MONITORAMENTO DE PLANTIOS DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTAS CILIARES: MICROBACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, MINEIROS DO TIETÊ, SP[1]

Érica Danila IGNÁCIO[2]
Cláudia Mira ATTANASIO[3]
Maria Teresa Zugliani TONIATO[4]

1 INTRODUÇÃO

A importância das matas ciliares para manutenção dos recursos hídricos, conservação da diversidade de fauna e flora e conectividade da paisagem já foi amplamente documentada (Crestana *et al*., 2003; Lima & Zakia, 2000). Porém, sua comprovada importância não impediu a intervenção humana que desestabiliza os ecossistemas naturais (Rodrigues & Gandolfi, 2000). Iniciativas de restauração de áreas degradadas e avanço na conscientização e na legislação acerca da proteção dessas florestas vêm se intensificando desde a década de 1990 (Kageyama & Gandara, 2005). Diversos aspectos relativos às características físicas e bióticas das matas ciliares podem ser encontrados em Rodrigues & Leitão Filho (2000).

A restauração de áreas degradadas é importante para restaurar aspectos funcionais das matas ciliares, como proteção contra erosão, manutenção de vazão e de qualidade da água, entre outros (Melo & Durigan, 2007) e também para promover o retorno dos processos ecológicos originais (Attanasio *et al*., 2006) e favorecer a regeneração natural (Mantovani, 1998; Rodrigues & Gandolfi, 2000). O monitoramento de áreas em restauração auxilia na avaliação do seu desenvolvimento; na identificação de perturbações; na definição de medidas de manejo, condução ou replantio; na verificação da eficiência dos métodos e espécies empregadas e no aperfeiçoamento dos modelos, podendo embasar estudos sobre o desenvolvimento das comunidades implantadas e dos processos ecológicos e hidrológicos relacionados. Melo & Durigan (2007) ressaltam que é importante escolher indicadores que facilitem a execução da avaliação, seja na obtenção dos dados, seja na sua interpretação, sugerindo a cobertura de copas como um indicador de desenvolvimento estrutural de florestas em restauração. Em áreas em restauração, o incremento da cobertura é importante para auxiliar em processos como: diminuição da luminosidade incidente no solo e controle da matocompetição (Guilherme, 2000); atenuação do impacto das chuvas no solo e controle de processos erosivos (Joly *et al*., 2000); modificação das condições microclimáticas (luminosidade, temperatura, umidade do ar e do solo), que podem favorecer o estabelecimento de outras espécies que cheguem à área por dispersão (Howe, 1986) ou chuva de sementes, e favorecimento do processo de regeneração natural, responsável pelas características futuras da floresta restaurada.

2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Este estudo teve por objetivos realizar o monitoramento de plantios de restauração de matas ciliares em uma microbacia hidrográfica no interior do Estado de São Paulo e obter um diagnóstico do desenvolvimento da vegetação em plantios com idade de 2 a 4 anos. Pretendeu-se verificar: a) se as árvores plantadas sobreviveram; b) qual o percentual de sobrevivência e também da cobertura de copas promovido pelos indivíduos estabelecidos; c) se há evidências de regeneração natural nas áreas; d) se houve alta mortalidade e suas possíveis causas; e) se há a necessidade de medidas de manutenção e/ou replantio nas áreas estudadas.

(1) O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – Brasil.
(2) Acadêmica do curso de Ciências Biológicas da Universidade do Sagrado Coração, Bauru, SP. Bolsista do PIBIC/CNPq. E-mail: le_ignacio@yahoo.com.br
(3) Engenheira Agrônoma da Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral - CATI, Regional Jaú, Casa da Agricultura de Mineiros do Tietê, SP. E-mail: cmattana@esalq.usp.br
(4) Orientadora. Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: mate_zt@yahoo.com.br

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Microbacia do Ribeirão São João, localizada nos municípios de Mineiros do Tietê e Dois Córregos, Estado de São Paulo. Esta microbacia é formada pelo Ribeirão São João e Córrego do Borralho, abrange uma área de 3.656 ha, em uma região onde predominam o cultivo de cana-de-açúcar e propriedades rurais com tamanho inferior a 50 ha. Plantios de restauração de matas ciliares nesta microbacia foram realizados entre 2003 e 2005, por meio do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas, em 13 locais, empregando cerca de 20.000 mudas, de aproximadamente 75 espécies.

Para o monitoramento foram selecionadas dez áreas, a fim de avaliar o desenvolvimento dos plantios de restauração de matas ciliares na microbacia de estudo. O parâmetro estrutural utilizado foi o de cobertura de copas, definida por Greig-Smith (1983) como a proporção do solo ocupada pela projeção perpendicular da parte aérea dos indivíduos da população ou comunidade analisada. Para a estimativa deste parâmetro, foi empregado o método de interseção de linhas. Descrito inicialmente por Canfield (1941), este método considera como cobertura o somatório de interseções das projeções de copas sobre uma linha, dividido pelo comprimento total da linha, e expresso em porcentagem. Em campo, este método consistiu em dispor uma trena de 15 m em sentido oblíquo às linhas de plantio (Melo *et al.*, 2007), a cada 10 m de distância, de forma a registrar as variações ao longo de toda a extensão de cada uma das áreas em restauração. Para todos os indivíduos cuja copa se projetasse sobre a trena, foi registrado o comprimento correspondente à projeção da copa. As estimativas de cobertura foram calculadas para cada área, considerando-se a proporção destas projeções em relação ao comprimento total das linhas empregadas para a análise. Em cada área, foram contados o número de sobreviventes e o número de indivíduos amostrados pelo método empregado. Condições do entorno, impactos, características gerais dos plantios e aspectos da manutenção foram registrados. Informações sobre o desenvolvimento dos plantios, tratos culturais, sua freqüência e dificuldades encontradas, foram obtidos por meio de um questionário aplicado aos proprietários das áreas, a fim de obter dados complementares para auxiliar a interpretação dos resultados de cobertura de copas e avaliar os fatores que mais influenciaram no desenvolvimento estrutural desses plantios de restauração.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas são muito semelhantes quanto ao histórico de ocupação e atividades agrícolas no entorno. Fisionomicamente, são evidentes as variações tanto entre as áreas quanto entre trechos do mesmo plantio de restauração, havendo trechos mais desenvolvidos e outros com indivíduos menores, ou com muitas falhas no plantio. Devido às variações de tamanho e contorno das áreas, houve a necessidade de adequação metodológica, que resultou em intensidades amostrais diferentes para cada plantio de restauração. A densidade de árvores sobreviventes variou de 174 a 1.753 ind. ha^{-1} nas diferentes propriedades (TABELA 1), com taxa de mortalidade inicial de até 30%, conforme confirmado pelos proprietários, sendo a incidência de formigas a principal causa reportada de morte das mudas.

As comunidades implantadas nas propriedades Sítio Águia Dourada e Fazenda Campos apresentaram porcentagens de cobertura de copas maiores que 50%, sendo que no Sítio Águia Dourada já ocorreu cobertura praticamente total do terreno (97,7%). Os plantios de restauração dos Sítios São Biaggio, Santa Maria, São João e São João/Agrícola Ponte Alta apresentaram entre 20 e 30% da área recoberta, enquanto valores inferiores foram registrados nas propriedades Sítio São Luiz (16,8%), Sítio São Roque (duas áreas, com 3,1% e 15%) e Área Verde da Prefeitura de Dois Córregos (14,1%) (TABELA 1).

A escolha do método de interseção de linhas foi baseada no estudo de Melo *et al*. (2007), que verificaram, para plantios de um a três anos, que os valores de cobertura apresentaram correlações positivas com outras áreas estruturais de reflorestamentos, com idade, altura média, dap médio (diâmetro à altura do peito - 1,30 m) e área basal. O método mostrou-se eficiente também nas áreas deste estudo, uma vez que os resultados obtidos corroboram as características fisionômico-estruturais da vegetação (altura das mudas, diâmetro do caule, largura das copas, densidade de indivíduos, falhas nas linhas de plantio, etc.) observadas em campo, em cada um dos plantios de restauração de mata ciliares.

Os plantios que apresentaram cobertura acima de 50% (Sítio Águia Dourada e Fazenda Campos) são áreas com 4 e 3 anos de idade respectivamente, localizadas em trechos úmidos de várzea, muito próximos a cursos d'água e nascentes. No outro extremo, duas das áreas que apresentaram menor crescimento das mudas e menor cobertura de copas (Sítio São Roque), têm solo raso e pedregoso e sofreram impacto inicial pelo pastoreio, antes do isolamento do plantio. Nas propriedades São Luiz e Área Verde da Prefeitura de Dois Córregos, a competição com mato e o ataque de formigas foram bastante acentuados. Dificuldades para controle de plantas invasoras e formigas, e susceptibilidade ao fogo foram destacados como fatores de impacto pelos proprietários de todas as áreas.

Existem poucos estudos voltados para avaliação/monitoramento de áreas restauradas com espécies nativas. No Estado de São Paulo destacam-se os de Silveira & Durigan (2004), Pulitano *et al*. (2004), Souza & Batista (2004), Melo & Durigan (2007) e Melo *et al*. (2007). Os dois últimos relatam taxas de cobertura entre 16,8 e 77,4% em plantios de um ano e superiores a 100% em plantios de três anos. Na Microbacia do Ribeirão São João, plantios com idades semelhantes apresentaram percentuais de cobertura inferiores (TABELA 1), embora uma comparação direta não permita avaliações conclusivas, uma vez que existem muitas variáveis envolvidas.

TABELA 1 – Localidades e dados dos plantios e do monitoramento das áreas de matas ciliares em restauração avaliadas. Microbacia do Ribeirão São João, municípios de Mineiros do Tietê e Dois Córregos, SP. Nomes das propriedades em ordem decrescente, segundo valores de porcentagem de cobertura de copas.

Propriedade	Idade (anos)	Área (ha)	Nº linhas	Densidade de sobreviventes (ind. ha^{-1})	Cobertura de copas (%)
1. Sítio Águia Dourada	4	0,19	15	1.753	97,7
2. Fazenda Campos	3	0,97	63	1.010	52,9
3. Sítio São Biagio	2	0,75	50	787	30,5
4. Sítio Santa Maria	3	0,15	15	1.120	29,0
5. Sítio São João/Ponte Alta	4	0,27	25	611	21,9
6. Sítio São João	2	0,32	15	906	21,1
7. Sítio São Luiz	3	0,31	31	384	16,8
8. Sítio São Roque-Área A	3	0,12	5	833	15,0
9. Área Verde – Dois Córregos	4	1,50	86	174	14,1
10. Sítio São Roque-Área B	3	0,35	10	286	3,1

Em florestas em processo de regeneração, são observadas modificações nas características fisionômicas, florísticas, estruturais e edáficas, de acordo a idade ou o desenvolvimento da floresta (Tabarelli & Mantovani, 1999; Toniato & Oliveira-Filho, 2004). Em plantios de restauração de matas ciliares com idades de um a quinze anos, Melo & Durigan (2007) verificaram que, com o aumento da idade, ocorreu aumento nos valores de riqueza, cobertura, área basal e altura da vegetação nos plantios, em direção aos valores observados na floresta madura. Mecanismos naturais de dispersão e regeneração devem definir as características futuras da comunidade nas áreas em restauração, a depender das espécies empregadas inicialmente, do modelo de restauração adotado, das condições prévias da área e da existência de fontes de propágulos e dispersores nas proximidades (Melo & Durigan, 2007; Souza & Batista, 2004).

5 CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo permitiram um diagnóstico inicial do desenvolvimento dessas áreas em restauração, das variações existentes nos plantios da microbacia e suas causas prováveis, além dos resultados do manejo empregado. Embora ainda não existam evidências de regeneração natural nestas áreas, foram identificadas áreas mais problemáticas e áreas com melhor desenvolvimento estrutural. Com base nestas informações, medidas de condução, manejo e replantio poderão ser indicadas para cada local, aumentando as chances de desenvolvimento estrutural e as possibilidades da regeneração natural futura nestas comunidades, além de contribuir para ampliar a compreensão científica acerca da evolução estrutural de florestas plantadas, cujas informações são escassas na literatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTANASIO, C. M. *et al*. **Adequação ambiental de propriedades rurais, recuperação de áreas degradadas, restauração de matas ciliares**. Piracicaba: Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ/USP, 2006. 66 p. (Apostila Técnica).

CANFIELD, R. H. Application of the line interception method in sampling range vegetation. **Journal of Florestry**, Bethesda, v. 39, p. 388-394, 1941.

CRESTANA, M. S. M.; TOLEDO FILHO, D. V.; CAMPOS, J. B. **Florestas:** sistemas de recuperação com essências nativas. Campinas: CATI, 1993. 60 p.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. 2nd ed. London: Butterworths, 1983. 256 p.

GUILHERME, F. A. G. Efeitos da cobertura do dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria, Brasília, DF, **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 60-66, 2000.

HOWE, H. F. Seed dispersal by fruiting-eating birds and mammals. In: MURRAY, D. R. (Ed.). **Seed dispersal**. New York: Academic Press, 1986. p. 123-183.

JOLY, C. A. *et al*. Projeto Jacaré-Pepira: o desenvolvimento de um modelo de recomposição de mata ciliar com base na florística regional. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. p. 271-287.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ/USP e CESP. In: GALVÃO, A. P.; PORFÍRIO DA SILVA, V. (Ed.). **Restauração florestal:** fundamentos e estudo de casos. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 139 p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. p. 33-44.

MANTOVANI, W. Recuperação e monitoramento de ecossistemas: escalas de abordagem. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998. p. 228-294. (**Publicações da ACIESP**, São Paulo, v. 5, n. 4, 1998).

MELO, A. C. G.; MIRANDA, D. L. C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 228-294, 2007.

_____.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 73, p. 101-111, 2007.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. **Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas:** uma proposta metodológica. Lavras: Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, 1994. p. 64-72.

PULITANO, F. M.; DURIGAN, G.; DIAS, L. E. A mata ciliar da Fazenda Cananéia: estrutura e composição florística em dois setores com idades diferentes. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista:** resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 419-445.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. p. 235-247.

_____.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. 320 p.

SILVEIRA, E. R.; DURIGAN, G. Recuperação de matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos 10 anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, SP. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista:** resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 347-370.

SOUZA, M. F.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 19, p. 185-200, 2004.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, n. 59, p. 239-250, 1999.

TONIATO, M. T. Z.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Variations in tree community composition and structure in a fragment of tropical semideciduous forest in southeastern Brazil related to different human disturbance histories. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 198, p. 319-339, 2004.