

A photograph of a person's hand holding a blue diameter tape against a tree trunk. The tape is extended horizontally across the trunk, and the person's hand is visible on the right side, holding the blue handle. The background is a dense forest with green foliage and sunlight filtering through the trees.

# CONTRIBUIÇÃO DENDROMÉTRICA NOS LEVANTAMENTOS FITOSSOCIOLÓGICOS

José Imaña-Encinas  
Alba Valéria Rezende  
Christian Rainier Imaña  
Otacílio Antunes Santana

2009



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

# **CONTRIBUIÇÃO DENDROMÉTRICA NOS LEVANTAMENTOS FITOSSOCIOLÓGICOS**

José Imaña-Encinas  
Alba Valeria Rezende  
Christian Rainier Imaña  
Otacílio Antunes Santana

**2009**



Diretor-Geral  
*Antônio Carlos Hummel*

## **Projeto Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal**

*Missão: Implantar uma rede de parcelas permanentes de monitoramento da vegetação nos Biomas Cerrado e Pantanal visando conhecer o padrão e a dinâmica de crescimento das diferentes formações vegetais, desenvolver modelos de utilização adequados e definir técnicas para o monitoramento da vegetação.*

Coordenadora  
*Alba Valeria Rezende*



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Copyright © 2009 by José Imaña-Encinas  
Universidade de Brasília – 2009  
1ª edição: 2009

O total ou parte desta obra poderá ser reproduzida  
desde que fosse citada correspondentemente

#### FICHA CATALOGRÁFICA

---

Imaña-Encinas, José

I31 Contribuição dendrométrica nos levantamentos fitossocio-  
lógicos / José Imaña-Encinas, Alba Valeria Rezende, Christian  
Rainier Imaña, Otacílio Antunes Santana. – Brasília : Universidade  
de Brasília, 2009.

46p. : il. ; 16 x22 cm

ISBN 978-85-87599-34-6

1. Mensuração florestal. 2. Amostragem fitossociológica. 3.  
Dasometria. 4. Engenharia florestal medição. I. Rezende, Alba  
Valeria. II. Imaña, Christian. III. Santana, Otacílio Antunes.  
IV. Título.

CDU – 581.5

---

Patrocinador



Brasília, DF  
Setembro de 2009

# APRESENTAÇÃO

A fitossociologia é uma das áreas de maior relevância na Ecologia. Apesar de existir na literatura nacional, um grande número de publicações que tratam de diversos temas relacionados à fitossociologia, percebe-se que ainda há muito espaço para aperfeiçoar conceitos e critérios de amostragem e análise de dados.

Baseado nesse contexto, o presente documento foi elaborado com o intuito de apresentar aos pesquisadores e estudiosos dessa especialidade, novos conceitos dendrométricos, especialmente voltados para avaliações da dinâmica e da estrutura espacial da vegetação nativa.

Principalmente nas últimas duas décadas, vários pesquisadores se dedicaram e incentivaram o desenvolvimento de estudos sobre fitossociologia nos diversos biomas brasileiros, mostrando o enorme potencial da pesquisa nessa área. Entre esses pesquisadores, destacamos a atuação da Profa. Jeanine Maria Felfili, a quem rendemos nosso reconhecimento.

Expressamos nosso agradecimento ao Serviço Florestal Brasileiro, do Ministério do Meio Ambiente, que patrocinou a edição da presente obra.

José Imaña-Encinas  
Alba Valeria Rezende  
Setembro de 2009

# Sumário

	página
Introdução	01
Definições da amostragem	09
Variáveis dendrométricas	19
Conceitos da curva espécie – área	33
Referências bibliográficas	45

# Introdução

Define-se que uma comunidade vegetal é resultante da ação dos diversos fatores ambientais que incidem sobre as espécies em um determinado local ou sítio. Nesse sentido as estruturas vegetais que se repetem em uma mesma comunidade vegetal podem ser de certa forma, similares, porém, nunca idênticas, ainda mais quando as comunidades vegetais são consideradas em grandes áreas. Assim os componentes de um sistema que incidem sobre a vegetação e o meio ambiente, se desenvolvem paralelamente podendo apresentar uma infinidade de expressões ecológicas. Mesmo reconhecendo a complexidade desses desenvolvimentos, na natureza existe uma ordem imposta pelas interações entre os elementos que a compõem, e essa ordem permite a sistematização e a organização do conhecimento. Nesse sentido, a correspondência que possa existir entre a vegetação e o meio ambiente e a similaridade entre tipos de vegetação, permitem estruturar sistematicamente as unidades da vegetação.

Nesses conceitos, poderão existir diversos objetivos para interpretar a própria vegetação ou uma de suas inter-relações com o meio ambiente. Entre os inúmeros estudos que consideram a vegetação, no presente documento tentar-se-á restringir conceitos e metodologias de medição de variáveis, orientadas à fitossociologia e à fitocenose.

A fitossociologia, segundo Oosting (1956) e Harper (1977), é a ciência das comunidades vegetais que envolve o estudo de todos os fenômenos que se relacionam com a vida das plantas dentro das unidades sociais, retratando o complexo: vegetação, solo e clima.

A fitocenose se define como o estudo da cobertura vegetal (Oosting, 1956).

Nos estudos da vegetação, o número de espécies é o atributo mais utilizado para descrever a taxocenose, uma vez que é uma expressão que permite fornecer uma informação segura de sua diversidade. Os índices de diversidade tradicionais combinam o número de espécies encontradas com os chamados "evenness" (abundâncias relativas das espécies), porém são dependentes do tamanho da amostra (número de indivíduos) e do modelo de amostragem, apresentando especiais cuidados na sua interpretação. Assim o número de espécies amostradas permite comparar localidades ou sítios diferentes, muito importantes nos estudos da biodiversidade e da biologia da conservação. Para tanto será necessário recorrer a conceitos da fitossociologia, fitocenose e do próprio inventário florestal.

Conseqüentemente, a fitossociologia e a fitocenose estudam a descrição de comunidades vegetais, analisando o seu desenvolvimento, a sua distribuição espacial e as inter-relações que nela possam existir, como a similaridade e os padrões espaciais de uma espécie ou de um conjunto de espécies com os elementos ambientais. Para qualquer objetivo de estudo da fitossociologia e da fitocenose são apresentados a seguir conceitos, categorias de análises, métodos e técnicas de obtenção de dados



brutos (naturais) que permitem inferir respostas aos correspondentes objetivos ou problemas propostos.

Os estudos que consideram a fitossociologia envolvem três fases: analítica, sintética e sintaxonômica. A fase analítica considera a dimensão da superfície do levantamento (inventário) e as características do sitio correspondente (local onde as plantas crescem). As parcelas devem estar situadas em superfícies florísticamente homogêneas, de uma mesma unidade fisionômica, de uma mesma formação superficial e de uma mesma unidade geomorfológica. Esta fase em termos dasométricos corresponde ao inventário piloto, incluindo a listagem dos elementos florísticos. A fase analítica dos levantamentos fitossociológicos deve considerar as características: abundância ou densidade, dominância ou área basal, e a sociabilidade das espécies vegetais. A abundância ou densidade se refere ao número de indivíduos de uma espécie que habita em uma determinada parcela, podendo ser expressa em valores percentuais da parcela. A dominância refere-se a superfície ocupada pelos indivíduos em determinada unidade de área, expressa pela área basal. A sociabilidade corresponderá se os indivíduos de uma espécie se encontram isolados ou até formando monoculturas. A fase sintética calcula a frequência de presença de espécies nos inventários, que também pode ser calculada em valores percentuais por unidade de superfície. A fase sintaxonômica estabelece a hierarquia fitossociológica.

Definido o objetivo de qualquer estudo que for, considerando a vegetação, a fase seguinte será especificar as variáveis de mensuração a serem analisadas a fim de obter os parâmetros correspondentes. Variáveis de mensuração são os dados dendrométricos de campo que serão obtidos.

Considerar-se-á variáveis dendrométricas os diâmetros e alturas dos indivíduos arbóreos, ou o número de indivíduos por unidade de área, por exemplo.

Definida a comunidade vegetal ou unidade da vegetação que será estudada e suas respectivas variáveis dendrométricas, a fase seguinte será determinar o sistema de amostragem e a forma de obtenção dos dados de campo. Considerar-se-á nesse sentido uma conseqüente etapa de abstração e uma outra de interpretação. O modelo de obtenção dos respectivos dados de campo (etapa de abstração) deverá estar necessariamente justificado pela hipótese do trabalho. A etapa de interpretação dos resultados consistirá no entendimento da relação da vegetação com fatores ambientais, sua espacialização e sua temporalidade, formulados na hipótese. Dependerá da clareza da formulação da problemática e da correta seleção de obtenção metodológica dos dados de campo, para obter resultados que interpretem suficientemente à pergunta formulada.

Devem-se evitar desenhos ou modelos metodológicos que na fase de elaboração de resultados, requeiram o retorno ao campo, a fim de melhorar a eficiência das informações ou aperfeiçoar – otimizar a informação solicitada. Normalmente a tentativa de melhorar dados obtidos de modelos de amostragem ineficiente, só acarretará custos adicionais. Também não é recomendado o emprego de complexos modelos de amostragem, que só dificultará a correspondente interpretação paramétrica.

Procurar-se-á obter resultados inquestionáveis, que tenham clareza suficiente alicerçados em conceitos reconhecidos pela comunidade científica. Na obtenção dos resultados podem-se utilizar todas as leis e princípios da estatística descritiva. Poucos

métodos, hoje plenamente aceitos, não utilizam a estatística, porém de alguma forma estão fundamentados em princípios matemáticos. Esses métodos informais são baseados na experiência e intuição do pesquisador, desde que a área de estudo seja bem conhecida por parte do pesquisador. Os resultados desses métodos, realizados no mesmo local por outros pesquisadores, nunca poderão ser comparados, pela subjetividade de algum fator ou elementos de decisão.

Os métodos formais necessariamente ficarão parcial ou integralmente alicerçados em técnicas estatísticas e, nesse sentido, seus resultados poderão ser comparáveis desde que a metodologia empregada esteja claramente detalhada. Frequentemente, os processos formais precisam, em algum momento, de métodos informais, uma vez que a vegetação e suas diversas inter-relações com o meio ambiente, ainda não pode ser descrita matematicamente.

Nos métodos formais serão empregados processos numéricos para a análise dos dados. Porém vários desses dados podem ser quantitativos e qualitativos. Uma medida de abundância (que poderia ser cobertura, densidade, frequência, etc.) de uma espécie se constitui em um dado quantitativo. A presença ou ausência de uma espécie já é considerada um dado qualitativo. Nesse sentido, a fitossociologia e a fitocenose poderão trabalhar tanto com um conjunto de dados quantitativos como também com dados qualitativos.

Outra característica dos dados da vegetação é que se deve considerar o seu correspondente atributo. Os atributos da vegetação são as categorias das plantas que as constituem, sendo que as comunidades vegetais se diferenciam e se caracterizam

pela presença de determinadas categorias, ausência de outras e pela quantidade ou abundância relativa de cada uma delas. Segundo Whittaker (1967) as plantas são classificadas em árvores, lianas, arbustos, epífitas, ervas e talófitas. Assim, em estudos fitofisionômicos serão empregados atributos estruturais e funcionais, e em estudos florísticos serão usados atributos taxonômicos.

Os atributos e as variáveis de um conjunto de dados permitirão estruturar matrizes primárias, que quando colocadas em tabelas de dupla entrada, poderão representar valores correlacionados entre parcelas/atributo, por exemplo. De forma simplificada, cada coluna poderá apresentar valores da parcela e as linhas o correspondente atributo. Estas matrizes serão bastante utilizadas nos cálculos dos índices de similaridades, por exemplo.

As plantas de forma generalizada estão classificadas em categorias florísticas e fisionômico-estruturais. A literatura mostra que a maioria dos estudos fitossociológicos utilizou as categorias florísticas, e na análise de regiões extensas e pouco conhecidas florísticamente foram empregadas categorias fisionômico-estruturais. Nas categorias florísticas, a mais usada é aquela que considera as espécies. Exemplos clássicos das categorias fisionômicos estruturais encontram-se nas descrições da nossa vegetação, realizada no século XIX. A descrição ou comparação da presença ou ausência das categorias vegetais consideradas corresponde a uma análise qualitativa, e a abundância das categorias presentes permitirá a análise quantitativa. Na análise das categorias poderão ingressar conceitos e definições das formas de vida e formas de crescimento (Raunkiaer, 1934) das plantas.

Independentemente de o estudo ser fisionômico ou florístico, alicerçado em dados quantitativos ou qualitativos, usando modelos formais ou informais, na apresentação dos parâmetros calculados, há necessidade destes serem sistematizados em gráficos, matrizes, tabelas e índices, para suas correspondentes apresentações. Para isto, se faz necessário determinar previamente o modelo de amostragem para que a dendrometria possa obter consistentes valores das variáveis definidas.



# Definições da Amostragem

A técnica da amostragem na prática se apresenta em dois aspectos: o apuramento por amostra e o levantamento por amostra. O apuramento amostral consiste em recolher informação parcial de uma população podendo incluir posterior à sua análise novas perguntas ou quesitos de interesse da pesquisa. O levantamento amostral considera o apuramento total de uma parte da população sem possibilidade de incluírem posteriormente variáveis a serem analisadas. Nesse sentido, para ambos os casos devem-se fixar o tamanho da amostra e estabelecer o método de seleção da amostra.

Nos levantamentos feitos por amostragem, as estimativas dos vários parâmetros de uma população são obtidas pela medição de uma fração da população inventariada. O verdadeiro valor de uma característica é um valor que evidentemente existe na natureza. Entretanto, pela avaliação de um número adequado de amostras, pode-se estimar sua estatística correspondente.

É impraticável e completamente anti-econômico efetuar medições em todas as árvores de um povoamento ou área florestal, ou medir todas as plantas a partir de determinado tamanho de uma comunidade vegetal. Por essa razão, é que se seleciona um conjunto de unidades de amostra a fim de analisar todos os seus indivíduos que a compõem. Conseqüentemente, a amostra é uma pequena fração da comunidade vegetal que se avalia, porém é o total da população que se deseja conhecer.

Nesse sentido, a amostra deve ser representativa da população, a fim de inferir o resultado da amostra à população toda. A precisão das estimativas dos parâmetros analisados dependerá então da definição do método de amostragem, do tamanho e distribuição das unidades de amostra, da variabilidade da população e das variáveis medidas.

Pela teoria da amostragem é possível obter estimativas com alto grau de precisão e a um custo relativamente baixo. Uma amostra é o conjunto de unidades amostrais ou a própria parcela de observação, representativa de uma população. População é o conjunto de indivíduos que possuem a variável selecionada (DAP acima de 5 cm, por exemplo) ou o atributo a ser analisado que permite inferir parâmetros para o total da população. Parâmetros são constantes encontradas que permitem caracterizar a população como um conjunto.

As comunidades vegetais estão constituídas por um conjunto variável de espécies com maior ou menor grau de inter-relação e com uma abundância também variável, ordenadas em certo padrão espacial das próprias espécies e correspondente a uma distribuição de frequências. Nesse sentido, os indivíduos de uma espécie em determinada comunidade vegetal podem estar distribuídas aleatoriamente, ou em agregados, ou em intervalos regulares (Figura 1).

Na distribuição aleatória, cada indivíduo (ponto) na área ocupada pela espécie, tem a mesma probabilidade de ocupação. Vale dizer, considerando parcelas de tamanhos iguais alocadas aleatoriamente na região do estudo, a distribuição do número de indivíduos por unidade de observação segue os preceitos da



distribuição de Poisson. A variância relativa (variância / média) é igual à unidade.



Figura 1. Tipos de distribuição natural da vegetação

Quando os indivíduos se encontram agrupados, trata-se do padrão agregado. Nesse caso, a variância relativa deve ser maior a 1, ou seja, a variância do número de indivíduos é maior que a média aritmética. Nesses casos, os indivíduos se concentram em grandes quantidades em poucas unidades de observação ou parcelas de amostragens.

No caso do padrão regular, a variância relativa é menor que 1, uma vez que os indivíduos devem estar distribuídos mais uniformemente pelas unidades de observação.

A variância de um conjunto de dados é definida como o quadrado do desvio padrão ( $s$ ), e é então representada pelo símbolo  $s^2$ . Deve-se distinguir entre o desvio padrão de uma amostra e de uma população, nesse sentido  $s^2$  representa a variância de uma amostra e  $\sigma^2$  de uma população. Deduz-se que a variância é uma medida de dispersão que permitirá interpretar as curvas de distribuição.

Quando a variação ou dispersão real é determinada a partir do desvio padrão, denomina-se de dispersão absoluta. Se a dispersão absoluta é o desvio padrão e a média é a média aritmética, a dispersão relativa denomina-se de coeficiente de variação (CV) ou de dispersão, expressa pela fórmula:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \quad \text{ou} \quad CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (\text{em valor percentual})$$

O cálculo percentual do coeficiente de variação (CV) será útil nos estudos fitossociológicos para expressar a variabilidade do valor de certa variável de um conjunto de dados. Por exemplo, em uma parcela serão medidas variáveis dendrométricas como os diâmetros (DAP ou  $D_{\text{base}}$ ) ou a altura da árvore. O DAP será medido a 1,30 m do solo, e o  $D_{\text{base}}$  refere-se ao diâmetro a 0,30 m do solo. Na parcela devem ser incluídos, no caso dos diâmetros, indivíduos com diâmetros de valores altos e indivíduos com diâmetros de valores baixos. O valor calculado do CV dos diâmetros mostrará essa característica. Valores próximos de 100 representarão populações completamente heterogêneas e valores próximos de 1 indicarão populações homogêneas.

Suponha-se medir todos os diâmetros das plantas de uma determinada parcela de amostragem. Para determinar o correspondente cálculo do CV e do Intervalo de Confiança (IC), se poderá seguir com o seguinte procedimento:

a) média da parcela (média dos diâmetros):

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

$Y_i$  = valores de diâmetro

n = número de observações

b) variância da parcela ( $s^2$ ):

$$s^2 = \frac{\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}}{n-1}$$

c) desvio padrão ( $s$ ):

$$s = \sqrt{s^2}$$

d) erro padrão da estimativa ( $s_{\bar{y}}$ ):

$$s_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} \cdot f$$

e) erro padrão percentual ( $s_{\bar{y}}\%$ ):

$$s_{\bar{y}}\% = \left(\frac{s_{\bar{y}}}{\bar{y}}\right) \cdot 100$$

f) fator de correção para populações finitas ( $f$ ):

$$f = 1 - \frac{n}{N}$$

se  $f$  for menor a 0,98, está-se trabalhando com populações finitas;

se  $f$  é maior a 0,98, trata-se de uma população infinita (= a amostra é muito pequena em relação ao total da população, onde  $f$  pode ser desprezado)

g) intervalo de confiança (IC):

$$IC = P[\bar{y} - (s_{\bar{y}} \cdot t_{\alpha}) \leq \mu \leq \bar{y} + (s_{\bar{y}} \cdot t_{\alpha})] = 1 - \alpha$$

$P$  = probabilidade

$\mu$  = média verdadeira

Considerando qualquer tipo de comunidade vegetal ou uma fitofisionomia, não será possível enumerar e medir todos os indivíduos nela presentes. Por essa razão é que a fitossociologia e a fitocenose fazem uso de parcelas amostrais a fim de “estimar” o valor dos parâmetros requeridos da população. Mesmo sendo possível localizar, enumerar e medir cada um dos indivíduos de certa comunidade vegetal não se obteria o valor exato do parâmetro requerido. Essa informação não seria certamente mais útil ou mais representativa que a derivada da amostragem. O erro cometido nesse tipo de levantamentos, denominados de censo, seguramente terão a mesma proporcionalidade que nos levantamentos por amostragem.

Amostras são conjuntos de unidades amostrais ou parcelas, e conseqüentemente são partes, proporções ou subconjuntos de uma comunidade vegetal. As parcelas ou unidades amostrais podem assumir diversos tamanhos e formas (Cochran, 1962) conforme definir o pesquisador ou a fim de atender resultados esperados de pesquisa. Importante será definir o conceito da população que será considerada. Suponha-se que se pretende medir todas as árvores com diâmetros acima de 5 cm. A população estará constituída por todos os indivíduos arbóreos que tenham essa característica, vale dizer, árvores com diâmetros inferiores a 5 cm não farão parte da população. Fala-se então, neste caso, de uma população arbórea com indivíduos que possuam diâmetros acima de 5 cm.

Uma parcela ou unidade de amostra é conseqüentemente uma unidade da comunidade vegetal, e nessa unidade básica é que serão realizadas as correspondentes medições ou observações. Esta unidade deverá conter uma fração mínima representativa da vegetação a ser amostrada, funcionando como maquete do perfil da vegetação.

Em cada unidade básica poder-se-á obter as medidas da variável considerada e fornecer o correspondente parâmetro, por exemplo, a média aritmética, desvio padrão, coeficiente de variação, etc. Para que cada uma das possíveis parcelas de amostragem possa permitir realizar inferências estatísticas (extrapolar os resultados para o total da população ou total da comunidade vegetal), se faz necessário que a parcela atenda as leis da probabilidade estatística. Serão conseguidos os requisitos básicos probabilísticos se cada uma das parcelas terá a mesma probabilidade de ser escolhida para o estudo em questão.

Dependerá dos objetivos do estudo, escolher o tamanho e forma da parcela de amostragem e do próprio método de amostragem (aleatório, estratificado, sistemático, preferencial restringido, etc.).

As parcelas de amostragem podem ser classificadas em momentâneas e permanentes. Parcelas momentâneas são aquelas utilizadas apenas uma vez só, sendo necessárias quando os trabalhos são considerados de reconhecimento ou pilotos. Parcelas permanentes requerem estar bem identificadas a fim de proceder nelas medições contínuas nos mesmos indivíduos. Estas parcelas tornaram-se importantes para o permanente acompanhamento das variáveis em estudos que consideram a dinâmica de

populações vegetais. Parcelas permanentes devem ser necessariamente identificadas por meio de sua posição geográfica.

Independentemente da forma e tamanho da parcela de amostragem, recomenda-se que as mesmas possam ser identificáveis, permitindo a validação das árvores medidas e suas variáveis mensuráveis. Para tanto se recomenda fazer uso de procedimentos correspondentes da posição geográfica, para a qual poderão ser utilizados os instrumentos que se apresentam a seguir.

### **Posição geográfica**

Corresponde a exata localização, em coordenadas geográficas, do objeto que se mede (parcela, árvore, etc.). As coordenadas devem ser fornecidas prioritariamente no sistema SAD 98 (South America Datum 1998), em graus, minutos e segundos de latitude sul e longitude oeste. O instrumento mais utilizado para essa finalidade é o GPS. Na última geração de GPS's comerciais, o erro de localização fica em menos de 1 metro.

### **GPS (Global Positioning System)**

É um rastreador de 8 a 12 satélites que, por sua vez, trabalha como receptor de sinais dos satélites rastreados, que podem ser usados para localização e navegação. Os sinais normalmente de 4 satélites permitem a obtenção precisa de uma posição fixa tridimensional, fornecendo as correspondentes coordenadas geográficas. Dependendo do local de trabalho e das momentâneas condições atmosféricas, o erro de posicionamento pode variar de 5 a 15 metros. Existindo no aparelho correspondente antena DGPS o erro pode diminuir para 2 cm. O GPS (Figura 2)

além de fornecer diretamente, sem necessidade de cálculos adicionais, as correspondentes coordenadas geográficas e o Datum, também indica a altitude em metros sobre o nível do mar, e o fuso horário em relação a Greenwich.



Figura 2. GPS

### **Bússola**

O funcionamento de uma bússola está em função dos pontos cardeais (N=norte, S=sul, L=leste, W=oeste). A agulha magnética de qualquer tipo de bússola sempre marcará o norte magnético (Figura 3). Os 360 graus constantes da bússola permitem identificar a orientação geodésica e os meridianos geográficos do globo terráqueo. Além da agulha magnética e graus, a graduação do limbo da bússola permite determinar o chamado azimute ou direção geográfica, muito usado na plotagem de árvores em parcelas permanentes.

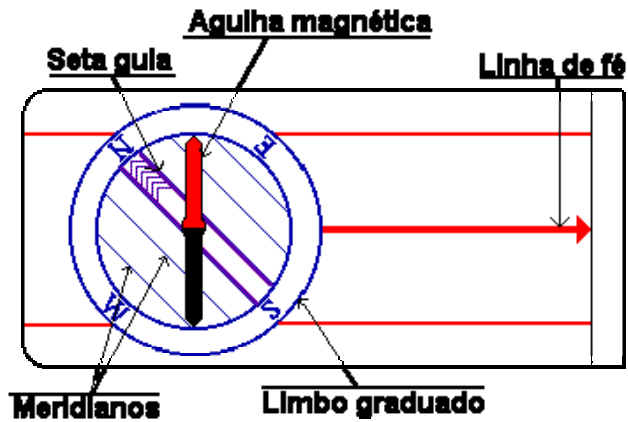


Figura 3. Componentes de indicação geodésica de uma bússola

Além do norte magnético existe o norte geográfico (verdadeiro) indicado nos mapas, e a diferença entre esses dois nortes denomina-se de declinação magnética ou inclinação geográfica. Trabalhando com mapas ainda devem ser consideradas as quadrículas UTM que nem sempre coincidem com os meridianos geográficos. No caso de transferir parcelas de campo para as imagens de satélite será necessário efetuar as correspondentes correções.



# Variáveis Dendrométricas

A Dendrometria é o ramo da ciência florestal que trata da determinação e/ou estimação das dimensões de variáveis de medida em indivíduos arbóreos (Imaña-Encinas, et al., 2002).

Para a dendrometria, a árvore, arbusto, etc. é um ente numérico e como tal deve ser considerado como unidade unitária de cálculo. Tomando em consideração, como exemplo, os fustes ou troncos da árvore, a dendrometria não identifica se o indivíduo pertence às coníferas, latifoliadas e palmeiras. Interessa se o indivíduo leva o valor mínimo da variável considerada, que poderia ser igual ou maior a 5 cm no diâmetro da base do fuste.

Quando se trata de medir uma variável, primeiramente, é necessário selecionar a unidade de medida, em função da qual se expressará a sua magnitude. No Brasil o sistema de medida adotado é o métrico decimal.

Nesse sentido, apresentam-se a seguir algumas variáveis dendrométricas normalmente usadas em estudos fitossociológicos e da fitocenose.

## **Diâmetro da árvore**

DAP (diâmetro à altura do peito = 1,30 m do solo)

CAP (circunferência à altura do peito = 1,30 m do solo)

Os diâmetros e circunferências são medidas fundamentais na fitossociologia e na fitocenose para medições e

estimações da área basal. Nos levantamentos fitossociológicos as medidas mais típicas de diâmetro da árvore são o diâmetro a altura do peito (1,30 m do solo) abreviado como DAP e o diâmetro na base do tronco ou fuste (à aproximadamente 20 a 30 cm do solo), denominado de  $D_{base}$ . Em forma análoga é medida a circunferência. Para efeitos práticos o DAP e o  $D_{base}$  são equivalentes respectivamente, as circunferências CAP (circunferência à altura do peito), e  $C_{base}$  (circunferência na base do tronco). Os valores correspondentes podem ser transformados por meio da fórmula:

$$DAP = CAP/\pi \text{ ou } CAP = DAP \cdot \pi$$

$$D_{base} = C_{base}/\pi \text{ ou } C_{base} = D_{base} \cdot \pi$$

Para diminuir o erro de medida de diâmetros em troncos não circulares, as medidas devem ser feitas seguindo um mesmo azimute. Vale dizer que o diâmetro de todas as árvores deve ser medido na mesma direção geográfica.

Em casos especiais, quando a árvore apresenta características atípicas de crescimento, o ponto de medição do DAP (PMD) deve ser considerado conforme apresentado na Figura 3.

Pode-se considerar ou eliminar a casca do valor da medição do diâmetro. No caso do DAP será indicado por DAPs/c (sem casca). Existem ocasiões que é necessário medir o DAP sem casca, em cujo caso mede-se a espessura (EC) desta, efetuando a redução correspondente:

$$DAPc/c = DAPs/c + 2 EC$$

$$DAPs/c = DAPc/c - 2 EC$$

A espessura da casca pode ser medida com uma régua comum (escolar) que tenha unidades milimétricas. No mercado de instrumentos florestais é possível encontrar instrumentos específicos para este tipo de medição, como o extrator de casca e o martelo medidor de casca (Figura 4).

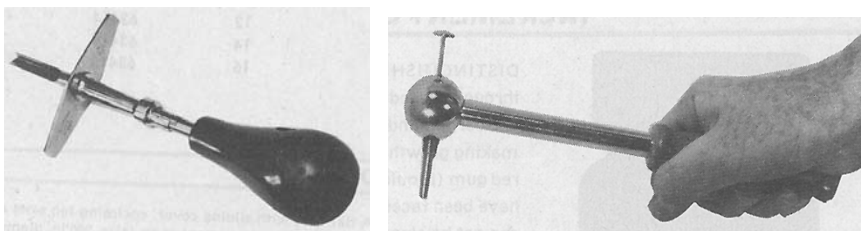


Figura 4. Instrumentos para medir a casca da árvore em pé

Dentre os instrumentos para medir diâmetros e circunferências da árvore, destacam-se:

### **Fita métrica**

Pode-se utilizar a simples fita métrica de costura, instrumento barato e de fácil manuseio, que pode ser adquirida em armarinhos a preços muito acessíveis. Recomenda-se empregar as unidades métricas, divididas em centímetros. As fitas métricas de costura são normalmente de material plástico e tem um comprimento de 150 cm, conseqüentemente o diâmetro máximo a ser medido com essas fitas é de 47 cm.

A transformação de valores de circunferência em valores de diâmetro esta dada pela expressão:

$$\text{diâmetro} = \text{circunferência} / \pi$$

Na Figura 5 mostra-se as possíveis situações que poderiam ser encontradas na medição do DAP. O ponto de medida do diâmetro (PMD) deve seguir rigorosamente as indicações contidas na correspondente figura.

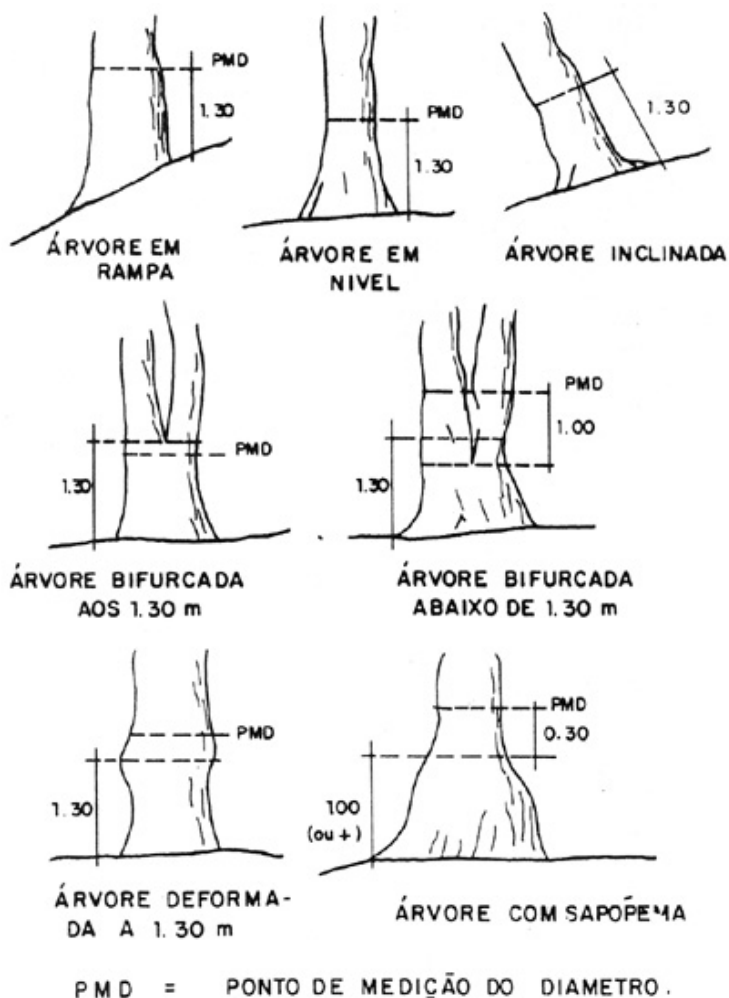


Figura 5. Ponto de medida do DAP

Para o correto processo de medição da circunferência, é importantíssimo que a fita métrica, quando o fuste da árvore for circular, fique praticamente em posição horizontal, como é mostrado na Figura 6.



Figura 6. Posicionamento da fita métrica.

Além dessas fitas é possível encontrar no mercado, fitas métricas de 2, 5, 10 até 50 metros de comprimento.

### **Fita diamétrica**

É um instrumento próprio para medir diâmetros de grandes dimensões, construída de tecido reforçado, graduada em intervalos de  $\pi$  (3,1416), geralmente de comprimentos de 5 ou 10 m (Figura 5).

A fita diamétrica leva numa face a escala normal (métrica) que permite a leitura do perímetro e na outra face a graduação correspondente à leitura direta do diâmetro, obedecendo a formulação acima indicada. Numa extremidade inicial da fita existe um mecanismo, tipo garfo, que permite fixar a fita na árvore. A medição é feita colocando-se a fita ao redor do fuste, perpendicular ao eixo longitudinal da árvore, na altura do DAP. A

principal vantagem dessas fitas reside na leitura direta do diâmetro além do fácil transporte e manuseio.

### **Suta ou paquímetro florestal**

A suta é sem dúvida o instrumento mais utilizado nos levantamentos fitossociológicos, nas medições de diâmetro. Este instrumento geralmente construído de metal leve, é formado de uma régua (barra) graduada e de dois braços paralelos entre si e perpendiculares à régua graduada (Figura 7). Um braço é fixo e o outro móvel que se desliza ao longo da régua graduada. O comprimento da régua, para se tornar de fácil manuseio, deve ser inferior a 120 centímetros. O maior diâmetro possível de medida será o correspondente a duas vezes o comprimento do braço (braço = valor do raio), desde que as pontas dos braços consigam atingir a tangência do fuste a ser medido.



Figura 7. Suta ou paquímetro florestal

### **Garfo diamétrico**

O garfo diamétrico é um instrumento que permite identificar a classe diamétrica a que pertence o diâmetro medido. Este instrumento é útil quando as árvores apresentam diâmetros até 25 cm. A leitura é direta, identificando apenas a classe diamétrica, na qual o fuste ingressa dentro do garfo. Para a sua construção deve-se considerar que o comprimento lateral do garfo deve ser igual ou superior ao raio do maior valor da classe diamétrica respectiva (Figura 8).

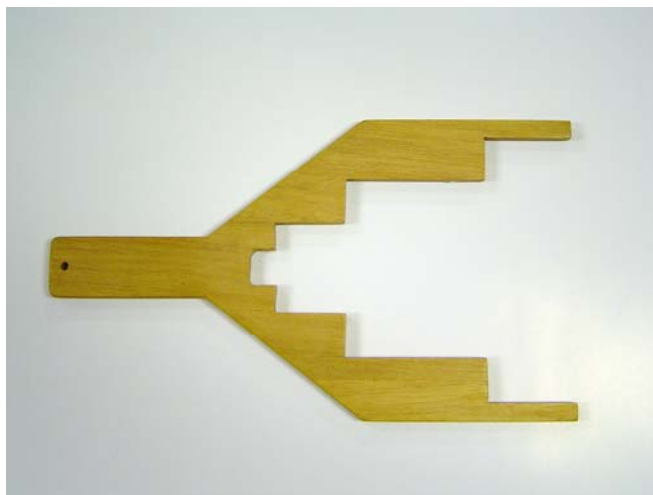


Figura 8. Garfo diamétrico

Através do garfo diamétrico é contado o número de indivíduos que ingressam as classes diamétricas correspondentes, então interessa se um fuste pertence a classe de 5 a 10cm, 10 a 15cm e assim sucessivamente. O cálculo da área basal é realizada pela valor médio da classe diamétrica vezes o número de indivíduos considerados na classe correspondente.

## Altura da árvore

A altura da árvore é uma importante variável dendrométrica, necessária para estimar, junto com o diâmetro, o volume de madeira da árvore e seus componentes (Imaña et al., 2002), e para conhecer e interpretar o processo de crescimento da árvore e seu incremento volumétrico.

Segundo a parte da árvore que se deseja medir, distingue-se (Figura 9):

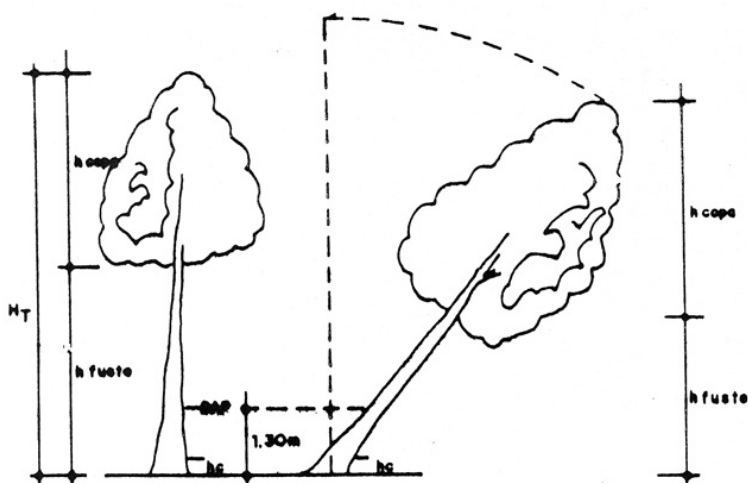


Figura 9. Pontos de medida da altura de uma árvore

- altura total ( $H$ ) da árvore: distância vertical considerada desde o chão até o ápice da copa;
- altura do fuste ( $h_f$ ): distância vertical que corresponde desde o chão até a base da copa;
- altura comercial ( $h_c$ ): parte do fuste economicamente aproveitável que corresponde a distância desde a altura do corte até a altura do diâmetro mínimo comercial;



- d. altura do toco ( $h_{0,3}$ ): parte que fica no terreno após o corte aproveitável da árvore, que corresponde normalmente a distância desde o chão até uma altura de aproximadamente 30 cm;
- e. altura da copa ( $h_{cop}$ ) =  $H - h_f$ .

A literatura descreve uma quantidade grande de instrumentos e métodos para medir e determinar a variável altura (Bruce e Schumacher, 1950; Chapman e Meyer, 1949; Prodan et al, 1997), porém são poucos os difundidos e aceitos na prática cotidiana da mensuração florestal, seja em razão da precisão proporcionada por eles, seja em virtude das características de construção e manuseio, e finalmente pelo preço e dificuldades de aquisição nos mercados locais.

Dentre os instrumentos, destacam-se:

### **Vara**

Com uma vara de comprimento superior ao comprimento do braço do operador, posicioná-la de tal forma que coincida com o comprimento do braço distendido do operador. Colocando posteriormente a vara em posição vertical, o operador deve se afastar da árvore até coincidir à altura desta com o comprimento da vara. Nesse ponto, medindo a distância horizontal do observador à árvore, ter-se-á, por semelhança de triângulos, a altura da árvore.

### **Hipsômetros de Haga e Blume Leiss**

O hipsômetro de Haga também é conhecido como altímetro Haga, é um instrumento que utiliza um pêndulo que se estabiliza pela gravidade. Possui uma janela onde é mostrada a escala de leitura (Figura 10) graduada para

distâncias de 15, 20, 25 e 30 metros, construídas na base de:

$$H_1 = d \cdot \text{tag } \alpha \text{ e } H_2 = d \cdot \text{tag } \beta.$$

Designando por  $H_1$  a leitura superior e  $H_2$  a leitura inferior.

Conclui-se que a soma das leituras fornecerá a altura da árvore

$$(H = H_1 + H_2).$$



Figura 10. Hipsômetro de Haga de Blume Leiss

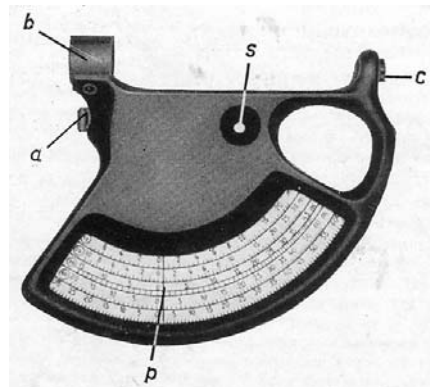


Figura 11. Hipsômetro de Blume Leiss

A construção e manuseio do hipsômetro Blume Leiss seguem os mesmos princípios do hipsômetro Haga. A diferença está na apresentação das escalas (Figura 11). No Blume Leiss, elas estão visíveis numa mesma janela, uma abaixo da outra. As escalas de 15, 20, 25 e 30 metros como a escala de porcentagem, estão identificadas num círculo e necessitam para a sua leitura, da liberação do pêndulo e leitura correspondente conforme descrição

feita para o hipsômetro Haga. Para maior precisão, a escala de distâncias deve ficar em valor próximo da altura da árvore.

### **Clinômetro de Abney**

Instrumento utilizado em trabalhos de topografia, destinado a medir ângulos verticais. O instrumento também é conhecido como Nível de Abney (Figura 12) e traz dois semi-círculos graduados: um em graus de ângulo e um outro em porcentagem. Pode ser usado para medir a altura uma vez que permite medir ângulos verticais, através da tag  $\alpha$  dos ângulos de visada para visualizar o topo e a base.

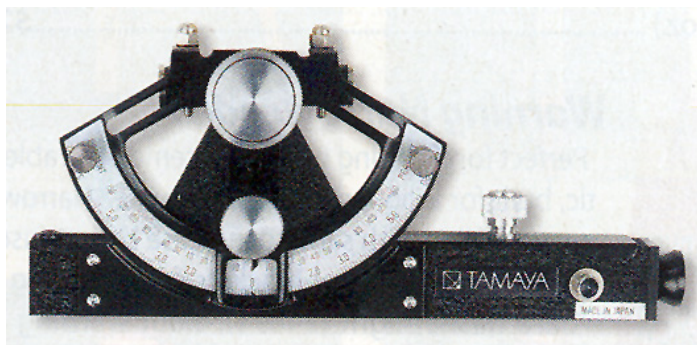


Figura 12. Clinômetro de Abney

Conhecendo-se a distância reduzida, é possível calcular a altura da árvore, pela expressão:

$$H = L_1 \pm L_2$$

$$L_1 = L \cdot \text{tag } \alpha \quad \text{e} \quad L_2 = L \cdot \text{tag } \beta$$

onde: H = altura e L = distância reduzida.

Caso a leitura seja feita na escala de %, a fórmula será:

$$H = \frac{L}{100}(L_1 \pm L_2)$$

onde: H = altura da árvore  
L = distância entre o observador e a árvore  
L<sub>1</sub> = leitura à ápice da árvore  
L<sub>2</sub> = leitura à base da árvore.

### **Régua métrica**

Para árvores de pequeno e médio porte, com alturas inferiores a 6 m, podem-se usar régua métricas, desde aquelas usadas em lojas de tecidos (régua de 1 metro) até as régua ou varas telescópicas ou de encaixe, usadas em trabalhos topográficos.

### **Altura da regeneração natural**

Os indivíduos jovens de um povoamento formam a estrutura da regeneração natural num processo biológico de equilíbrio natural. Normalmente a regeneração natural está composta por algumas centenas até milhares de indivíduos distribuídos em áreas relativamente pequenas. Esses indivíduos, para fins da mensuração florestal, são classificados em classes de altura, normalmente em intervalos de 50 centímetros até a classe com altura superior a 2 m e DAP inferior a 5 cm. Esses indivíduos serão medidos por régua cujas escalas deverão estar identificadas em classes de altura, cujos intervalos normalmente estarão pintados por cores fortes para melhor visualizar a classe correspondente.

## Área basal

Entenda-se por área basal a superfície de corte horizontal hipotético no fuste, realizado a 1,30 m do solo. Se todas as árvores de um povoamento fossem cortadas nessa mesma altura se obtêm teoricamente a área basal dessa floresta.

Na dendrometria a área basal de uma árvore está representada pela letra "g" e a área basal de um povoamento por "G". Suponha-se que "g" aproxima-se a área do círculo, então a sua determinação de cálculo será em função do DAP ou CAP, de acordo com as fórmulas:

$$g = \text{DAP}^2 \cdot \pi/4$$

$$g = \text{CAP}^2 / 4\pi$$

$$g = \text{DAP}^2 \cdot 0,7854$$

$$g = \text{CAP}^2 \cdot 0,0796$$

a unidade de medida de g é em centímetros quadrados.

Uma vez que nos levantamentos fitossociológicos, a hectare é a unidade de referência clássica, G estará representada por metros quadrados por hectare. ( $\text{m}^2/\text{ha}$ ). A área basal por hectare é consequentemente uma medida da densidade de uma comunidade vegetal.



# Conceitos da Curva Espécie – Área

Os métodos para estimar a riqueza de espécies e a estrutura de uma população vegetal, podem ser divididos em dois grupos: os métodos paramétricos e os métodos não paramétricos.

Os métodos paramétricos partem de pressupostos sobre a população, e assumem que os dados coletados fiquem de alguma forma acompanhando a distribuição normal. Entre os modelos paramétricos normalmente utilizados para estimar a riqueza vegetal específica, estão as funções de acumulação, como a logarítmica, exponencial e a equação de Clench. Os modelos paramétricos mais usados que medem a estrutura da vegetação são da série geométrica, da série logarítmica e da distribuição log-normal.

Os modelos não paramétricos não assumem qualquer distribuição, nem séries de pressupostos "*a priori*" que fossem ajustados a determinados modelos. Nesse sentido o seu cálculo é bastante mais simples e são relativamente efetivos. Entre os modelos não paramétricos usados para a determinação da riqueza de espécies, plenamente aceitos pela comunidade científica, estão os modelos de Chao (Chao, 1984), que podem ser processados pelo programa *EstimateS* que pode ser adquirido gratuitamente no endereço <http://viceroy.ee.uconn.edu/estimateS>.

O conceito de área mínima se relaciona à homogeneidade florística e espacial. Nesse sentido, surge a definição de que numa

superfície menor à área mínima não poderia interpretar a homogeneidade da vegetação. A literatura não registra método matemático que possa definir essa homogeneidade e nesse sentido, pesquisadores escolhem subjetivamente áreas que supostamente caracterizam a vegetação. Empiricamente pode-se afirmar que áreas pequenas registram poucas espécies e a medida que essas áreas forem aumentando as possibilidades de registrar mais espécies são evidentes.

Surge assim, a necessidade de construir a curva coletora de espécies, que na literatura também é conhecida como curva espécie – área. Para sua correta construção se delimita uma parcela pequena, de superfície conhecida, que pode ser de formato quadrado ou retangular. Nela devem ser considerados todos os indivíduos vegetais com as características ou variáveis dendrométricas previamente definidas, por exemplo: árvores com DAP mínimo de 5 cm. Medidos todos os indivíduos arbóreos se obtêm o correspondente número de espécies ocorrentes nessa parcela, número que será considerado em um banco de dados, tipo MS-Excel.

Numa segunda parcela de igual tamanho (Figura 13) se procederá exatamente com a descrição da parcela anterior. Com a segunda parcela, a área amostral fica em dobro da superfície da primeira parcela. Dessa segunda parcela serão incluídas no banco de dados apenas as espécies que não apareceram anteriormente. A terceira parcela terá a sua superfície dobrada em relação às duas anteriores, a quarta parcela em um processo semelhante também terá sua área de ocupação em dobro à anterior e assim sucessivamente. Em cada nova parcela, apenas serão incluídos no banco de dados, as espécies que não apareceram em parcelas anteriores. Esse procedimento se repete até que o número de



espécies novas diminuía ao mínimo ou fique zerado. Neste sistema, as parcelas devem ficar contíguas umas das outras.

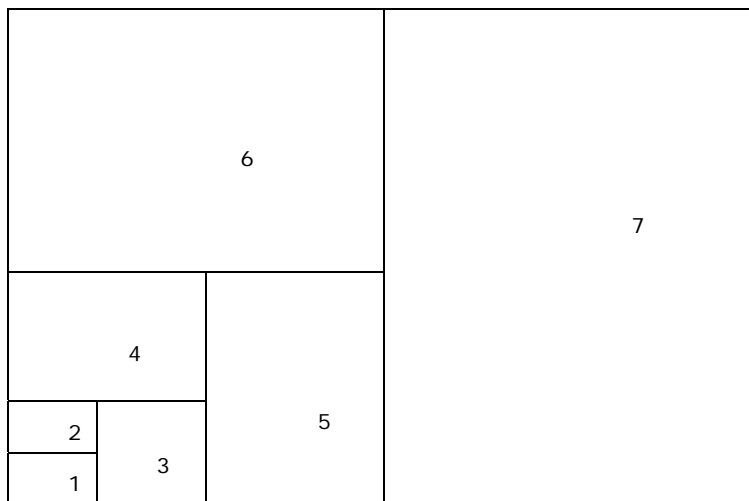


Figura 13. Modelo de amostragem para definição da área mínima

Empiricamente ficou demonstrado que o número de espécies em uma unidade amostral pequena, será também pequeno. A medida que se incrementa no tamanho da superfície amostral, aumenta naturalmente o correspondente número de espécies, no início drasticamente e cada vez com menor intensidade até chegar a uma situação que o número de espécies não aumenta mais com o correspondente aumento da superfície amostral. Essa tendência se reflete em diversos gráficos de interpretação da riqueza florística.

Nos trabalhos de levantamentos fitossociológicos, se fez comum à aceitação de parcelas do mesmo tamanho, alocadas aleatoriamente na área de estudo. Este tipo de distribuição não considera o padrão de distribuição das espécies, e especificamente

nos padrões aleatório e agregado poderá produzir consistente erro de interpretação do número das espécies.

As curvas coletoras de espécies ou curvas espécies – área permitem:

- a) dar confiabilidade aos inventários biológicos possibilitando a sua comparação;
- b) oferecem um melhor planejamento do trabalho de amostragem; e
- c) extrapolar o número de espécies observadas para o total de espécies que poderiam estar presentes em grandes áreas contíguas.

Na construção de uma curva coletora de espécies é decidir a maneira de quantificar o esforço amostral. O número de espécies é praticamente proporcional ao tamanho de amostragem, portanto é importante definir claramente o tipo de unidades amostrais que serão utilizadas (Soberón e Llorente, 1993). Definida a unidade amostral a curva representará o acúmulo de espécies representando o correspondente incremento no número de espécies a serem adicionadas.

A relação de dados entre número de espécies e tamanho da parcela, deve ser plotada na curva coletora de espécies ou curva espécie – área, como é mostrada na Figura 14. Quando a curva torna-se horizontal ao eixo x (área amostrada), o número de espécies torna-se estável, e, portanto, o ponto da assíntota da curva, corresponde ao tamanho de área amostrada que satisfaz o esforço amostral ou suficiência amostral. Essa determinação qualitativa torna-se plenamente confiável em comunidades vegetais mais ou menos homogêneas ou pouco heterogêneas.

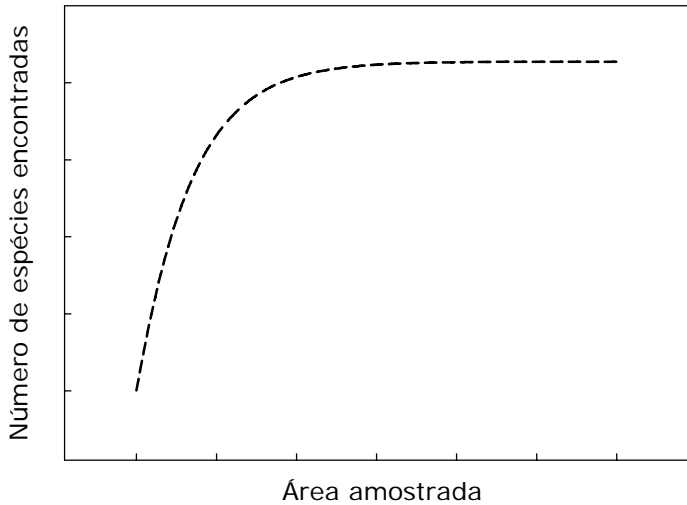


Figura 14. Curva espécie - área

Para proceder com uma coerente interpretação da suficiência amostral, identificada pela curva espécie área, se faz necessário determinar graficamente a correspondente área mínima, juntando através de uma linha os pontos extremos da curva (Figura 15). Deve-se traçar posteriormente uma linha paralela atingindo a tangencial da curva. O ponto de interseção tangencial corresponderá ao ponto de inflexão da curva ou ponto de início da assíntota da curva. O tamanho da parcela, representado por esse ponto de inflexão, deverá ter um valor próximo do 90% do total das espécies encontradas, e nesse caso os índices de diversidade estarão coerentemente interpretados.

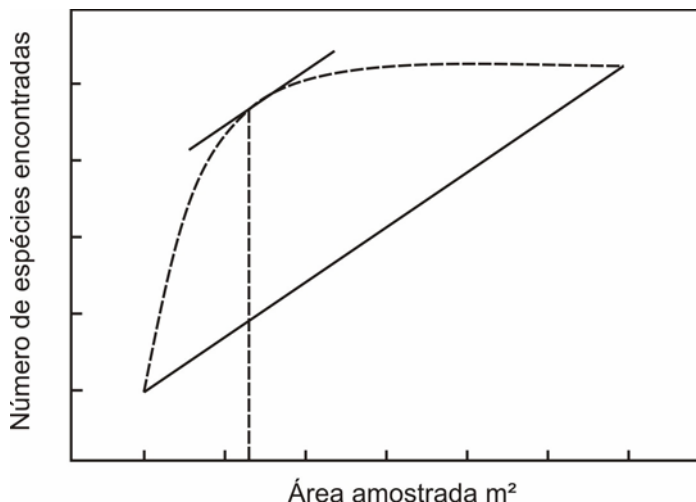


Figura 15. Determinação do ponto da assíntota da curva espécie-área

O ajuste do número de indivíduos arbóreos (Figura 15) presentes nas parcelas por centro de classe de diâmetro pode ser realizado por meio do modelo de Meyer:  $Y_j = e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot D_j}$  (Meyer, 1952), sendo  $Y_j$  o estimador do número de árvores por hectare na  $j$ -ésima classe de diâmetro ( $dap$ );  $\beta_0$  e  $\beta_1$ , os coeficientes da equação;  $D_j$ , o diâmetro correspondente ao centro da  $j$ -ésima classe de  $dap$ ; e  $e$ , a constante dos logaritmos neperianos. Este modelo certifica a significância estatística ( $R^2 > 0,5$ ;  $p < 0,005$ ) da distribuição dos diâmetros das espécies arbóreas e arbustivas pelas classes diamétricas, em "J" invertido, demonstrando uma comunidade auto-regenerativa, por possuir um maior número de indivíduos nas primeiras classes diamétricas (de 5 a 15 cm). Na Figura 16, observa-se um esquema de ajuste do modelo de Meyer de forma significativa.

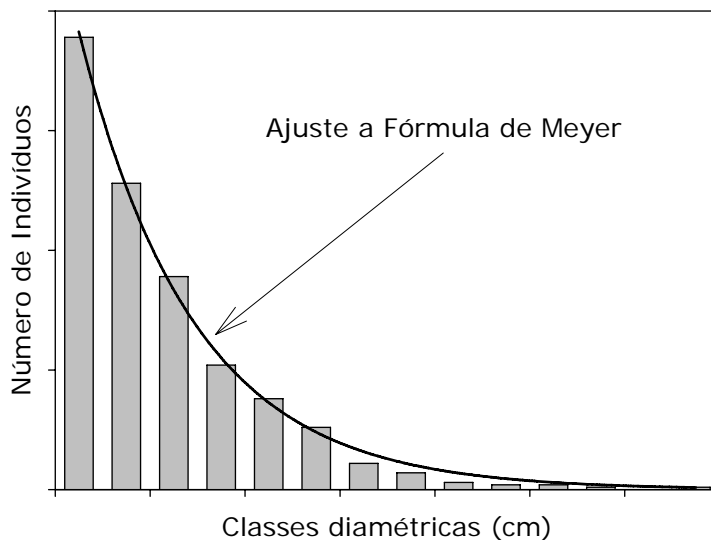


Figura 16. Modelo de Meyer para distribuição dos indivíduos arbóreos por classes diamétricas.

Um processo matemático que permite assegurar o esforço amostral é através do método de Kershaw (Kershaw e Looney, 1985) que também define o tamanho da parcela. Nessa metodologia se faz necessário determinar a densidade média sugerida por Kershaw, que é o valor da média aritmética das espécies (número total de espécies dividido pelo número de parcelas). Para cada parcela será efetuado o cálculo da relação densidade média pela área da parcela, a fim de obter um gráfico de uma curva próxima como é mostrada na Figura 13. Neste método, também qualitativo, quando o valor calculado parar de flutuar, identifica-se o tamanho ideal da parcela. Será sempre recomendado trabalhar com uma parcela um pouco maior à identificada de tamanho ideal, a fim de teoricamente supor estar

trabalhando com a margem de mais um desvio padrão da população considerada.

Uma outra forma de identificar a suficiência amostral em uma comunidade vegetal é empregando a metodologia de construção da curva de média corrente (Sociedade Botânica do Brasil, 1992). Nesse procedimento deve-se calcular a média acumulada de espécies por unidade de área (parcela), conforme é mostrado na Tabela 1. O correspondente gráfico da média acumulada de espécies identifica também o tamanho ideal da parcela, no ponto de estabilização da curva (Figura 17).

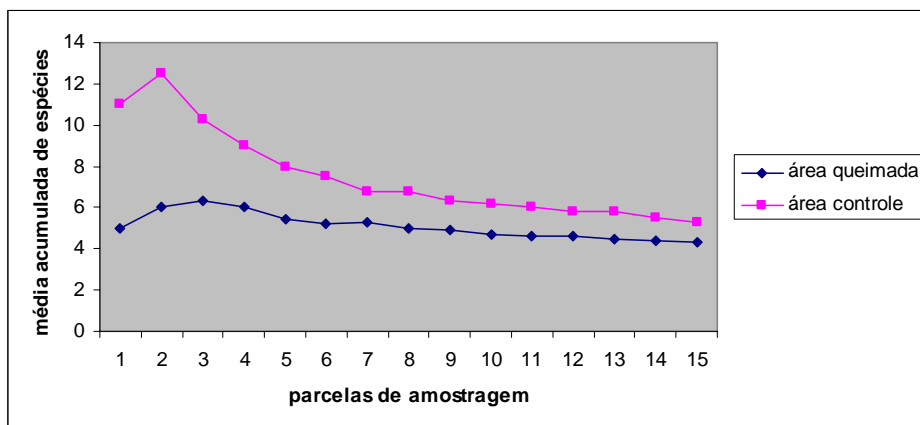


Figura 17. Curva coletora de espécie – área

Tabela 1. Dados para a construção da curva espécie-área.

Parcela	Área (m <sup>2</sup> )	Número de spp.	Número de spp acumulada	média spp
1	200	12	12	12,00
2	400	15	15	13,50
3	600	9	15	12,00
4	800	12	16	12,00
5	1000	18	25	13,20
6	1200	15	26	13,50
7	1400	13	27	13,43
8	1600	9	27	12,87
9	1800	17	30	13,33
10	2000	12	31	13,20
11	2200	9	31	12,80
12	2400	9	32	12,50
13	2600	10	33	12,31
14	2800	10	33	12,14
15	3000	14	34	12,27
16	3200	10	36	12,12
17	3400	11	36	12,06
18	3600	11	36	12,00
19	3800	9	36	11,84
20	4000	13	36	11,90
21	4200	11	37	11,86
22	4400	12	37	11,86
23	4600	12	37	11,87
24	4800	10	37	11,79

Fonte: Sociedade Botânica do Brasil, 1992

O resultado do cálculo do coeficiente de variação (CV) da variável diâmetro (DAP ou  $D_{base}$ ) demonstrou satisfatoriamente a representação natural da variabilidade (Imaña-Encinas, et. al, 2008). Para tanto o valor do CV correspondente em cada uma das

parcelas amostradas deve ficar bastante próximo entre eles, a fim de interpretar a pertinente variabilidade existente nas parcelas.

Um conjunto de dados pode dar lugar a toda uma família de curvas segundo a ordem, tamanho e distribuição das áreas amostrais. Nesse sentido se apresenta a seguir o processo matemático que permite a predição da riqueza de espécies em áreas extensas. As unidades de amostragem também chamadas como unidades de esforço amostral ( $n$ ) devem ser necessariamente aleatorizadas e o número médio de espécies ( $S_n$ ) calculado estritamente para os valores de “ $n$ ” compreendidos entre 1 e o número total de unidades amostrais, a fim de obter a curva ideal. Matematicamente pode ser expressa pela equação de Clench (Soberón e Llorente, 1993):

$$S_n = \frac{a \cdot n}{1 + (b \cdot n)}$$

Se a área a ser estudada é pequena e o grupo taxonômico já é conhecido, as espécies terão uma alta probabilidade de serem encontradas. Nesse caso recomenda-se o uso do modelo exponencial negativo:

$$S_n = \frac{a[1^{(-b \cdot n)}]}{b}$$

onde:  $a$  = a taxa de incremento de novas espécies no início do levantamento (inventário),  
 $b$  = parâmetro relacionado com a forma da curva, estimado por funções não lineais.



Aproveitando de dados coletados (número de espécies e número de indivíduos por área), é possível calcular o quociente de mistura (QM) descrito por Lamprecht (1990) por meio da fórmula:

$$QM = \frac{\textit{número\_de\_espécies}}{\textit{número\_de\_indivíduos}}$$

Pelo quociente de mistura se deduz a densidade de espécies existentes em relação à determinada área de estudo. Uma relação que tiver um QM = 0,02 (por exemplo), traduzido em uma expressão matemática (1 / 0,02) indica uma relação de 1:50, correspondendo a uma heterogeneidade florística pequena, mostrando a existência de uma espécie diferente a cada 50 indivíduos. Lamprecht (1990) menciona que o quociente de mistura em florestas da região amazônica fica na proporção entre 1:3 a 1:7.

Nos levantamentos fitossociológicos, normalmente são também calculados e determinados os índices de diversidade e a medida de equabilidade (Felfili e Rezende, 2003). Os índices de diversidade de espécies podem ser compreendidos como descritores da estrutura da comunidade vegetal estudada ou observada. Os índices de diversidade ponderam principalmente tanto a presença de espécies como a relação da abundância nas comunidades pesquisadas. Entre os índices mais conhecidos estão o índice de diversidade de Margalef, de Menhinick, de Simpson, de Shannon-Wiener e a medida de equabilidade ou equidade. Os índices que permitem a comparação de diversidade entre comunidades, são o índice de Sorensen e de Jaccard.



# Referências Bibliográficas

- Bruce, D.; Schumacher, F.X. Forest mensuration. New York: McGraw-Hill, 1950. 483p.
- Chao, A. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, n.11, p.256-270. 1984.
- Chapman, H.H.; Meyer, W.H. Forest mensuration. New York: McGraw-Hill, 1949. 522p.
- Cochran, W.G. Técnicas de amostragem. Cambridge: 1962. 519p.
- Goodall, D.W. Quantitative aspects of plant distribution. *Bil. Rev.* n.27, p.194-245. 1952
- Felfili, J.M.; Rezende, R.P. Conceitos e métodos em fitossociologia. Brasília: Universidade de Brasília, Depto. de Engenharia Florestal, 2003. 68p. (Comunicações Técnicas Florestais, v.5, n.1)
- Harper, J.L. Population biology of plants. Londres: Academic Press, 1977. 892p.
- Imaña-Encinas, J.; Santana, O.A.; Macedo, L.A. de; Paula, J.E. de. Distribuição diamétrica de um trecho da floresta estacional semidecidual na área do Ecomuseu do Cerrado. *Cerne* v.14, n.1, p.33-45, 2008.
- Imaña-Encinas, J.; Silva, G.F. da; Kishi, I.T. Variáveis dendrométricas. Brasília: Universidade de Brasília, Depto. de Engenharia Florestal, 2002. 102p. (Comunicações Técnicas Florestais, v.4, n.1)
- Kershaw, K.A.; Looney, H.H. Quantitative and plant ecology. 3ed. Londres: Edward Arnold, 1985. 282p.

- Lamprecht, H. *Silvicultura en los trópicos*. Eschborn (Alemanha): Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GTZ, 1990. 335p.
- Meyer, H.A. Structure, growth and drain in balanced uneven-aged forests. *Journal of Forestry*, v.50, p.85-92, 1952
- Oosting, H.J. *The study of plant communities, an introduction to plant ecology*. San Francisco, California: Freeman, 1956. 440p.
- Prodan, M.; Peters, R.; Cox F.; Real, P. *Mensura forestal*. San José, Costa Rica: IICA/GTZ, 1997. 586p.
- Raunkiaer, C. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford: Clarendon, 1934. 632p.
- Sobrerón, J., Llorente, J. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol*, n.7, p.480-488, 1993.
- Sociedade Botânica do Brasil. *Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico – Ecosistema Caatinga*. sem local: 1992. 24p.
- Whittaker, R.H. Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.* n.42, p.207-264. 1967.