

Medição e avaliação de variáveis da árvore

Inventário Florestal

**Licenciatura em Eng^a Florestal e dos Recursos Naturais
4^o semestre**

2015-2016

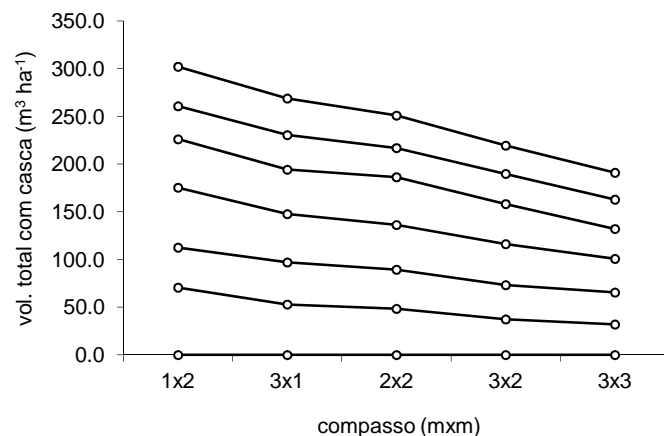
Exercício:

3.9.3.2, página 139

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 61a a 61e.

A qual compasso corresponde o maior volume por 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

Exercício:

3.9.1.2, página 124

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.

Cubagem de uma árvore

(1) Métodos directos

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

(2) Métodos indirectos

(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

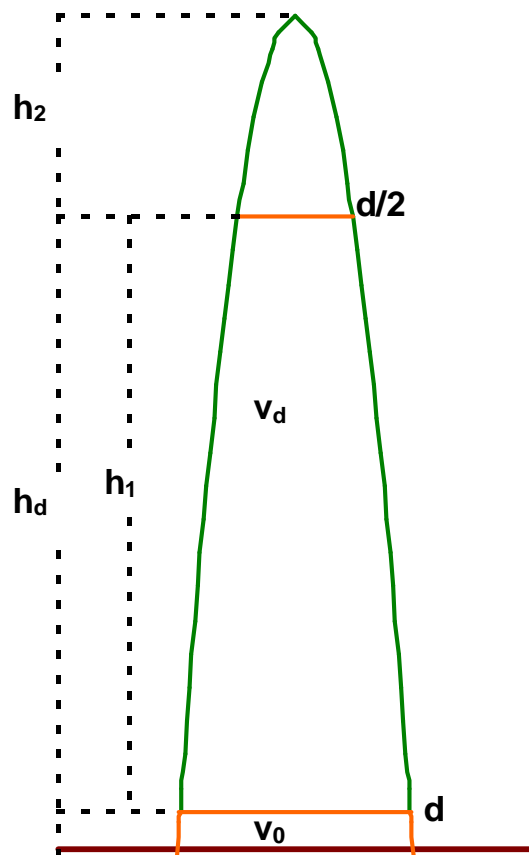
(2.2) Métodos expeditos

ex., método da altura formal

Cubagem expedita: fórmula de Pressler

o método da altura formal – para medição indireta do volume de árvores em pé - foi deduzido com base na fórmula de Pressler

Cubagem expedita: fórmula de Pressler

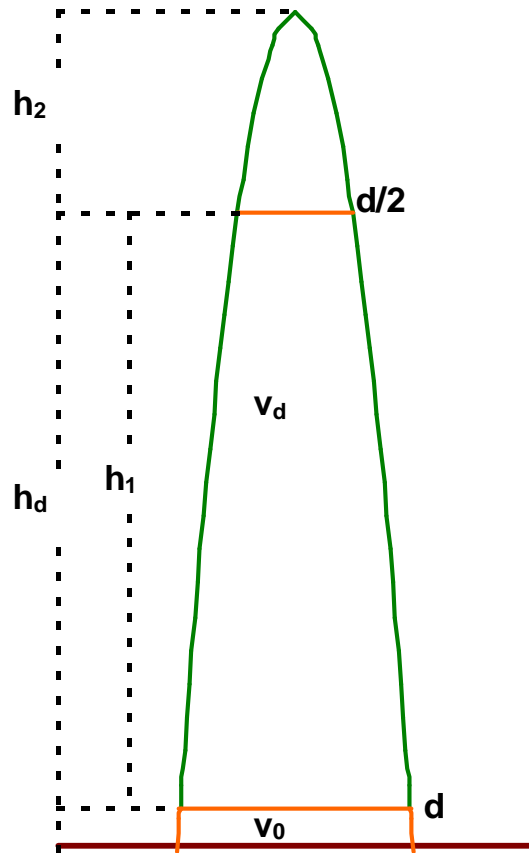


Refere-se apenas ao volume da parte da árvore que se situa acima do d

É nesta fórmula que se baseia o método da **altura formal**, método expedito para medição de árvores em pé

Utiliza o conceito de altura directriz h_d – altura à qual o diâmetro da árvore é igual a metade do diâmetro à altura do peito

Cubagem expedita: fórmula de Pressler



raio da árvore $d_i/2$ que se encontra à altura h_i

Pela fórmula geral das parábolas:

$$\frac{d_i}{2} = \pm b h_i^r$$

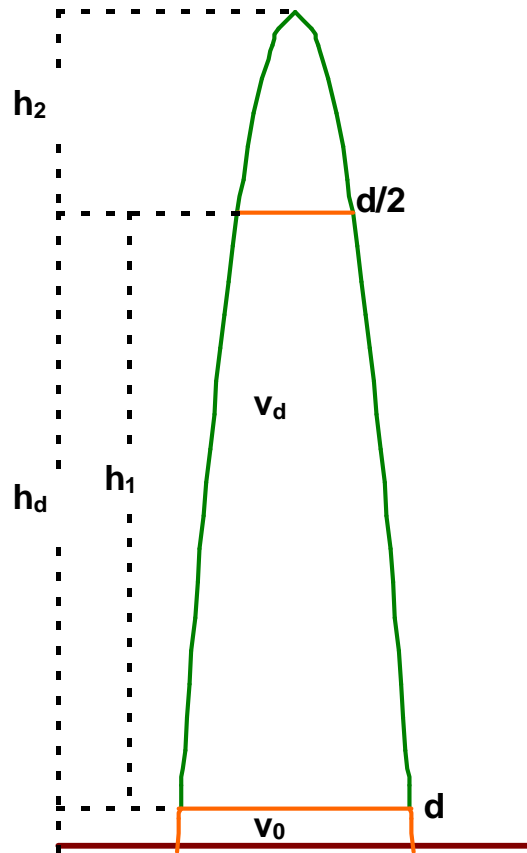
$$d_i = 2 b h_i^r$$

$$\frac{d}{d/2} = 2 = \frac{2 b (h_1 + h_2)^r}{2 b h_2^r}$$

$$2 = \frac{(h_1 + h_2)^r}{h_2^r} \quad \rightarrow \quad h_2 = \frac{h_1}{2^{1/r} - 1}$$

Cubagem expedita: fórmula de Pressler

Fórmula de cubagem dos parabolóides:



$$v_d = f_0 g h$$

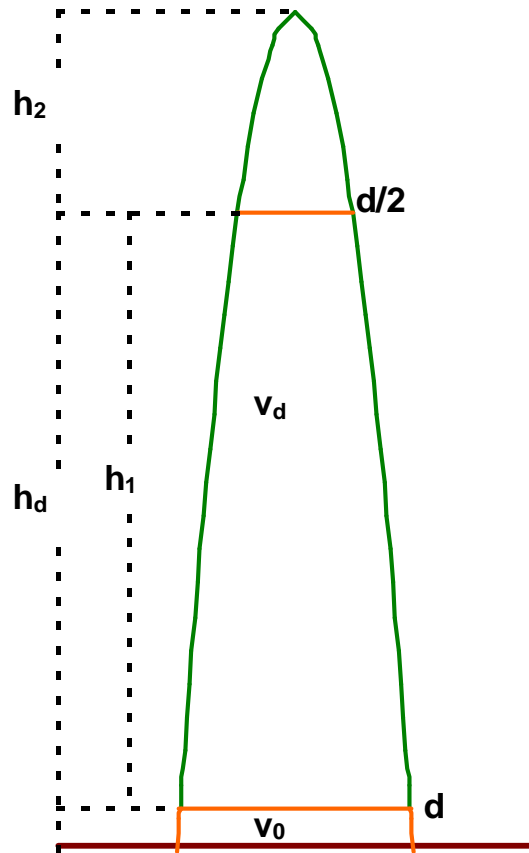
$$= \frac{1}{2r+1} \frac{\pi d^2}{4} (h_1 + h_2)$$

$$= \frac{1}{2r+1} \frac{\pi d^2}{4} \left(h_1 + \frac{h_1}{2^{1/r} - 1} \right)$$

$$= \frac{1}{2r+1} \frac{\pi d^2}{4} h_1 \frac{2^{1/r}}{2^{1/r} - 1}$$

Cubagem expedita: fórmula de Pressler

A fórmula de Pressler deduz-se, para $r=1/2$:



$$v_d = \frac{1}{2} \frac{\pi d^2}{4} h_1 \frac{4}{3}$$

$$v_d = \frac{2}{3} \frac{\pi d^2}{4} h_1 = \frac{2}{3} g h_1$$

fórmula de Pressler

Cubagem expedita de árvores em pé

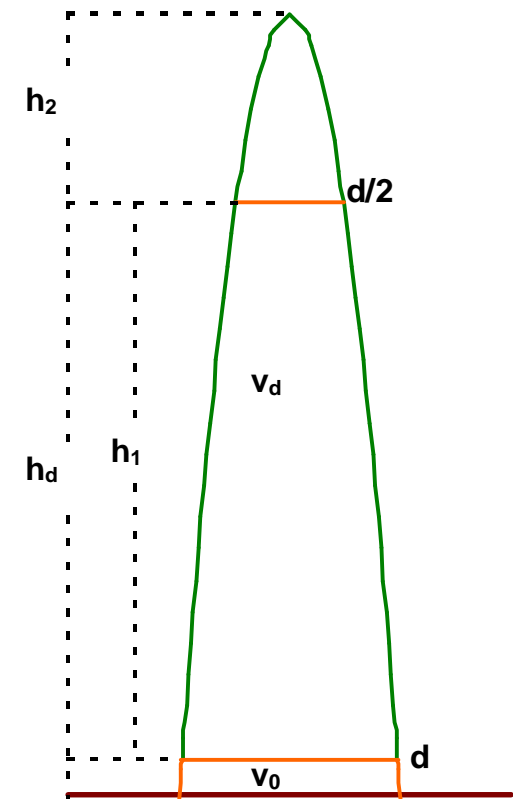
Método da altura formal

Acrescentando à fórmula de Pressler o volume do toro abaixo do d calculado como um cilindro, vem:

$$\begin{aligned}V &= V_d + V_0 \\ &= \frac{2}{3} \frac{\pi d^2}{4} h_1 + \frac{\pi d^2}{4} h_0 \\ &= \frac{2}{3} g \left(h_1 + \frac{3}{2} h_0 \right)\end{aligned}$$

Mas $h_1 = h_d - h_0$, pelo que:

$$v = \frac{2}{3} g \left(h_d + \frac{h_0}{2} \right)$$



Cubagem expedita de árvores em pé

Método da altura formal

Igualando a fórmula de cubagem dos parabolóides modificada:

$$v = g h f$$

$$g h f = \frac{2}{3} g \left(h_d + \frac{h_0}{2} \right)$$

$$h f = \frac{2}{3} \left(h_d + \frac{h_0}{2} \right)$$

o produto hf é a **altura formal**

A altura formal não corresponde a nenhum ponto da árvore; é uma noção “abstrata” que representa o produto da altura da árvore pelo coeficiente de forma ordinário

O cálculo do volume reduz-se então a calcular o produto da área basal da árvore pela altura formal

Cubagem expedita de árvores em pé

Método da altura formal

A altura formal não é nenhum ponto particular da árvore – é só o produto da altura total da árvore pelo coeficiente de forma

Existe um método expedito para determinar, no campo, a altura formal?

Sim, baseado no relascópio de espelhos de Bitterlich.

Cubagem expedita de árvores em pé

Método da altura formal

O relascópio de Bitterlich, com a sua escala, permite que o operador sobreponha um determinado número de bandas (por exemplo 1L+4e) ao d , procurando em seguida a que altura se encontra um diâmetro que possa ser sobreposto a um número de bandas que seja metade do anterior (por exemplo 1L)

Seja $L_{d/2}$ a leitura na escala das alturas para $d/2$ e L_{base} a leitura para a base, então a altura diretriz pode calcular-se como:

$$h_d = (L_{d/2} - L_{base})$$

Cubagem expedita de árvores em pé

Método da altura formal

A altura formal vem então igual a:

$$hf = \frac{2}{3} \left[h_d + \frac{1.30}{2} \right] = \frac{2}{3} \left[(L_{2d} - L_{base}) + \frac{1.30}{2} \right]$$

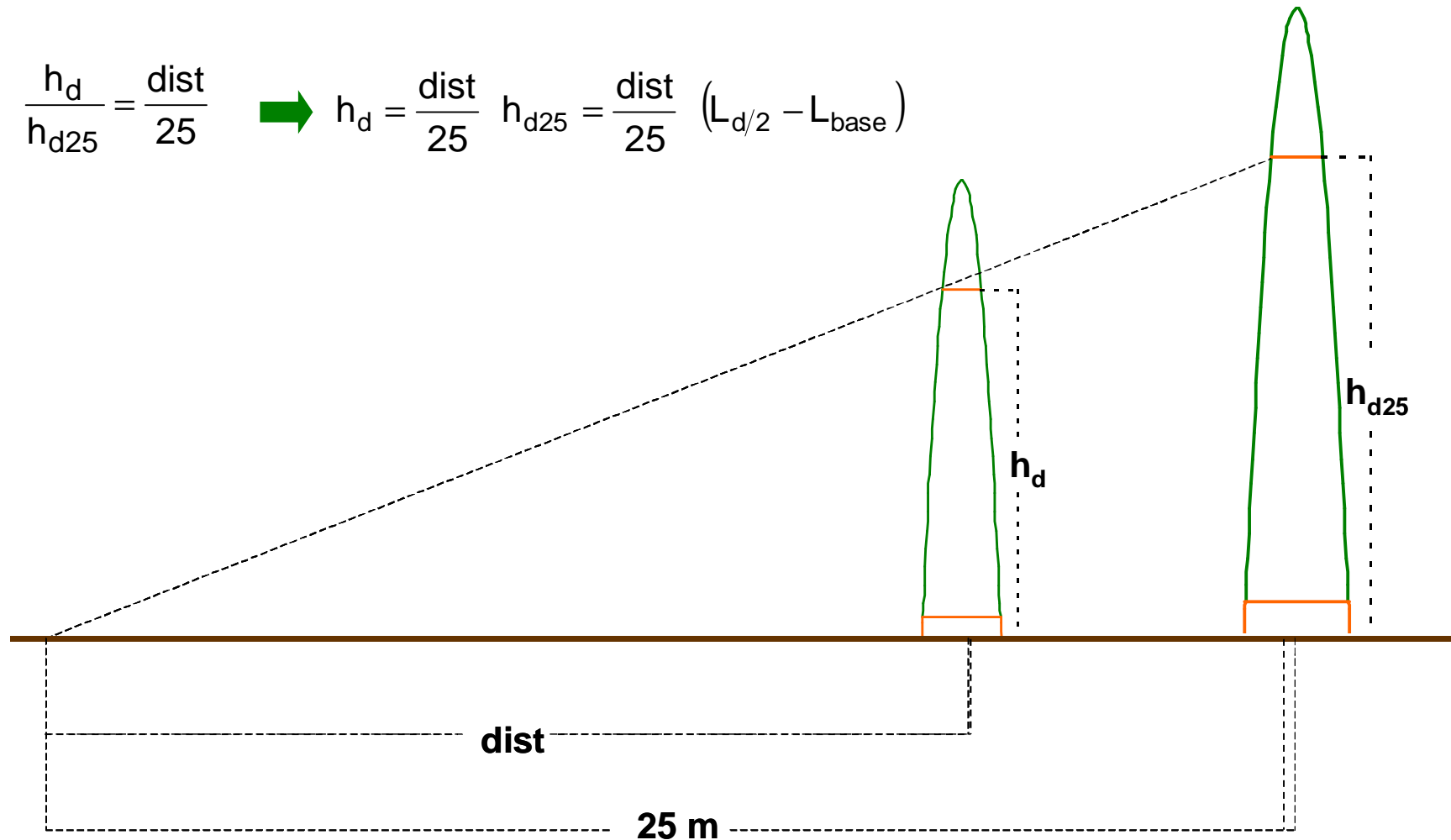
Para ultrapassar o problema do operador estar a uma distância fixa da árvore – sendo difícil na mirada a 1.30 m encontrar um número par de bandas - trabalha-se de uma distância qualquer e fazem-se as leituras sempre na escala dos 25 m.

Aplica-se depois uma correção.

Cubagem expedita de árvores em pé

Método da altura formal

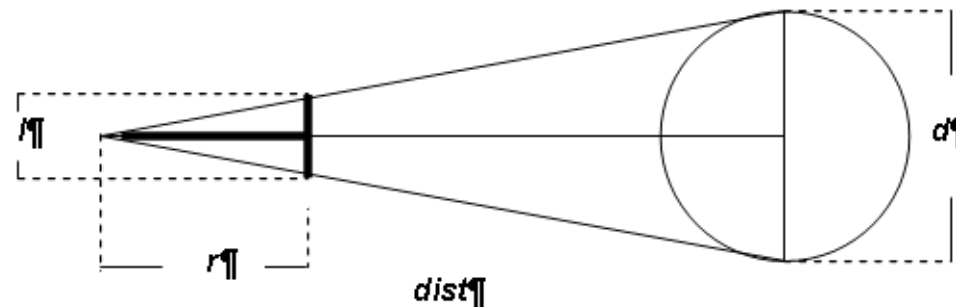
$$\frac{h_d}{h_{d25}} = \frac{\text{dist}}{25} \quad \rightarrow \quad h_d = \frac{\text{dist}}{25} \quad h_{d25} = \frac{\text{dist}}{25} (L_{d/2} - L_{\text{base}})$$



Cubagem expedita de árvores em pé

Método da altura formal

Para aplicar o fator de correção há que saber a distância à árvore, a qual é calculada a partir da largura da combinação de bandas que se sobrepõe com o d :



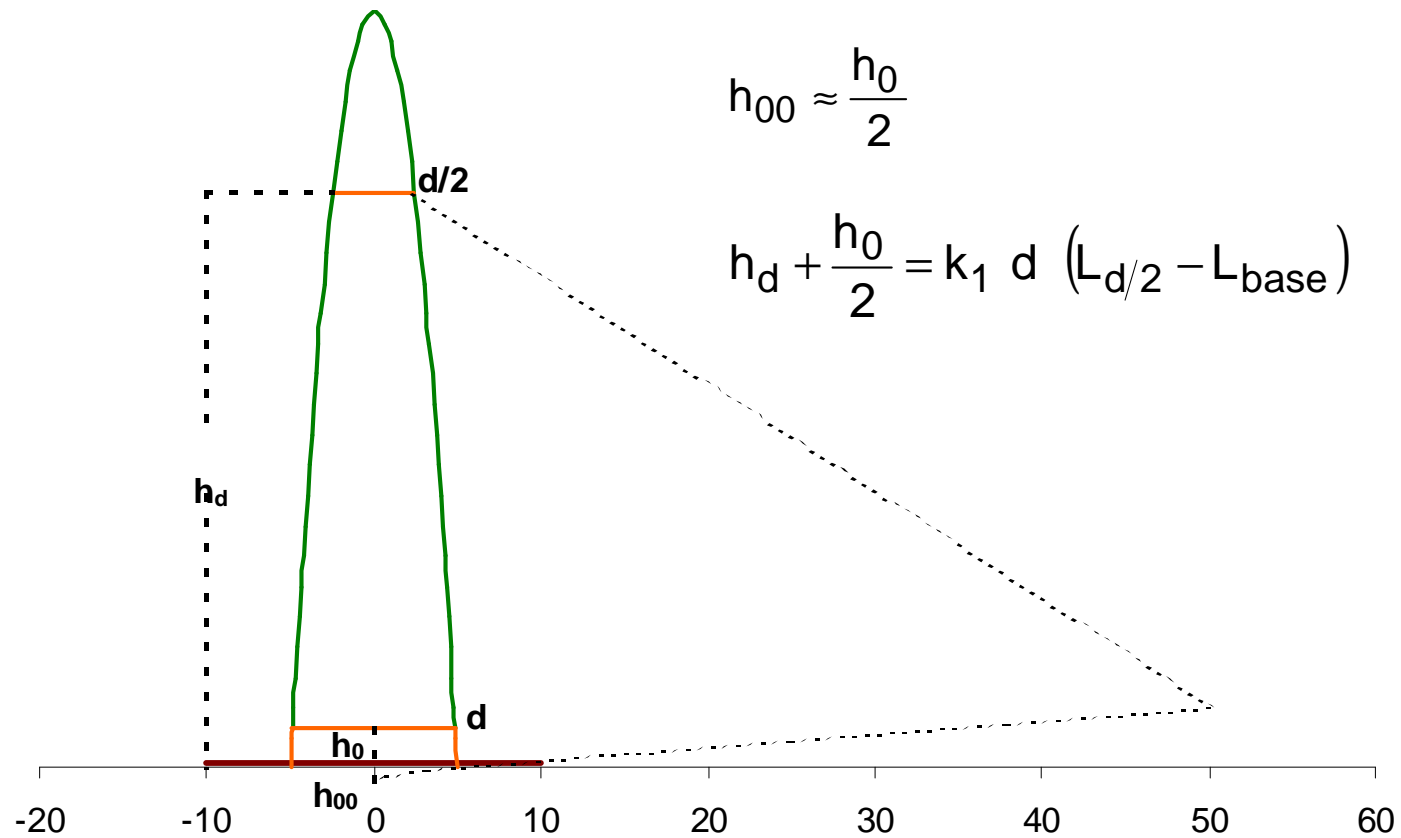
$$\frac{r}{l} = \frac{\text{dist}}{d} \Rightarrow \text{dist} = d \frac{r}{l} = d k \Rightarrow h_d = \left(\frac{k}{25}\right) d h_{d25}$$

k_1

Cubagem expedita de árvores em pé

Método da altura formal

Leituras realizadas com o relascópio:



Cubagem expedita de árvores em pé

Método da altura formal

Pode então deduzir-se a expressão da altura formal:

$$hf = \frac{2}{3} \left(h_d + \frac{h_0}{2} \right) = \frac{2}{3} k_1 d (L_{d/2} - L_{base})$$

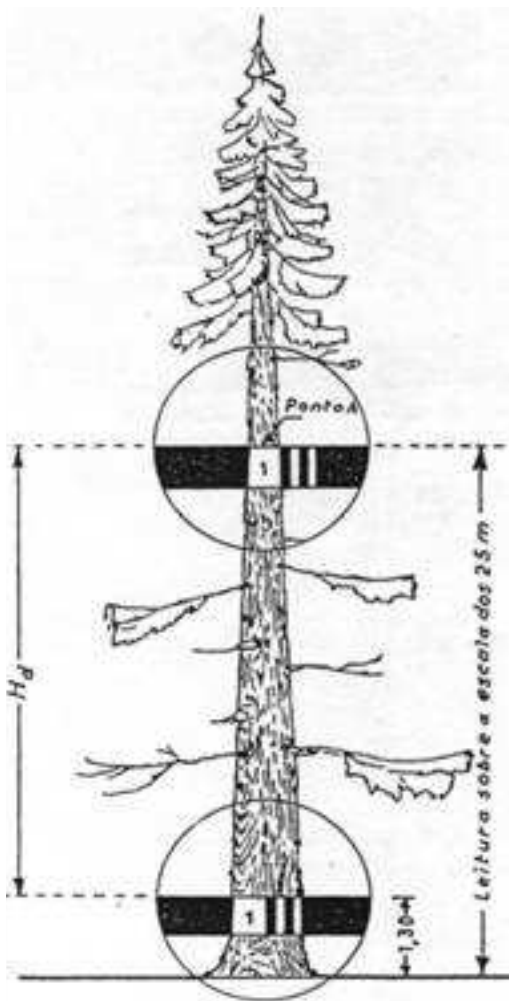
Fazendo

$$k_B = \frac{2}{3} k_1 \quad \rightarrow \quad hf = k_B d (L_{d/2} - L_{base})$$

O valor de K_B vai depender da combinação de bandas utilizada na coincidência com o d

Cubagem expedita de árvores em pé

Método da altura formal

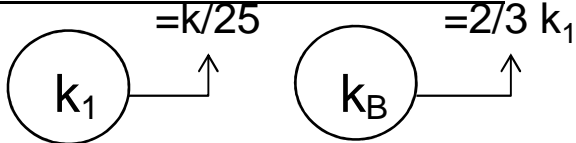


Combinação de bandas		k_B
dap	d/2	
1L + 4 e	1L	2/3
1L + 2 e	3e	8/9
1L	2e	4/3
2e	1e	8/3

Cubagem expedita de árvores em pé

Método da altura formal

Tabela II.11. Valores da constante K_B para as diversas combinações pares de bandas disponíveis no relascópio

Combinação par de bandas		k		
d	$d/2$		k_1	K_B
1L+4e	1L	25	1	2/3
1L+2e	3e	100/3	4/3	8/9
1L	2e	50	2	4/3
2e	1e	100	4	8/3

Cubagem expedita de árvores em pé

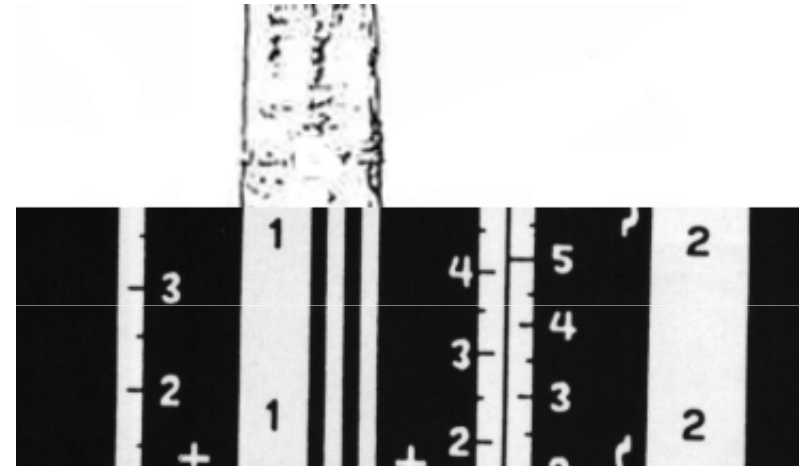
Método da altura formal

Resumo: para fazer a determinação do volume de uma árvore pelo método de Bitterlich, há que:

1. Colocar-se a uma distância qualquer da árvore, geralmente menor que 25 m, de modo a que seja conseguida a coincidência entre o d e uma combinação par de bandas
2. Procurar, ao longo da árvore, o ponto diretor, ou seja, aquele em que o diâmetro é igual a metade do d, o que se consegue quando o diâmetro da árvore coincidir com metade da combinação par de bandas
3. Fazer uma leitura no ponto diretor, sempre na escala dos 25 m
4. Aplicar a fórmula do cálculo da altura formal $hf = k_B d (L_{d/2} - L_{base})$
5. Multiplicar a área basal da árvore pelo valor da altura formal encontrado em 4.

Método da hf - procedimento para avaliar o volume

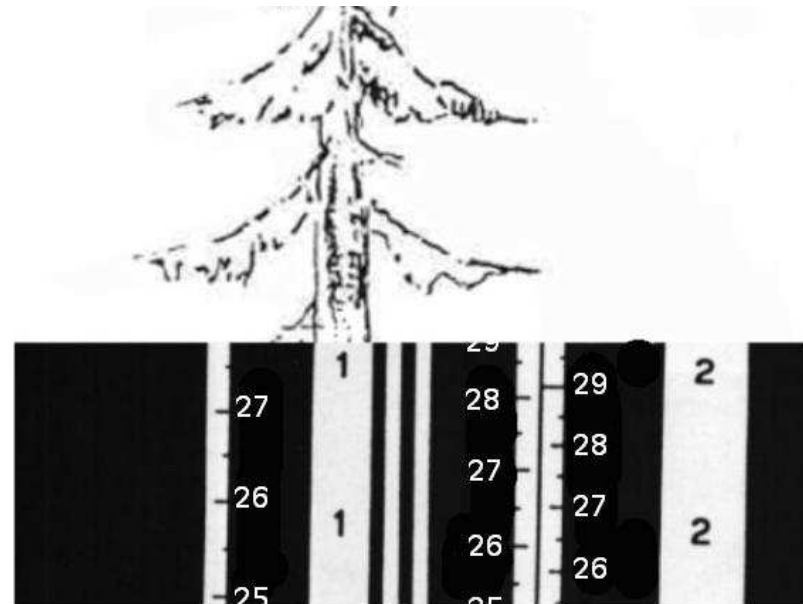
1. A partir de um qualquer ponto prima o botão das escalas para soltar o tambor e faça uma mirada para o nível do dap
2. Afaste-se ou aproxime-se da árvore de modo a fazer coincidir a largura do tronco à altura de 1.30 m com a largura de uma das 4 combinações de bandas do quadro anterior



Neste exemplo a combinação de bandas escolhida para a comparação do diâmetro à altura do peito foi a 1L+4e.

Método da hf - procedimento para avaliar o volume

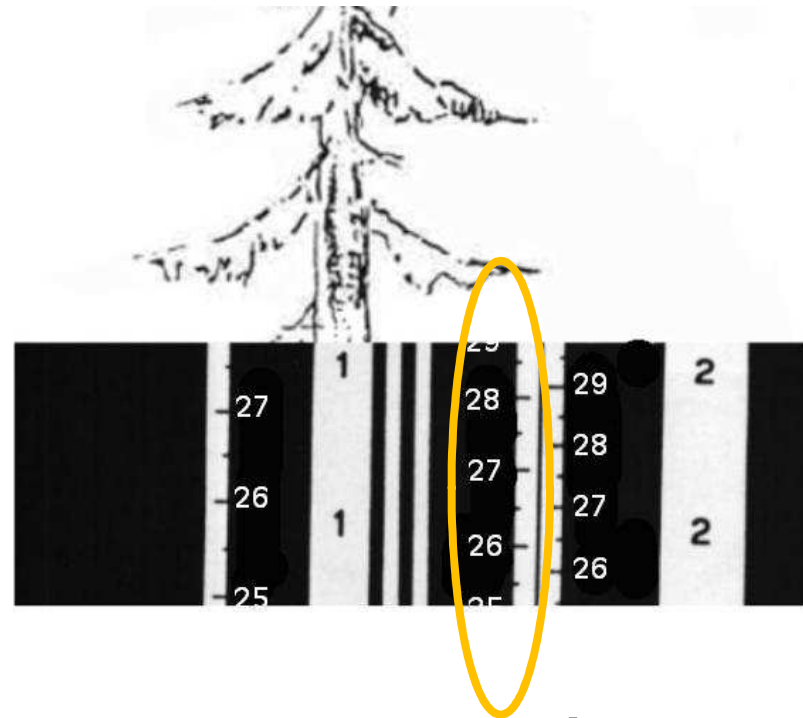
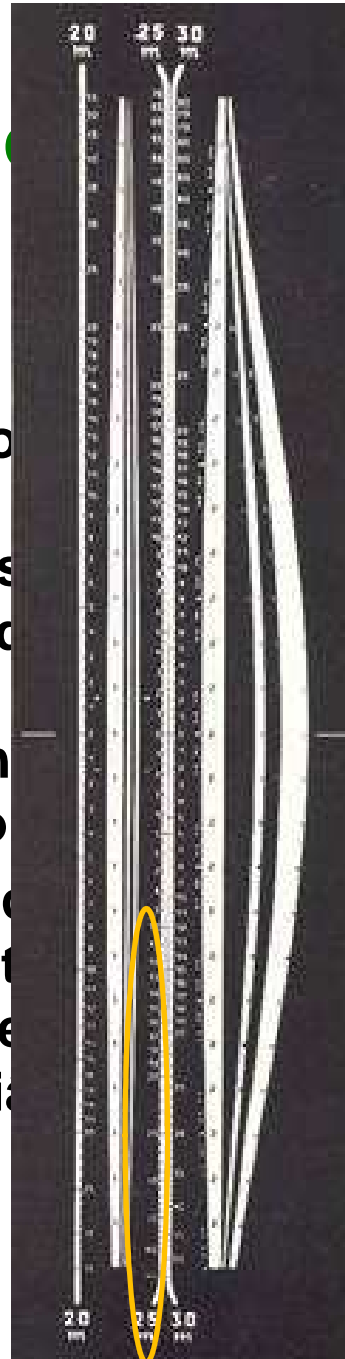
3. Prima o botão libertador do tambor e, faça pontaria ao longo do fuste até que metade da largura da combinação de bandas escolhida anteriormente coincida com o diâmetro do tronco
4. Leia na escala dos 25 m o valor da leitura da altura que correspondente a metade da leitura do diâmetro ($Ld/2$)



Metade de $1L+4e$ será $1L$ ou $4e$
O valor da leitura é $Ld/2 = 29$

Método de procedimento para avaliar o volume

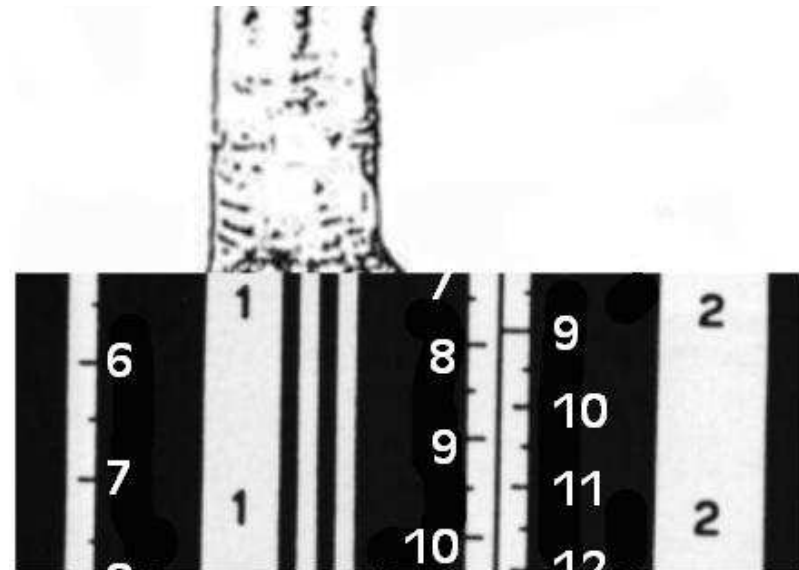
3. Prima o botão do tambor e, ao longo do fusil, mede a largura das bandas anteriormente marcadas com o diâmetro do
4. Leia na escala o valor da leitura correspondente à leitura do dia



Metade de 1L+4e será 1L ou 4e
O valor da leitura é $Ld/2 = 29$

Método da hf - procedimento para avaliar o volume

5. Faça uma mirada para a base da árvore (Lbase) pressionando o botão libertador do tambor das escalas e registre o valor da leitura na escala dos 25 m



Neste ex., o valor da leitura ao nível da base é $L_{base} = -7$

Método da hf - procedimento para avaliar o volume

6. Neste exemplo tendo obtido as seguintes leituras:

$$Ld/2 = +29 \quad Lbase = -7$$

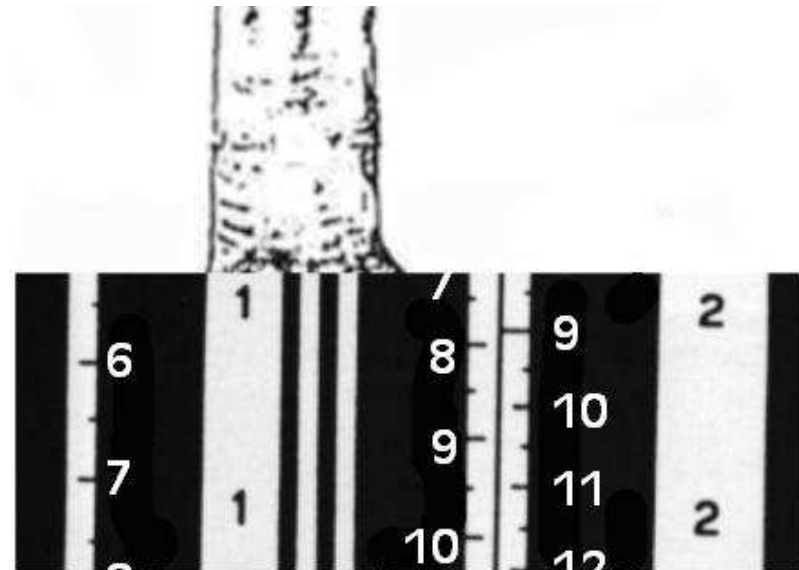
dap=30 cm (medido com suta)

Vem então:

$$hf = \frac{2}{3} 0.30 (29 - (-7)) = 14.4$$

$$v = g hf$$

$$= \frac{\pi}{4} (0.30)^2 (14.4) = 1.078 \text{ m}^3$$



Neste ex., o valor da leitura ao nível da base é $Lbase = -7$

Este método NÃO EXIGE que o operador se coloque a uma distância predeterminada da árvore a medir

MAS

EXIGE que as leituras sejam sempre feitas na escala dos 25 m.

Exercício:

3.9.2.1, página 124

ficha com as medições obtidas com o relascópio

Foram obtidas as seguintes medições em cada árvore:

- **medição do d com suta (cm)**
- **pontaria para o d de modo a este ser coincidente com um número par de bandas (a uma distância variável) e registo do número de bandas correspondente. Da mesma distância, pontaria para o diâmetro igual a metade do d ; leitura na escala dos 25 m ($L_{d/2}$), seguida de pontaria para a base da árvore (L_{base})**
- **a 20 m de distância, pontaria para um diâmetro igual a 2 bandas estreitas (20 cm) e leitura na escala dos 20 m (L_{2e}). Da mesma distância, pontarias para o topo da árvore e para o d e respectivas leituras na escala dos 20m (L_{topo} e L_d).**

Exercício:
3.9.2.1, página 124

Para cada árvore, determine:

a) altura total pelo relascópio

b) altura a que se encontra o diâmetro igual a 20 cm (dados do relascópio)

c) volume pelo método da altura formal $hf = k_B d (L_{d/2} - L_{base})$

FICHA PARA MEDIÇÃO DE ÁRVORES COM O RELASCÓPIO							
Pinhal irregular – Fernão Ferro							
PARCELA N°:				Apontou:			
DATA DA MEDIÇÃO:				Mediu:			
Arv n°	d (suta)	Método da altura formal			Altura com d=20cm		
		Bandas	Ld/2	Lbase	L2e	Ld	Ltopo
1	25.5	1L+4e	31.0	-6.0	2.10	-0.3	11.3
2	21.5	1L+2e	23.0	-5.0	3.00	-0.4	9.6

Exercício:

3.9.2.2, página 125

As figuras 69A e 69B incluem os dados obtidos com o relascópio de Bitterlich para cubagem de pinheiros bravos na Mata Nacional do Urso.

Em cada árvore foram realizadas as seguintes medições:

- medição do d com suta (cm);**
- pontaria para o d de modo a este ser coincidente com um número par de bandas (a uma distância variável) e registo do número de bandas correspondente. Da mesma distância, pontaria para o diâmetro igual a metade do d ; leitura na escala dos 25 m ($L_{d/2}$), seguida de pontaria para a base da árvore (L_{base})**

Determine o volume de cada árvore utilizando o método da altura formal.