

# Amostragem Temporal de Anéis de Crescimento: Uma Alternativa para Determinar Ritmo de Atividade Cambial

Juliano Morales Oliveira<sup>1</sup>, Emiliano Santarosa<sup>2</sup>, Fidel Alejandro Roig<sup>3</sup> e Valério DePatta Pillar<sup>4</sup>

## Introdução

A descoberta de ciclos sazonais de crescimento em espécies tropicais e subtropicais faz da dendrocronologia uma ferramenta promissora para o estudo da estrutura e, principalmente, da dinâmica dessas florestas. Todavia, o número de espécies comprovadamente aptas para investigações dendrocronológicas ainda é pequeno, especialmente quando comparado à imensa biodiversidade desses ecossistemas [1,2].

Vários métodos têm sido empregados na determinação do ritmo de atividade cambial em espécies tropicais e subtropicais, sendo os de faixa dendrométrica, punção cambial e datação radiocarbônica, alguns dos mais usuais [1,2]. Devido às limitações individuais, tais métodos são freqüentemente usados em conjunto.

Neste artigo propõe-se um método alternativo para a determinação do ritmo de atividade cambial, com base na amostragem temporal dos últimos anéis de crescimento. Como exemplo de sua aplicabilidade são apresentados resultados obtidos em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze.

## Material e métodos

De forma sucinta, o método proposto avalia a atividade do câmbio vascular pela comparação da anatomia e largura do último anel de crescimento entre épocas de amostragem.

### A. Amostragem

Secções transversais de tronco devem ser tomadas periodicamente com trado de incremento. O intervalo de tempo entre amostragens consecutivas dependerá do objetivo do estudo. Recomendam-se intervalos anuais para avaliações de sazonalidade de anéis; e intervalos quinzenais ou mensais para avaliação de ritmo intra-anual de crescimento e de relações com possíveis variáveis ambientais determinantes da sazonalidade cambial. A sondagem deve ser superficial, mas suficientemente profunda para coletar os últimos cinco ou dez anéis formados. A fim de minimizar diferenças decorrentes da excentricidade dos anéis, amostras consecutivas devem ser tomadas no sentido longitudinal do tronco. O espaçamento entre secções transversais dependerá da reação da árvore à sondagem, devendo ser

suficiente para evitar a amostra de deformações causadas por tecido traumático.

### B. Preparação das secções transversais

As secções devem ser fixadas e polidas com lixa de grão crescente (60 - 600 grãos). Os anéis de crescimento devem ser datados e medidos com auxílio de estereomicroscópio e equipamento de medição com alta precisão. As séries de largura de anéis de crescimento devem ser comparadas entre si (datação cruzada) para que eventuais erros de datação sejam corrigidos.

### C. Análise anatômica

Esta análise avalia a atividade cambial pela descrição da formação de estruturas do xilema. Basicamente, comparando a anatomia do último anel de crescimento entre amostras consecutivas se determina o ritmo de formação dos anéis, bem como das estruturas que os compõem (fibras ou traqueídes, vasos e parênquima).

### D. Análise de incremento

Esta análise descreve o ritmo cambial através do incremento radial do tronco. A medida primária de incremento radial para cada amostra é a largura do anel mais externo ( $w_u$ ). Uma vez que a largura de um anel de crescimento não é regular ao longo do tronco, a medida de incremento deve ser relativizada. Para tanto, em cada secção transversal, a largura do anel mais externo é comparada com a soma das larguras dos anéis de referência ( $w_p$ ), definidos como anéis presentes e completos em todas as secções transversais coletadas, conforme a seguinte equação:

$AI_u = w_u / \sum w_p$ , onde  $AI$  é o incremento radial absoluto de uma dada secção.

$AI$  é apropriado para avaliar de forma absoluta a atividade cambial por estação de crescimento em uma árvore. Entretanto, quando o objetivo é avaliar o ritmo de crescimento, ou mais de um indivíduo é estudado,  $AI$  deve ser padronizado por anel de crescimento, conforme segue:

$SI_n = \sum (AI_{un} / AI_{uj} + u - 1)$ , onde  $SI$  é o incremento radial padronizado por anel e  $j$  é a última amostra  $n$  na qual um dado anel externo  $u$  está presente. Para evitar medidas superestimadas, o anel mais externo

1. Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43411, sala 205, Porto Alegre, RS, CEP 91540-000. E-mail: oliveirajm@ecologia.ufrgs.br

2. Bolsista de Iniciação Científica do Laboratório de Ecologia Quantitativa, Departamento de Ecologia, UFRGS.

3. Pesquisador do Instituto Argentino de Nivologia, Glaciologia y Ciencias Ambientales, Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Av. Adrian Ruiz Leal, s/n - Parque General San Martín, Mendoza, Argentina. Casilla de Correo 330 CP(5500)

4. Professor Titular do Departamento de Ecologia, UFRGS.

Apoio financeiro: IAI 03SGP211223, CAPES, CNPq e FAPERGS.

$u$  na amostra  $j$  deve ter completado seu desenvolvimento, ou quase. Com base em  $SI$  é obtida a taxa de incremento:

$IR_n = SI_{n+1}/SI_n$ , onde  $IR$  é a taxa de incremento radial.

## Resultados

Os resultados a seguir apresentados têm o intuito de exemplificar o método proposto. Os dados referem-se a seis indivíduos de *A. angustifolia*, coligidos em floresta nativa, a 890 m de altitude, no município de São Francisco de Paula, RS. A amostragem foi efetuada de abril/2005 a junho/2006, no início de cada mês.

Através da análise anatômica foi possível identificar um claro padrão temporal de atividade cambial em *A. angustifolia*. De modo geral, em abril/2005 verificou-se a formação de traqueídes alongados radialmente e com parede celular estreita, característicos de lenho inicial. De maio a setembro/2005 observou-se o desenvolvimento de traqueídes radialmente achatados e com parede celular espessa, indicando a formação de lenho tardio. Em outubro/2005 iniciou a formação de um novo anel de crescimento, evidenciado por células de lenho inicial. Uma intensa atividade cambial foi observada até março/2006, quando então re-iniciou o desenvolvimento de lenho tardio (Fig. 1A).

Os dados de incremento radial corroboram as evidências anatômicas. Os períodos de formação de lenho tardio apresentam baixo incremento, com taxas mensais ao redor de  $IR = 1$ . Os períodos de formação de lenho inicial são caracterizados por alto incremento, com taxas culminando em janeiro e fevereiro/2006 (Fig 1B e C). Comparando a taxa de incremento radial com séries climáticas da região observa-se que há correlação positiva com a temperatura média ( $r = 0.68$ ), mas não com a precipitação total ( $r = -0.10$ ) (Fig. 1D).

## Discussão

O método proposto foi eficiente na determinação do ritmo cambial em *A. angustifolia*. A análise anatômica comprova que esta espécie forma anéis de crescimento anuais, corroborando estudos anteriores [3,4]. Além disso, observa-se alto sincronismo no desenvolvimento de lenho inicial e tardio entre as árvores. O lenho inicial começou a ser formado no início da primavera (em 2005) e o lenho tardio no início do outono (em 2005) ou no final do verão (em 2006). Entretanto, é necessário investigar se a diferença nos períodos de desenvolvimento de lenho inicial e tardio, entre 2005 e 2006, é decorrente de fatores climáticos ou da injúria causada pela amostragem.

As análises quantitativas mostram que os períodos de

formação de lenho tardio apresentam pouco incremento radial, sendo que no final destes as taxas de incremento são extremamente baixas, sugerindo a existência de dormência cambial. Como esperado, o período de formação de lenho inicial é caracterizado por intensa atividade cambial, resultando em alto incremento.

A relação entre a taxa de incremento e dados climáticos mostra que o ritmo cambial sazonal de *A. angustifolia* é fortemente determinado pela variação da temperatura média e não apresenta relação com a pluviosidade total. Este padrão é esperado, uma vez que na área de ocorrência da espécie o clima é sempre úmido ao longo do ano, sendo a temperatura o elemento meteorológico de maior variação anual.

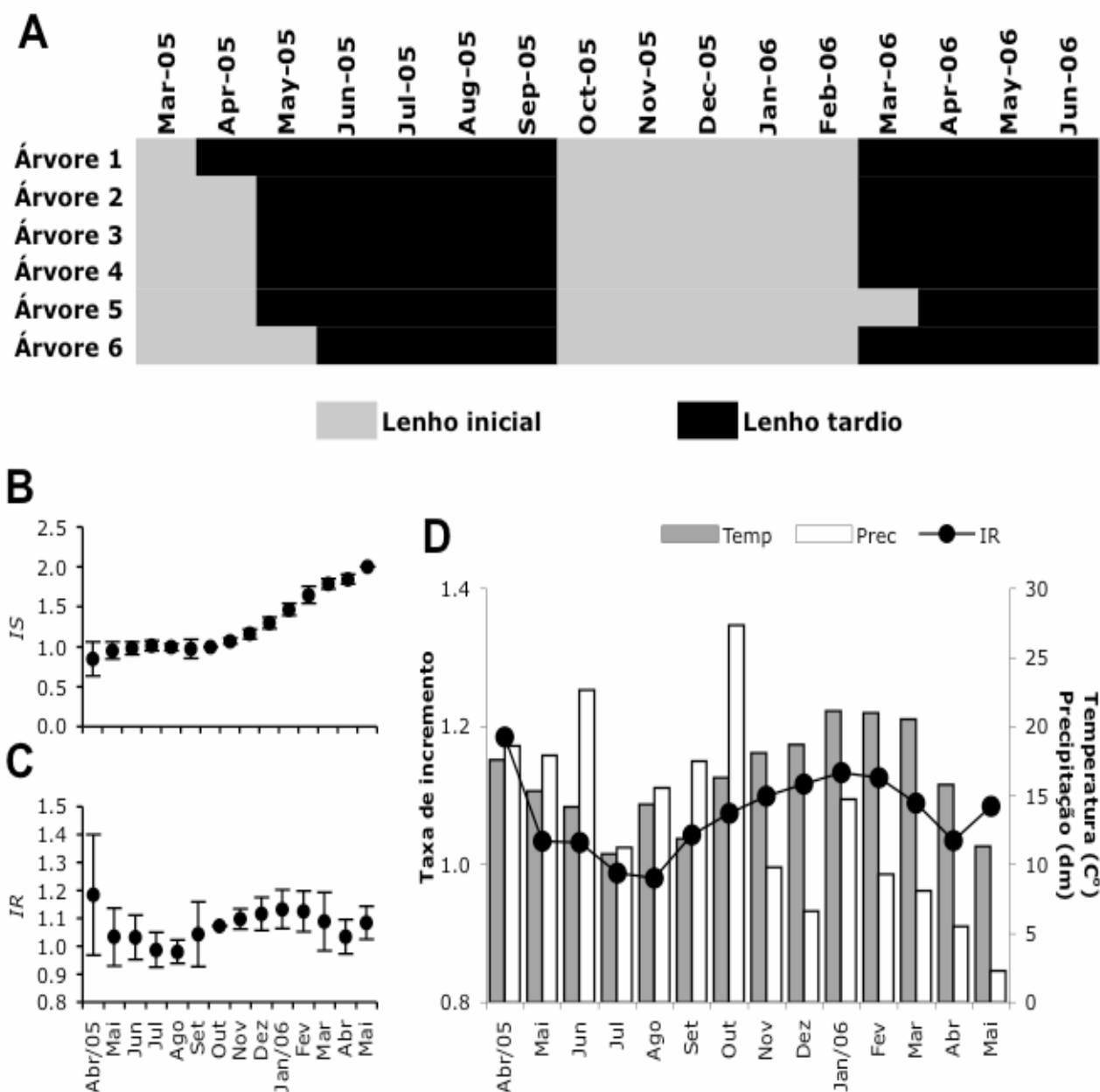
O método proposto é uma alternativa não destrutiva para avaliação do ritmo de atividade cambial em espécies subtropicais e tropicais, aliando dados anatômicos e de incremento radial. O método requer a existência de anéis de crescimento distinguíveis e um período mínimo de um ano de observação. Os dados anatômicos dão respostas diretas quanto à periodicidade de formação dos anéis. Os dados de incremento possibilitam quantificar a atividade cambial em diferentes fases de atividade do câmbio vascular, bem como inferir sobre determinantes ambientais. Os índices propostos foram eficazes na investigação de padrões temporais de crescimento e de relações com séries climáticas. Todavia, curvas com incremento decrescente e taxas de incremento  $IR < 1$  sugerem que estes índices não foram capazes de filtrar por completo a influência de ruídos de análise. A acurácia dos índices deve ser melhor avaliada através de testes com dados simulados e com espécies de diferentes características ecológicas.

## Agradecimentos

Os autores são gratos à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul pela infra-estrutura disponibilizada no CPCN Pró-Mata.

## Referências

- [1] BAAS, P. & VETTER, R.E. 1989. Growth Rings in Tropical Trees. *IAWA Bulletin* 10(2): 95-174.
- [2] ECKSTEIN, D.; SASS, U. & BAAS, P. 1995. Growth Periodicity in Tropical Trees. *IAWA Bulletin* 16(4): 323-442.
- [3] SEITZ, R.A. & KANNINEN, M. 1989. Tree ring analysis of *Araucaria angustifolia* in Southern Brazil: preliminary results. *IAWA Bulletin* 10(2): 170-174.
- [4] LISI, C.S. & PESSEDA, L.C.R. 2001.  $^{14}\text{C}$  bomb effect in tree rings of tropical and subtropical species of Brazil. *Tree-ring Research* 57(2): 191-196.



**Figura 1.** Ritmo de atividade cambial de seis indivíduos de *Araucaria angustifolia*, em São Francisco de Paula, RS. Formação de lenhos inicial e tardio (A); médias e desvios padrão do incremento radial padronizado por anel (B) e da taxa de incremento radial (C); relação entre a taxa de incremento radial com a temperatura média e precipitação total (D).