

capítulo 1

ÁRVORES

A árvore é uma planta especial para os humanos. Em muitas culturas, ela é tomada como um símbolo da vida, havendo expressões equivalentes a *árvore da vida* nas culturas hindu, suméria, celta, judaica, cristã e islâmica. Como símbolo da vida, a presença de árvores é vista como um sinal de benção divina que se traduz em abundância, prosperidade e, frequentemente, longevidade. Apesar dos inúmeros produtos e utilidades que se obtém das árvores desde tempos imemoriais, as diferentes culturas sempre parecem ter atribuído a elas um elemento natural que não cede ao controle humano. Seja pelo seu crescimento, que responde mais às condições naturais que ao cultivo humano, seja pela sua longevidade, que compreende diversas gerações humanas, sempre se viu na árvore um elemento imponderável que suscita respeito. Nas mais diversas culturas, a reverência às árvores parece ser o sinal mais evidente de veneração às forças naturais, que em conjunto é chamada de *Natureza*.

O entendimento sobre a vegetação natural se fundamenta na existência das árvores. Uma formação vegetal é dita florestal em função da abundante presença de árvores. As diferentes formações vegetais são descritas com base no comportamento do elemento arbóreo. Começando pela floresta densa, em que as árvores bloqueiam marcadamente a luz do sol, passando às florestas abertas, em que a menor abundância das árvores permite a presença mais intensa da vegetação de baixo porte, em seguida às savanas, onde as ervas tem presença marcante em consequência do grande espaçamento entre árvores, chegando aos campos naturais, dominados pelas ervas em razão da completa ausência das árvores. Acrescente-se o fato de que o mais drástico impacto das atividades humanas é realizado retirando-se as árvores de onde elas ocorrem em abundância — desmatamento — ou plantando-as onde elas estão ausentes — reflorestamento ou revegetação.

Assim, as árvores são centrais em qualquer estudo da natureza e são essenciais nos estudos e levantamento de informação sobre as florestas. Todo estudo ou levantamento sobre uma floresta começa pela observação das árvores e termina pela apresentação de informações, que, em última análise, são abstrações quantitativas ou qualitativas a respeito da presença do elemento arbóreo. Neste capítulo, as árvores são caracterizadas como um tipo específico de planta que, por esta razão, requer métodos e técnicas específicos de observação e medição.

1.1 A definição de árvore

Qualquer pessoa tem um conceito vago do que é uma árvore. Geralmente, esse conceito é suficientemente bom para ser aplicado com sucesso à maior parte das situações. Por isso, é incomum que haja uma preocupação em se elaborar o conceito de árvore, mesmo na literatura especializada. Há, no entanto, nas florestas tropicais uma grande diversidade não só de espécies de plantas, mas também de formas de vida vegetais, de modo que um conceito vago pode se tornar confuso. Embora a maioria das árvores de interesse comercial madeireiro seja facilmente identificada por um conceito vago de árvore, o estudo e a descrição da floresta como um ecossistema, natural ou implantado, requer a observação de espécies arbóreas não comerciais, das árvores ainda em fase de desenvolvimento, antes de se tornarem adultas, e de outras espécies vegetais além das árvores.

Na terminologia botânica, a constituição geral de uma planta, incluindo o conjunto das suas características fisionômicas e morfológicas e a sua forma de crescimento, é chamada de *hábito*. Assim, a palavra árvore designa um tipo de hábito (hábito arbóreo), entre vários outros, como herbáceo, arbustivo etc. O Quadro 1.1 apresenta a descrição de alguns hábitos vegetais.

Hábitos das plantas. As classes e descrições dos hábitos das plantas foram organizadas com base nas definições apresentadas em *Dictionary of Ecology* (Allaby, 2004) e no *Glossário Ilustrado de Botânica* (Ferri; Menezes; Monteiro-Scanavacca, 1978). Ambos são boas obras de referência para conceitos de Botânica e Ecologia.

As árvores são claramente distintas de outros hábitos, como as lianas, as epífitas e as plantas parasitas. A princípio, ervas e árvores também são bem distintas, mas o que dizer dos bambus? Os bambus são gramíneas (família Poaceae, antiga família Gramineae) sendo, portanto, plantas herbáceas rizomatosas, ou seja seu crescimento se faz por um caule subterrâneo que se desenvolve horizontalmente. No caso dos bambus, o caule é lignificado, de forma que seus brotos enrijecidos podem atingir 30 m de altura, mas não são plantas lenhosas.

Quadro 1.1 Descrição de alguns hábitos de plantas

| Hábito | Definição |
|--------------|---|
| Árvore | Planta lenhosa perene com um único caule principal (tronco), que é ramificado na parte superior, formando uma copa; algumas espécies possuem formas multitrancos. |
| Arbusto | Planta lenhosa perene que ramifica abaixo ou junto ao nível do solo, formando vários caules principais, logo, sem tronco livre de ramos. |
| Erva | Pequena planta produtora de sementes e não lenhosa perene ou anual, isto é, cuja parte aérea morre ao final de cada estação de crescimento. |
| Epífita | Planta que se utiliza de outra planta, geralmente uma árvore, como suporte físico, mas não se nutre dela. |
| Parasita | Planta que se utiliza de outra planta, geralmente uma árvore, como suporte físico e que extrai dela sua nutrição de forma total (holoparasita) ou parcial (hemiparasita). |
| Liana (cipó) | Planta lenhosa ou fibrosa que se desenvolve crescendo em cima de outra planta, geralmente árvore; em algumas espécies, os brotos crescem realizando um movimento de rotação que permite aderir às estruturas de outras plantas. |
| Escandente | Planta cujo caule (ou caules) se desenvolve pendendo de forma livre sobre o substrato ou sobre outra planta. |

Nomenclatura botânica. A nomenclatura botânica segue o sistema APG II, conforme apresentado por Souza e Lorenzi (2008). Já as descrições botânicas se baseiam em Joly (1976), Ferri, Menezes e Monteiro-Scanavacca (1978) e em Souza e Lorenzi (2008). O livro de Souza e Lorenzi (2008) é uma boa referência sobre sistemática e nomenclatura botânica.

E as palmeiras são árvores? A palavra palmeira designa plantas da família Arecaceae (antiga Palmae) com estipe geralmente lignificado. Embora algumas palmeiras tenham estipe subterrâneo, aquelas que são chamadas de árvores normalmente tem o estipe simples, isto é, sem ramificação, com grandes folhas no topo. Mas o estipe das palmeiras tem anatomia particular, bastante

distinta da do tronco das árvores, de modo que é discutível dizer que elas produzem o que se chama de madeira. As palmeiras também possuem um padrão de crescimento muito particular e não apresentam uma forma de crescimento chamada de *crescimento secundário*, responsável pelo aumento da espessura do tronco das árvores por meio do acúmulo de massa lenhosa ao longo do tempo. Consequentemente, a distinção entre palmeiras e árvores também está relacionada à anatomia e ao modo de crescimento e não só à forma ou à aparência, logo, essa distinção é essencial para os estudos quantitativos.

As samambaias às vezes são incluídas em levantamentos florestais, uma vez que algumas espécies, geralmente da família Cyatheaceae, são abundantes nas florestas tropicais úmidas e possuem caule ereto, podendo alcançar porte avantajado. Elas são plantas primitivas que não fazem parte do grupo das fanerógamas, isto é, as plantas com órgãos sexuais aparentes, ditas plantas superiores. O seu caule é ainda mais distinto do caule das árvores que o das palmeiras, pois não possui uma casca verdadeira, podendo ser revestido de raízes adventícias que produzem o seu engrossamento com o tempo. Dessa forma, as samambaias (samambaias arborescentes) não devem ser consideradas árvores.

A distinção entre árvores e arbustos é mais sutil. Os arbustos também são lenhosos e formam uma copa pela ramificação dos caules. Alguns arbustos chegam a exibir apenas um caule principal. Várias espécies indicadas como arbustos na arborização urbana, como a falsa murta (*Murraya exotica* L.) e o cróton (*Codiaeum variegatum* (L.) A. Juss.), frequentemente apresentam caule único sem a ramificação no nível do solo. A distinção pode ser antes de tamanho que de constituição e forma, embora a distinção de tamanho seja fundamental no caso da arborização urbana.

Distinção de arbusto. Para avaliar a importância da distinção de tamanho entre árvores e arbustos na arborização urbana, veja Aguirre Júnior e Lima (2007).

Por outro lado, algumas espécies arbóreas, quando plantadas em condições ambientais distintas das condições originais de sua ocorrência, podem manifestar comportamento muito semelhante ao de arbustos. Exemplo

típico são as espécies de ingá (*Inga* spp., Fabaceae) que são árvores típicas das matas ciliares, mas que quando plantadas a pleno sol, em plantios de revegetação, costumam iniciar a ramificação do caule próximo ao nível do solo.

Talvez seja mais apropriado conceber a distinção entre árvore e arbusto como sendo uma distinção em quantidade e não em qualidade. A aceitação da distinção gradual entre árvores e arbustos implica na necessidade da determinação de limites mínimos, até certo ponto arbitrários, para as medidas que descrevem o que é uma árvore. A seguinte definição de árvore se mostra adequada:

Árvore é uma planta lenhosa perene com um ou mais caules eretos (troncos) que se ramificam acima do nível do solo formando uma copa bem definida, sendo o diâmetro do tronco à altura do peito (1,30 m) de no mínimo 5 cm e a altura total de pelo menos 5 m.

Definição de árvore. A definição de árvore foi adaptada de Little (1953). Segundo Wilson (1984), ela é amplamente utilizada na América do Norte. Existe na literatura florestal, no entanto, a preocupação sobre a melhor definição de árvores e florestas para a elaboração de inventários florestais nacionais. Alguns trabalhos mais recentes que exemplificam essa preocupação são Lund (1999), Vidal et al. (2008) e Gschwantner et al. (2009).

Essa é uma definição *operacional* para fins de mensuração. Não se afirma aqui que somente as plantas cuja constituição esteja de acordo com essa definição são árvores. Sendo operacional, essa definição implica que plantas em desacordo com ela não devem ser *medidas como se fossem árvores*. Nesses casos, torna-se necessário refletir e ponderar sobre o tipo de estudo ou de levantamento que será realizado, determinando qual a informação que se busca e quais os procedimentos de mensuração adequados para gerar tal informação.

Quais plantas estão em desacordo com essa definição? Muitas plantas, frequentemente tomadas como árvores em levantamentos florestais, não se enquadram nessa definição. A lista inclui os exemplos já descritos: os bambus, as palmeiras, as samambaias, os arbustos e as árvores com comportamento de arbusto, mas também as árvores que não atingiram a fase adulta de

desenvolvimento, sendo a sua forma ainda dominada por características morfológicas das fases juvenis.

1.1.1 Dois grandes grupos de árvores

As árvores estão presentes num grande número de famílias botânicas pertencentes a grupos botânicos distintos. Não é possível delimitar claramente um único grupo botânico que compreenda todas as espécies arbóreas. Mas, são reconhecidos dois grandes grupos que, na terminologia florestal (não botânica), são designados como *coníferas* e *folhosas*. As coníferas são as árvores do grupo das Gimnospermas, principalmente da ordem Pinales, enquanto as folhosas pertencem ao grupo das Angiospermas, estando presentes em várias ordens e famílias.

Além da diferença botânica, coníferas e folhosas são distintas na estrutura anatômica da sua madeira. Nas coníferas, o lenho tem estrutura relativamente simples, com predominância de elementos longos e retos, formados pelos traqueídeos, que são células longas e estreitas. Já nas folhosas, a anatomia da madeira é muito variada indo desde madeiras de estruturas simples semelhantes às coníferas, nas espécies mais primitivas, até madeiras de estruturas complexas. Os lenhos complexos são compostos de células que se especializaram no desempenho de suas funções gerando vários elementos distintos, como traqueídeos e vasos, diversas categorias de fibras, parênquima axial e um ou mais tipos de raios.

Anatomia de folhosas e coníferas. O livro de Esau (1974) traz uma excelente e detalhada apresentação sobre anatomia da madeira de folhosas e coníferas, além de tratar da anatomia das plantas em geral.

Com relação à forma do tronco e da copa, as coníferas tendem a ter uma forma mais definida, sendo menos influenciada pelas situações ambientais em que a árvore cresce. Já dentre as folhosas, há espécies que apresentam forma bastante fixa, mas a maioria delas tende a ter uma alta plasticidade de forma na resposta às variações ambientais, de modo que indivíduos da mesma espécie podem ter formas bastante distintas. As técnicas de mensuração de árvores foram originalmente

desenvolvidas nos países do hemisfério Norte para espécies arbóreas, coníferas e folhosas, com plasticidade de forma relativamente pequena quando comparadas à maioria das espécies arbóreas tropicais.

1.2 Forma das árvores

A forma das árvores é definida pelo padrão de crescimento e desenvolvimento do tronco associado ao processo de formação dos ramos, ramificação, e ao padrão de inserção das folhas e das flores nos ramos que dão à copa da árvore sua forma. Dentro do padrão básico definido como hábito arbóreo, existe uma infinidade de variantes possíveis que são determinadas por diferenças no padrão de desenvolvimento. Esse padrão está em função da genética de cada espécie e determina o funcionamento fisiológico interno das árvores em interação com as condições ambientais. Assim, os padrões de forma e o processo de crescimento são inseparáveis.

1.2.1 Formas básicas

Numa primeira classificação das formas das árvores, reconhecem-se três padrões básicos de forma, dentro dos quais pode haver também um grande número de variantes. As árvores de *copa colunar* (Fig. 1.1A) são caracterizadas pelo fato de o crescimento do lenho se concentrar no tronco principal, geralmente único, a partir do qual se desenvolvem ramos primários de pequenas dimensões que frequentemente não se ramificam. Embora a copa colunar também seja atribuída às palmeiras, ela é típica de algumas espécies de coníferas, como a araucária-excelsa (*Araucaria columnaris* (Forst.) Hook, Araucariaceae), o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, Araucariaceae) e o cipreste-italiano (*Cupressus sempervirens* L. var. *stricta* Aiton, Cupressaceae), sendo bastante valorizada por seu efeito paisagístico.

As árvores de *copa excurrente* (Fig. 1.1B) também têm um padrão bastante característico, que é o formato cônico. Esse formato é gerado pelo crescimento ereto do caule principal, que geralmente é único, enquanto que os ramos secundários se desenvolvem afastando-se do caule principal na direção lateral. Esse afastamento continua à medida que os ramos secundários se ramificam formando ramos terciários, que, por sua vez, se desenvolvem do mesmo modo, formando ramos quaternários, e assim sucessivamente.

Uma maneira dos ramos se inserirem no caule é em intervalos regulares, formando os verticilos e os internódios a qual é chamada de *filotaxia oposta*. A filotaxia oposta é muito comum nas coníferas, por exemplo, nos pinheiros exóticos plantados no Brasil (gênero *Pinus*, Pinaceae) e no pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, Araucariaceae), mas também em algumas folhosas como na espécie exótica chapéu-de-sol (*Terminalia catappa* L., Combretaceae), muito utilizada como ornamental, principalmente nas praias.

A outra maneira de inserção dos ramos é chamada de *filotaxia alternada*, em que os ramos se inserem de modo alternado ao longo do tronco seguindo o percurso de uma espiral. Esse tipo de inserção é comum nas folhosas de copa excurrente, como as espécies de eucalipto introduzidas no Brasil (gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*, Myrtaceae) e algumas nativas como o jaracatiá (*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC., Caricaceae).

A forma de copa mais típica das folhosas é a *copa decurrente* (Fig. 1.1C). No desenvolvimento dessa forma de copa, o caule principal se bifurca ou se ramifica de modo que dois ou mais caules passam a competir entre si no crescimento em altura. O resultado visual é a impossibilidade de identificar claramente a partir de uma certa altura o tronco principal. Cada caule ramifica

formando ramos secundários, terciários etc., que terão diferentes ângulos de inserção e diferentes velocidades de crescimento relativas ao caule de origem. A inserção dos ramos pode seguir tanto a filotaxia oposta quanto a alternada, mas as inúmeras possibilidades de ângulo de inserção e de velocidade de crescimento resulta em copas extremamente plásticas, que podem responder rapidamente a alterações do ambiente luminoso no qual a árvore vive, gerando a grande diversidade de formas observada entre as árvores folhosas.

Formas básicas das árvores. A classificação das formas básicas das copas das árvores em colunar, excurrente e decurrente é apresentada por Zimmermann e Brown (1971), inclusive a identificação das palmeiras como tendo forma colunar. A palavra *excurrente* vem da palavra latina *excurrere/excurrentis* que significa *correr para fora*. A palavra *decurrente* não existe no português, mas deriva da palavra latina *decurrere/decurrentis* que significa *correr sobre* ou correr paralelamente. Na língua portuguesa, existe a palavra *decorrente*, mas seus significados nos dicionários não se aplicam à descrição da copa das árvores. Zimmermann e Brown (1971) também descrevem a transformação das copas excurrentes em decurrentes em função da idade e do estresse ambiental.



Fig. 1.1 Exemplo de forma de copas: (A) copa colunar da araucária-excelsa (*Araucaria columnaris* (Forst.) Hook, Araucariaceae), (B) copa excurrente do jambo-vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr & L. M. Perry, Myrtaceae) e (C) copa decurrente da farinha-seca (*Albizia* spp., Fabaceae) (versão colorida - ver prancha 1, p. 375)

Entre as folhosas, é comum que a forma da árvore mude durante o seu crescimento e desenvolvimento (Fig. 1.2). Muitas espécies tem a copa claramente excurrente na fase juvenil, mas que se torna decurrente à medida que a árvore cresce e desenvolve uma copa com estrutura mais complexa. Esse comportamento ocorre em diversas famílias botânicas. Alguns exemplos são o guarantã (*Esenbeckia leiocarpa* Engl., Rutaceae), os jequitibás (*Cariniana* spp., Lecythidaceae), as paineiras (*Ceiba* spp., Malvaceae) e diversas espécies da família Meliaceae, como os cedros (*Cedrella* spp.) e o mogno (*Swietenia macrophylla* King). Em algumas espécies, a forma excurrente se manifesta somente em idades avançadas quando a árvore atinge um grande tamanho, como em algumas espécies de eucalipto (*Eucalyptus* spp. e *Corymbia* spp., Myrtaceae). Mesmo algumas coníferas tipicamente excurrentes tendem a desenvolver uma copa decurrente em idade avançada, como as espécies do gênero *Pinus* (Pinaceae).

A mudança da forma da árvore também pode ser influenciada pelo ambiente. Ambientes restritivos, como solos de baixa fertilidade ou com baixa disponibilidade de água, podem antecipar a mudança da forma excurrente para a decurrente. Alterações no ambiente luminoso também podem ter forte impacto sobre a forma da copa das árvores.

Arquitetura de árvores. O sistema de arquitetura de árvores é detalhadamente apresentado por Hallé, Oldeman e Tomlinson (1978), incluindo o tema da alteração na forma da copa em função do ambiente luminoso.

1.2.2 Arquitetura das árvores

A classificação da copa em colunar, excurrente e decurrente permite a identificação de árvores com formas bastante distintas, mas não é suficientemente precisa para fazer distinções dentre a grande variedade de formas da classe decurrente, na qual se encontra a maioria das espécies arbóreas tropicais. O fato de que diversas espécies têm copa excurrente na fase juvenil, passando a decurrente na fase adulta, indica que o crescimento e desenvolvimento da copa das árvores é um processo bem mais complexo que o sugerido por essa classificação básica.

Um sistema de classificação mais preciso da forma das árvores deveria permitir a distinção das inúmeras variantes de copas decurrentes e a explicação da transformação da forma da copa durante o seu desenvolvimento ou em razão das influências ambientais. Tal sistema existe e se baseia no conceito de arquitetura de copa. Entretanto, ele não é organizado pela simples classificação aparente das copas, mas requer o conhecimento dos processos fisiológicos e morfológicos do desenvolvimento das árvores.

Esse sistema consiste numa série de *modelos de arquitetura* que descrevem os padrões de desenvolvimento das espécies arbóreas. O modelo parte de um padrão básico, definido geneticamente, que descreve o crescimento e o desenvolvimento desde a plântula até a árvore adulta e senescente, apresentando as formas possíveis de interação com os fatores ambientais gerando as alterações observadas ao longo da vida de uma árvore. Cada modelo é designado pelo nome do autor que primeiro o descreveu e, geralmente, não possui qualquer ligação com as formas de copa descritas anteriormente ou com famílias botânicas particulares. Um mesmo modelo de arquitetura pode contemplar espécies coníferas e folhosas.

A aplicação do sistema de arquitetura de árvores requer um grande conhecimento dos processos fisiológicos e morfológicos das espécies estudadas ao longo do seu ciclo de vida, sendo, portanto, de aplicação trabalhosa. A grande diversidade de espécies arbóreas nos trópicos, que com frequência resulta no descobrimento de novas espécies ainda não classificadas, é outro aspecto que limita fortemente a aplicação ampla do sistema de modelos de arquitetura nos levantamentos florestais.

1.3 Crescimento das árvores

O crescimento das árvores se dá pelo crescimento do caule, dos ramos e das raízes. Caule, ramos e raízes podem ser designados genericamente como eixos. Portanto, uma árvore cresce por meio do alongamento ou engrossamento dos eixos ou pela ramificação na copa ou nas raízes, que é a formação de novos eixos a partir dos eixos existentes. Alongamento e engrossamento são processos aditivos de crescimento, enquanto que o surgimento de novos eixos é um processo multiplicativo.



Fig. 1.2 Exemplo de mudança da forma da copa de excurrente para decurrente em árvores paus-formiga (*Triplaris americana* L., Polygonaceae) de tamanho crescente (versão colorida - ver prancha 2, p. 375)

Crescimento das árvores. Para uma apresentação bastante detalhada e, ao mesmo tempo, relativamente breve sobre o crescimento das árvores, veja Wilson (1984).

Ambos os processos ocorrem em locais específicos dos eixos, chamados de *meristemas*, nos quais as células se dividem gerando novas células. No crescimento aditivo, as novas células geradas alongam e engrossam até adquirir o tamanho adequado e então se especializam em um dos diversos tipos de células que formam a estrutura da árvore. Já o crescimento multiplicativo é resultado da divisão do meristema em novos meristemas, formando novos eixos de crescimento. Uma vez que a célula se especializa, ela não consegue mais se dividir e cessa de crescer. Os meristemas são, portanto, tecidos formados por células não especializadas, cuja atividade consiste em se dividir, promovendo o crescimento da árvore.

Na extremidade de cada eixo da árvore, há um meristema que promove o alongamento do eixo, o chamado *meristema apical*. Durante o alongamento de um eixo, o meristema apical se divide deixando *meristemas laterais* ao longo do eixo. Alguns meristemas laterais iniciam seu crescimento assim que são formados, promovendo

a formação de novos eixos e resultando na ramificação da copa ou do sistema radicular. Muitos meristemas laterais, no entanto, permanecem dormentes, à espera do estímulo adequado para iniciarem sua atividade.

O engrossamento dos eixos da árvore é resultado da atividade de um meristema chamado *câmbio*, que forma uma superfície contínua que circunda totalmente o eixo de crescimento da árvore. Enquanto nos meristemas apicais a divisão das células ocorre no plano transversal do eixo, resultando no seu alongamento, a divisão celular do câmbio ocorre lateralmente (plano tangencial), promovendo o engrossamento do eixo.

O crescimento causado pelos meristemas apicais é chamado de *crescimento primário*, enquanto que o promovido pelo câmbio é designado como *crescimento secundário*. O crescimento na altura de uma árvore, bem como o aumento das dimensões da copa e do sistema radicular, é resultado do crescimento primário. Já o aumento do diâmetro do tronco, dos ramos e das raízes, que traz como consequência o crescimento em volume e massa lenhosa, é resultado do crescimento secundário.

Nas regiões onde o clima tem uma marcante sazonalidade, com uma estação propícia ao crescimento bem definida, a atividade dos meristemas é intermitente

durante o ano. No meio da estação de crescimento, os meristemas estão em intensa atividade, mas permanecem dormentes no período em que as condições ambientais não são propícias, como o frio ou a seca. Entre a intensa atividade e a dormência, ocorrem os períodos de aceleração e desaceleração do crescimento, de modo que o crescimento do meristema adquire um padrão rítmico anual característico. Já nas regiões de condições ambientais uniformes, sem clara sazonalidade, o meristema pode crescer continuamente ao longo de todo ano.

Nas regiões de inverno rigoroso, como o Sul do Brasil, ou de estação seca claramente definida por intenso déficit hídrico no solo, como o sertão nordestino e a região central do Brasil, as árvores possuem um padrão de crescimento sazonal. O crescimento ritmado dos meristemas apicais tende a gerar copas com padrão de crescimento bem característico, mesmo em copas decurrentes. Algumas coníferas de florestas de altas latitudes desenvolvem copa excurrente formando um único verticilo por ano. A idade das árvores nessas espécies pode ser facilmente determinada contando-se os verticilos presentes e as cicatrizes no tronco dos verticilos cujos ramos já caíram. Em climas sazonais, mesmo as espécies sem padrão bem definido de crescimento de copa apresentam no lenho do tronco anéis anuais de crescimento formados pelo padrão ritmado de aceleração e desaceleração da atividade do câmbio. Nessa situação, a contagem dos anéis anuais de crescimento é uma forma segura de determinação da idade das árvores.

Nas regiões tropicais úmidas, como a Amazônia e a costa marítima do Brasil, principalmente do Paraná à Bahia, onde as condições climáticas são mais constantes ao longo do ano e não há uma clara demarcação da estação de crescimento, os padrões de crescimento das árvores podem ser bem mais diversos. Algumas espécies arbóreas mantêm um padrão rítmico mesmo na ausência de sazonalidade, mas o ritmo não é necessariamente anual, podendo ser semestral, bianual ou plurianual. Outras espécies possuem um crescimento praticamente contínuo de crescimento, tanto do câmbio quanto dos meristemas apicais. Mas há ainda espécies cujos meristemas apicais possuem comportamento independente nos diferentes ramos, alguns com crescimento ritmado e outros, contínuo.

1.4 Arborimetria: mensuração de árvores

Neste capítulo foram descritas brevemente as características essenciais das árvores. O ponto central do que foi apresentado é que as árvores são um hábito vegetal específico com os seus atributos particulares, de modo que a mensuração de árvores não deve ser entendida como a mensuração de qualquer tipo de planta. Os métodos e técnicas desenvolvidos para a mensuração das árvores não são necessariamente aplicáveis aos outros hábitos vegetais. Mais ainda, como esses métodos e técnicas foram inicialmente desenvolvidos na Europa, as formas tradicionais de mensuração trazem implicitamente um viés voltado para as espécies arbóreas daquele continente. A aplicação adequada desses métodos e técnicas às espécies arbóreas tropicais requer uma avaliação criteriosa das espécies em estudo e adaptação apropriada dos métodos e técnicas tradicionais. O objetivo deste capítulo foi apresentar resumidamente os elementos fundamentais para essa avaliação e adaptação.

Nos próximos capítulos, será apresentada a Arborimetria ou mensuração de árvores. O eixo de exposição segue os métodos e técnicas tradicionais em seus conceitos e preceitos fundamentais, mas foram realizadas adaptações para as espécies arbóreas tropicais nos pontos mais necessários. Contudo, essa adaptação não é exaustiva e a análise criteriosa dos procedimentos apresentados deve ser realizada na sua aplicação prática.

Arborimetria. A palavra *arbor/arboris* significa árvore no latim clássico, isto é, o latim dos textos romanos do período entre 200 anos a.C. e 100 anos d.C. (veja Simpson, 1968). Também no latim clássico, há duas palavras que podem ser associadas à expressão *metria*: o substantivo *metrum/metri* que significa medida, e o verbo *metior/metiri* que significa mensurar, medir. Logo, a palavra *arborimetria* é uma composição que significa mensuração de árvores. A palavra utilizada tradicionalmente é *dendrometria*, derivada do radical grego *dendros* ou *dendron* que também significa árvore. Contudo, essa palavra tem sido usada no Brasil num sentido muito mais amplo do que estritamente a medição de árvores. Por outro lado, a expressão *dendrometria e inventário florestal* tornou-se um lugar comum no jargão dos engenheiros florestais, que frequentemente é aplicada a qualquer forma de mensuração ou de levantamento em florestas, sem qualquer

preocupação com o rigor terminológico. Para o bem da precisão terminológica, decidiu-se cunhar a palavra *arborimetria*.

A arborimetria é desenvolvida nos seus métodos básicos. A *arborimetria não destrutiva* trata da tomada de medidas das árvores em pé, sem a necessidade de abatê-las. Já a *arborimetria destrutiva* aborda as medidas que só podem ser tomadas por meio da destruição do indivíduo arbóreo, isto é, a árvore precisa ser abatida para que o atributo possa ser determinado. O capítulo seguinte trata dos *fundamentos da mensuração* e apresenta os conceitos envolvidos na tomada das medidas e no tratamento das incertezas associadas a elas. Segue-se um capítulo sobre os métodos de *monitoramento de árvores* que trata da questão do acompanhamento das transformações que as árvores sofrem ao longo do tempo. Por fim, apresenta-se a *arborimetria preditiva* que trata da construção de relações empíricas entre medidas destrutivas e não destrutivas, para que se possa determinar os atributos de medição destrutiva de árvores em pé, e entre medidas arborimétricas e a idade das árvores, visando a construção de modelos que representem com fidelidade o processo de crescimento das árvores.

Sugestões bibliográficas

Infelizmente, a literatura em português é geralmente muito técnica e especializada no que se refere ao tema árvores, cada livro abordando um aspecto do tema. Os livros que tratam das árvores num contexto mais completo são geralmente destinados ao ensino básico e frequentemente são traduções de livros europeus ou norte-americanos. Para o aprofundamento do conhecimento da árvore como organismo vegetal, na leitura de um único livro, o melhor é o *The Growing Tree*, de Wilson (1984). Quanto à forma das árvores e sua arquitetura, particularmente das espécies tropicais, o livro *Tropical trees and forests: an architectural analysis* de Hallé, Oldeman e Tomlinson (1978) ainda é a melhor fonte.

Quadro de conceitos

| Conceitos básicos | Conceitos desenvolvidos |
|------------------------|---------------------------|
| hábito de plantas | árvore |
| | arbusto |
| | erva |
| | epífita |
| | parasita |
| | liana |
| | escandente |
| dois grupos de árvores | coníferas |
| | folhosas |
| forma de copa | colunar |
| | excurrente |
| | decurrente |
| arquitetura de árvores | modelos |
| crescimento de árvores | eixos de crescimento |
| | meristema |
| | meristema apical |
| | meristema lateral |
| | ramificação |
| | câmbio |
| | crescimento primário |
| crescimento secundário | |
| mensuração de árvores | mensuração não destrutiva |
| | mensuração destrutiva |