

Periodicidade do crescimento de *Esenbeckia leiocarpa* Engl.
(guarantã) em duas áreas da região Sudeste do Estado de São Paulo

Growth periodicity of *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (guarantã)
in two areas of Southeast region of São Paulo State

Ligia Ferreira-Fedele
Mario Tomazello Filho
Paulo César Botosso
Edegar Giannotti

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a periodicidade do incremento em diâmetro do tronco de árvores de *Esenbeckia leiocarpa*, correlacionando-a com o clima, fenologia e condições de crescimento em duas áreas da região sudeste do Estado de São Paulo. Na obtenção dos incrementos do tronco foram utilizadas faixas dendrométricas de aço, mensuradas mensalmente. No início do período seco (abril-maio) ocorreu uma progressiva diminuição da taxa de crescimento do tronco, coincidente com a senescência e queda das folhas da copa das árvores. Com o reinício das primeiras chuvas da estação e a renovação das folhas observou-se a retomada do crescimento em diâmetro do tronco das árvores. Verificou-se, também, o efeito da posição sociológica e da quantidade de lianas presentes na copa e o crescimento em diâmetro do tronco das árvores.

PALAVRAS-CHAVE: Dendrocronologia, Faixas dendrométricas, Fenologia, *Esenbeckia leiocarpa*, Guarantã

ABSTRACT: The present work has the objective to evaluate the trunk growth periodicity of *Esenbeckia leiocarpa*, correlating with the climate, phenology and growth conditions in two areas in the southeast region of the state of São Paulo. Dendrometer bands were used to obtain each month the tree girth increments. In the beginning of the dry period (April-May) a progressive decrease of trunk growth occurred, coincident with the senescence and fall of the leaves. It was also observed that the effect of sociological position and the quantity of the lianas and the growth of the trees.

KEYWORDS: Dendrochronology, Dendrometer bands, Phenology, *Esenbeckia leiocarpa*

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas florestais têm sido submetidos no último século e, principalmente nas últimas décadas, a uma intensa pressão antropogênica. Somente no Estado de São Paulo, os levantamentos atualizados indicam que a cobertura vegetal natural remanescente atinge a 13,4% da área do Estado, concentrada principalmente na região do litoral sul. Este quadro reflete o quase completo desaparecimento das florestas estacionais semidecíduas do planalto paulista. Além dos riscos apontados, verifica-se a premente necessi-

dade de informações acerca da biologia, ecologia e genética, bem como da taxa de crescimento, dinâmica da vegetação e da idade das árvores.

Na avaliação contínua dos incrementos em diâmetro do tronco das espécies arbóreas tropicais e subtropicais têm sido aplicadas usualmente as faixas dendrométricas, pelas facilidades de montagem, instalação, manutenção e leitura de campo, além do baixo custo (Alvim, 1964; Lojan, 1967; Détienne, 1989; Vetter e Botosso, 1988; Jallil et al., 1998; Botosso e Tomazello Filho, 2001). As faixas dendrométricas possibilitam, também,

determinar a periodicidade da atividade cambial (Tomazello Filho e Cardoso, 1999), a influência dos fatores ambientais e do manejo no crescimento das árvores, de forma complementar às pesquisas em dendrocronologia (Tomazello Filho et al. 2001).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a periodicidade do crescimento do tronco de árvores de *Esenbeckia leiocarpa*, guarantã, em plantios e população natural na região sudeste do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas experimentais

Estação Ecológica de Ibicatu: do Instituto Florestal do Estado de São Paulo, em Piracicaba, SP, a 22° 46' - 22° 47' latitude S e 47° 43' - 47° 45' longitude W. Segundo Köppen, o clima é do tipo Cwa, com temperatura média do mês mais quente 23,9°C (janeiro) e a do mês mais frio, 16,1°C (julho) e 500 m de altitude. Solos regosol "intergrade" para o podzóico vermelho amarelo e "intergrade" para latossolo vermelho-amarelo. Área de 76,4 ha, contornada por cana-de-açúcar e pastagens (Custódio Filho et al., 1994).

Estação Experimental de Tupi: do Instituto Florestal do Estado de São Paulo, em Piracicaba, SP, a 22° 43' 21" - 22° 44' 24" latitude S e 47° 31' 47" - 47° 32' 30" longitude W e 515 m de altitude, e área de 198 ha. Temperatura média do mês mais quente 23,7°C (janeiro) e do mês mais frio 17,1°C (julho). Média anual de precipitação de 1351 mm e do mês mais seco 27 mm (julho). De acordo com Köppen o clima é do tipo Cwa, sendo o solo podzóico vermelho-amarelo (Pinheiro et al., 1999).

Espécie florestal e avaliação da circunferência do tronco das árvores

Foram selecionadas 21 árvores de guarantã, sendo 12 na Estação Ecológica de Ibicatu e 9 na Estação Experimental de Tupi. Os levantamentos evidenciaram significativo número de árvores da espécie nas duas áreas de estudo.

Os valores de CAPs (circunferência do tronco, 1,30 m) das árvores foram utilizados na preparação das faixas dendrométricas permanentes em aço inoxidável (escala em mm e nônio com

precisão de leitura de 0,2 mm), no Laboratório de Identificação e Anatomia de Madeiras da ESALQ/USP, de acordo com o descrito por Botosso e Tomazello Filho (2001) (Figura 1). O método das faixas dendrométricas permanentes é denominado de "dinâmico" (Fahn et al., 1981), pela possibilidade de avaliação contínua do incremento em circunferência do tronco das árvores (Figura 2), sendo as medições realizadas a cada 30 dias.

Condições de crescimento das árvores

De acordo com a **posição sociológica** as árvores foram classificadas em (i) dominantes (dossel totalmente exposto ao sol até 50% de exposição), (ii) co-dominantes (dossel exposto a menos de 50%), (iii) dominadas (extrato inferior da mata, sem incidência de luz solar direta); com a **localização das árvores** e de seu posicionamento em relação à (i) proximidade das trilhas e (ii) no interior do plantio ou plantação florestal; em relação à **incidência de lianas** (Fonseca, 1998) a copa das árvores (i) coberta por lianas (total até 2/3 da copa com lianas; copa não distinguível), (ii) presença de lianas (1/3-2/3 da copa com lianas; copa parcialmente distinguível), (iii) poucas lianas (menos de 1/3 da copa com lianas; copa praticamente toda distinguível), (iv) ausência de lianas (sem lianas na copa; copa toda distinguível).

Fenologia das árvores

As observações fenológicas foram feitas a cada 30 dias, de acordo com Koriba (1958) citado por Matthes (1980) e Cardoso (1991), em **folhas** - nos estádios de (i) senescência adiantada ou desfolha total; (ii) folhas novas; (iii) folhas com expansão final do limbo; (iv) amarelecimento e queda das folhas; **floração** - nos estádios de (i) botões florais; (ii) flores abertas desenvolvidas; (iii) estádios finais de floração; **frutificação** - nos estádios de frutos (i) novos, na fase inicial de desenvolvimento; (ii) em desenvolvimento; (iii) amadurecendo, maduros e/ou em queda; (iv) secos.

Condições climáticas

Os dados foram (i) temperatura média (°C), (ii) umidade relativa do ar (%) e (iii) precipitação pluviométrica (mm), obtidos no Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP.

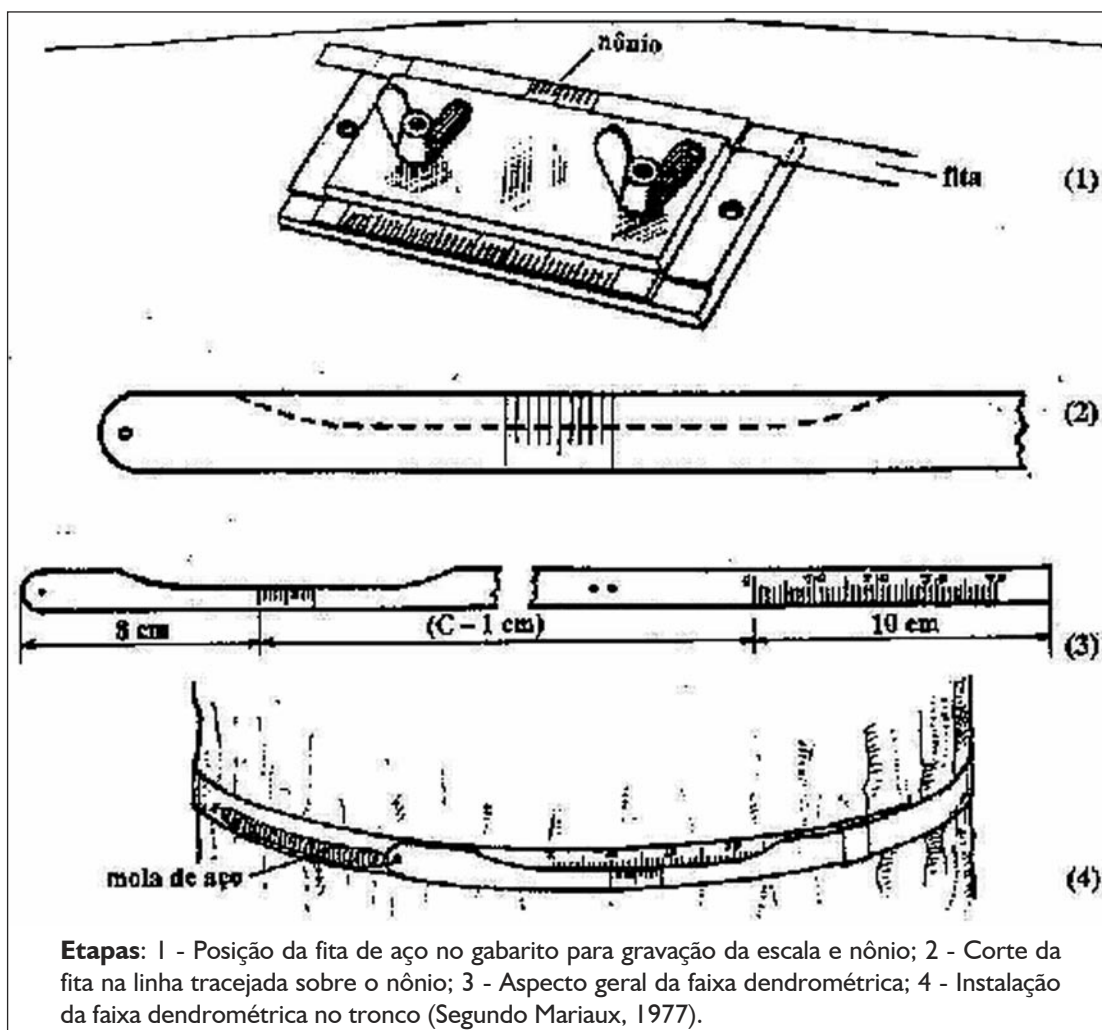


Figura 1

Etapas da montagem e instalação da faixa dendrométrica no tronco da árvore.
(Assembly and installation of dendrometer bands in the trunk of the tree)

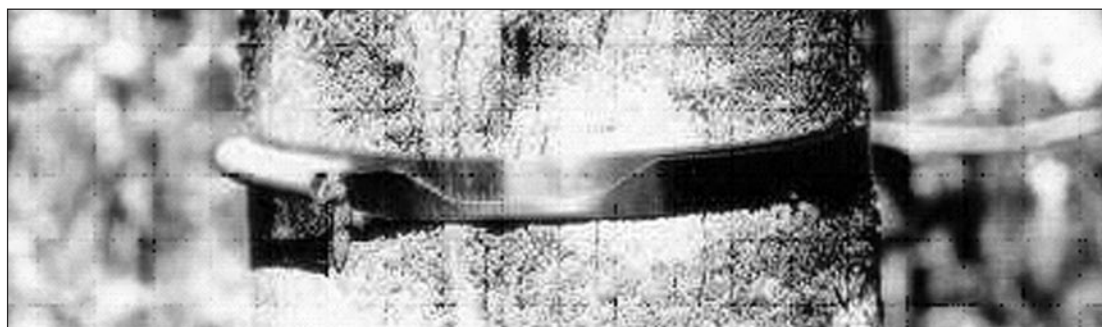


Figura 2

Faixa dendrométrica acoplada no tronco da árvore.
(Dendrometer band in the trunk of the tree)

RESULTADOS

Taxa de crescimento em circunferência do tronco

Os valores da taxa de incremento em circunferência do tronco das árvores de guarantã na E. E. Ibicatu (dezembro de 1998 a outubro de 2001) e na E. E. Tupi (janeiro de 1999 a outubro de 2001) são apresentados nas Figuras 3 A,B respectivamente. Em Ibicatu (Figura 3A) observou-se uma diminuição da atividade cambial das árvores de guarantã em abril-maio e sua retomada em dezembro, evidenciando sua redução por

7-8 meses. Em Tupi (Figura 3B) a diminuição da atividade cambial ocorreu de maio-junho, com retomada em novembro-dezembro, indicando sua redução ou cessação por 6 meses. Notam-se, também, períodos com acréscimos (agosto-setembro) e decréscimos (outubro-novembro) das taxas de crescimento.

O incremento mensal acumulado da circunferência do tronco (Figura 4) demonstra uma reação similar entre as árvores de guarantã, com relação aos valores máximos e mínimos dos incrementos, embora algumas diferenças possam ser evidenciadas entre alguns exemplares.

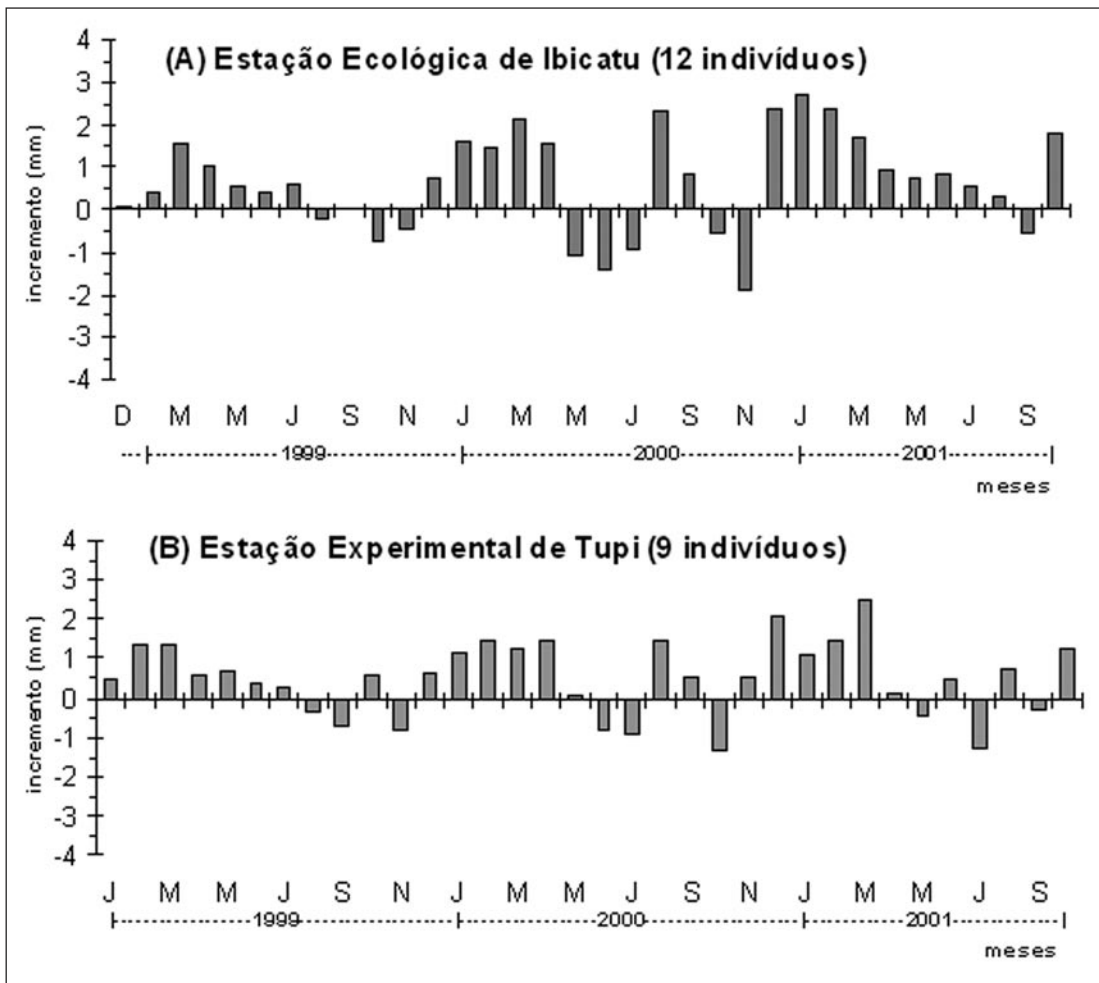


Figura 3 Variação do incremento médio mensal do tronco de *Esenbeckia leiocarpa* em (A) E.E. Ibicatu e (B) E.E. Tupi. (Variation of month average increment of *Esenbeckia leiocarpa* trunk in (A) E.E. Ibicatu and (B) E.E. Tupi)

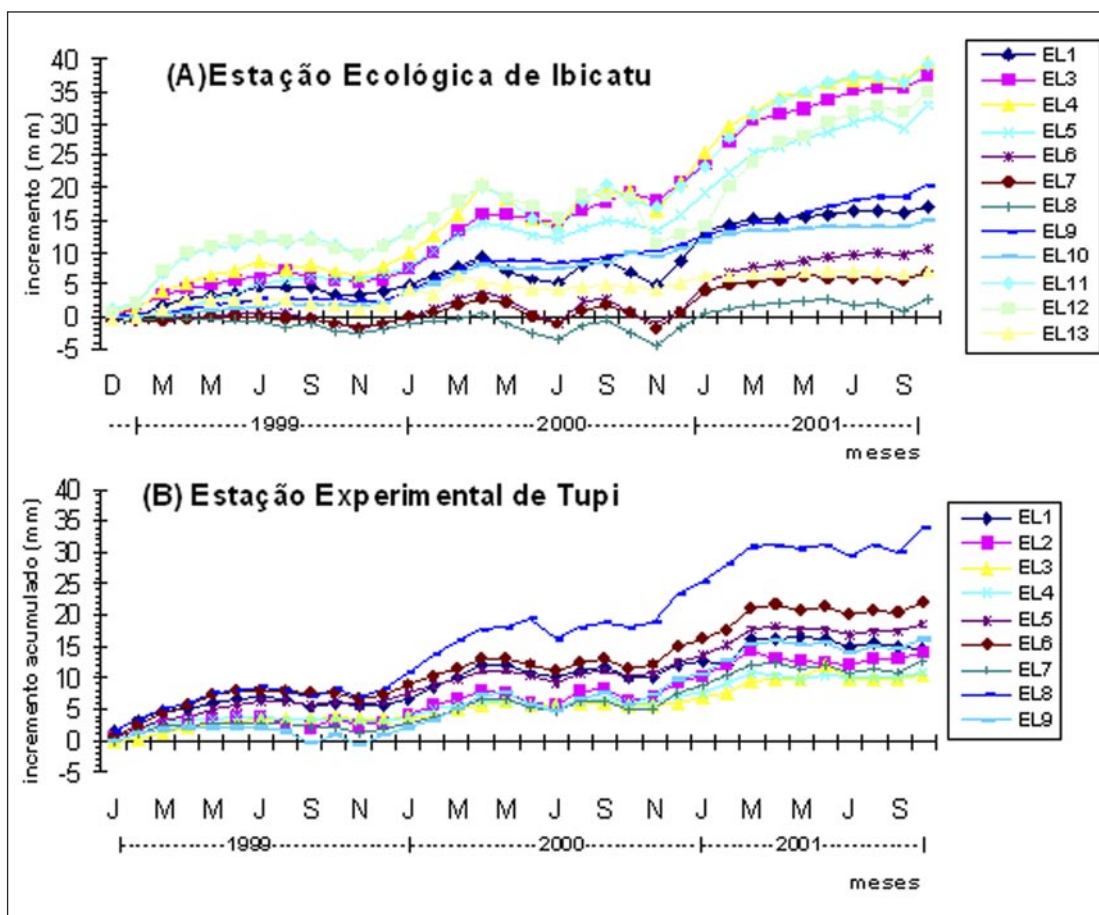


Figura 4
 Variação do incremento acumulado do tronco de *Esenbeckia leiocarpa* em (A) E.E. Ibicatu e (B) E. E. Tupi.
 (Variation of the accumulate increment of *Esenbeckia leiocarpa* trunk in (A) E.E. Ibicatu and (B) E.E. Tupi)

A avaliação do incremento médio mensal e acumulado dos incrementos em circunferência do tronco das árvores de guarantã (Tabela 1) evidencia variações maiores em Ibicatu do que em Tupi. Em Ibicatu, o exemplar 4 (maior taxa) apresentou 1,16 e 18,60 mm de incremento mensal médio e acumulado; o 8 (menor taxa) com 0,10 mm e -0,38 mm. Por outro lado, em Tupi o exemplar 8 (maior taxa) com 0,99 e 17,31 mm de incremento mensal médio e acumulado, e o 3 (menor taxa) 0,30 mm e 5,61 mm. Valores negativos de incrementos em circunferência do tronco são normalmente mencionados na literatura (Détienne, 1989) e devem-se a contração da espessura da casca no período de maior déficit hídrico.

Condições de crescimento das árvores

Os resultados indicam que em Tupi as condições de crescimento são mais uniformes para as árvores de guarantã, em comparação com as de Ibicatu (Tabela 2). Neste local, a posição sociológica/localização das árvores e as lianas em suas copas mostram uma distribuição mais ampla, refletindo na maior variabilidade dos incrementos mensais e anuais acumulados da circunferência do tronco das árvores (Figura 4A, Tabela 1). O exemplar 4 (Ibicatu) - maior taxa de incremento do tronco - enquadra-se na categoria dominante e com sua copa tomada por poucas lianas. Ao contrário, o exemplar 8 - menor taxa - situa-se na classe dominada, com cerca de 2/3 da copa toma-

da por lianas. Para os exemplares I e II – dominantes - as diferenças dos incrementos em diâmetro do tronco (0,53 e 1,14 mm, respectivamente) devem-se ao grau de ocupação das suas copas por lianas. O efeito negativo das lianas foi, da mesma forma, verificado por Botosso et al. (2000) para árvores de *Centrolobium tomentosum* (araribá), sugerindo a aplicação de medidas de manejo para a contenção da excessiva ocupação das lianas -indicando desequilíbrio no ambiente - uma vez que algumas de suas espécies têm importância para os polinizadores e dispersores em períodos críticos (Morellato, 1991; Fonseca, 1998). Na E. E. Tupi a menor diferença entre as taxas de incremento do tronco das árvores, indica condições de crescimento mais homogêneas sendo, no entanto, observado que os exemplares dominantes apresentaram maiores taxas em comparação com os co-dominantes (Tabela 1, Figura 4B). Além desses efeitos, Détienne (1989) inclui o fator idade e a variabilidade genética.

Tabela 1

Taxas médias mensais e acumuladas de incremento do tronco de *Esenbeckia leiocarpa* na E. E. Ibicatu (IB) e na E. E. (TP).

(Month average and accumulate increment of *Esenbeckia leiocarpa* trunk in E.E. Ibicatu (IB) and E.E. Tupi (TP))

Árvore No. (IB)	TCMM (mm)	TCMA (mm)
1	0,53	8,35
3	1,13	17,04
4	1,16	18,60
5	1,01	14,30
6	0,31	2,99
7	0,22	1,84
8	0,10	-0,38
9	0,61	8,71
10	0,45	7,41
11	1,14	19,76
12	1,04	17,59
13	0,23	4,39
Árvore No. (TP)		
1	0,43	9,94
2	0,41	7,11
3	0,30	5,61
4	0,32	6,00
5	0,55	10,30
6	0,65	12,34
7	0,38	5,94
8	0,99	17,31
9	0,47	6,77

TCMM: taxa de crescimento médio mensal (mm)

TCMA: taxa de crescimento médio acumulado (mm)

Tabela 2

Condições de crescimento de *Esenbeckia leiocarpa* na E.E. Ibicatu (IB) e na E.E. Tupi (TP).

(Growth conditions of *Esenbeckia leiocarpa* in E.E. Ibicatu (IB) and E.E. Tupi (TP))

	Árvore No.(IB)	Árvore No.(TP)
Posição sociológica		
Dominantes	1, 4, 11 e 12	1, 5 a 9
Co-dominantes	7 e 13	2 a 4
Dominadas	3, 5, 6, 8 a 10	-
Localização das árvores		
Dentro da mata	Todas	Todas
Lianas		
Copa tomada por lianas	1	-
Copa com presença de lianas	6 a 8	-
Copa com poucas lianas	3 a 5	-
Ausência de lianas	9 a 13	Todas

Fenologia das árvores

As observações fenológicas indicam que as árvores de guarantã apresentam fenofases distintas (Tabela 3), com a senescência e queda das folhas ocorrendo de maio-setembro, coincidente com o período de redução e/ou cessação da atividade cambial, com o seu reinício após a fase de brotação (Figura 3). O mesmo comportamento foi observado para inúmeras espécies de matas estacionais semidecíduas no Estado de São Paulo (Ferreira-Fedele, 2002). Da mesma forma, em árvores de *Tectona grandis* (teca) o reinício da atividade do câmbio (dezembro) coincide com o período de renovação das folhas (Tomazello Filho e Cardoso, 1999). Sass et al. (1995) verificaram que a atividade cambial de espécies de dipterocarpaceas não foi alterada no período de floração, mostrando taxas de crescimento do tronco das árvores aproximadamente constantes.

Tabela 3

Fenologia das árvores de *Esenbeckia leiocarpa* na E. E. Ibicatu e na E. E. Tupi.

(Phenology of *Esenbeckia leiocarpa* trees in E.E. Ibicatu and E.E. Tupi)

Fenofases	Período do ano (meses)
Queda das folhas	maio a setembro
Brotação	setembro a dezembro
Floração	setembro a janeiro
Frutificação	julho a setembro

Condições climáticas

O balanço hídrico e as variações de temperatura e umidade relativa na região, de janeiro de 1999 a outubro de 2001 (Figuras 5 e 6), mostram que em torno de abril se inicia a redução da precipitação, da temperatura (antecedendo o inverno) e o déficit hídrico), mantendo-se até meados de agosto e início de setembro. A partir de outubro/novembro ocorre o reinício das primeiras chuvas, aumento da temperatura e a reposição de água no solo, até fevereiro. A taxa de crescimento em circunferência do tronco das árvores de guarantã foi maior no período chuvoso, em relação ao seco, quando ocorreu diminuição e/ou a cessação da atividade cambial (Figura 3), a exemplo do que se verifica em outras espécies florestais (To-

mazello Filho et al., 2000). O efeito do clima foi observado no Brasil em condições tropicais para 8 espécies da floresta de Terra Firme (Amazônia) (Vetter e Botosso, 1988; Vetter e Botosso, 1989; Botosso e Vetter, 1991), na Guiana Francesa (Détienne, 1989), na Costa Rica (Lojan, 1965; Lojan, 1967, Lojan, 1968) e na Venezuela (Worbes, 1999). No sul do Estado da Bahia, em 2 espécies a precipitação foi diretamente relacionada com a taxa de crescimento do tronco e, em 3, o crescimento foi contínuo (Smith et al., 1997). Na Costa Rica, Borchert (1999) observou uma correlação entre a quantidade de água, a fenologia e a atividade cambial em árvores de espécies de florestas decíduas, embora não tão intensa quanto em florestas temperadas.

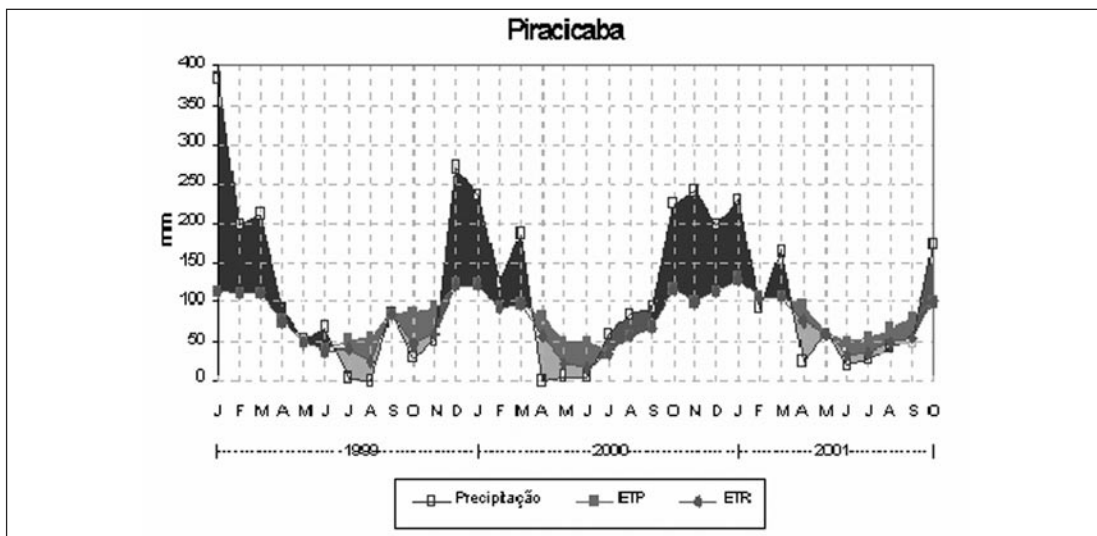
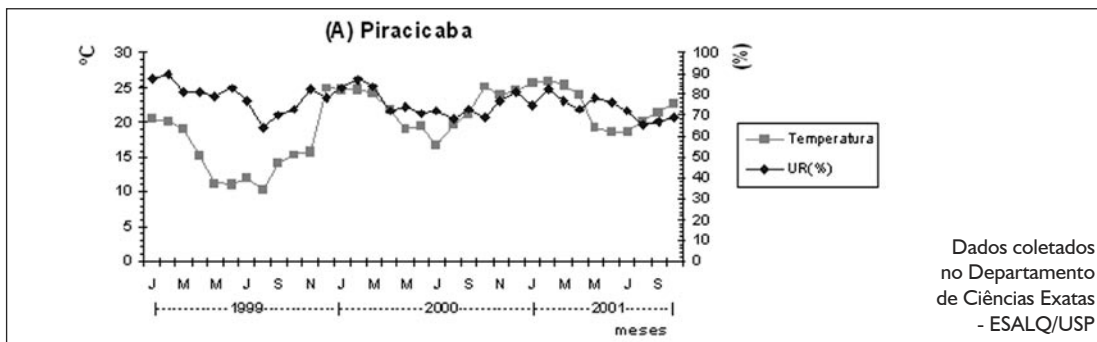


Figura 5
 Balanço hídrico (janeiro/1999-outubro/2001).
 (Water balance (January 1999 to October 2001))



Dados coletados no Departamento de Ciências Exatas - ESALQ/USP

Figura 6
 Média da temperatura e da umidade relativa (janeiro de 1999 a outubro de 2001).
 (Average of temperature and relative moisture (January 1999 to October 2001))

CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que a sazonalidade e a taxa de incremento em circunferência do tronco das árvores de guarantã são influenciadas por fatores relacionados com a posição sociológica das árvores na população florestal; os estádios fenológicos; as variações climáticas; e a incidência das lianas na copa das árvores. As faixas dendrométricas de aço constituem-se em método preciso, prático e eficiente para a avaliação desse parâmetro de crescimento do tronco das árvores.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

LIGIA FERREIRA-FEDELE é Mestre em Recursos Florestais pela ESALQ/USP. E-mail: ligiafer@bol.com.br

MARIO TOMAZELLO FILHO é Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. Caixa Postal 9 – Piracicaba, SP – 13400-970 - E-mail: mtomazel@esalq.usp.br

PAULO CESAR BOTOSSO é Pesquisador da EMBRAPA Florestas - Caixa Postal 319 - Colombo, PR - 83411-000 - E-mail: botosso@cnf.embrapa.br

EDEGAR GIANNOTTI é Pesquisador do Instituto Florestal, Estação Experimental de Tupi - Caixa Postal 339 - Piracicaba, SP - 13400-970.

Os autores agradecem à FAPESP - Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, T.P. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, Porto Alegre, 1964. **Anais**. Porto Alegre, 1964. p.405-422

BORCHERT, R. Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. **IAWA journal**, v.20, n.3, p.239-247, 1999.

BOTOSSO, P.C.; TOMAZELLO FILHO, M. Aplicação de faixas dendrométricas da dendrocronologia: avaliação da taxa e do ritmo de crescimento do tronco de árvores tropicais e subtropicais. In: INDICADORES AMBIENTAIS: CONCEITOS E APLICAÇÕES, São Paulo, 2001. **Anais**. São Paulo, 2001. p.145-171.

BOTOSSO, P.C.; TOMAZELLO FILHO, M.; BAPTISTA, V.C.R.; FERREIRA, L. Efeitos das lianas nas taxas de crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Centrolobium tomentosum* (araribá) Leg. Caesalpinoideae. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 8, São Paulo, 2000. **Congresso das grandes metrópoles: resumos**. São Paulo: Instituto de Biociências, 2000. p.44

BOTOSSO, P.C.; VETTER, R.E. Alguns aspectos sobre a periodicidade e taxa de crescimento em oito espécies arbóreas tropicais de floresta de Terra Firma (Amazônia). **Revista do Instituto Florestal**, v.3 n.2, p.163-180, 1991.

CARDOSO, N.S. **Caracterização da estrutura anatômica da madeira, fenologia e relações com a atividade cambial de árvores de teca (*Tectona grandis*) - Verbenaceae**. Piracicaba, 1991. 117p. Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo

CUSTÓDIO FILHO, A.; FRANCO, G. A. D.; NEGREIROS, O. C.; MARIANO, G.; GIANNOTTI, E.; DIAS A. C. Composição florística da vegetação arbórea da mata mesófila semidecídua E. E. Ibicatu. **Revista do Instituto Florestal**, v.6, p. 99-111, 1994.

DÉTIENNE, P. Appearance and periodicity of growth rings in tropical woods. **IAWA bulletin**, v.10, n.2, p.123-132, 1989.

FAHN, A.; BURLEY, J.; LONGMAN, K. A.; MAURIAUX, A. Possible contributions of wood anatomy to the determination of the age of tropical trees. In: BORMANN, F.H.; BERLYN, G., ed. **Age and growth rate of tropical trees: new directions for research**. New Haven: Yale University, 1981. p.83-100 (Bulletin n.94).

FERREIRA-FEDELE, L. **Periodicidade do crescimento e formação da madeira de algumas espécies arbóreas de florestas estacionais semidecíduas da região sudeste do Estado de São Paulo**. Piracicaba, 2002. 103p. Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo

FONSECA, R.C.B. **Fenologia e estrutura de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP: relação com as fases de desenvolvimento sucessional**. Piracicaba, 1998. 86p. Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo

JALIL, N.R.A.; ITOH, T.; SAHRI, M. H. Periodicity of xylem growth of rubberwood (*Hevea brasiliensis*) grown in Malaysia. **Holzforchung**, v.52, n.6, p.567-572, 1998.

LOJAN, L. Aspectos del crecimiento diamétrico quincenal de arboles tropicales. **Turrialba**, v.15, n.3, p.231-237, 1965.

LOJAN, L. Periodicidad del clima y del crecimiento de especies forestales en Turrialba, Costa Rica. **Turrialba**, v.17, n.1, p.71-83, 1967.

LOJAN, L. Tendencias del crecimiento radial de 23 especies forestales tropico. **Turrialba**, v.18, n.3, p.275-281, 1968.

MATTHES, L.A.F. **Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP)**. Campinas, 1980. 209p. Tese (Mestrado). Instituto de Biologia. Universidade de Campinas

- MORELLATO, L.P.C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. Campinas, 1991. 230p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas
- PINHEIRO, G.S. et al. Plano de manejo da Estação Experimental de Tupi, Piracicaba, SP. **Série registros do Instituto Florestal**, n.19, p.1-61, 1999.
- SASS, U.; KILLMANN W.; ECKSTEIN, D. Wood formation in two species of Dipterocarpaceae in Peninsular Malaysia. **IAWA journal**, v.16, n.4, p.371-384, 1995.
- SMITH, R.B.; SILVA, E.A.M.; ALVIM, P.T. Periodicidade do crescimento do tronco em cinco espécies no Sul da Bahia, Brasil. **Agrotropica**, v.9, n.3, p.99-106, 1997.
- TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P.C.; LISI, C.S. Análise e aplicação dos anéis de crescimento como indicadores ambientais. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H.L.; BARRELLA, W. **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUC, 2001. p.117-144
- TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P.C.; LISI, C.S. Potencialidade da família Meliaceae para dendrocronologia em regiões tropicais e subtropicais. In: **Dendrocronologia em América Latina**. Mendoza: 2000. p.381-431
- TOMAZELLO FILHO, M.; CARDOSO, N.S. Seasonal variations of the vascular cambium of teak (*Tectona grandis*) in Brazil. In: WIMMER, R.; VETTER, R.E. **Tree-ring analysis: biological, methodological and environmental aspects**. Wallingford: CABI, 1999. p.147-154
- VETTER, R.E.; BOTOSSO, P.C. Observações preliminares sobre a periodicidade e taxa de crescimento em árvores tropicais. **Acta amazônica**, v.18, n.1/2, p.189-195, 1988.
- VETTER, R.E.; BOTOSSO, P.C. Remarks on age and growth rate determination of Amazonian trees. **IAWA bulletin new series**, v.10, n.2, p.133-145, 1989.
- WORBES, M. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from Caparo Forest Reserve. **Journal of ecology**, v.87, n.3, p.391-403, 1999.