
MANUAL DE UTILIZAÇÃO
RELASCÓPIO DE ESPELHO DE BITTERLICH



Sumário

1. Introdução.....	3
2. Descrição do relascópio.....	3
2.1 Características externas.....	3
2.2 Características internas.....	4
2.3 Escalas do Relascópio.....	5
3. Usos do Relascópio.....	6
3.1 Medição de alturas.....	7
3.1.1 Procedimento para medição da distância.....	7
3.1.2 Procedimento para medição da altura.....	8
3.2 Medição de diâmetros.....	9
3.2.1 Procedimento para medição de diâmetro.....	9
3.3 Medição de diâmetros e alturas conjugadas a níveis superiores do tronco.....	10
3.3.1 Procedimentos para a medição conjugada de diâmetros e altura.....	10
3.4 Método de altura formal de Bitterlich.....	11
3.4.1 Procedimentos para determinar a altura formal absoluta da árvore.....	13
3.5 Estimativa da área basal por hectare de um povoamento.....	14
3.5.1 Procedimentos para a estimativa da área basal por hectare.....	15
3.6 Estimativa da altura média do povoamento. Procedimento de Hirata.....	16
3.6.1 Procedimentos para a estimativa da altura média do povoamento.....	16
3.7 Cálculo do declive.....	18
3.7.1 Procedimentos para a determinação do declive.....	18
Referências Consultadas.....	19

1. Introdução

O relascópio de espelho de Bitterlich é um aparelho multifacetado quanto ao seu espectro de utilização, permitindo fazer as seguintes estimativas:

- Área basal por hectare;
- Número de árvores por hectare;
- Volume por hectare;
- Distâncias horizontais;
- Alturas;
- Medição do diâmetro em qualquer altura (combinada do diâmetro-altura);
- Ângulos de inclinação;
- Altura formal relativa e absoluta;
- Fator de forma;
- Altura de Pressler.

2. Descrição do relascópio

2.1 Características externas

A **Figura 1** mostra a aparência externa de um REB. Trata-se de um instrumento pequeno (13 x 6,5 cm), pesando 400 gramas, cujas escalas internas possibilitam várias medições dendrométricas.

O relascópio possui:

- 1) Ocular de pontaria
- 2) Objetiva
- 3) Placa metálica para sombreamento (viseira): Facilita as miradas, reduzindo a intensidade luminosa.
- 4) Janelas de iluminação: Auxilia na iluminação das escalas.
- 5) Botão liberador/fixador do tambor das escalas: assemelha-se a um parafuso e situa-se na frente do aparelho.
- 6) Orifício de rosca para acoplar ao tripé
- 7) Correia para transporta-lo ao peito.

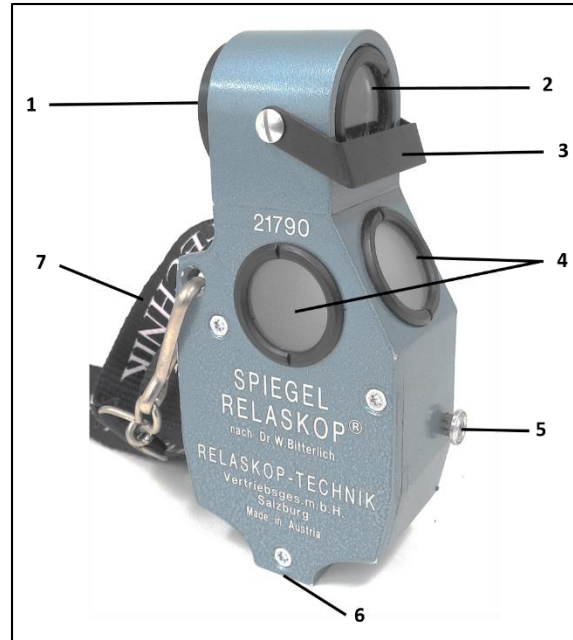


Figura 1: O relascópio de Espelho de Bitterlich.

2.2 Características internas

Internamente, as escalas estão inseridas sobre uma armação circular em torno de um eixo, como um pêndulo. A **Figura 2** mostra a escala interna do REB.

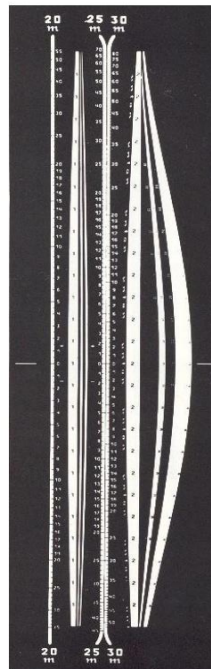


Figura 2: Escala inteira do Relascópio (BITTERLICH, 1984)

Ao olhar pelo visor do instrumento, o operador verá apenas uma parte dessa escala que corresponde à metade inferior do campo circular observado. Na parte superior, o operador verá a paisagem, objeto de medição (**Figura 3**).



Figura 3: Porção da escala do Relascópio contida na metade inferior do campo visual e a metade superior na qual se observa a paisagem (BITTERLICH, 1984).

A parte que separa esses campos visuais, recebe o nome de *Orla de Medida* ou *Linha Diretriz de Avaliação* sobre qual se faz todas as medições permitidas pelo instrumento.

Apertando o botão e mantendo-o pressionado, o pendulo é liberado e oscilará até estabilizar por gravidade, demorando algum tempo para que isto ocorra. Para conseguir uma rápida estabilização deve-se pressionar e soltar o botão, várias vezes e rapidamente, o que fará o pêndulo estabilizar quase que instantaneamente. Este é o momento de fazer-se as medições sobre a linha diretriz de avaliação.

A soltura do pêndulo é necessário para que a correção automática da distância horizontal ocorra. Isto é possível pela maneira geniosa de construção das escalas que afilam do centro para as extremidades.

2.3 Escalas do Relascópio

Pode-se encontrar Relascópios com escalas métrica decimal (m^2/ha) ou inglesa (pés quadrado por acre). O REB tem as seguintes escalas:

- a) **Escala de numeração:** São as principais escalas do REB, onde a teoria de amostragem por Pontos está inserida. Estas escalas são usadas para avaliar a área basal/ha e também para medir diâmetros a diferentes alturas. O REB permite 9

porções de Fator de Área Basal (FAB), variando de um pequeno $K = 1/16$ até um $K=4$.

- b) **Escala de Distâncias Horizontais:** Medem distâncias horizontais de 15, 20, 25, e 30 m. As distâncias são necessárias para posterior medição de diâmetros a vários níveis de altura e também para medir qualquer altura desejada.
- c) **Escalas Hipsométricas ou das Tangentes:** Medem alturas para as escalas de distâncias horizontais de 20, 25 e 30 m.

Como já foi visto, o perfil das bandas não se mantém constante ao longo de todo o comprimento das escalas. A maior largura das bandas verifica-se para o plano de pontaria horizontal. Para pontarias inclinadas os perfis das bandas, convenientemente calculados, introduzem automaticamente a correção imposta pelo aumento da distância à árvore, como consequência do declive.

3. Usos do Relascópio

A **Figura 4** mostra como o instrumento deve ser usado quando estiver sendo operado para as diversas finalidades de usos que o REB permite. Apesar do REB pode ser usado no próprio punho, o ideal é utilizá-lo sobre um tripé, pois ter-se-á maior segurança nas medições. É recomendado que em qualquer medição com o REB, o operador deva manter ambos os olhos abertos. Isto não só permite uma melhor orientação na floresta, como também diminui a tensão sobre os olhos.

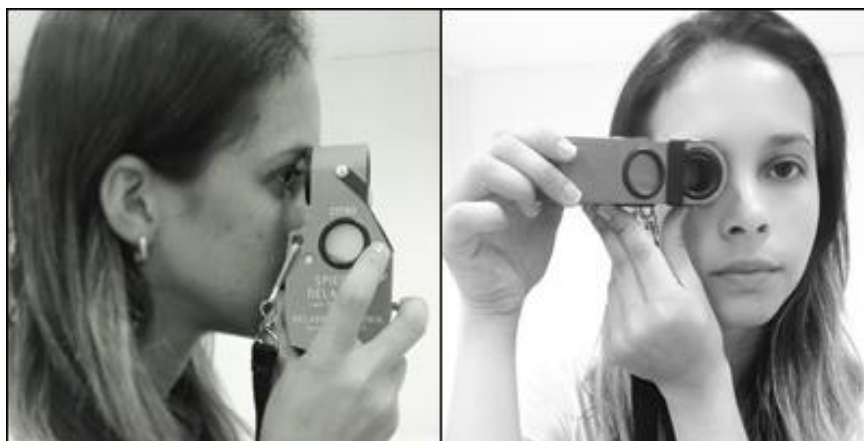


Figura 4: Uso do relascópio com o próprio punho.

3.1 Medição de alturas

Antes de se proceder qualquer medição de altura da árvore o operador deverá colocar-se a uma distância horizontal da árvore de 15, 20, 25 ou 30 metros, recorrendo para isso à escala pretendida.

3.1.1 Procedimento para medição da distância

O relascópio está construído de modo a medir distâncias horizontais de 15, 20, 25 e 30 m. Para esse efeito, a mira 2 m deve ser colocada verticalmente no tronco da árvore a medir.

Se, por exemplo, pretender realizar uma observação a 20 m de uma certa árvore, deve proceder da seguinte forma:

- 1) Coloque a mira na árvore.
- 2) Estacione-se num ponto de boa observação e que lhe pareça distar da árvore cerca dos tais 20 metros.
- 3) Com o aparelho na posição vertical, efetue uma mirada para que a linha de pontaria se sobreponha ao centro da mira. Comprima o botão, soltando o tambor, e espere que este pare de oscilar. Ao parar, liberte o botão fixando as bandas em relação ao declive entre os olhos do operador e o centro da mira.
- 4) Rode o aparelho 90°, no sentido direito e ajuste a parte inferior da banda 2 (onde está escrita a palavra “unten”), com a parte inferior da mira (**Figura 5**).



Figura 5: Vista geral das escalas quando se realiza uma mirada com o aparelho na posição horizontal a uma distância de 20 m da árvore com a mira.

- 5) Agora aproxime-se ou afaste-se da árvore até que todo o comprimento da mira fique entre a base da banda 2 e a parte superior da banda dos 20 metros, assinalada com o número 20. A distância horizontal é então de 20 metros.

3.1.2 Procedimento para medição da altura

O relascópio de espelhos de Bitterlich, tal como o Blume-Leiss, é aplicável para distâncias fixas do ponto de observação à árvore. Possui por isso 3 escalas de medição de alturas para diferentes distâncias: 20, 25 e 30.

Antes de se proceder a qualquer medição da altura da árvore o operador tem de se colocar a uma distância horizontal da árvore igual a 15, 20, 25 ou 30 m recorrendo para isso à escala pretendida.

Como vimos no ponto II.1.3, o relascópio tem três escalas destinadas à medição de alturas. A primeira a contar da esquerda (**Figuras 2 e 4**), assinalada nos extremos (superior e inferior) com o número 20, é utilizada quando o ponto de observação se situa à distância de 20 metros. Mais ao centro temos as escalas para os 25 e os 30 metros. Entretanto, viu-se que o aparelho permite medir distâncias horizontais de 15 metros, esta possibilidade também é aproveitada para a medição das alturas. Nestes casos procede-se à leitura das alturas na escala dos 30 metros e divide-se a altura obtida por dois.

Após determinada a distância realizam-se, a partir do mesmo ponto de observação, as miradas para o topo (Ltopo) e para a base (Lbase) da árvore em questão. Para tal, pressiona-se o botão que solta o pêndulo onde se inserem as escalas, realizando-se as miradas e lendo os respectivos valores na escala das alturas eleita par o efeito. O cálculo da altura, tem a seguinte fórmula genérica baseada no princípio dos triângulos retângulos (ver Tomé, 2002):

$$H = L_{\text{topo}} - L_{\text{base}}$$

Ao fazer a leitura na escala, as miradas abaixo de zero, medições descendentes, tomam o sinal negativo, enquanto que as miradas acima do zero, medições ascendentes, tomam o sinal positivo.

$$H = -L_{\text{topo}} - (-L_{\text{base}}) = L_{\text{base}} - L_{\text{topo}} \text{ (medição descendente)}$$

$$H = +L_{\text{topo}} - (+L_{\text{base}}) = L_{\text{topo}} - L_{\text{base}} \text{ (medição ascendente)}$$

$$H = +L_{\text{topo}} - (-L_{\text{base}}) = L_{\text{topo}} + L_{\text{base}} \text{ (terreno plano)}$$

3.2 Medição de diâmetros

O relascópio apresenta entre as escalas de medição de alturas dos 20 m e dos 25 m, uma sequência de bandas pretas e brancas: uma banda larga branca referenciada com o número 1, e em seguida quatro bandas estreitas alternadamente pretas e brancas. A largura da banda larga branca, banda 1, corresponde exatamente à largura da sequência das quatro bandas estreitas, as quais são iguais entre si, portanto, com largura igual a $\frac{1}{4}$ da largura da banda 1.

A **Figura 6** exemplifica o princípio em que se baseia a determinação de qualquer diâmetro (d) ao longo do fuste quando o operador se coloca a uma distância conhecida da árvore ($dist$). Este processo possibilita estimar qualquer diâmetro a qualquer altura do tronco fazendo sobrepor a combinação de bandas (l) que se ajustam à largura do diâmetro do tronco que se pretende medir.

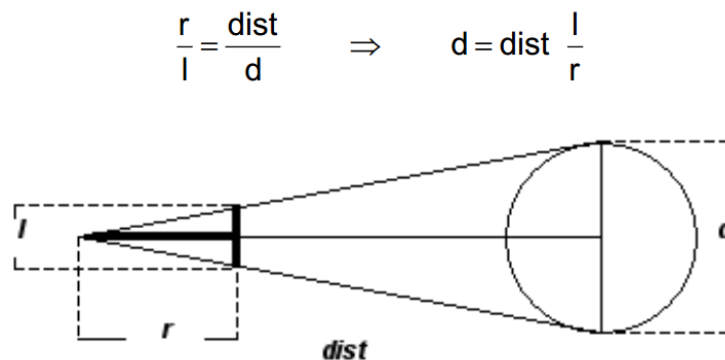


Figura 6: Determinação de um diâmetro (d) da árvore a partir do valor da distância ($dist$) e da combinação de bandas (l) utilizada para fazer a coincidência com o d .

3.2.1 Procedimento para medição de diâmetro

- 1) Primeiro referencie o nível do tronco onde procederá à medição (exº o nível do dap);
- 2) Localize-se num ponto de observação a uma das distâncias pretendidas (como atrás descrito);
- 3) Aperte o botão libertador das escalas e sobreponha a banda 1 e as diferentes combinações das bandas estreitas entre si até conseguir sobrepor o diâmetro que se pretende medir com uma combinação de bandas

O **Quadro 1** fornece a equivalência das bandas medidas para diâmetros em centímetros, m função da distância do ponto de observação à árvore.

Quadro 1 – Conversão das combinações de bandas em diâmetros em centímetros para as possíveis distâncias do ponto de observação à árvore.

Distância Horizontal (m)	Diâmetro (cm) a que se sobrepõem exatamente a banda ou conjunto de bandas:							
	1e	2e	3e	1L	1L + Le	1L + 2e	1L + 3e	1L + 4e
15	7,5	15,0	22,5	30,0	37,5	45,0	52,5	60,0
20	10	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0
25	12,5	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0	87,5	100,0
30	15,0	30,0	45,0	60,0	75,0	90,0	105,0	120,0

3.3 Medição de diâmetros e alturas conjugadas a níveis superiores do tronco

O relascópio permite obter diâmetros a níveis superiores do tronco, haverá primeiro que referenciar a altura onde se pretende proceder à medição. Esta talvez seja uma das suas características mais interessantes. Esta particularidade do aparelho tem importantes repercussões, pois vai permitir recolher dados ao longo do tronco para a cubagem da árvore sem necessidade de se proceder ao seu abate.

3.3.1 Procedimentos para a medição conjugada de diâmetros e altura

Supondo que se pretende cubar uma árvore em toros de 3 metros a partir do nível do dap deve proceder da seguinte forma:

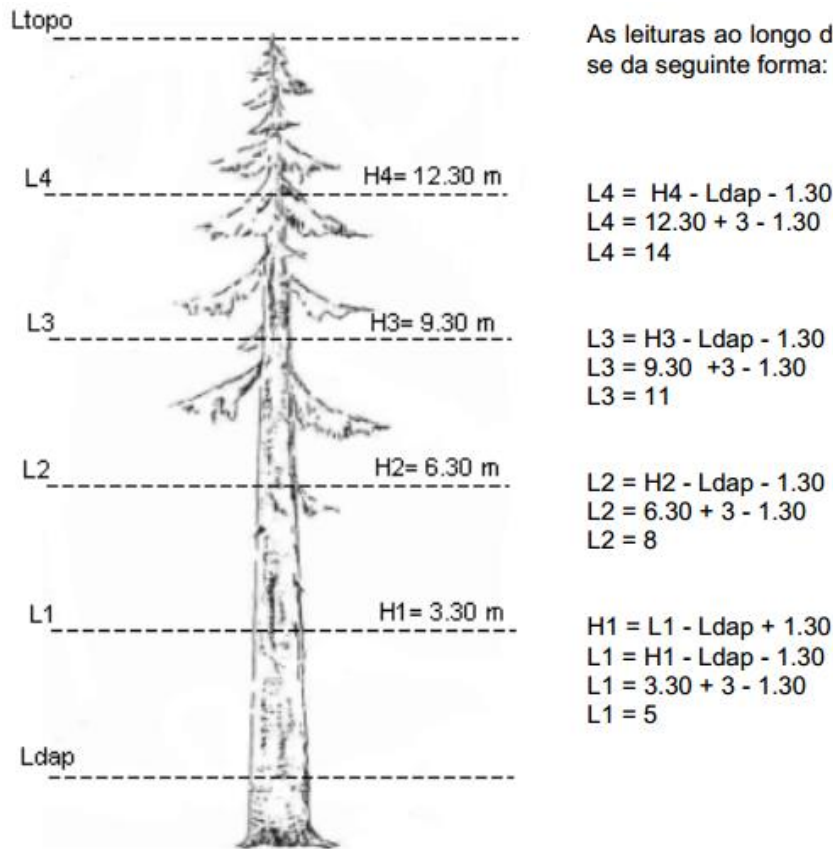
- 1) Coloque-se a uma distância fixa como descrito no ponto 3.1.1;
- 2) Referencie a altura onde se pretende proceder à primeira medição, neste caso 1.30 m (Ldap);
- 3) Na escala das alturas correspondente à altura escolhida, faça uma mirada ao nível do dap e outra ao nível do topo da árvore e anote os respectivos valores das leituras das alturas (Ldap e Ltopo) e anote ainda o valor da leitura do diâmetro ao nível do dap;
- 4) Determine a altura total da árvore. Supondo que $L_{topo}=17$ e $L_{dap}=3$, virá:

$$H = L_{topo} - L_{dap} + 1.30$$

$$H = 17 - 3 + 1.30$$

$$H = 15.3$$

- 5) Determine os valores das leituras da altura correspondentes aos valores das alturas: 3.30 m, 6.30 m, 9.30 m, 12.30 m e 15.30 m;



- 6) Procure na escala das alturas o valor de cada uma das leituras (L1, L2, L3 e L4) e proceda à medição dos diâmetros como descrito no ponto V.1;
- 7) Recorra ao **Quadro 1** para converter as combinações de bandas no respectivo valor do diâmetro em cm.

A colocação da banda 1 e das 4 bandas estreitas contíguas entre as escalas de altura, a de 20 à esquerda e as de 25 e 30 à direita, serve exatamente esse propósito.

Também neste caso, convém afirmar mais uma vez que o aparelho apresenta o perfil das bandas de forma a compensar o aumento da distância das árvores ao ponto de observação, devido ao declive. Deste modo, uma vez livre o tambor, torna-se indiferente efetuar miradas horizontais ou inclinadas.

3.4 Método de altura formal de Bitterlich

A construção do relascópio de espelhos de Bitterlich veio tornar possível e expedito o método de cubagem de Pressler com a árvore em pé. Este método recorre à determinação

da altura diretriz que se define como sendo a altura da árvore para a qual o diâmetro do tronco iguala o valor de $dap/2$ (**Figura 7**).

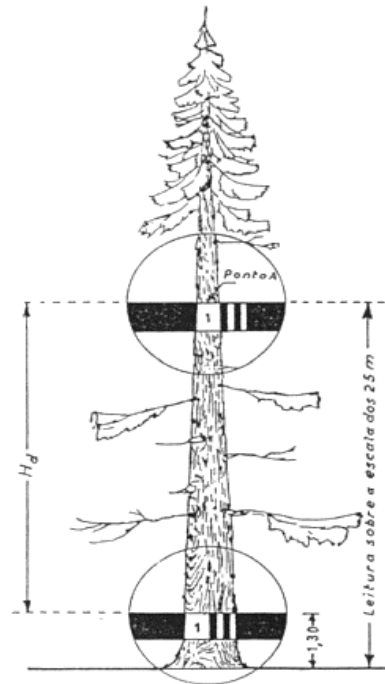


Figura 7: Exemplificação do método da altura formal.

Para a implementação do método, Bitterlich propõe a determinação de uma altura formal, obtida pelo produto da altura total da árvore (h) pelo seu coeficiente de forma (f), determinada em função da altura diretriz de Pressler.

$$hf = k_B d (Ld/2 - Lbase)$$

O operador deve escolher uma das quatro combinações de bandas apresentadas no **Quadro 2** para proceder à leitura da altura ao nível do dap . Depois deverá registar o valor da altura correspondente ao local do fuste cujo diâmetro iguale metade da largura da combinação de bandas escolhida.

Quadro 2: Combinação de bandas para o método da altura formal e o respectivo factor de conversão.

Combinação das 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

3.4.1 Procedimentos para determinar a altura formal absoluta da árvore

- 1) Coloque-se num ponto tal que, uma vez solto o tambor, consiga fazer coincidir exactamente uma das quatro combinações de bandas com o dap da árvore a medir (**Figura 8**);

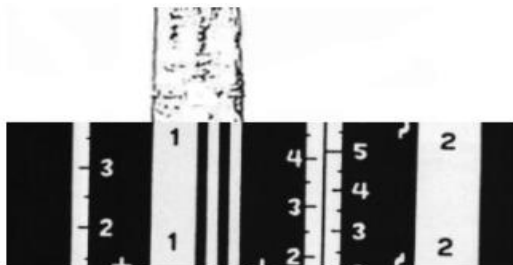


Figura 8: Exemplo de uma mirada feita para o nível do dap com a banda larga mais as 4 estreitas.

No exemplo apresentado a combinação de bandas escolhida para a comparação do diâmetro à altura do peito foi a primeira, $1L+4e$;

- 2) Prima o botão libertador do tambor e com o tambor solto, faça pontaria ao longo do fuste até que metade da largura da combinação de bandas escolhida anteriormente coincida com o diâmetro do tronco (**Figura 9**);

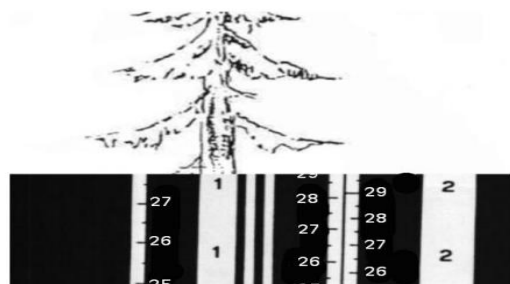


Figura 9: Exemplo de uma mirada feita para o nível do $d/2$ com a banda larga ou as 4 estreitas.

No exemplo apresentado a combinação de bandas escolhida para a comparação do diâmetro à altura do peito foi a primeira, $1L+4e$, portanto, metade desta largura será $1L$ ou $4e$.

$$Ld/2 = 29$$

- 3) Leia na escala dos 25 m (**Figura 2**) o valor da leitura da altura correspondente a metade da leitura do diâmetro ($Ld/2$);
- 4) Faça uma mirada para a base da árvore (L_{base}) pressionando o botão libertador do tambor das escalas e registre o valor a leitura na escala dos 25 m (**Figura 10**);

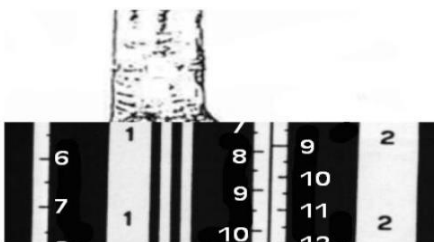


Figura 10: Exemplo de uma mirada feita para a base da árvore.

No exemplo apresentado a combinação de bandas escolhida para a comparação do diâmetro à altura do peito foi a primeira, $1L+4e$, portanto, metade desta largura será $1L$ ou $4e$.

$$L_{base} = -7$$

5) A altura formal é dada pela fórmula:

$$hf = k_B d (Ld/2 - L_{base})$$

Por exemplo, suponha que recorreu à combinação de bandas 1L+4e ao nível do dap e que obteve as seguintes leituras:

$$Ld/2 = +29$$

$$L_{base} = -7$$

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

$$hf = 2/3 \cdot 0.30 (29 - (-7)) = 14.4 \text{ m}$$

Nota: Este método apesar de não exigir que o operador se coloque a uma distância predeterminada da árvore a medir, exige que as leituras sejam sempre feitas na escala dos 25 m (veja a explicação dos princípios em que se baseia o método da altura formal em Tomé, 2004).

3.5 Estimativa da área basal por hectare de um povoamento

O relascópio permite também a determinação da área basal por hectare. Para a determinação desta variável do povoamento pode recorrer-se à banda 1, às 4 bandas estreitas, a combinações entre ambas, bem como à banda 2. Com todas as combinações de bandas possíveis, podem obter-se 9 combinações de bandas diferentes **Quadro 3**.

Quadro 3: Bandas e combinação de bandas utilizadas para estimar a área basal por hectare e os respectivos fatores de área basal.

Combinação de bandas	Fator de área basal
1e	1/16
2e	1/4
3e	9/16
banda1	1
banda1 + 1e	1+9/16
banda2	2
banda1 + 2e	2+1/4
banda1 + 3e	3+1/16
banda1 + 4e	4

O operador deve fazer miradas para o nível da altura do peito (1.30 m) e completar um giro de 360° comparando a largura do tronco ao nível do dap com a largura da combinação de bandas escolhida, a qual tem associado um fator que multiplicado pelo número de árvores selecionadas permite obter a área basal.

A escolha de uma ou outra combinação de bandas para a realização do giro não é indiferente e vai depender de:

- Características do povoamento na vizinhança do ponto escolhido para o giro;
- Diâmetro das árvores;
- Densidade de árvores.

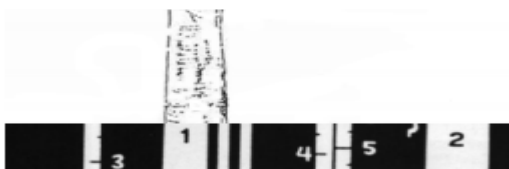
Se obtiver poucas árvores na contagem, significa que optou por uma combinação de bandas larga de mais para o povoamento em causa, resultando numa amostragem deficiente. Se, pelo contrário, o número de árvores for muito elevado, significa que optou por uma combinação de bandas estreita de mais. Este último caso pode ocasionar enganos na contagem e maior probabilidade de encontrar árvores pouco visíveis.

3.5.1 Procedimentos para a estimativa da área basal por hectare

- 1) Segure o relascópio na posição vertical no ponto a partir do qual pretende realizar a estimativa;
- 2) Estacionado no ponto de observação, selecione uma combinação de bandas com a qual deverá comparar os diâmetros à altura do peito (dap) de todas as árvores que o rodeiam procedendo a um giro de 360°, suponha que escolhe banda 1+2e;
- 3) Estabeleça um critério para realizar o giro, por exemplo, comece por comparar as árvores na direção do Norte e vá-se deslocando no sentido dos ponteiros do relógio;
- 4) Proceda à comparação dos dap das árvores com a largura da combinação de bandas que selecionou e proceda à contagem das árvores segundo o critério abaixo descrito



árvore com dap superior à combinação de bandas escolhida, conta 1.



árvore com dap igual à combinação de bandas escolhida, conta ½.



árvore com dap inferior à combinação de bandas escolhida, conta 0.

5) Contabilize as árvores numa tabela de frequências;

banda	banda1 + 2e				
$n_i = 1$					
$n_i = 1/2$					
$n_{(10-30)}$	$21+3/2=22.5 \approx 23$				

Supondo que realizou o giro com a combinação de bandas banda1+2e e que contou 21 árvores com dap superior à largura da combinação de bandas escolhida, 3 com largura igual e 9 com largura inferior.

6) Durante a totalidade do giro a combinação de bandas deve ser mantida, podendo apenas optar por outra combinação no caso de, após a contagem, ter sido obtido um número de árvores inferior a 10 ou superior a 30.

7) A área basal por hectare para o ponto escolhido é calculada da seguinte forma:

No caso do exemplo apresentado, o N é igual a 23 e o factor de área basal é 2+1/4 (banda1+4e), portanto a área basal por ha será:

$$G = N k$$

$$G = 23 (2+1/4)$$

$$G = 25.3 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$$

3.6 Estimativa da altura média do povoamento. Procedimento de Hirata

Este método, à semelhança do método utilizado para determinar a área basal por hectare permite obter uma estimativa da altura média do povoamento. Hirata propõe um método de amostragem pontual em que se realizam pontarias verticais. O método consiste na contagem de árvore cujas alturas são vistas segundo ângulos superiores a determinado ângulo limite de pontaria vertical (β).

Recorrendo a um ângulo limite de $60^\circ 34'$, virá $\tan(\beta) = \sqrt{\pi} = 1.772$.

3.6.1 Procedimentos para a estimativa da altura média do povoamento

1) Situe-se no ponto onde pretende fazer o giro de 360° definindo um cone (**Figura 11**);

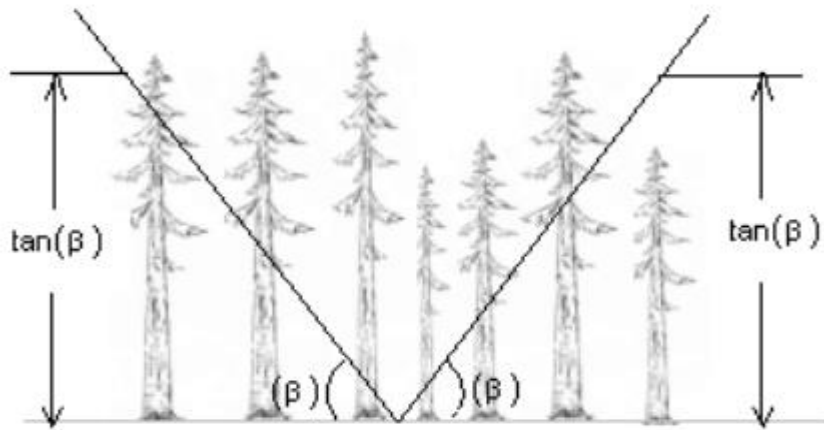


Figura 11: Exemplo de uma mirada para a determinação da altura média do povoamento pelo método de Hirata.

- 2) Estabeleça um critério para realizar o giro, que pode ser o mesmo que utilizou para a estimativa da área basal por hectare;
- 3) Realize para cada árvore duas miradas, Lbase e Ltopo, e faça a leitura dos valores na escala dos 25 m;
- 4) Registe os valores das leituras de Lbase e Ltopo;

Lbase	Ltopo	(Ltopo – Lbase)
17,8	-5,2	23
22,8	0	22,8
20,1	1,7	18,4
21,9	-2,3	24,2

- 5) Fazendo (Ltopo – Lbase) determina a altura aparente da árvore, se este valor for superior a 1.772 a árvore em questão é contada;

tan (60°34')	1.772
(Ltopo – Lbase) > 1.772	
z	

- 6) Conhecendo o número de árvores por hectare do povoamento em questão (N) e o número de árvores contadas pelo método de Hirata, a altura média é determinada da seguinte forma:

$$h_m = 100 \sqrt{\frac{2z}{N}}$$

Se por exemplo:

$$Z=12$$

$$N=957$$

Então a altura média será

$$h_m = 15,84 \text{ m}$$

3.7 Cálculo do declive

A determinação do declive do terreno é uma operação que se realiza regularmente. Uma vez que o aparelho mede distâncias horizontais e alturas permite a determinação do declive.

3.7.1 Procedimentos para a determinação do declive

- 1) Coloque a mira com o ponto central a uma altura igual ao nível dos olhos do operador;
- 2) Localize-se num ponto de observação a uma das distâncias pretendidas (15 m, 20 m, 25 m ou 30 m), suponha que se encontra a 20 metros da árvore;
- 3) Faça pontaria para o ponto central da mira (**Figura 12**);



Figura 12: Exemplo de uma mirada para a determinação do declive.

- 4) Proceda à leitura na escala das alturas correspondente, neste caso na escala dos 20 m;

$$\text{declive}\% = \frac{|\text{L altura do ponto central da mira}|}{\text{distância do operador à árvore}}$$

Por exemplo, se se localizou à distância de 20 m, e procedeu à leitura para o ponto central na escala dos 20, leitura esta que em valor absoluto apresentou o valor 4, então:

$$\text{declive}\% = \frac{|4|}{20} = 20\%$$

Referências Consultadas

MACHADO, S. A.; FILHO, A. F. **Dendometria**. 2.ed. – 1. Reimpressão – Guarapuava: UNICENTRO, 2009. 316p. ISBN 85-89346-19-6.

BARREIRO, S.; TOMÉ, M.; LUÍS, M. **Manuais de utilização: Relascópio de espelhos de Bitterlich e Telerelascópio**. Relatório Técnico do GIMREF, PT 2/2004. Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia. Departamento de Engenharia Florestal. 2005.