

DENDROMETRIA DE ESSÊNCIAS NATIVAS

Giselda DURIGAN¹

Marco Antonio de Oliveira GARRIDO¹

RESUMO

A dendrometria no Brasil tem sido aplicada predominantemente em inventários florestais, com vistas à exploração de madeira. Assim sendo, as medições têm sido restritas ao DAP e altura das árvores, determinantes do volume de madeira comercial. Propõe-se que novos parâmetros sejam avaliados, considerando que atualmente a medição das árvores se presta não só aos objetivos de inventário, mas também a estudos fitossociológicos e à avaliação de experimentos silviculturais de produção e proteção. Algumas peculiaridades precisam ser consideradas em se tratando de espécies florestais tropicais, devendo a medição das árvores envolver novas dimensões, novos conceitos, que permitam a visualização global de cada indivíduo na comunidade, segundo os objetivos da medição.

Palavras-chave: Dendrometria, essências nativas.

1 INTRODUÇÃO

“A palavra dendrometria é de origem grega, onde ‘dendro’ significa árvore e ‘metria’, medição. As medições podem ser as mais diversas, como as estimativas de diâmetros, de alturas, de volumes, de pesos e de fatores referentes ao conteúdo em casca e à forma da árvore” (VEIGA, 1984).

A aplicação mais comum da dendrometria no Brasil tem sido a medição de árvores em pé, com o objetivo de determinar o volume de madeira e, portanto, o seu valor comercial. Assim sendo, aparelhos os mais diversos têm sido desenvolvidos e testados, em busca da precisão máxima das medições, restritas basicamente ao diâmetro à altura do peito (DAP) e altura comercial dos indivíduos.

Com o interesse crescente pelo conhecimento da estrutura das florestas naturais e pela formação de florestas de proteção, medições de DAP e altura comercial já não são suficientes para caracterizar as árvores ou para analisar experimentos. É importante agora conhecer também o espaço que cada indivíduo ocupa na comunidade e estabelecer parâmetros que permitam a avaliação do desempenho da árvore em termos de proteção ambiental.

A mensuração das essências nativas, seja com fins comerciais, seja com fins científicos, carece de uma redefinição em relação à dendrometria tradicional. Cal-

ABSTRACT

Forest mensuration has been predominantly applied, in Brazil, to obtain the volume of commercial wood in forest inventories. So, only DBH and tree high were measured. Considering that tree mensuration, now attends other objectives than forest inventory, like fitossociology and silvicultural experimentation, it is proposed tree mensuration to be extended to other dimensions and concepts, making possible a complete comprehension of the tree like a wood producer, an individual in the community and an environmental protector.

Key words: Forest mensuration, brazilian trees.

cada na determinação do diâmetro, altura, volume e idade da árvore, a dendrometria proposta por CHAPMAN & MEYER (1949), BRUCE & SCHUMACKER (1950) e GOMES (1957) visava apenas determinar o volume de madeira com valor comercial de uma árvore ou povoamento, ignorando as demais dimensões.

Diante da expansão das ciências florestais, considera-se que a medição das árvores deve envolver novas dimensões, novos conceitos, que permitam a compreensão de cada árvore segundo o objetivo da medição, quer seja inventário, fitossociologia ou experimentação.

2 INVENTÁRIO FLORESTAL

Ainda que o objetivo da medição das árvores nativas com fins comerciais seja o mesmo para florestas implantadas de *Pinus* e *Eucalyptus*, há uma série de dificuldades relacionadas, principalmente, com a forma das árvores, que precisam ser consideradas.

As espécies nativas muitas vezes não apresentam correlação entre DAP, altura e volume de madeira, dificultando sobremaneira os cálculos. Em cerrado isto ocorre para praticamente todas as espécies. É impossível estabelecer um fator de forma ou uma regressão que possibilitem estimar, com segurança, o volume de lenha a partir do DAP e altura das árvores, dada a irregularidade dos troncos e ramos. Em se tratando de florestas, onde via de regra os troncos são retilíneos, possibilitando

(1) Instituto Florestal. C.P. 1.322 - 01059 - São Paulo - SP, Brasil.

a estimativa volumétrica, o valor da madeira está correlacionado também com a forma da árvore, sendo necessário caracterizar árvores ocas, bifurcadas ou com outras particularidades que impliquem desvalorização das toras.

Em se tratando do inventário de uma atividade com fins eminentemente comerciais, tem havido maior preocupação em estabelecer métodos dendrométricos práticos e eficazes com esta finalidade, em comparação com os levantamentos com fins científicos. ROLLET & QUEIROZ (1978) discutem a necessidade de padronização dos métodos e algumas propostas até bastante complexas e abrangentes de avaliação das árvores e que têm sido aplicadas na prática em inventário de florestas tropicais, como apresentado nos trabalhos de MACHADO et alii (1984), SILVA & LOPES (1984) e SCHNEIDER et alii (1988).

3 ESTUDOS FITOSSOCIOLÓGICOS

A medição das árvores visa, nestes casos, estabelecer a estrutura das populações e a importância relativa entre as espécies na comunidade, com base no porte, no número e na distribuição dos indivíduos, além de caracterizar a forma de ocupação do espaço vertical (estratificação) e horizontal (agregação) pelas espécies.

Os cálculos fitossociológicos comumente utilizados no Brasil são efetuados a partir das medições de DAP e altura, sendo que esta última variável só é utilizada na caracterização dos perfis e estratificação da vegetação. A medição do DAP para cálculo de área basal tem sido o único parâmetro utilizado, para caracterizar a dominância das espécies, por estar diretamente correlacionado com o volume de biomassa. No entanto, as espécies florestais tropicais apresentam formas as mais variadas, sendo que o volume de biomassa nem sempre está correlacionado com o espaço ocupado na comunidade ou com o nível de exploração dos recursos do meio pela espécie.

Outro aspecto polêmico tem sido o diâmetro mínimo a ser adotado nos levantamentos. A ausência de padronização tem dificultado a comparação entre os vários levantamentos efetuados. Para florestas no Estado de São Paulo, tem sido adotado freqüentemente DAP mínimo de 10 cm (GIBBS et alii, 1980; SILVA & LEITÃO FILHO, 1982; BERTONI et alii, 1982 e MATTHES et alii, 1988), enquanto que para cerrados o diâmetro mínimo geralmente é 3 cm e, mais raramente, 5 cm. Além de variar o diâmetro mínimo, tem variado também a altura de medição no cerrado que, na maioria das vezes, é feita à altura do colo (GIANNOTTI, 1988; CASTRO, 1987; e TOLEDO FILHO, 1984), mas eventualmente tem sido tomada à altura do peito (RIBEIRO et alii, 1985).

Os limites mínimos de diâmetro são totalmente arbitrários, partindo da intenção de se amostrarem os indivíduos estabelecidos das espécies arbóreas presentes na comunidade. Todavia, sendo diferentes as espécies e naturalmente a sua biologia, evidentemente um mesmo diâmetro traduz um momento biológico diferente para um jequitibá e um cambuí, por exemplo. O levanta-

mento dos estratos inferiores em subparcelas pode ajudar a eliminar distorções da estrutura populacional decorrentes desta falha metodológica.

Os estudos fitossociológicos podem ser bastante enriquecidos se, além de DAP e altura, forem estimados a projeção sobre a superfície (grau de cobertura) e o volume da copa das árvores, que fornecem uma visão bem mais precisa da estratificação e da ocupação relativa do espaço aéreo pelas populações. As dimensões da copa têm ainda uma interpretação adicional, pois, além da competição por luz, estão associadas à competição por água e nutrientes, já que a área da copa pode ser um indicador da área radicular e, portanto, da competição subterrânea, segundo KRAJICEK et alii (1961). MOER (1985) ressalta a importância das medições da copa para avaliação da disponibilidade de abrigo e alimentação para a fauna, estudos de sucessão vegetal e cobertura do terreno em função das características hidrológicas.

4 AVALIAÇÃO DE EXPERIMENTOS COM ESPÉCIES NATIVAS

O objetivo da dendrometria na experimentação é comparar as espécies ou tratamentos em termos de volume de madeira comercial (florestas de produção) ou eficácia na proteção ao ambiente (florestas de proteção), a partir de variáveis diretamente quantificáveis.

Os experimentos de produção têm sido tradicionalmente avaliados com base em dados de altura e DAP, raramente se estabelecendo critérios para avaliar a forma das árvores. As árvores, de um modo geral, são medidas ainda jovens, acarretando um erro de interpretação adicional, oportunamente lembrado por GARRIDO et alii (1990). Considerando que a relação cerne/alburno é bastante variável entre espécies, com o porte e a idade do povoamento, os autores mediram também o diâmetro do cerne das árvores. Esta determinação foi particularmente importante para avaliação da aroeira, espécie cujo alburno não tem valor comercial, sendo totalmente descartado quando da utilização da madeira. Não basta, portanto, que o diâmetro da árvore seja adequado para utilização, é necessário que o diâmetro do cerne também o seja.

Quando se trata de avaliar experimentos com florestas de proteção, a questão se complica ainda mais. O ritmo de crescimento, avaliado apenas em termos de altura e área basal, pouco significa para a compreensão dos resultados. Geralmente o que se espera destas florestas é o rápido recobrimento do terreno, a formação de manta orgânica espessa ou ainda a proliferação de raízes. Além do diâmetro e da altura, outros parâmetros dendrométricos tais como o grau de cobertura e o volume da copa podem ser determinados, quantificando diretamente a ocupação do espaço aéreo e o sombreamento do terreno e, indiretamente, segundo KRAJICEK et alii (1961), o volume do sistema radicular.

No caso de plantios experimentais de proteção, a avaliação dendrométrica deve ser acompanhada de medições de caráter ecológico, tais como: deposição de

folhedo, ciclagem de nutrientes, contenção de processos erosivos, etc., de modo que se possa avaliar efetivamente o papel das árvores como elementos de proteção e melhoria da qualidade ambiental.

É oportuno lembrar ainda que, dada a sazonalidade do crescimento das espécies arbóreas tropicais, as medições devem ser efetuadas após o período de crescimento vegetativo intenso, que ocorre na estação chuvosa, evitando assim erros de interpretação de taxas de incremento.

5 PARÂMETROS DENDROMÉTRICOS: CONCEITUAÇÃO E DETERMINAÇÃO

5.1 Diâmetro

O DAP (diâmetro à altura do peito), diâmetro do tronco tomado a 1.30 m acima do nível do solo, tem sido a medida mais comumente utilizada para avaliação de florestas, basicamente por dois motivos: facilidade de obtenção e alta correlação com o volume de biomassa. Além disso, é uma medida que apresenta alto nível de precisão, por ser tomada diretamente. Existem variações na medição do diâmetro, sendo que às vezes se efetua à altura do peito e outras vezes se opta por medir à altura do colo, ou seja, à base do tronco. A medição na base justifica-se apenas em casos extremos, onde a tortuosidade dos troncos e ramificação muito baixa dificultam a obtenção do DAP, como é o caso das árvores de cerrado.

A altura de 1.30 m é adotada internacionalmente não só por comodidade do operador dos equipamentos de medição, mas também por estar o tronco, a esta altura, livre das distorções de forma, comuns na base do tronco das árvores tropicais (VEIGA, 1984; SILVA & PAULA NETO, 1979).

Com uma certa frequência, surgem dificuldades na determinação do diâmetro em formações arbóreas tropicais, quais sejam:

Diâmetro mínimo - justificado apenas pela necessidade de se padronizarem os levantamentos de modo que os resultados possam ser comparados, recomenda-se que, para florestas do Estado de São Paulo, se adote DAP mínimo de 10 cm e, para cerrados, que o diâmetro seja tomado ao nível do colo ou acima das deformações que venham a ocorrer na base do tronco, com o limite mínimo de 3 cm.

Árvores bifurcadas ou polifurcadas - quando os troncos múltiplos se formam à altura do peito ou logo acima, mede-se abaixo da bifurcação; quando os troncos se formam abaixo de 1.30 m, cada tronco é medido separadamente, embora identificados como uma mesma árvore, para efeito de cálculos de densidade ou área basal (VEIGA, 1984; BALLONI, 1979).

Raízes tabulares - quando ultrapassarem a altura do peito, e somente nestes casos, o diâmetro deve ser medido acima, onde o tronco estiver livre delas, ainda que para isso seja necessário o uso de uma escada (SILVA & LOPES, 1984).

Troncos com secção irregular - medem-se o maior e o menor diâmetro e determina-se a média entre eles. O erro de cálculo com a média dos diâmetros é menor do que o erro acarretado pela medição do perímetro (SILVA & PAULA NETO, 1979).

Diâmetro do cerne - pode ser medido em experimentos por ocasião dos desbastes ou através de sonda Pressler em árvores em pé.

Os equipamentos mais utilizados para medição de diâmetro são a suta ou compasso florestal e a fita dendrométrica. A fita apresenta a vantagem de se prestar à medição de grandes diâmetros, enquanto a suta está restrita a um determinado limite diamétrico. No entanto, quando a secção do tronco é irregular, a suta é superior à fita em termos de precisão.

5.2 Área basal

Por definição, é a área da secção do tronco (ou troncos) a 1.30 m do nível do solo. A área basal de uma floresta é o somatório das áreas basais de todas as árvores contidas em uma área definida. Geralmente é expressa em m²/ha.

5.3 Altura

Pode-se medir a altura comercial (altura do fuste até o início da copa) ou a altura total da árvore (da base do tronco até o ramo mais alto), conforme o objetivo da medição. A determinação da altura perde muito em importância, comparativamente ao diâmetro, pois apresenta correlação bem menor com o volume de madeira (SYNNOTT, 1979). Além disso, é uma variável difícil de determinar em florestas tropicais, onde as copas que se entrelaçam e se sobrepõem e o sub-bosque denso praticamente impossibilitam a operação dos aparelhos de medição.

A altura da árvore pode ser obtida de diversas maneiras, quais sejam:

- estimativa: simples, onde um prático estima, por observação, a altura de todas as árvores, ou com vara, onde, a partir de uma vara de altura conhecida, estima-se a altura total da árvore;

- medição direta: através de varas telescópicas ou de fita, em que o operador precisa escalar a árvore, dificultando medições em grande número de árvores;

- medição indireta: são diversos os instrumentos utilizados, sendo os mais comuns os hipsômetros baseados em princípios trigonométricos, como os de Blume-Leiss, Haga e Suunto. Como estes aparelhos só podem ser usados se o topo e a base da árvore forem visíveis simultaneamente (COUTO & BASTOS, 1988), é de se supor que a sua utilização em florestas tropicais seja limitada.

Em levantamentos fitossociológicos, além das dificuldades já mencionadas, existe um problema adicional que são as árvores inclinadas. Para efeito de volume de biomassa, recomenda-se que seja medido o comprimento da árvore, enquanto para estratificação é neces-

sário anotar a altura em que se encontra a porção mais alta da copa em relação ao nível do solo.

No caso de árvores com troncos múltiplos, mede-se a altura de cada tronco para cálculo de volume de madeira ou apenas a altura máxima para estratificação.

A diferença entre a altura total e a altura comercial fornece uma medida aproximada da altura da copa, útil na análise da estrutura vertical da floresta.

5.4 Diâmetro da copa

É estimado a partir da projeção vertical dos limites da copa sobre o terreno. Para copas de formato irregular, medem-se o maior e o menor diâmetros para obtenção do diâmetro médio. Em plantios experimentais pode-se estabelecer uma direção e medir-se o diâmetro das copas sempre na mesma direção.

5.5 Grau de cobertura

A partir do diâmetro das copas, calcula-se o grau de cobertura da floresta, que corresponde à porcentagem da área que é coberta pela projeção das copas das árvores. Em formações florestais tropicais, a superfície das copas é sempre superior à superfície do terreno, evidenciando a sobreposição de copas e auxiliando na compreensão da estratificação.

5.6 Forma das árvores

Informações sobre a forma das árvores são importantes sobretudo para florestas de produção, mas podem, às vezes, ser importantes para estudos de comunidades naturais ou florestas de proteção. Com base nas propostas de SILVA & LOPES (1984) e SCHNEIDER et alii (1988), listaram-se algumas variáveis que podem ser consideradas, com maior ou menor detalhamento, conforme o objetivo da avaliação:

Formato da copa:

- regular;
- irregular;
- parcialmente destruída.

Formato do tronco

- retilíneo;
- sinuoso;
- sem dominância;
- troncos múltiplos

Inclinação do tronco

- vertical;
- inclinação menor que 45°;
- inclinação maior que 45°.

Estado fitossanitário

- saudável;
- danos abióticos;
- danos por insetos;
- danos por fungos;
- danos por animais;
- morta.

As observações sobre a forma e o estado fitossanitário das árvores, embora não sejam mensuráveis, devem ser conduzidas paralelamente à coleta de dados dendrométricos, uma vez que podem alterar consideravelmente o significado dos resultados numéricos obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLONI, E. A., 1979. Técnicas de instalação, condução e avaliação de experimentos florestais. In: Curso - Práticas Experimentais em Silvicultura, Piracicaba, ESALQ-USP. IPEF. p. G1-G18.
- BERTONI, J. E. A.; STUBBLEBINE, W. H.; MARTINS, F. R. & LEITÃO FILHO, H. F., 1982. Comparação fitossociológica das principais espécies de florestas de terra firme e ciliar na Reserva Estadual de Porto Ferreira (SP). In: Anais do Congresso Nacional sobre Essências Nativas. *Silvicultura em S. Paulo* 16A:563-571.
- BRUCE, D. & SCHUMACKER, F. X., 1950. *Forest Mensuration*. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 3ª ed. 483 p.
- CASTRO, A. A. J. F., 1987. *Florística e fitossociologia de um cerrado marginal brasileiro, Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro - SP*. Dissertação de Mestrado IB-UNICAMP. Campinas. 240 p.
- CHAPMAN, H. H. & MEYER, W. H., 1949. *Forest Mensuration*. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 522 p.
- COUTO, H. T. Z. & BASTOS, N. L. M., 1988. Erros de medição de altura em povoamentos de *Eucalyptus* em região plana. *IPEF*, Piracicaba, 39:21-31.
- GARRIDO, M. A. O.; DOMINGOS, P. R.; GURGEL-GARRIDO, L. M. A. & DURIGAN, G., 1990. Pesquisa e experimentação com cinco espécies nativas. In: Anais do VI Congresso Florestal Brasileiro, Vol. 3. Campos do Jordão, 22 a 27/11/90. SBS/SBEF. p. 602-610.
- GIANNOTTI, E., 1988. *Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado e de transição entre cerrado e mata ciliar da Estação Experimental de Itirapina, SP*. Dissertação de Mestrado. IB/UNICAMP, Campinas. 222 p.
- GIBBS, P. E.; LEITÃO-FILHO, H. F. & SHEPHERD, G., 1983. Floristic composition and community structure in an area of cerrado in SE, Brazil. *Flora* 173: 433-449.
- GOMES, A. M. A., 1957. *Medição dos arvoredos*. Livraria Sá da Costa, Lisboa. 413 p.
- KRAJICEK, J. E.; BRINKMAN, K. A. & GINGRICH, S. F., 1961. Crown competition - a measure of density. *Forest Science* 7(1):35-42.
- MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO-FILHO, A. & ROSOT, N. C., 1984. Enumeração completa e mapeamento das árvores: metodologia aplicada na floresta amazônica. In: Anais do II Simpósio sobre Inventário Florestal. Piracicaba, 15 a 16/08/84. p. 57-63.
- MATTHES, L. A. F.; LEITÃO-FILHO, H. F. & MARTINS, F. R., 1988. Bosque dos Jequitibás (Campinas-SP): composição florística e estrutura fitossociológica do

- estrato arbóreo. *In: Anais do V Congresso da SBSP.* p. 55-76.
- MOEUR, M., 1985. Cover: a user's guide to the canopy and shrubs extension of the stand prognosis model. *USDA For. Serv., Report. Int.* 190, 49 p.
- RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S.; & BATMANIAN, G. J., 1985. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina-DF. *Revta Brasil. Bot.* 8:131-142.
- ROLLET, B. & QUEIROZ, W. T., 1978. Observações e contribuições aos inventários florestais na Amazônia. *In: Anais do II Congresso Florestal Brasileiro, Vol. II. Silvicultura* 14:405-408.
- SCHNEIDER, P. R.; BRENA, D. A. & FINGER, C. A. G., 1988. *Manual para a coleta de informações dendrométricas.* UFSM/CEPEF/FATEC. Série Técnica nº 4. Santa Maria, 28 p.
- SILVA, A. F. & LEITÃO-FILHO, H. F., 1982. Composição florística e estrutura de um trecho de mata atlântica de encosta no município de Ubatuba, SP, Brasil. *Revta Brasil. Bot.* 5:43-52.
- SILVA, J. N. M. & LOPES, J. do C. A., 1984. Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela EMBRAPA/CPATU na amazônia brasileira. *In: Anais do II Simpósio sobre Inventário Florestal.* Piracicaba, 15 a 16/08/84, p. 65-79.
- SILVA, J. A. A. & PAULA NETO, F., 1979. *Princípios básicos de dendrometria.* UFRPE, Recife, 185p.
- SYNNOTT, T. J., 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rain forest. *C.F.I. occasional paper, Oxford,* 14:1-67.
- TOLEDO FILHO, D. V., 1984. *Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado no Município de Luis Antonio (SP).* Dissertação de Mestrado, IB/UNICAMP. Campinas, 94 p.
- VEIGA, R. A. A., 1984. *Dendrometria e inventário florestal.* FEPAF, Botucatu, Bol. didático nº 1, 108 p.