

# MONITORAMENTO DE PLANTIOS DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTAS CILIARES: MICROBACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, MINEIROS DO TIETÊ, SP<sup>1</sup>

Érica Danila IGNÁCIO<sup>2</sup>

Cláudia Mira ATTANASIO<sup>3</sup>

Maria Teresa Zugliani TONIATO<sup>4</sup>

## RESUMO

Muitas são as iniciativas de restauração de áreas de matas ciliares degradadas, porém são poucos os estudos para a avaliação de seu desenvolvimento. Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento estrutural em plantios de matas ciliares, analisou-se a cobertura de copas em dez plantios de restauração realizados com base na sucessão secundária e de diferentes idades (2-4 anos), na microbacia do ribeirão São João, município de Mineiros do Tietê, Estado de São Paulo, Brasil. A cobertura de copas estimada pelo método de interseção de linhas indicou diferenças no processo de recobertura das áreas, variando entre 3,1% e 97,7%. Foram observadas variações tanto entre diferentes áreas como entre trechos do mesmo plantio de restauração. A densidade de indivíduos arbóreos sobreviventes variou entre 174 e 1.753 ind. ha<sup>-1</sup>. Informações obtidas junto aos proprietários dos locais de estudo indicaram que o controle de matocompetição e de formigas foram as maiores dificuldades de manutenção, e que a perda estimada por mortalidade das mudas plantadas pode chegar a 30%. Em nenhuma das áreas foram verificadas evidências de regeneração natural. O diagnóstico inicial dos plantios de restauração permitiu reconhecer áreas mais problemáticas, onde o estabelecimento e a sobrevivência dos indivíduos plantados parecem prejudicados, e áreas onde a floresta em restauração apresentou melhor desenvolvimento estrutural. Essas informações serão importantes para avaliação dos métodos, espécies, modelos e manutenção empregados, bem como para definição de medidas de proteção, condução, manejo e replantio, que são indicadas para a maioria das áreas de estudo.

**Palavras-chave:** mata ciliar; cobertura de copas; desenvolvimento estrutural; restauração florestal.

## ABSTRACT

Many initiatives have focused on the restoration of degraded riparian forests, but few studies have evaluated their development. In order to assess the structural development of planted riparian forests, we analyzed the canopy cover in ten restoration plantings in different ages (2 to 4 years) that went over secondary succession, located at the river São João, municipality of Mineiros do Tietê, Sao Paulo State, Brazil. Crown cover estimated by line interception showed variations in the recovery process, from 3.1% to 97.9%. Variation was observed among areas, and among sectors in the same restoration planting. Surviving tree density rates ranged from 174 to 1,753 ind.ha<sup>-1</sup>. Information obtained with the land owners within the study area suggested that (1) the control of grass competition and ants have been the hardest difficulties for maintenance, and (2) the estimated loss due to the mortality rate of planted plantlets might reach 30%. Evidence of natural regeneration was not found in any of the verified areas. The preliminary diagnosis of restoration plantings has allowed us to recognize troublesome areas where settlement and survival of planted individuals seem to be damaged, and also areas where the restoring forest has shown better structural development rates. Such information will be important to evaluate deployed methods, species, models and maintenance, as well as to define procedures for protection, development, management and replanting, which will in turn be suggested for most study areas.

**Key words:** riparian forests; canopy cover; structural development; forest restoration.

(1) Trabalho realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq - Brasil. Aceito para publicação em novembro de 2007.

(2) Acadêmica do curso de Ciências Biológicas da Universidade do Sagrado Coração, Bauru, SP. Bolsista do PIBIC/IF/CNPq entre agosto de 2006 e julho de 2007. E-mail: le\_ignacio@yahoo.com.br

(3) Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral - CATI, Casa da Agricultura de Mineiros do Tietê, Rua da Abolição, 217, 17320-000, Mineiros do Tietê, SP, Brasil. E-mail: cmattana@esalq.usp.br

(4) Instituto Florestal, Estação Experimental de Bauru, Avenida Rodrigues Alves, 38-25, 17030-000, Bauru, SP, Brasil. E-mail: mate\_zt@yahoo.com.br

## 1 INTRODUÇÃO

O reconhecimento da vegetação como parte integrante da rede de drenagem da bacia hidrográfica já é bastante antigo (Lima, 1989; Kageyama *et al.*, 2003). Sabe-se, hoje, que as matas ciliares, como esta vegetação é genericamente conhecida, são de grande importância para fornecer abrigo e alimento à fauna, promover a conectividade da paisagem e, principalmente, a proteção e manutenção dos recursos hídricos (Crestana *et al.*, 1993; Lima & Zakia, 2000). Porém, sua comprovada importância não impediu sua degradação por ação da intervenção humana, que desestabiliza os ecossistemas naturais, e que nas matas ciliares ocorreu principalmente devido à necessidade de expansão agrícola (Rodrigues & Gandolfi, 2000; Kageyama & Gandara, 2005) e crescimento populacional. Contudo, a partir da década de 1990, intensificaram-se as iniciativas de restauração de áreas degradadas e houve aumento significativo da conscientização da sociedade e das exigências legais acerca da preservação dessas florestas. Uma ampla abordagem referente às características físicas, biológicas e ecológicas, e aos aspectos relativos à restauração das matas ciliares pode ser encontrada em Rodrigues & Leitão Filho (2000).

Considerando a microbacia como unidade de trabalho, o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas - PEMBH, iniciado no ano 2000 e executado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo - SAA-SP, tem seus objetivos voltados para o desenvolvimento rural sustentável, buscando aumentar o bem-estar da população rural através de implantação de sistemas de produção agropecuária, que garantem melhores níveis de renda aos produtores, sem agredir o meio ambiente.

A microbacia do ribeirão São João, localiza-se nos municípios de Mineiros do Tietê (a maior parte) e Dois Córregos, na região central do Estado de São Paulo. Está integrada ao Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas da CATI desde dezembro de 2001, escolhida segundo os seguintes critérios: nível de degradação ambiental; concentração de pequenos produtores; tipos de exploração predominantes representados por culturas anuais e de alimentos básicos; presença de mananciais de abastecimento humano;

receptividade por parte dos produtores; área da microbacia dentro ou próxima de Unidade de Conservação de Uso Indireto e maior porcentagem de Área de Preservação Permanente. O Plano de Manejo Integrado desta microbacia foi elaborado em parceria com os produtores rurais e a comunidade. Do diagnóstico e planejamento participativos resultaram a priorização de diversas ações a serem implementadas para a busca da sustentabilidade social, econômica e ambiental na microbacia. Dentre elas, as indicações que se referem diretamente aos propósitos deste estudo foram as necessidades de: a) proteção dos cursos d'água, por meio do plantio de mata ciliar, para evitar assoreamento e poluição dos rios e nascentes; b) proteção das matas ciliares, principalmente contra o fogo e outros fatores de impacto (Attanasio, 2004).

Em 2005, a microbacia foi uma das 15 escolhidas no Estado de São Paulo para integrar o Projeto de Recuperação de Matas Ciliares, que é uma iniciativa da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e possui auxílio financeiro do Banco Mundial/Global Environment Facility - GEF, com objetivos que contemplam a recuperação de matas ciliares (São Paulo, 2005) e os diversos aspectos socioeconômicos, ambientais e educacionais relacionados, semelhante ao que vem sendo desenvolvido pelo PEMBH. Assim, há expectativa de ampliação de plantios de matas ciliares para o trecho médio da microbacia, e necessidade de monitoramento continuado de todas as áreas em processo de restauração.

O reflorestamento se faz importante para a restauração dos aspectos funcionais das matas ciliares, como proteção contra erosão, manutenção de vazão e de qualidade da água, entre outros (Melo & Durigan, 2007). Normalmente, é o método de restauração empregado em áreas onde a formação florestal original foi substituída por alguma atividade agropastoril altamente tecnificada. Em casos onde a vegetação natural remanescente no entorno não é florestal, ou foi totalmente destruída, o reflorestamento deve contemplar o retorno dos processos ecológicos originais (Attanasio *et al.*, 2006), adotando-se medidas que reduzam ou eliminem as perturbações e criem condições para o estabelecimento de propágulos (sementes ou mudas), de forma a favorecer a sustentabilidade do processo, entendida como a capacidade da área restaurada de perpetuar-se (Mantovani, 1998; Rodrigues & Gandolfi, 2000).

Não apenas os plantios para a restauração das matas ciliares são importantes, como também a avaliação de seu desenvolvimento ao longo do tempo, para identificação de perturbações; para definição de medidas de manejo, condução ou replantio; para a verificação da eficiência dos métodos e espécies empregadas; para o aperfeiçoamento dos modelos; e para subsidiar diversos estudos de cunho científico acerca do desenvolvimento das comunidades implantadas e dos processos ecológicos e hidrológicos relacionados. Melo & Durigan (2007) ressaltam que para os procedimentos de monitoramento de áreas em restauração, é importante escolher indicadores que facilitem a execução da avaliação, seja na obtenção dos dados, seja na sua interpretação. Os autores sugeriram a avaliação de cobertura de copas como um indicador de desenvolvimento estrutural de florestas em restauração, após constatarem a existência de correlações positivas entre este e outros parâmetros estruturais, cuja coleta e análises de dados são mais complexas.

A cobertura de copas é entendida como a proporção do solo ocupada pela projeção perpendicular da parte aérea dos indivíduos da vegetação analisada (Greig-Smith, 1983). Em áreas em restauração, o incremento da cobertura é importante para diminuir a luminosidade incidente no solo e controlar a matocompetição (Guilherme, 2000); para atenuar o impacto das chuvas no solo e controlar os processos erosivos (Joly *et al.*, 2000); para modificar as 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, desencadeando o processo de regeneração natural, responsável pelas características futuras da floresta restaurada.

Este estudo teve como 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 idades de 2 a 4 anos, por meio da investigação das seguintes questões:

- a) As árvores plantadas sobreviveram?
- b) Havendo sobrevivência, qual é o percentual de cobertura de copas promovido pelos indivíduos estabelecidos?

- c) Há evidências de regeneração natural nas áreas?
- d) Houve alta mortalidade? Quais as possíveis causas?
- e) Há diferenças de desenvolvimento entre os plantios?
- f) Quais foram as práticas de manutenção e com que frequência foram empregadas?
- g) Medidas de manutenção e/ou replantio são indicadas nessas áreas?

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da Área de Estudo

Este estudo foi desenvolvido na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão São João, localizada nos municípios de Mineiros do Tietê e Dois Córregos, região central do Estado de São Paulo, entre os paralelos 22° 22' e 22° 27' Sul e os meridianos 48° 22' e 48° 30' Oeste. A microbacia é formada pelo ribeirão São João e pelo córrego do Borralho, está inserida no perímetro da Área de Proteção Ambiental Corumbataí - APA Corumbataí e é integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, fazendo parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI Tietê - Jacaré (Attanasio, 2004). Abrange uma área de 3.656 ha, inserida em uma paisagem de monocultura agrícola, onde predominam a lavoura de cana-de-açúcar e propriedades rurais com tamanho inferior a 50 ha (dados do levantamento socioeconômico e ambiental da Casa da Agricultura de Mineiros do Tietê, 2000/2001). Esta é uma das microbacias selecionadas pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SAA do Estado de São Paulo, para desenvolvimento do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas - PEMBH.

Os plantios de restauração de matas ciliares nessa microbacia foram realizados nos meses de fevereiro e março dos anos 2003, 2004 e 2005, por meio do PEMBH, tendo a Casa da Agricultura de Mineiros do Tietê (CATI - SAA-SP) como executora, em parceria com o Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal - LERF da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo - ESALQ-USP.

Ao todo, foram realizados plantios de restauração em áreas de 13 propriedades rurais, empregando aproximadamente 20.000 mudas, de cerca de 75 espécies. Sempre que possível, o desenho experimental adotado foi o plantio em linhas de preenchimento (espécies pioneiras e secundárias iniciais, de rápido crescimento e cobertura da área) e linhas de diversidade (espécies secundárias tardias e climáticas), estabelecidas alternada e paralelamente aos cursos d'água/nascentes e obedecendo às curvas de nível do terreno, segundo recomendações de Attanasio *et al.* (2006). Segundo Kageyama & Gandara (2005), a técnica de grupos sucessionais para ordenar a alta diversidade de espécies da floresta e organizá-las nos plantios, da mesma forma em que elas ocorrem na floresta natural, representa um grande salto no desenvolvimento da tecnologia de plantios de nativas, mas também é o conceito mais discutido e polemizado em eventos pertinentes. A escolha das espécies considerou sua ocorrência natural nos remanescentes de vegetação nativa da região, como sugere Oliveira-Filho (1994), e foi adotada a classificação sucessional reconhecida pela literatura especializada ou inferida a partir de observações de campo.

A manutenção das áreas e os cuidados silviculturais são responsabilidade dos proprietários, com assistência técnica da Casa da Agricultura local. Atualmente, esses plantios têm idades que variam entre dois e quatro anos. Nas diversas propriedades, o intuito foi implantar a mata ciliar quando não existente, ou apenas completar a faixa de 30 metros correspondente à Área de Preservação Permanente, conforme determinado pela legislação ambiental vigente. Assim, além das variações em idade, as diferentes áreas analisadas apresentam largura, comprimento, área total plantada e contorno variáveis, de acordo com as condições prévias de cada local.

## 2.2 Procedimentos de Campo e Análise de Dados

A fim de avaliar o desenvolvimento dos plantios de restauração de matas ciliares na microbacia estudada, foram selecionadas dez áreas para monitoramento, em nove propriedades rurais, considerando as condições de acesso e a sobrevivência dos plantios.

O parâmetro estrutural avaliado foi a cobertura de copas, definida como a proporção do solo ocupada pela projeção perpendicular da parte

aérea dos indivíduos da população ou comunidade analisada (Greig-Smith, 1983). Para a estimativa desse parâmetro, foi empregado o método de interseção de linhas. Descrito inicialmente por Canfield (1941), o 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. Neste trabalho, foi utilizada uma trena com comprimento de 15 metros, disposta sempre em sentido oblíquo às linhas de plantio, conforme realizado por Melo *et al.* (2007). A fim de adequar a amostragem à heterogeneidade da vegetação existente, tanto entre trechos da mesma área em restauração como entre as diferentes áreas, optou-se por distribuir as linhas de amostragem a cada 10 m, procurando registrar as variações ao longo de toda a extensão de cada um dos plantios. Em locais onde a largura do plantio era superior a 15 m, mas não ultrapassando 30 m, as linhas foram dispostas alternadamente, sendo a primeira partindo do rio em direção à borda, a seguinte da borda em direção ao rio, e assim sucessivamente. Em áreas onde a largura da área plantada foi superior a 30 metros, as linhas de 15 m foram dispostas partindo-se do rio/nascente em direção à borda, em sentido oblíquo às linhas de plantio, em faixas sucessivas e paralelas de 15 m, de modo a contemplar toda a largura da área plantada.

Foram considerados na amostragem todos os indivíduos cuja copa se projetasse sobre a trena, mesmo quando havia sobreposições de copas de indivíduos próximos. O comprimento correspondente à projeção da copa de cada indivíduo foi registrado e 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.

Para cada área foram registradas as condições no entorno da área reflorestada, os impactos mais evidentes, a altura média dos indivíduos e as condições de manutenção na ocasião da coleta de dados. Foram contados o número total de indivíduos sobreviventes e o número de indivíduos amostrados pelo método de interseção de linhas. O percentual de mortalidade foi inferido com base nos registros do número de mudas plantadas em cada área e em informações obtidas junto aos proprietários acerca da mortalidade inicial e suas causas aparentes.



Outros dados referentes ao desenvolvimento dos plantios, aos tratos culturais e sua frequência, bem como às dificuldades encontradas, foram obtidos por meio de um questionário aplicado aos proprietários das áreas, sendo conhecido que estes não dispõem de apoio financeiro para a manutenção dos plantios e o fazem de acordo com suas prioridades e possibilidades. O propósito deste levantamento foi obter dados que auxiliassem na interpretação dos resultados de cobertura de copas de cada área, possibilitando inferências sobre os fatores que mais influenciaram no desenvolvimento estrutural dos plantios de restauração dessas matas ciliares.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas em estudo são muito semelhantes no que se refere ao histórico de ocupação e atividades agrícolas no entorno,

com predomínio de monocultura canavieira, além de pastagens, granjas, habitações e presença de poucos remanescentes de florestas nativas na microbacia como um todo.

Fisionomicamente, são evidentes as variações tanto entre as diferentes áreas, quanto entre trechos do mesmo plantio de restauração, havendo trechos mais desenvolvidos alternados com outros onde os indivíduos são menores ou existem muitas falhas nas linhas de plantio. A densidade de árvores sobreviventes variou de 174 a 1.753 ind. ha<sup>-1</sup> nas diferentes propriedades (TABELA 1), com taxas de mortalidade inicial de até 30%, conforme informações dos proprietários. A principal causa reportada de morte das mudas foi o ataque por formigas, sendo a incidência de formigas e de plantas invasoras mencionadas como as principais dificuldades para a manutenção dos plantios (TABELA 2).

TABELA 1 – Caracterização de dez plantios de restauração de matas ciliares quanto à propriedade onde se localizam área plantada, idade, densidade de indivíduos sobreviventes, número de linhas empregadas para avaliação da cobertura de copas, número de indivíduos amostrados e porcentagem média de cobertura de copas no terreno. Microbacia do ribeirão São João, municípios de Mineiros do Tietê e Dois Córregos, SP. Propriedades elencadas em ordem decrescente, segundo valores de porcentagem de cobertura de copas.

Propriedade	Idade (anos)	Área (ha)	Nº linhas	Densidade de sobreviventes (ind. ha <sup>-1</sup> )	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 Biaggio	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

TABELA 2 – Características das áreas e tratos silviculturais aplicados aos plantios de restauração de matas ciliares da Microbacia do Ribeirão São João, município de Mineiros do Tietê, SP. Informações obtidas junto à Casa da Agricultura local e por meio de questionários aplicados aos proprietários.

	Propriedades rurais									
	Sítio Água Dourada	Fazenda Campos	Sítio São Biaggio	Sítio Santa Maria	Sítio S. João Agrícola Ponte Alta	Sítio São João	Sítio São Roque Área A	Prefeitura Dois Córregos	Sítio São Roque Área B	
Motivação	autuação e ação CATI	autuação e ação CATI	autuação e ação CATI	ação CATI; adesão espontânea	ação CATI; adesão espontânea	ação CATI; adesão espontânea	ação CATI; adesão espontânea	ação CATI; adesão espontânea	ação CATI; adesão espontânea	
Ano plantio	2003	2004	2005	2004	2004	2005	2004	2003	2004	
Calagem e Adubação	adubação orgânica	nenhuma	calagem adubação orgânica	adubação química	adubação química	orgânica	adubação orgânica	adubação química	adubação orgânica	
Isolamento	sim	não	não	sim	não	sim	sim	sim	não	
Tutoramento	sim	não	sim	não	sim	sim	não	não	não	
Irrigação	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	não	
Controle invasoras	2 vezes/ano	2 vezes/ano	3 vezes/ano	3 vezes/ano	cd 3 meses	cd 4 meses	cd 2 meses	3 vezes/ano	cd 2 meses	
Manutenção entrelinhas	Roçada coroamento	herbicida roçada	roçada	roçada	roçada	roçada	herbicida roçada	roçada herbicida	herbicida roçada	
Controle formigas	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	Sim	
Impactos Entorno	nenhum pastagem/cana	exóticas/chuva cana	exóticas/chuva cana	nenhum pastagem	fogo/lixo cana	daninhas/seca pastagem e capim	pastejo pastagem	pastejo pastagem e rodovia	pastejo pastagem	
Dificuldades manutenção	formigas	matocompetição	matocompetição	formigas	matocompetição	nenhuma	solo pedregoso	nenhuma	solo pedregoso	
Mortalidade Inicial (estimada)	30% ou mais	até 10%	até 10%	10 a 20%	20 a 30%	0 a 10%	20 a 30%	20 a 30%	20 a 30%	
Causa mortalidade	formigas	–	formigas	formigas	seca/formigas	formigas	solo pedregoso	formigas	solo pedregoso	

A necessidade de adequação metodológica de avaliação à heterogeneidade das áreas (comprimento, largura, área total, variações fisionômico-estruturais da comunidade implantada) resultou em intensidades amostrais diferentes para cada plantio de restauração, principalmente em função de seu tamanho e contorno. As áreas dos plantios de restauração são inferiores a 1 ha na maioria (variando entre 0,12 e 1,50 ha) e foram empregadas de 5 a 86 linhas de avaliação (TABELA 1), amostrando 10% do total de indivíduos sobreviventes em uma das propriedades e mais de 20% em todas as outras.

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 instalados nos 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 para avaliação da cobertura de copas dos plantios foi baseada no estudo de Melo *et al.* (2007). Utilizando este método em plantios de restauração com idade entre um a três anos, os autores verificaram que os valores de cobertura apresentaram correlações positivas com outras variáveis estruturais dos reflorestamentos, como idade, altura média, dap médio (diâmetro à altura do peito – 1,30 m) e área basal. Esses resultados apóiam a recomendação dos autores de se utilizar a avaliação de cobertura como indicador da evolução estrutural dos reflorestamentos de restauração. Trata-se de um método confiável, de execução simples e rápida no campo, produzindo informações que refletem outras características estruturais, cuja coleta e análise de dados é mais demorada e complexa.

Nos plantios monitorados neste estudo na microbacia do ribeirão São João, os percentuais de cobertura calculados corroboraram as características fisionômico-estruturais observadas em campo, ou seja, plantios aparentemente mais desenvolvidos quanto à sobrevivência e porte dos indivíduos (crescimento das mudas em altura, diâmetro do caule e largura de copas) apresentaram maiores valores de cobertura obtidos pelo método de análise, ocorrendo o inverso em áreas onde, visualmente,

foram observadas alta mortalidade, falhas nas linhas de plantio e baixo crescimento das mudas. Na ocasião da coleta de dados (início de 2007), as áreas encontravam-se em diferentes fases de controle de plantas invasoras, sendo observadas desde áreas roçadas ou com vestígios de aplicação de herbicidas, áreas apenas com coroamento das mudas, até cobertura total por invasoras. O aspecto de cada uma das áreas na época da avaliação da cobertura de copas encontra-se na FIGURA 1.

De maneira geral, as informações obtidas junto aos proprietários não permitiram explicar as diferenças de desenvolvimento verificadas entre as áreas, uma vez que os relatos não indicaram grandes variações nos tratos culturais e na frequência com que foram empregados, nem nas dificuldades de manutenção e impactos a que as áreas estiveram sujeitas (TABELA 2). No entanto, algumas particularidades foram reconhecidas para determinadas áreas. 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. Além disso, têm recebido atenção especial de seus proprietários, que fazem periodicamente o controle da matocompetição e de formigas periodicamente, a reposição de mudas quando necessário e solicitam a assistência da Casa da Agricultura com maior frequência. Nessas áreas, foram observados muitos indivíduos arbóreos em reprodução, contribuindo para atração da fauna e conseqüente possibilidade de regeneração natural da floresta.

No outro extremo, as duas áreas do Sítio São Roque apresentaram menor crescimento das mudas e menor cobertura de copas, provavelmente devido ao solo raso e pedregoso e ao impacto inicial pelo pastoreio, até que fosse providenciado o isolamento do plantio com cerca de proteção. Nas propriedades São Luiz e Área Verde da Prefeitura de Dois Córregos, a competição com mato e o ataque de formigas foram bastante acentuados. As demais áreas receberam tratos silviculturais semelhantes: os proprietários informaram que fazem gradeação, roçam, adubam, porém ressaltaram a dificuldade para controle de invasoras e formigas, devido à escassez de recursos e de mão-de-obra para a manutenção. Para o plantio estabelecido no Sítio São João/Agrícola Ponte Alta, a proximidade da plantação de cana-de-açúcar e a susceptibilidade a queimadas foram destacados como importantes fatores de impacto importante, debilitando o desenvolvimento do plantio (TABELA 2).



IGNÁCIO, E. D.; ATTANASIO, C. M.; TONIATO, M. T. Z. Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do ribeirão São João, Mineiros do Tietê, SP.

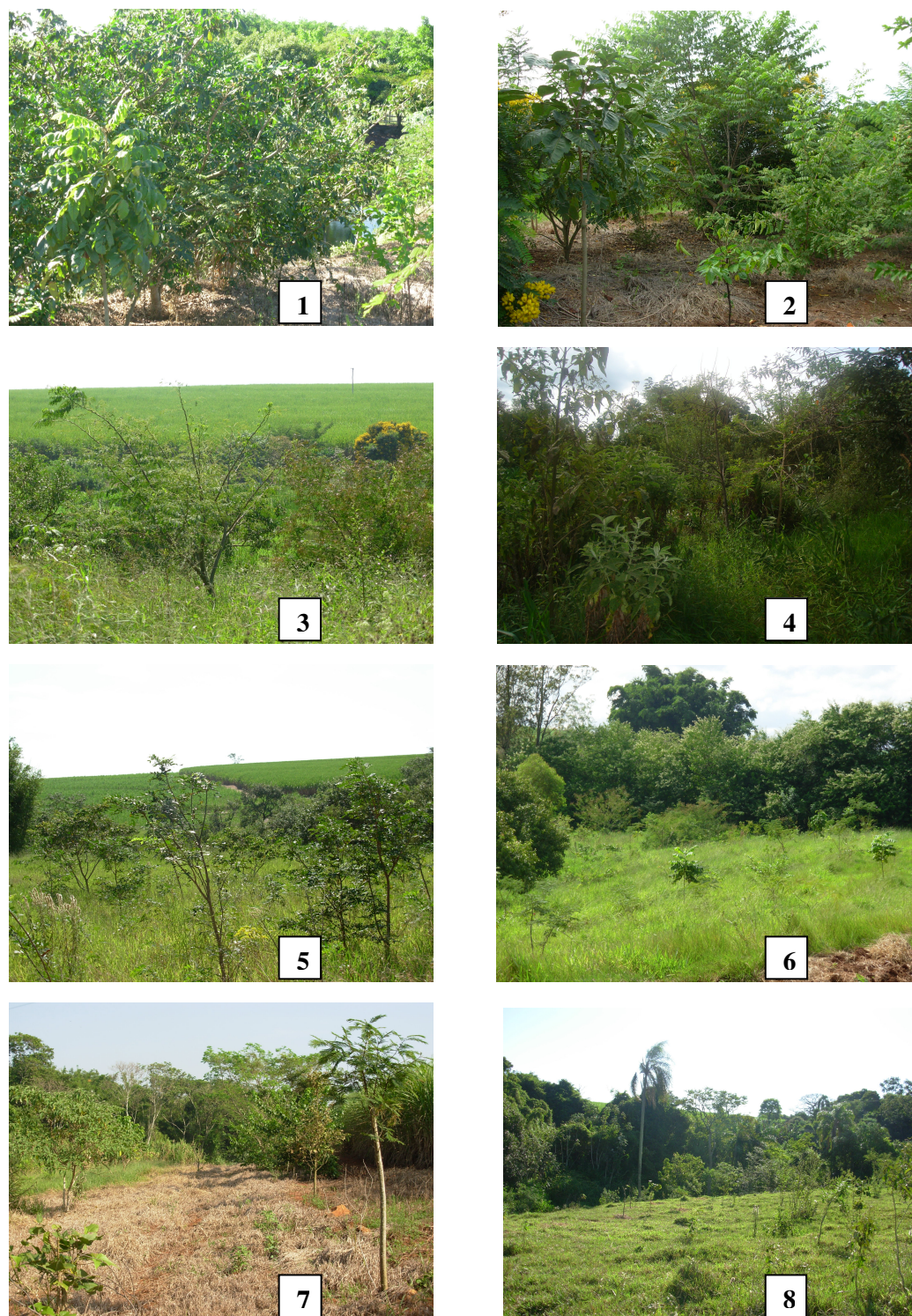


FIGURA 1 – Aspecto geral dos plantios monitorados na microbacia do ribeirão São João, municípios de Mineiros do Tietê e Dois Córregos, SP. A numeração das fotografias refere-se às propriedades mencionadas na TABELA 1.

Resultados de pesquisas voltadas para avaliação/monitoramento, que permitem comparar o desenvolvimento estrutural e as condições de regeneração natural entre diferentes métodos de restauração e/ou idade das áreas restauradas com o emprego de espécies nativas, são ainda escassos e recentes na literatura. No interior do Estado de São Paulo, destacam-se, com esses propósitos, os estudos de Silveira & Durigan (2004), Pulitano *et al.* (2004), Souza & Batista (2004), Melo & Durigan (2007) e Melo *et al.* (2007), realizados na Bacia do Paranapanema, região sudoeste paulista. Os dois últimos trabalhos apresentam resultados sobre a cobertura de copas em plantios de restauração de matas ciliares realizados com base na sucessão secundária em diferentes idades. De acordo com esses estudos, para as condições do Médio Vale do Paranapanema, plantios com idade superior a três anos apresentaram recobrimento total do terreno, com taxas de cobertura superiores a 100%, provavelmente devido à sobreposição de copas de indivíduos próximos. Plantios de um ano apresentaram valores de cobertura entre 16,8 e 77,4%.

Na microbacia do ribeirão São João, a maioria dos plantios foi realizada há três ou quatro anos. No entanto, a taxa de cobertura aproximou-se de 100% em apenas uma das áreas (Sítio Águia Dourada). Nos plantios mais recentes (dois anos), as taxas estiveram entre 20 e 30% (TABELA 1). Em uma comparação direta, a cobertura promovida pelos plantios avaliados neste estudo parece ser, no conjunto, menor que a verificada nos estudos supracitados, para idades equivalentes. No entanto, as áreas de estudo não são próximas e existem muitas variáveis envolvidas no desenvolvimento estrutural de plantios de restauração, impossibilitando avaliações conclusivas com base nestas poucas informações. Além disso, não são conhecidos dados sobre monitoramento de plantios de restauração na região deste estudo, que permitam avaliações mais aprofundadas do significado dos resultados.

Informações da literatura para florestas em processo de regeneração natural após distúrbios indicam modificações nas características fisionômicas, florísticas, estruturais e edáficas, de acordo a idade ou o desenvolvimento da floresta. As tendências gerais de modificações são aumento na riqueza, na diversidade de espécies, na biomassa (Tabarelli & Mantovani, 1999) e na proporção de espécies tolerantes à sombra, com diminuição da concentração de espécies pioneiras (Toninato & Oliveira-Filho, 2004).

Em plantios de restauração de matas ciliares 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.

Em plantios baseados nos princípios da sucessão secundária, espera-se que a cobertura de copas proporcione a interceptação da incidência luminosa e da água das chuvas, promovendo, respectivamente, sombreamento do terreno e estabilização do solo. O sombreamento pode diminuir a ocupação por ervas invasoras que competem com as mudas, e criar condições microambientais favoráveis para o estabelecimento de espécies de estádios sucessionais mais avançados, oriundas da dispersão por meio de agentes atraídos pelas espécies plantadas, ou da chuva de sementes a partir de remanescentes de floresta nativa próximos. Assim, espera-se que os mecanismos naturais de dispersão e regeneração definam as características futuras da comunidade nas áreas em restauração.

Diversos fatores podem estar relacionados ao tempo necessário para que as diferentes características das florestas em restauração assemelhem-se às florestas maduras. Entre eles, podem ser citados as espécies empregadas inicialmente, o modelo de restauração adotado, as condições prévias da área, a existência de fontes de propágulos e dispersores nas proximidades, e a presença de fatores de impacto. Melo & Durigan (2007) verificaram o aumento de espécies pela regeneração natural a partir do quinto ano, com 70% das espécies de floresta madura no décimo quinto, sendo esta a idade aproximada em que os plantios se assemelham estruturalmente às florestas maduras. Já Souza & Batista (2004), analisando plantios de 5, 9 e 10 anos, implantados segundo diferentes modelos de restauração, não verificaram influência dessas variáveis (idade e modelos empregados) na estrutura e dinâmica da vegetação na fase estudada, sugerindo que a dispersão inadequada poderia estar limitando o enriquecimento de espécies pela regeneração natural. Os autores atentam para a existência de alguns fatores que podem colocar em risco a sustentabilidade dos plantios a longo prazo, como o predomínio de espécies pioneiras no sub-bosque, a presença de gramíneas invasoras persistentes, o número reduzido de indivíduos oriundos de fontes externas e o isolamento das áreas em restauração, em relação a remanescentes nativos.

Quanto aos plantios aqui estudados, os resultados do monitoramento por meio da avaliação da cobertura de copas e da observação de outras características dos plantios, permitiram um diagnóstico inicial do desenvolvimento dessas áreas em restauração, com idades entre dois e quatro anos. Esses dados são importantes para o reconhecimento das variações existentes nos diferentes plantios da microbacia e de suas causas prováveis, além dos resultados do manejo empregado pelos proprietários, que o fazem com recursos próprios e aderiram voluntariamente ao Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas - PEMBH.

Embora ainda não existam evidências da ocorrência de regeneração natural nessas áreas, este acompanhamento permitiu identificar áreas mais problemáticas, onde o estabelecimento e a sobrevivência dos indivíduos plantados parecem prejudicados, e áreas onde a floresta em restauração apresentou melhor desenvolvimento estrutural. Com base nessas 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 nessas comunidades. Esses dados também podem contribuir para ampliar a compreensão científica acerca da evolução estrutural de florestas plantadas, cujas informações são escassas na literatura. Além disso, a sistematização e documentação de dados resultantes desses plantios de restauração certamente subsidiarão reavaliações periódicas das mesmas comunidades, possibilitando comparações e inferências a respeito de suas variações temporais.

Na região deste estudo, os plantios de restauração de matas ciliares realizados por meio do PEMBH são uma iniciativa muito importante para a conservação da biodiversidade. Considerando a) o contexto histórico de devastação das florestas nativas; b) o predomínio atual de monocultura canavieira, e c) e a existência de poucos e pequenos remanescentes florestais, sendo a maioria representados por faixas muito estreitas ao longo dos cursos d'água, a perspectiva da restauração de matas ciliares e da formação de corredores ecológicos ao longo da microbacia significa um avanço na conscientização sobre a necessidade da manutenção dos recursos hídricos e da conservação da fauna e da flora regionais remanescentes.

## 4 CONCLUSÕES

O diagnóstico produzido por este estudo permitiu verificar que houve sobrevivência das árvores plantadas nas áreas em restauração. No entanto, as diferentes áreas apresentaram estimativas de cobertura de copas que variaram de cerca de 3% até a quase totalidade do terreno, indicando grandes variações no desenvolvimento estrutural da vegetação, de acordo com particularidades ambientais, dificuldades de manutenção e idade dos plantios.

Evidências de regeneração natural não foram verificadas em nenhuma das áreas. Apesar das práticas de manutenção terem sido efetuadas algumas vezes ao ano, a perda estimada das mudas empregadas nos plantios pode chegar a 30%, em consequência da mortalidade por matocompetição e ataque de formigas, conforme relatos dos proprietários das áreas. Assim, embora os plantios tenham sobrevivido e apresentado variações quanto ao desenvolvimento da vegetação, medidas de manutenção e/ou replantio são indicadas na maioria das áreas monitoradas por este estudo.

## 5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica à primeira autora por meio do PIBIC/IF; a Antônio Carlos Galvão de Melo pelo auxílio durante o planejamento da pesquisa; a Giselda Durigan, Vânia Pivello e Omar Yasbek Bitar pela revisão do manuscrito e sugestões; a Fernando Santiago pelo auxílio com o abstract; aos proprietários das áreas em estudo pelas informações prestadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTANASIO, C. M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade.** 2004. 250 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_.; *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 Forestry**, Washington, D.C., 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.

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.

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.

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

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.

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.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; OLIVEIRA, R. E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y. *et al.* (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 29-46.

LIMA, W. P. Função hidrológica das matas ciliares. In: BARBOSA, L. M. (Coord.). **SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR**, 1., 1989, São Paulo. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 25-42.

\_\_\_\_\_.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. 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...** Águas de Lindóia: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998, v. 5, n. 4, p. 228-294. (**Publicações ACIESP**, São Paulo, n. 104, 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 Forestalis**, 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. **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. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. 320 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Informativo: Projeto de Recuperação de Matas Ciliares**. São Paulo, 1995.



IGNÁCIO, E. D.; ATTANASIO, C. M.; TONIATO, M. T. Z. Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do ribeirão São João, Mineiros do Tietê, SP.

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. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. Páginas & Letras, São Paulo, 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. 191, 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**, São Carlos, n. 59, n. 2, 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.