

Aplicação da dendrogeomorfologia no estudo da deposição de sedimentos do solo no tronco de árvores de *Guarea guidonea* em mata ciliar antropizada no estado de Goiás, Brasil

Application of dendrogeomorphology on the study of soil sediment deposition in the stems of *Guarea guidonea* trees in a disturbed riparian forest in Goiás state, Brazil

Renata Santos Momoli¹, Miguel Cooper^{2*}, Mario Tomazello Filho³ e Moisés Silveira Lobão⁴

Resumo

Os sedimentos resultantes dos processos erosivos naturais ou antrópicos são depositados na superfície do solo e no entorno do tronco das árvores das espécies ocorrentes em matas ripárias. Na avaliação do impacto do processo erosivo tem sido utilizada a análise dos anéis de crescimento do tronco e das raízes das árvores de diferentes espécies. Com esse objetivo foram selecionadas árvores de *Guarea guidonea* de mata ciliar afetada pela sedimentação de partículas de solo resultante do processo de erosão da cultura de pastagem e da soja, no estado de Goiás. Amostras do lenho foram extraídas, por método não destrutivo, em três alturas do tronco das árvores localizadas em três posições (topo, meia encosta e sopé) da vertente ripária. A avaliação de campo indicou uma deposição de espessa camada de sedimentos de até 34 cm ao redor da base do tronco das árvores, nos últimos 24 anos. As intercorrelações entre a largura dos anéis de crescimento das amostras do lenho da base, a 50 e a 100 cm do tronco das árvores *Guarea guidonea* apresentaram baixo, médio e alto valores. Esses valores são resultado da pouca nitidez dos anéis de crescimento no lenho das árvores, além da presença de anéis de crescimento ausentes e excentricidade da medula no lenho do tronco das árvores. As análises de dendrogeomorfologia permitem determinar a data da germinação da semente e o crescimento das árvores e, desta forma, inferir sobre o período de deposição de sedimentos do solo no tronco das árvores.

Palavras-chave: Mata ciliar, sedimentos, dendrogeomorfologia, anéis de crescimento.

Abstract

The sediments resulting of natural or anthropic erosion are deposited on the soil surface and around the trunks of trees occurring in riparian forests. For assessment of the erosion, tree-rings of roots and stems were analyzed. *Guarea guidonea* trees from a riparian forest affected by the sedimentation of soil erosion from pastures and soybean fields in state of Goiás were selected. Wood samples were extracted through a non-destructive method at three heights from trunks of trees located in three positions (top, middle and bottom) of a riparian slope. The evaluation revealed a deposition of a thick sediment layer up to 34 cm around the base of tree trunks during the past 24 years. The inter-correlations between the tree-rings widths present in wood samples at the base and at 50 and 100 cm from *Guarea guidonea* tree trunks presented low, medium and high values. These values resulted from the low tree-rings distinctiveness in the wood; the absence of some rings as well as the eccentricity of the pith. The analyses of dendrogeomorphology allowed the determination of the date of seed germination and tree growth and inference on the periods of sediment deposition in the trunk of the trees.

Keywords: Riparian forest, sediments, dendrogeomorphology, tree-rings.

¹Doutoranda em Agronomia. Universidade de São Paulo / ESALQ / Depto. de Ciência do Solo, Caixa Postal 9, CEP: 13418-900 Piracicaba, SP - E-mail: rsmomoli@gmail.com

²Professor Doutor. Universidade de São Paulo / ESALQ / Depto. de Ciência do Solo, Caixa Postal 9, CEP: 13418-900 Piracicaba, SP - E-mail: mcooper@esalq.usp.br

³Professor Titular. Universidade de São Paulo / ESALQ / Depto. de Ciências Florestais, Caixa Postal 9, CEP: 13418-900 Piracicaba, SP - E-mail: mtomazel@esalq.usp.br

⁴Professor Doutor em Engenharia Florestal, CCBN - Universidade Federal do Acre (UFAC). Endereço: Rodovia 364, Km 04, Campus da UFAC, Rio Branco, AC. Email: moises_lobao@yahoo.com.br

*Corresponding author: mcooper@esalq.usp.br

INTRODUÇÃO

A expansão da fronteira da agricultura nacional no bioma cerrado do estado de Goiás, sem a aplicação de práticas de manejo conservacionista (PMC) vem causando impactos negativos decorrentes dos processos erosivos do solo. Das PMC's recomendadas para as culturas agrícolas, uma das mais importantes é a preservação das matas ciliares que, através da copa das árvores, da deposição da serrapilheira e do desenvolvimento de raízes, conferem a proteção e a cobertura do solo, reduzindo o efeito das chuvas e restando os sedimentos da erosão do solo à montante. (COOPER *et al.*, 1987; GOIÁS, 1999; MACHADO *et al.*, 2003; MOMOLI *et al.*, 2007; NAIMAN; DÉCAMPS, 1997).

Os processos geomórficos de erosão e de sedimentação do solo pela interferência antrópica resultam em impactos negativos, sendo a sedimentação das partículas do solo característica das áreas mais baixas do relevo onde, normalmente, estão as zonas ripárias - cursos de água e as matas ciliares - são afetadas e registram os processos erosivos ocorridos na vertente à montante.

Na avaliação da intensidade da interferência antrópica têm sido utilizados os anéis de crescimento formados no lenho do tronco e das raízes das árvores como indicadores dos processos de erosão e de sedimentação das partículas do solo, sendo, esta linha de pesquisa denominada de dendrogeomorfologia (SCHWEINGRUBER *et al.*, 2006). Nas áreas afetadas pela erosão, a remoção do solo expõe as raízes e, com a sedimentação das partículas do solo ocorre o soterramento da base do tronco das árvores (CHARTIER, 2009; FRIEDMAN *et al.*, 2005; HUPP; BAZEMORE, 1993; MIZUGAKI *et al.*, 2006; OUDEN *et al.*, 2007). Desta forma, através da análise das árvores pode-se registrar a quantidade de sedimentos do solo depositados no seu tronco e, pelas alterações anatômicas dos anéis de crescimento formados no seu lenho, inferir sobre a época e a magnitude do processo de erosão ou de deposição (CHARTIER, 2009; VILLALBA, 2000). A dendrogeomorfologia contribui para a compreensão da dinâmica espacial e temporal da deposição de sedimentos do solo em zonas ripárias, importantes para a avaliação da eficiência das árvores das matas ciliares na retenção dos sedimentos carregados pelo processo erosivo (SHRODER; SHRODER JUNIOR., 1980; STRUNK, 1997).

O presente trabalho teve como objetivo a aplicação da análise dos anéis de crescimento

do tronco de árvores de *Guarea guidonea* de floresta ripária, como indicador de processos geomórficos de erosão e de sedimentação.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se na nascente do Córrego Ponta Nova, constituinte da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte, no município de Goiatuba, estado de Goiás, entre as latitudes 17°46'48" e 18°00'48"S e longitudes de 49°21'30" e 50°18'00"W, com predominância de latossolos derivados de rochas básicas da Formação Serra Geral (Figura 1). O clima é classificado como tropical quente e úmido (Aw, segundo Köppen), com temperatura média de 30°C e de 19°C nos meses mais quentes e mais frios, respectivamente. A precipitação pluviométrica média anual é 1.500 mm, com duas estações climáticas bem definidas, nos meses de janeiro e de julho, com precipitação média de 300 e de 0 mm, respectivamente. A umidade relativa do ar média anual é de 66%, sendo em julho e janeiro de 52 e 82%, respectivamente (GOIÁS, 1999; MATTOS, 2000).

Caracterização da vegetação

A vegetação natural da área de estudo compreende as fisionomias Cerradão e Mata Seca, concentrando-se nas áreas de maior declive, como nas ravinas e fundos de vale (MATTOS, 2000). A vegetação natural, com o processo de antropização, foi substituída por pastagens e pela cultura da soja, em menor proporção. Na zona ripária estudada a mata ciliar encontra-se degradada, observando a ocorrência de clareiras, de lianas desenvolvendo-se na copa das árvores e de sub-bosque constituído por arbustos e gramíneas (Figura 1 A, B, C).

Seleção da espécie

Inicialmente foi realizado o mapeamento fitossociológico e o georreferenciamento das árvores das espécies ocorrentes em uma área de 1.000 m². O Índice de Diversidade de Shannon para a área foi de $H' = 1,988$, considerado baixo, o que indica uma forte alteração da estrutura e composição da vegetação, com baixa riqueza e abundância de espécies. O Índice de Equitabilidade de Pielou foi de $J' = 0.829$, indicando que a similaridade de composição e estrutura da vegetação ao longo de toda a área de mata é relativamente alta. Do total de 89 exemplares pertencentes às 12 espécies arbóreo-arbustivas com o valor da

circunferência à altura do peito (CAP) acima de 15 cm, apenas os da espécie *Guarea guidonea* foram considerados adequados para a análise dendrocronológica de acordo com Botosso (2002) e Urquiza (2008). Na seleção das árvores desta espécie foram consideradas, ainda, a presença de anéis de crescimento visíveis no lenho, a frequência (densidade absoluta e relativa e frequência absoluta e relativa de 13%, 14,6%, 60% e 16%, respectivamente), acesso e sua distribuição ao longo da vertente ripária. As árvores de *Guarea guidonea* selecionadas para avaliar as alterações no transporte de sedimentos ocorriam nas posições topo, meia encosta e sopé da vertente ripária, sendo denominadas de Mtopo, Mmeio e Msopé, respectivamente (Figura 1, D).

Coleta, preparo e análise das amostras do lenho

Quatro amostras do lenho (5-10 mm diâmetro; até 400 mm comprimento) foram coletadas em três alturas (base, 50 e 100 cm) do tronco das árvores de *Guarea guidonea* através de método não destrutivo, com sonda de Pressler (BOTOS-

SO *et al.*, 2000), com o objetivo de analisar as alterações na estrutura anatômica do lenho resultantes da sedimentação. Para a localização da região da base do tronco das árvores procedeu-se à escavação do solo sendo, em seguida, avaliada a espessura do depósito de sedimento através de metodologia proposta por Hupp e Bazemore (1993). A demarcação da base do tronco das árvores permite identificar o nível original do solo, e estimar a magnitude do processo de erosão e de sedimentação na mata ciliar (Figura 2, A, B). As amostras do lenho das árvores foram secas em temperatura ambiente, fixadas em suporte de madeira e suas seções transversais polidas com lixas (granulometria 180-600). Em seguida, as séries de amostras do lenho foram analisadas sob microscópio estereoscópico, demarcando-se os limites dos anéis de crescimento, para posterior mensuração de sua largura em (i) mesa de medição Velmex acoplada a um microcomputador e (ii) imagens digitalizadas em scanner e aplicação do software Image Pró Plus (Figura 3 A,B). Os valores de largura dos anéis de crescimento foram processados nos programas computacionais

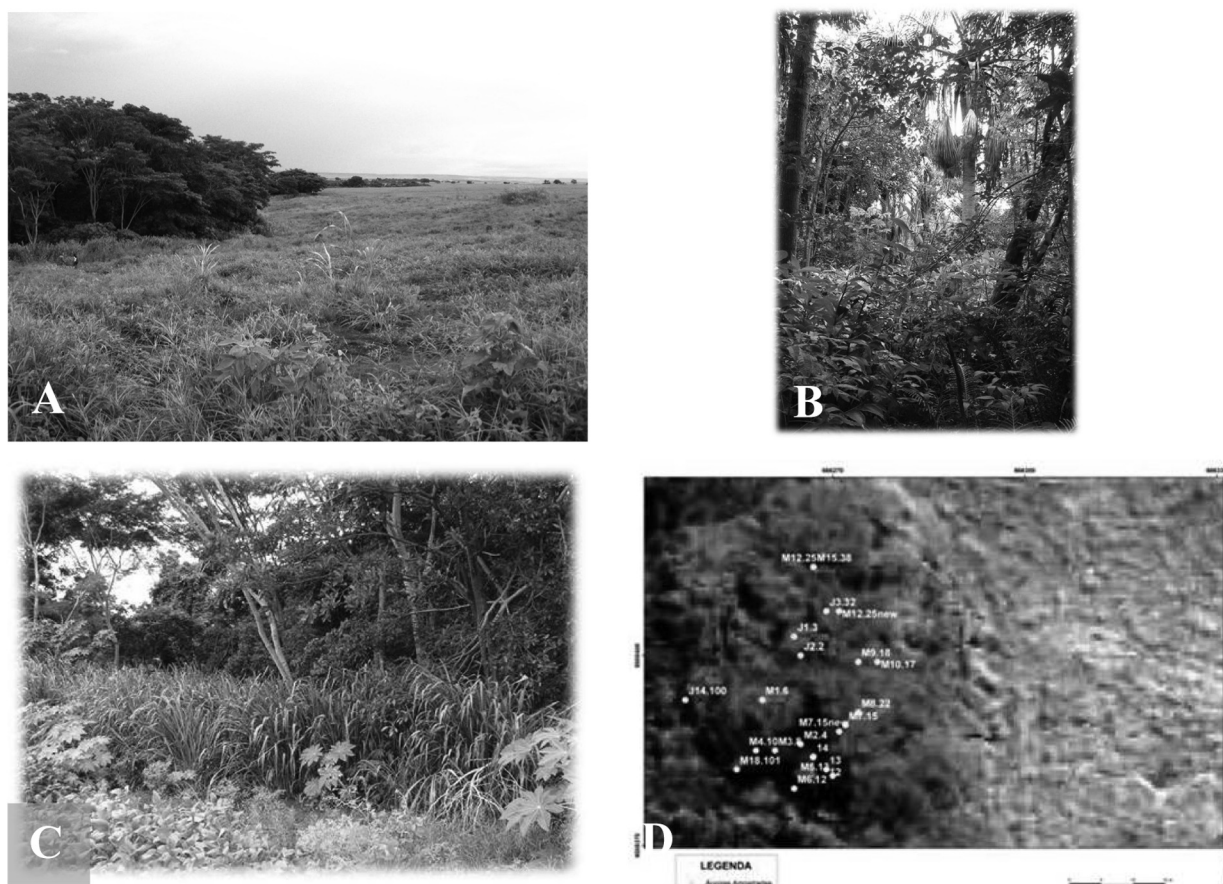


Figura 1. Caracterização da área experimental. (A) cultivos de soja e pastagem próximos à mata ciliar; (B, C) interior e bordadura da mata ciliar, com sub-bosque arbustivo e presença de lianas; (D) distribuição das árvores de *Guarea guidonea* na mata ciliar.

Figure 1. Characterization of the experimental area. (A) Soybean and pasture cultures close to the riparian forest; (B, C) interior and border of the riparian forest, with shrub understory and the presence of lianas; (D) distribution of *Guarea guidonea* trees in the riparian forest.

FMT e COFECHA (aplicado em dendrocronologia para o controle da qualidade da datação das árvores, construindo a série máster de anéis de crescimento derivada de todas as séries de anéis de crescimento e a correlação da largura dos anéis de crescimento de cada série com a série máster), de acordo com Holmes *et al.* (1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos anéis de crescimento indicou baixa correlação da largura dos anéis de crescimento nas amostras do lenho coletadas a 0, 50 e 100 cm de altura do tronco das árvores de *Guarea guidonea* (Tabelas 1, 2 e 3). Das amostras radiais do lenho das árvores da altura do colo do tronco (nível atual do solo) obteve-se a melhor correlação entre a largura dos anéis de crescimento e série máster da árvore Msopé, localizada no sopé da vertente ripária, com o valor máximo de 0,55 (Tabela 1). A média das corre-

lações dos anéis de crescimento entre as amostras radiais do lenho do tronco das árvores no nível do solo foi menor do que 0,1 e negativa, em alguns casos. As cronologias dos anéis de crescimento com as correlações mais altas indicam que as árvores de *Guarea guidonea* Msopé, Mmeio e Mtopo, localizadas no sopé, meia encosta e topo da vertente ripária, possuem 5, 12 e 14 anos, respectivamente. No entanto, a baixa correlação observada, não possibilita a confirmação da cronologia das árvores.

As amostras do lenho coletadas à altura de 50 cm do tronco das árvores (Tabela 2) apresentaram, da mesma forma, baixos valores de correlação (média > 0,24), sendo que a melhor correlação não ultrapassou o valor de 0,45 na árvore Mtopo, do topo da vertente. A baixa correlação ocorre, também, nas amostras do lenho coletadas à 100 cm do tronco, sendo menor do que 0,25, indicando pequena probabilidade referente à indicação da idade das árvores (Tabela 3).



Figura 2. (A) Coleta e preparo das amostras do lenho das árvores de *Guarea guidonea* para a análise dos anéis de crescimento; (B) árvore indicando a camada de sedimentos de solo depositada ao redor do tronco e alturas da retirada de amostras do lenho.

Figure 2. (A) Extraction and preparation of wood samples from *Guarea guidonea* trees for tree-ring analysis; (B) tree indicating the soil sediment layer deposited around the trunk and height of the extraction of wood samples.

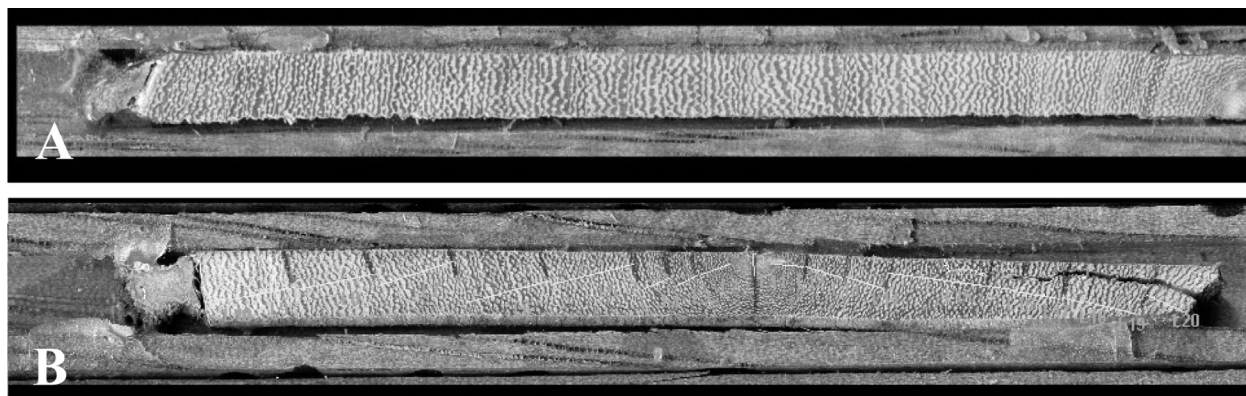


Figura 3. Seção transversal de amostras do lenho de árvores de *Guarea guidonea*. (A) caracterização macroscópica evidenciando as faixas de parênquima longitudinal em linhas ou faixas estreitas; (B) demarcação do limite dos anéis de crescimento e processamento em sistema de análise de imagem.

Figure 3. Wood cross section of *Guarea guidonea* trees. (A) macroscopic characterization showing longitudinal parenchyma in lines or narrow bands; (B) indication of the boundaries of the tree-rings and image analysis processing.

Tabela 1. Correlação da largura dos anéis de crescimento e as séries cronológicas de árvores de *Guarea guidonea* - amostras do lenho coletadas no nível do solo.

Table 1. Correlation between tree-rings width and chronological series of *Guarea guidonea* - wood samples collected at ground level.

Árvore* (localização)	Série**	Intervalo (anos)	Correlação			Correlação média
			1980-1999	1990-2009	2000-2009	
Msopé	75n	1983 2009	0.17B	0.41A		0.24
	75s	1986 2009	0.32B	0.55		
	76n	1994 2009		0.22B		
	76s	1990 2009		0.13B		
Mmeio	59n	2001 2009			-0.91B	-0.545
	59s	2004 2009			-0.66B	
	60n	2005 2009			-0.15B	
	60s	2005 2009			-0.36B	
Mtopo	67n	1999 2009		0.01B		-0.15
	67s	1982 2009	-0.26B	-0.36B		
	68n	1988 2009	0.04B	0.2B		
	68s	1988 2009	-0.03B	0.02B		
Média			0.048	0.098	-0.25	

*Localização das árvores na vertente ripária: topo (Mtopo), meia encosta (Mmeio) e sopé Msopé

** Série: número de identificação e orientação norte (n) e sul (s) das amostras do lenho

Tabela 2. Correlação da largura dos anéis de crescimento e as séries cronológicas de árvores de *Guarea guidonea* - amostras do lenho coletadas a 50 cm do nível do solo.

Table 2. Correlation between tree-rings width and chronological series of *Guarea guidonea* - wood samples collected 50cm above ground level.

Árvore* (localização)	Série**	Intervalo (anos)	Correlação			Correlação média
			1980-1999	1990-2009	2000-2009	
Msopé	77n	1985 2009		0.14B		0.099
	77s	1994 2009		-0.14B		
	78n	1990 2009		0.24A		
	78s	1990 2009		0.11B		
Mmeio	61n	2000 2009			0.42B	0.3
	61s	2004 2009			0.42B	
	62n	2001 2009			0.19B	
	62s	2003 2009			0.20B	
Mtopo	69n	1998 2009		0.45A		0.009
	69s	1988 2009		-0.12B		
	70n	1995 2009		-0.29B		
	70s	1993 2009		0.1B		
Média			0.01	0.15	0.24	

*Localização das árvores na vertente ripária: topo (Mtopo), meia encosta (Mmeio) e sopé Msopé

** Série: número de identificação e orientação norte (n) e sul (s) das amostras do lenho

Tabela 3. Correlação da largura dos anéis de crescimento e as séries cronológicas de árvores de *Guarea guidonea* - amostras do lenho coletadas a 100 cm do nível do solo.

Table 3. Correlation between tree-rings width and chronological series of *Guarea guidonea* - wood samples collected 100cm above ground level.

Árvore* (localização)	Série**	Intervalo (anos)	Correlação			Correlação média
			1980-1999	1990-2009	2000-2009	
Msopé	79n	1987 2009	0.29B	0.27A		0.189
	79s	1990 2009		0.10B		
	80n	1985 2009	0.23B	0.24B		
	80s	1993 2009		0.15B		
Mmeio	63n	2000 2009			0.47B	0.318
	63s	1999 2009			0.10B	
	64n	2003 2009			0.42B	
	64s	2000 2009			0.31A	
Mtopo	71n	1988 2009	0.09A	0.013B		0.018
	71s	1994 2009		-0.08B		
	72n	1991 2009		-0.11B		
	72s	1987 2009	0.08B	0.08B		
Média			0.173	0.017	0.248	

*Localização das árvores na vertente ripária: topo (Mtopo), meia encosta (Mmeio) e sopé Msopé

** Série: número de identificação e orientação norte (n) e sul (s) das amostras do lenho

Nas árvores de *Guarea guidonea* Msopé, Mmeio e Mtopo, as amostras radiais do lenho nas alturas de 50 e de 100 cm do tronco foram correlacionadas. O número de anéis de crescimento no lenho decresce no sentido base-topo do tronco das árvores, resultado da atividade sazonal dos meristemas apical e cambial. A comparação das amostras do lenho coletadas a diferentes alturas do tronco de mesma árvore de *Guarea guidonea* indica que esse padrão não foi verificado, sendo que nas árvores Mtopo e Msopé o número de anéis de crescimento a 100 cm é maior do que de 50 cm da altura do tronco. Esta constatação deve-se, provavelmente, a atividade cambial das regiões basais do tronco das árvores formando lenho com anéis de crescimento indistintos e de difícil visualização.

O controle da medição da largura e do número total de anéis de crescimento no lenho das árvores de *Guarea guidonea*, através do programa COFECHA, indicou uma baixa correlação entre a medida proposta e a gerada para a série máster, de modo geral, para todas as árvores e alturas. A delimitação dos anéis de crescimento com o microscópio estereoscópico e análise de imagens, para a contagem dos anéis de crescimento das amostras radiais do lenho na mesma altura do tronco, não mostrou correlação estatística significativa com a série máster, dificultando a datação precisa dos anéis de crescimento e a determinação exata da idade das árvores. Nas amostras do lenho escanizadas (resolução 1200 dpi) e processadas pelo programa IMAGE PRÓ PLUS observou-se que os anéis de crescimento são de difícil distinção, principalmente nas amostras do lenho coletadas na base do tronco das árvores, ao nível do solo. Segundo Mattos (1999) a baixa correlação dos anéis de crescimento no lenho da região basal do tronco das árvores deve-se à distorção na sua forma na fase de crescimento das raízes, induzindo a formação de anéis de crescimento de maior espessura, em relação às demais alturas do tronco. Nas amostras do lenho a presença de faixas de parênquima sem regularidade e nitidez dificulta a demarcação do limite dos anéis de crescimento.

Estudos dendrocronológicos desenvolvidos para árvores de *Guarea guidonea* no pantanal do sul do estado do Mato Grosso resultaram em cronologias confiáveis para a datação da idade das árvores, devido à satisfatória delimitação dos anéis de crescimento (URQUIZA, 2008). O autor observou, no entanto, que os anéis de crescimento na seção transversal dos discos de

lenho das árvores de *Guarea guidonea* são menos distintos no lenho juvenil em relação ao adulto. Os anéis de crescimento pouco distintos no lenho podem estar relacionados, desta forma, às árvores jovens de *Guarea guidonea* ocorrentes na área de cerrado estudada. Outro fator que pode condicionar a formação de anéis de crescimento pouco distintos é a elevada disponibilidade hídrica durante todo o ano, com a saturação de água no solo, induzindo uma atividade cambial de sazonalidade reduzida e, desta forma, crescimento contínuo do tronco das árvores. Sem o déficit hídrico, caracterizado por estação seca bem demarcada, a exemplo dos estudos de Urquiza (2008), torna-se complexa a estimativa da idade das árvores amostradas. A frequente ocorrência de lenho de tração no tronco das árvores resulta na formação de medula excêntrica; com uma assimetria entre amostras do lenho coletadas à mesma altura do tronco das árvores contribuindo, também, para a baixa correlação entre as cronologias dos anéis de crescimento e reduzindo a possibilidade de determinação precisa da idade das árvores.

Entretanto, a diferença entre o nível atual do solo e a posição do cólo do tronco das árvores permite estimar o nível original do solo quando da germinação das sementes da espécie. Desta forma, é possível inferir sobre a magnitude da deposição de sedimentos dentro de um período estimado de tempo através da inter-correlação máxima da largura dos anéis de crescimento e idade das árvores (Tabela 4).

Tabela 4. Profundidade do colo do tronco e idade provável das árvores de *Guarea guidonea*.
Table 4. Depth of basal region of the trunk of trees and probable tree ages of *Guarea guidonea*.

Árvore* (localização)	Profundidade do colo (cm)	Idade da árvore (anos)	IC** max
Msopé	-32	10	0,47
Mmeio	-34	12	0,45
Mtopo	-28	24	0,55

*Localização das árvores na vertente ripária: topo (Mtopo), meia encosta (Mmeio) e sopé Msopé.

** IC_{max}: inter-correlação máxima da largura dos anéis de crescimento.

Observa-se que as árvores jovens de *Guarea guidonea* (Mmeio e Mtopo), com idade estimada entre 10 a 24 anos, apresentaram o colo do tronco soterrado por uma camada de solo superior a 28 cm. Esta constatação indica que a área em que as árvores se desenvolveram acumulou 31 cm de sedimentos de solo, no curto período de cerca de 24 anos de exploração agrícola do terreno à montante da floresta ciliar.

A variação da altura dos sedimentos depositados ao redor do tronco das árvores está relacionada à sua posição topográfica no interior da mata ciliar. As árvores de *Guarea guidonea* Mmeio e Mtopo, situadas na borda da mata ciliar, acumularam na base do seu tronco uma maior quantidade de sedimentos, em relação às árvores Msopé no interior da mata. Essa constatação corrobora as observações de Momoli (2011) que realizou o monitoramento do nível do solo pela metodologia dos pinos de metal para avaliar a intensidade de erosão do solo, detectando maior concentração de sedimentos à montante da borda da mata ciliar em relação ao seu interior. A identificação etária das árvores de *Guarea guidonea* indicou que a deposição de sedimentos afeta a sua regeneração natural por banco de sementes ou por recrutamento, comprometendo o desenvolvimento da vegetação de sub-bosque.

A análise dos anéis de crescimento do tronco das árvores constitui-se, desta forma, em importante parâmetro para a avaliação do impacto da deposição de sedimentos em matas ciliares, indicando o potencial da aplicação da dendrogeomorfologia no país. As árvores das espécies presentes nas matas ciliares podem constituir-se em indicadores de processos erosivos e/ou de sedimentação, evidenciando, ainda mais, a necessidade de proteção e conservação das Áreas de Proteção Permanente (APP's).

CONCLUSÕES

As árvores de *Guarea guidonea* da mata ciliar acumularam uma camada de 28-34 cm de sedimentos ao redor do seu tronco, no período de 10 a 24 anos. A intercorrelação entre a largura dos anéis de crescimento das amostras do lenho coletadas na base do tronco das árvores apresentou menores valores; nas amostras do lenho coletadas a 50 cm a intercorrelação mostrou valores médios; nas amostras do lenho coletadas a 100 cm do tronco os valores da intercorrelação foram mais altos. As análises de dendrogeomorfologia permitiram inferir sobre o período de tempo de germinação das sementes e o crescimento das árvores, bem como da deposição de sedimentos. As árvores ocorrentes nas matas ciliares apresentam potencial como bioindicadoras dos processos de erosão e de sedimentação em bacias hidrográficas e em áreas de preservação permanente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOTOSSO, P. C. **A idade das árvores: importância e aplicação**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 25p. (Documentos Embrapa, n.75)
- BOTOSSO, P.C.; VETTER, R.E.; TOMAZELLO FILHO, M. Periodicidade e taxa de crescimento de árvores de *Cedrela odorata* L., Meliaceae, *Calophyllum angulare*, Clusiaceae e de *Eperua bijuga*, Caesalpinoideae de floresta de terra firme em Manaus-AM. In: ROIG, F.A. (Ed.) **Dendrocronologia en América Latina**. Mendoza: EDIUNC, 2000. p.357-379.
- CHARTIER, M.P.; ROSTAGNO, C.M.; ROIG, F.A. Soil erosion rates in rangelands of northeastern Patagonia: a dendrogeomorphological analysis using exposed shrub roots. **Geomorphology**, Amsterdam, v.106, p.344-351, 2009.
- COOPER, J.R.; GILLIAM, J.W.; DANIELS, R.B.; PORBAGE, W.P. Riparian areas as filters for agricultural sediments. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.51, p.416-420, 1987.
- FRIEDMAN, J.M.; VINCENT, K.R.; SHAFROTH, P.B. Dating floodplain sediments using tree-ring response to burial. **Earth Surface Processes and Landforms**, Sussex, v.30, p.1077-1091, 2005.
- HOLMES, R.; ADAMS, R.; FRITTS, H. Quality control of crossdating and measuring: a user's manual for program COFECHA. In: **Tree-ring chronologies of Western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin**. Tucson: Arizona University, 1986. p.15-35.
- HUPP, C.R.; BAZEMORE, D.E. Temporal and spatial patterns of wetland sedimentation, West Tennessee. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.141, p.179-196, 1993.
- MACHADO, R.E.; VETORAZZI, C.A.; XAVIER, A.C. Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.727-733, 2003.
- MATTOS, P.P. **Identificação de anéis anuais de crescimento e estimativa de idade e incremento anual em diâmetro de espécies nativas do pantanal da Nhecolândia, MS**. 1999. 116p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

- MATTOS, S.C. Estado atual e necessidade de gerenciamento das bacias hidrográficas dos rios Meia Ponte, Corumbá e dos Bois, estado de Goiás. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2000. p.1-6
- MIZUGAKI, S.; NAKAMURA, F.; ARAYA, T. Using dendrogeomorphology and ¹³⁷Cs and ²¹⁰Pb radiochronology to estimate recent changes in sedimentation rates in Kushiro Mire, Northern Japan, resulting from land use change and river channelization. **Catena**, Amsterdam, v.68, p.25-40, 2006.
- MOMOLI, R.S.; COOPER, M.; CASTILHO, S.C.P. Sediment morphology and distribution in a restored riparian forest. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, n.5, p.486-494, 2007.
- MOMOLI, R.S. **Dinâmica da sedimentação em solos sob matas ciliares**. 2011. 190p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS, H. The ecology of interfaces: riparian zones. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Ann Arbor, v.28, p.621-658, 1997.
- OUDEN, J.; SASS-KLAASSEN, U.G.W.; COPINI, P. Dendrogeomorphology – a new tool to study drift-sand dynamics. **Netherlands Journal of Geosciences**, Dordrecht, v.86, p.355-363, 2007.
- GOIÁS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Zoneamento ecológico-econômico da microrregião Meia Ponte**. Goiânia: SEMARH, 1999. v.1, 280 p.
- SCHWEINGRUBER, F.H.; BÖRNER, A.; SCHULZE, E.D. **Atlas of Woody Plants Stems: Evolution, Structure and Environmental Modifications**. Berlin: Springer, 2006. 229p.
- SHRODER JUNIOR, J.F. Dendrogeomorphology: review and new techniques of tree-ring dating. **Progress in Physical Geography**, London, v.4, n.2, p.161-188, 1980.
- STRUNK, H. Dating of geomorphological processes using dendrogeomorphological methods. **Catena**, Amsterdam, v.31, p.137-151, 1997.
- URQUIZA, M.V.S. **Crescimento e idade de cinco espécies arbóreas do Morro Santa Cruz, Corumbá-MS**. 2008. 53p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2008.
- VILLALBA, R. Metodos en dendrogeomorfologia y su potencial uso en América del Sur. In: ROIG, F.A. (Ed.) **Dendrocronologia en América Latina**. Mendoza: EDIUNC. 2000. p.103-134.

Recebido em 05/05/2011

Aceito para publicação em 31/01/2012