

CAPÍTULO VIII

A. NOÇÕES DE DENDROMETRIA

1. Introdução

Dendrometria é um ramo da ciência florestal que se encarrega da determinação ou estimativa dos recursos florestais, quer seja da própria árvore ou do próprio povoamento.

A palavra dendrometria é também conhecida como: *dasometria, medição florestal, mensuração florestal e silvimetria*.

A dendrometria é aplicada com três principais objetivos:

a. objetivos comerciais - visando estimar com precisão o que se retira das florestas na compra e venda de material.

b. objetivos de ordenamento - na exploração do produto florestal, deve-se ter em mente o *rendimento sustentado*, onde o que se retira deve equivaler ao que cresce na mesma área. Para atingir este objetivo deve-se elaborar *planos de ordenamento florestal* a longo prazo, e para isso é preciso conhecer o desenvolvimento da floresta, por espécies e locais.

c. objetivos de pesquisa - para se determinar com precisão o desenvolvimento de uma floresta usa-se técnicas especiais que avançam sem parar em outras condições, o que exige a pesquisa detalhada sobre a sua adaptabilidade ou a busca de novas técnicas de aplicação específica.

1.1. Tipos de medidas

a. Medida direta - refere-se às medidas feitas diretamente sobre a árvore, como o DAP, a CAP, o comprimento de toras, a espessura de casca, e outras. Estamos nesse caso fazendo uma determinação, que é diferente de estimativa que implica em *medição indireta* ou *estimativa*.

b. Medida indireta - são medidas que estão fora do alcance do medidor, muitas vezes feita com auxílio de instrumentos óticos, como a altura da árvore em pé, a área basal e o diâmetro a várias alturas, usando o relascópio de Bitterlich, e outras.

c. Medida estimada - são medidas baseadas em métodos estatísticos, feitas na árvore ou no povoamento. É bastante usada, pelo fato de ser econômica e de ganhar tempo, pois são feitas em amostras, que estimam o todo, através de curvas, equações e tabelas.

1.2. Tipos de erros

Ao tomarmos qualquer medida ou estimativa, estamos sujeitos a cometer erros, que podem ser reduzidos pelo emprego de bons instrumentos e evitando-se a predisposição pessoal. Os tipos de erros podem ser classificados em:

a. Erros compensantes - independem do operador e é mais comum quando se usa aparelhos de menor exatidão.

Ex: se estivermos usando uma suta de precisão em cm, cometeremos um erro compensante maior do que se estivermos usando uma suta graduada em mm, já que não precisaríamos fazer arredondamentos.

b. Erros de estimação - são os erros cometidos quando se utiliza amostragem para estimar a população. Na prática florestal, utiliza-se muito o *limite de confiança*, que não dá valores médios exatos, mas dá um espaço limitado onde o valor real deverá se enquadrar.

Ex: altura média da população = $18,7 \pm 1,8$ m, o que quer dizer que a altura média deve estar entre 16,9 m e 20,5 m, a uma probabilidade determinada.

c. Erros sistemáticos - são os mais comuns, em geral causados por defeitos nos instrumentos ou pela inabilidade do operador em manuseá-los. Repetem-se por excesso ou falta.

Ex: uso de uma suta com braço móvel desajustado, o que poderá fornecer sempre um diâmetro menor do que o real.

A ocorrência de todos esses erros influi na precisão ou na exatidão do trabalho. A exatidão refere-se à maior ou menor aproximação, como uma fita diamétrica graduada em cm ou em mm, enquanto a precisão refere-se ao erro padrão da estimativa, que é calculado medindo-se vários indivíduos com diferentes aparelhos.

2. Idade das árvores

É através da idade que o técnico florestal pode avaliar os incrementos em diâmetro, volume ou altura de uma dada espécie em certo local, ou construir curvas de índice de sítio.

Quando se trata de povoamentos plantados, a determinação da idade não é um problema, pois existe o acompanhamento dos plantios, em arquivos. No entanto para árvores nativas a avaliação da idade é mais difícil, se não impossível na maioria das espécies.

Os métodos para avaliação da idade das árvores variam muito em precisão, e de acordo com a experiência do observador:

a. Método da observação - é de baixa precisão, e está ligado a algumas características da espécie, sob determinadas condições ambientais. A conformação da árvore e o aspecto da casca podem ser características morfológicas decisivas, assim como o aspecto sanitário.

b. Método da contagem dos verticílios - em algumas espécies os verticílios se mantêm nítidos através da vida do indivíduo, e a sua contagem fornece a idade, como é o caso da *Terminalia catapa*, *Araucaria excelsa*, *Cordia goeldiana*. O seu inconveniente é a tendência de queda dos galhos inferiores com o avanço da idade.

c. Método dos anéis de crescimento - é bastante difundido, e consta da medição dos anéis de crescimento da árvore. Os anéis são camadas justapostas de atividade cambial. Um anel é constituído por uma parte mais escura chamada lenho de verão ou tardio, constituído por um maior número de células por unidade de área, e uma parte mais clara formada no início da estação denominada lenho inicial ou de primavera. A formação destes anéis requer um período de estiagem ou de frio. A existência de irregularidade entre o período seco e o úmido pode levar à formação de **falsos anéis**, o que pode prejudicar uma estimativa correta da idade das árvores. Em algumas espécies esse método é inadequado, como em *Pinus palustris*, que não forma anéis na sua juventude. Para a execução do método, corta-se a árvore rente ao chão, ou usa-se uma verruma (Figura VIII-1) no DAP, acrescentando os anos que a espécie leva para atingir aquela altura.



Figura VIII-1 - Verruma ou trado, utilizada para obtenção de material para análise de anéis de crescimento.

d. Métodos de análise de tronco - secciona-se as árvores a espaços pré-estabelecidos (análise total de tronco) ou retira-se amostras com a verruma também conhecida como trado (análise parcial de tronco), contando-se e medindo-se os anéis, de modo a se obter além da idade, toda a evolução da árvore, tendo-se idéia precisa sobre o crescimento em altura, em diâmetro, em volume, além de permitir a determinação do fator de forma de cubagem. No Quadro VIII-1 tem-se os dados de análise de tronco para se determinar a idade de uma *Araucaria angustifolia*. Supondo-se que precisou-se de 1 ano para o indivíduo atingir a altura do toco (30 cm), então a árvore terá 17 anos, pois a este nível foram encontrados 16 anéis. É possível também traçar o perfil longitudinal da árvore, que reconstitui o seu desenvolvimento (Figura VIII-2).

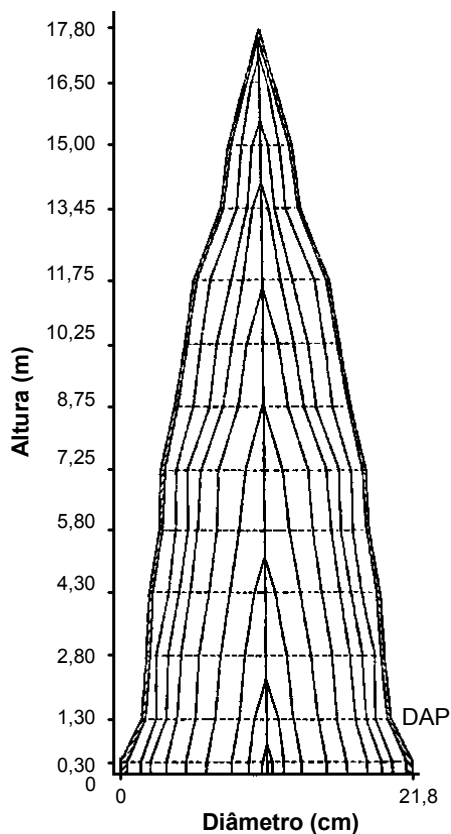


Figura VIII-2 - Perfil longitudinal de uma árvore hipotética.

Estes dois últimos métodos encontram-se detalhados em DANIEL e YARED (1987).

Quadro VIII-1 - Análise de tronco de *Araucaria angustifolia*, a vários níveis de medição, a partir de 0,30 m do solo

Níveis de medição (cm)	Número de anéis contados	Idade do nível considerado (anos)
0,30	16	1
1,30	15	2
3,30	13	4
5,30	11	6
7,30	10	7
9,30	7	10
11,30	5	12
12,30	3	14
13,30	2	15
14,30	0	17

3. Diâmetro e área basal

3.1. Conceitos, fórmulas e instrumentos

Basicamente o principal objetivo da dendrometria é a avaliação dos volumes de árvores isoladas ou do povoamento. Como o diâmetro ou a circunferência desempenha papel importante no cálculo do volume, área basal ou crescimento, devem ser tomados com a máxima precisão.

O diâmetro ou a circunferência são tomados à altura do peito, convencionalmente como sendo a 1,30 m, simbolizados por DAP (diâmetro à altura do peito) e CAP (circunferência à altura do peito).

Como a secção transversal do tronco se aproxima da forma circular, para propósitos práticos assume-se também tal forma, portanto:

$$C = 2 \times \pi \times R \quad \text{onde } C - \text{circunferência}$$

$$\pi - 3,1416$$

$$R - \text{raio da circunferência}$$

$$C = \pi \times d \quad \text{onde } d - \text{diâmetro}$$

$$CAP = \pi \times DAP \quad \text{e} \quad DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

Em termos de área seccional (g) temos:

$$g = \frac{\pi \times d^2}{4}, \text{ substituindo-se } d \text{ por } \frac{C}{\pi} \text{ tem-se } g = \frac{C^2}{4 \times \pi}$$

Então:

$$g = \frac{\pi \times DAP^2}{4} \quad \text{ou} \quad g = \frac{CAP^2}{4 \times \pi} = \frac{CAP^2}{12,56637}$$

Existem situações que nos obrigam a medir as árvores em locais diferentes da altura do peito (Figura VIII-3):

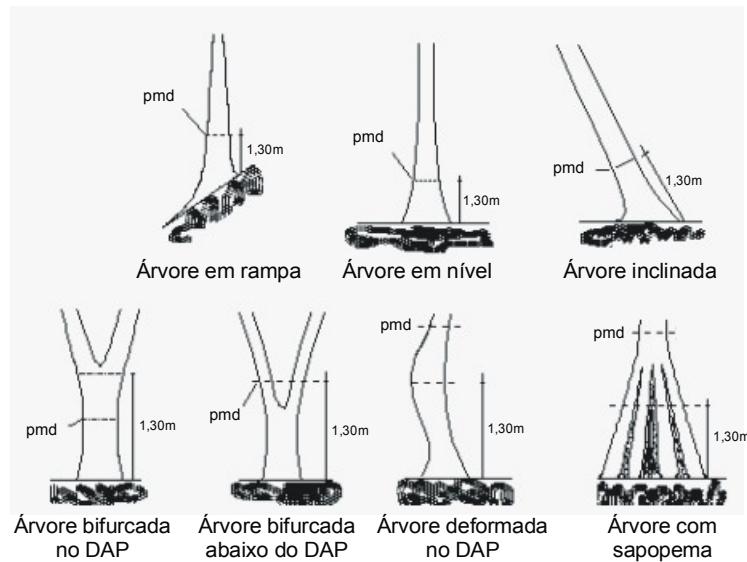


Figura VIII-3 - Medição do DAP em função da forma e defeitos das árvores.

Sempre que possível deve-se usar medir o CAP em lugar do DAP, pois como $\pi = 3,1416$, um erro de 1,0 cm no DAP corresponde a mais de 3,0 cm no CAP, enquanto que o mesmo erro no CAP corresponde a menos de 0,3 cm em DAP.

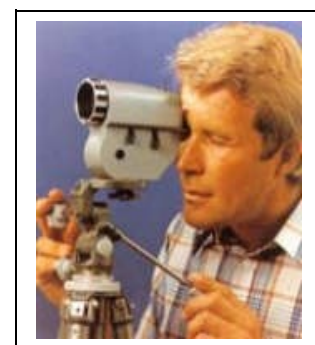
Dentre os instrumentos usados para medir o diâmetro cita-se: a fita diamétrica, dendrômetro de Friedrich, relascópio de Bitterlich (Figura VIII-4a), visor de diâmetro de Bitterlich (Figura VIII-4b) que é semelhante a uma suta, telerelescópio de Bitterlich (Figura VIII-4c), a barra de Biltmore (Figura VIII-4d), o garfo de diâmetro (Figura VIII-4e). Há um instrumento utilizado para a medição permanente de diâmetro, que é fixado no tronco da árvore, utilizado para quando se deseja medidas precisas de incremento periódico, que pode ser denominado registrador diamétrico (Figura VIII-4f), a suta (Figura VIII-4g), o prisma ou cálibre prismático de Wheeler (Figura VIII-4h).



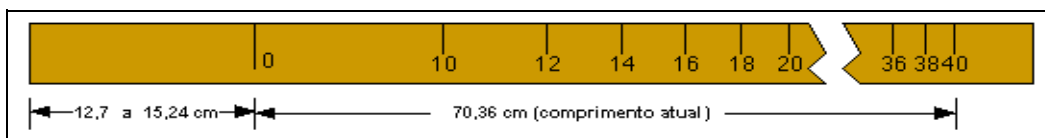
(a)



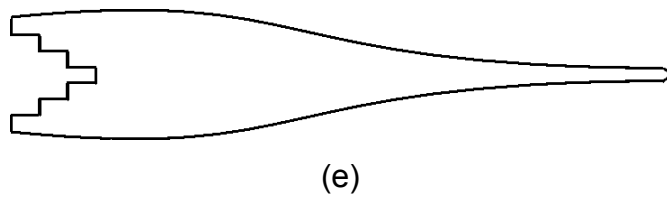
(b)



(c)



(d)



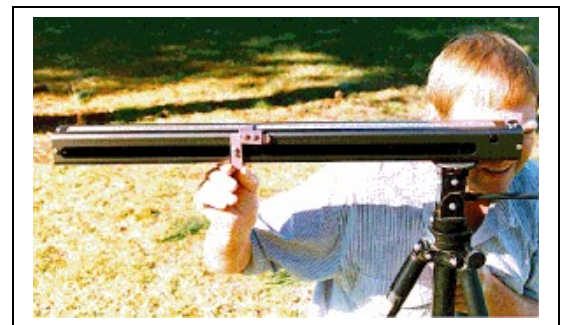
(e)



(f)



(g)



(h)

Figura VIII-4 - Instrumentos utilizados na medição de diâmetro: relascópio de Bitterlich (a), visor de diâmetro de Bitterlich (b), telerelascópio de Bitterlich (c), barra de Biltmore (d), garfo de diâmetro (e), registrador diamétrico (f), suta (g), o prisma ou cálibre prismático de Wheeler (h).

A fita diamétrica, um dos mais simples instrumentos citados, encontra-se ilustrada na Figura VIII-5. É de uso bastante prático, pois possibilita a leitura direta do diâmetro, mesmo tendo medido a circunferência.

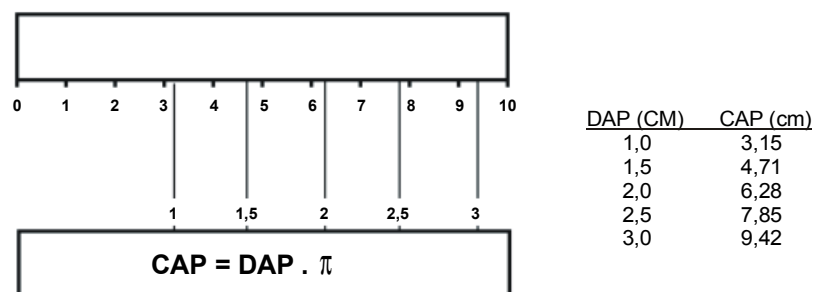


Figura VIII-5 - Ilustração da construção de uma fita diamétrica.

A barra de Biltmore (Figura VIII-4d) também é um instrumento simples e prático para obtenção do diâmetro, e seu uso encontra-se ilustrado na Figura VIII-6. Detalhes

sobre os cálculos necessários para a confecção desta barra encontram-se no Anexo D, ou em CAMPOS (1975).

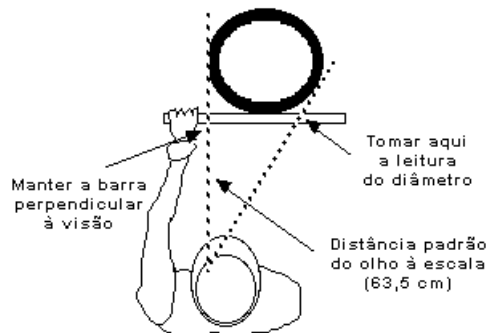


Figura VIII-6 - Ilustração do uso da barra de Biltmore para medição de diâmetro.

3.2. Diâmetro médio e área basal

Ao se cubar povoamentos é necessário conhecer a área basal do povoamento, que é o somatório de todas as áreas transversais das árvores do povoamento. Como é impraticável fazer as medidas em 100% dos indivíduos, usa-se processos de amostragem.

Como o diâmetro compõe a fórmula da área basal, é preciso defini-lo corretamente:

diâmetro médio das árvores refere-se ao diâmetro correspondente ao da área transversal média do povoamento;

média aritmética dos diâmetros é o valor médio dos diâmetros medidos.

Se a área basal das árvores amostradas é G_1 , em uma amostra de área S_1 , com uma área S do povoamento, a área basal total será:

$$G = \frac{G_1 \times S}{S_1}$$

Dividindo-se G pelo número médio de árvores obtém-se g médio, e através de uma dedução encontra-se o diâmetro médio.

4. Estimação da altura

Assim como o diâmetro, a altura é uma variável imprescindível, pois entra no cálculo do volume.

4.1. Tipos de altura

Diversas alturas podem ser utilizadas, de acordo com a finalidade (Figura VIII-9):

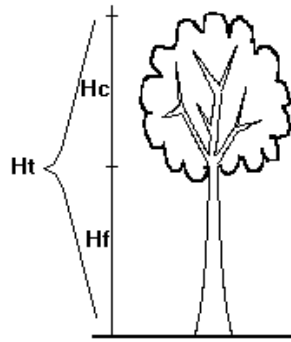


Figura VIII-9 - Tipos de altura.

altura total - correspondente à distância vertical entre o terreno e o ápice da copa;

altura do fuste - correspondente à distância vertical entre o terreno e a base da copa;

altura da copa - é a diferença entre a altura total e a altura do fuste;

altura comercial - depende da finalidade a que se destina a madeira. Pode ser considerada da altura de corte (toco) até os primeiros defeitos ou início da copa, ou ainda até um diâmetro mínimo exigido. Nas árvores com sapopemas a altura de corte em geral é no final destas.

altura dominante - altura média das 100 árvores mais grossas de um povoamento.

4.2. Métodos de estimação da altura com princípio geométrico

Baseiam-se no conhecimento das relações entre triângulos semelhantes:

a. Método das sombras - é restrito à necessidade de espaço para sua execução. Fixa-se uma baliza no chão, e com a sombra desta e da árvore tira-se a expressão constante na Figura VIII-10:

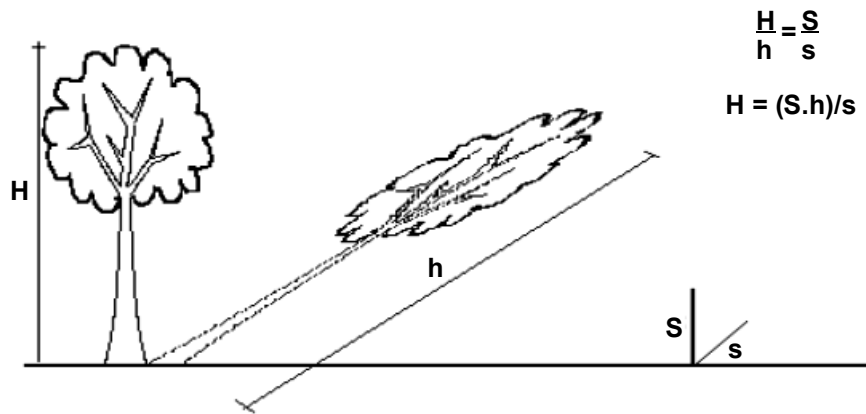


Figura VIII-10 - Ilustração do método das sombras.

sendo H - altura da árvore

h - comprimento da sombra da árvore

S - altura da baliza

s - comprimento da sombra da baliza

b. Método da superposição de ângulos iguais - coloca-se junto à árvore uma vara de comprimento conhecido, e com o braço distendido, o observador segura um objeto (lápiz p.ex.) cuja imagem fará coincidir com a imagem da vara. Superpõe então uma imagem sobre a outra até completar a altura da árvore. Multiplica-se o número de imagens pelo comprimento da vara (x), obtendo-se a altura da árvore (Figura VIII-11):

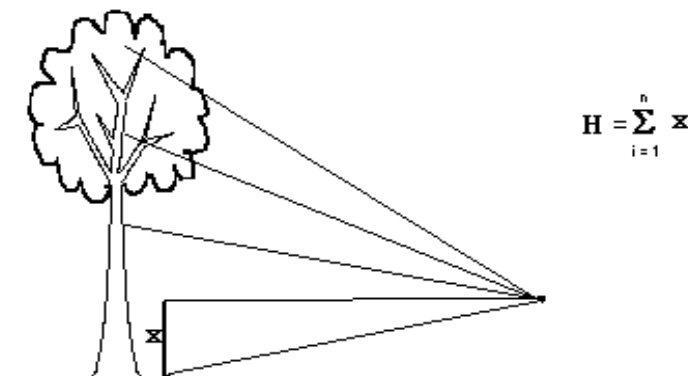


Figura VIII-11 - Ilustração do método da superposição de ângulos iguais.