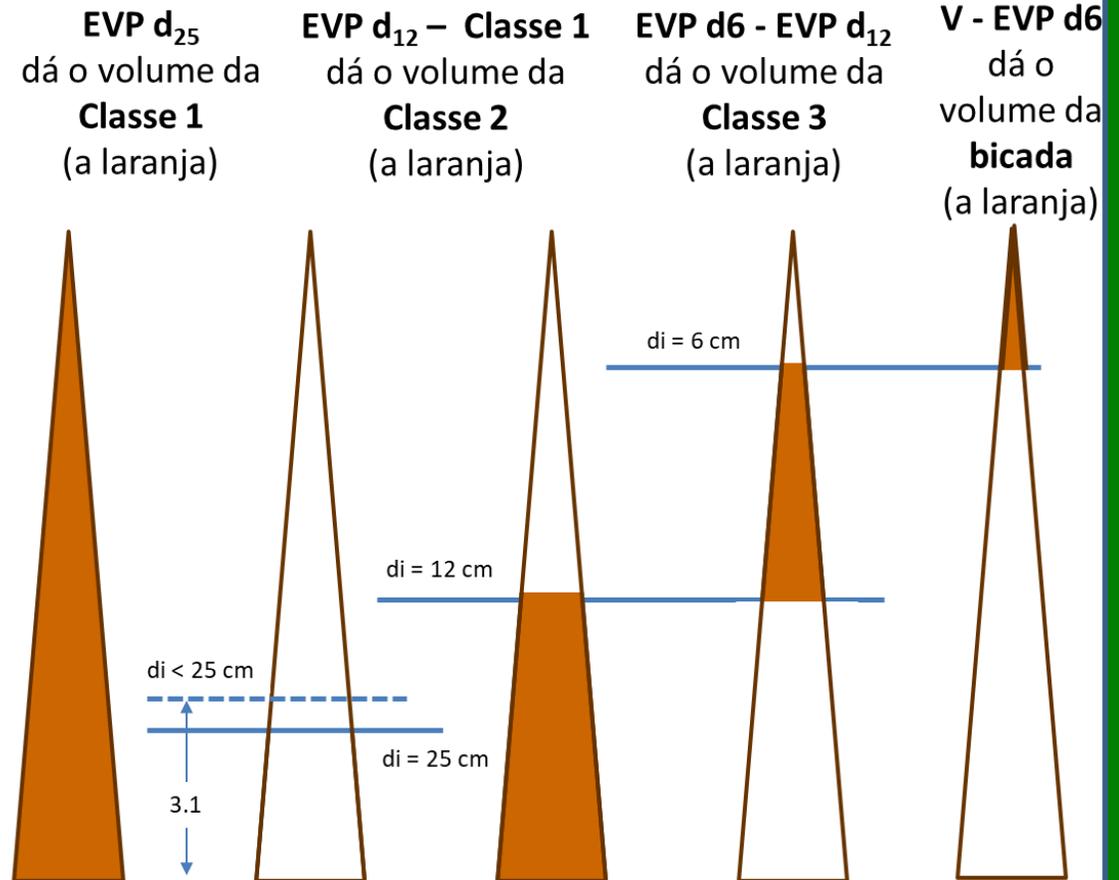
Se o d à altura de 3.10 m < 25 cm

ie esta árvore não contribui para a classe 1, mas todo o seu volume abaixo de 12 cm vai para a classe 2

$$V_{25} = V e^{\left(-b_0 \frac{25^{b_1}}{d^{b_2}}\right)}$$

$$V_{12} = V e^{\left(-b_0 \frac{12^{b_1}}{d^{b_2}}\right)}$$

$$V_6 = V e^{\left(-b_0 \frac{6^{b_1}}{d^{b_2}}\right)}$$



Volume do povoamento

- ✓ O volume do povoamento é geralmente expresso por ha ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$), bastando multiplicar o volume por ha pela área se quisermos saber o volume do povoamento. Podem considerar-se diversos volumes:
 - Volume total (com casca e com cepo, V)
 - Volume total (sem casca e com cepo, V_u)
 - Volume mercantil (com casca até um diâmetro d_i , V_{mdi})
 - Volume mercantil (sem casca até um diâmetro d_i , V_{umdi})
 - Volume mercantil (com casca até uma altura h_i , V_{mhi})
 - Volume mercantil (sem casca até uma altura h_i , V_{umhi})
- ✓ O volume por ha é geralmente calculado a partir do **somatório dos volumes das árvores** de uma parcela

Volume do povoamento

✓ Volumes por categorias de aproveitamento:

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 

Nem os limites de despona têm de ser sempre os mesmos, nem o número de categorias de aproveitamento. Categorias de aproveitamento presentes no manual de boas práticas para Pinheiro-bravo do CENTRO PINUS:

$$V_{35} = V e^{\left(-b_0 \frac{35^{b_1}}{d^{b_2}}\right)}$$

$$V_{20} = V e^{\left(-b_0 \frac{20^{b_1}}{d^{b_2}}\right)}$$

$$V_{14} = V e^{\left(-b_0 \frac{14^{b_1}}{d^{b_2}}\right)}$$

$$V_7 = V e^{\left(-b_0 \frac{7^{b_1}}{d^{b_2}}\right)}$$



Volume por unidade de área (ha)

- ✓ **Enumeração completa** de volumes
- ✓ **Estimação** do volume por ha
 - Métodos baseados em equações de volume da árvore
 - Enumeração completa de diâmetros e alturas (*IFN, dap e h de todas as arv medidos*)
 - Métodos baseados em árvores modelo de altura (*exercícios 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3*)
 - Equações de cubagem de povoamentos (*exercícios 3.2.4*)
- ✓ Métodos das **árvores modelo**
 - Métodos das árvores modelo de volume (*exercícios 3.2.5*)
 - Métodos das árvores modelo de forma - método de Hartig (*exercícios 3.2.6*)

Volume por ha - enumeração completa

- ✓ Qualquer um dos volumes atrás referidos (V) se obtém, por enumeração completa, a partir da soma do respetivo volume de cada árvore da parcela (volume da parcela, V_p), multiplicado pelo fator de expansão da área para o ha

$$V = \sum_{i=1}^{n_p} v_i \frac{10000}{A_p} = V_p f_{exp}$$

Onde v_i é o volume da árvore i e A_p é a área da parcela

- ✓ O volume de cada árvore teria que ser obtido por imersão em água, abate da mesma ou pelo método da altura formal (quase **IMPOSSÍVEL** na prática)

Volume por ha - estimacão / equacões de volume da rvore

- ✓ Estimacão do volume com recurso a equacões de volume da árvore (método geralmente utilizado):
 - Enumerao completa de diâmetros e alturas - medindo o diâmetro e a altura de cada árvore, basta estimar o volume de cada árvore da parcela, somar e expandir ao há (*IFN*)
 - Enumerao completa de diâmetros, mas baseado em relações hipsométricas / *rvores modelo de altura*: Método igual ao anterior, havendo contudo que estimar a altura de cada árvore, usando um dos 3 métodos:
 - i) Elaboraco de uma relação hipsométrica local, com os dados obtidos na parcela (que têm que em número “razoável” (*exercício 1.2.1*));
 - ii) elaboraco de uma relação hipsométrica local com os dados das várias parcelas do povoamento;
 - iii) elaboraco ou recurso a uma relação hipsométrica geral (basta medir a hdom) (*exercício 1.2.3*) *por fim* estima-se o volume de cada árvore da parcela
 - Sem enumerao completa de diâmetros - dist. classes de diâmetro e:
 - i) estima-se a altura da árvore média na classe de diâmetros com uma hipsométrica (*exercício 1.2.3 a*));
 - ii) *calcula-se a média das alturas das árvores modelo medidas* (*exercício 1.2.3 b*));
 - estima-se o volume da árvore central de cada classe de diâmetro

Volume por ha - estimação / equações de volume da árvore

PARCELA nº: *XPTO_1*

Distribuição de diâmetros							Medição de d's e h's							
Classe d	Espécie principal:						Outras:	Espécie principal: <i>P6</i>						Outras:
2.5-7.4							d	h	d	h				
7.5-12.4							30.6	14.2	25.2	15.1				
12.5-17.4							26.4	14.9	19.6	17.6				
17.5-22.4							14.6	9.4	21.7	18				
22.5-27.4							24.1	13.9	23.2	17.9				
27.5-32.4							26	12.9	25.4	13.4				
32.5-37.4							23.8	13.7	14.5	8.9				
37.5-42.4							13.9	10.3	22.1	13.3				
42.5-47.4							22.7	11.6	20.3	12.7				
47.5-52.4							25.7	15.2	23.5	14.6				
52.5-57.4							22.7	12.3	17.1	11.1				
57.5-62.4							11.5	8.8	24.1	15.2				
62.5-67.4							11.1	9.3	25.4	14.7				
>=67.4							23.2	12.9						
Árvores modelo							21.6	13.1						
Nº	Esp	d	h	h_{copa}	casc	i_d	18.2	11.9						
							24.2	13.8						
							21.5	13.4						
							22.4	14						
							27.5	21						
							21.1	13.5						
Árvores dominantes							Nº	Esp	d	h	h_{copa}	casc	i_d	
							1	<i>P6</i>	30.6	14.2				
							2	<i>P6</i>	27.5	19.2				
							3	<i>P6</i>	26.4	14.9				
							4	<i>P6</i>	26	14.5				
							5	<i>P6</i>	25.7	15.2				

✓ Enumeração completa de diâmetros e alturas

✓ $V_i = f(d_{\text{medido } i}, h_{\text{medida } i})$

Volume por ha resulta do somatório dos V_{is}^* *
fexp_area

Volume por ha - estimação / equações de volume da árvore

Distribuição de diâmetros								Medição de d's e h's							
Classe d	Espécie principal:				Outras:			Espécie principal: <i>Pb</i>				Outras:			
2.5-7.4								d	d						
7.5-12.4								30.6	25.2						
12.5-17.4								26.4	19.6						
17.5-22.4								14.6	21.7						
22.5-27.4								24.1	23.2						
27.5-32.4								26	25.4						
32.5-37.4								23.8	14.5						
37.5-42.4								13.9	22.1						
42.5-47.4								22.7	20.3						
47.5-52.4								25.7	23.5						
52.5-57.4								22.7	17.1						
57.5-62.4								11.5	24.1						
62.5-67.4								11.1	25.4						
>=67.4								23.2							
Árvores modelo								21.6							
Nº	Esp	d	h	h _{copa}	casc	i _d		18.2							
1	<i>Pb</i>	30.6	14.2	6.2	1.5	1.7		24.2							
2	<i>Pb</i>	26.4	14.9	6.3	2	1.5		21.5							
3	<i>Pb</i>	14.6	9.4	3.9	1.1	1		22.4							
4	<i>Pb</i>	25.7	15.2	4.9	2.2	1.6		27.5							
5	<i>Pb</i>	11.5	10.5	5.1	0.9	0.9		21.1							
6	<i>Pb</i>	21.6	17.7	5.8	0.6	1.9		Árvores dominantes							
7	<i>Pb</i>	19.6	16.1	10	0.8	1.2		Nº	Esp	d	h	h _{copa}	casc	i _d	
8	<i>Pb</i>	23.2	14.5	7.6	2.8	1		1	<i>Pb</i>	30.6	14.2				
								2	<i>Pb</i>	27.5	19.2				
								3	<i>Pb</i>	26.4	14.9				
								4	<i>Pb</i>	26	14.5				
								5	<i>Pb</i>	25.7	15.2				

✓ Enumeração completa de diâmetros mas não de alturas

✓ $V_i = f(d_{\text{medido } i}, h_{\text{final } i})$

Em que:

- árvores modelo/dominantes: $h_{\text{final}} = h_{\text{medida}}$

- restantes árvores: $h_{\text{final}} = h_{\text{estimada}}$

(com hipsométrica local ou regional)

Volume por ha resulta do somatório dos V_{is}^* *
fexp_area

Volume por ha - estimacão / equacões de volume da rvore

Distribuio de diâmetros							Medio de d's e h's							
Classe d	Espécie principal:			Outras:			Espécie principal: <i>P6</i>			Outras:				
2.5-7.4							d	d						
7.5-12.4	II													
12.5-17.4	II													
17.5-22.4	IIII													
22.5-27.4	IIII	IIII												
27.5-32.4	IIII	IIII	IIII											
32.5-37.4	II													
37.5-42.4														
42.5-47.4														
47.5-52.4														
52.5-57.4														
57.5-62.4														
62.5-67.4														
>=67.4														
rvores modelo														
N	Esp	d	h	h _{copa}	casc	i _d								
1	<i>P6</i>	30.6	14.2	6.2	1.5	1.7								
2	<i>P6</i>	26.4	14.9	6.3	2	1.5								
3	<i>P6</i>	14.6	9.4	3.9	1.1	1								
4	<i>P6</i>	25.7	15.2	4.9	2.2	1.6								
5	<i>P6</i>	11.5	10.5	5.1	0.9	0.9								
6	<i>P6</i>	21.6	17.7	5.8	0.6	1.9								
							árvores dominantes							
							N	Esp	d	h	h _{copa}	casc	i _d	
7	<i>P6</i>	19.6	16.1	10	0.8	1.2								
8	<i>P6</i>	23.2	14.5	7.6	2.8	1								

✓ Sem enumerao completa de diâmetros ie utiliza-se a distribuio de diâmetros

✓ $V_j = f(d_{\text{medio-classe } j}, h_{\text{média da classe } j}, n_j)$

Em que:

- $d_{\text{medio-classe } j}$ -  o valor central da classe de d
- $h_{\text{média da classe}}$ -  a média das alturas das árvores modelo de cada classe
- n_j - número de árvores em cada classe de d
- j = classe de diâmetros

Volume por ha resulta do somatório dos $V_{js} * n_{js} * fexp_area$

Volume por ha - estimacão / equacões de volume da rvore

PARCELA n: *XPTO_4*

Distribuio de diâmetros							Medio de d's e h's											
Classe d	Espécie principal:						Outras:	Espécie principal: <i>P6</i>						Outras:				
2.5-7.4																		
7.5-12.4							d	d										
12.5-17.4																		
17.5-22.4																		
22.5-27.4																		
27.5-32.4																		
32.5-37.4																		
37.5-42.4																		
42.5-47.4																		
47.5-52.4																		
52.5-57.4																		
57.5-62.4																		
62.5-67.4																		
>=67.4																		

rvores modelo						
N	Esp	d	h	h _{copa}	casc	i _d

rvores dominantes						
N	Esp	d	h	h _{copa}	casc	i _d
1	<i>P6</i>	30.6	14.2			
2	<i>P6</i>	27.5	19.2			
3	<i>P6</i>	26.4	14.9			
4	<i>P6</i>	26	14.5			
5	<i>P6</i>	25.7	15.2			

✓ Sem enumerao completa de diâmetros ie utiliza-se a distribuio de diâmetros

✓ $V_j = f(d_{\text{medio-classe } j}, h_{\text{estimada } j}, n_j)$

Em que:

- $d_{\text{medio-classe } j}$ -  o valor central da classe de d
- h_{estimada} - é a altura estimada para a árvore média da classe de d (hipsométrica geral)
- n_j - número de árvores em cada classe de d
- j = classe de diâmetros

Volume por ha resulta do somatório dos $V_{js} * n_j * f_{\text{exp_area}}$

Volume por ha - árvores modelo de altura

- ✓ Neste caso, a variável que é medida nas árvores modelo é a altura
- ✓ A altura medida nas árvores modelo pode ser utilizada de duas maneiras:
 - Ser utilizada para construir uma relação hipsométrica e, neste caso, o volume passa a ser calculado por **avaliação indireta com equações de volume da árvore** (a menos que não exista a enumeração completa dos diâmetros, mas apenas ao número de árvores em cada classe de d)
 - Ser utilizada para calcular a altura média de cada classe de d , calculando-se de seguida o **volume médio da classe** com uma equação de volume usando d = valor central da classe, sendo o volume **calculado pela expressão da enumeração completa de d e h**

Exercícios Práticos:

1.2.3 Processamento dos dados de uma parcela de pinheiro bravo com o método das árvores modelo de altura (**dados agrupados por classes de diâmetro**)

Usando os dados disponíveis para as parcelas (provas) nº 1 e 2 da Mata Nacional do Urso (Figura 9), agrupados por classes de diâmetro, calcule o volume por ha nas seguintes modalidades:

- Alturas estimadas com a relação hipsométrica do IFN (ANEXO I)
- Altura média das árvores modelo da classe

Mata Nacional do Urso - Prova 1 Prova 2 (TPC)

Área da prova: 250/500/1000m²

Classe d	Nº árvores				Área basal ha ⁻¹	Altura média	Vol ha ⁻¹	Árvores modelo		hdom h
	Por parcela		Por ha					d	h	
5								37.5	23.0	23.0
10								28.7	20.5	23.0
15								35.0	19.0	20.5
20								32.5	20.0	19.0
25								42.5	23.0	23.0
30	III	II	7	70	5.064	20.5	43.26	32.0	20.5	21.5
35	III	III	10	100	9.621	19.5	75.6			20.0
40	III		3	30	3.313	23.0	31.29			22.8
45	I		1	10	1.419	23.0	13.34			19.5
50										21.0
Totais:				210	19.42		163.49			
Médias:						20.262				21.50

Volume por ha - estimação / equações de cubagem

✓ O volume por ha é estimado a partir de outras variáveis do povoamento. Alguns exemplos (*exercício 3.2.4*):

- Equações de cubagem para o **pinheiro bravo** na Mata Nacional de Leiria (Gomes, 1957)

$$V = 55.745 + 0.3873 G hdom$$

- Equações de cubagem para o **eucalipto** (Tomé et al., 2001)

$$V = \left(0.4886 - 0.1348 \frac{100}{S\sqrt{Npl}} \right) t^{0.0655} hdom^{0.8839} G^{1.0263}$$

Onde:

- V (volume; m³ ha⁻¹);
- G (área basal; m² ha⁻¹)
- hdom (altura dominante; m)
- S (índice de qualidade; m)
- Npl (nº árvores à plantação; ha⁻¹)
- t (idade do povoamento; anos)

Exercícios Práticos:

3.2.4 Volume total por ha - estimação com equação de cubagem de povoamentos

Nas parcelas de eucalipto, faça os cálculos das alíneas m) a p) do exercício 3.2.2, utilizando as equações de cubagem de povoamentos e de estimacão de biomassas do modelo GLOBULUS (no ANEXO III).

- O volume total com casca ($m^3 \text{ ha}^{-1}$)
- O volume total sem casca ($m^3 \text{ ha}^{-1}$)
- O volume, sem casca, por categorias de aproveitamento ($m^3 \text{ ha}^{-1}$) considerando as seguintes regras (dm é o diâmetro de desponta):
 - **Classe 1:** $dm \geq 25\text{cm}$
 - **Classe 2:** $12\text{cm} \leq dm < 25\text{cm}$
 - **Classe 3:** $6\text{cm} \leq dm < 12 \text{ cm}$
 - **Classe 4:** bicada
- A biomassa total e por componentes (Mg ha^{-1}): lenho e casca do tronco, ramos, folhas, raízes e total

Tabela 1. Função para estimar o volume por ha

$$V_i = K_v \cdot t^a \cdot \text{hdom}^b \cdot G^c$$

$$k_v = k_{v0} + k_{v1} \cdot \text{rot} + \left(\frac{k_{v2}}{1 - \left(\frac{\text{altitude}}{2000} \right)} \right) + k_{v3} \cdot \frac{100}{S \cdot \sqrt{N_0}}$$

modelo	a	b	c	kv0	kv1	kv2	kv3
Vu	-0.0510	0.9982	1.0151	0.3504	0.0011	0.0049	0.0908
Vb	-0.0548	0.7142	1.0513	0.1502	-	0.0014	0.1336
Vst	-0.0821	0.3440	0.9914	0.0567	-0.0002	-	0.0104

Onde V_i representa os seguintes volumes por ha: V_u é o volume com cepo sem casca, V_b é o volume da casca, V_{st} é o volume do cepo; hdom é a altura dominante; G é a área basal; SI é o índice de qualidade da estação (site index); Cota é a altitude; rot é uma variável indicatriz da rotaçào (0 para alto fuste e 1 para talhadia); N_0 é o número de árvores por ha à plantaçào ou, no caso das talhadias, o número de varas após a monda.

Tabela 2. Volume mercantil sem casca, acima do cepo até um determinado diâmetro de desponta di

$$V_{umdi} = (V_u - V_{st}) \cdot e^{a \left(\frac{di}{dg} \right)^b}$$

$$a = a_0 + a_1 \cdot \text{rot} + a_2 \left(\frac{N_0}{1000} \right) + a_3 \left(\frac{100}{S \cdot \sqrt{N_0}} \right) + \left(\frac{a_4}{1 - \left(\frac{\text{altitude}}{2000} \right)} \right)$$

$$b = b_0 + b_1 \cdot \text{rot}$$

modelo	a0	a1	a2	a3	a4	b0	b1
Vumdi	-1.1075	-0.3436	0.0741	1.2604	0.2660	3.1854	0.5513

Onde V_{umdi} é o volume mercantil sem casca, desde o cepo até um diâmetro de topo di; dgdm é o diâmetro quadrático médio das dominantes; as outras variáveis são como na Tabela 1

Tabela 3. Função para a predição da biomassa

$$W_i = a \cdot G^b \cdot \text{hdom}^c$$

$$b = b_0 + b_1 \cdot \text{rot} + b_2 \left(\frac{N}{1000} \right) + b_3 \left(\frac{S}{1000} \right) + b_4 \left(\frac{t}{1000} \right)$$

$$W_a = W_w + W_b + W_l + W_{br}$$

$$W_r = a \cdot W_a$$

$$W_t = W_a + W_r$$

model	a	b0	b1	b2	b3	b4	c
W_w	0.0967	1.0547	-0.0018	-0.0065	-0.5198	-1.2105	1.1886
W_b	0.03636	1.1691	-0.0083	-0.0459	3.2289	2.0880	0.6710
W_l	1.0440	1.0971	-	-0.0112	-1.2207	-6.2807	-0.3129
W_{br}	0.3972	1.0005	-	-0.0192	3.3170	-1.2747	-0.0160
W_r	0.2487	-	-	-	-	-	-

Onde W_i representa as seguintes componentes de biomassa: W_w é a biomassa de madeira, W_b é a biomassa de casca, W_{br} é a biomassa de ramos e W_l é a biomassa de folhas; W_a é a biomassa aérea; W_r é a biomassa de raízes; hdom é a altura dominante do povoamento; G é a área basal do povoamento; SI é o índice de qualidade da estação; rot é uma variável indicatriz da rotaçào (0 para alto fuste e 1 para talhadia); N é o número de árvores no povoamento e t é a idade do povoamento.

Biomassa do povoamento

Biomassa total e por componentes da árvore

Biomassa do povoamento

- ✓ A biomassa do povoamento é geralmente expressa por ha (Mg ha^{-1}), bastando multiplicar a biomassa por ha pela área se quisermos saber a biomassa do povoamento. Podem considerar-se diversas componentes da biomassa:
 - Biomassa do lenho do tronco (W_w)
 - Biomassa da casca do tronco (W_b)
 - Biomassa do tronco ($W_s = W_w + W_b$)
 - Biomassa dos ramos (W_{br})
 - Biomassa das folhas (W_l)
 - Biomassa da copa ($W_c = W_{br} + W_l$)
 - Biomassa das raízes (W_r)
 - Biomassa total ($W = W_w + W_b + W_{br} + W_l + W_r$; $W = W_s + W_{br} + W_l + W_r$; $W = W_w + W_b + W_c + W_r$; $W = W_s + W_c + W_r$)
- ✓ A metodologia para o cálculo da biomassa por ha é em tudo idêntica à explicada para o volume por ha

Biomassa do povoamento

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	1,084988	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).

Equações utilizadas para estimar a biomassa das **árvores individuais** de *Eucalyptus globulus*

*Biomassa do povoamento obtém-se através da soma das biomassas das arvores * f_{exp_area}*

Biomassa do povoamento

$$W_i = a G^b h_{dom}^c \quad b = b_0 + b_1 \text{rot} + b_2 \left(\frac{N}{1000} \right) + b_3 \left(\frac{SI}{1000} \right) + b_4 \left(\frac{t}{1000} \right)$$

$$W_a = W_w + W_b + W_l + W_{br}$$

$$W_r = a W_a$$

$$W_t = W_a + W_r$$

model	a	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	c
W _w	0.0967	1.0547	-0.0018	-0.0065	-0.5198	-1.2105	1.1886
W _b	0.03636	1.1691	-0.0083	-0.0459	3.2289	2.0880	0.6710
W _l	1.0440	1.0971	-	-0.0112	-1.2207	-6.2807	-0.3129
W _{br}	0.3972	1.0005	-	-0.0192	3.3170	-1.2747	-0.0160
W _r	0.2487	-	-	-	-	-	-

Onde W_i representa as seguintes componentes de biomassa: W_w é a biomassa de madeira, W_b é a biomassa de casca, W_{br} é a biomassa de ramos e W_l é a biomassa de folhas; W_a é a biomassa aérea; W_r é a biomassa de raízes; h_{dom} é a altura dominante do povoamento; G é a área basal do povoamento; SI é o índice de qualidade da estação; rot é uma variável indicatriz da rotação (0 para alto fuste e 1 para talhadia); N é o número de árvores no povoamento e t é a idade do povoamento.

Equações utilizadas para
estimar a biomassa de um
povoamento de
Eucalyptus globulus

Índice de área foliar

Índice de área foliar

- ✓ O índice de área foliar é a soma da área foliar de todas as árvores do povoamento expressa por unidade de área
- ✓ Metodologias alternativas
 - Com base em árvores modelo de área foliar (pode calcular-se a área foliar de uma árvore a partir da biomassa das folhas e da área foliar específica - *sla* em $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$)
 - Por estimação com recurso a equações alométricas da árvore (para a área foliar ou para a biomassa de folhas desde que se saiba a *sla*)
 - Por avaliação indireta com base na luz intercetada

Exercícios Práticos:

- 3.2.2 Processamento dos dados de uma parcela - *enumeração completa de diâmetros e medição de altura em árvores modelo (cont.)*

Faça os seguintes cálculos:

- g. O fator de Wilson
- h. Quantas árvores por ha deverá desbastar para colocar o povoamento a um fator de Wilson de 0.27?
- i. O Fator de Competição das Copas (só para as parcelas de Pb)
- j. O Índice de Densidade do Povoamento (SDI)
- k. % de coberto e coeficiente de espaçamento (parcelas 8 e 13 das Figuras 12 e 13, respetivamente)
- l. Estime a altura das árvores cuja altura não foi medida com as relações hipsométricas gerais do Inventário Florestal Nacional (no ANEXO I)
- m. O volume total com casca ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)
- n. O volume total sem casca ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)

Parcelas permanentes da herdade do Chaparro - Parcela 8												
Narv	Esp	d (cm)	Coordenadas		Alturas (m)				Raios da Copa (m)			
			x	y	total	copa	tronco	descort.	N	S	E	W
1	Sb	25.46	2.5	28.2	7.4	2.7	2.2	1.8	3.00	4.40	2.30	4.70
2	Sb	42.02	-1.1	20.5	9.8	3.0	3.1	3.6	5.20	7.40	4.50	6.20
3	Sb	34.06	-13.9	7.1	9.3	3.1	2.9	2.2	4.60	6.20	2.70	3.90
4	Sb	22.60	-6.0	1.7	7.1	2.1	1.6	1.5	1.90	3.00	3.10	3.30
5	Sb	44.56	-2.1	-9.2	8.8	3.0	1.4	2.7	2.00	4.20	4.10	5.40
6	Sb	44.88	-2.4	-19.4	7.8	2.4	1.9	2.4	5.00	4.90	5.60	4.90
7	Sb	31.19	6.3	-21.9	10.4	4.2	5.1	2.7	2.50	6.50	2.20	4.20
8	Sb	60.80	18.5	-6.0	14.0	2.4	2.2	3.4	6.60	9.10	8.30	7.80
9	Sb	27.69	-16.3	-16.3	8.4	3.3	2.5	2.2	2.40	4.20	5.10	3.80
10	Sb	27.37	-18.9	-21.0	7.2	2.8	1.6	2.0	2.90	5.50	2.60	3.80
11	Sb	48.38	-39.5	-2.8	8.5	3.5	2.0	2.3	5.40	3.60	2.80	4.30
12	Sb	52.84	-37.7	-20.0	11.3	3.7	2.5	3.5	5.60	5.70	8.10	4.70
13	Sb	42.65	-26.9	-27.8	10.3	3.9	2.7	2.0	3.70	6.10	4.70	2.00
14	Sb	54.43	-19.7	-42.1	10.9	3.6	1.6	2.5	5.10	7.10	6.70	5.50
15	Sb	58.25	2.6	-36.8	7.7	1.8	1.6	3.6	6.70	7.10	7.20	6.60
16	Sb	47.43	7.5	-53.5	6.5	3.4	2.6	2.9	5.10	5.50	4.30	5.40
17	Sb	35.97	26.4	-31.5	7.4	2.2	2.6	3.1	5.10	4.50	5.70	4.50
18	Sb	31.83	26.8	-20.2	7.4	3.2	3.2	2.8	6.10	5.90	5.40	5.10
19	Sb	25.78	39.7	-41.1	6.4	1.8	2.2	2.4	2.90	4.80	4.00	3.60
20	Sb	74.17	47.0	-17.1	9.4	3.3	1.3	2.8	7.50	9.60	5.30	7.90
21	Sb	22.28	19.4	-19.4	5.4	1.9	2.4	1.2	2.60	1.40	1.90	2.40
22	Sb	16.87	-35.5	0.0	6.7	2.4	1.9	1.2	2.00	0.30	1.80	0.80
23	Sb	20.37	-4.1	38.7	7.0	2.5	2.5	1.3	0.80	2.10	2.00	1.60
24	Pm	25.46	5.7	13.4	6.9	2.1	2.1	-	3.40	2.90	3.50	3.00
25	Pm	30.24	30.7	-2.7	7.5	1.8	1.8	-	4.80	3.40	4.30	3.90
26	Pm	17.19	30.0	-14.6	4.7	1.5	1.5	-	1.90	1.70	2.10	1.70
27	Pm	20.37	10.3	-31.6	5.3	1.8	1.8	-	2.60	2.50	2.70	2.00
28	Pm	13.69	4.0	-13.8	4.2	1.5	1.5	-	1.40	1.70	1.60	1.90
29	Pm	48.06	-1.6	-0.1	10.6	2.3	2.3	-	5.30	6.10	5.80	4.60
30	Pm	18.46	-9.8	15.7	5.5	1.7	1.7	-	2.10	2.30	2.00	2.40
31	Pm	21.96	-9.8	30.1	5.1	1.5	1.5	-	2.20	2.70	2.20	2.40

Exercícios Práticos:

- 3.2.2 Processamento dos dados de uma parcela - *enumeração completa de diâmetros e medição de altura em árvores modelo (cont.)*

Faça os seguintes cálculos:

- o. O volume, sem casca, por categorias de aproveitamento ($m^3 \text{ ha}^{-1}$) considerando as seguintes regras (dm é o diâmetro de desponta):
 - **Classe 1:** $dm \geq 25\text{cm}$ e comprimento do toro $> 3 \text{ m}$
 - **Classe 2:** $12\text{cm} \leq dm < 25\text{cm}$ e $dm \geq 25\text{cm}$ e comprimento do toro $< 3 \text{ m}$
 - **Classe 3:** $6\text{cm} \leq dm < 12 \text{ cm}$
 - **Classe 4:** bicada
- p. A biomassa total e por componentes (Mg ha^{-1}): lenho e casca do tronco, ramos, folhas, raízes e total

Parcelas permanentes da herdade do Chaparro - Parcela 8												
Narv	Esp	d (cm)	Coordenadas		Alturas (m)				Raios da Copa (m)			
			x	y	total	copa	tronco	descort.	N	S	E	W
1	Sb	25.46	2.5	28.2	7.4	2.7	2.2	1.8	3.00	4.40	2.30	4.70
2	Sb	42.02	-1.1	20.5	9.8	3.0	3.1	3.6	5.20	7.40	4.50	6.20
3	Sb	34.06	-13.9	7.1	9.3	3.1	2.9	2.2	4.60	6.20	2.70	3.90
4	Sb	22.60	-6.0	1.7	7.1	2.1	1.6	1.5	1.90	3.00	3.10	3.30
5	Sb	44.56	-2.1	-9.2	8.8	3.0	1.4	2.7	2.00	4.20	4.10	5.40
6	Sb	44.88	-2.4	-19.4	7.8	2.4	1.9	2.4	5.00	4.90	5.60	4.90
7	Sb	31.19	6.3	-21.9	10.4	4.2	5.1	2.7	2.50	6.50	2.20	4.20
8	Sb	60.80	18.5	-6.0	14.0	2.4	2.2	3.4	6.60	9.10	8.30	7.80
9	Sb	27.69	-16.3	-16.3	8.4	3.3	2.5	2.2	2.40	4.20	5.10	3.80
10	Sb	27.37	-18.9	-21.0	7.2	2.8	1.6	2.0	2.90	5.50	2.60	3.80
11	Sb	48.38	-39.5	-2.8	8.5	3.5	2.0	2.3	5.40	3.60	2.80	4.30
12	Sb	52.84	-37.7	-20.0	11.3	3.7	2.5	3.5	5.60	5.70	8.10	4.70
13	Sb	42.65	-26.9	-27.8	10.3	3.9	2.7	2.0	3.70	6.10	4.70	2.00
14	Sb	54.43	-19.7	-42.1	10.9	3.6	1.6	2.5	5.10	7.10	6.70	5.50
15	Sb	58.25	2.6	-36.8	7.7	1.8	1.6	3.6	6.70	7.10	7.20	6.60
16	Sb	47.43	7.5	-53.5	6.5	3.4	2.6	2.9	5.10	5.50	4.30	5.40
17	Sb	35.97	26.4	-31.5	7.4	2.2	2.6	3.1	5.10	4.50	5.70	4.50
18	Sb	31.83	26.8	-20.2	7.4	3.2	3.2	2.8	6.10	5.90	5.40	5.10
19	Sb	25.78	39.7	-41.1	6.4	1.8	2.2	2.4	2.90	4.80	4.00	3.60
20	Sb	74.17	47.0	-17.1	9.4	3.3	1.3	2.8	7.50	9.60	5.30	7.90
21	Sb	22.28	19.4	-19.4	5.4	1.9	2.4	1.2	2.60	1.40	1.90	2.40
22	Sb	16.87	-35.5	0.0	6.7	2.4	1.9	1.2	2.00	0.30	1.80	0.80
23	Sb	20.37	-4.1	38.7	7.0	2.5	2.5	1.3	0.80	2.10	2.00	1.60
24	Pm	25.46	5.7	13.4	6.9	2.1	2.1	-	3.40	2.90	3.50	3.00
25	Pm	30.24	30.7	-2.7	7.5	1.8	1.8	-	4.80	3.40	4.30	3.90
26	Pm	17.19	30.0	-14.6	4.7	1.5	1.5	-	1.90	1.70	2.10	1.70
27	Pm	20.37	10.3	-31.6	5.3	1.8	1.8	-	2.60	2.50	2.70	2.00
28	Pm	13.69	4.0	-13.8	4.2	1.5	1.5	-	1.40	1.70	1.60	1.90
29	Pm	48.06	-1.6	-0.1	10.6	2.3	2.3	-	5.30	6.10	5.80	4.60
30	Pm	18.46	-9.8	15.7	5.5	1.7	1.7	-	2.10	2.30	2.00	2.40
31	Pm	21.96	-9.8	30.1	5.1	1.5	1.5	-	2.20	2.70	2.20	2.40