

12-4-2018

Avaliação de variáveis do povoamento pelo método de Bitterlich

Inventário Florestal

**Licenciatura em Eng^a Florestal e dos Recursos Naturais
2º ano, 2º semestre**

2017-2018

O método de Bitterlich

Bitterlich (1948) inventou o método da numeração angular e com base neste desenvolveu-se uma técnica de amostragem de povoamentos florestais sem a delimitação de parcelas - **amostragem pontual**.

Nos métodos de amostragem pontual as árvores são selecionadas proporcionalmente a uma variável dependente do tamanho das árvores - ex. diâmetro.

Avaliação de variáveis ao nível do povoamento

É baseada num dos 3 métodos:

- por medição de árvores em parcelas de raio fixo: mais generalizado
- por medição de árvores em parcelas com um nº fixo de árvores: origina estimativas enviesadas das variáveis do povoamento existindo, no entanto, métodos para corrigir o enviesamento
- pelo método de Bitterlich, também conhecido por amostragem pontual.

Inventário Florestal, 15 de março de 2018

O método de Bitterlich

O método de Bitterlich baseia-se na ideia de exprimir a quantidade adimensional área basal por hectare com recurso a outra grandeza adimensional

A área basal de um povoamento depende do número de árvores que “cabem” numa determinada área, assim como da respetiva dimensão

Assim, a contagem, a partir de um ponto, das árvores cuja secção ultrapassa um certo ângulo crítico vai originar estimativas não enviesadas da área basal por hectare

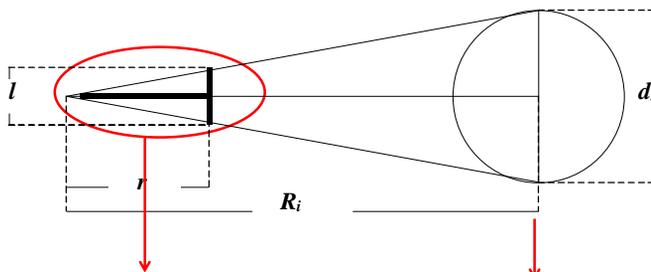
Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

O método de Bitterlich

A noção de ângulo de visão ou ângulo crítico - ângulo que circunscribe uma secção ao nível do d quando esta é visada de um ponto colocado a uma certa distância - é a base do método de Bitterlich

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

O método de Bitterlich

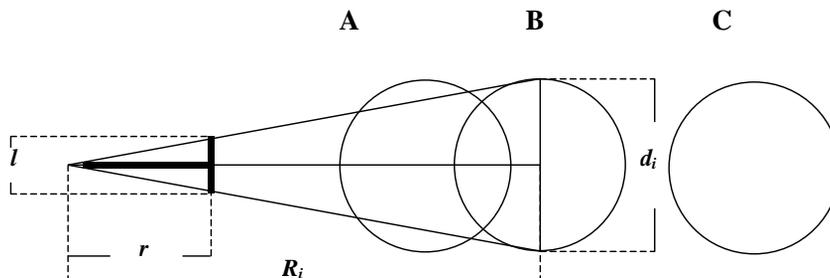


barra de referência de largura l colocada a uma distância r do operador

árvore com diâmetro d_i à distância R_i do operador

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

O método de Bitterlich



3 situações possíveis:

o diâmetro (d_i) da árvore é aparentemente superior à largura da barra (A)

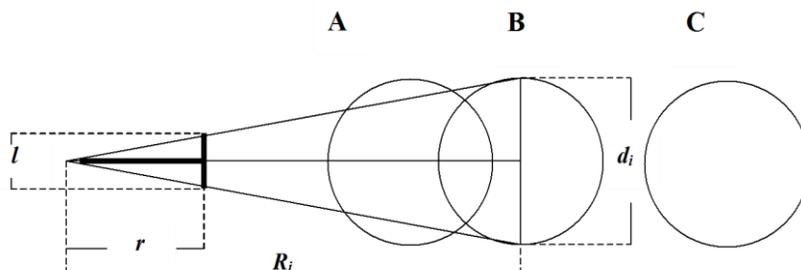
o diâmetro (d_i) da árvore é aparentemente igual à largura da barra (B)

o diâmetro (d_i) da árvore é aparentemente inferior à largura da barra (C)

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

O método de Bitterlich

A posição B corresponde à chamada distância radial limite para a árvore i , a qual se pode calcular do seguinte modo:

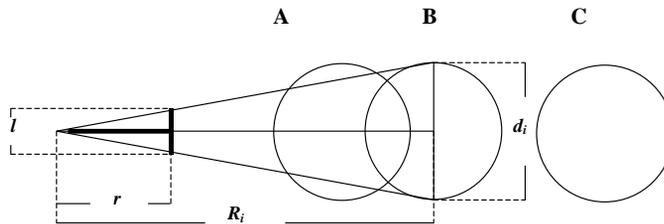


$$\frac{d_i}{R_i} = \frac{l}{r} \Rightarrow R_i = d_i \frac{r}{l}$$

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

O método de Bitterlich

As posições A, B e C podem definir-se com base na distância radial limite (R_i) e na distância do operador à árvore:



A: $\text{dist} < R_i = d_i (r/l) \rightarrow$ árvore é contada

B: $\text{dist} = R_i = d_i (r/l) \rightarrow$ árvore na posição limite

C: $\text{dist} > R_i = d_i (r/l) \rightarrow$ árvore não é contada

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018



O método de Bitterlich

No método de Bitterlich considera-se que a cada árvore corresponde uma parcela com um raio igual à correspondente distância radial limite

A área basal da parcela correspondente à árvore i será:

$$g_i \text{ (m}^2\text{)} \quad \frac{\pi d_i^2}{4} \quad \frac{\pi R_i^2}{4}$$

$$g_i \text{ (m}^2\text{ha}^{-1}\text{)} \quad \frac{\pi d_i^2}{4} \quad \frac{\pi R_i^2}{4} \quad 10000$$

$$g_i \text{ (m}^2\text{ha}^{-1}\text{)} = 10000 \frac{\pi d_i^2}{4 \pi R_i^2} = \frac{10000 \pi d_i^2}{4 \pi \left(d_i \frac{r}{l}\right)^2} = 2500 \left(\frac{l}{r}\right)^2 = K \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$$

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018



O método de Bitterlich

No método de Bitterlich considera-se que a cada árvore corresponde uma parcela com um raio igual à correspondente distância radial limite

A área basal da parcela correspondente à árvore i será:

A ÁREA BASAL POR HECTARE CORRESPONDENTE A UMA ÁRVORE COM DIÂMETRO d_i NÃO DEPENDE DA SUA DIMENSÃO

$$g_i (m^2 ha^{-1}) = 10000 \frac{\pi d_i^2}{4 \pi R_i^2} = \frac{10000 \pi d_i^2}{4 \pi \left(d_i \frac{l}{d_i}\right)^2} = 2500 \left(\frac{l}{r}\right)^2 = K m^2 ha^{-1}$$



Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

O método de Bitterlich

K é o fator de área basal e o seu valor depende da largura da banda de referência (l)

Para obter a área basal por hectare basta contar as árvores que se encontram em situação de contagem (A) e multiplicar pelo valor de K :

$$G = \sum_{i=1}^n g_i (m^2 ha^{-1}) = \sum_{i=1}^n K = Kn (m^2 ha^{-1}) \quad \text{com} \quad K = 2500 \left(\frac{l}{r}\right)^2$$

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

Parcelas simples, combinadas e método de Bitterlich

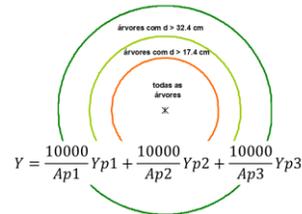
Parcela simples

$$G = \frac{10000}{A} \sum_{i=1}^n \frac{\pi d_i^2}{4}$$

Parcela combinada

$$G = \frac{10000}{A_1} \sum_{i=1}^{n_1} \frac{\pi d_i^2}{4} + \frac{10000}{A_2} \sum_{i=1}^{n_2} \frac{\pi d_i^2}{4} + \frac{10000}{A_3} \sum_{i=1}^{n_3} \frac{\pi d_i^2}{4}$$

Parcela combinada ou parcela composta



Método de Bitterlich

$$G = \frac{10000}{A_{d_1}} \frac{\pi d_1^2}{4} + \frac{10000}{A_{d_2}} \frac{\pi d_2^2}{4} + \Lambda + \frac{10000}{A_{d_n}} \frac{\pi d_n^2}{4}$$

sendo A_{d_i} a área correspondente a uma árvore com diâmetro d_i

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018



Procedimento para estimar a área basal do povoamento

Selecionar uma combinação de bandas:

- ✓ banda 1 (banda larga)
- ✓ combinações das 4 bandas estreitas
- ✓ combinações da banda 1 (banda larga) com as 4 bandas estreitas
- ✓ banda 2

Selecionar um ponto de partida e, completando um giro de 360°, comparar a largura do tronco de cada árvore com a largura da combinação de bandas previamente escolhida, contando as árvores que obedecem à condição

- ✓ $d > l$ (sendo l a largura da combinação de bandas escolhida)

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

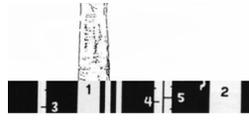


Procedimento para estimar a área basal do povoamento

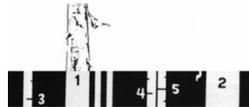
Suponha que escolheu a combinação de bandas 1L+2e, então



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



árvore com dap **igual** à combinação de bandas escolhida, conta $\frac{1}{2}$;



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

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

Procedimento para estimar a área basal do povoamento

árvores que obedecem à condição

($d=l$) => árvore vale $\frac{1}{2}$;

com maior rigor deverá medir-se a distância na horizontal entre o operador e a árvore ($dist$) e o diâmetro da árvore (d_i)

a árvore será contada se: $dist < R_i = d_i \frac{r}{l}$

como: $K = 2500 \left[\frac{l}{r} \right]^2 \Leftrightarrow \left[\frac{r}{l} \right]^2 = \frac{2500}{k} \Leftrightarrow \frac{r}{l} = \sqrt{\frac{2500}{k}}$

vem: $dist < d_i \sqrt{\frac{2500}{K}}$

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

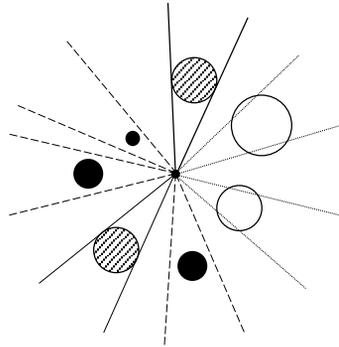
Procedimento para estimar a área basal do povoamento

Uma combinação de bandas corresponde a um ângulo de visão ou ângulo crítico

No exemplo:

- ✓ Preto - árvores não contadas
- ✓ Branco - árvores contadas
- ✓ Tracejado - árvores limite

A contagem dá $3 \rightarrow G = 3K$



Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

Procedimento para estimar a área basal do povoamento

Combinações de bandas e correspondentes valores de K

Combinação de bandas	Factor 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

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

Procedimento para estimar a área basal do povoamento

Algumas regras a ter em conta:

O número de árvores “contadas” num determinado giro deve estar entre 10 e 15

Se se obtiver um número muito diferente destes valores, terá de se escolher uma nova combinação de bandas e repetir o processo

Poucas árvores significa que se optou por uma combinação de bandas demasiado larga resultando numa amostragem deficiente

Um número de árvores muito elevado, significa que se optou por uma combinação de bandas demasiado estreita

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018



Procedimento para estimar a área basal do povoamento

A área basal do povoamento é obtida multiplicando o nº de árvores pelo factor de área basal ($G = n K$)

Supondo que realizou o giro com a combinação de bandas 1L+1e ($k=1 + 9/16$) e que contou 21 árvores com d superior à largura da combinação de bandas escolhida e 3 com largura igual, virá

N. arvores	Banda 1+1e				
> 1+1e	###	###	###	###	I
=1+1e	III				
N total	21+3/2=22.5				

Logo

$$G = 22.5 (1+9/16) = 35.2 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$$

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018



Procedimento para estimar o volume do povoamento

O volume pode ser obtido pelo método das árvores modelo de Hartig (ou da altura formal média):

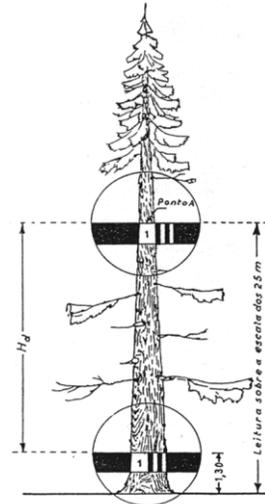
$$V = G \cdot hf_{\text{media}}$$

onde hf_{media} é a altura formal média

A altura formal média pode ser obtida por medição de algumas árvores, geralmente as 3 mais próximas do ponto ($hf = k_B \cdot d (Ld/2 - Lbase)$)

Suponhamos que a $hf_{\text{media}} = 14.4$ então

$$V = 35.2 \cdot 14.4 = 506.25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$$



Avaliação da altura dominante

A altura dominante está sempre associada a uma média das alturas das árvores maiores/mais grossas do povoamento existindo inúmeras definições alternativas

Algumas são fáceis de utilizar em amostragem pontual horizontal, como é o caso da altura dominante geralmente designada por biológica, que se define como a média das árvores dominantes e codominantes do povoamento

A definição mais seguida em Portugal, e que corresponde à média das 100 árvores mais grossas por ha, não é contudo de aplicação direta em amostragem pontual, uma vez que a esta não está associada nenhuma parcela com área definida

Avaliação da altura dominante

Pollanschutz (1974) sugere que com um fator de área basal igual a 4 se deveriam utilizar 3 árvores para o cálculo da altura dominante, mas esta definição é demasiado simplista

Um método mais geral será a utilização do número de árvores para uma área correspondente à distância radial limite para a maior árvore contada no giro de horizonte

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018



Avaliação de N por hectare

Admitamos que as árvores de um povoamento têm todas a mesma área basal g_i . Então o número de árvores dessa dimensão por ha pode obter-se a partir de:

$$G_i = N_i g_i \Rightarrow N_i = \frac{G_i}{g_i} = \frac{K n_i}{g_i}$$

Onde: n_i é o número de árvores contadas com diâmetro d_i . Pode então concluir-se que uma árvore de diâmetro d_i e área basal g_i equivale a K/g_i árvores por ha

O número de árvores por ha num ponto de estação em que, usando o fator de área basal K , se contaram n árvores, vem:

$$N = \sum_{i=1}^n N_i = K \sum_{i=1}^n \frac{1}{g_i}$$

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018



Avaliação de qualquer variável por ha

O número de árvores por ha correspondente à árvore i é:

$$N_i = \frac{K}{g_i} \Rightarrow N_i = \frac{1}{p_i}$$

Uma variável Y pode então obter-se como:

$$Y = \sum_{i=1}^n N_i y_i = \sum_{i=1}^n \frac{K}{g_i} y_i = K \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{g_i}$$

onde y_i é o valor medido para Y na árvore i e n é o número de árvores contadas

Parcelas vs pontos de Bitterlich

Vantagens da amostragem pontual

A amostragem pontual dá melhores estimativas para a área basal por ha, bem como para as variáveis que estão fortemente correlacionadas com a área basal, como é o caso do volume por ha (visto as árvores serem selecionadas proporcionalmente à sua área basal)

Na amostragem pontual, não é necessário medir os diâmetros para se obter a área basal total, basta uma simples contagem, embora a avaliação de outras variáveis do povoamento (inclusive a densidade) exija a medição dos diâmetros

Basta uma só pessoa para fazer visitas rápidas de reconhecimento

Parcelas vs pontos de Bitterlich

Vantagens da amostragem por parcelas

É mais adequada para a avaliação do número de árvores por ha ou para a distribuição de diâmetros

Em inventário florestal contínuo a amostragem por parcelas é preferível, uma vez que na amostragem pontual as árvores amostradas em duas medições sucessivas não são as mesmas; na segunda medição há um maior número de árvores amostradas em consequência do seu crescimento em diâmetro

Na amostragem pontual os requisitos intelectuais são maiores do que na amostragem por parcelas, exigindo treino intenso, e equipas mais qualificadas

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018



Exercício:

Suponha que um florestal realizou um giro utilizando um relascópio de Bitterlich, com a combinação de bandas 1L ($K=1$), e que contou 14 árvores com d superior à largura da combinação de bandas escolhida e 2 árvores com largura igual:

- Explique como, com os dados acima descritos, avaliaria a área basal por hectare.
- Que medições adicionais deveria fazer para avaliar o número de árvores por hectare? E como procederia ao cálculo desta variável?
- O florestal procedeu ainda à medição da altura formal nas 5 árvores mais próximas do centro da parcela, tendo obtido um valor médio de 8.06. Qual a estimativa do volume por ha?

Sabendo que $K=2500(l/r)^2$, diga como decidiria, com precisão, se uma árvore limite com $d=8$ cm deveria ser contada.

Inventário Florestal, 12 de abril de 2018

