



Idade das árvores e suas aplicações

Gerson Luiz Selle¹, Elisabete Vuaden² e Evaldo Muñoz Braz³

Introdução

Tem-se o conhecimento de que as árvores são os seres vivos de maior longevidade de nosso planeta. No continente europeu algumas espécies chegam aos 2 mil anos e na América do Norte as sequoias-gigantes (*Sequoiadendron giganteum*) atingem 3 mil anos.

No entanto, a maior longevidade alcançada por um ser vivo se deve a duas espécies de pinus, *Pinus aristata* e *P. longaeva* (Figura 1), que habitam os áridos solos dos Estados americanos da Califórnia e de Utah, cuja idade chega ao redor dos 5 mil anos (Currey, 1965).

No Brasil, a maior longevidade é dada ao jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*) batizado com o nome de "O Patriarca", localizado no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP, com mais de 40m de altura, 3,5m de diâmetro, peso de aproximadamente 264 toneladas e idade estimada em 3.020 anos.

A existência e o uso dos anéis de crescimento de árvores para contagem dos anos e avaliação do clima, entre outros, já foi objeto de observação há séculos, tendo os primeiros relatos vindo da Grécia Antiga. Para a literatura, o pintor italiano Leonardo da Vinci (século XVI) já observava relação entre os anéis de crescimento e o clima em árvores do gênero *Pinus* da região da Toscana. Para ele, os anéis possibilitavam prever secas em

função de sua espessura. Sabe-se que os anéis de crescimento de uma árvore se formam devido à diferença na deposição da lignina nas células que constituem o lenho do tronco, distinguindo-se normalmente duas partes: o lenho inicial, ou primaveril, e o lenho tardio, outonal ou estival.

O lenho inicial corresponde ao crescimento no início do período vegetativo da árvore, ocorrendo normalmente na primavera, época em

que a árvore sai do período de dormência reassumindo suas plenas atividades fisiológicas. Geralmente no outono ocorre o fim do período vegetativo, época em que as células vão diminuindo suas atividades fisiológicas e, conseqüentemente, as paredes dessas células ficam gradualmente mais espessas com cavidades menores. Com isso, o lenho formado possui uma tonalidade mais escura que o formado na primavera.

Essa alternância de coloração caracteriza os anéis de crescimento da maioria das espécies de Gimnospermas (coníferas). Já em espécies de folhosas (Angiospermas), os anéis de crescimento são menos visíveis por causa da maior complexidade e das variações na formação das camadas de crescimento, podendo ser diferenciadas por características anatômicas existentes na madeira.

O certo é que em árvores de regiões em que as estações do ano são bem diferenciadas a nitidez dos anéis de crescimento é evidente. Já em indivíduos que se desenvolvem em locais onde as condições



Figura 1. Exemplos de *Pinus longaeva* existentes no Estado americano da Califórnia, com aproximadamente 4.600 anos

Aceito para publicação em 2/12/10.

¹ Engenheiro florestal, Dr., Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)/Centro de Ciências Rurais/Departamento de Ciências Florestais, Av. Roraima, 1.000, 97105-900 Santa Maria, RS, e-mail: hs@smail.ufsm.br.

² Engenheira florestal, UFSM/Centro de Ciências Rurais/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, e-mail: elisabetevuaden@yahoo.com.br.

³ Engenheiro florestal, Dr., Embrapa Florestas, C.P. 319, 83411-000, Colombo, PR, e-mail: evaldo@cnpf.embrapa.br.

climáticas são desuniformes ocorre a formação de anéis pouco visíveis. Em muitas árvores de clima tropical e subtropical os anéis de crescimento correspondem a períodos de chuvas ou secas, queda das folhas ou simplesmente de dormência.

Para a ciência florestal e também para a ecologia, a importância de se estimar a idade de uma árvore é de enorme relevância. Essas informações podem determinar, por exemplo, o ciclo de corte de determinada espécie, o melhor regime de desbastes e com isso poder estimar uma exploração sustentável, entre muitas outras utilidades.

Segundo Worbes & Junk (1999), existem métodos diretos e indiretos para a determinação da idade das árvores, sendo eles: medidas repetidas de circunferência, datação por radiocarbono e método de contagem dos anéis de crescimento.

Medidas repetidas de circunferência

A avaliação contínua dos incrementos em circunferência do tronco das espécies arbóreas possibilita, a médio e longo prazos, uma determinação indireta do ritmo e da taxa de crescimento, da periodicidade da atividade cambial e da influência dos fatores climáticos. Entre os equipamentos disponíveis para o acompanhamento do crescimento do tronco das árvores destacam-se os dendrômetros (faixas dendrométricas, Figura 2), pela precisão e execução da leitura, facilidade de montagem, instalação e manutenção em condições de campo, além do baixo custo (Botosso & Tomazello Filho, 2002).

Entre os métodos dinâmicos para o estudo do crescimento das árvores

tropicais, os mais promissores são os que induzem ferimentos das células da camada cambial, proporcionando a cicatrização dos tecidos, a formação de marcas no xilema e a determinação da data de aplicação da injúria. Geralmente essas marcações cambiais são realizadas uma vez por ano, na estação seca ou de menor precipitação pluviométrica, quando a atividade cambial das árvores diminui ou cessa.

O emprego das faixas dendrométricas associadas com as marcações anuais do câmbio das árvores gera informações sobre a atividade cambial, a definição da época, o tipo de lenho formado e a sua sazonalidade em relação às condições climáticas, dados fundamentais para inúmeras áreas das ciências florestais e do ambiente. A utilização de dendrômetros de metal tem mostrado vantagens em comparação com outros métodos, porém a desvantagem é a de subestimar a primeira medição anual de crescimento em diâmetro, principalmente em regiões onde as mudanças sazonais são bem definidas.

As faixas dendrométricas podem, ainda, apresentar medidas equivocadas em árvores que possuem um decréscimo no diâmetro em épocas mais secas do ano, necessitando acompanhamento e manutenção periódica das faixas. Os dendrômetros não fornecem informações diretas sobre a idade das árvores, sendo necessárias estimativas através de outros métodos convencionais, como a análise dos anéis de crescimento, injúrias nas células da camada cambial ou estimativas de crescimento e idade através de cálculos matemáticos.

O uso de cálculos matemáticos para estimar as taxas de crescimento e a idade das árvores, considerando que o crescimento arbóreo é função do diâmetro, pode ser feito providenciando-se valores médios e máximos a partir de mensurações do incremento periódico em intervalos de tempo sucessivos.

Estimativas do crescimento por longos períodos de tempo em árvores tropicais podem ser feitas pela ►



Figura 2. Ilustração de faixas dendrométricas instaladas em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

extrapolação dos registros de crescimento realizados em curtos períodos. Isso envolve estimativas de taxas de crescimento para amostras de árvores em diferentes classes de tamanho, calculando-se o tempo que a árvore leva para crescer completamente, assumindo valores de crescimento médio a partir das observações na distribuição do crescimento entre as classes de diâmetros (Condit, et al., 1993).

O crescimento arbóreo é um processo complexo e, apesar de metodologias de modelagem do crescimento terem evoluído muito, ainda a vasta maioria dos modelos permanece completamente simplificada, resultando numa grande quantidade de variáveis inexplicáveis. Devido a toda essa complexidade no crescimento, uma única árvore não é suficiente para a simulação das curvas de crescimento, tendo-se a necessidade de vários indivíduos.

Contudo, o crescimento e a idade das árvores, estimados por simulações matemáticas, possibilitam resultados razoáveis a partir de modelos bem consistentes para cada ecossistema e diferentes populações de árvores. Porém, soluções mais precisas necessitam da validação de modelos mais acurados, pela multidisciplinaridade entre a ecologia florestal e a matemática.

Datação por radiocarbono

A datação por radiocarbono baseia-se no decaimento do C_{14} , isótopo radioativo do carbono. Na atmosfera, os átomos de carbono 14 reagem quimicamente com o oxigênio, dando origem ao gás carbônico (CO_2) e, assim, espalham-se pela atmosfera, hidrosfera, chegando à biosfera. Como os vegetais vivos são os formadores de matéria orgânica (que contém carbono) pela realização da fotossíntese, absorvendo CO_2 atmosférico, a quantidade de C_{14} nos vegetais é a mesma da atmosfera (Suguio, 1999). Um dos problemas de

datar árvores por este processo reside em amostras de madeiras do período dos testes nucleares realizados entre 1960 e 1970 em razão da alta variação atmosférica do radiocarbono. Sua validade também está condicionada a duas situações: a de não ter havido mudanças no estado de equilíbrio entre a taxa total de produção de carbono 14 na natureza e seu desaparecimento por desintegração radioativa (alteração nesse equilíbrio inutilizaria o método), e a exigência de que após a morte e o soterramento do ser vivo, do qual se deseja definir a idade, não ocorram trocas entre o carbono dos restos do vegetal e o do meio ambiente (Suguio, 1999).

Método da contagem dos anéis de crescimento

A formação dos anéis de crescimento é influenciada pelo genótipo e por fatores bióticos e abióticos. Um modelo teórico relaciona o efeito das variáveis climáticas mais importantes (precipitação pluviométrica e temperatura) com os processos fisiológicos (respiração, fotossíntese, fluxo de seiva orgânica e taxa de divisões celulares) e a formação dos anéis de crescimento das árvores, consistindo num método direto de datação (Tomazello Filho et al., 2002). O detalhe é de que no xilema de árvores tropicais podem ocorrer falsos anéis de crescimento ou anéis de crescimento incompletos, formados pela ocorrência de inundação, seca, geada, fogo, desfolha, brotamento esporádico, que interferem na atividade de crescimento.

Porém, em regiões caracterizadas por clima temperado, os anéis de crescimento representam habitualmente o incremento anual da árvore. A cada ano, devido ao crescimento cambial, é acrescido um novo anel ao tronco, cuja contagem permite conhecer a idade do indivíduo (Burger & Richter, 1991).

Então o método mais empregado, quando a espécie em estudo possui anéis de crescimento visíveis correspondentes aos anos de vida do indivíduo, é a "análise de tronco". Este método visa examinar certo número de secções transversais do tronco de uma árvore, e nesse exame é realizada a contagem e a medição dos anéis, visando avaliar, além da idade, o crescimento em volume, área basal, altura e diâmetro. A análise de tronco pode ser completa ou parcial. No primeiro caso a árvore é abatida e dela retirado um determinado número de fatias ao longo do tronco. Quando a árvore não for abatida e dela for retirado somente um rolo de incremento através da técnica da verrumagem, trata-se da análise de tronco parcial.

Outra aplicação do estudo dos anéis de crescimento é a denominada dendrocronologia. As condições de temperatura e outros agentes externos atuam não somente sobre o crescimento, em forma de sua distribuição ao longo do ano, como também sobre a dimensão dos anéis de crescimento. Por conta da relação do tamanho dos anéis com as condições do clima, ficam caracterizadas neles as condições favoráveis e desfavoráveis de crescimento na forma de anéis estreitos ou largos. Um princípio básico a qualquer estudo do passado é que "a uniformidade está na ordem da natureza", primeira proposta feita pelo geólogo, químico e naturalista escocês, "pai da geologia moderna", James Hutton, em 1785, sendo declarado que: o presente é a chave do passado.

Ao aplicar esse princípio, a dendrocronologia diz que as variações em condições hoje deveriam ter estado presentes no passado. Isso não quer dizer que as condições eram exatamente as mesmas, mas sim que tipos semelhantes de influência afetam os tipos semelhantes de processos. Na verdade, dendrocronologia é a ciência que se fundamenta na contemplação

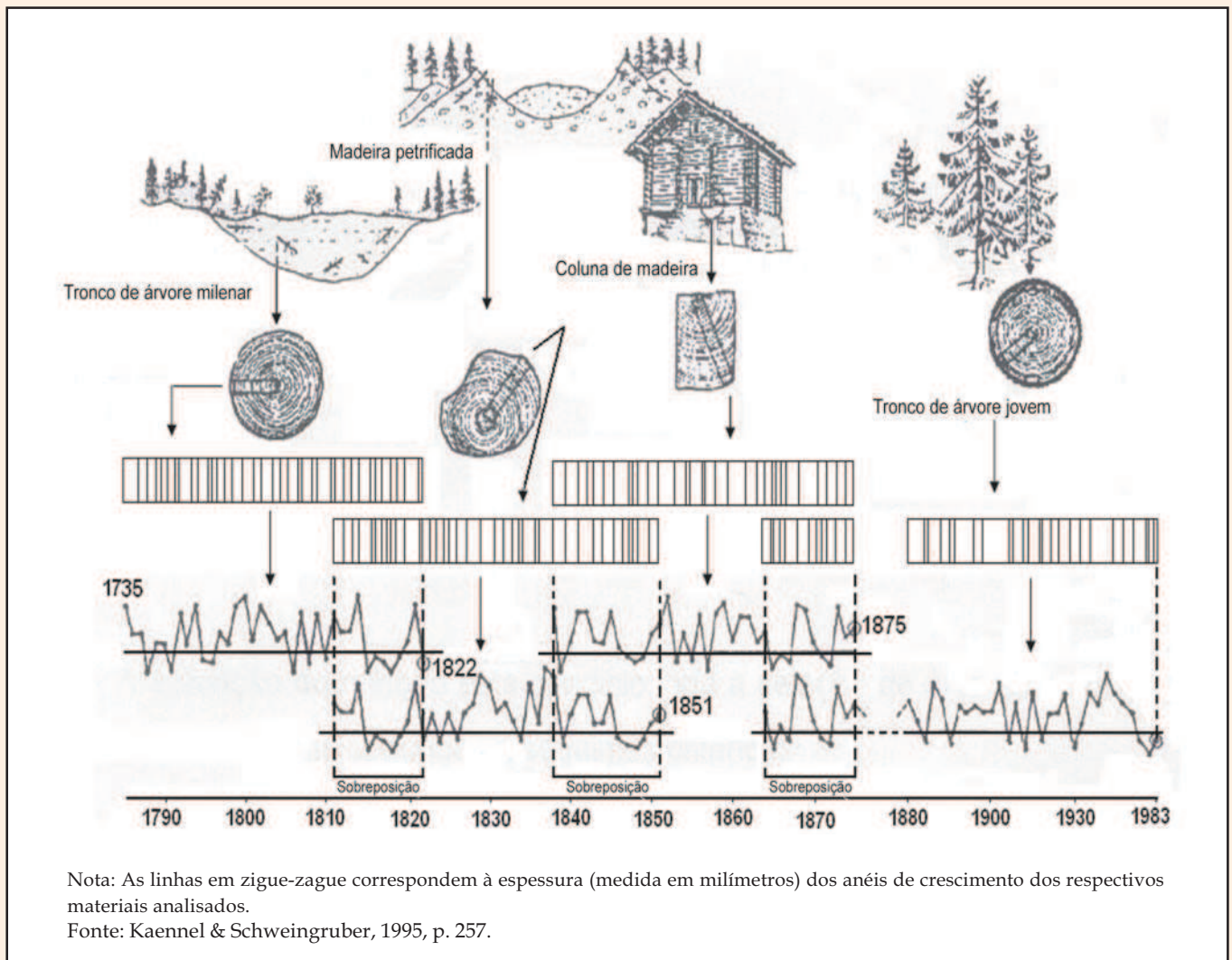


Figura 3. Visualização de uma cronologia com anéis de crescimento comparando árvores de diferentes épocas

e sobreposição da sequência de anéis de crescimento de árvores recém-cortadas acrescidas de peças de vigamentos de madeira e de pedaços de madeiras encontradas em pântanos, de troncos enterrados ou mesmo de madeira petrificada, formando uma cronologia (Figura 3).

Literatura citada

1. BOTOSSO, P.C.; TOMAZELLO FILHO, M. Aplicação de faixas dendrométricas na dendrocronologia: avaliação da taxa e do ritmo de crescimento do tronco de árvores tropicais e subtropicais. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H.L.; BARRELLA, W. *Indicadores Ambientais: conceitos e aplicações*. São Paulo: EDUC, 2001. p.145-171.
2. BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. *Anatomia da madeira*. São Paulo: Nobel, 1991. 154p.
3. CONDIT, R.; HUBBEL, S.P.; FOSTER, R.B. Identifying fast-growing native trees from the Neotropics using data from a large, permanent census plot. *Forest Ecology Management*, Amsterdam, v.62, p.123-143, 1993.
4. CURREY, D.R. An ancient bristlecone pine stand in Eastern Nevada. *Ecology*, Tempe, v.46, n.4, p.564-566, 1965.
5. KAENNEL, M.; SCHWEINGRUBER, F.H. *Multilingual glossary of dendrochronology: terms and definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian*. Birmensdorf: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research; Berne: Paul Haupt Publ., 1995. 467p.
6. SUGUIO, K. Na poeira do tempo. *Revista Ciência Hoje*, v.125, n.146, p.76-77, jan./fev. 1999. Disponível em: <<http://www.uol.com.br/cienciahoje/ch/ch146.htm>>. Acesso em: 10 nov. 1999.
7. TOMAZELLO-FILHO, M.; BOTOSSO, P.C.; LISI, S.C. Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H.L.; BARRELLA, W. *Indicadores ambientais: conceitos e aplicações*. São Paulo: EDUC, 2001. p.117-143.
8. WORBES, M.; JUNK, W.J. How old are tropical trees? The persistence of a myth. *IAWA Journal*, v.20, n.3, p.255-260, 1999. ■