

## **Campus de São Carlos**

**ANÁLISE DA ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO  
DE REFLORESTAMENTO DE MATA CILIAR AOS  
18 E 28 ANOS APÓS O PLANTIO, NO MUNICÍPIO  
DE CÂNDIDO MOTA - SP**

**Fabiana Marise Pulitano**

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Dias**

# **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**



## **ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL

**ANÁLISE DA ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DE  
REFLORESTAMENTO DE MATA CILIAR  
AOS 18 E 28 ANOS APÓS O PLANTIO,  
NO MUNICÍPIO DE CÂNDIDO MOTA – SP**

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

**EXEMPLAR REVISADO**

Data de entrada no Serviço: 02.10.2003

Ass.: *Fabiana Marise Pulitano*

Fabiana Marise Pulitano

DEDALUS - Acervo - EESC



31100043530

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Dias



São Carlos  
2003

Class.	TESE- EESC
Cutt.	4630
Tombo	T179/03
Sysno	132.5437

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

P981a Pulitano, Fabiana Marise  
Análise da estrutura e funcionamento de  
reflorestamento de mata ciliar aos 18 e 28 anos após o  
plantio, no município de Cândido Mota - SP / Fabiana  
Marise Pulitano. -- São Carlos, 2003.

Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São  
Carlos-Universidade de São Paulo, 2003.

Área: Ciências da Engenharia Ambiental.  
Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Dias.

1. Mata ciliar. 2. Recuperação ambiental.  
3. Estrutura e função florestal. 4. Indicadores de  
recuperação. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharel **FABIANA MARISE PULITANO**


Tese defendida e julgada em 28-03-2003 perante a Comissão Julgadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **LUIZ EDUARDO DIAS** (Orientador)  
(Universidade Federal de Viçosa/UFV)

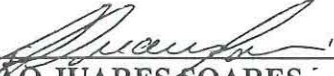
aprovada

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. **GISELDA DURIGAN**  
(Estação Experimental de Assis)

aprovada

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Assoc. **MARIA DO CARMO CALIJURI**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

aprovada

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **JOÃO JUARES SOARES**  
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. **LUIZ MAURO BARBOSA**  
(Instituto de Botânica)

APROVADA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Doutor **VALDIR SCHALCH**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Ciências da Engenharia Ambiental

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Assoc. **MARIA DO CARMO CALIJURI**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

## Breve *Curriculum* da Autora

### FORMAÇÃO ACADÊMICA

- Universidade Federal de São Carlos  
Graduação em Ciências Biológicas - 1994
  
- Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos  
Mestrado em Hidráulica e Saneamento - 1997  
Área de Concentração: Recuperação de Áreas Degradadas  
Orientação: Prof. Dr. Marcelo Pereira de Souza  
Título da Dissertação: "*Análise dos fatores ambientais intervenientes na recuperação de áreas mineradas de areia*".
  
- Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos  
Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada  
Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental: 1998-2003  
Área de Concentração: Recuperação de Áreas Degradadas

CONTATO: [fapulitano@yahoo.com.br](mailto:fapulitano@yahoo.com.br)

*Ao Ricardo, com amor.*

*Aos meus pais, Nelson e Antonieta.*

*Ao meu irmão Nelson.*

*A Deus, por tudo em minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Luiz Eduardo Dias, pela disposição demonstrada para a orientação da presente tese, com importantes sugestões; pelo grande apoio nas coletas de solo e pelo relacionamento amistoso demonstrado.

À Giselda Durigan, Pesquisadora do Instituto Florestal, pela grande disposição demonstrada em todas as fases do trabalho; pelas inestimáveis contribuições; pela forma franca na orientação e, em especial, pelo grande apoio e acompanhamento em todas as etapas do trabalho de campo.

Ao Dr. Hélio Cândido de Souza Dias, o Dotô, pela grande determinação para o reflorestamento da mata ciliar de sua fazenda, dedicando a este projeto muitos anos de trabalho, o que possibilitou a inestimável oportunidade da realização desta pesquisa e pela imensa contribuição que sua iniciativa representa para o campo de pesquisas em recuperação de áreas degradadas.

À D. Lia de Souza Dias, pela hospitalidade e simpatia, quando de minhas visitas em sua casa para as valiosas entrevistas feitas com o Dotô.

Ao Hugo de Souza Dias, Diretor do Centro de Desenvolvimento do Vale do Paranapanema (CDVALE), por ter cedido a imagem digitalizada da área de estudo.

Ao Prof. João Juarez Soares, do Departamento de Botânica da UFSCar, por todas as sugestões e pela amizade demonstrada.

Ao Prof. James Jackson Griffith, da Universidade Federal de Viçosa, que muito colaborou durante a busca inicial por um local para o desenvolvimento da pesquisa de campo deste doutoramento.

Ao Prof. Marcelo Pereira de Souza, pelo apoio no início do doutorado, aceitando a orientação até o efetivo credenciamento do Prof. Dr. Luiz Eduardo Dias ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental.

Ao Geraldo Corrêa Franco, Pesquisador do Instituto Florestal, pela ajuda na identificação de algumas espécies vegetais encontradas durante o levantamento fitossociológico realizado nesta pesquisa.

À amiga Deise Machado F. de Oliveira, que conquistei nas idas à Viçosa, que me acolheu tão bem em sua casa e que muito me ensinou nas análises laboratoriais.

Ao amigo Victor Ranieri pela colaboração no recorte das imagens no Idrisi e pela maneira atenciosa que responde quando é solicitada a sua ajuda.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	iv
RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	10
2.1. Importância da conservação e recuperação de matas ciliares.....	10
2.2. Degradação de matas ciliares.....	12
2.3. Conceitos e tendências na recuperação de matas ciliares.....	13
2.3.1. Aspectos a considerar na recuperação de matas ciliares .....	15
2.3.2. Atividades envolvidas no processo de recuperação de matas ciliares ....	16
2.3.3. Implantação de consórcio de espécies utilizando mudas ou sementes ..	18
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	23
4.1. Área de estudo .....	23
4.1.1. Características do local .....	23
4.1.2. Histórico da formação da mata ciliar estudada .....	24
4.1.3. Local das análises .....	27
4.2. Avaliação da mata ciliar formada .....	30
4.2.1. Flora atual da mata ciliar implantada .....	30
4.2.2. Estrutura da floresta formada .....	31
4.2.2.1. Levantamento fitossociológico do estrato arbóreo .....	31
4.2.2.2. Levantamento fitossociológico da regeneração natural .....	34
4.3. Produção de folheto e aporte de nutrientes .....	35
4.4. Características químicas do solo .....	36
4.5. Análises estatísticas .....	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
5.1. Flora da mata ciliar .....	45
5.1.1. Composição de espécies .....	45
5.1.2. Fase reprodutiva das espécies .....	57
5.1.3. Síndrome de dispersão .....	59
5.2. Estrutura da floresta implantada .....	62
5.2.1. Riqueza e diversidade florística do estrato arbóreo.....	62



5.2.2. Densidade absoluta .....	68
5.2.2. Densidade relativa .....	69
5.2.4. Área basal .....	69
5.2.5. Estratificação da floresta .....	70
5.3. Cobertura das copas .....	78
5.4. Regeneração natural .....	78
5.5. Similaridade florística .....	87
5.6. Características químicas das amostras de solo .....	88
5.7. Produção e conteúdo de nutrientes no folheto .....	95
5.8. Considerações sobre o sucesso do plantio de mata ciliar da Fazenda Cananéia .....	113
5.9. Análise do potencial de aplicação dos parâmetros ecológicos utilizados como indicadores de recuperação de áreas .....	116
6. CONCLUSÕES .....	123
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	127
ANEXOS .....	150

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Exemplos de consórcio de espécies utilizando modelo sucessional em linhas.....	20
FIGURA 2. Exemplo de consórcio de espécies utilizando modelo sucessional em módulos. ....	21
FIGURA 3. Vista aérea da bacia do córrego Água Nova e das áreas reflorestadas na Fazenda Cananéia (1989). ....	24
FIGURA 4. Solo preparado para cultivo intercalar. ....	26
FIGURA 5. Cultivo intercalar de mandioca entre as linhas de árvores. ....	27
FIGURA 6. Fotografia aérea da região em que está inserida a mata ciliar implantada: 1. Extensão do plantio de mata ciliar da Fazenda Cananéia, SP; 2. Córrego Água Nova e 3. Córrego do Queixada. ....	28
FIGURA 7. Fotografia aérea com visão mais aproximada dos setores estudados na mata ciliar implantada: A: setor com 18 anos de idade e B: setor com 28 anos de idade ....	29
FIGURA 8. Porcentagem de espécies plantadas em relação a espécies que surgiram espontaneamente na mata ciliar implantada da Fazenda Cananéia. ....	56
FIGURA 9. Porcentagem de espécies com relação à região ou bioma de ocorrência natural. ....	56
FIGURA 10. Espécies existentes na mata ciliar implantada agrupadas em termos da região de ocorrência natural, demonstrando para cada grupo a porcentagem de espécies observadas em reprodução e porcentagem que foi amostrada em regeneração. ....	58
FIGURA 11. Espécies existentes na mata ciliar implantada em termos da síndrome de dispersão (%). ....	60
FIGURA 12. Porcentagem de indivíduos plantados e surgidos espontaneamente em dois setores da mata ciliar implantada na Fazenda Cananéia, com diferentes idades. ....	64
FIGURA 13. Região de ocorrência (%) das espécies encontradas no estrato arbóreo na mata ciliar da Fazenda Cananéia: N-nativa da bacia hidrográfica E-exóticas; A-nativa do Brasil, mas não da floresta estacional semidecidual (FES); FES-A- ocorre na região de domínio da FES, mas não nesta bacia. ....	64

FIGURA 14. Diagrama de perfil (20x5m) da mata ciliar – setor de 18 anos. ....	73
FIGURA 15. Diagrama de perfil (20x5m) da mata ciliar – setor de 28 anos. ....	74
FIGURA 16. Distribuição dos indivíduos do estrato arbóreo entre classes de altura em plântio de mata ciliar aos 18 anos, Fazenda Cananéia, SP. ....	75
FIGURA 17. Distribuição dos indivíduos do estrato arbóreo entre classes de altura em plântio de mata ciliar aos 28 anos, Fazenda Cananéia, SP. ....	75
FIGURA 18. Distribuição dos indivíduos do estrato arbóreo entre classes de diâmetro – 18 anos. ....	76
FIGURA 19. Distribuição dos indivíduos do estrato arbóreo entre classes de diâmetro – 28 anos. ....	76
FIGURA 20. Visão panorâmica da mata ciliar formada na Fazenda Cananéia – setor de 18 anos. ....	77
FIGURA 21. Visão panorâmica da mata ciliar formada na Fazenda Cananéia – setor de 28 anos. ....	77
FIGURA 22. Região de ocorrência (%) das espécies encontradas em regeneração natural na mata ciliar da Fazenda Cananéia ....	83
FIGURA 23. Produção de folheto em mata ciliar implantada na Fazenda Cananéia ao longo do ano. ....	98
FIGURA 24. Dados pluviométricos mensais registrados durante o período de coleta de folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia ....	98
FIGURA 25. Quantidades anuais de macronutrientes (kg/ha/ano) que retornam ao solo via folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 18 anos.....	103
FIGURA 26. Quantidades anuais de macronutrientes (kg/ha/ano) que retornam ao solo via folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 28 anos.....	103
FIGURA 27. Quantidades mensais de macronutrientes (kg/ha) que retornam ao solo via folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 18 anos. ....	104
FIGURA 28. Quantidades mensais de macronutrientes (kg/ha) que retornam ao solo via folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 28 anos. ....	105
FIGURA 29. Quantidades anuais de micronutrientes e de Al (g/ha/ano) que retornam ao solo via folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 18 anos. .....	109
FIGURA 30. Quantidades anuais de micronutrientes e de Al (g/ha/ano) que retornam ao solo via folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 28 anos. .....	109

FIGURA 31. Quantidades mensais de micronutrientes e de Al (g/ha) encontradas no folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 18 anos. ....	110
FIGURA 32. Quantidades mensais de micronutrientes e de Al (g/ha) encontradas no folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 28 anos. ....	111
FIGURA 33. Visão geral do local de estudo, antes do plantio de mata ciliar. ....	115
FIGURA 34. Visão geral do local de estudo, depois do plantio de mata ciliar. ....	115

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Prescrição de ações que devem ser aplicadas prioritariamente na recuperação de áreas ciliares; as ações de recuperação estão listadas em ordem de prioridade, podendo as últimas serem consideradas como complementares e as primeiras como prioritárias .....	18
TABELA 2. Espécies de árvores e arbustos existentes na mata ciliar da Fazenda Cananéia (Cândido Mota-SP) .....	46
TABELA 3. Dados dendrométricos, florísticos e índice de diversidade florística (H') para a mata ciliar da Fazenda Cananéia e para quatro áreas de mata ciliar localizadas na mesma região deste estudo (DURIGAN, 1994) .....	62
TABELA 4. Dados dendrométricos, florísticos e índice de diversidade florística (H') para a mata ciliar da Faz. Cananéia e para levantamentos realizados por outros autores em matas ciliares naturais .....	63
TABELA 5. Espécies amostradas no estrato arbóreo (18 anos).....	67
TABELA 6. Espécies amostradas no estrato arbóreo (28 anos) .....	67
TABELA 7. Espécies amostradas em regeneração natural sob plantio de mata ciliar (18 anos). .....	84
TABELA 8. Espécies amostradas em regeneração natural sob plantio de mata ciliar (28 anos) .....	85
TABELA 9. Similaridade florística entre os dois setores de estudo e área de mata ciliar localizada na mesma região .....	87
TABELA 10. Valores médios de pH, teores disponíveis de P e K, trocáveis $Ca^{2+}$ e $Mg^{2+}$ , acidez potencial (H + Al), soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (t), capacidade de troca catiônica (T), índice de saturação de bases (V) e matéria orgânica, obtidos em dois setores de uma mata ciliar implantada com idades diferentes (18 e 28 anos) e em área de pastagem, em três profundidades .....	91
TABELA 11. Valores médios de matéria orgânica leve (g) do solo obtidos em dois setores de uma mata ciliar implantada com idades diferentes (18 e 28 anos) e em área de pastagem, em três profundidades .....	92

TABELA 12. Valores médios de C-biomassa do solo obtidos em dois setores de uma mata ciliar implantada com idades diferentes (18 e 28 anos) e em área de pastagem, na profundidade de 0-2,5cm .....	94
TABELA 13. Valores médios de N-biomassa do solo obtidos em dois setores de uma mata ciliar implantada com idades diferentes (18 e 28 anos) e em área de pastagem, na profundidade de 0-2,5cm .....	95
TABELA 14. Transferência de macronutrientes (kg/ha/ano) para o solo, via produção de folheto , encontradas na mata ciliar da Faz. Cananéia e em alguns ecossistemas florestais do Estado de São Paulo .....	102
TABELA 15. Transferência de micronutrientes e de Al (g/ha/ano) para o solo, via produção de folheto , encontradas na mata ciliar da Faz. Cananéia e em alguns ecossistemas florestais do Estado de São Paulo .....	108

## RESUMO

PULITANO, F.M. **Análise da estrutura e funcionamento de reflorestamento de mata ciliar aos 18 e 28 anos após o plantio, no município de Cândido Mota, SP.** São Carlos, 2003. 152p. (Tese de Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A importância das matas ciliares para a manutenção de diversas funções ecológicas e hidrológicas, reconhecida a ponto de tais formações receberem proteção legal específica, não impediu que estas fossem destruídas indiscriminadamente durante o processo de ocupação do território brasileiro. Estima-se que, só no Estado de São Paulo, cerca de 600 mil hectares de áreas marginais aos corpos d'água encontram-se ocupados com outros usos que não a vegetação natural, necessitando, portanto, de ações de recuperação. Embora exista um número significativo de trabalhos de revegetação de áreas degradadas, principalmente em matas ciliares, poucos são os resultados de pesquisas sobre o desenvolvimento a longo-prazo de plantios de recomposição de mata ciliar. Nem os plantios mais antigos, aleatórios, e nem os mais recentes, baseados nos processos sucessionais, têm sido submetidos a análises que possibilitem avaliar a eficácia destes métodos de plantio na restauração da mata ciliar com sua forma e funções originais. O objetivo geral desta pesquisa foi o de avaliar a auto-sustentabilidade e as tendências sucessionais de uma mata ciliar implantada, com base em aspectos da estrutura e funcionamento da floresta em trechos de diferentes idades. Neste sentido avaliou-se a floresta existente atualmente, do ponto de vista da composição e estrutura da comunidade; caracterizou-se e quantificou-se o estrato regenerativo da floresta, visando compreender os processos de regeneração natural; caracterizou-se a sazonalidade da queda de folheto através de sua quantificação periódica e sua contribuição para o retorno de nutrientes ao solo; caracterizou-se o solo sob a floresta, e comparou-se os resultados com área não reflorestada; comparou-se a floresta implantada com florestas naturais através dos parâmetros analisados: riqueza e diversidade florística do estrato arbóreo, densidade absoluta, densidade relativa, área basal, estratificação da floresta, similaridade florística, cobertura das copas, regeneração natural, características químicas do solo e

produção e conteúdo de nutrientes no folheto. Analisando-se as áreas reflorestadas como um todo, constata-se a existência de uma mata ciliar exuberante e fisionomicamente bem estruturada, cujo papel de proteção aos recursos hídricos e ao solo tem sido desempenhado de forma evidente. Alguns resultados obtidos são de extrema importância: no setor de 28 anos, 69% das árvores amostradas surgiram espontaneamente e apenas 31% são indivíduos plantados, demonstrando que está havendo um aumento natural da riqueza florística, o que prova que a natureza encarrega-se de perpetuar a floresta fazendo os "ajustes" necessários. Processos ecológicos como a dispersão de sementes e a regeneração natural estão incorporados na dinâmica florestal do local, podendo-se afirmar que a auto-sustentabilidade florestal da comunidade que se formou a partir do plantio de mata ciliar já está garantida. A hipótese deste trabalho foi confirmada pelos resultados obtidos: com o decorrer do tempo a mata ciliar implantada tende a se tornar cada vez mais semelhante à mata ciliar natural, em estrutura e função.

**Palavras-chave:** mata ciliar, recuperação ambiental, estrutura e função florestal, indicadores de recuperação.



## ABSTRACT

PULITANO, F. M. **Analysis of structure and functioning of riparian forest restoration 18 and 28 years after planting in the municipal district of Cândido Mota, SP.** São Carlos, 2003. 152p. (PhD Thesis)-Engineering Department University of São Paulo.

The importance of riparian forests to maintain the many hydrologic and ecological functions, acknowledged to the point of receiving specific legal protection, did not prevent their indiscriminate destruction during the process of land settlement in Brazil. It is estimated that in São Paulo state alone about 600 thousands hectares of stream-side areas have been occupied by other uses rather than natural vegetation, therefore, requiring actions of restoration. Although there is a significant number of studies in restoration of degraded areas mainly in riparian forests, the results in research on development of restoration planting of riparian forests in the long term are few. Neither older random plantings nor more recent ones based on succession processes have been subjected to analysis that would make it possible to evaluate the efficacy of these methods of planting for restoration of riparian forest with its original form and functions. The general aim of this study was to evaluate self-sustainability and succession tendencies of a planted riparian forest, based on aspects of structure and functioning of the forest in patches of different ages. Thus, the current existing forest was evaluated regarding composition and structure of the community; the regenerative stratum of the forest was characterized and quantified with the purpose of understanding natural regeneration processes; the seasonability of fall foliage through its periodic quantification and its contribution to the return of nutrients to the soil was characterized; the soil underneath the forest was characterized, and the results in areas that were not restored were compared; planted forests and natural forests were compared through parameters analyzed: richness and floristic diversity of the tree stratum, absolute density, relative density, basal area, forest stratification, floristic similarity, canopy cover, natural regeneration, chemical characteristics of the soil and production and nutrients content in the foliage. By analyzing restored areas as a whole, we can confirm an exuberant and physiognomically well structured riparian forest, whose role of protecting hydric resources and the soil has been easily noticed. Some ecological

indicators assessed such as the abundant natural regeneration existing under the planted forest and the spontaneous development of new species show that there has been a natural increase in floristic richness, which proves that nature manages to perpetuate forests by making the necessary adjustments. The hypothesis of this work was confirmed by the results obtained: with time the planted forest tends to become more and more similar to the natural forest, both in structure and function.

**Key-words:** riparian forest, environmental restoration, forest structure and function, indicators of restoration.

# 1. Introdução

---

Quando o Homem começou a criar animais e a plantar para se alimentar, lançou as bases da civilização. Mas o mesmo modelo de produção de alimentos que foi decisivo para a formação da sociedade moderna também pode ser uma ameaça a seu futuro. O Homem é, talvez, a espécie melhor sucedida na história da vida na Terra. De alguns poucos milhares de indivíduos há 200.000 anos, a Humanidade passou de 1 bilhão por volta de 1800 a 6 bilhões em 1999 (HARRISON & PEARCE, 2000). Porém, o nosso sucesso está mostrando sinais de superação, ameaçando os recursos naturais chave dos quais dependemos. Apesar da imensa evolução tecnológica e científica aplicada à previsão, monitoramento e prevenção de desastres naturais, o Planeta nunca sofreu tantas e tão graves conseqüências com as reações da natureza frente aos enormes impactos provocados pelo Homem.

À medida que entramos no terceiro milênio, o destino do planeta está em nossas mãos como nunca esteve antes. Estamos modificando ecossistemas e sistemas globais mais rápido do que podemos entender estas mudanças e preparar respostas para elas (HARRISON & PEARCE, 2000).

Em 1992, durante as reuniões preparatórias para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Eco-92, realizada no Rio de Janeiro, eram acirradas as discussões sobre as atividades e mecanismos econômicos especialmente impactantes para o

meio ambiente e capazes de depauperar os recursos naturais. Tais discussões resultaram em inúmeras recomendações contidas no documento intitulado Agenda 21 assinado durante a conferência e que enfatiza a importância dos governos e organismos financeiros internacionais priorizarem políticas econômicas para encorajar a sustentabilidade através da taxaço do uso indiscriminado de recursos naturais, da poluiço e despejo de resíduos, da eliminaço de subsídios que favoreçam a degradaço ambiental e da contabilizaço de custos ambientais e de saúde (ELDREDGE, 1999).

Em agosto de 2002 ocorreu a reunião da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+10) realizada em Johannesburgo, na África do Sul, em que 189 países se reuniram para fazer um balanço de uma década de iniciativas para preservar os ambientes do planeta e melhorar a qualidade de vida de seus habitantes, metas fixadas durante a Eco-92, além de traçar novos rumos para alcançar o desenvolvimento sustentável. Dez anos depois da Eco-92, não só os indicadores ambientais estão piorando, de florestas ao clima, como o encontro de Johannesburgo foi enfraquecido por uma crise globalizada, em que grandes consumidores de recursos naturais estão mais preocupados com as próprias economias e segurança nacionais (FSP, 2002).

Os indicadores mundiais referentes a questões ambientais como florestas, biodiversidade, água, efeito estufa, consumo de energia, terras cultivadas, pobreza e população são alarmantes. Em 1990, havia 3,960 bilhões de hectares de florestas nas diversas regiões do planeta; em 2000, a área de florestas havia caído para 3,866 bilhões. Até 1992, estimava-se que cerca de 180 espécies de animais haviam sido extintas e outras mil estavam ameaçadas de extinço; desde 1992, 24 espécies (contando apenas os vertebrados) foram extintas; 1.780 espécies de animais e 2.297 de plantas estão ameaçadas. Em 1990, a população do planeta usava cerca de 3.500 km<sup>3</sup> de água doce por ano; em 2000 o consumo total anual chegou a 4.000 km<sup>3</sup> (crescimento de 12,5%). Em 1990, a humanidade lançava 5,827 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera, acentuando o aquecimento global; em

1999 as emissões tinham subido para 6,097 bilhões de toneladas. Em 1992, o consumo de energia no planeta era equivalente a 8,171 trilhões de toneladas de petróleo por ano; o consumo subiu para o correspondente a 9,124 trilhões de toneladas de petróleo por ano. Em 1987, a área da Terra usada para a agricultura era de 14,9 milhões de km<sup>2</sup> (297 hectares para cada grupo de mil pessoas); em 1997 o número subiu para 15,1 milhões de km<sup>2</sup> (cada grupo de mil pessoas passou a contar com apenas 259 hectares). Em 1992, o número de pessoas vivendo com até US\$ 1 por dia (a chamada pobreza absoluta) era de 1,3 bilhão; a situação melhorou ligeiramente: 1,2 bilhão de pessoas vivem hoje com US\$ 1 por dia (um quinto da população do planeta). Em 1992, o planeta tinha 5,44 bilhões de habitantes; hoje a estimativa é de 6,24 bilhões, ou seja, um crescimento de 13% sobre 1992 (HARRISON & PEARCE, 2000)

O Brasil avançou muito pouco rumo ao desenvolvimento sustentável desde que sediou a Eco-92. A análise da evolução de alguns dos indicadores disponíveis sobre a situação ambiental brasileira não é animadora. Entre os anos de 1992 e 2000, a Amazônia foi vítima de um incremento significativo nos índices de desmatamento, com taxa média anual 56,5% superior ao verificado no ano de 1991. Esse ritmo acelerado levou à eliminação de 156.893 km<sup>2</sup> de florestas na região, equivalentes à área do Estado do Acre; isso sem considerar os impactos da exploração madeireira predatória e das queimadas. No mesmo período, extensas áreas de cerrado foram convertidas em plantios de soja. A Mata Atlântica contabilizou uma perda de 5,7% de suas florestas entre os anos de 1990 e 1995. Os focos de queimada e incêndios florestais apresentaram índices extremamente altos a partir de 1994, mantendo uma média anual acima de 110 mil focos, com tendência de crescimento (CAPOBIANCO, 2002).

Entre todos os sérios problemas ambientais que a população mundial já vem enfrentando, talvez o mais assustador seja a questão dos recursos hídricos. Num planeta em que três quartos da superfície estão cobertos por água, dizer que no futuro haverá falta deste recurso parece absurdo, mas é a pura verdade.

A água, depois do ar, é o elemento mais vital para o ser humano. Além disso, trata-se de um elemento finito. Apesar disto, este recurso não tem recebido os cuidados necessários para a sua continuidade.

No início do século XVIII havia menos de 1 bilhão de pessoas no mundo, as quais compartilhavam menos de 1 milhão de km<sup>3</sup> de água doce. Em 1900, havia aproximadamente 2 bilhões de pessoas, as quais compartilhavam a mesma quantia (TÖPFER, 1998). A população mundial atual ultrapassa 6 bilhões de habitantes. O Departamento de Crescimento Populacional das Nações Unidas estima que, apesar da desaceleração atual, a população do mundo atingirá 9,5 bilhões até o ano 2100 (ELDREDGE, 1999).

O crescimento populacional de hoje não tem precedentes. Enquanto a população mundial se multiplica, a quantidade de água continua a mesma. Segundo a ONU, por volta de 2026, aproximadamente um terço da população mundial sofrerá as conseqüências de escassez crônica de água (DOWDESWELL, 1996).

De acordo com dados da ONU, um quinto da humanidade não tem acesso à água potável e dentro de 25 anos o estoque de água doce do planeta estará quase totalmente comprometido. Até duas décadas atrás, apenas alguns bolsões do mundo enfrentavam problemas sérios com água. Hoje eles existem em todos os continentes e estão se disseminando rapidamente (NOGUEIRA, 1999).

Os relatórios da ONU alertam para o fato de que, nos países em desenvolvimento, 90% da água utilizada é devolvida à natureza sem tratamento, contribuindo assim para tornar mais dramática a rápida deterioração de rios, lagos e lençóis subterrâneos. A água doce corresponde a apenas 2,5% da massa líquida do planeta e a maior parte dela está nas geleiras. Ao alcance do uso humano, fica apenas uma pequena parcela de 0.007%. O grande problema é a forma veloz com que este recurso vem sendo consumido. Nos últimos 100 anos, enquanto a população mundial triplicava, o uso de água doce multiplicava-se por seis. A principal responsável por esse aumento foi a agricultura irrigada, a qual revolucionou

a produção agrícola, mas criou uma nova dificuldade, porque sozinha utiliza 70% da água doce disponível (NOGUEIRA, 1999).

Além do exposto, outro fator a ser considerado é que a distribuição dos recursos hídricos não é uniforme, nem espacialmente, nem temporalmente. A sua variabilidade dentro do ano e ao longo do tempo, conforme as condições climáticas, leva a ocorrências naturais de situações extremas, como enchentes e secas. Também espacialmente a distribuição é desigual. A disponibilidade média mundial é de  $7.700\text{m}^3/\text{habitante/ano}$ . Porém, há regiões do planeta em que parte da população conta com menos de  $1.000\text{m}^3/\text{habitante/ano}$ , valor considerado crítico para a vida. Enquanto o Oriente Médio tem metade da sua população nesse estado emergencial, as regiões tropicais chegam a ter uma disponibilidade *per capita* 20 vezes maior (LEAL, 1998). É o caso do Brasil que conta com uma média anual de  $36.000\text{m}^3/\text{hab}$ . Porém, não é real a impressão de que o Brasil é um país abundante em águas superficiais (NOGUEIRA, 1999).

Cerca de 8% da água disponível no planeta encontra-se no Brasil, só que 80% deste total encontra-se na região amazônica, onde vivem apenas 5% da população brasileira. Os problemas referentes à escassez de água não estão restritos a regiões como o semi-árido nordestino, seriamente afetado pelas secas. São Paulo, o Estado mais desenvolvido do país, também enfrenta grandes dificuldades. A água existe, mas já é insuficiente para atender aglomerações como a da região metropolitana de São Paulo, com seus 17 milhões de habitantes. Até setembro de 1998, o rodízio no abastecimento público atingia 5 milhões de pessoas, as quais recebiam água um dia sim e dois não. Por causa dessa deficiência hídrica, a Grande São Paulo tem de tomar água emprestada de outras bacias hidrográficas, como a do Rio Piracicaba, que garante 55% de seu abastecimento (NOGUEIRA, 1999).

Além dos problemas decorrentes do aumento populacional, como carga poluidora crescente, tanto urbana como industrial, os recursos hídricos sofrem também com os efeitos da retirada da cobertura vegetal de bacias hidrográficas e margens dos rios. Somente na Bacia da Represa

Guarapiranga, da qual dependem para abastecimento de água mais de 3 milhões de paulistanos, foram eliminados 15% da mata ciliar protetora de nascentes, córregos e rios (CAPOBIANCO, 1998). São distúrbios em cadeia, todos interligados: a exposição do solo à ação erosiva das chuvas que carregam partículas para os cursos d'água, sendo depositadas nas calhas e fundos de rios provocando o seu assoreamento e diminuindo a sua capacidade de vazão; o desmatamento da bacia modifica o equilíbrio hidrológico, alterando tanto as proporções de água infiltrada e escoada quanto a velocidade deste escoamento, levando a modificações no regime hídrico e diminuindo a recarga dos aquíferos subterrâneos (LEAL, 1998). Assim, a retirada de florestas ribeirinhas traz consigo sérias modificações no ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica em suas fases terrestre e fluvial.

Apesar do papel estratégico na proteção da água e da fauna, controle da erosão e recarga de aquíferos, as matas ciliares apresentam outra função importante que é a de corredor ecológico, ou seja, elementos de ligação entre os poucos remanescentes florestais existentes (BARBOSA, 2002).

As conseqüências do desmatamento das margens de corpos d'água já são bastante evidentes. Em resposta a esse problema, a partir da década de 90, houve um aumento significativo de iniciativas de recuperação de áreas degradadas, principalmente em áreas ciliares. Esta expansão dos projetos de recuperação de matas ciliares resultou da conscientização da sociedade quanto à necessidade de providências para reverter ou minimizar este quadro de degradação e do aprimoramento da legislação ambiental (KAGEYAMA & GANDARA, 2000). Hoje, a necessidade de se recuperar as matas ciliares já é um fato concreto e de ampla disseminação.

No Brasil, a primeira experiência de que se tem conhecimento teve início ainda em meados do século XIX, com o reflorestamento da Floresta da Tijuca, visando assegurar o abastecimento de água à cidade do Rio de Janeiro (ATALA et al., 1966). No Estado de São Paulo, os primeiros reflorestamentos de matas ciliares foram feitos de forma aleatória, com o uso de espécies nativas ou exóticas, sem a preocupação objetiva quanto ao restabelecimento da estrutura e dos processos ecológicos da mata nativa e



sem a utilização de modelos de distribuição das espécies no campo. Assim, na década de 50 foi realizado o reflorestamento das margens do rio Jaguari (NOGUEIRA, 1977) e, na década de 70, os primeiros plantios da CESP ao redor de reservatórios de usinas hidrelétricas (SALVADOR, 1987).

Projetos mais recentes de recomposição de matas ciliares têm partido de estudos preliminares sobre a composição florística e a estrutura da vegetação original e/ou sobre os processos naturais da sucessão secundária, cujos resultados têm sido considerados até o momento, muito mais promissores do que aqueles dos plantios aleatórios, refletindo em proteção mais rápida e redução nos custos de implantação e manutenção desses reflorestamentos (DURIGAN, 1994). Neste sentido, trabalhos propondo plantios baseados nos processos de sucessão secundária multiplicaram-se, podendo ser mencionados, entre outros: BARBOSA et al. (1989); DURIGAN & NOGUEIRA (1990), KAGEYAMA & SANTARELLI (1993).

Embora exista um número significativo de trabalhos de revegetação de áreas degradadas, principalmente em matas ciliares, destacando-se as iniciativas de programas estaduais e nacionais (programas de microbacias, Projeto FLORAM, programas de desenvolvimento florestal), em que atuam consórcios de bacias hidrográficas, organizações não governamentais, produtores rurais, empresas privadas (companhias hidrelétricas e empresas florestais) e associações de reposição florestal (KAGEYAMA & GANDARA, 2000) a situação não é tão promissora. Estimativas apontam a existência, somente no Estado de São Paulo, de 13.000km<sup>2</sup> que necessitam a recomposição de matas ciliares, levando em consideração apenas a exigência legal para a faixa de preservação permanente (Código Florestal Brasileiro - Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965). Este número corresponde à gigantesca extensão de 1,3 milhões de hectares. Estes dados fornecem um panorama da urgência de ações mais amplas e efetivas de repovoamento florestal. No entanto, muitos obstáculos ainda precisam ser transpostos, entre eles o déficit de produção de mudas constatado em estudo realizado pela Coordenadoria de Informações Técnicas,

Documentação e Pesquisa Ambiental (CINP) da Secretaria do Estado do Meio Ambiente (SMA). Segundo esta instituição, se fosse projetada uma meta de plantio de 2.000 mudas por hectare, o Estado de São Paulo demandaria uma produção total de 2,6 bilhões de mudas. No ritmo atual de produção de mudas, as previsões mais otimistas indicam que seriam necessários cerca de 200 anos para reflorestar apenas as áreas de mata ciliar previstas por lei (BARBOSA, 2002).

Poucos são os resultados de pesquisas sobre o desenvolvimento a longo-prazo de plantios de recomposição de mata ciliar. Nem os plantios mais antigos, aleatórios, e nem os mais recentes, baseados nos processos sucessionais, têm sido submetidos a análises que possibilitem avaliar a eficácia destes métodos de plantio na restauração da mata ciliar com sua forma e funções originais.

Em geral, parâmetros como índice de sobrevivência e ritmo de crescimento das espécies utilizadas são avaliados por curtos períodos após o plantio, não havendo dados na literatura a respeito das características estruturais e funcionais das matas ciliares formadas a partir de reflorestamentos antigos. De acordo com RODRIGUES & GANDOLFI (1998), são poucos os trabalhos referentes à avaliação e monitoramento de matas implantadas, apesar da importância destes dados para o aprimoramento dos métodos utilizados visando o sucesso ecológico, econômico e também social dos plantios. Os autores ressaltam que o sucesso verdadeiro do projeto de recuperação, ou seja, algo maior que a simples cobertura do solo, só pode ser obtido quando a maior diversidade biológica possível é alcançada.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o potencial de sustentabilidade e as tendências sucessionais de uma mata ciliar implantada, com base em aspectos da estrutura e funcionamento da floresta em dois trechos com 18 e 28 anos de idade.

## 2. Objetivos

---

### Objetivo geral

Avaliar a auto-sustentabilidade e as tendências sucessionais de uma mata ciliar implantada, com base em aspectos da estrutura e funcionamento da floresta em trechos de diferentes idades.

### Objetivos específicos

- ▶ Avaliar a floresta existente atualmente, do ponto de vista da composição e estrutura da comunidade;
- ▶ Caracterizar e quantificar o estrato regenerativo da floresta, visando compreender os processos de regeneração natural;
- ▶ Caracterizar a sazonalidade da queda de folheto através de sua quantificação periódica e sua contribuição para o retorno de nutrientes ao solo;
- ▶ Caracterizar o solo sob a floresta, e comparar os resultados com área não reflorestada;
- ▶ Comparar a floresta implantada com florestas naturais através dos parâmetros analisados: riqueza e diversidade florística do estrato arbóreo, densidade absoluta, densidade relativa, área basal, estratificação da floresta, similaridade florística, cobertura das copas, regeneração natural, características químicas do solo e produção e conteúdo de nutrientes no folheto.

### Hipótese

Com o decorrer do tempo a mata ciliar implantada tende a se tornar cada vez mais semelhante à mata ciliar natural, em estrutura e função.

## 3. Revisão Bibliográfica

---

### 3.1. Importância da conservação e recuperação de matas ciliares

As matas ciliares podem estar localizadas em regiões onde a formação circundante é aberta (campos cerrados, campos cultivados e pastagens), ou em regiões com floresta contínua (CATHARINO, 1989).

No Brasil, estas matas ribeirinhas ocorrem em praticamente todas as regiões, sobretudo dentro de paisagens florestais (TROPPEMAIR & MACHADO, 1974). De acordo com MANTOVANI et al. (1989), elas são bem distinguíveis em regiões de domínio savânico ou campestre, onde ocorrem ao longo de cursos d'água, nas depressões e encostas de vales profundos. No entanto, são menos diferenciáveis nas regiões de domínio florestal, onde se distinguem pela composição florística, a qual é condicionada à influência das cheias periódicas e da flutuação do lençol freático, extensão e largura do curso d'água, topografia das margens, características da vegetação circundante e fatores climáticos e pedológicos (MANTOVANI, 1989).

DEMATTÊ (1989) discorreu sobre a formação dos solos sob mata ciliar, os quais normalmente são formados por adição de sedimentos, o que lhes confere características químicas e mineralógicas muito variáveis.

Devido à heterogeneidade ambiental existente nas matas ciliares, estes ecossistemas apresentam como característica uma grande variação florística e estrutural, que pode ocorrer a curtas distâncias (RODRIGUES,

1989). Os principais fatores atuantes são a umidade (CAMARGO et al., 1971, RODRIGUES, 1989), volume de água e frequência de alagamentos (CAMARGO et al., 1971, PORTO et al., 1976; RODRIGUES, 1989; ASSIS, 1991), profundidade do lençol freático (RODRIGUES, 1989, 1991), topografia da margem e traçado do rio (TROPPEMAIR & MACHADO, 1974).

De fundamental importância para o ecossistema regional, as matas ciliares atuam na manutenção do equilíbrio ecológico das bacias hidrográficas, apresentando inúmeras vantagens, como:

- ▶ proteção contra o assoreamento, que ocorre em consequência de diversos tipos de erosão (MARQUES et al, 1961);
- ▶ regularização do regime hídrico e melhoria da qualidade da água (REICHMANN NETO, 1978; AOKI & SOUZA, 1989);
- ▶ filtragem de sedimentos, nutrientes e agrotóxicos sendo, por isso, também designadas de "sistema tampão" (CORBETT & LYNCH, 1985; LIMA, 1989);
- ▶ interceptação e absorção da radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água (LIMA, 1989);
- ▶ abrigo ou alimento para a fauna e ictiofauna (MARTINI, 1982; MARINHO FILHO & REIS, 1989; MOTTA JUNIOR, 1991).

Muitas espécies da mata ciliar têm importância primária nas cadeias tróficas estabelecidas nos cursos d'água, fornecendo folhas, flores, frutos e sementes, que fazem parte da dieta de muitos animais aquáticos, entre eles os peixes (GOTTSBERGER, 1978; SOUZA-STEVAUX et al., 1994) os quais também atuam como dispersores de propágulos. No entanto, o assoreamento e as mudanças nas características físicas e químicas da água têm levado à diminuição da riqueza e da diversidade da ictiofauna (MARTINI, 1982). Além disso, por servir de abrigo e fornecer alimento a um grande número de aves (MOTTA JUNIOR, 1991) e mamíferos silvestres (MARINHO FILHO & REIS, 1989), sua destruição tem levado a mudanças de hábitos ou ao desaparecimento destes animais em algumas áreas (MANTOVANI et al., 1989).

No Brasil, as matas ciliares são, de maneira geral, pouco estudadas e só recentemente têm recebido maior atenção, principalmente devido à sua destruição. A maioria dos estudos está concentrada no Estado de São Paulo e refere-se a levantamentos florísticos e fitossociológicos (GIBBS & LEITÃO FILHO, 1978; GIBBS et al, 1980; BERTONI et al, 1982; BERTONI & MARTINS, 1987; SALIS & JOLY, 1987; MANTOVANI et al, 1989; NICOLINI (1990); SALIS (1990); ZIPARRO & SCHLITTER, 1992), e a aspectos fitogeográficos e ecológicos (TROPPEMAIR et al., 1970; CAMARGO et al, 1971, 1972; TROPPEMAIR & MACHADO, 1974). Outras pesquisas são relacionadas a fatores abióticos que interagem naquelas formações e à seletividade florística observada principalmente nas faixas próximas aos cursos d'água em virtude das variações do nível do rio (RODRIGUES, 1991).

### 3.2. Degradação de matas ciliares

A importância das matas ciliares para a manutenção de diversas funções ecológicas e hidrológicas, reconhecida a ponto de tais formações receberem proteção legal específica, não impediu que as mesmas fossem destruídas indiscriminadamente durante o processo de ocupação do território brasileiro. Diversas atividades humanas foram e continuam sendo geradoras de degradação das matas ciliares, entre elas a agropecuária, exploração florestal, garimpo, expansão urbana, poluição industrial e construção de reservatórios. Dentre estas, a agropecuária adquire especial importância devido à sua grande extensão espacial. No Brasil, apesar das pesquisas avançarem na busca de soluções voltadas para o aumento da produtividade agropecuária, a abertura de novas fronteiras agrícolas se destaca como estratégia para alcançar aumentos de produção. Tal expansão de fronteiras geralmente não ocorre de maneira planejada e acabam sendo utilizadas para fins agrícolas áreas impróprias para tal, como é o caso das faixas marginais aos corpos d'água, naturalmente cobertas com vegetação ciliar.

Para exemplificar o grau de degradação das matas ciliares, BARBOSA (2000) estimou que, só no Estado de São Paulo, cerca de 600 mil hectares de áreas marginais aos corpos d'água (considerando as medidas impostas pelo Código Florestal) encontram-se ocupadas com outros usos que não a vegetação natural, necessitando, portanto, de ações de recuperação.

### 3.3. Conceitos e tendências na recuperação de matas ciliares

Observa-se nas últimas décadas uma tendência de mudança nos objetivos e formas de abordagem na questão da recuperação de matas ciliares. A prática largamente empregada ao longo de muitos anos - que consiste no simples plantio de espécies vegetais de grande porte a fim de recompor o componente arbóreo utilizando técnicas agronômicas e silviculturais - vem sendo substituída por outras formas de intervenção que buscam reconstruir as complexas interações das comunidades naturais visando garantir sua evolução e perpetuação (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000).

Devido ao enquadramento das matas ciliares na legislação ambiental como vegetação de preservação permanente, dado pelo Código Florestal a qualquer formação nativa (florestal ou não) situada nas margens de corpos d'água, a recuperação das matas ciliares deve, obrigatoriamente, objetivar a recomposição do ecossistema de forma a procurar restaurar suas funções naturais (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000).

Antes de qualquer especulação sobre a melhor terminologia para a disciplina da recuperação de áreas degradadas, o que ainda é amplamente discutido na literatura em virtude da natureza recente dos estudos científicos sobre o tema, é importante destacar um aspecto descrito a seguir. Trata-se de um aspecto ecológico que está amplamente envolvido com o processo de recuperação de áreas degradadas que é o conceito de resiliência, ou seja, o potencial ou capacidade de regeneração do ecossistema após uma degradação. A resiliência do ecossistema somada a dois outros conceitos

ecológicos, o da “flexibilidade” do ecossistema frente a mudanças ambientais e o da “adaptabilidade” do ecossistema às perturbações estão entre os mais importantes indicativos para determinar a saúde do ecossistema (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000) e portanto, devem ser encarados como um dos principais aspectos a serem utilizados para a tomada de decisões para o projeto de implantação da futura floresta.

Nesse sentido, RODRIGUES & GANDOLFI (2000) discutem três conceitos de recuperação de matas ciliares que se baseiam no grau de perturbação sofrido pelo sistema e nas estratégias de intervenção:

**Restauração:** vem a ser o retorno do ecossistema degradado às condições (bióticas e abióticas) encontradas anteriormente à degradação. A restauração “*sensu stricto*”, entendida como o retorno completo do ecossistema às condições originais pré-degradação, é considerada uma possibilidade extremamente remota devido a fatores como custo da operação e inexistência de informações a respeito do ecossistema original, sendo somente viável em casos de degradação em níveis muito superficiais. A restauração “*sensu lato*”, segundo os autores, é aplicável a ecossistemas que sofreram impactos não muito intensos, sendo possível explorar sua própria resiliência, de forma a possibilitar que o sistema atinja uma situação estável de equilíbrio que não seja, necessariamente, a exata condição pré degradação.

**Reabilitação:** é o retorno de um ecossistema severamente degradado (em um grau no qual a sua capacidade de recuperação natural é nula ou muito baixa) a um estado de equilíbrio alternativo (mas o mais próximo possível do original) através de forte intervenção antrópica.

**Redefinição ou Redestinação:** conversão de um ecossistema degradado em outro com uso distinto do original ou pré-existente. Como exemplos pode-se citar a transformação de uma área degradada em um reservatório ou em uma área agrícola. Devido ao fato de serem consideradas áreas de preservação permanente, as faixas marginais aos corpos d’água não podem ser destinadas a usos com finalidade econômica. Entretanto, para casos especiais (como pequenas propriedades), têm-se discutido a possibilidade



de utilização de tais áreas para implantação de sistemas de produção agrícola de baixo impacto, como sistemas agroflorestais (consórcios entre espécies arbóreas - de interesse econômico ou não - com culturas anuais ou semi-perenes, objetivando exploração de produtos como mel, frutas entre outros).

### 3.3.1. Aspectos a considerar na recuperação de matas ciliares

Projetos visando a recuperação de matas ciliares devem considerar alguns aspectos importantes para que venham a ter êxito. RODRIGUES & GANDOLFI (2000) destacam alguns desses aspectos:

- ▶ Deve-se conhecer os fatores de degradação e as características da área degradada, de forma a identificar previamente as dificuldades que poderão ser encontradas e as alternativas de ações possíveis;
- ▶ Deve-se compreender os processos que levam à estruturação e manutenção dos ecossistemas naturais que se pretende reproduzir;
- ▶ Os objetivos, prioridades e estratégias devem ser definidos considerando as características da área a ser recuperada e seu entorno;
- ▶ A escolha de espécies vegetais a serem utilizadas deve priorizar aquelas espécies características da região fitogeográfica onde se encontra a área a ser recuperada;
- ▶ Dada a elevada relação entre as matas ciliares e os recursos hídricos, na medida do possível, deve-se procurar inserir o projeto de recuperação em um contexto de bacia hidrográfica;
- ▶ Deve-se estabelecer indicadores que possibilitem avaliar se os objetivos da recuperação estão sendo alcançados.

### 3.3.2. Atividades envolvidas no processo de recuperação de matas ciliares

Segundo GANDOLFI & RODRIGUES (1996) e RODRIGUES & GANDOLFI (1996, 1998 e 2000), para a recuperação de matas ciliares as ações mais comumente empregadas são as seguintes:

1) **Isolamento da área:** uma das práticas mais simples, recomendada para toda e qualquer atividade de recuperação e que visa o impedimento da entrada de fatores de degradação na área que se pretende recuperar.

2) **Retirada dos fatores de degradação:** uma vez identificados, os fatores responsáveis pela degradação (ex.: gado, fogo etc.) devem ser retirados antes do início da implantação de qualquer manejo visando a restauração.

3) **Eliminação seletiva ou desbaste de espécies competidoras:** espécies que dificultam o avanço sucessional da vegetação na área em recuperação devem ser manejadas (como é o caso de lianas e bambus) ou erradicadas (no caso das gramíneas).

4) **Adensamento de espécies utilizando mudas ou sementes:** consiste no aumento da população de espécies encontradas em alta densidade em áreas naturais através de plantio de mudas ou sementeira direta, visando evitar o isolamento reprodutivo de tais espécies.

5) **Enriquecimento de espécies utilizando mudas ou sementes:** difere do anterior por visar o aumento da diversidade vegetal da área a ser recuperada através da re-introdução de espécies extintas localmente via plantio de mudas ou sementeira.

6) **Implantação de consórcio de espécies utilizando mudas ou sementes:** procedimento recomendado em áreas onde o grau de degradação é elevado e não existem remanescentes de vegetação ciliar natural. São vários os modelos de consórcio e os mesmos serão abordados no item 2.3.3.

7) **Indução e condução de propágulos autóctones:** ações voltadas para a promoção da germinação do banco de sementes existente na área e/ou

fixação de propágulos oriundos do entorno (chuva de sementes). São atividades possíveis no caso de situações onde a degradação ocorre pontualmente (em clareiras).

**8) Transferência ou transplante de propágulos alóctones:** aproveitamento de top-soil, serrapilheira ou plântulas de áreas naturais e que serão degradadas devido a implantação de atividades como, por exemplo, estradas e reservatórios.

**9) Implantação de espécies pioneiras atrativas da fauna:** medida que visa facilitar o processo de sucessão através da introdução de propágulos de áreas vizinhas trazidos por animais dispersores.

**10) Enriquecimento com espécies de interesse econômico:** alternativa aplicável a casos especiais (como em pequenas propriedades rurais), baseada no conceito de redefinição. Prevê a utilização de espécies exóticas de interesse comercial como pioneiras (desde que não inviabilizem o processo sucessional) ou adensamento com espécies passíveis de exploração controlada (frutíferas perenes, madeiras, resiníferas, melíferas, medicinais etc.)

A utilização de cada uma destas técnicas depende, segundo RODRIGUES & GANDOLFI (2000), de dois fatores principais: 1) a resiliência da área a ser recuperada e 2) as características do entorno. Com base nesses dois fatores, os autores propõem um rol de ações que podem ser prescritas na recuperação de matas ciliares (Tabela 1). Na primeira coluna da tabela estão relacionadas as possíveis situações em que pode se encontrar a área a ser recuperada. Nas três colunas seguintes estão as características da área degradada e das áreas do entorno e na última coluna são relacionadas as ações (descritas acima) que poderiam ser adotadas em cada uma das situações.

Tabela 1. Prescrição de ações que devem ser aplicadas prioritariamente na recuperação de áreas ciliares; as ações de recuperação estão listadas em ordem de prioridade, podendo as últimas serem consideradas como complementares e as primeiras como prioritárias

Uso atual da área ciliar a ser recuperada	Característica da área degradada		Áreas vizinhas	Medidas para recuperação
	Com cobertura florestal nativa	Banco de sementes de espécies pioneiras	Florestas preservadas próximas	Ações recomendadas
Floresta não degradada	preservada	presente	indiferente	1
Floresta parcial/e deg.	degradada	presente	indiferente	1,2,3,4 e 5
Floresta eliminada recente/e e agricultura pouco tecnificada	ausente ausente	presente presente	presente ausente	1,2,7 ou 10 e 5 1,2,7 e 5
Floresta eliminada há muito tempo e agricultura muito tecnificada	ausente ausente	ausente ausente	presente ausente	1,2,6 e 10 1,2 e 6
Pastagem	ausente ausente	ausente ausente	presente ausente	1,2,9 e 10 1,2 e 6

(Fonte: RODRIGUES & GANDOLFI, 2000)

### 3.3.3. Implantação de consórcio de espécies utilizando mudas ou sementes

A implantação de consórcio de espécies está entre as práticas mais estudadas nos últimos anos para a recuperação de matas ciliares. É um procedimento indicado nos casos em que a degradação atingiu níveis extremamente elevados e a capacidade de auto-regeneração do sistema é muito baixa. Por este motivo, a prática de implantação de consórcios será tratada com mais detalhe que as técnicas anteriormente citadas.

A técnica de consórcio consiste na introdução de espécies na área a ser recuperada de forma aleatória (ao acaso) ou sistematizada (em linhas ou blocos) utilizando mudas ou sementes. Muitos modelos de consórcio tem sido propostos (TOLEDO et al., 1992; CRESTANA et al., 1993; BARBOSA,

2000; JOLY et al., 2000; KAGEYAMA & GANDARA, 2000; RODRIGUES & GANDOLFI, 2000 entre outros) e todos possuem vantagens e desvantagens em relação aos demais. A idéia básica dos modelos de consórcio é procurar reproduzir, por ocasião do plantio das mudas ou sementes, as condições de distribuição das espécies de acordo com as características de florestas ciliares não degradadas (no caso do plantio ao acaso) ou reproduzir a dinâmica sucessional observada em clareiras de florestas naturais (no caso dos modelos de plantio em linhas ou blocos).

A seguir são descritos, de forma sucinta, alguns dos modelos de consórcios utilizados na recuperação de matas ciliares, segundo KAGEYAMA & GANDARA (2000).

#### **a) Modelo de plantio ao acaso**

Consiste na distribuição de mudas de diversas espécies de forma aleatória na área a ser recuperada. O modelo tem por objetivo reproduzir a diversidade e a aleatoriedade de distribuição das espécies arbóreas encontradas em florestas naturais mas não considera a dinâmica de sucessão natural. Foi muito utilizado por ser de fácil implantação mas tende a ser abandonado por apresentar algumas desvantagens como: recuperação lenta, alta necessidade de manutenção (eliminação de espécies invasoras) e maior mortalidade de indivíduos.

#### **b) Modelo sucessional**

Existem dois tipos básicos de modelos sucessionais: em linhas e em blocos (ou módulos). Ambos baseiam-se nos estudos da dinâmica de sucessão secundária de florestas e dos grupos ecológicos silviculturais. Tanto os modelos em faixas quanto os em blocos podem apresentar variações, por exemplo, quanto à proporção de espécies de cada grupo sucessional (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climácicas) e quanto ao espaçamento entre os indivíduos.

### b1) modelo sucessional em linhas

Consiste na implantação de linhas de espécies alternadas de acordo com o grupo sucessional. Diversas alternativas de plantio em linha são encontradas na literatura. Na Figura 1 estão representados dois exemplos desse modelo de plantio.

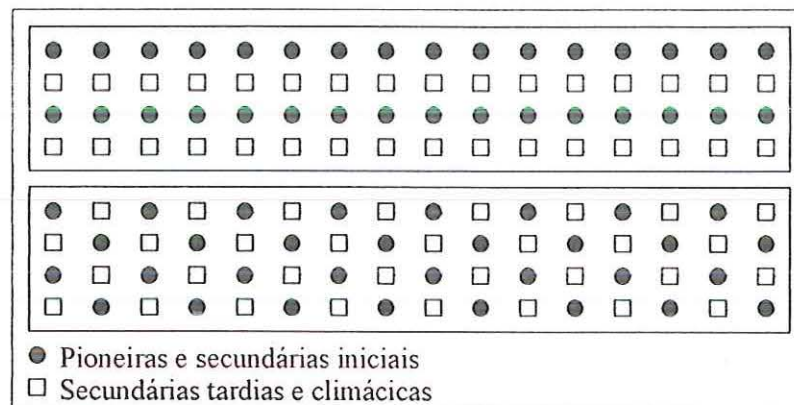


Figura 1. Exemplos de consórcio de espécies utilizando modelo sucessional em linhas.

### b1) modelo sucessional em blocos (módulos)

O bloco ou módulo é uma unidade de plantio na qual diferentes espécies são combinadas dentro de uma área física pré-estabelecida. Essa estratégia permite que o plantio das espécies utilizadas na restauração reproduza os parâmetros (densidade, distribuição espacial etc.) das formações naturais (GANDOLFI & RODRIGES, 1996). Um exemplo de módulo de plantio é mostrado na Figura 2.



Figura 2. Exemplo de consórcio de espécies utilizando modelo sucessional em módulos.

O crescimento acelerado das espécies pioneiras e secundárias nos plantios baseados nos modelos sucessionais propicia o rápido sombreamento da área, favorecendo o crescimento das demais espécies e reduzindo a competição com invasoras. Em decorrência disso, há menor necessidade de manutenção e menor mortalidade dos indivíduos de espécies secundárias tardias e climáticas quando se compara esse tipo de técnica com o plantio ao acaso. Para grandes áreas a serem recuperadas (dezenas a centenas de hectares) KAGEYAMA & GANDARA (2000) recomendam o plantio em linhas, enquanto que para áreas menores indicam o esquema de módulos. O mais importante, segundo esses autores é “adequar o espaçamento e a quantidade de mudas de cada grupo ecológico, de forma tal que cada grupo ecológico tenha a maior probabilidade de ocupar um espaço (...) no mais curto espaço de tempo e durante o maior período” .

### c) Plantio por sementes

É uma técnica recomendada somente para locais de difícil acesso ou muito distantes de viveiros de mudas. Em áreas degradadas onde a cobertura florestal foi totalmente removida, recomenda-se a semeadura de espécies pioneiras e secundárias iniciais. Já em áreas onde a cobertura florestal foi parcialmente mantida, é indicado a introdução de espécies secundárias tardias e climáticas. Apesar de ser de fácil implantação, a

semeadura tem como desvantagens o fato da recuperação ocorrer de forma muito lenta e haver elevada mortalidade.

#### **d) Restauração em ilhas**

Procedimento baseado em pesquisas que demonstram que fragmentos florestais ou árvores isoladas podem atrair a fauna dispersora de sementes, contribuindo para acelerar a sucessão ao seu redor. Consiste no plantio de mudas em áreas restritas (ilhas) que pode ser feito basicamente de duas maneiras: 1) plantio de espécies pioneiras e não pioneiras em ilhas ou 2) plantio de espécies não pioneiras em ilhas e espécies pioneiras em área total. No primeiro caso, o custo de implantação é menor mas a recuperação (expansão da ilha) é mais lenta. A segunda alternativa tem a vantagem de propiciar a recuperação mais rápida da área degradada, porém tem custo mais elevado do que a primeira (embora seja menos onerosa do que o plantio em linhas ou em módulos discutidos no item "b").

Além daqueles aqui descritos, outros métodos de recuperação de matas ciliares utilizando consórcios de espécies são encontrados na literatura. Para uma revisão bastante atual sobre o assunto sugere-se consulta a BARBOSA (2000) e KAGEYAMA & GANDARA (2000).



## 4. Material e Métodos

---

### 4.1. Área de Estudo

#### 4.1.1. Características do Local

A área de estudo está localizada na Fazenda Cananéia, a qual possui uma área de 640 ha, no município de Cândido Mota, SP, entre os paralelos 22°46' e 22°28'S e os meridianos 50°27' e 50°29'W, a uma altitude média de 430m.

O clima local é do tipo Cwa, segundo Köppen, ou seja, mesotérmico, com inverno seco e verão chuvoso, com temperaturas dos meses mais frios inferiores a 18°C e dos meses mais quentes superiores a 22°C. A precipitação anual gira em torno de 1.550mm.

A vegetação remanescente da região se enquadra no tipo Floresta Subcaducifolia Tropical, segundo ALONSO (1977), Floresta Tropical Mesófila Latifoliada Semidecídua, segundo EITEN (1983) ou Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 1988).

O solo da área é do tipo Latossolo Roxo eutrófico.

#### 4.1.2. Histórico da formação da mata ciliar estudada

O plantio da mata ciliar da Fazenda Cananéia teve início em 1972, ao redor das nascentes e das margens do córrego Água Nova, pequeno tributário do rio Paranapanema. O plantio foi realizado por iniciativa do proprietário da fazenda com o principal objetivo de proteger as nascentes e o solo. Anteriormente ao início dos plantios, toda a área cultivada da bacia foi submetida a um cuidadoso trabalho de controle de erosão, com o uso de terraceamento (Figura 3).



Figura 3. Vista aérea da microbacia do córrego Água Nova e das áreas reflorestadas na Fazenda Cananéia (1989).  
(Fonte: Photon Imageamento Aéreo - Iepe - SP)

Foram implantadas espécies nativas e introduzidas, com predomínio das primeiras, em local onde não havia nenhum remanescente de floresta natural. Entre as espécies nativas, foram plantadas mudas de espécies oriundas de diversas regiões do país. As mudas foram plantadas continuamente, ao longo de muitos anos, até o presente. Estas mudas foram, em parte, produzidas na própria fazenda, parte foram doações, e outras foram adquiridas em viveiros da região. O plantio foi realizado em linhas, em nível, com distribuição aleatória das espécies. O preparo do solo para o plantio compreendeu aração e gradagem. O combate às formigas cortadeiras foi permanente ao longo de todos esses anos.

Embora não tenha sido adotada uma forma de recomposição que seguisse os modelos atualmente apregoados para a revegetação de matas ciliares, houve, desde o início, a intenção de que a floresta tivesse o maior número possível de espécies, garantindo a diversidade e incluindo árvores que atraíssem a fauna.

Durante alguns anos, enquanto a luminosidade permitia, entre as linhas de plantio foi feito o cultivo intercalar de arroz, milho, soja e mandioca (Figuras 4 e 5). Para permitir a passagem de colhedeira, o espaçamento original entre linhas era de, no mínimo, 4m. Quando o sombreamento das árvores inviabilizava o plantio intercalar, tinha início o plantio de mudas de árvores também nas entrelinhas. O plantio de culturas anuais ajudou a cobrir os custos da formação da mata ciliar, além de assegurar que a área fosse mantida livre de plantas invasoras.

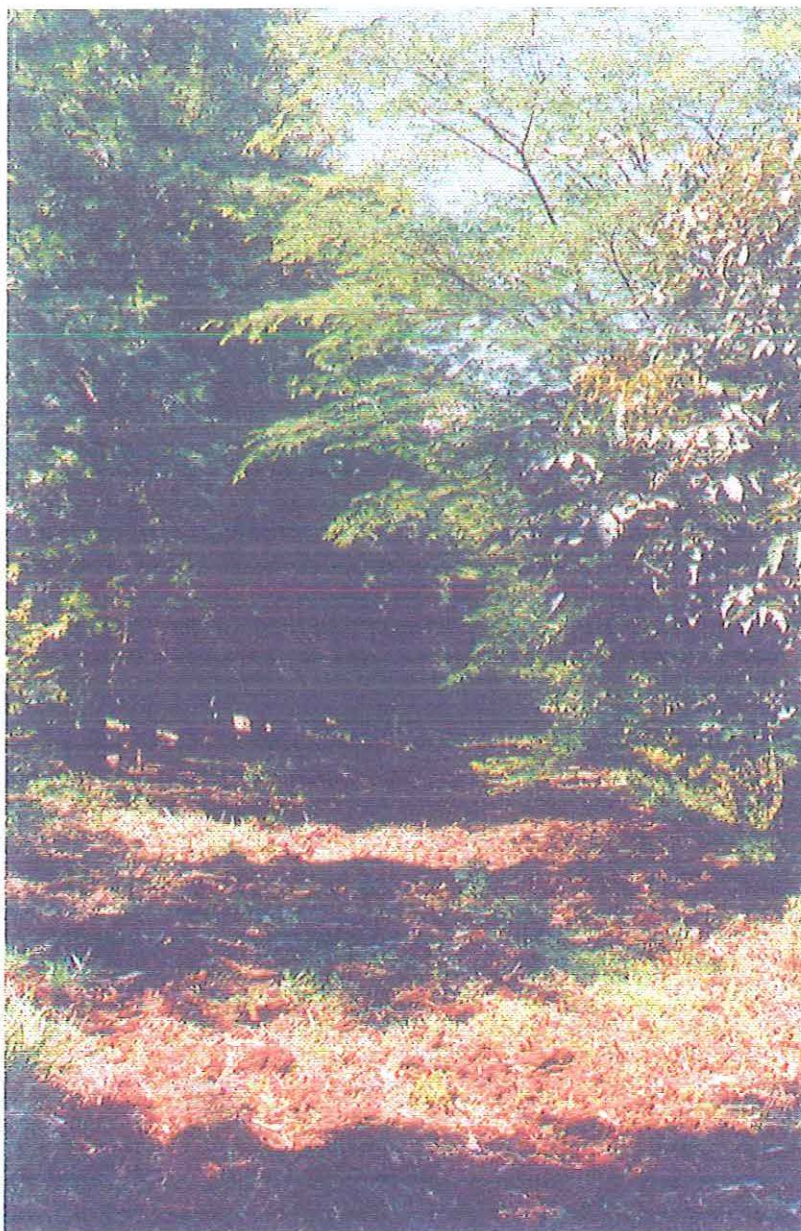


Figura 4. Solo preparado para o cultivo intercalar.  
(Foto: Giselda Durigan, 1999)



Figura 5. Cultivo intercalar de mandioca entre as linhas de árvores.  
(Foto: Giselda Durigan, 1999)

### 4.1.3. Local das análises

Dentro da mata ciliar reflorestada, foram selecionados para avaliação dois setores de idades diferentes, sendo o mais antigo com 28 anos de idade (ocupando área total de 4.400m<sup>2</sup>) e o mais jovem com 18 anos de idade (ocupando cerca de 30.000m<sup>2</sup>) (Figura 6 e 7).



Figura 6. Fotografia aérea da região em que está inserida a mata ciliar implantada: 1: Extensão do plantio de mata ciliar da Fazenda Cananéia; 2: Córrego Água Nova e 3: Córrego do Queixada. Fonte: Centro de Desenvolvimento do Vale do Paranapanema (CDVALE) - Assis, SP.

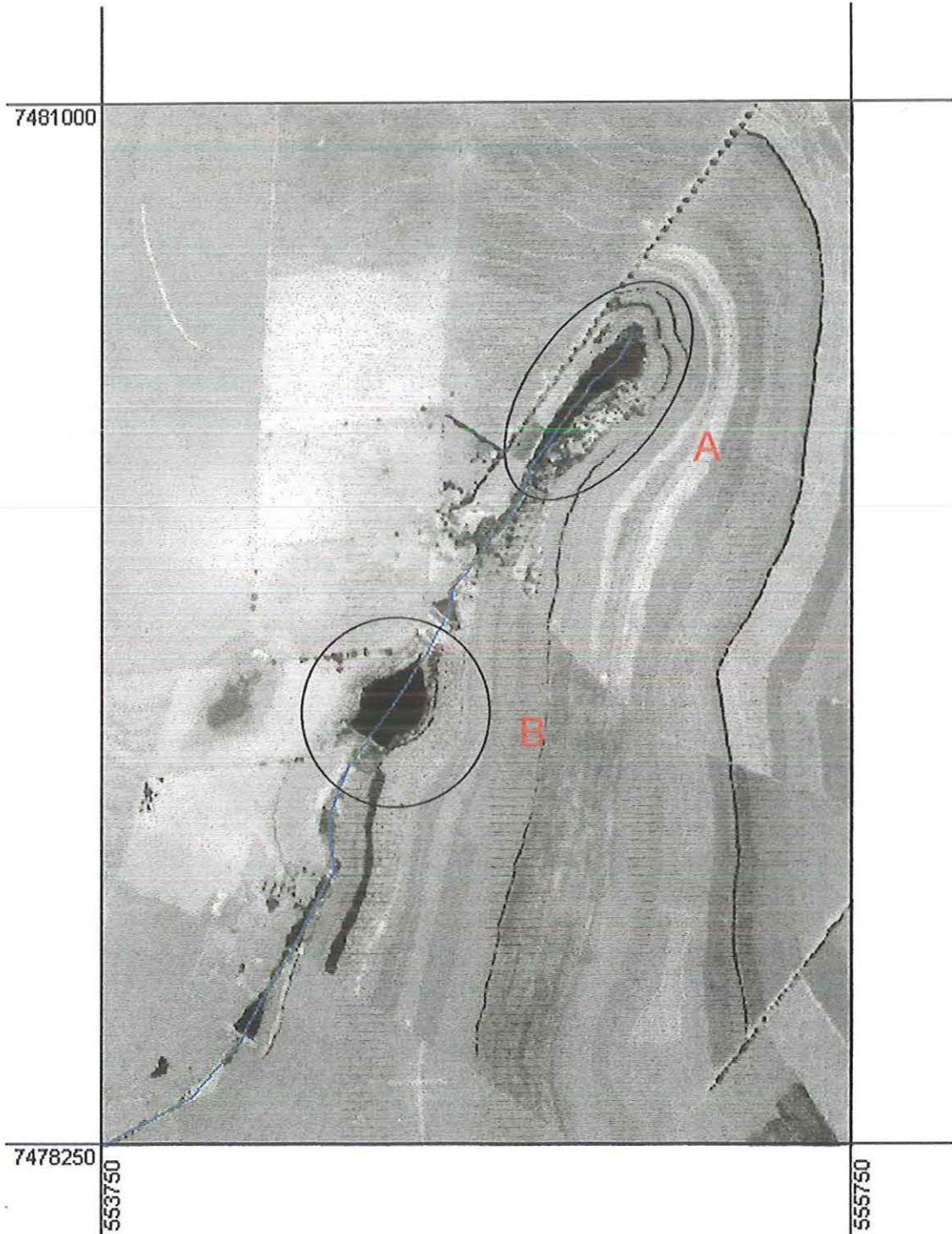


Figura 7. Fotografia aérea com visão mais aproximada dos setores estudados na mata ciliar implantada: A: setor com 18 anos de idade e B: setor com 28 anos de idade. Fonte: Centro de Desenvolvimento do Vale do Paranapanema – (CDVALE) Assis, SP.

A mata atualmente existente foi avaliada em ambos os trechos com uma série de métodos distintos, compreendendo aspectos como a composição do plantio e da regeneração natural, a estrutura da floresta, deposição de folhedo e retorno de nutrientes ao solo, e características do solo em diferentes profundidades.

Os métodos utilizados nessa avaliação são descritos a seguir.

## 4.2. Avaliação da mata ciliar formada

### 4.2.1. Flora atual da mata ciliar implantada

O levantamento florístico da mata estudada foi efetuado dentro das parcelas do levantamento fitossociológico e através de caminhadas ao longo de toda a área reflorestada. A identificação das espécies era feita no local e quando isto não era possível coletava-se o material botânico para posterior identificação.

Todas as espécies registradas foram caracterizadas quanto a:

- ▶ Origem: se plantada ou oriunda de regeneração natural.
- ▶ Distribuição geográfica: se nativa da bacia hidrográfica em que se encontra o plantio; nativa da floresta estacional semidecidual mas ausente na região; nativa do Brasil, mas de ocorrência em outros biomas; exótica.
- ▶ Maturidade reprodutiva: se já haviam iniciado o processo reprodutivo há pelo menos dois anos (com potencial de regeneração natural).
- ▶ Síndrome de dispersão: anemocórica, barocórica e zoocórica.



## 4.2.2. Estrutura da floresta formada

### 4.2.2.1. Levantamento fitossociológico do estrato arbóreo

A estrutura do estrato arbóreo foi caracterizada através do método de parcelas (GREIG-SMITH, 1964; CHAPMAN, 1976). Para cada setor demarcaram-se 10 parcelas de 100m<sup>2</sup> (10 x 10m), distribuídas de forma disjunta, mantendo-se entre estas um intervalo de 10m. A definição do tamanho das parcelas teve como base estudos de florestas naturais que têm utilizado com freqüência esta dimensão (RODRIGUES, 1989). As parcelas foram demarcadas com canos de PVC de 80cm e delimitadas com barbante.

Amostraram-se todas as árvores com DAP (diâmetro à altura do peito medido a 1,30cm acima do nível do solo) igual ou superior a 5cm. Os indivíduos tiveram anotados o DAP, a altura total e o diâmetro da copa. A medição do DAP foi feita com suta de alumínio; árvores com troncos múltiplos tiveram os diâmetros medidos individualmente. Para a medição da altura utilizou-se uma régua telescópica. O diâmetro da copa foi estimado a partir da projeção vertical de seus limites sobre o terreno, considerando-se sempre o maior diâmetro.

Os indivíduos tiveram a espécie identificada no campo e quando isto não era possível, coletou-se material para posterior identificação.

Além destes dados, anotou-se a origem de cada indivíduo que está ocupando o estrato arbóreo, ou seja, se foi plantado ou originado da regeneração natural. Esta informação pôde ser obtida com a ajuda do proprietário da Fazenda, Dr. Hélio Cândido de Souza Dias, que idealizou e participou da execução do plantio e acompanhou a formação da floresta. O alinhamento do plantio original ainda é visível em alguns trechos, auxiliando neste procedimento.

Com base nas medições efetuadas, avaliou-se a floresta sob os seguintes aspectos:

## Estratificação vertical da floresta

Através dos valores de altura e diâmetro estimado das copas das árvores do estrato arbóreo foram elaborados diagramas de perfil, segundo o método proposto por RICHARDS (1996) para a visualização da estratificação vertical da floresta, utilizando faixas de 20x5m. Também foram feitos gráficos de distribuição dos indivíduos entre classes de altura para identificar a existência de uma estruturação da mata formada em estratos, ou seja, a presença de dossel contínuo ou irregular, de sub-bosque, de indivíduos emergentes etc.

## Grau de cobertura das copas

A cobertura é definida como a proporção do piso florestal ocupada pela projeção perpendicular da parte aérea dos indivíduos, podendo ser estimada ou medida, sendo expressa em porcentagem (GREIG-SMITH, 1964). De acordo com DURIGAN & GARRIDO (1992), através do grau de cobertura é possível quantificar diretamente o sombreamento do terreno.

Estimou-se o grau de cobertura das copas utilizando-se o densiômetro vertical (GRS Densitometer). Para uma estimativa de cobertura baseada na amostragem de 100 pontos, este método fornece um intervalo de confiança de 95% entre  $\pm 6,0$  e  $\pm 10,1\%$  de cobertura. Esta metodologia é recomendada para estudos comparativos, principalmente para áreas relativamente grandes, apresentando grande vantagem sobre outros métodos de estimativa de cobertura devido ao seu baixo custo e a sua praticidade de utilização no campo (Stumpf *apud* SOUZA, 2000). Foram amostrados 100 pontos em cada um dos dois trechos da mata implantada. Em cada ponto registrava-se a presença ou ausência de cobertura de copas. Distribuíram-se os pontos de forma aleatória no interior de cada setor, mantendo-se uma distância fixa de cinco passos entre os pontos. A amostragem foi realizada em maio de 2001.

## Similaridade florística

Foram efetuadas várias análises de similaridade florística. Analisou-se a semelhança florística entre os dois setores da mata estudados considerando todas as espécies levantadas no estrato arbóreo e na regeneração natural. Para cada setor comparou-se também o estrato arbóreo com a regeneração natural. Além disso, cada setor da floresta implantada foi comparado com matas ciliares naturais da região (DURIGAN & LEITÃO-FILHO, 1995).

Os cálculos de similaridade florística foram efetuados através do Índice de Jaccard (MAGURRAN, 1988), segundo a fórmula:

$$C_j = c / (a + b - c) \times 100,$$

Onde:

a = número total de espécies presentes em uma das amostras;

b = número total de espécies presentes na outra amostra;

c = número de espécies comuns a ambas as amostras.

## Aspectos quantitativos

Foram utilizados alguns parâmetros para a análise quantitativa do grau de desenvolvimento da comunidade hoje existente na mata ciliar da Fazenda Cananéia. Os parâmetros calculados a partir dos dados obtidos no levantamento fitossociológico do estrato arbóreo de cada setor da mata ciliar, e suas respectivas equações de cálculo foram os seguintes:

- ▶ riqueza de espécies;
- ▶ índice de diversidade de espécies;
- ▶ densidade absoluta total;
- ▶ densidade relativa de indivíduos amostrados, considerando os plantados e os que surgiram a partir da regeneração natural;
- ▶ densidade relativa de indivíduos por espécie, surgidos naturalmente na área;
- ▶ densidade relativa por espécie, quantificando-as quanto à sua região

- geográfica de ocorrência natural;  
▶ área basal total e por espécie;

Estes parâmetros são calculados da seguinte forma:

$$\text{Índice de diversidade de Shannon-Wiener: } H' = - \sum_{e=1}^n P_i \ln P_i$$

$$\text{Densidade Absoluta: } DA_e = N_e/A$$

$$\text{Densidade Relativa: } DR_e = 100N_e/N$$

onde:

$DA_e$  = densidade absoluta da espécie e (número de indivíduos / hectare);

$N_e$  = número de indivíduos amostrados da espécie e;

$A$  = área amostrada (ha);

$DR_e$  = densidade relativa da espécie e (%) (número total de indivíduos da espécie / número total de indivíduos);

$N$  = número total de indivíduos amostrados;

$H'$  = índice de diversidade de Shannon-Wiener;

$P_i$  =  $N_e/N$ ;

$n$  = número de espécies amostradas

#### 4.2.2.2. Levantamento fitossociológico da regeneração natural

O levantamento fitossociológico do sub-bosque foi feito com o objetivo de caracterizar a estrutura e determinar a diversidade florística do estrato regenerante. O levantamento foi efetuado nas mesmas parcelas utilizadas para a caracterização do estrato arbóreo. Em cada parcela levantaram-se todos os indivíduos com altura igual ou superior a 50cm e DAP inferior a 5cm. Anotou-se a altura e quando possível, a espécie de cada indivíduo;

quando isto não era possível, coletava-se material para posterior identificação.

Para cada setor calculou-se a densidade absoluta e a densidade relativa por espécie. Além disso, compararam-se os dois setores da mata ciliar com base nos valores de riqueza e de diversidade de espécies ( $H'$  = índice de diversidade de Shannon-Wiener) do estrato regenerante. Em cada setor também foi comparado o número de espécies que foram plantadas com o que está se regenerando; através desta comparação foi possível inferir sobre a chance de perpetuação da mata implantada.

As espécies do estrato regenerante também foram caracterizadas quanto à distribuição geográfica: se nativa da bacia hidrográfica em que se encontra o plantio; nativa da floresta estacional semidecidual, mas ausente na região; nativa do Brasil, mas de outros biomas; exótica. As espécies foram analisadas quanto à provável origem dos propágulos (se de espécies do plantio ou de fragmentos naturais remanescentes da região) e quanto aos agentes dispersores.

### 4.3. Produção de folheto e aporte de nutrientes

Com o objetivo de fornecer dados sobre a produtividade, bem como sobre o retorno de nutrientes na mata ciliar estudada, foi estimada a produção de folheto nos dois setores de amostragem fitossociológica.

Com esta finalidade foram instalados em cada setor amostral (18 e 28 anos) 10 coletores com dimensões de 50cm x 50cm, construídos com sarrafos de madeira e fundo de tela de nylon. Os coletores foram colocados diretamente sobre o solo, distribuídos aleatoriamente dentro dos setores de estudo.

As coletas foram realizadas a cada 30 dias, no período de março de 1999 a fevereiro de 2000. O material de cada coletor foi acondicionado em

sacos de papel devidamente identificados, seco em estufa a 70°C, até atingir peso constante, sendo posteriormente pesado em balança eletrônica.

Os valores obtidos foram transformados em kg/ha, calculadas as médias de produção mensal e a produção total anual. Com os dados de produção de folheto foram comparados os dois setores (18 e 28 anos) da mata entre si, analisando-se a quantidade e a sazonalidade da produção e comparando os resultados com aqueles verificados em florestas naturais.

Do folheto coletado em cada setor da mata foram retiradas amostras compostas de cada mês, para análise química. Essas análises foram efetuadas no Laboratório de Fertilidade de Solos da Universidade Federal de São Carlos - Campus de Araras. Foi analisada a quantidade de macronutrientes (N, K, P, Mg, Ca e S), micronutrientes (B, Fe, Mn, Zn, Cu) e Al. A partir dos dados obtidos da análise química do material calculou-se o retorno de nutrientes ao solo. Foram realizadas comparações entre os dois setores da mata e entre estes e florestas naturais, em termos de quantidade de nutrientes.

#### 4.4. Características químicas do solo

Foram coletadas amostras de solo em três profundidades (0 - 2,5cm; 2,5 - 7,5cm e 7,5 - 20cm) nos dois setores da mata e também em pastagem adjacente à floresta implantada. As coletas foram feitas em agosto de 2000. Para cada profundidade efetuou-se a coleta com 5 repetições ao longo de cada setor da mata, resultando em 15 sub-amostras simples por setor. Destas foram retiradas 5 amostras compostas por profundidade e para cada setor.

Na área de pastagem adjacente à mata as amostras foram coletadas também em três profundidades, porém, com apenas três repetições para cada uma. O objetivo de amostragem de solo na área de pastagem foi o de compará-la com as áreas reflorestadas, visto que no passado, as áreas reflorestadas apresentavam as mesmas condições que hoje a pastagem

apresenta, ou seja, ausência completa de vegetação arbórea. Esta área permaneceu com o mesmo uso durante todos estes anos, não tendo havido nenhum tipo de cultivo no local onde foram efetuadas as amostragens.

As amostras de solo, devidamente acondicionadas, foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Viçosa. Para cada amostra foram analisados os seguintes parâmetros (EMBRAPA, 1997):

- ▶ pH em água (relação 1:2,5);
- ▶ P e K disponíveis (extrator: Mehlich 1);
- ▶  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis (extrator: KCl –  $1\text{ mol/L}^{-1}$ );
- ▶ Acidez potencial (H + Al) (extrator: Acetato de Cálcio  $0,5\text{ mol/L}^{-1}$  pH 7,0);
- ▶ Soma de bases trocáveis (SB);
- ▶ Capacidade de troca catiônica efetiva (t);
- ▶ Capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T);
- ▶ Índice de saturação de bases (V);
- ▶ Matéria orgânica = C. Orgânico x 1,724 (oxidação úmida com  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ).

Com base nos resultados obtidos das análises supracitadas foram comparados os dois setores da mata ciliar entre si e estes com a área de pastagem.

#### 4.4.1. Matéria orgânica leve

A matéria orgânica leve do solo foi analisada pelo método proposto por ANDERSON & INGRAM (1989) com adaptações.

Para a análise do teor de matéria orgânica leve foram utilizadas as amostras de solo retiradas para as análises de rotina. Para cada um dos pontos realizaram-se três repetições para o procedimento laboratorial necessário para a extração da matéria orgânica leve. Assim, o total de amostras analisadas para cada setor considerando as três profundidades amostradas foi de 45.

Para a área de pastagem, os pontos de amostragem foram três para cada profundidade. Para cada ponto amostrado realizaram-se três repetições para o procedimento laboratorial, totalizando 27 amostras.

#### 4.4.2. Extração e determinação do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana

Para a determinação do conteúdo de C e N na biomassa microbiana do solo, coletaram-se em cada setor da mata 5 amostras e para a pastagem 3 amostras, na profundidade de 0-2,5cm, totalizando 13 amostras. De cada uma, foram retiradas três amostras para o procedimento analítico, num total de 39 amostras.

A extração destes elementos foi feita pelo método de irradiação em microondas proposto por ISLAN & WEIL (1998a) e ISLAN & WEIL (1998b) com alguns ajustes. A determinação do carbono da biomassa microbiana do solo seguiu a metodologia utilizada por FERREIRA et al. (1999). A determinação do nitrogênio da biomassa microbiana do solo foi feita pelo método de N reagente com ninhidrina (N-Rnh) utilizado por JOERGENSEN & BROOKS (1990).

#### Carbono da biomassa microbiana

A irradiação por microondas, uma energia eletromagnética não-ionizante, esteriliza parcialmente o solo controlando microrganismos patogênicos e nematóides. Nas células dos microrganismos expostas à energia do microondas, as moléculas polares/iônicas do citosol movem-se aceleradamente e eventualmente volatilizam devido a fricção por aquecimento. A alta temperatura e a pressão de vapor afetam a permeabilidade e estabilidade da membrana celular provocando a ruptura da célula e liberando vários compostos intracelulares de C. Dessa forma,



através do uso do microondas e de um extrator químico apropriado o C intracelular das células lisadas ou mortas é liberado.

A determinação do C para cada setor da mata seguiu o seguinte procedimento:

1. Preparo da solução de  $K_2SO_4$   $0,5\text{mol.L}^{-1}$ : 87,14g de  $K_2SO_4$  transferidos para balão volumétrico de 1000mL; completou-se o volume com água;
2. Preparo da solução extratora de  $K_2Cr_2O_7$  1,0N: 49,4g de  $K_2Cr_2O_7$  transferidos para balão volumétrico de 1000mL; completou-se o volume com água;
3. Preparo da solução estoque de sacarose para a curva padrão de C: pesou-se 0,981g de sacarose e em balão volumétrico completou-se o volume com 100ml de água destilada. Em seguida pipetou-se 0; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0; 5,0 e 10 ml desta solução estoque; cada uma destas alíquotas foi diluída para 100ml de água destilada para preparar soluções de 0; 10; 20; 40; 80; 200 e 400  $\text{mgC.L}^{-1}$ ;
4. Tratamento das amostras com microondas: para cada amostra coletada na mata (cinco) pesou-se 10g de solo a 70% da Capacidade de Retenção com três repetições, totalizando 15 amostras para o tratamento com microondas e 15 amostras para serem analisadas sem a aplicação de microondas. O mesmo foi feito para o solo da área de pastagem, também com 3 repetições, totalizando 9 amostras. As amostras foram pesadas em frascos de Erlenmeyer de 150ml. As amostras foram levadas ao microondas, sendo o tempo de permanência das mesmas no interior do aparelho determinado pela equação:

$$T(s) = \frac{R \times W}{P} \quad \text{Equação 1}$$

onde:

R = energia ( $\text{J.g}^{-1}$ )

W = número de amostras x massa (g)

P = potência do microondas (W)

5. Agitação das amostras em  $K_2SO_4$   $0,5\text{mol.L}^{-1}$ : às amostras levadas ao microondas e aquelas sem este tratamento foi adicionado 25ml de  $K_2SO_4$   $0,5\text{mol.L}^{-1}$ . Em seguida levou-se as amostras para agitação por 1 hora.
6. Filtragem do material agitado: confeccionou-se filtros com papel de filtro lento dobrado; estes filtros foram apoiados em frascos de Erlenmeyer de 150ml. Sobre os filtros levemente umedecidos com água destilada, verteu-se o material agitado para obtenção do extrato.
7. Aplicação do extrator  $K_2Cr_2O_7$   $1,0N$  aos extratos e posterior aplicação de microondas: em frascos de Erlenmeyer de 150ml pipetou-se 5ml de extrato obtido e das soluções padrões, 1ml do extrator dicromato de potássio e 5ml de ácido sulfúrico concentrado. Metade das amostras foi levada ao microondas, sendo o tempo de permanência das mesmas no aparelho determinada pela Equação 1. Esperou-se que a temperatura das amostras baixasse e em seguida as 15 amostras foram transferidas para balões volumétricos de 25ml; completou-se volume com água destilada.
8. Leitura das amostras no espectrofotômetro: mediu-se a absorbância em espectrofotômetro num comprimento de onda de 590nm para os padrões de C e em seguida para as amostras.
9. Cálculo do C na biomassa microbiana (SPARLING & WEST, 1988):  
A partir da leitura das amostras no espectrofotômetro foram obtidas as concentrações de C em  $\text{mgC/L}^{-1}$  [C]. Com base nestes valores os cálculos foram os seguintes:
  - Cálculo da concentração de C por grama de solo:  
 $[C] \times \text{volume da solução de extrato} / 1000 \text{ (mL)} \times 1\text{g solo} / 10\text{g de solo (peso do solo seco)} = \text{mg de C por grama de solo}$ . Exemplo:
    - \* amostra energizadas:  
 $37,49 \text{ mgC/L}^{-1} \times 25/1000 \times 1/10 = 0,093\text{mgC/g solo}$
    - \* amostra não energizadas:  
 $36,31\text{mgC/L}^{-1} \times 25/1000 \times 1/10 = 0,090\text{mgC/g solo}$

- Cálculo do C total da biomassa microbiana do solo (CTBM) ( $\mu\text{g}$  de C / g de solo). Neste cálculo, utilizou-se um fator de correção  $K = 0,33$  que é a fração do C total da biomassa microbiana extraído pela solução de sulfato de potássio  $0,5\text{mol/L}^{-1}$ .

$$\text{CTBM} = \text{C microondas} - \text{C sem microondas} / \text{fator de correção (0,33)}$$

Exemplo:

$$\begin{aligned} \text{CTBM} &= 0,093 - 0,090 / 0,33 = 0,009 \text{ mgC/g de solo} \\ &= 9,09 \mu\text{g de C/g de solo} \end{aligned}$$

## Nitrogênio da biomassa microbiana

A extração e determinação do N para cada setor da mata e para a área de pastagem seguiu o seguinte procedimento:

1. Preparo da solução extratora  $0,5\text{mol.L}^{-1}$   $\text{K}_2\text{SO}_4$ : pesou-se  $87,14\text{g/L}$  de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  e em balão volumétrico completou-se o volume com água;
2. Preparo das soluções utilizadas para a determinação do N reagente com ninhidrina (N-Rnh):

- Solução tampão de ácido cítrico (pH 5,0): foram pesados  $42\text{g/L}$  de ácido cítrico e  $16 \text{ g/l}$  de NaOH. Os reagentes foram dissolvidos em  $900\text{ml}$  de água; foi medido o pH e caso fosse necessário ajustá-lo utilizava-se uma solução de NaOH ( $400\text{g/L}$ ). A solução foi acondicionada em frasco escuro.

- Solução de  $4,0\text{M}$  de acetato de sódio (pH 5,2): para esta solução utilizou-se  $544,4\text{g/L}$  de acetato de sódio,  $100\text{ml/L}$  de ácido acético glacial. Dada a lenta dissolução destes reagentes, a solução foi colocada em banho-maria, agitando-a continuamente. Deixou-se a temperatura baixar e mediu-se o pH. Caso fosse necessário ajustá-lo utilizava-se uma solução de NaOH. Esta solução foi mantida em geladeira ( $14^\circ\text{C}$ ).

- Solução reagente de ninhidrina: para esta solução utilizou-se  $20\text{g/L}$  de ninhidrina,  $3\text{g/L}$  de hidradantina,  $250\text{ml/L}$  de dimetilsulfoxido

(DMSO) e 750ml/L da solução 4,0M de acetato de sódio. A solução foi colocada em agitador magnético por 30 minutos.

- Solução de etanol (etanol:água 1:1): misturou-se partes iguais de etanol 95% e água.

- Preparo das soluções padrão de N-leucina para a curva padrão de N: primeiramente preparou-se a solução estoque de 2000  $\mu\text{M}$  N-Leucina dissolvendo-se 0,2624g de Leucina em 0,5M de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  completando-se o volume para 1000mL com a mesma solução. Em seguida pipetou-se 0; 2,5; 5,0; 10,0; 20,0; 30,0; 40,0 e 50 ml da solução estoque de 2000  $\mu\text{M}$  N-Leucina; cada uma destas alíquotas foi diluída para 100ml, completando-se o volume com a solução 0,5M de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  para obter-se as soluções padrão 0; 0,7; 1,4; 2,8; 5,6; 8,4; 11,2 e 14,0 mg/L de N-Leucina.

3. Tratamento das amostras com microondas: para cada amostra coletada na mata (cinco) pesou-se 10g de solo a 70% da Capacidade de Retenção com três repetições, totalizando 15 amostras para o tratamento com microondas e 15 amostras para serem analisadas sem a aplicação de microondas. O mesmo foi feito para o solo da área de pastagem, também com 3 repetições, totalizando 9 amostras. As amostras foram pesadas em frascos de Erlenmeyer de 150ml. As amostras foram levadas ao microondas, sendo o tempo de permanência das mesmas no interior do aparelho determinado pela Equação 1.

4. Agitação das amostras em  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0,5mol.L<sup>-1</sup>: às amostras levadas ao microondas e àquelas sem este tratamento foi adicionado 25ml de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0,5mol.L<sup>-1</sup>. Em seguida levou-se as amostras para agitação por 1 hora.

5. Filtragem do material agitado: confeccionou-se filtros com papel de filtro lento dobrado; esses filtros foram apoiados em frascos de Erlenmeyer de 150ml. Sobre os filtros levemente umedecidos com água destilada, verteu-se o material agitado para obtenção do extrato.

6. Determinação do N reagente com ninhidrina (N-Rnh) para estimar N-biomassa: foi utilizado 0,75ml do extrato bruto obtido e das soluções padrões de N-leucina; 1,75ml da solução tampão de ácido cítrico pH 5,0 e 4,50ml da

mistura etanol:água. As alíquotas do extrato e das soluções padrão e do ácido cítrico foram colocadas em tubos de ensaio de 20ml. Em seguida adicionou-se lentamente 1,25ml do reagente de ninhidrina. Os tubos foram, então, agitados por 10" e em seguida levados ao banho-maria (85-90°C) por 25 minutos. Após terem atingido a temperatura ambiente, adicionou-se aos tubos a mistura etanol:água, agitando-os por 30".

7. Leitura das amostras no espectrofotômetro (570nm): primeiramente ajustou-se o 100% de transmitância com água; depois utilizou-se um teste-em-branco com a solução de  $K_2SO_4$ ; então mediu-se a absorbância para os padrões de N e em seguida para as amostras.

8. Cálculo da concentração de N da biomassa microbiana do solo:  
A partir da leitura das amostras no espectrofotômetro foram obtidas as concentrações de N em  $mgN/L^{-1}$  [N]. Com base nestes valores os cálculos foram os seguintes:

- Cálculo da concentração de N por grama de solo:

$[N] \times \text{volume da solução de extrato} / 1000 \text{ (ml)} \times 1 \text{g solo} / 10 \text{g de solo (peso do solo seco)} = \text{mg de N por grama de solo. Exemplo:}$

\* amostra com microondas:

$$135,61 \text{mgC/ L}^{-1} \times 25/1000 \times 1/10 = 0,339 \text{mgN/g solo}$$

\* amostra sem microondas:

$$114,56 \text{mgC/ L}^{-1} \times 25/1000 \times 1/10 = 0,286 \text{mgN/g solo}$$

- Cálculo do N total da biomassa microbiana do solo (NTBM) ( $\mu\text{g}$  de N / g de solo).

$NTBM = N \text{ microondas} - N \text{ sem microondas}$

Exemplo:

$$NTBM = 0,339 - 0,286 = 0,053 \text{ mgN/g de solo}$$

$$= 53,0 \mu\text{g de N/g de solo}$$

## 4.5. Análises estatísticas

Para todas as variáveis do solo analisadas foram calculados os intervalos de confiança simultânea para as diferentes médias das possíveis combinações dos fatores Tipo de Tratamento Aplicado (setor: 18 e 28 anos e pastagem) e Profundidade de Coleta (0-2,5; 2,5-7,5 e 7,5-20cm) através do Teste de Tukey.

Para a análise estatística das variáveis Carbono e Nitrogênio Total da Biomassa Microbiana foi considerado apenas o fator Tratamento por meio do teste de Kruskal-Wallis.

## 5. Resultados e Discussão

---

### 5.1. Flora da mata ciliar

#### 5.1.1. Composição de espécies

Em levantamento realizado em 1990, DURIGAN & DIAS identificaram em toda a extensão da mata ciliar implantada da Fazenda Cananéia, 191 espécies arbóreas, das quais 150 haviam sido plantadas e as demais oriundas da regeneração natural, trazidas por agentes dispersores.

Dez anos depois, no levantamento realizado neste estudo, incluindo não apenas os dois setores de amostragem, mas toda a extensão da mata ciliar implantada, foram observadas 229 espécies, distribuídas entre árvores e arbustos (Tabela 2). Neste período, o incremento no número de espécies que hoje compõem a comunidade florestal foi de 16%. Do total atual, 72,9% (167) são espécies que foram plantadas e 27,1% (62) são espécies surgidas da regeneração natural (Figura 8). Este resultado traduz um aspecto do processo de evolução da floresta, o qual demonstra, em outras palavras, que processos ecológicos como a dispersão de sementes e a regeneração natural estão incorporados na dinâmica florestal do local, podendo-se afirmar que a auto-sustentabilidade florestal da comunidade que se formou a partir do plantio de mata ciliar já está garantida.

Tabela 2. Espécies de árvores e arbustos existentes na mata ciliar da Fazenda Cananéia (Cândido Mota-SP)  
P-plantada; N-nativa (regeneração natural); R-em fase reprodutiva há pelo menos 2 anos;  
S (Síndrome de dispersão): A-Anemocoria; B-Barocoria; Z- Zoocoria;  
O (Região de ocorrência natural): N-nativa da bacia hidrográfica;  
FES-A-Ocorre na região de domínio da Floresta Estacional Semidecidual (FES), mas não nessa bacia;  
A-nativa do Brasil, mas não da FES; E-exótica

Família	Espécie	Nome vulgar	O	P	N	R	S
<b>Acanthaceae</b>	<i>Geissomeria longifolia</i> Lindl.		N		X	X	B
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	guaritá	N	X			A
	<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	E	X		X	Z
	<i>Schinus molle</i> L.	aroeira-mole	A	X		X	Z
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira-pimenteira	N		X	X	Z
	<i>Spondias lutea</i> L.	cajá-mirim	A	X		X	Z
	<i>Spondias purpurea</i> L.	serigüela	A	X		X	Z
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	peito-de-pomba	N	X		X	Z
<b>Annonaceae</b>	<i>Rollinia</i> sp 1	biribá	A	X		X	Z
	<i>Rollinia deliciosa</i> Safford.	pinha	A	X		X	Z
	<i>Rollinia emarginata</i> Schtdl.	araticunzinho	A	X		X	Z
	<i>Rollinia exalbida</i> (Vell. Conc.) C. Nart	araticum	N		X	X	Z
	<i>Rollinia sylvatica</i> (St.Hil) Mart.	marolo	N		X	X	Z
	<i>Annona cacans</i> Warm.	araticum-cagão	N	X			Z
	<i>Annona cherimolia</i> Mill.	cherimoia	E	X		X	Z
	<i>Annona deliciosa</i>	pinha	A	X		X	Z
	<i>Annona muricata</i> L.	graviola	E	X			Z
<b>Apocynaceae</b>	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Arg.	peroba-rosa	N	X			A
	<i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll. Arg.	guatambu	FES-A	X			A



Familia	Espécie	Nome vulgar	O	P	N	R	S
	<i>Tabernaemontana hystrix</i> (Steud) A.DC	leiteiro	N		X	X	Z
<b>Aquifoliaceae</b>	<i>Ilex aquifolium</i> L.	azevinho	E	X		X	Z
<b>Araliaceae</b>	<i>Dendropanax cuneatum</i> (DC.) Decne&Planch.	maria-mole	A	X		X	Z
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguires&Steyerm.&Frodin	morototó/mandiocão	N	X		X	Z
	<i>Sciadodendron excelsum</i> Griseb.	carobão	N	X			Z
	<i>Tetrapanax papyrifera</i> Kock	planta-do-papel-arroz	E	X		X	
<b>Araucariaceae</b>	<i>Agathis australis</i> Steud.	ágatis	E	X			A
	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. Kuntze	pinheiro-brasileiro	A	X		X	Z
	<i>Araucaria excelsa</i> R. Br.	pinheiro	E	X			A
<b>Arecaceae</b>	<i>Acrocomia sclerocarpa</i> Mart.	macaúva	N	X			Z
	<i>Attalea</i> sp		A	X			Z
	<i>Caryocha urens</i> L.	palmeira-rabo-de-peixe	E	X			Z
	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	palmito	N	X			Z
	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	açaí	A	X			Z
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.	burití	A	X		X	Z
	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	tamareira	E	X		X	Z
	<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	guarirova	N	X		X	Z
	<i>Syagrus rommanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	jerivá	N	X	X	X	Z
<b>Asteraceae</b>	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	alecrim-do-campo	N		X	X	A
	<i>Dasyphyllum</i> sp		N		X		
	<i>Vernonia scorpioides</i> Pers.		N		X	X	A
	<i>Vernonia</i> sp 1	assa-peixe	N		X	X	A
	<i>Vernonia</i> sp 2	assa-peixe	N		X	X	A
	<i>Vernonia</i> sp 3	assa-peixe	N		X	X	A
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	jacarandá-de-Brasília	A	X		X	A

Familia	Espécie	Nome vulgar	O	P	N	R	S
	<i>Stenolobium stans</i> Seem.	ipê-de-jardim	E	X		X	A
	<i>Tabebuia aurea</i> Benth.&Hook.	ipê-amarelo-do-cerrado	A	X			A
	<i>Tabebuia avellanedae</i> Loren. ex Griseb.	ipê-roxo	N	X		X	A
	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.exDC.) Standl.	ipê-roxo-de-bola	FES-A	X		X	A
	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Rizz.	ipê-amarelo	N		X	X	A
	<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sand.	ipê-branco	FES-A	X		X	A
	<i>Tabebuia vellosi</i> Tol.	ipê-amarelo	A	X		X	A
<b>Bixaceae</b>	<i>Bixa orellana</i> L.	urucum	A	X		X	Z
<b>Bombacaceae</b>	<i>Adansonia digitata</i> L.	baobá	E	X		X	A
	<i>Bombax malabaricum</i> D.C.	paineira-vermelha	E	X		X	A
	<i>Ceiba pentandra</i> Gaerth.	sumauma	A	X		X	A
	<i>Chorisia glaziovii</i> (O. Kuntze) E. Santos	paineira-branca	A	X		X	A
	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hill.	Paineira	N	X		X	A
	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	embiruçu	N	X		X	A
	<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.Hil.) A. Robyns	sumaúma	A	X		X	A
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia corymbosa</i> G.Don		N		X	X	Z
	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	café-de-bugre	N	X		X	Z
	<i>Cordia superba</i> Cham.	babosa-branca	N	X		X	Z
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab.ex Steud.	ipê-louro	N		X	X	A
	<i>Patagonula americana</i> L.	guaiuvira	N	X	X	X	Z
<b>Burseraceae</b>	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.)March.	amescla	N		X	X	Z
<b>Caesalpinaceae</b>	<i>Bauhinia banksii</i>	bauínia-de-hong-kong	E	X			--
	<i>Bauhinia longifolia</i> D.Dietr.	pata-de-vaca	N	X		X	B
	<i>Bauhinia variegata</i> L.	unha-de-vaca	E	X		X	B
	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	pau-brasil	A	X			B

Familia	Espécie	Nome vulgar	O	P	N	R	S
	<i>Caesalpinia leiostachya</i> (Benth.) Ducke	pau-ferro	A	X		X	B
	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	sibipiruna	A	X		X	B
	<i>Cassia javanica</i> L.	cássia-javanesa	E	X		X	B
	<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	óleo-de-copaíba	N	X	X	X	Z
	<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	alecrim	A	X		X	Z
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	N	X		X	Z
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex. Hayne	jatobá-do-cerrado	FES-A	X			Z
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula	N		X	X	A
	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	amendoim	N		X	X	A
	<i>Schyzolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	guapuruvu	A	X		X	A
	<i>Senna macranthera</i> DC.	cássia	A	X		X	B
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	pau-cigarra	A	X		X	B
	<i>Senna pendula</i> (Willd.) H.S. Irwin & Barneby	canudo-de-pito	N		X	X	B
	<i>Tamarindus indica</i> L.	tamarindo	E	X		X	Z
	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	tipuana	E	X		X	A
Capparaceae	<i>Crataeva benthamii</i> Eichl.	falso-guaraná	A	X		X	Z
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	mamoeiro	E	X		X	Z
	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	jaracatiá	N	X		X	Z
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	embaúba	N		X	X	Z
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	oiti	A	X		X	Z
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	guanandi	FES-A	X			Z
	<i>Rheedia gardneriana</i> Planch & Triana	bacupari	N	X		X	Z
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	cedrinho	E	X			A
Ebenaceae	<i>Diospyros kaky</i> L.	caquizeiro	E	X		X	Z
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Endl. & Poeppig.	tapiá	N		X	X	Z

Família	Espécie	Nome vulgar	O	P	N	R	S
	<i>Aleurites moluccana</i> (L.) Willd.	nogueira-de-iguape	A	X			Z
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui	N	X		X	B
	<i>Croton urucurana</i> Baill.	sangra-d'agua	N		X	X	B
	<i>Sapium longifolium</i> (Muell.Arg.) Huber	leiteiro	N		X	X	B
	<i>Savia dictyocarpa</i> Muell. Arg.	guaraviúva	N		X	X	B
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) Smith&Downs.	branquilha	N		X	X	B
<b>Fabaceae</b>	<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard.	sombreiro	E	X		X	B
	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Fr.All.ex Benth.	jacarandá-da-bahia	A	X		X	A
	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	cumbaru	A	X		X	Z
	<i>Erythrina crista-galli</i> L.	corticeira	N		X	X	B
	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	suiña	FES-A	X		X	B
	<i>Erythrina speciosa</i> Tod.	eritrina	A	X		X	B
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	madre-del-cacao	E	X		X	B
	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	embira-de-sapo	N		X	X	A
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellf.	bico-de-pato	N		X	X	A
	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	jacarandá-ferro	N		X	X	A
	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	sapuvuçu	N		X	X	A
	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vog.	sapuvinha	N		X	X	A
	<i>Machaerium villosum</i> Vog.	jacarandá-paulista	FES-A	X	X		A
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Fr. Allem.	cabreuva-vermelha	N	X		X	A
	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.F.	cabreuva-vermelha	N	X		X	A
<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus</i> sp	carvalho	E	X			A
<b>Flacourtiaceae</b>	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	espeteiro	N		X	X	Z
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	erva-de-lagarto	N		X	X	Z
<b>Hamamelidaceae</b>	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	liquidâmbar	E	X			A

Família	Espécie	Nome vulgar	O	P	N	R	S
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	nogueira-pecan	E	X		X	Z
Lauraceae	<i>Cinnamomum camphora</i> Th.Nees & Eberm.	cânfora	E	X		X	Z
	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Breyn.	canela-do-ceilão	E	X			Z
	<i>Laurus nobilis</i> L.	louro	E	X			Z
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canelinha	N	X		X	Z
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Ness	canela-ferrugem	N		X		Z
	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.)Rohwer	canela-sassafráz	A	X		X	Z
	<i>Ocotea puberula</i> (Reich.) Nees.	canela-amarela	N	X	X	X	Z
	<i>Persea americana</i> Bauh.	abacateiro	E	X		X	Z
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) O. Kuntze	jequitibá-branco	N	X		X	A
	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	jequitibá-rosa	FES-A	X		X	A
	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	sapucaia	A	X			Z
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	salta-martin	N	X		X	Z
Lythraceae	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	mirindiba	A	X		X	A
	<i>Lagerstroemia speciosa</i> Pers.	resedá-gigante	E	X			
Magnoliaceae	<i>Michelia champaca</i> L.	magnólia-amarela	E	X		X	Z
	<i>Talauma ovata</i> St. Hil.	magnólia-do-brejo	FES-A	X		X	Z
Malpighiaceae	<i>Dicella holosericea</i> A. Juss.	grão-de-galo	N	X		X	Z
	<i>Malpighia</i> sp	acerola	E	X		X	Z
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	hibisco	E	X			Z
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjarana	N		X	X	Z
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	N	X		X	A
	<i>Toona australis</i> Harms	cedro-australiano	E	X		X	A
	<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	catiguá	N		X	X	Z
	<i>Trichilia palida</i> Sw.	marinheiro	N		X	X	Z

Familia	Espécie	Nome vulgar	O	P	N	R	S	
Mimosaceae	<i>Acacia paniculata</i> Willd.	arranha-gato	N		X	X	B	
	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	monjoleiro	N		X	X	B	
	<i>Acacia tortilis</i> Hayne	"umbrella-thorn"	E	X		X	B	
	<i>Albizzia hasslerii</i> (Chodat) Burr.	farinha-seca	N	X		X	B	
	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	angico-preto	FES-A	X		X	B	
	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	angico-vermelho	FES-A	X		X	B	
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	tamboril	N	X		X	Z	
	<i>Inga laurina</i> Willd.	ingá	A	X		X	Z	
	<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá	N	X		X	Z	
	<i>Inga striata</i> Benth.	ingá	N	X		X	Z	
	<i>Inga uruguensis</i> Hooker & Arnott	ingá	N	X		X	Z	
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	leucena	E	X		X	B	
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico-da-mata	N		X	X	A	
	<i>Parkia</i> sp	angelim	A	X				
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	pau-jacaré	N	X	X	X	A	
	Moraceae	<i>Artocarpus integrifolia</i> L.f. Müll.	jaqueira	E	X		X	Z
		<i>Ficus enormis</i> Mart.ex.Miq.	figueira-mata-pau	N	X		X	Z
<i>Ficus guaranitica</i> Chod.		figueira-branca	N	X		X	Z	
<i>Ficus obtusifolia</i> H.B.&K.		figueira	N	X		X	Z	
<i>Maclura tinctoria</i> D. Don.ex Steud.		amoreira-branca	N		X	X	Z	
<i>Morus nigra</i> L.		amoreira	E	X		X	Z	
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	bananeira	E	X		X	--	
Myrtaceae	<i>Callistemon lanceolatus</i> Sweet	calistemon	E	X		X	B	
	<i>Campomanesia rhombea</i> Berg.	gabirola-de-árvore	N	X		X	Z	
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg.	gabirola-de-árvore	N	X		X	Z	

Familia	Espécie	Nome vulgar	O	P	N	R	S
	<i>Eugenia blastantha</i> (Berg.) Legr.	grumixama-miúda	N		X		Z
	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	grumixama	A	X		X	Z
	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	cereja-do-rio-grande	N	X		X	Z
	<i>Eugenia tomentosa</i> Camb.	cabeludinha	E	X			Z
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	N	X		X	Z
	<i>Eugenia uvalha</i> Camb.	uvaia	FES-A	X		X	Z
	<i>Hexachlamys edulis</i> (Berg.) Kausel&D.Legrand	uvaia-do-campo	FES-A	X		X	Z
	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	cambuí	N		X	X	Z
	<i>Myrciaria cauliflora</i> Berg.	jaboticabeira	N	X		X	Z
	<i>Myrciaria floribunda</i> Berg.	cereja-do-rio-grande	N	X		X	Z
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçá	A	X		X	Z
	<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira	E	X		X	Z
	<i>Syzygium cummini</i> Skeels	jambolão	E	X		X	Z
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	jambo-amarelo	A	X		X	Z
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Bougainvillea arborea</i> Glaziou	flor-roxa	N	X		X	A
<b>Ochnaceae</b>	<i>Ochna serrulata</i> Walp.	florzinha	E	X		X	
<b>Oxalidaceae</b>	<i>Averrhoa carambola</i> L.	carambola	E	X		X	Z
<b>Pinaceae</b>	<i>Pinus strobus</i> L.	pinus	E	X		X	A
<b>Phytolaccaceae</b>	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	pau-d'alho	N	X		X	A
	<i>Phytollaca dioica</i> L.	cebolão	N	X		X	Z
<b>Piperaceae</b>	<i>Piper aduncum</i> L.	falso-jaborandi	N		X	X	Z
	<i>Piper glabratum</i> Kunth	falso-jaborandi	N		X	X	Z
<b>Polygonaceae</b>	<i>Triplaris brasiliensis</i> Cham.	pau-formiga	FES-A	X		X	A
<b>Proteaceae</b>	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn.	grevilha	E	X		X	A
<b>Rhamnaceae</b>	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins.	saguaraji	N	X		X	Z

Familia	Espécie	Nome vulgar	O	P	N	R	S
	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	uva-japonesa	E	X		X	Z
<b>Rosaceae</b>	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	nespereira	E	X		X	Z
	<i>Malus communis</i> DC.	macieira	E	X		X	Z
	<i>Prunus persica</i> Stokes	pessegueiro	E	X		X	Z
<b>Rubiaceae</b>	<i>Genipa americana</i> L.	jenipapo	N	X		X	Z
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.		N		X	X	Z
	<i>Randia armata</i> (SW.) DC.	veludo-de-espinho	N		X	X	Z
	<i>Calycophyllum multiflorum</i> Griseb.	castelo	A	X			A
	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	pau-mulato	A	X			A
<b>Rutaceae</b>	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim	N	X		X	A
	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck	laranjeira	E	X		X	Z
	<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	guarantã	A	X		X	B
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lamb.	mamica-de-porca	N		X	X	Z
<b>Sapindaceae</b>	<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	chal-chal	N		X	X	Z
	<i>Cupania vernalis</i> Camb.	arco-de-peneira	N		X	X	Z
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboatá	N		X	X	Z
	<i>Sapindus saponaria</i> L.	sabão-de-soldado	A	X		X	Z
<b>Sapotaceae</b>	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart.&Eichl.)Engl.	guatambu	N	X		X	Z
	<i>Pouteria bullata</i> (S.Moore) Baehni		N	X			Z
<b>Solanaceae</b>	<i>Brunfelsia calycina</i> Benth.	manacá-de-jardim	A	X		X	
	<i>Cestrum calycinum</i> Willd.		N		X	X	Z
	<i>Cestrum sendtnerianum</i> Mart.ex.Sendt.		N		X	X	Z
	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	fumo-bravo	N		X	X	Z
	<i>Solanum sp</i>		N		X	X	Z
<b>Sterculiaceae</b>	<i>Sterculia chicha</i> St.Hil.	chichá	A	X		X	Z



Familia	Espécie	Nome vulgar	O	P	N	R	S
Tiliaceae	<i>Luehea candicans</i> Mart.	açoita-cavalo	N		X	X	
	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	N		X	X	A
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	candiúva	N		X	X	Z
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	urtiga	N		X	X	
Verbenaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	tamanqueira	N		X	X	Z
	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz.&Pavon) A.Juss.	lixa	N		X	X	A
	<i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham.	pau-viola	N		X	X	Z
	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	gmelina	E	X		X	Z
	<i>Lantana camara</i> L.	cambará	N		X	X	Z
	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.)Mold.	tarumã	N	X		X	Z

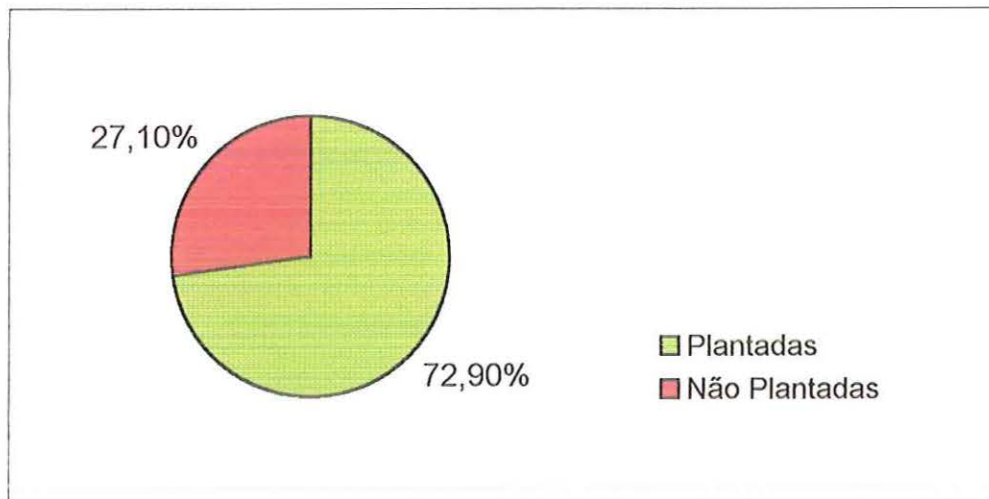


Figura 8. Porcentagem de espécies plantadas em relação a espécies que surgiram espontaneamente na mata ciliar implantada da Fazenda Cananéia.

Com relação à região de ocorrência natural das espécies que formam a comunidade, 115 (50,2%) são nativas da bacia hidrográfica em que a mata está inserida; 54 (23,6%) são espécies exóticas; 46 (20,1%) são nativas do Brasil, mas não da floresta estacional semidecidual e 14 (6,1%) ocorrem na região de domínio da floresta estacional semidecidual, mas não nesta bacia hidrográfica (Figura 9).

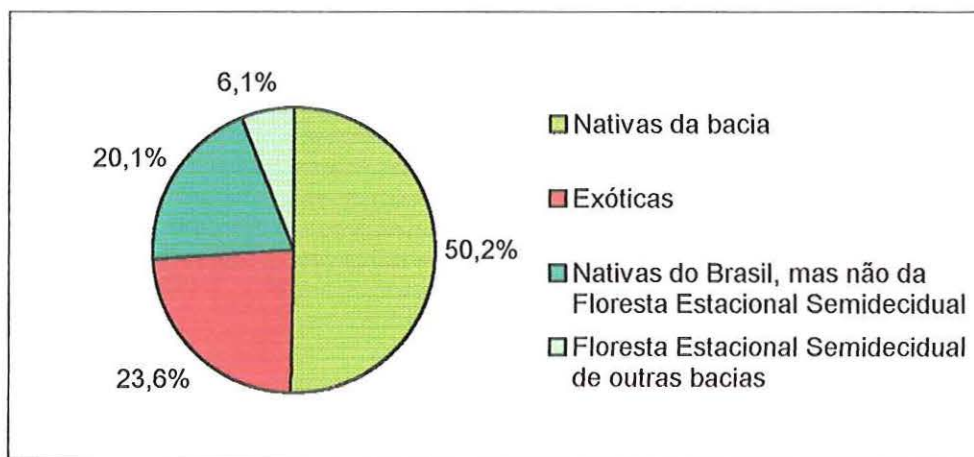


Figura 9. Porcentagem de espécies com relação à região ou bioma de ocorrência natural.

### 5.1.2. Fase reprodutiva das espécies

Dentre as espécies presentes na comunidade, 193 (84%) estavam produzindo sementes há pelo menos 2 anos. Destas, 70% são espécies que foram plantadas. Ao contrário do que era de se esperar, a proporção de espécies que estão se reproduzindo é muito semelhante à proporção das espécies plantadas, quanto à capacidade reprodutiva. Cerca da metade das espécies que estão se reproduzindo foram amostradas em regeneração (45,5% - 82 espécies).

A maioria das espécies observadas em reprodução (54,4%) é nativa da bacia hidrográfica na qual a mata está situada, o que demonstra que estas foram as espécies que obtiveram melhor adaptação ecológica ao local. Em segundo lugar estiveram as espécies exóticas, com 41 espécies (21,2%) já em estágio reprodutivo. Do total, 37 espécies (19,2%) eram nativas do Brasil mas não de ocorrência natural na Floresta Estacional Semidecidual. Dez espécies (5,2%) eram de ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual de outras bacias hidrográficas (Figura 10). Há uma ligeira vantagem para as espécies nativas da bacia em relação às exóticas, mas não suficiente para que se possa atribuir insucesso reprodutivo às exóticas ou às espécies provindas de outras regiões ecológicas.

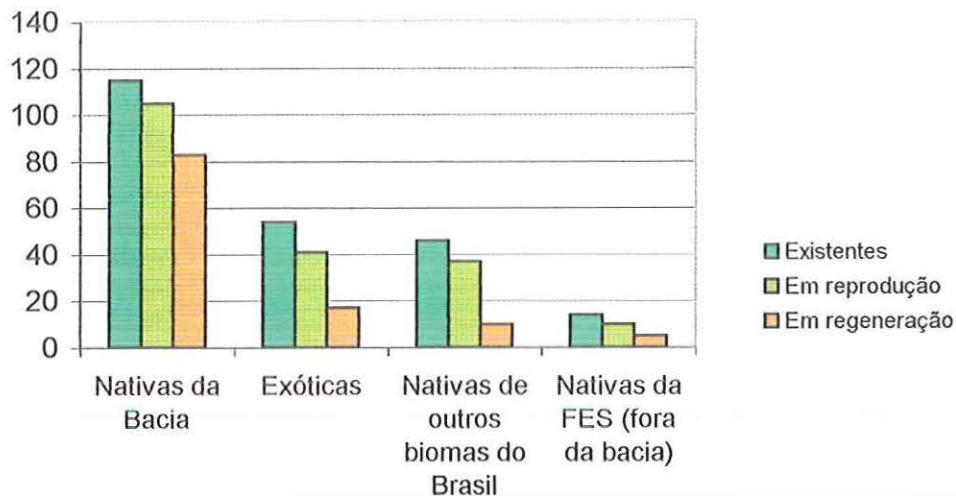


Figura 10. Espécies existentes na mata ciliar implantada agrupadas em termos da região de ocorrência natural, demonstrando para cada grupo a percentagem de espécies observadas em reprodução e percentagem que foi amostrada em regeneração.

Do total de espécies, 15,7% nunca frutificaram. Isto ocorre em virtude destas espécies ainda não terem atingido a maturidade reprodutiva ou, possivelmente em alguns casos por não estarem adaptadas ao local. Das espécies que não estão se reproduzindo, 27,8% são nativas da bacia hidrográfica em questão, 36,1% são de ocorrência de diversas regiões do Brasil, muitas delas, inclusive, de ocorrência da Floresta Amazônica e boa parte (36,1%) são espécies exóticas. Embora o número de espécies exóticas que ainda não atingiram o estágio reprodutivo possa ser considerado elevado, os resultados indicam que estas espécies tiveram boa adaptação às condições ecológicas locais, pois do total de exóticas existentes na comunidade (54), 41 (76%) não enfrentaram dificuldades para reproduzir-se.

### 5.1.3. Síndrome de dispersão

Dentre as espécies arbóreas existentes em florestas tropicais cerca de 50 a 90% são dispersas por animais (HOWE & SMALLWOOD, 1982). É nessas florestas que ocorre a maior diversidade de frugívoros, representados principalmente por aves e mamíferos (HOWE, 1986). Os frutos utilizados como alimento por esses animais geralmente são bagas e drupas carnosas ou suculentas, contendo desde uma a numerosas sementes, ou então são cápsulas deiscentes que expõem sementes envoltas por uma substância arilada. A atração dos frugívoros a estas plantas geralmente é mediada por estímulos visuais (cores chamativas e contrastantes) ou olfativos (odores fortes), dependendo do agente dispersor considerado. A recompensa nutricional que os frugívoros recebem pelo serviço prestado na dispersão de sementes compõe-se basicamente de carboidratos e lipídeos, distribuídos em proporções desiguais entre as várias espécies e tipos morfológicos de frutos (JORDANO, 1992).

Do total de espécies existentes na mata ciliar da Fazenda Cananéia, 60% (131) são zoocóricas, 27% (59) são anemocóricas e 13% (29) são barocóricas (Figura 11).

Dentre as espécies plantadas na área de estudo, 61,4% (97) são zoocóricas, 26,6% (42) são anemocóricas e 12% (19) são barocóricas. Estes percentuais são semelhantes entre as espécies surgidas da regeneração natural, com 54,1% (33) de espécies zoocóricas, 29,5% (18) anemocóricas e 16,4% (10) barocóricas.

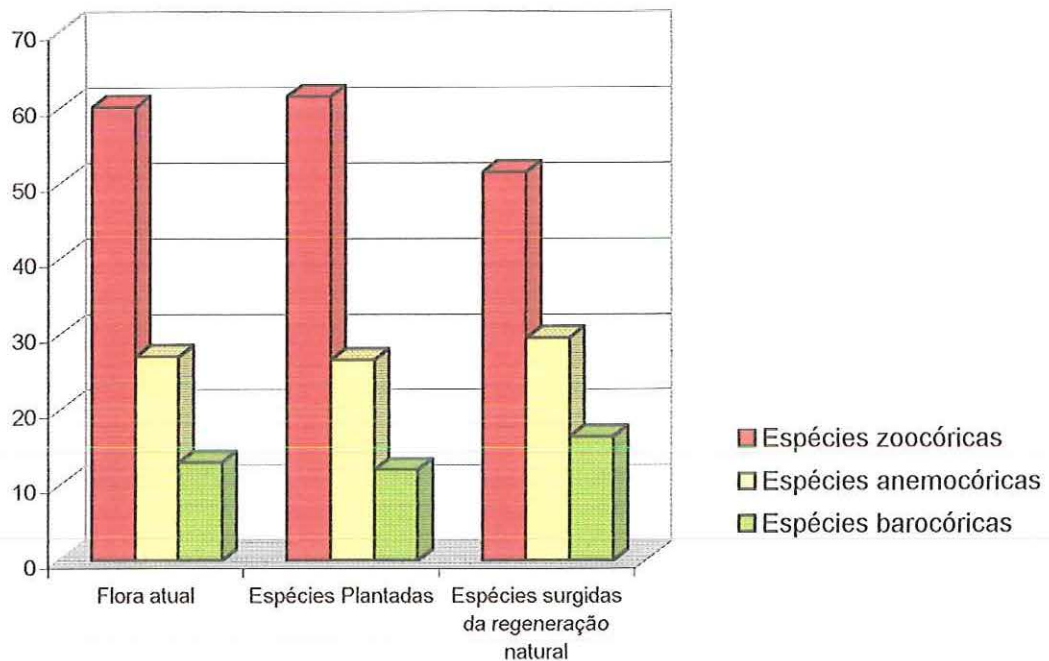


Figura 11. Síndrome de dispersão (%) das espécies existentes na mata ciliar implantada.

Como consequência do plantio de grande número de espécies fornecedoras de alimento à fauna, constata-se, através destes resultados, que o plantio de fato atraiu os dispersores, os quais, por sua vez desempenharam papel preponderante na dinâmica da mata implantada, visto que das espécies que nunca foram plantadas, a maior parte também é de espécies zoocóricas. É possível que esta zoocoria seja, em grande parte realizada por pássaros. No entanto, não se deve descartar a possibilidade de que alguns mamíferos também estejam participando do processo, haja vista a existência de alguns fragmentos de vegetação nativa localizados no entorno e também nas margens do Córrego Água do Queixada, o qual localiza-se a 1km de distância do local reflorestado.

Desta forma, o incremento da diversidade pode ser acelerado se na escolha das espécies forem incluídas espécies atrativas da fauna, chamadas de facilitadores da sucessão, trazendo propágulos de áreas remanescentes do entorno ou até de longas distâncias, se os dispersores ou polinizadores

forem animais de longas distâncias (RODRIGUES & GANDOLFI, 1998). Portanto, a contribuição efetiva da fauna no processo de restauração ecológica não deve ser desprezada, devendo-se identificar as situações e os organismos envolvidos com o objetivo de obter o melhor proveito das interações planta-animal.

Um ponto importante a ser considerado é que quanto mais próxima a área a ser recuperada estiver de uma área com vegetação nativa, mais rápida e intensa deve ser a chegada das sementes trazidas pelos dispersores (GUEVARA & LABORDE, 1993). A dinâmica da regeneração nessas áreas vai depender, portanto, da quantidade, da qualidade e da distância dos remanescentes de vegetação circunvizinhos. Neste contexto, é preciso lembrar que a conservação e implantação de corredores de vegetação entre fragmentos florestais é uma garantia não apenas da continuidade do fluxo de organismos transportadores de sementes entre fragmentos, mas também da maior probabilidade de que as áreas desmatadas que circundam o fragmento recebam parte da chuva de sementes gerada pelos animais em trânsito.

## 5.2. Estrutura da floresta implantada

### 5.2.1. Riqueza e diversidade florística do estrato arbóreo

As tabelas 3 e 4 trazem dados fitossociológicos, florísticos e índice de diversidade florística para os setores estudados e para levantamentos realizados em matas ciliares por outros autores. Os trabalhos utilizados para a comparação empregaram o mesmo tamanho de parcelas e critério de inclusão dos indivíduos utilizados neste estudo.

Tabela 3. Dados dendrométricos, florísticos e índice de diversidade florística ( $H'$ ) para a mata ciliar da Fazenda Cananéia e para quatro áreas de mata ciliar natural localizadas na mesma região deste estudo (DURIGAN, 1994)

	FAZENDA CANANÉIA		FAZENDA	FAZENDA	EST. ECOL.	EST. EXP.
	18 ANOS	28 ANOS	BERRANTE	SÃO LUIZ	ASSIS	MARÍLIA
Densidade (árv./ha)	620	1170	1087	943	2126	1307
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	37	51,3	27	23,66	22,01	23,58
Árvores mortas (%)	6,4	4,3	3,6	15,8	8,2	7,5
Altura média (m)	12,6	9,3	9,6	8,86	7,65	8,24
DAP médio (cm)	27,7	14,18	13,19	13,59	9,89	12,47
H' (espécies)	2,88	2,28	3,77	3,74	2,94	3,45



Tabela 4. Dados dendrométricos, florísticos e índice de diversidade florística ( $H'$ ) para a mata ciliar da Faz. Cananéia e para levantamentos realizados por outros autores em matas ciliares naturais

REFERÊNCIA	LOCAL	ÁREA (m)	Nº DE ESPÉCIES	$H'$	DENSIDADE (árv./ha)	ÁREA BASAL ( $m^2$ /ha)
Salis, 1990	Brotas - SP	3.000	81	3,06	3440	-
Assis, 1991	Jatéi - MS	10.000	67	3,09	959	-
Schiavini, 1992	Uberlândia - MG	3.000	47	2,3	1820	36,48
Soares-Silva et al., 1992	Ibiporã - PR	1.000	105	3,6	1396	-
Kotchetkoff-Henriques & Joly, 1994	Itirapina - SP	12.850	85	3,61	694	15,49

Dos indivíduos levantados no setor de 18 anos, 88% são árvores plantadas e 12% surgiram da regeneração natural; no setor de 28 anos, 69% das árvores amostradas surgiram espontaneamente e apenas 31% são indivíduos plantados (Figura 12). Este resultado demonstra que o processo de sucessão natural está agindo no local de forma efetiva. Em pouco tempo - para florestas, 28 anos é um período curto - a mata está adquirindo "vida própria", ou seja, a natureza está se encarregando de fazer os ajustes necessários, levando à evolução da comunidade.

Das espécies amostradas no setor de 18 anos, 60,9% (14) são nativas da bacia hidrográfica, 21,7% (5) são exóticas e 17,4% (4) são nativas do Brasil, mas não da Floresta Estacional Semidecidual. Aos 28 anos, do total de espécies amostradas, 50% (19) são nativas da bacia hidrográfica, 23,7% (9) são exóticas, 18,4% (7) são nativas do Brasil, mas ocorrem em outros biomas e 7,9% (3) ocorrem na Floresta Estacional Semidecidual, mas em outras bacias (Figura 13).

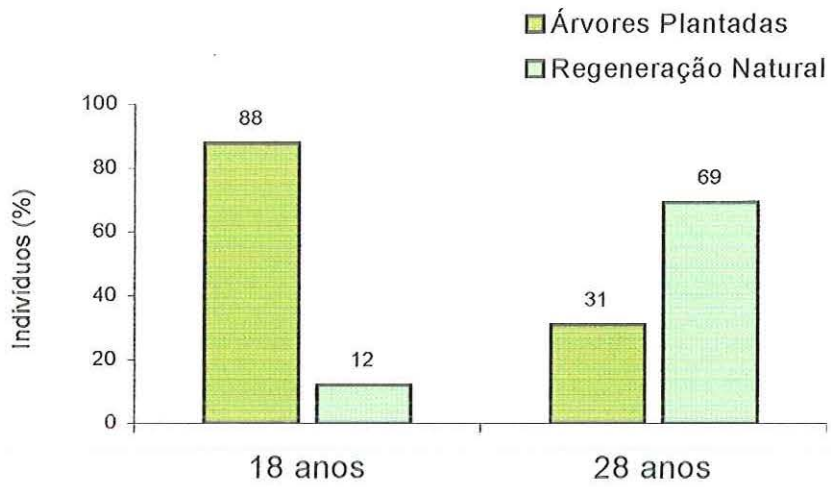


Figura 12. Porcentagem de indivíduos plantados e surgidos espontaneamente em dois setores da mata ciliar implantada da Fazenda Cananéia, com diferentes idades.

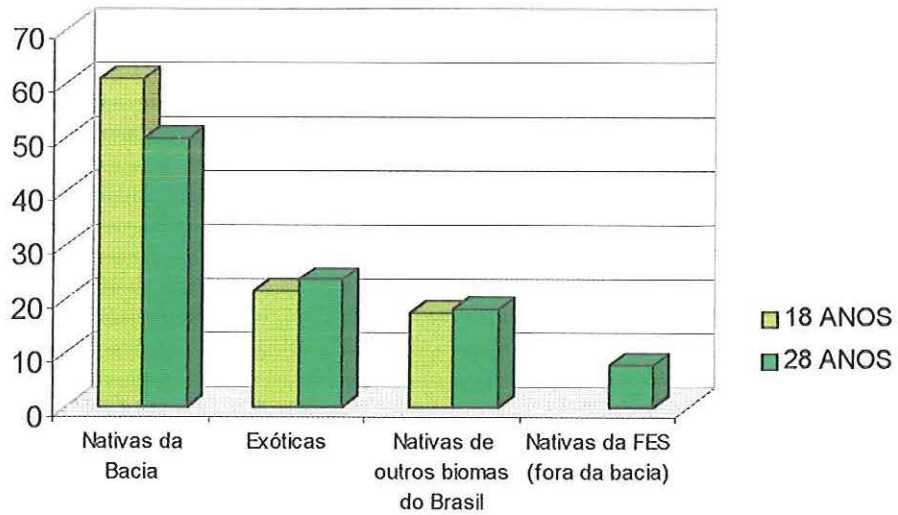


Figura 13. Região de ocorrência (%) das espécies encontradas no estrato arbóreo na mata ciliar implantada da Fazenda Cananéia.

Quanto à síndrome de dispersão, no setor de 18 anos 52,2% (12) são anemocóricas, 43,5% (10) são zoocóricas e 4,3% (1) são barocóricas. No setor de 28 anos 64,9% (24) são zoocóricas, 24,3% (9) são anemocóricas, e 10,8% (4) são barocóricas. Estes resultados corroboram a constatação de FENNER (1985) de que nos estádios sucessionais mais avançados, quando a complexidade da comunidade é maior, há um aumento na proporção de espécies dispersas por animais. CITADINI-ZANETTE (1995) afirma que a predominância de espécies com síndrome zoocórica reflete uma composição característica de uma floresta secundária tardia ou pré-climácica. Portanto, é possível que a mata ciliar da Fazenda Cananéia esteja evoluindo nesta direção.

No setor de 18 anos foram levantadas 23 espécies e no setor de 28 anos, 38 espécies pertencentes ao estrato arbóreo (Tabelas 5 e 6). À primeira vista, estes valores podem ser considerados baixos quando comparados ao observado na maioria dos levantamentos realizados por outros autores (Tabela 4). No entanto, deve ser considerado o fato de que a riqueza encontrada neste estudo corresponde a uma área de amostragem de apenas 1000m<sup>2</sup>, e que o número de espécies certamente aumentaria se a área amostral fosse ampliada.

A riqueza de espécies aumenta com a idade da mata em função da diversidade de nichos proporcionados pela estrutura mais avançada da floresta, favorecendo o estabelecimento de um número maior de formas de vida como espécies de subosque e herbáceas. A maior riqueza observada no setor mais velho é resultante dos processos naturais de regeneração, indicando a tendência da floresta tornar-se cada vez mais semelhante a florestas naturais.

FANG & PENG (1997) enfatizam que quanto mais madura a comunidade, maior é a sua diversidade de espécies. No entanto, os valores de diversidade (H') encontrados neste estudo não confirmam esta afirmação, pois a diversidade foi menor na floresta mais antiga. Encontrou-se para o setor de 18 anos Índice de diversidade (H') igual a 2,88. Aos 28 anos o Índice de diversidade encontrado foi de 2,28. Estes resultados estão dentro do intervalo de valores do Índice de Shannon comumente encontrados, ou seja, entre 1,5 e 3,5, raramente ultrapassando o valor de 4,5 (Margalef, 1972 *apud* MAGURRAN, 1988). Embora a diferença seja pequena, alguns fatores podem ter contribuído para a menor

diversidade do setor mais velho. Algumas espécies podem não ter sido incluídas pelo critério escolhido para a amostragem, provavelmente por estarem presentes apenas nas fases juvenis. Além disso, na floresta mais antiga, certamente muitos indivíduos e também espécies devem ter desaparecido como consequência natural da sucessão ecológica, proporcionando maior distanciamento entre os indivíduos e conseqüentemente um número menor de espécies é englobado pela amostragem. No setor mais jovem (18 anos), é possível que a diversidade tenha sido maior em função de um número maior de indivíduos ter sido incluído na amostragem devido ao menor distanciamento entre estes.

Tabela 5. Espécies amostradas no estrato arbóreo (18 anos)

Espécie	Nome popular	Nº Individuos	Densidade Relativa (%)
<i>Araucaria angustifolia</i>	pinheiro-do-paraná	8	13,0
<i>Tabebuia avellanedae</i>	ipê-roxo	8	13,0
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	mirindiba-rosa	7	11,3
<i>Cariniana estrellensis</i>	jequitibá-branco	5	8,1
<i>Tipuana tipu</i>	tipuana	5	8,1
Mortas		4	6,5
<i>Alchornea glandulosa</i>	peito-de-pomba, tapiá	3	4,8
<i>Myroxylon peruiferum</i>	cabreuva-vermelha	3	4,8
<i>Cedrela fissilis</i>	cedro-rosa	2	3,2
<i>Dendropanax cuneatum</i>	maria-mole	2	3,2
<i>Mangifera indica</i>	mangueira	2	3,2
<i>Astronium graveolens</i>	guaritá	1	1,6
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	pau-marfim	1	1,6
<i>Bauhinia variegata</i>	unha-de-vaca	1	1,6
<i>Adansonia digitata</i>	baobá	1	1,6
<i>Cordia superba</i>	grão-de-galo	1	1,6
<i>Gallesia integrifolia</i>	pau-d'alho	1	1,6
<i>Holocalyx balansae</i>	alecrim	1	1,6
<i>Hymenaea courbaril</i>	jatobá	1	1,6
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	embira-de-sapo	1	1,6
<i>Michelia champaca</i>	magnólia-amarela	1	1,6
<i>Nectandra megapotamica</i>	canelinha	1	1,6
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	pau-jacaré	1	1,6
<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira-pimenteira	1	1,6
	Total	62	

Tabela 6. Espécies amostradas no estrato arbóreo (28 anos)

Espécie	Nome popular	Nº Individuos	Densidade Relativa (%)
<i>Nectandra megapotamica</i>	canelinha	24	20,5
<i>Syzygium cummini</i>	jambolão	20	17,1
<i>Rollinia emarginata</i>		6	5,1
<i>Eugenia uniflora</i>	pitangueira	5	4,3
<i>Michelia champaca</i>	magnólia-amarela	5	4,3
Mortas		5	4,3
<i>Eriobotrya japonica</i>	nespereira	4	3,4
<i>Alchornea glandulosa</i>	peito-de-pomba, tapiá	3	2,7
<i>Ocotea puberula</i>	canela	3	2,7
<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira-pimenteira	3	2,7
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	peroba-rosa	2	1,7
<i>Cariniana legalis</i>	jequitibá-vermelho	2	1,7
<i>Casearia sylvestris</i>	erva-de-lagarto	2	1,7
<i>Euterpe edulis</i>	palmito	2	1,7
<i>Juglans regia</i>	nogueira-pecan	2	1,7
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	embira-de-sapo	2	1,7
<i>Psidium guajava</i>	goiabeira	2	1,7

Espécie	Nome popular	NºIND	Densidade Relativa (%)
<i>Rheedia gardneriana</i>	bacupari	2	1,7
<i>Sterculia chicha</i>	chichá	2	1,7
<i>Tabebuia avellaneda</i>	ipê-roxo	2	1,7
<i>Artocarpus integrifolia</i>	jaqueira	1	0,8
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	sibipiruna	1	0,8
<i>Campomanesia rhombea</i>	gabioba-de-árvore	1	0,8
<i>Chorisia speciosa</i>	paineira	1	0,8
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	canela-do-ceilão	1	0,8
<i>Erythrina falcata</i>		1	0,8
<i>Holocalyx balansae</i>	alecrim	1	0,8
<i>Machaerium stipitatum</i>	sapuvinha	1	0,8
<i>Mauritia flexuosa</i>		1	0,8
<i>Parapiptadenia rigida</i>	angico-da-mata	1	0,8
<i>Parkia sp</i>	angelim	1	0,8
<i>Peltophorum dubium</i>	canafístula	1	0,8
<i>Persea americana</i>	abacateiro	1	0,8
<i>Protium heptaphyllum</i>	amescla	1	0,8
<i>Sebastiania sp</i>		1	0,8
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	ipê-roxo-de-bola	1	0,8
<i>Trichilia clausenii</i>	catiguá	1	0,8
<i>Crataeva benthamii</i>	falso-guaraná	1	0,8
<i>Gliricidia sepium</i>	gliricídia	1	0,8
	Total	117	

### 5.2.2. Densidade absoluta

A densidade absoluta total para o setor de 18 anos foi de 620 ind/ha. Este valor está próximo ao encontrado por KOTCHETKOFF-HENRIQUES & JOLY (1994) no município de Itirapina-SP, porém, é consideravelmente mais baixo que os valores encontrados na maioria das matas ciliares estudadas (Tabela 3 e 4).

A densidade encontrada na floresta de 28 anos foi de 1117 ind/ha, quase o dobro da floresta mais jovem. O valor encontrado neste setor da mata é semelhante à densidade encontrada por DURIGAN (1994) em levantamentos realizados em matas ciliares do Oeste paulista e por ASSIS (1991) em Jateí-MS. Este resultado demonstra a tendência de aumento da densidade da comunidade em decorrência do processo natural de regeneração, conduzindo a mata ciliar

implantada para condições estruturais cada vez mais semelhantes às aquelas encontradas em florestas naturais.

### 5.2.3. Densidade relativa

Com relação à densidade relativa das espécies do estrato arbóreo, no setor de 18 anos *Araucaria angustifolia* e *Tabebuia avellanedae* são as espécies que detêm os maiores valores, ambas com oito (13%) indivíduos do total de 62 amostrados (Tabela 5). Em seguida estiveram *Lafoensia glyptocarpa* com 7 (11,3%) indivíduos, *Cariniana estrellensis* com 5 (8,1%) indivíduos e *Tipuana tipu* com 5 (8,1%) indivíduos. Essas cinco espécies perfazem 53,5% da densidade relativa total da área.

No setor de 28 anos, *Nectandra megapotamica* foi a espécie com maior valor de densidade relativa, com 24 (20,5%) indivíduos do total de 117 amostrados (Tabela 6), seguida por *Syzygium cumini* com 20 (17,1%) indivíduos. Em seguida estiveram *Rollinia emarginata* com 6 (5,1%) indivíduos, *Eugenia uniflora* com 5 (4,3%) indivíduos e *Michelia champaca* com 5 (4,3%) indivíduos. Essas cinco espécies perfazem 53,5% da densidade relativa total da área. Essas cinco espécies totalizaram 51,3% da densidade relativa total da área.

### 5.2.4. Área basal

Os valores de área basal total da floresta foram altos em ambos os setores: 37m<sup>2</sup>/ha aos 18 anos e 51,3 m<sup>2</sup>/ha aos 28 anos. DURIGAN (1994) encontrou em matas ciliares da região valores de área basal total que variaram de 22,01 a 27,00 m<sup>2</sup>/ha. SILVEIRA (2001) encontrou em fragmento florestal da região área basal total de 39 m<sup>2</sup>/ha. METZGER et al. (1998) estudando 15 fragmentos de mata ciliar ao longo do rio Jacaré-Pepira-SP, encontraram valores de área basal total que variaram entre 20 e 65 m<sup>2</sup>/ha. SOUZA (2000) estudando três plantios de mata ciliar com idades diferentes encontrou os seguintes valores de área basal total: 22,38 (10 anos); 24,92 (9 anos) e 14,76 (5 anos).

Em ambos os setores, os altos valores de área basal total estão relacionados ao grande porte dos indivíduos do estrato superior, destacando-se, em particular, os indivíduos de *Lafoensia glyptocarpa* e *Cariniana estrellensis* que aos 18 anos contribuem respectivamente com 21,3% e 31,6% do total da área basal da comunidade; aos 28 anos *Chorisia speciosa* com apenas um indivíduo e *Sterculia chicha* com 2 indivíduos contribuem respectivamente com 16% e 12% da área basal total da comunidade.

Na natureza, florestas mais maduras apresentam maior número de indivíduos de grande porte, aumentando assim a área basal total da comunidade. Portanto, do ponto de vista da área basal, a qual reflete a biomassa da floresta, depreende-se que a mata ciliar estudada encontra-se em estágio avançado de desenvolvimento.

#### 5.2.5. Estratificação da floresta

As florestas tropicais não devem ser encaradas como agregações desorganizadas de árvores de diferentes alturas e diâmetros de tronco (RICHARDS, 1996). Ao contrário, a floresta natural e sua fisionomia resultam de diferentes arranjos de biomassa existentes na comunidade (ODUM, 1988). Tais arranjos descritos na literatura sobre florestas tropicais como estratificação em camadas verticais auxiliam na descrição ou análise da comunidade. A descrição da estratificação da floresta deve ser vista como uma simplificação ou abstração da realidade do local (WHITMORE, 1992), ou seja uma forma fácil e didática de visualizar a fisionomia da floresta dada a dificuldade da observação direta de sua estrutura no campo estando ao nível do solo. Para auxiliar esta visualização, RICHARDS (1996) reenfaz a construção de diagramas de perfil, ou seja, figuras que ilustram uma faixa da vegetação de largura conhecida, a qual representa a vegetação como um todo. Estes diagramas são ferramentas úteis para ilustrar as características da estrutura da floresta, as quais não podem ser facilmente visualizadas através de dados quantitativos ou de fotografias.



A análise dos diagramas de perfil esquemáticos dos dois setores estudados (Figuras 14 e 15) mostra uma diferença significativa na estrutura vertical para os dois setores da mata. Aos 18 anos a mata ainda não apresenta um dossel bem definido. Há uma alta concentração de árvores entre 5 e 15m; acima de 15m não se observa um estrato definido. As poucas árvores emergentes têm altura máxima de 22m. Aos 28 anos a estrutura vertical da floresta mostra um dossel bem definido, assemelhando-se ao observado por DURIGAN (1994) em matas ciliares da região; as copas das árvores distribuem-se de forma contínua entre 5 e 10m; há um segundo estrato formado por indivíduos de 10 a 15m; ocorrem árvores emergentes com alturas que chegam a 22m.

As diferenças estruturais entre os setores estudados também podem ser visualizadas através dos gráficos de distribuição dos indivíduos nas classes de altura e de diâmetro (Figuras 16, 17, 18, 19). As alturas foram arranjadas em classes com intervalo de 4m, a partir da menor altura encontrada até atingir a maior altura, respectivamente 3m e 22m (18 anos) e 4m e 22m (28 anos). Os diâmetros foram agrupados em classes com amplitude de 5cm, tomando-se como base o menor e o maior diâmetros encontrados, respectivamente 5cm e 89cm (18 anos) e 5cm e 105cm (28 anos).

Em relação à estrutura vertical verifica-se que aos 28 anos a floresta apresenta um estrato arbóreo muito semelhante ao de florestas naturais (Figuras 17 e 19). A distribuição dos indivíduos nas classes de altura (Figura 17) parece estar se direcionando para o padrão das florestas tropicais heterogêneas, ou seja, se apresenta como uma série geométrica decrescente ou padrão do tipo "J invertido" demonstrando que as espécies apresentam processos de regeneração em andamento e que as populações estão em equilíbrio (MARTINS, 1991; PINTO & OLIVEIRA-FILHO, 1999). A maior concentração dos indivíduos ocorreu no intervalo de 4 a 12m (77%); um segundo estrato pode ser observado com indivíduos no intervalo de 12 a 20m (19%) e alguns poucos indivíduos com mais de 20 metros de altura (4%). A distribuição dos diâmetros (Figura 19) também seguiu o padrão típico das florestas tropicais heterogêneas, ou seja, distribuição do tipo exponencial negativa ou "J invertido" (KNIGHT, 1975; PIRES & PRANCE, 1977), em que os indivíduos jovens permanecem nas classes iniciais até

encontrarem condições favoráveis de luminosidade para que se desenvolvam. A maioria dos indivíduos da comunidade, portanto, possui pequeno diâmetro. Em florestas naturais há muito mais indivíduos jovens do que árvores maduras, fato este que ocorre na maioria das espécies e na comunidade como um todo (RICHARDS, 1996). O estabelecimento de plântulas trata-se de uma das fases mais arriscadas do ciclo de vida das plantas, onde há uma das mais altas taxas de mortalidade. Assim, as espécies, para garantir a sua perpetuação, utilizam como estratégia a produção de grandes populações de plântulas (MANTOVANI, 1989).

A floresta implantada há 18 anos apresenta um estrato arbóreo alto. Em função da menor idade deste setor, a distribuição dos indivíduos em classes de altura (Figura 16) ainda não demonstra a existência clara de formação de estratos, porém, a distribuição em classes de diâmetro (Figura 18) já mostra uma tendência à distribuição semelhante a que ocorre em florestas naturais, ou seja, de "J invertido". As Figuras 20 e 21 auxiliam na visualização da fisionomia das duas áreas estudadas.

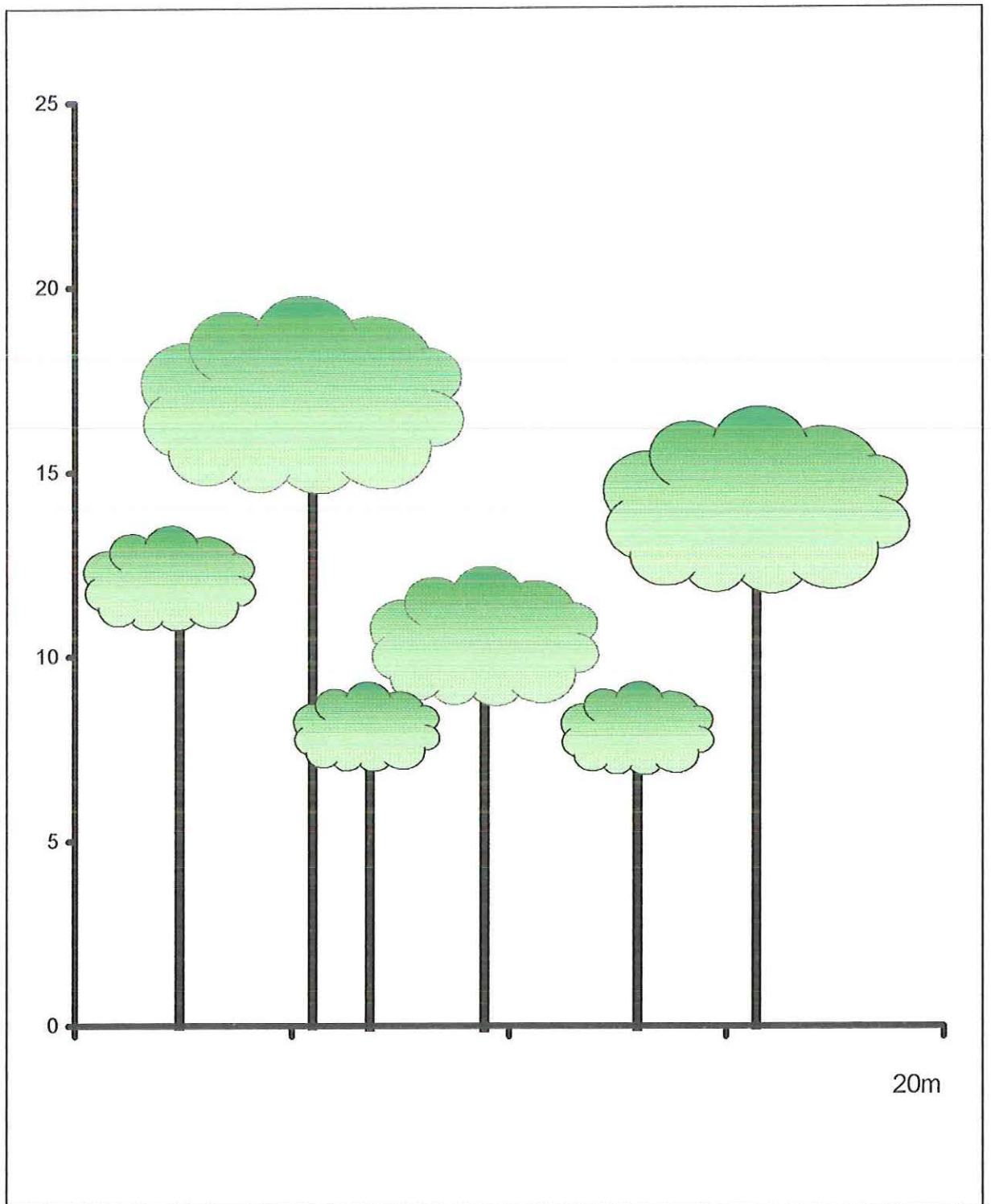


Figura 14. Diagrama de perfil (20x5m) da mata ciliar – setor de 18 anos.

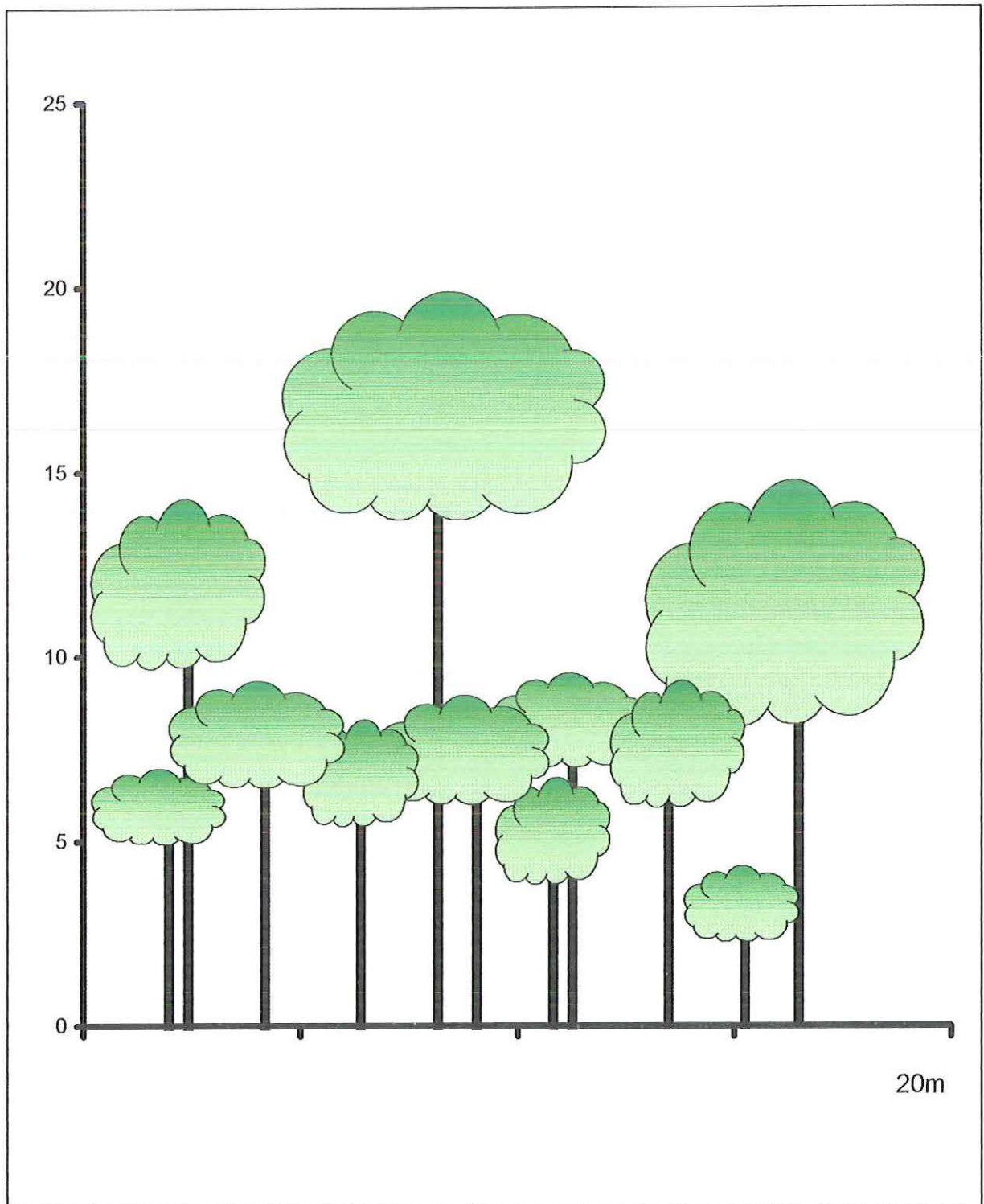


Figura 15. Diagrama de perfil (20x5m) da mata ciliar – setor de 28 anos.

**Distribuição dos Indivíduos do Estrato Arbóreo em Classes de Altura 18 anos**

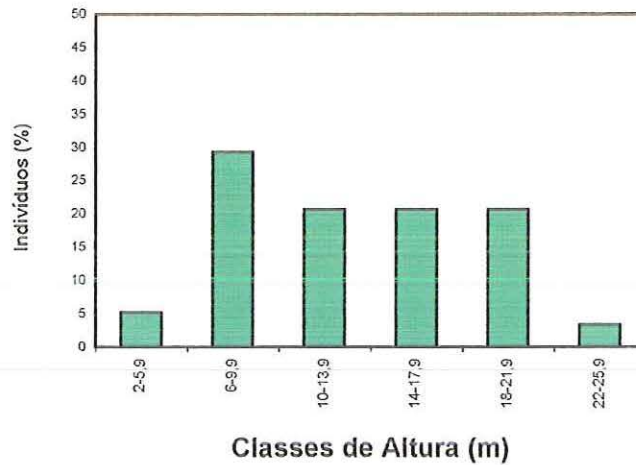


Figura 16. Distribuição dos indivíduos do estrato arbóreo entre classes de altura em plantio de mata ciliar aos 18 anos, Fazenda Cananéia, SP.

**Distribuição dos Indivíduos do Estrato Arbóreo em Classes de Altura 28 anos**

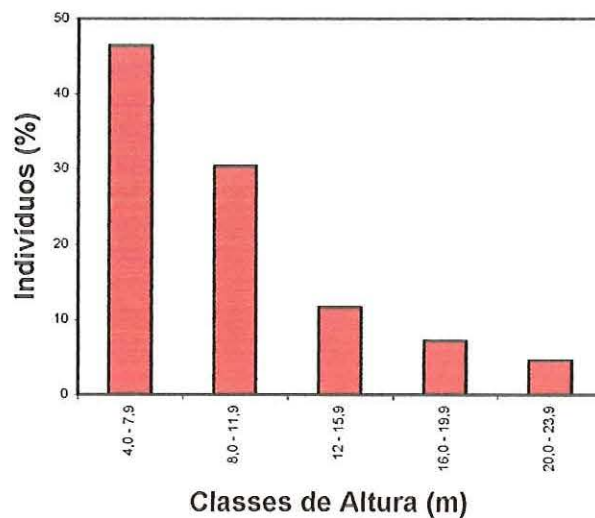


Figura 17. Distribuição dos indivíduos do estrato arbóreo entre classes de altura em plantio de mata ciliar aos 28 anos, Fazenda Cananéia, SP.

Distribuição dos Indivíduos do Estrato Arbóreo em Classes de Diâmetro 18 anos

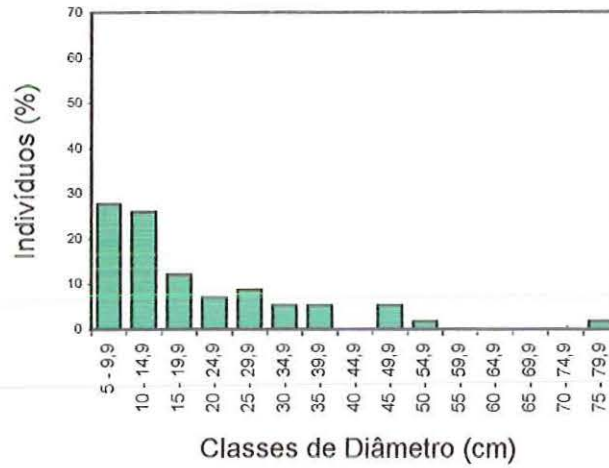


Figura 18. Distribuição dos indivíduos do estrato arbóreo entre classes de diâmetro – 18 anos.

Distribuição dos Indivíduos do Estrato Arbóreo em Classes de Diâmetro 28 anos

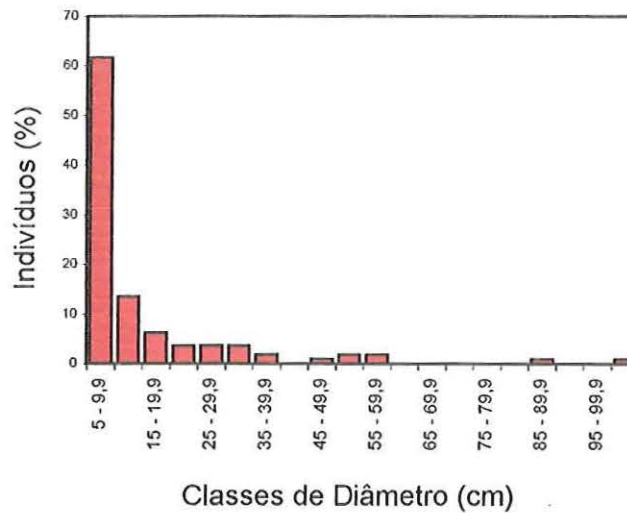


Figura 19. Distribuição dos indivíduos do estrato arbóreo entre classes de diâmetro – 28 anos.

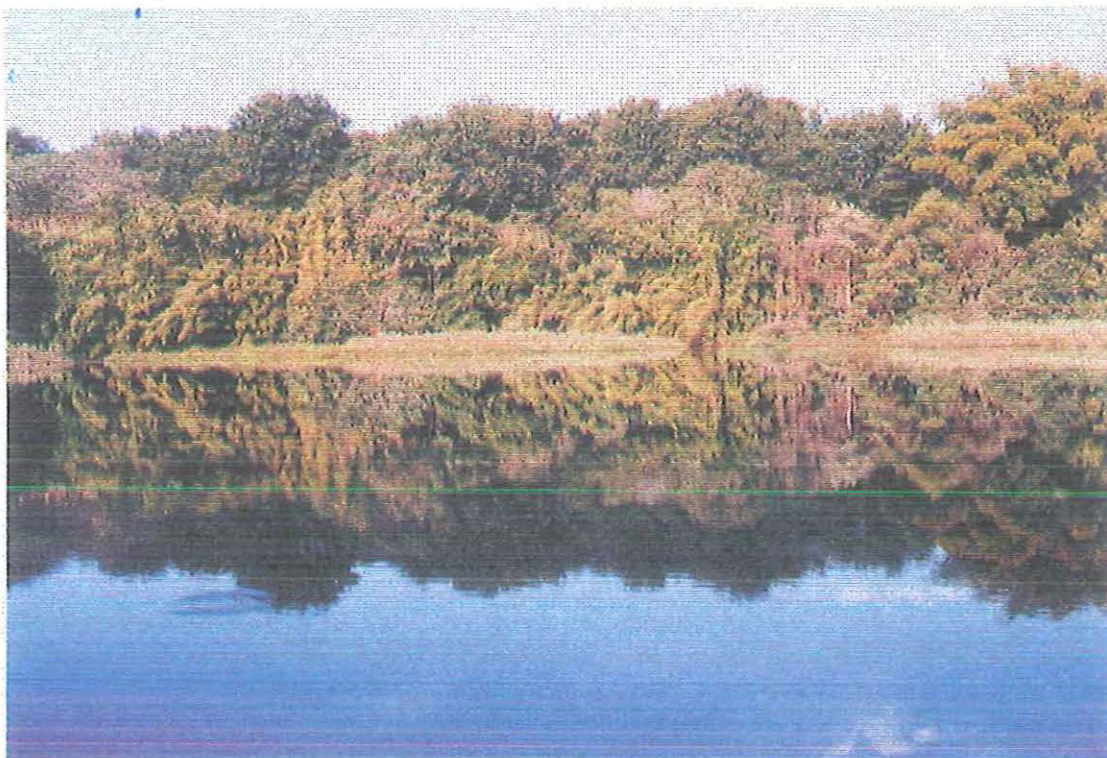


Figura 20. Visão panorâmica da mata ciliar formada na Fazenda Cananéia – setor de 18 anos (Foto da Autora).



Figura 21. Visão panorâmica da mata ciliar formada na Fazenda Cananéia – setor de 28 anos (Foto da Autora).

### 5.3. Cobertura das Copas

Da avaliação da cobertura da vegetação feita utilizando-se o densiômetro obteve-se para os setores estudados uma porcentagem de 84 e 93% aos 18 e 28 anos respectivamente. SILVEIRA (2001) também usando o densiômetro avaliou a porcentagem de cobertura de quatro módulos de plantio de mata ciliar com dez anos de idade e diferentes composições de espécies e um fragmento de floresta natural remanescente e obteve os seguintes valores: 80% (fragmento de floresta natural); 76% (plantio misto aleatório de espécies nativas); 67% (50% de pioneiras + 50% de não pioneiras); 57% (plantio puro de pinus) e 57% (somente espécies pioneiras). Observa-se que para os setores de plantio com 18 e 28 anos a cobertura das copas foi semelhante à observada por SILVEIRA (2001) em fragmento natural remanescente, ultrapassando, inclusive, aquele valor. Aparentemente, a mata ciliar implantada, aos 18 anos, já está exercendo a função de proteção sobre o terreno semelhante à observada numa área remanescente de floresta natural, do ponto de vista de sombreamento.

A maior cobertura de copas no setor de 28 anos está associada, certamente, à maior densidade de árvores do estrato superior e, provavelmente, a uma grande contribuição dos indivíduos maiores do estrato inferior, também em alta densidade.

A maior cobertura limita a disponibilidade de luz para as espécies em regeneração, podendo reduzir a diversidade do estrato inferior, que ficará restrito a espécies tolerantes à sombra.

### 5.4. Regeneração natural

A vegetação que compõe o sub-bosque é constituída em grande parte por indivíduos jovens, em início de desenvolvimento e uma grande porcentagem de indivíduos em fase de plântula, os quais, em conjunto formam a regeneração natural, compreendendo indivíduos com DAP < 5cm. O sub-bosque constitui um compartimento importante dos ecossistemas



florestais. Além de fazer parte da cadeia alimentar de mamíferos e pássaros, as plântulas e jovens constituem, muitas vezes, parte significativa da biodiversidade.

O comportamento de cada espécie para estabelecer-se na comunidade está relacionado a uma estratégia, a qual irá refletir na composição de uma floresta e na distribuição espacial e densidade das espécies e populações. Em florestas tropicais, uma destas estratégias é a manutenção de bancos de plântulas onde são mantidas populações de indivíduos jovens que permanecem no sub-bosque em condições de baixa luminosidade e alta competição. Poucos indivíduos sobrevivem e atingem a idade adulta, expandindo-se quando da ocorrência de clareiras ou do aparecimento de condições propícias ao seu crescimento (PIÑA-RODRIGUES et al., 1990). A formação de um estoque abundante de plântulas é um dos aspectos mais cruciais para a perpetuação de plantios de recomposição florestal.

As Tabelas 7 e 8 apresentam as espécies amostradas no sub-bosque da mata ciliar da Fazenda Cananéia, ou seja, espécies observadas em regeneração natural.

Os resultados obtidos através do levantamento fitossociológico da regeneração natural forneceram um panorama da abundância de indivíduos jovens encontrada sob o dossel da mata ciliar implantada. Estes resultados corroboram o esperado para plantios de recomposição de idades diferentes, ou seja, quanto mais antigo o reflorestamento maior a densidade de plantas em regeneração. No setor de 18 anos, encontrou-se, para o estoque de plântulas uma densidade absoluta de 16.910 indivíduos/ha; para o setor de 28 anos o número encontrado foi de 22.490 indivíduos/ha. SOUZA (2000) também obteve resultados que confirmam que a densidade da regeneração natural é proporcional à idade do plantio; a autora encontrou valores de densidade absoluta de 6.499, 3.448 e 0 indivíduos/ha em áreas de plantio de 11, 10 e 5,5 anos respectivamente. Os valores encontrados nos setores de 18 e 28 anos estão próximos ao encontrado por GROMBONE-GUARATINI (1999): 27.568 indivíduos/ha com altura  $\geq 50\text{cm}$  e  $< 4\text{m}$  e  $\text{PAP} < 15\text{cm}$  ( $\text{PAP} =$

perímetro à altura do peito) em floresta natural em Campinas-SP. PASSOS (1998), em mata ciliar localizada em Mogi-Guaçu-SP, encontrou 64.500 indivíduos/ha com altura >10cm e DAP<5cm. Em área de reflorestamento misto com idade de 10 anos efetuado em Porto Trombetas-PA, PARROTA et al. (1997) levantaram 28.800 indivíduos/ha com altura <2m. SILVEIRA (2001) encontrou 4.075 indivíduos/ha em área de reflorestamento misto de mata ciliar com idade de 10 anos em Tarumã-SP.

A partir dos dados obtidos foi realizada análise da riqueza e diversidade da regeneração natural, com o objetivo de avaliar o potencial da mata ciliar formada de perpetuar-se e, portanto, sustentar-se ao longo do tempo. A riqueza de uma comunidade pode ser expressa pelo número de espécies encontradas na área de estudo. A diversidade de espécies representa a complexidade da comunidade, uma vez que expressa a heterogeneidade florística do local; quanto maior for o número de espécies, mais semelhante for o número de indivíduos de cada espécie e melhor distribuídos estiverem esses indivíduos na área amostral, maior será a diversidade da comunidade (DURIGAN, no prelo). A diversidade da floresta está diretamente correlacionada com a regeneração natural, e de acordo com RODRIGUES & GANDOLFI (1998), constitui-se no mais importante instrumento de avaliação e monitoramento de plantios de restauração, uma vez que o sucesso destes projetos está intimamente relacionado com a evolução da diversidade na área revegetada.

A riqueza de espécies da regeneração natural nos locais de amostragem foi alta. Encontraram-se 66 e 49 espécies nos setores de 18 e 28 anos respectivamente. RODRIGUES (1991) encontrou 41 espécies em remanescente de mata ciliar às margens do rio Passa Cinco (Ipeúna-SP). SOUZA et al. (2000) encontraram 61 espécies em sub-bosque de um remanescente de mata ciliar às margens do Rio Paraná em Porto Rico-PR. SILVEIRA (2001) encontrou 25 espécies em regeneração natural sob plantio misto aleatório com idade de 10 anos no município de Tarumã-SP.

Obteve-se, para a regeneração natural da mata ciliar da Fazenda Cananéia, índice de diversidade de Shannon & Wiener (H') igual a 2,51 aos

18 anos e 1,59 aos 28 anos. A riqueza e diversidade inferiores no setor de 28 anos podem ser conseqüência da própria evolução do processo sucessional. O ambiente sombreado há mais tempo e a alta densidade no sub-bosque intensificam a competição e um menor número de espécies pode sobreviver. Além disso, o número de espécies plantadas no setor mais velho pode ter sido menor, gerando, portanto, menor diversidade na regeneração natural. Aos 28 anos algumas poucas espécies reuniam a grande maioria dos indivíduos amostrados. Do total de espécies encontradas, dez totalizaram 93% dos indivíduos em regeneração. *Nectandra megapotamica* com 1.454 indivíduos totalizou 64,6% de todos os indivíduos amostrados em regeneração; a elevada densidade relativa desta espécie está relacionada à alta densidade que ela apresenta também no estrato superior. Portanto, esta espécie apresentou um elevado desempenho no plantio, com ótima adaptação ao ambiente, o que proporcionou a sua abundante regeneração.

Na literatura são encontrados poucos valores disponíveis de  $H'$  para estratos inferiores. RODRIGUES (1991) estudando um remanescente de mata ciliar às margens do Rio Passa Cinco em Ipeúna-SP encontrou para o estrato inferior  $H'=2,27$  para indivíduos com  $DAP < 5\text{cm}$  e com 1m ou mais de altura. ROZZA (1997) encontrou em florestas naturais em Matão-SP  $H' = 1,59$  para indivíduos com  $DAP \leq 15\text{cm}$  e altura  $\geq 1,30\text{cm}$ . DURIGAN et al. (2000) encontraram para o estrato inferior  $H' = 2,01$ , na Estação Ecológica de Caetetus, em Gália-SP. SOUZA (2000) analisando a diversidade da regeneração natural sob plantios de recomposição de mata ciliar, no Pontal do Paranapanema-SP, encontrou em reflorestamento de dez anos  $H'=3,03$ ; o número encontrado pela autora foi maior que o encontrado neste estudo para a área reflorestada há 28 anos, sendo também maior que os valores encontrados pelos autores citados. A mesma autora encontrou em reflorestamento de nove anos  $H'=2,45$  e em área de cinco anos  $H'=2,18$ ; estes valores encontrados pela autora devem ser observados com ressalva, uma vez que o número de indivíduos amostrados foi pequeno, resultando, portanto, em índices de diversidade elevados. Em área de reflorestamento

misto de mata ciliar com idade de dez anos no município de Tarumã-SP SILVEIRA (2001) encontrou  $H' = 2,09$  (altura  $\geq 50$ cm). Os resultados de diversidade de espécies encontrados para a mata ciliar da Fazenda Cananéia são semelhantes aos encontrados em estudos realizados em florestas naturais, destacando-se o setor de 18 anos cujo resultado foi o mais semelhante. Deste fato, juntamente com a densidade encontrada para indivíduos em regeneração, depreende-se que do ponto de vista da regeneração da floresta, os dois setores da mata ciliar implantada apresentam um elevado potencial de perpetuação, havendo no local uma tendência de que a sucessão seja bem sucedida.

De todas as espécies amostradas no levantamento fitossociológico do estrato regenerante foram amostradas no levantamento do estrato arbóreo 20 e 41% nos setores de 18 e 28 anos, respectivamente. No setor de 28 anos, a ocorrência no subosque de indivíduos jovens de várias espécies do estrato arbóreo é uma boa indicação da dinâmica da comunidade em questão. Para o setor de 18 anos, o menor valor encontrado era esperado tendo em vista a menor idade da área, sendo provável a evolução deste percentual com o tempo.

Das 193 espécies observadas em reprodução no levantamento geral da flora da mata, quase a metade, ou seja, 82 espécies (42,5%) foram amostradas no levantamento fitossociológico da regeneração natural nos dois setores de amostragem (18 anos + 28 anos). Isso indica que apenas parte das espécies que estão se reproduzindo estão encontrando condições favoráveis à germinação de suas sementes, ou podem estar deixando poucos descendentes fora das áreas amostradas.

Na análise das espécies amostradas em regeneração em relação à sua região de ocorrência natural, verifica-se que em ambos os setores a grande maioria é de espécies nativas da bacia hidrográfica em estudo (Figura 22). Aos 18 anos, das espécies em regeneração 77,3% (51) são espécies nativas da bacia, 12,1% (8) são espécies exóticas, 9,1% (6) ocorrem em outros biomas e 1,5% (1) ocorrem na floresta estacional semidecidual, mas não nesta bacia hidrográfica. Aos 28 anos, 65,3% (32)

são espécies que ocorrem nesta bacia, 18,4% (9) são exóticas, 8,2% (4) são nativas do Brasil, mas de outros biomas e 8,2% (4) ocorrem na floresta estacional semidecidual de outras bacias hidrográficas. Ao analisarmos as 10 primeiras espécies em número de indivíduos amostrados em regeneração natural nota-se que, aos 18 anos, 100% são espécies nativas desta bacia (81,9% do total de indivíduos amostrados); aos 28 anos, entre as 10 espécies mais representativas em número de indivíduos 70% são espécies nativas da bacia, 20% são espécies exóticas e 10% são espécies nativas do Brasil, mas de outros biomas.

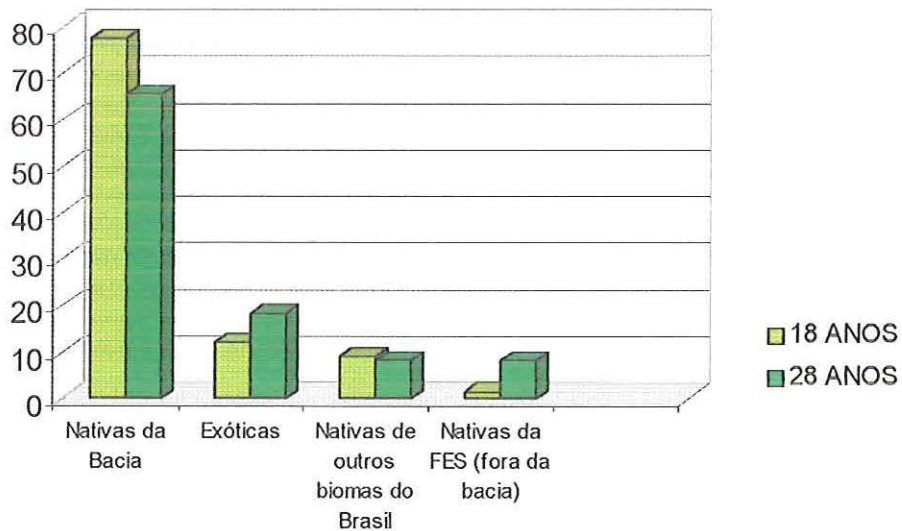


Figura 22. Região de ocorrência (%) das espécies encontradas em regeneração natural na mata ciliar da Fazenda Cananéia.

Tabela 7. Espécies amostradas em regeneração natural sob plantio de mata ciliar (18 anos)

Nome científico	Nome popular	Nº Indivíduos	Densidade Relativa (%)
<i>Psychotria carthagenensis</i>		619	36,6
<i>Cestrum sendtnerianum</i>		253	14,9
<i>Nectandra megapotamica</i>	canelinha	149	8,8
<i>Piper glabratum</i>	falso-jaborandi	86	5,1
<i>Machaerium stipitatum</i>	sapuvinha	63	3,7
<i>Cestrum calycinum</i>		62	3,7
<i>Ocotea puberula</i>	canela-amarela	51	3,0
<i>Geissomeria longifolia</i>		37	2,2
<i>Tabernaemontana hystrix</i>	leiteiro	33	1,9
<i>Luehea candicans</i>	açoita-cavalo	32	1,9
<i>Piper aduncum</i>		28	1,6
<i>Alchornea glandulosa</i>	tapiá	25	1,5
<i>Cupania vernalis</i>	arco-de-peneira	22	1,3
<i>Eryobotrya japonica</i>	nêspera	20	1,2
<i>Sebastiania commersoniana</i>	branquilha	16	0,9
<i>Senna pendula</i>	canudo-de-pito	14	0,8
<i>Syzygium cummuni</i>	jambolão	14	0,8
<i>Psidium guajava</i>	goiabeira	13	0,8
<i>Dipteryx alata</i>	cumbaru	12	0,7
<i>Hovenia dulcis</i>	uva-japonesa	11	0,6
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	mirindiba-rosa	11	0,6
<i>Parapiptadenia rigida</i>	angico-da-mata	10	0,6
<i>Eugenia uniflora</i>	pitanga	7	0,4
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	pau-jacaré	7	0,4
<i>Cariniana estrellensis</i>	jequitibá-branco	6	0,3
<i>Eugenia blastantha</i>	grumixama-miúda	6	0,3
<i>Machaerium hirtum</i>	bico-de-pato	6	0,3
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	mamica-de-porca	6	0,3
<i>Bauhinia longifolia</i>	mororó	5	0,3
<i>Eugenia brasiliensis</i>	grumixama	5	0,3
<i>Cordia superba</i>	grão-de-galo	4	0,2
<i>Schefflera morototoni</i>	morototó	4	0,2
<i>Vernonia sp2</i>	assa-peixe	4	0,2
<i>Eugenia involucrata</i>	cereja-do-rio-grande	3	0,2
<i>Myroxylon peruiferum</i>	cabreuva-vermelha	3	0,2
<i>Myrciaria cauliflora</i>	jaboticabeira	3	0,2
<i>Acacia polyphylla</i>	monjoleiro	2	0,1
<i>Casearia sylvestris</i>	guaçatonga	2	0,1
<i>Cedrela fissilis</i>	cedro	2	0,1
<i>Chorisia speciosa</i>	paineira	2	0,1
<i>Hexachlamys edulis</i>	uvaia-do-campo	2	0,1
<i>Gliricidia sepium</i>	madre-del-cacao	2	0,1
<i>Michelia champaca</i>	magnólia-amarela	2	0,1

Nome científico	Nome popular	Nº Indivíduos	Densidade Relativa (%)
<i>Myrcarpus frondosus</i>	cabreuva-amarela	2	0,1
<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira-pimenteira	2	0,1
<i>Tabebuia avellanedae</i>	ipê-roxo	2	0,1
<i>Trichilia palida</i>	marinheiro	2	0,1
<i>Araucaria angustifolia</i>	pinheiro-do-paraná	1	0,06
<i>Artocarpus integrifolia</i>	jaqueira	1	0,06
<i>Cordia corymbosa</i>		1	0,06
<i>Dasyphyllum sp</i>		1	0,06
<i>Jacaratia spinosa</i>	jaracatiá	1	0,06
<i>Lantana camara</i>	cambará	1	0,06
<i>Maclura tinctoria</i>	taiuva/amoreira-branca	1	0,06
<i>Musa paradisiaca</i>	bananeira	1	0,06
<i>Ocotea odorifera</i>	canela-sassafras	1	0,06
<i>Peltophorum dubium</i>	canafístula	1	0,06
<i>Protium heptaphyllum</i>	amescla	1	0,06
<i>Randia armata</i>	veludo-de-espinho	1	0,06
<i>Rheedia gardneriana</i>	bacupari	1	0,06
<i>Rollinia sylvatica</i>	marolo	1	0,06
<i>Solanun sp1</i>		1	0,06
<i>Sterculia chicha</i>	chichá	1	0,06
<i>Vernonia scorpioides</i>		1	0,06
<i>Vernonia sp1</i>	assa-peixe	1	0,06
<i>Vernonia sp3</i>	assa-peixe	1	0,06
	Total	1691	

Tabela 8. Espécies amostradas em regeneração natural sob plantio de mata ciliar (28 anos)

Nome científico	Nome popular	Nº Indivíduos	Densidade Relativa (%)
<i>Nectandra megapotamica</i>	canelinha	1454	64,6
<i>Rollinia emarginata</i>	araticunzinho	140	6,2
<i>Eugenia uniflora</i>	pitanga	122	5,4
<i>Eriobotrya japonica</i>	nêspera	110	5,0
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	guatambu	87	3,9
<i>Syzygium cummini</i>	jambolão	79	3,5
<i>Piper glabratum</i>		30	1,3
<i>Myrciaria floribunda</i>	cereja-do-rio-grande	29	1,3
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	embira-de-sapo	24	1,1
<i>Ocotea puberula</i>	canela-amarela	17	0,7
<i>Matayba elaeagnoides</i>	camboatá	16	0,7
<i>Alchornea glandulosa</i>	tapiá	15	0,7
<i>Tabernaemontana hystrix</i>	leiteiro	11	0,5
<i>Casearia sylvestris</i>	guaçatonga	10	0,4
<i>Sterculia chicha</i>	chichá	10	0,4

Nome científico	Nome vulgar	Nº Individuos	Densidade Relativa (%)
<i>Syzygium jambos</i>	jambo-amarelo	9	0,4
<i>Euterpe edulis</i>	palmito	8	0,3
<i>Psidium guajava</i>	goiabeira	7	0,3
<i>Psychotria carthagenensis</i>		7	0,3
<i>Cestrum calycinum</i>		6	0,3
<i>Parapiptadenia rigida</i>	angico-da-mata	6	0,3
<i>Piper aduncum</i>		6	0,3
<i>Genipa americana</i>	jenipapo	5	0,2
<i>Michelia champaca</i>	magnolia-amarela	5	0,2
<i>Machaerium stipitatum</i>	sapuvinha	4	0,2
<i>Hexachlamys edulis</i>	uvaia-do-campo	3	0,1
<i>Leucaena leucocephala</i>	leucena	3	0,1
<i>Cariniana legalis</i>	jequitibá-rosa	2	0,1
<i>Mangifera indica</i>	mangueira	2	0,1
<i>Rollinia sylvatica</i>	marolo	2	0,1
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	mamica-de-porca	2	0,1
<i>Astronium graveolens</i>	guaritá	1	0,04
<i>Calophyllum brasiliense</i>	guanandi	1	0,04
<i>Dipteryx alata</i>	cumbaru	1	0,04
<i>Eugenia uvalha</i>	uvaia	1	0,04
<i>Ficus guaranitica</i>	figueira-branca	1	0,04
<i>Myrcia bella</i>	cambuí	1	0,04
<i>Myrciaria cauliflora</i>	jabuticabeira	1	0,04
<i>Ochna serrulata</i>	florzinha	1	0,04
<i>Patagonula americana</i>	guaiuvira	1	0,04
<i>Persea americana</i>	abacateiro	1	0,04
<i>Rheedia gardneriana</i>	bacupari	1	0,04
<i>Sapium longifolium</i>	leiteiro	1	0,04
<i>Sebastiania sp</i>		1	0,04
<i>Senna pendula</i>	canudo-de-pito	1	0,04
<i>Syagrus rommanzoffiana</i>	jerivá	1	0,04
<i>Tabebuia avellaneda</i>	ipê-roxo	1	0,04
<i>Trichilia clausenii</i>	catiguá	1	0,04
<i>Malpighia sp</i>	acerola	1	0,04
	Total	2249	



## 5.5. Similaridade florística

Os resultados obtidos através do cálculo de semelhança florística entre os dois setores da mata estudados e entre estas com o estrato inferior e uma mata ciliar localizada na mesma região (DURIGAN & LEITÃO FILHO, 1995) encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Similaridade florística entre os dois setores de estudo e área de mata ciliar localizada na mesma região

Elementos de comparação	Cj (%)
Mata ciliar 18 anos X Mata ciliar 28 anos (estrato arbóreo + reg. natural)	31
Plantio de 18 anos - Estrato arbóreo X Regeneração natural	16
Plantio de 28 anos - Estrato arbóreo X Regeneração natural	32
Estrato arbóreo + Regeneração natural (18 anos) X Fazenda Berrante (DURIGAN & LEITÃO FILHO, 1995)	20
Estrato arbóreo + Regeneração natural (28 anos) X Fazenda Berrante (DURIGAN & LEITÃO FILHO, 1995)	14

Analisando a similaridade entre os dois setores da mata ciliar implantada estudada considerando para cada uma todas as espécies do estrato arbóreo mais as espécies do subosque amostradas, verifica-se que apesar da diferença de 10 anos entre os setores, elas são similares em termos de composição florística. O valor de similaridade encontrado (31%) reflete similaridade florística relativamente alta, pois de acordo com MUELLER-DOMBOIS & ELLEMBERG (1974), valores obtidos, para o Índice de Jaccard, a partir de 25% de similaridade entre duas amostras, pode-se considerá-las como comunidades semelhantes.

Considerando-se todas as espécies arbóreas mais as espécies do subosque amostradas em cada setor estudado e comparando-as com uma área de mata ciliar da região (DURIGAN & LEITÃO FILHO, 1995) localizada

na Fazenda Berrante com o mesmo tipo de solo, verifica-se que em ambas as comparações os valores não ultrapassam o limite de 25%. O setor que mais assemelhou-se à mata ciliar natural foi o de 18 anos (20%) e o setor de 28 anos teve baixa similaridade (14%).

Comparando-se a regeneração natural com o estrato arbóreo de cada setor estudado verifica-se que aos 18 anos a semelhança florística entre os estratos foi baixa (16%). Por outro lado, encontrou-se maior similaridade entre as espécies que compõem o dossel e aquelas que situam-se no subosque no setor de 28 anos, a qual alcançou 32%. Este resultado traduz o avançado estágio de desenvolvimento deste setor da mata ciliar implantada no qual grande parte das espécies do estrato superior já apresenta populações de indivíduos jovens que garantirão a perpetuação da floresta com o tempo.

## 5.6. Características químicas das amostras de solo

Os valores médios de pH, teores disponíveis de P e K, trocáveis de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , acidez potencial ( $\text{H} + \text{Al}$ ), soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (t), capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T), índice de saturação de bases (V) e matéria orgânica encontram-se na Tabela 10. Os valores médios de matéria orgânica leve encontram-se na Tabela 11.

Em processos de recuperação de áreas degradadas, a avaliação da fertilidade do solo pode ser um importante indicador de qualidade dos processos. A avaliação da disponibilidade de nutrientes e de características químicas é importante principalmente durante os primeiros anos do processo. Com o avanço da ciclagem bio-geoquímica e a medida que a vegetação acumula biomassa, a concentração de nutrientes no "compartimento" solo tende a se estabilizar. Assim, o monitoramento da fertilidade do solo permite, também, que se façam inferências a respeito das relações entre vegetação e solo.

As análises realizadas com as amostras obtidas nas diferentes profundidades nos setores com 18 e 28 anos indicaram, de maneira geral, não haver diferença significativa no que se refere à disponibilidade dos nutrientes avaliados (Tabela 10). Observou-se diferença significativa apenas para os valores de CTC a pH 7,0 (T), o que certamente é reflexo do maior acúmulo de matéria orgânica nas amostras oriundas do setor de 28 anos (Tabela 10).

O maior acúmulo de matéria orgânica no setor com 28 anos é, de certa maneira, esperado em virtude do maior acúmulo de biomassa aérea, pois este é acompanhado de um maior crescimento de raízes e derrama de material vegetal. De fato, neste setor houve maior deposição de folheto em relação ao setor de 18 anos, ao longo do ano.

Considerando-se a comparação entre os solos sob mata e sob pastagem, observaram-se maiores valores de capacidade de troca catiônica efetiva (t) e a pH 7,0 (T) para as amostras obtidas sob a mata (Tabela 10). Da mesma forma, observou-se que o complexo sortivo das amostras sob a mata apresenta maior volume de cargas negativas neutralizadas com cátions de caráter básico.

De maneira geral, observou-se maior disponibilidade de nutrientes e concentração de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo. Este comportamento era esperado em decorrência do processo de decomposição do material orgânico que se deposita na superfície do solo.

Apesar de não ter havido diferenças marcantes na disponibilidade de nutrientes entre os setores de 18 e 28 anos, os maiores valores de CTC(T) e de concentração de matéria orgânica no setor de 28 anos são resultados importantes que apontam para a melhoria da qualidade do solo a medida que a vegetação caminha para um estágio de maior equilíbrio e, possivelmente, sustentabilidade.

Na Tabela 11 podem ser observados os valores médios de matéria orgânica leve (MOL) obtidos com as amostras retiradas em diferentes profundidades em ambos os setores da mata e na área sob pastagem. Assim como verificado para a matéria orgânica total observou-se maior

concentração de MOL para o setor com 28 anos, seguido do setor com 18 anos e, por último, a pastagem. Para as três áreas amostradas, a maior concentração de MOL foi observada na camada de 0-2,5cm de profundidade. Este comportamento é esperado, na medida em que a MOL é a fração da matéria orgânica de curto "turnover" (1 a 5 anos), parcialmente humificada e que se constitui em um indicador do potencial de incorporação de C no sistema (ANDERSON & INGRAM, 1989).. Por isso mesmo, esta determinação tem sido realizada com mais freqüência em trabalhos de monitoramento de processos de recuperação de solos degradados.

Tabela 10. Valores médios de pH, teores disponíveis de P e K, trocáveis  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , acidez potencial (H + Al), soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (t), capacidade de troca catiônica (T), índice de saturação de bases (V) e matéria orgânica, obtidos em dois setores de uma mata ciliar implantada com idades diferentes (18 e 28 anos) e em área de pastagem, em três profundidades

Área	Profundidade	pH H <sub>2</sub> O	P		K		$\text{Ca}^{2+}$		$\text{Mg}^{2+}$		H + Al		SB		(t)		(T)		V	MO
			mg/dm <sup>3</sup>		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		%		g/kg									
18 anos	0 - 2,5cm	5,84 A a	1,66 A a	133,2 A a	9,47 A a	3,75 A a	4,16 A a	13,57 A a	13,57 A a	17,72 A a	76,54 A a	55,0 A a								
	2,5 - 7,5cm	5,78 A a	0,7 AB ab	86,76 A ab	7,79 A a	2,76 A ab	4,49 A a	10,77 A ab	10,77 A ab	15,26 A ab	70,04 A ab	36,6 Ba								
	7,5 - 20cm	5,88 A a	0,46 B b	71,38 A b	7,2 A a	2,88 A b	4,16 A a	10,26 A b	10,26 A b	14,42 A b	70,84 A b	28,6 Bb								
28 anos	0 - 2,5cm	6,4 A a	5,02 A a	164,08 A a	12,46 A a	3,83 A a	3,83 A a	16,7 A a	16,7 A a	20,53 B a	80,68 A a	80,0 Bb								
	2,5 - 7,5cm	6,2 A a	2,87 AB ab	121,4 A ab	10,45 A a	3,25 A ab	4,38 A a	14,01 A ab	14,01 A ab	18,39 B ab	71,5 A ab	61,0 Ba								
	7,5 - 20cm	5,9 A a	0,9 B b	70,58 A b	7,79 A a	2,62 A b	5,21 A a	10,59 A b	10,59 A b	15,8 B b	65,64 A b	41,2 Ba								
Pastagem	0 - 2,5cm	5,97 A a	5,9 A a	222,93 A a	5,03 B a	2,02 B a	4,18 A a	7,62 B a	7,62 B a	11,8 C a	64,57 B a	54,1 Ba								
	2,5 - 7,5cm	5,9 A a	3,97 AB ab	129,6 A ab	4,79 B a	1,77 B ab	4,73 A a	6,89 B ab	6,89 B ab	11,62 C ab	59,23 B ab	49,1 Ba								
	7,5 - 20cm	5,87 A a	2,1 B b	99,37 A b	4,94 B a	1,4 B b	4,29 A a	6,6 B b	6,6 B b	10,89 C b	60,6 B b	48,0 Ba								

(\*) Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (área) e minúsculas (profundidade) à direita não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%

Tabela 11. Valores médios de matéria orgânica leve (g) do solo obtidos em dois setores de uma mata ciliar implantada com idades diferentes (18 e 28 anos) e em área de pastagem, em três profundidades

Área	Profundidade cm	MOL dag/kg
18 anos	0 - 2,5	0,09 Aa
	2,5 - 7,5	0,03 Ab
	7,5 - 20,0	0,03 Ab
28 anos	0 - 2,5	0,15 Ba
	2,5 - 7,5	0,06 Bb
	7,5 - 20,0	0,05 Bb
Pastagem	0 - 2,5	0,05 Ca
	2,5 - 7,5	0,02 Cb
	7,5 - 20,0	0,01 Cb

### 5.6.1. C e N da Biomassa microbiana

A biomassa microbiana é definida como a parte viva da matéria orgânica do solo, incluindo bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas e microfauna. A quantificação da biomassa microbiana do solo e do folhedo é fundamental para o entendimento da dinâmica do C e N, pois trata-se de um compartimento da matéria orgânica de rápida ciclagem, sendo, portanto, mais sensível que o C orgânico e o N total em aferir as mudanças na matéria orgânica do solo. Estimativas da biomassa microbiana têm sido usadas em estudos de fluxo de C e N, ciclagem de nutrientes e produtividade das plantas em diferentes ecossistemas terrestres (PAUL & CLARK, 1989; WARDLE, 1992; GAMA-RODRIGUES, 1999).

As tabelas 12 e 13 apresentam os valores médios de C e N, respectivamente, encontrados em amostras de solo sob os dois setores da mata ciliar implantada (18 e 28 anos) e sob pastagem.

Ao analisar a influência do fator tratamento (mata e pastagem) pelo teste de Kruskal Wallis, verificou-se que não houve diferença significativa entre as médias de C da biomassa microbiana encontradas. Para o setor de 18 anos os valores médios de C-biomassa variaram de 8,9 a 161,4 $\mu$ gC/g solo; para o setor de 28 anos estes valores variaram de 41,3 a 233,0 $\mu$ gC/g solo e sob pastagem os valores variaram de 14,7 a 161,9 $\mu$ gC/g solo. GAMA-RODRIGUES (1997) encontrou sob plantio de eucalipto com idade de 7 anos 133 $\mu$ gC/g solo e sob floresta natural encontrou 256 $\mu$ gC/g solo.

Os dois setores da mata ciliar apresentaram teores médios de N da biomassa microbiana estatisticamente iguais, sendo que ambos diferiram significativamente dos valores médios encontrados sob a área de pastagem, sendo que as menores médias foram encontradas neste local. Para o setor de 18 anos os valores médios de N-biomassa variaram de 8,2 a 16,5 $\mu$ gN/g solo; para o setor de 28 anos estes valores variaram de 5,5 a 60,8 $\mu$ gN/g solo e sob pastagem os valores variaram de 0,8 a 1,3 $\mu$ gN/g solo. GAMA-

RODRIGUES (1997) encontrou sob plantio de eucalipto com idade de 7 anos 37 $\mu$ gC/g solo e sob floresta natural encontrou 75 $\mu$ gC/g solo.

As maiores quantidades de N da biomassa microbiana sob os dois setores de mata ciliar implantada podem indicar uma maior capacidade de imobilização deste elemento nestes locais devido à uma maior diversidade de espécies com grau variável de resistência à decomposição, o que gera um ambiente mais favorável à ação dos microrganismos. Estes resultados demonstram a influência e importância da cobertura florestal sobre a biomassa e atividade microbiana.

Tabela 12. Valores médios de C-biomassa do solo obtidos em dois setores de uma mata ciliar implantada com idades diferentes (18 e 28 anos) e em área de pastagem, na profundidade de 0-2,5cm

<b>Área</b>	<b>C-Biomassa</b> ( $\mu$ gC/g solo)
<b>18 anos</b>	161,4
	63,0
	60,0
	8,9
	106,0
<b>28 anos</b>	233,0
	58,6
	41,3
	54,6
	105,4
<b>Pastagem</b>	28,5
	14,7
	161,9



Tabela 13. Valores médios de N-biomassa do solo obtidos em dois setores de uma mata ciliar implantada com idades diferentes (18 e 28 anos) e em área de pastagem, na profundidade de 0-2,5cm

<b>Área</b>	<b>N-Biomassa</b> ( $\mu\text{gN/g}$ solo)
<b>18 anos</b>	12,9
	16,5
	15,8
	10,9
	8,5
<b>28 anos</b>	37,3
	9,00
	5,5
	34,6
	60,8
<b>Pastagem</b>	1,0
	1,3
	0,8

## 5.7. Produção e conteúdo de nutrientes no folheto

### 5.7.1. Produção de folheto

A deposição e subsequente decomposição de folheto é a principal via de retorno de matéria orgânica e nutrientes nele contidos para as camadas superiores do solo. O folheto acumulado age na superfície do solo como um sistema de entrada e saída de nutrientes, ou seja, recebe entradas oriundas da vegetação e, em troca, decompõe-se fornecendo suprimentos minerais (saídas) ao solo e às raízes das plantas. Nos trópicos úmidos, a dinâmica deste processo de acúmulo de matéria orgânica é um tema de muito interesse, principalmente, devido às altas taxas de produção e decomposição observadas nesta faixa do globo (EWEL, 1976). O estudo dos aspectos quantitativos da deposição de folheto é tema importante da Ecologia Florestal, fornecendo índices de produção, dados sobre a taxa de

decomposição e a fenologia das espécies, sendo possível avaliar a sua importância no ciclo de nutrientes (PROCTOR, 1983).

A produção mensal do folheto, no período de um ano, nos dois setores da mata ciliar implantada (18 e 28 anos) é apresentada na Figura 23. A produção foi contínua durante o ano na mata ciliar como um todo, mas as quantidades mensais foram diferentes entre os setores, sendo que o setor mais antigo mostrou uma produção mensal de folheto maior durante todo o ano. Produções mais elevadas de folheto em matas mais antigas é algo que já foi observado por outros autores. EWEL (1976), medindo as taxas de deposição de folheto em florestas secundárias decíduas de diferentes graus de maturidade na Guatemala, constatou que a quantidade de folheto depositado foi proporcional à idade das florestas, atingindo uma taxa máxima, na mata mais madura, de 10t/ha/ano. LUIZÃO & SCHUBART (1986), avaliando duas áreas de florestas primárias e uma capoeira com três anos de idade, durante um período de três anos, constataram que a produção de folheto foi maior nas áreas de floresta e menor na capoeira jovem.

A quantidade de folheto depositado ao longo do ano apresentou um total bastante elevado nos dois setores estudados da mata, ou seja, 10,2t/ha aos 18 anos e 11,8t/ha aos 28 anos. Os valores encontrados para a produção anual de folheto na mata ciliar estudada situam-se dentro da faixa encontrada por diversos autores em outras áreas de mata ciliar localizadas no Estado de São Paulo. PAGANO & DURIGAN (2000) encontraram em mata ciliar pouco perturbada no município de Tarumã valor igual a 9,7t/ha/ano e em mata ciliar localizada em Marília o valor foi de 11,1t/ha/ano. SANTOS (1988) encontrou em mata ciliar implantada em Campinas valor igual a 9,6t/ha/ano. CARPANEZZI (1980) obteve valor igual a 10,5t/ha/ano em Lençóis Paulista. Em Mogi-Guaçu, DELITTI (1984) encontrou valor igual a 6,7t/ha/ano e LAMPARELLI (1989) encontrou em Itirapina valor igual a 5,7t/ha/ano. SILVEIRA (2001) encontrou em plantio misto aleatório de mata ciliar com 10 anos de idade no município de Tarumã-SP valor igual a 10,5t/ha/ano

Observando-se as Figuras 23 e 24 verifica-se que os valores de produção de folheto são maiores na época de menor pluviosidade, evidenciando uma forte sazonalidade em ambos os setores estudados com pico de produção no mês de agosto. Para o período das coletas de folheto (março de 1999 a fevereiro de 2000) verificou-se que o mês com menor valor de precipitação foi julho, com 27mm. Portanto, o pico de produção em agosto, deve ser conseqüência do mês mais seco em julho. DELITTI (1984) comenta que a inversão entre as curvas de andamento anual da produção de folheto e da precipitação é com freqüência encontrada nas regiões tropicais e reflete uma estratégia de minimização dos efeitos da escassez de água em decorrência da baixa precipitação durante o inverno, já que a derrubada de folhas reduziria a perda de água por evapotranspiração. A maior queda de matéria orgânica como um todo, e não apenas folhas, também pode ocorrer em conseqüência do aumento da velocidade dos ventos que ocorrem durante a estação seca, causando danos mecânicos e queda de galhos e ramos mortos. Analisando-se alguns estudos sobre produção de folheto realizados em florestas brasileiras (MEGURO et al., 1979; CARPANEZZI, 1980; GARRIDO, 1981; SILVA, 1983; DELITTI, 1984; PAGANO, 1985; POGGIANI, 1985; DINIZ, 1987; NOVAES, 1987; CESAR, 1988; SANTOS, 1988) verifica-se que, de modo geral, a maior queda de material ocorre na estação seca, estando sincronizada com a diminuição do fotoperíodo no outono-inverno (BRAY & GORHAM, 1964). De acordo com DURIGAN et al. (1996) é indiscutível o efeito do estresse hídrico em florestas ciliares onde o lençol freático é profundo, sendo que em áreas onde o lençol é superficial haveria evidências de que a sazonalidade da caducifolia seria determinada por outros fatores, além da disponibilidade de água no solo.

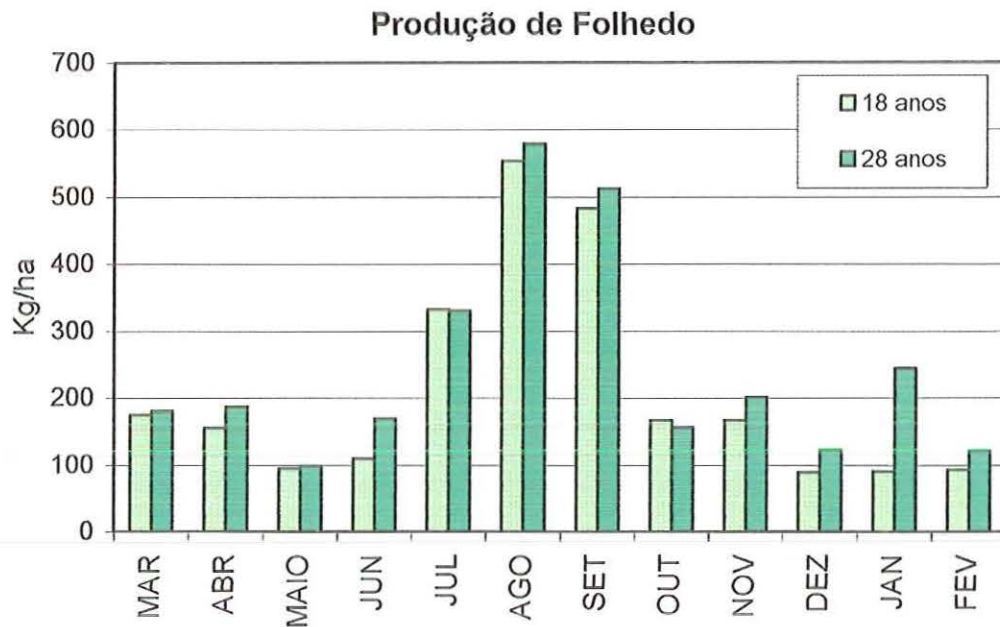


Figura 23. Produção de folheto em mata ciliar implantada na Fazenda Cananéia ao longo do ano (março de 1999 a fevereiro de 2000).

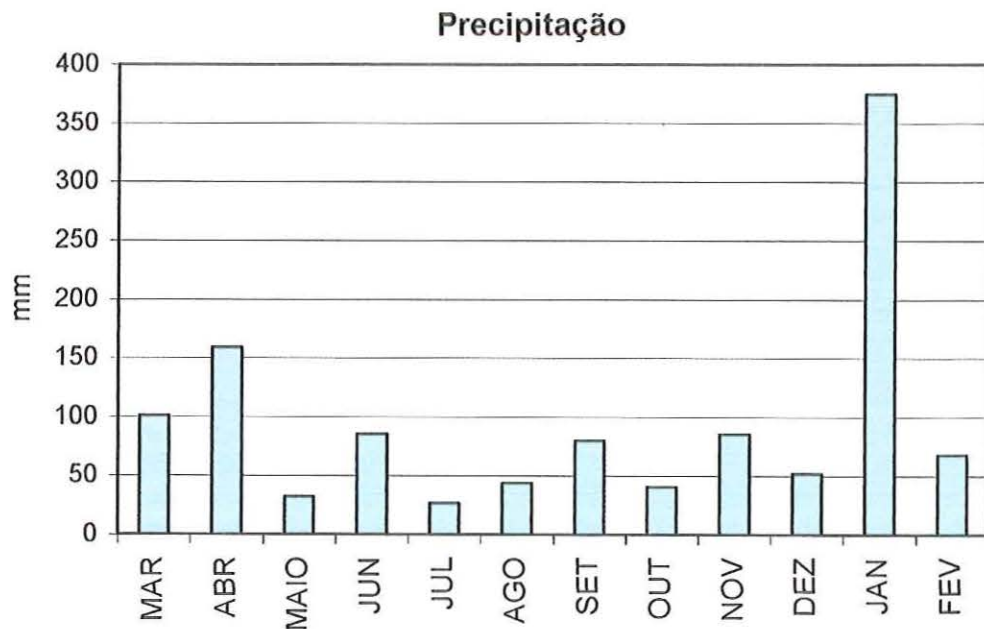


Figura 24. Dados pluviométricos mensais registrados durante o período de coleta de folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia (Fonte: Usina Nova América-Assis, SP).

## 5.7.2. Conteúdo de nutrientes no folheto depositado

Através de uma série de processos físicos, químicos e biológicos, o folheto é decomposto e os nutrientes nele incorporados são liberados, tornando-se novamente disponíveis para serem absorvidos pelos produtores primários (DELITTI, 1989). Analisou-se o conteúdo de nutrientes no folheto depositado, como indicativo do retorno ao solo através da ciclagem.

### Macronutrientes

A quantidade total de macronutrientes encontrada no folheto foi de 504,3kg/ha/ano e 520,2kg/ha/ano nos setores de 18 e 28 anos respectivamente. Esta transferência anual de macronutrientes é bastante semelhante aos valores encontrados em outras pesquisas realizadas em matas ciliares naturais e em áreas de reflorestamento ciliar (Tabela 14).

Em ambos os setores o elemento encontrado em maior quantidade foi o cálcio, com 201,4kg/ha/ano (40% do total) aos 18 anos e 254,1kg/ha/ano (50% do total) aos 28 anos, seguido pelo nitrogênio com 179,2kg/ha/ano (35% do total) aos 18 anos e 149,4kg/ha/ano (29% do total) aos 28 anos. O aporte dos demais macronutrientes para o solo florestal em ambos os setores assim como os valores encontrados por outros pesquisadores encontram-se na Tabela 14. Verifica-se que as quantidades anuais de macronutrientes foram superiores na mata ciliar mais antiga com exceção de N, K e Mg que tiveram valores um pouco maiores na mata com 18 anos de idade.

A seqüência decrescente dos macronutrientes transferidos ao solo foi idêntica em ambos os setores, obedecendo à ordem: Ca>N>K>Mg>S>P (Figura 25 e 26). Esta mesma seqüência foi observada por outros autores em levantamentos realizados em matas ciliares nativas do Estado de São Paulo, bem como em outros estudos realizados em áreas de reflorestamento ciliar (Tabela 14). Em todos os estudos citados para comparação da

concentração de macronutrientes contidos no folheto, verifica-se que o elemento que apresenta as menores concentrações é o fósforo. GOLLEY et al (1978), em pesquisas realizadas em florestas tropicais úmidas localizadas no Panamá, identificaram o P como um elemento limitante no sistema florestal. De acordo com os autores, o P é quimicamente mais raro que os seus vizinhos na tabela periódica, por ter um número atômico ímpar. Além disso, o P é pouco abundante nas rochas ígneas e no folheto, sendo um elemento essencial para os seres vivos. Por outro lado, verifica-se que na maioria das pesquisas citadas, o elemento mais abundante encontrado no folheto foi Ca. Ca é um elemento abundante na litosfera sendo um componente primordial da parede celular de tecidos vegetais. Na natureza, as concentrações de nutrientes refletem as exigências nutricionais dos diferentes tipos de organismos. O Ca concentra-se menos nos tecidos, pois aparece no solo em altas concentrações. Portanto, não surpreende que o Ca seja o elemento mais abundante na biomassa (GOLLEY et al, 1978).

As figuras 27 e 28 mostram as quantidades mensais de macronutrientes que voltam ao solo através do folheto. De maneira geral, os contornos apresentados para os macronutrientes no decorrer do ano demonstram haver uma nítida sazonalidade na liberação de nutrientes pela vegetação. A época de maior retorno de N, P, Ca, Mg e S em ambos os setores da mata foi no período de menor pluviosidade, ou seja, de julho a setembro, sendo que no setor de 18 anos S também apresentou no mês de janeiro uma liberação relativamente elevada.

O pico de retorno de macronutrientes na mata como um todo coincidiu com o pico de produção de folheto que ocorreu no mês de agosto, embora tenha havido alguma variação para alguns dos elementos. Aos 18 anos, agosto foi o mês de maior retorno para Ca, Mg e S e em setembro foram aferidas as maiores concentrações de P, N e K. Aos 28 anos, quase todos os elementos tiveram valor máximo de retorno ao solo no mês de agosto, com exceção de N e S cujo valor máximo foi encontrado em setembro. Assim, as maiores quantidades ocorreram, de modo geral, no inverno e no



início da primavera, ou seja, no auge da época seca e início da estação chuvosa.

Tabela 14. Transferência de macronutrientes (kg/ha/ano) para o solo, via produção de folhodo , encontradas na mata ciliar da Faz. Cananéia e em alguns ecossistemas florestais do Estado de São Paulo

Comunidade	Macronutrientes (kg/ha/ano)						Total (kg/ha/ano)	Seqüência	Referência
	N	P	K	Ca	Mg	S			
Mata Ciliar - (Lençóis Paulista)	202	11	72	240	32		557	Ca>N>K>Mg>P	Carpanezzi (1980)
Mata Ciliar (Mogi Guaçu)	107	4	29	51	17	9	217	N>Ca>K>Mg>S>P	Delitti (1984)
Reflorestamento misto de mata ciliar (Campinas)	165	8	47	187	22	18	447	Ca>N>K>Mg>S>P	Santos (1988)
Mata Ciliar (Itirapina)	102	4	19	79	14	8	226	N>Ca>K>Mg>S>P	Lamparelli (1989)
Mata Ciliar (Luiz Antonio)	262	12	47	190	35	15	561	N>Ca>K>Mg>S>P	Pinto (1992)
Mata Ciliar (Tarumã)	179,52	8,37	58,7	323,9	55,57	17,51	643,6	Ca>N>K>Mg>S>P	Pagano & Durigan (2000)
Reflorestamento misto de mata ciliar (Tarumã)	156,9	10,5	73,2	177,8	46,2	15,7	480,3	Ca>N>K>Mg>S>P	Silveira (2001)
Reflorestamento misto de mata ciliar - 18 anos	179,2	8	80,53	201,4	25	10,2	504,3	Ca>N>K>Mg>S>P	Este estudo
Reflorestamento misto de mata ciliar - 28 anos	149,4	9,5	67,5	254,1	29,4	10,3	520,2	Ca>N>K>Mg>S>P	Este estudo



Macronutrientes - 18 anos

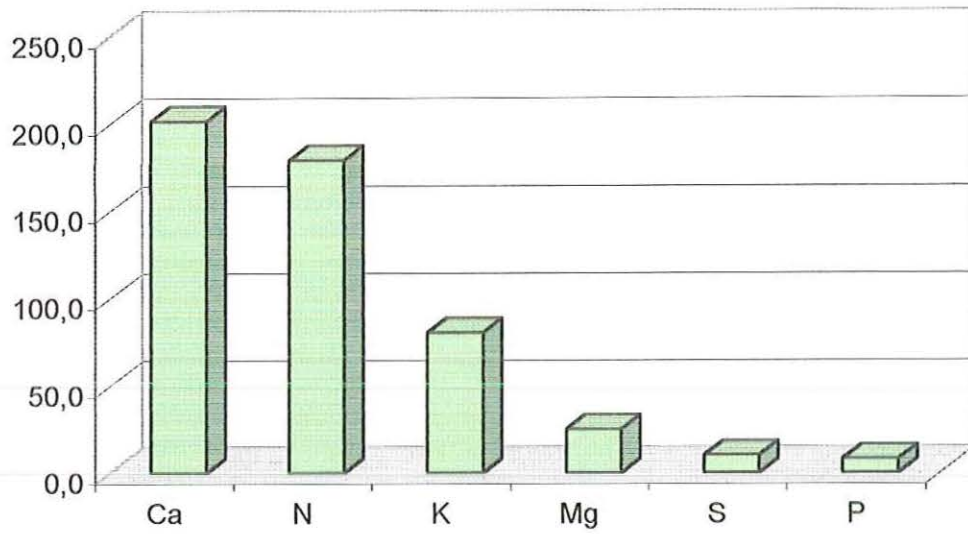


Figura 25. Quantidades anuais de macronutrientes (kg/ha/ano) que retornam ao solo via folheda na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 18 anos.

Macronutrientes - 28 anos

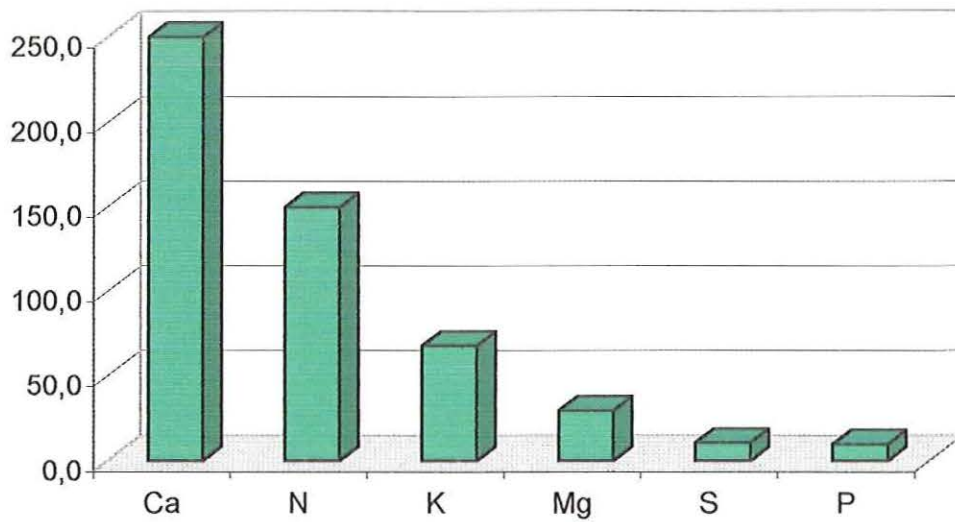


Figura 26. Quantidades anuais de macronutrientes (kg/ha/ano) que retornam ao solo via folheda na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 28 anos.

### MACRONUTRIENTES - 18 ANOS

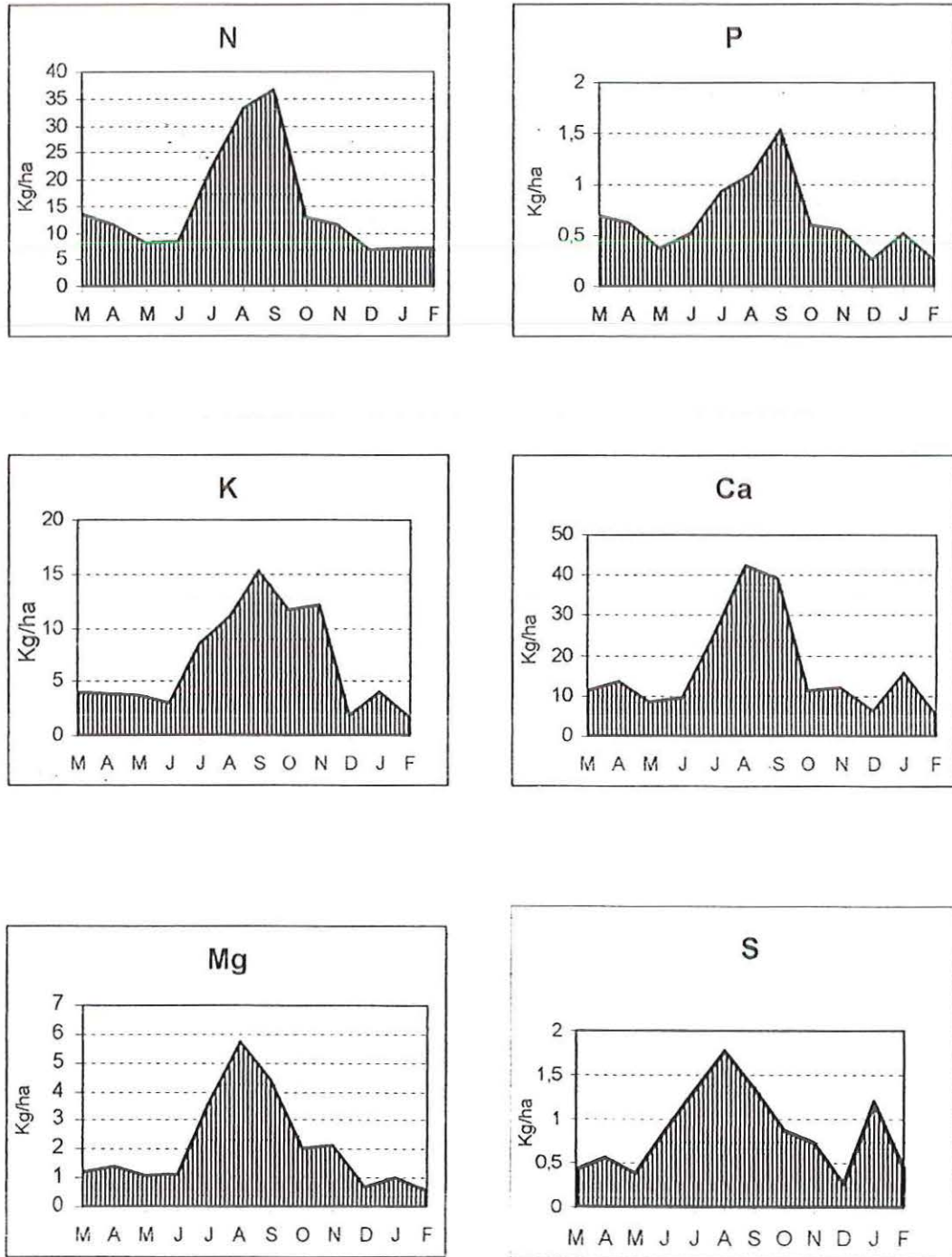


Figura 27. Quantidades mensais de macronutrientes (kg/ha) que retornam ao solo via folheda na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 18 anos.

### MACRONUTRIENTES - 28 ANOS

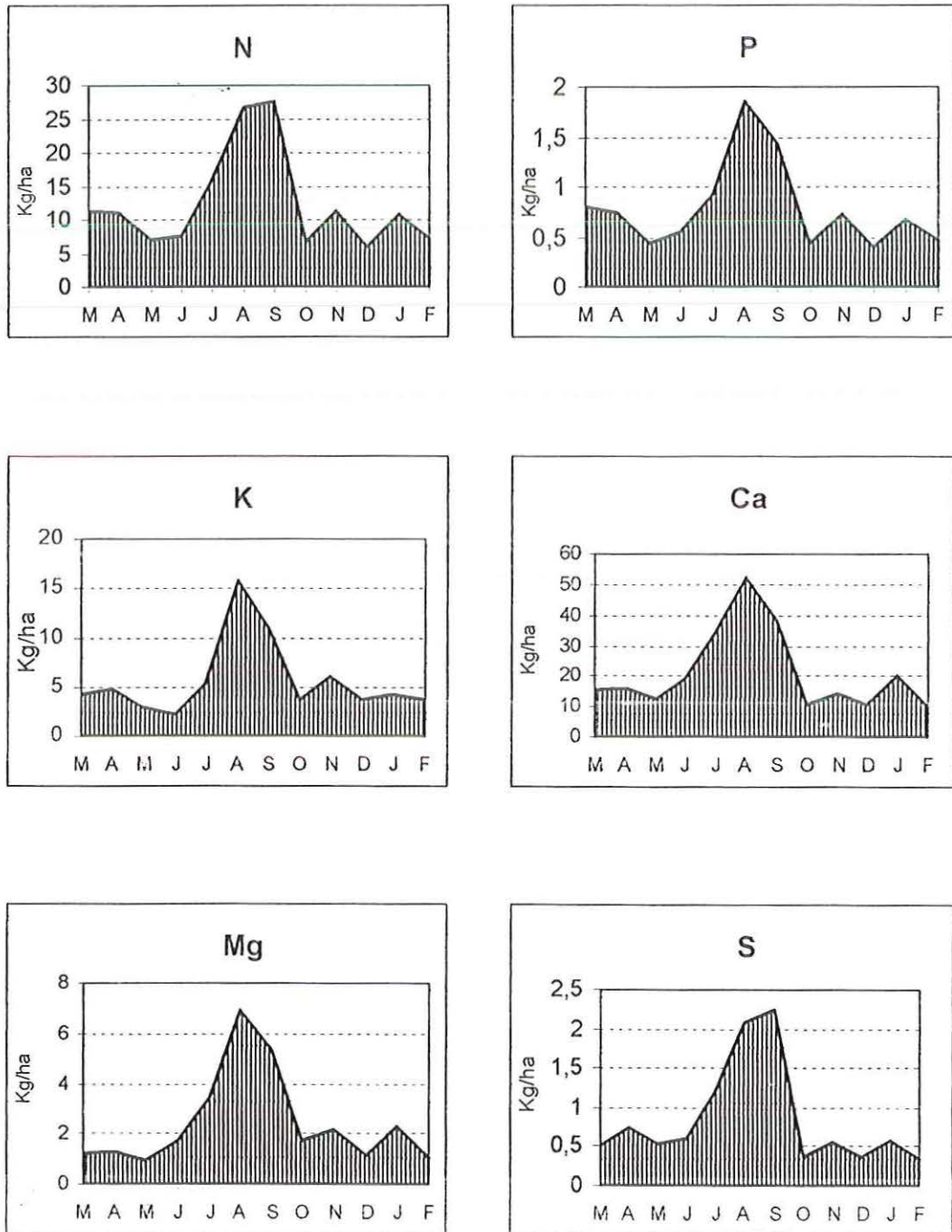


Figura 28. Quantidades mensais de macronutrientes (kg/ha) que retornam ao solo via folheda na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 28 anos.

## Micronutrientes e Alumínio

A quantidade total de micronutrientes restituídos ao solo via folhede foi de 8,03 kg/ha/ano aos 18 anos e 8,97 kg/ha/ano aos 28 anos.

A quantidade total de Al que retornou ao solo foi de 5,00 kg/ha/ano aos 18 anos e 7,11 kg/ha/ano aos 28 anos.

O elemento de maior mobilidade foi o Al. Único elemento analisado considerado não essencial à nutrição das plantas, o Al participou com quantidades elevadas em ambos os setores. Depois do Al, o elemento com maior taxa de transferência foi o Fe. A transferência dos demais micronutrientes encontra-se na Tabela 15.

A seqüência decrescente da quantidade anual de micronutrientes e do Al restituídos ao solo foi idêntica em ambos os setores estudados: Al>Fe>Mn>Zn>B>Cu (Figura 29 e 30). A mesma seqüência decrescente foi encontrada em pesquisas realizadas por DELITTI (1984) em uma mata ciliar localizada em Mogi-Guaçu-SP; por PAGANO (1989) numa área de Floresta Estacional Semidecidual localizada em Rio Claro-SP e por PAGANO & DURIGAN (2000) em uma mata ciliar localizada em Tarumã-SP. Além da diferença na concentração dos nutrientes analisados, o único ponto divergente foi que na seqüência de nutrientes que estes autores encontraram, Zn esteve presente em maiores quantidades que B.

As figuras 31 e 32 mostram as quantidades mensais, em kg/ha, de micronutrientes e Al que voltam ao solo através do folhede. Assim como observado para os macronutrientes, de modo geral, o período de maior aporte de micronutrientes coincidiu com o período de maior deposição de folhede.

O setor de 18 anos apresentou a maior quantidade de B, Mn e Cu no mês de agosto, sendo que Cu apresentou outro pico em janeiro; para Fe as maiores quantidades foram liberadas em setembro e para Zn no período de julho a outubro, com um pico em outubro e outro em janeiro.

Aos 28 anos, B e Cu tiveram máxima transferência em agosto e Fe em setembro; o pico de aporte de Zn ficou entre os meses de agosto e

setembro, apresentando neste período uma quantidade bastante superior aos demais meses; Mn apresentou liberação bastante superior aos outros meses do ano no período de julho a setembro.

Quanto ao Al, nos dois setores (18 e 28 anos), a maior quantidade foi observada no mês de agosto.

Tabela 15. Transferência de micronutrientes e de Al (g/ha/ano) para o solo, via produção de folhodo , encontradas na mata ciliar da Faz. Cananéia e em alguns ecossistemas florestais do Estado de São Paulo

Ecossistema - Local	Micronutrientes (g/ha/ano)						Total (kg/ha/ano)	Seqüência	Referência
	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Al			
Mata Ciliar (Mogi Guaçu)	3611,9	97,4	2467,3	169,3	312,2	20099,6	26,8	Al>Fe>Mn>B>Zn>Cu	Delitti, 1984
Floresta Estacional Semidecidual (Rio Claro)	4876,1	133,3	2778,8	299	320,8	9160	17,6	Al>Fe>Mn>B>Zn>Cu	Pagano, 1989
Floresta Estacional Semidecidual (Araras)	8835,5	173,5	1431	572,5			11,01	Fe>Mn>Zn>Cu	Diniz & Pagano, 1997
Mata Ciliar (Tarumã)	5982,7	157,3	2978,2	326,8	557,7	9047,1	19,05	Al>Fe>Mn>B>Zn>Cu	Pagano & Durigan, 2000
Mata Ciliar (Marília)	2179,3	188,8	2908,99	328,28	490,01	3518,9	9,6	Al>Mn>Fe>B>Zn>Cu	Pagano & Durigan, 2000
Reflorestamento misto de mata ciliar - 10 anos (Tarumã)	7028,6	115,1	5459,7	376,5	397,5		13,4	Fe>Mn>B>Zn>Cu	Silveira, 2001
Reflorestamento misto de mata ciliar - 18 anos	4584,8	208,3	2122,32	606,7	508,5	5002,8	13,03	Al>Fe>Mn>Zn>B>Cu	Este estudo
Reflorestamento misto de mata ciliar – 28 anos	6007,9	134,7	1692,8	610,3	525,9	7108,3	16,1	Al>Fe>Mn>Zn>B>Cu	Este estudo

**18 anos**

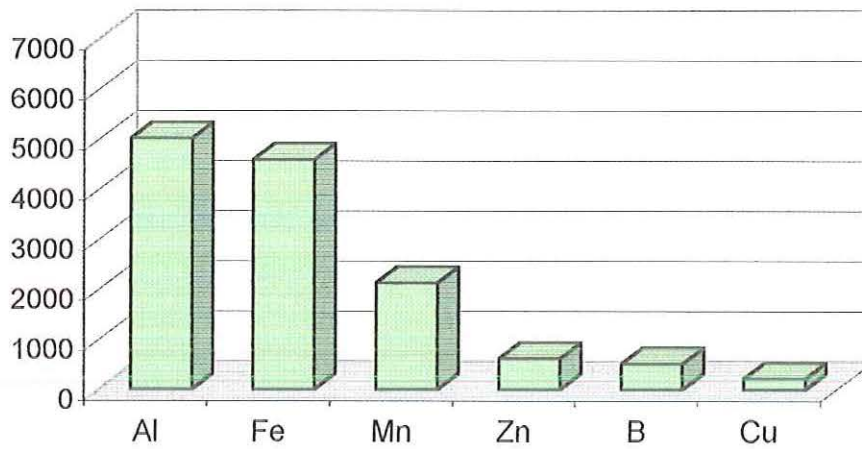


Figura 29. Quantidades anuais de micronutrientes e de Al (g/ha/ano) que retornam ao solo via folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 18 anos.

**28 anos**

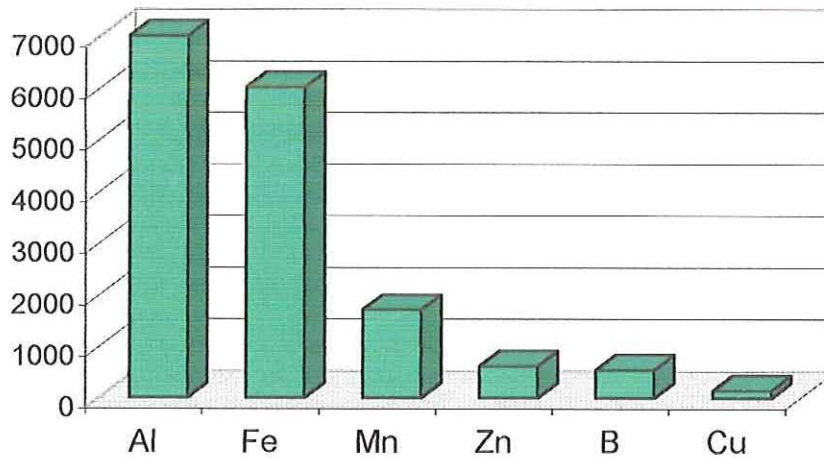


Figura 30. Quantidades anuais de micronutrientes e de Al (g/ha/ano) que retornam ao solo via folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 28 anos.

### MICRONUTRIENTES E Al - 18 ANOS

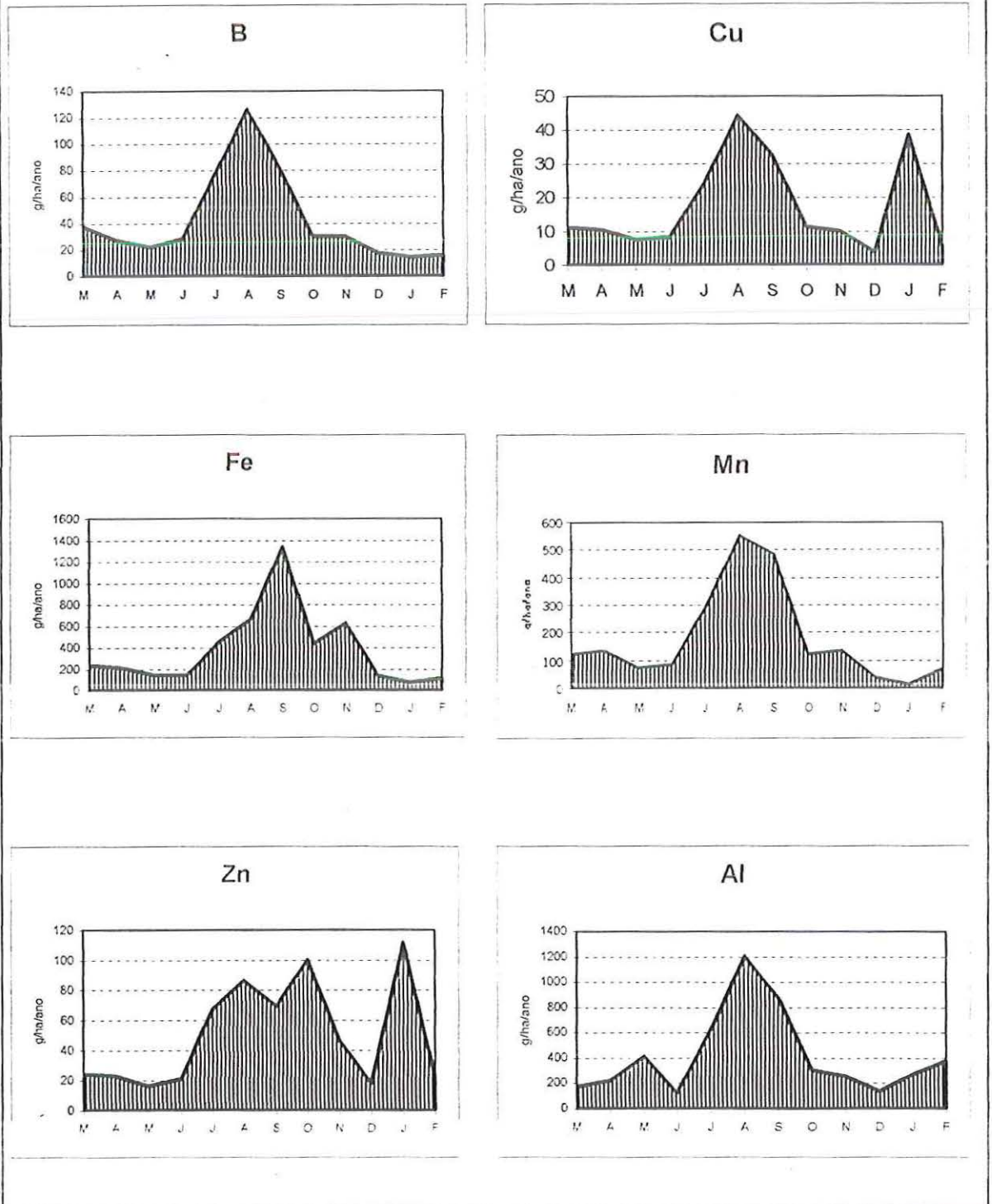


Figura 31. Quantidades mensais de micronutrientes e de Al (g/ha) encontradas no folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 18 anos.



### MICRONUTRIENTES E Al - 28 ANOS

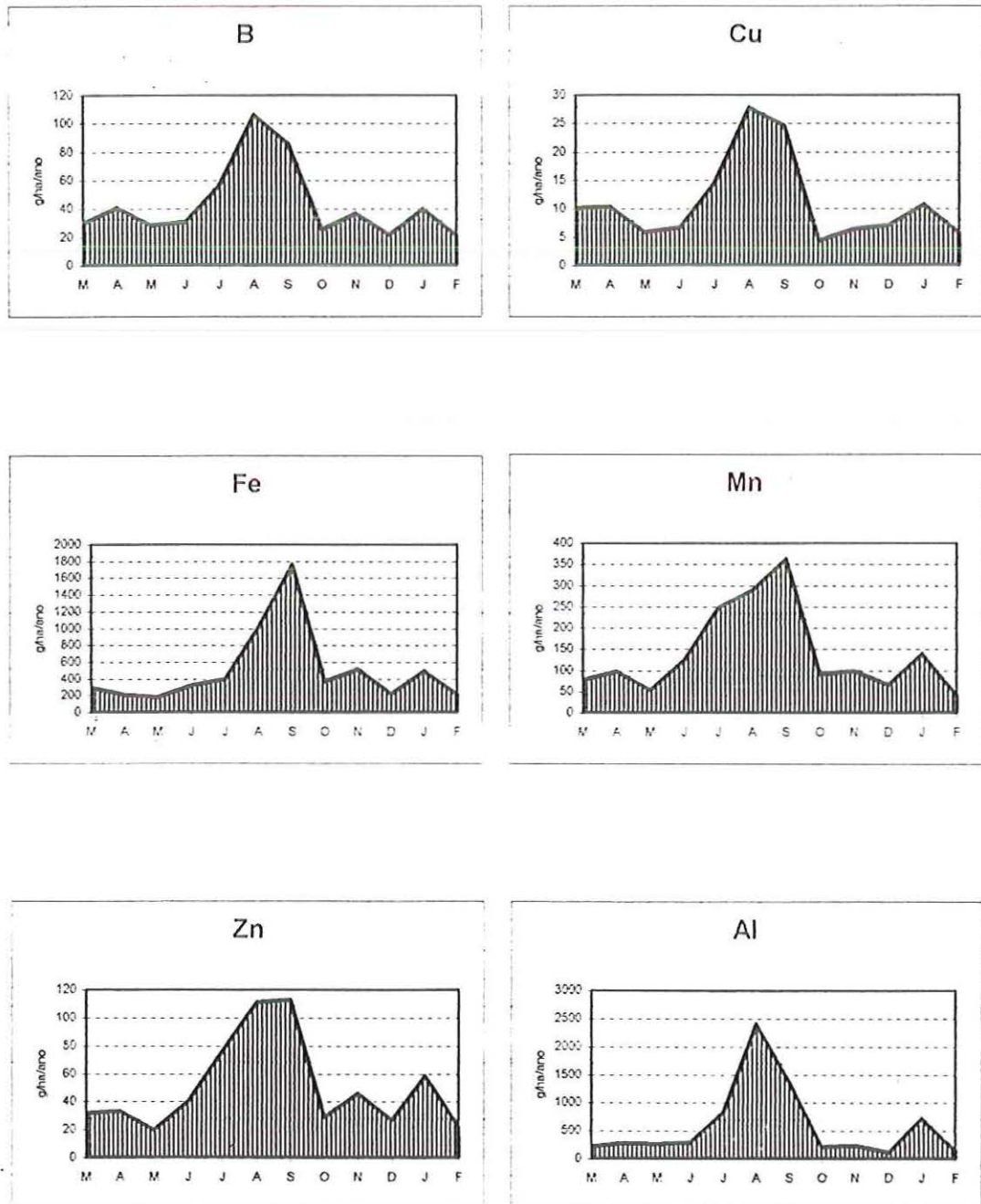


Figura 32. Quantidades mensais de micronutrientes e de Al (g/ha) encontradas no Folheto na mata ciliar da Fazenda Cananéia – setor de 28 anos.

### 5.7.3. Considerações sobre a deposição de folheto e o retorno de nutrientes ao sistema

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a floresta, tanto aos 28 anos quanto aos 18 anos, já apresenta processos de deposição de folheto e quantidade de nutrientes retornados ao solo semelhantes às florestas naturais.

SILVEIRA (2001) constatou, em plantio misto aleatório localizado no município de Tarumã-SP, com 10 anos de idade, que a produção anual de folheto foi semelhante à observada por DURIGAN et al. (1996) em matas ciliares nativas localizadas na região. SANTOS (1988) também encontrou valores de deposição de folheto semelhantes, em mata ciliar implantada, em Campinas-SP.

O restabelecimento desses processos é fundamental para a retomada dos processos naturais de regeneração das espécies arbóreas, que muitas vezes dependem da camada de matéria orgânica para germinarem e se estabelecerem.

## 5.8 Considerações sobre o sucesso do plantio de mata ciliar da Fazenda Cananéia

Apesar do fato de o plantio de mata ciliar da Fazenda Cananéia não ter seguido protocolos específicos que orientassem a escolha e a distribuição das espécies no campo, tendo sido plantadas árvores nativas e exóticas, sem uma preocupação com a fitossociologia ou os processos sucessionais, é possível afirmar que esta iniciativa de recuperação ambiental na verdade constitui sim um modelo de recuperação de matas ciliares. Esta afirmação é corroborada por KAGEYAMA & GANDARA (2000) que, ao descreverem alguns modelos de consórcios utilizados na recuperação de matas ciliares, citam o chamado modelo de plantio ao acaso, que nada mais é que a distribuição de mudas de diversas espécies de forma aleatória na área a ser recuperada. Os autores salientam que este modelo tem por objetivo reproduzir a diversidade e a aleatoriedade de distribuição das espécies arbóreas encontradas em florestas naturais, mas desconsiderando a dinâmica da sucessão natural. Segundo estes autores este modelo é de fácil implantação, porém tende a ser abandonado por apresentar algumas desvantagens como a recuperação lenta, maior mortalidade de indivíduos e alta necessidade de manutenção como a eliminação constante de espécies invasoras. As desvantagens apresentadas pelos autores não foram observadas na mata ciliar estudada neste trabalho, principalmente a afirmação de que este modelo apresenta recuperação lenta. Tendo em vista que no setor de 28 anos apenas cerca de 30% das árvores que formam a floresta são árvores que foram plantadas, isto não pode ser considerado como uma recuperação lenta pois 28 anos para o contexto de florestas tropicais é um período muito curto.

Algumas medidas adotadas no plantio de mata ciliar da Fazenda Cananéia como a preocupação com o manejo adequado no contexto da microbacia hidrográfica e não apenas da área ciliar propriamente dita, submetendo toda a área cultivada anteriormente ao início dos plantios, a um cuidadoso trabalho de controle de erosão, com o uso de terraceamento; o plantio inicial de um grande número de espécies, com oferta permanente de alimentos diversificados, atraindo

os dispersores e o cultivo intercalar de arroz, milho, soja e mandioca durante o período em que a luminosidade permitia, que ajudou a cobrir os custos da formação da mata ciliar, além de assegurar que a área fosse mantida livre de plantas invasoras, como gramíneas agressivas representam procedimentos que deveriam ser repetidos em outras iniciativas de recuperação de matas ciliares e incorporados nos modelos atualmente preconizados na literatura. As desvantagens apresentadas por KAGEYAMA & GANDARA (2000) para o modelo de plantio ao acaso como a necessidade da eliminação constante de espécies invasoras, poderiam ser amenizadas se questões tangentes à legislação pertinente às áreas de preservação permanente como a proibição do cultivo intercalar e restrições ao uso de agroquímicos fossem reavaliadas.

Analisando-se as áreas reflorestadas como um todo, constata-se a existência de uma mata ciliar exuberante e fisionomicamente bem estruturada, cujo papel de proteção aos recursos hídricos e ao solo tem sido desempenhado de forma evidente. Verifica-se que com a formação da floresta, as nascentes passaram a ser perenes. Comparativamente ao que era observado na época em que teve início o plantio de mata ciliar, atualmente a vazão da principal nascente é abundante e a água de boa qualidade na fonte, não necessitando qualquer tratamento para o consumo humano. Considerando-se que a finalidade básica do plantio era a contenção da erosão e a proteção às nascentes da microbacia, a iniciativa obteve sucesso absoluto. O sucesso desta iniciativa de recuperação ciliar também pode ser constatado através dos diversos indicadores ecológicos avaliados no decorrer do presente trabalho especialmente no que diz respeito à existência de regeneração natural abundante sob a mata implantada e o surgimento espontâneo de novas espécies, demonstrando que está havendo um aumento natural da riqueza florística, e provando que a natureza encarrega-se de perpetuar a floresta fazendo os “ajustes” necessários. A contemplação das Figuras 33 e 34, que além de provarem que projetos “mais simples” de recuperação de matas ciliares podem resultar em florestas exuberantes, também pode servir de inspiração e estímulo para deixar algumas das numerosas especulações sobre o assunto em segundo plano e fazer o que é urgente: recuperar áreas degradadas, especialmente as matas ciliares.

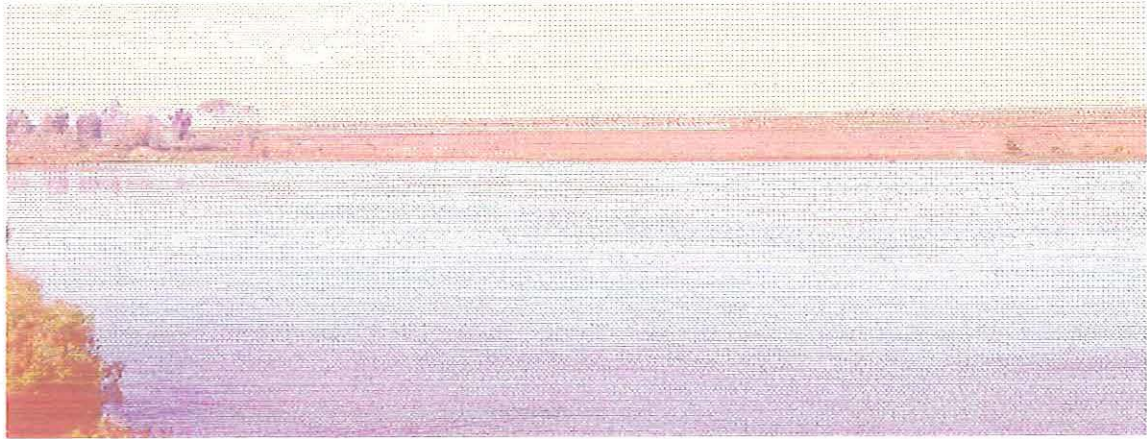


Figura 33. Visão geral do local de estudo, antes do plantio de mata ciliar (1974).  
(Foto: Lia de Souza Dias)



Figura 34. Visão geral do local de estudo, depois do plantio de mata ciliar (1999).  
(Foto: Lia de Souza Dias)

## 5.9. Análise do potencial de aplicação dos parâmetros ecológicos utilizados como indicadores de recuperação de áreas

A prática de recuperação de áreas degradadas é nova, multidisciplinar e complexa. Não existem manuais com instruções passo a passo sobre como planejar, conduzir e avaliar plantios de recuperação. Há uma tendência de repetir modelos prévios de recuperação para novos projetos sem questionar a sua real eficácia. Grande parte dos projetos de recuperação têm sido monitorados inadequadamente, fornecendo poucas oportunidades para a avaliação dos métodos que têm sido usados. Não é compreensível continuar usando métodos que poderiam ser aperfeiçoados (CLEWELL & RIEGER, 1997). O fato de um dado método ter funcionado adequadamente em um ecossistema não fornece garantias de que este irá funcionar em outro local, devido às inúmeras variáveis que podem interferir no desempenho das espécies em um determinado local ou modelo (CLEWELL & RIEGER, 1997; BARBOSA, 2000).

É extremamente difícil definir de forma inequívoca o conceito de prática bem-sucedida. Em princípio toda prática pode ser melhorada. Assim, no contexto da disciplina recuperação de áreas degradadas há um consenso a respeito da necessidade do estabelecimento de indicadores que permitam avaliar periodicamente as tentativas de recuperação, ou seja, verificar se os objetivos destas iniciativas vêm sendo alcançados (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000). Ainda não há indicadores reconhecidos e amplamente utilizados que permitam aferir os resultados de forma incontestável. Neste sentido, é prioritário que projetos de recuperação mais antigos sejam submetidos a inventários ecológicos minuciosos do ambiente abiótico, composição de espécies, estrutura da comunidade e estabelecimento de habitats especializados como única forma para determinar quais as práticas de recuperação funcionaram e quais não, e o que pode ser feito para aperfeiçoar os métodos para novos projetos (CLEWELL & RIEGER, 1997).

Não há um conhecimento acumulado sobre os parâmetros técnicos a serem utilizados como indicadores do sucesso de projetos de recuperação

ambiental (HIGGS, 1997). No entanto, na literatura é ampla a discussão sobre o uso de indicadores de avaliação e monitoramento de plantios de recuperação. A grande maioria dos parâmetros utilizados no monitoramento de áreas recuperadas refere-se à vegetação (GILPIN, 1987; YOUNG, 2000). Os parâmetros mais utilizados são aqueles que avaliam a estrutura e composição florística do estrato arbóreo (altura, densidade, área basal, densidade de copas e número de espécies) e do subosque (densidade e número de espécies estabelecidas através da regeneração natural). A densidade e o número de espécies de outras formas de vida vegetal como herbáceas, gramíneas e lianas também têm sido consideradas (LARSON, 1996; SHEAR et al., 1996; VAN AARDE et al., 1996; ALLEN, 1997; FANG & PENG, 1997; HAGGAR et al., 1997; PARROTA et al., 1997; JANSEN, 1997; CLEWELL, 1999). Na literatura sobre esse tema encontram-se outros indicadores que podem ser utilizados como a estrutura da comunidade de invertebrados terrestres (JANZEN, 1997), meso e macrofauna edáfica (SAUTTER, 1998); formigas (ANDERSEN & SPARLING, 1997) e roedores (PATTEN, 1997). De acordo com RODRIGUES (1999), outros indicadores mostram-se apropriados para a avaliação e monitoramento tanto de áreas naturais como restauradas. O autor cita alguns exemplos como a diversidade e equabilidade vegetal (PICKETT, 1983; PICKETT & WHITE, 1985; GRIME, 1997), acúmulo, fluxo e ciclagem de nutrientes e de propágulos no solo e na serapilheira (PEDERSON & VAN DER VALK, 1989; SKOGLUND, 1992), a presença e estrutura de grupos faunísticos etc. O autor também menciona que outros indicadores usados para avaliar e monitorar a vegetação em formações naturais, em geral referem-se a dados da comunidade (GUEVARA et al., 1986; WHITMORE, 1989) como características estruturais dos estratos ou grupos ecológicos e a fisionomia da formação florestal.

Durante a realização da presente pesquisa foi utilizada uma série de indicadores para avaliar o grau de desenvolvimento de uma mata ciliar implantada, quais sejam: riqueza do estrato arbóreo, estrutura do dossel; análise de densidade e diversidade da regeneração natural; distribuição de

indivíduos em classes de altura, distribuição de indivíduos em classes diamétricas, cobertura, produção de folheto e aporte de nutrientes e análise da qualidade do solo. Estes indicadores foram avaliados quanto à facilidade de obtenção, precisão e vantagens e desvantagens para monitorar e fiscalizar os plantios de recomposição que vêm sendo feitos e concluir sobre a real recuperação florestal de uma dada área. Esta avaliação levou em conta o uso destes indicadores de recuperação florestal não apenas no âmbito acadêmico-científico como também no campo de atuação de órgãos fiscalizadores, responsáveis pela aplicação das leis ambientais.

A riqueza do estrato arbóreo, embora apresente grande importância como indicador de recuperação principalmente na avaliação de plantios mais antigos, requer do agente de avaliação conhecimento prévio para a identificação das espécies. Assim, pode demandar tempo considerável de trabalho quando da necessidade de coleta de material botânico para a posterior identificação da espécie por especialistas ou comparações com material depositado em herbários. Porém, constitui um bom indicador do potencial de sustentabilidade do plantio, pois demonstra se está havendo incremento da riqueza do plantio com o tempo, através dos processos naturais de sucessão.

A avaliação da estrutura do dossel, aplicável apenas em plantios mais antigos, é bastante precisa para visualizar a fisionomia do plantio de recomposição e averiguar o grau de semelhança que este apresenta com áreas de referência, ou seja, florestas naturais. É um indicador que exige bastante tempo e trabalho de campo para o levantamento fitossociológico da área para a tomada de dados como a altura das árvores.

Indicadores valiosos para avaliar a auto-sustentabilidade do plantio consistem na densidade e diversidade da regeneração natural. Podem ser aplicados em plantios recentes, como aqueles com 5 anos, como é verificado na literatura, investigando se o plantio já proporciona condições para o estabelecimento de plântulas e se as espécies do dossel já estão se reproduzindo. Em plantios mais jovens não deve haver grande dificuldade para a identificação das plântulas, visto que no início a riqueza de espécies



desta condição não deve ser muito alta. Em plantios mais antigos o uso deste indicador representa uma atividade mais trabalhosa uma vez que nestas áreas é esperada uma maior densidade e diversidade da regeneração natural, além de exigir do avaliador conhecimento sobre as espécies. A regeneração natural pode ser avaliada considerando a chegada de sementes no solo (oriundas da própria recomposição ou de remanescentes do entorno) ou analisando a fase posterior do desenvolvimento, ou seja, o surgimento natural de plântulas ou indivíduos jovens, ou ambos. A opção pela investigação da fase de plântulas, além da facilidade de qualificação e quantificação no campo, oferece uma outra vantagem que é a possibilidade de traçar-se uma relação direta com a vegetação madura. Além disso, os dados obtidos permitem avaliar-se a dinâmica florestal da área, investigando se a restauração já produziu condições para a ocupação do sub-bosque por espécies características desta situação, se as espécies que ocupam o dossel já estão produzindo propágulos que serão recrutados do sub-bosque e também se a área está recebendo sementes e oferecendo condições de germinação para espécies trazidas por dispersores (animais ou não). A avaliação de plântulas e indivíduos jovens (banco de plântulas) pode ser feita através de um levantamento florístico e/ou estrutural (densidade, dominância e frequência por espécie) do sub-bosque da área revegetada, usando para isto qualquer método fitossociológico (RODRIGUES, 1999). Embora a qualidade desse indicador de restauração seja imensa, ele demanda bastante trabalho de campo e exige do avaliador conhecimento sobre as espécies.

Através da porcentagem de cobertura do solo proporcionada pelas copas das árvores obtém-se a quantificação direta da ocupação do espaço aéreo e o sombreamento do terreno. Trata-se de um indicador de fácil obtenção. Neste estudo foi usado o densiômetro, o qual é facilmente utilizado para estimar a cobertura, apresentando um grau de precisão elevado. De posse deste equipamento, pode-se estimar a cobertura tanto de plantios jovens como daqueles mais antigos. O avaliador pode operá-lo facilmente, não havendo a necessidade de conhecimentos específicos.

A deposição de folheto sobre o piso florestal é considerada como o mais importante modo de transferência de nutrientes da vegetação para o solo. Além disso, o material orgânico depositado permite a criação de uma grande variedade de nichos para a micro e mesofauna do solo, exercendo, também, funções de isolante térmico e retentor de água, bem como de atenuador de efeitos erosivos no solo. A deposição de folheto é um parâmetro amplamente estudado em florestas naturais, servindo, portanto, como um excelente indicador do estágio de desenvolvimento de projetos de recuperação. Trata-se de um parâmetro de fácil medição, não exigindo equipamentos sofisticados para a sua coleta. Através de suas medições, é possível aferir outros indicadores ecológicos como a taxa de decomposição e a fenologia de espécies arbóreas (BRAY & GORHAM, 1964; PROCTOR, 1983). O inconveniente deste indicador está no fato de exigir medições a longo prazo e na necessidade de utilização de equipamentos para secar e pesar o material coletado (SILVEIRA, 2001).

A partir do folheto medido é possível avaliar o aporte de nutrientes que está ocorrendo na área de recuperação. Diversos estudos e considerações teóricas existentes na literatura consideram o aporte e a ciclagem de nutrientes minerais um dos processos fundamentais que operam nos ecossistemas florestais (GOLLEY et al., 1978; CHARLEY & RICHARDS, 1983). Por este motivo, estudos neste sentido têm sido incluídos nas investigações sobre a dinâmica de ecossistemas tropicais (GOLLEY et al., 1978; MEDINA & KLINGE, 1983; JORDAN, 1985). O aporte de nutrientes pode ser um bom indicador em qualidade de informação, porém, as análises químicas necessárias constituem um empecilho dado o custo elevado das determinações laboratoriais.

Indicadores de qualidade do solo também constituem importantes ferramentas para avaliar a melhoria das condições ecológicas de uma área em recuperação. O melhoramento da qualidade de um solo degradado no sentido de novamente atingir suas condições originais deve ser um dos principais propósitos de um projeto de recuperação ambiental. No processo de recuperação de uma área degradada os fatores naturais da gênese de

um solo estarão, a curto, médio ou longo prazo, determinando o grau de estabilidade do local. Uma das metas a serem alcançadas em qualquer plano de recuperação consiste no estabelecimento do horizonte A, de modo que, a partir daí, o processo seja naturalmente catalisado, podendo assim surgir outros horizontes do solo (ABRAHÃO & MELLO, 1998). Porém, para o monitoramento da qualidade do solo é necessário definir atributos de solo sensíveis ao manejo e de fácil determinação. Entre as análises de solo que podem ser aplicadas na avaliação de áreas de recuperação estão a chamada análise de rotina, a análise de matéria orgânica leve e a determinação do teor de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo. GISLER & BARBOSA (1998) utilizaram parâmetros físicos e químicos do solo como critério para a análise do grau de recuperação de uma mata ciliar implantada em Santa Cruz das Palmeiras-SP.

As determinações feitas na análise de rotina possuem grande importância para a avaliação da fertilidade de um solo. A capacidade dos solos de proporcionar e sustentar o desenvolvimento da vegetação e atividades biológicas está diretamente relacionada às propriedades físicas (estrutura, porosidade, capacidade de retenção de água etc), químicas (disponibilidade de nutrientes, pH, Al etc) e biológicas (REINERT, 1998). A análise da presença de matéria orgânica no sistema constitui um dos principais indicadores das condições físicas, químicas e biológicas do local (DIAS, 1998), sendo a maior fonte de C, N, P e S. É importante a realização da análise de rotina do solo do local a ser recuperado, principalmente antes da implantação do projeto, sendo conveniente repetir periodicamente essas análises para monitorar a evolução do sistema. Porém, este procedimento pode esbarrar em dificuldades, dada a necessidade de repetições das amostragens de solo e o custo das análises laboratoriais.

O indicador de qualidade do solo chamado matéria orgânica leve nada mais é que a matéria orgânica parcialmente humificada que apresenta um "turnover" considerado curto, ou seja, um a cinco anos. Trata-se da fração orgânica do solo com dimensões maiores que 0,25mm e menores que 2mm (ANDERSON & INGRAM, 1989). O método de separação desta

fração do solo é simples, rápido e de baixo custo, porém demanda um tempo de trabalho considerável, tendo em vista a necessidade de coletas de solo e as atividades laboratoriais necessárias.

A biomassa microbiana do solo, como principal agente da decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e animais do solo, representa um importante indicador ecológico (NDAWS et al., 2002), sendo considerada como reservatório de nutrientes e energia e, conseqüentemente, potencial fornecedor de nutrientes para as plantas (RODRIGUES et al., 1994). É definida como a parte viva da matéria orgânica do solo, incluindo bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas e microfauna. Estimativas da biomassa microbiana têm sido usadas em estudos de fluxo de C e N, ciclagem de nutrientes e produtividade das plantas em diferentes ecossistemas terrestres. A manutenção da produtividade de ecossistemas florestais e agrícolas depende, em grande parte, do processo de transformação da matéria orgânica e, por conseguinte, da biomassa microbiana do solo. Os microrganismos imobilizam temporariamente C, N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes, que serão liberados após a sua morte e decomposição, tornando-se disponíveis às plantas (GAMA-RODRIGUES, 1999). Excluindo-se raízes de plantas e micro e macrorganismos do solo maiores que  $5.10^3 \text{ mm}^3$ , a biomassa microbiana contém, em média, de 2 a 5% do C orgânico do solo (JENKINSON & LADD, 1981) e de 1 a 5% do N total do solo (SMITH & PAUL, 1990). Este indicador não pode ser considerado de fácil aplicabilidade, tendo em vista a necessidade de coletas de solo e posteriores análises laboratoriais bastante minuciosas e trabalhosas, devendo ser indicado para monitoramentos que exijam informações mais detalhadas e precisas sobre as condições do solo na área de recuperação.

## 6. Conclusões

---

Como consequência do plantio de grande número de espécies fornecedoras de alimento à fauna, conclui-se que o plantio está atuando efetivamente na atração de dispersores de propágulos, os quais, por sua vez desempenharam papel preponderante na dinâmica da mata implantada, visto que das espécies que nunca foram plantadas, a maior parte é de espécies zoocóricas.

O incremento da diversidade de plantios de recomposição florestal pode ser acelerado se na escolha das espécies forem incluídas as chamadas espécies facilitadoras da sucessão natural, ou seja, aquelas que fornecem alimento à fauna, as quais trazem para o local em recuperação propágulos de áreas florestais remanescentes do entorno ou até de longas distâncias, procurando, desta forma, obter o melhor proveito das interações planta-animal.

Processos ecológicos como a dispersão de sementes e a regeneração natural estão incorporados na dinâmica florestal do local, podendo-se afirmar que a auto-sustentabilidade florestal da comunidade que se formou a partir do plantio de mata ciliar já está garantida

A escolha das espécies mais adequadas a serem plantadas é um ponto importante no planejamento de plantios de recomposição. No entanto,

os resultados obtidos nesta pesquisa demonstram que não importa muito o que se planta no início do processo, se em pouco tempo - para florestas, 28 anos é um período curto - a mata está adquirindo "vida própria", ou seja, a natureza está se encarregando de fazer os ajustes necessários, levando à evolução da comunidade. Realmente essencial é que se plante alta diversidade de espécies.

Há uma convergência na estrutura do ecossistema implantado em direção ao natural, devido à grande introdução de novas espécies advindas de áreas remanescentes naturais. Neste sentido, o tempo é um fator indispensável para que esta tendência ocorra de forma efetiva e auto-sustentável.

A riqueza de espécies aumenta com a idade da mata em função da diversidade de nichos proporcionados pela estrutura mais avançada da floresta, favorecendo o estabelecimento de um número maior de formas de vida como espécies de subosque e herbáceas. A maior riqueza observada no setor mais velho é resultante dos processos naturais de regeneração, indicando a tendência da floresta tornar-se cada vez mais semelhante a florestas naturais.

Há uma tendência de aumento da densidade da comunidade em decorrência do processo natural de regeneração, conduzindo a mata ciliar implantada para condições estruturais cada vez mais semelhantes às aquelas encontradas em florestas naturais.

Na natureza, florestas mais maduras apresentam maior número de indivíduos de grande porte, aumentando assim a área basal total da comunidade. Portanto, do ponto de vista da área basal, a qual reflete a biomassa da floresta, depreende-se que a mata ciliar estudada encontra-se em estágio avançado de desenvolvimento.

O índice de similaridade entre o estrato arbóreo e o estrato regenerante no setor de 28 anos traduz o avançado estágio de desenvolvimento deste ponto da mata ciliar implantada no qual grande parte das espécies do estrato superior já apresenta populações de indivíduos jovens que garantirão a perpetuação da floresta com o tempo.

No setor de 28 anos, a ocorrência no subosque de indivíduos jovens de várias espécies do estrato arbóreo é um bom indicativo da dinâmica da comunidade em questão. Para o setor de 18 anos, o menor valor encontrado era esperado tendo em vista a menor idade da área, sendo provável a evolução deste percentual com o tempo.

Do ponto de vista de sombreamento, a mata ciliar implantada, nos dois setores avaliados, já está exercendo a função de proteção sobre o terreno semelhante ao observado em áreas remanescentes de floresta natural.

De modo geral, espécies nativas e exóticas desenvolveram-se bem. Porém, as espécies nativas da bacia hidrográfica onde estão situadas as áreas de estudo levaram vantagem nos processos de regeneração natural, devendo tornar-se dominantes no futuro, tendendo a restabelecer a composição florística original.

As espécies arbóreas nativas da bacia hidrográfica em que a mata ciliar implantada está inserida foram as espécies que obtiveram melhor adaptação ecológica ao local. Houve uma vantagem para as espécies nativas da bacia em relação às exóticas, mas não suficiente para que se possa atribuir insucesso reprodutivo às exóticas ou às espécies provindas de outras regiões ecológicas.

As análises de solo realizadas indicam que, de maneira geral, não há diferença significativa no que se refere à disponibilidade dos nutrientes avaliados.

A maior disponibilidade de nutrientes e concentração de matéria orgânica encontra-se nas camadas superficiais do solo em decorrência do processo de decomposição do material orgânico que se deposita na superfície do solo.

Os maiores valores de capacidade de troca catiônica e de concentração de matéria orgânica no setor de 28 anos apontam para a melhoria da qualidade do solo à medida que a vegetação caminha para um estágio de maior equilíbrio e, conseqüentemente, de maior sustentabilidade.

Os processos de deposição de folheto e aporte de nutrientes em ambos os trechos da floresta (18 e 28 anos) podem ser considerados iguais aos das florestas naturais e diferentes de área desmatada. O aporte de folheto em florestas implantadas reestrutura o solo.

O restabelecimento dos processos de deposição de folheto e aporte de nutrientes é fundamental para a retomada dos processos naturais de regeneração das espécies arbóreas, que muitas vezes dependem da camada de matéria orgânica para germinarem e se estabelecerem.

A hipótese deste trabalho é confirmada pelos resultados obtidos: com o passar do tempo, a floresta implantada torna-se cada vez mais semelhante à floresta natural em estrutura e função.



## 7. Referências Bibliográficas

---

- ABRAHÃO, W.A.P.; MELLO, J.W.V. (1998). Fundamentos de pedologia e geologia de interesse no processo de recuperação de uma área degradada. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: UFV; SOBRADE. p.15-26.
- ALLEN, J. (1977). A Reforestation of bottomland hardwoods and the issue of woody species diversity. *Restoration Ecology*, v.5, n.2, p.125-134.
- ALONSO, M.T.A.(1977). Vegetação. In: GEOGRAFIA do Brasil. Região Sudeste. Rio de Janeiro: Fundação IBGE. p.91-118.
- ANDERSEN, A.N.; SPARLING, G.P. (1997). Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian Seasonal Tropics. *Restoration Ecology*, v.5, n.2, p.109-114.
- ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. (1989). *Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods*. [S.I.]: CAB International; UNESCO.

AOKI, H.; SOUZA, W.J.M. (1989). **Recomposição da mata ciliar da microbacia do ribeirão Lageado, no município de Avaré-SP. Fase I; Diagnóstico da cobertura vegetal e uso da terra.** In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill. p.320-329.

ASSIS, M.A.(1991). **Fitossociologia de um remanescente de mata ciliar do rio Ivinheima, MS.** 173 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Campinas, Campinas.

ATALA, F. et al. (1966). **Floresta da Tijuca.** Rio de Janeiro: Centro de Conservação da Natureza.

BARBOSA, L.M. et al. (1989). **Ensaio para estabelecimento de modelos para recuperação de áreas degradadas de matas ciliares, Mogi-Guaçu (SP) – nota prévia.** In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill. p.268-283.

BARBOSA, L.M. (2000). **Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares.** In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.). **Matas ciliares-conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP; FAPESP. p.289-311.

\_\_\_\_\_. (2000). **Recuperação de áreas degradadas: o que precisa mudar.** Disponível em: <<http://www.estadão.com.br/ciência/colunas/aspas/19/jul/2002/htm>>. Acesso em: 20/10/2002.

- BERTONI, J.E.A. et al (1982). Nota prévia: comparação fitossociológica das principais espécies de florestas de terra firme e de várzea na Reserva Estadual de Porto Ferreira, SP. **Silvicultuta em São Paulo**, São Paulo, v.16A, n.1, p.565-571.
- BERTONI, J.E.A.; MARTINS, F.R. (1987). Composição florística de uma floresta ripária na reserva estadual de Porto Ferreira, SP. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.17-26.
- BRAY, J.R.; GORHAM, E. (1964). Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, London, v.2, p.101-157.
- CAMARGO, J.C.G. et al. (1971). Estudo fitogeográfico da vegetação ciliar do rio Corumbataí. **Biogeografia**, São Paulo, v.3, p.1-16.
- CAMARGO, J.C.G.; FERREIRA PINTO.S.A.; TROPPEMAIR, H. (1972). Estudo fitogeográfico e ecológico da bacia hidrográfica paulista do rio Ribeira. **Biogeografia**, São Paulo, v.5, p.1-30.
- CAPOBIANCO, J.P.R. (2002). Desenvolvimento insustentável. **Folha de São Paulo**, São Paulo. 24 ago. Caderno Especial, p.6.
- CAPOBIANCO, J.P.R. (1998). A Chance de evitar o pior. **Veja**, São Paulo, ano 31, n.22, ed.1549, p.37.
- CARPANEZZI, A.A. (1980). **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de Eucalyptus no interior do Estado de São Paulo**. 170 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1980.

- CATHARINO, E.L.M. (1989). Florística de matas ciliares. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill. p.61-70.
- CESAR, O. (1988). **Composição florística, fitossociologia e ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua (Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi-SP)**. 223 p. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- CLEWELL, A. (1999). Restoration of riverine forest at hall branch on phosphate-mined land, Florida. **Restoration Ecology**, v.7, n.1, p.1-14.
- CLEWELL, A.; RIEGER, J.P. (1999). What practioners need from restoration ecologists. **Restoration Ecology**, v.5, n.4, p.350-354.
- CHAPMAN, S.B. (1976). **Methods in plant ecology**. New York: John Wiley & Sons.
- CHARLEY, J.L.; RICHARDS, B.N. (1983). Nutrient allocation in plant communities: mineral cycling in terrestrial ecosystems. In: LANGE, O.L. et al (Eds.). **Physiological plant ecology, IV**. Berlin: Springer-Verlag. p.204-223.
- CITADINI-ZANETTE, V. (1995). **Florística, fitossociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de Mata Atlântica na microbacia do Rio Novo, Orleans-SC**. 249 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

- CORBETT, L.G.; LYNCH, J.A. (1985). Management of streamside zones on municipal watersheds. In: RIPARIAN ecosystems and their management. USA: Forest Service. p.87-190. General Technical Report RM-120.
- CRESTANA, M.S.M.; TOLEDO FILHO, D.V.; CAMPOS, J.B. (1993). **Florestas: sistemas de recuperação com essências nativas.** Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral.
- DELITTI, W.B.C. (1984)). **Aspectos comparativos de ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliotti* Engelm. Var. *elliotti* (Mogi-Guaçu, SP).** 288 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1984.
- \_\_\_\_\_. (1989). Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill. p.88-98.
- DEMATTÊ, M.E.S.P. (1989). Recomposição de matas ciliares na região de Jaboticabal. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill. p.160-170.
- DIAS, L.E. (1998). Caracterização de substratos para fins de recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: UFV; SOBRADE. p.27-44.

DINIZ, S. (1987). **Ciclagem de nutrientes associados aos processos de produção e decomposição do folheto em um ecossistema de mata mesófila semidecídua no município de Araras – São Paulo.** 89 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

DINIZ, S.; PAGANO, S.N. (1997). **Serrapilheira em floresta mesófila semidecídua no município de Araras-SP. II. Macrocunidades.** *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.9, n.1, p.37-46.

DOWDESWELL, E. (2000). **Our Planet, 8.3.** Editorial. Disponível em: <<http://www.ourplanet.com/imgversn/83/editorial/1996.html>>. Acesso em: 12 jun. 2000.

DURIGAN, G. (1994). **Florística, fitossociologia e produção de folheto em matas ciliares da região oeste do Estado de São Paulo.** 149 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

\_\_\_\_\_. (2001). **Metodologia para análise da vegetação.** No prelo.

DURIGAN, G.; DIAS, H.C.S. (1990). **Abundância e diversidade da regeneração natural sob mata ciliar plantada.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF. v.3, p.308-312.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. (1990). **Recomposição de matas ciliares.** São Paulo: IF. p.1-14. (IF-Série Registros, 4).

DURIGAN, G.; GARRIDO, M.A.O. (1992). **Dendrometria de espécies nativas.** *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.4, p.548-552.

Apresentado ao 2. Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, São Paulo, 1992.

DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H.F. (1995). Florística e fitossociologia de matas ciliares do oeste paulista. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.2, n.7, p.197-239.

DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H.F.; PAGANO, S.N. (1996). Produção de folheto em matas ciliares na região oeste do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.8, p.187-199.

DURIGAN, G. et al. (2000). Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, n.4, p.369-381.

EITEN, G. (1993). **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq.

ELDREDGE, N. (1999). Malthus estava certo? **Folha de São Paulo**, São Paulo, 4.abr. Caderno Especial, p.10-11.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1997). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: SNLCS.

EWEL, J.J. (1976). Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, Oxford, v.64, n.1, p.293-308.

FANG, W.; PENG, S.L. (1997). Development of species diversity in the restoration process of establishing a tropical man-made forest ecosystem in China. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.99, p.185-196.

FENNER, F. (1985). **Seed ecology**. London: Chapman and Hall.

FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F. A.O.; VIDOR, C. (1999). Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.23, p.991-996.

RIO + 10. (2002). Folha de São Paulo, São Paulo, 24 ago. Caderno Especial.

GAMA-RODRIGUES, E.F. (1999). Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo-ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis. p.227-243.

GAMA-RODRIGUES, E.F. (1997). Carbono e Nitrogênio da biomassa microbiana do solo e da serapilheira de povoamentos de eucalipto. 108 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. (1996). Recomposição de florestas nativas: algumas perspectivas metodológicas para o Estado de São Paulo. In: BALENSISIEFER, M. (Coord.). **Recuperação de áreas degradadas**: apostila do III curso de atualização. Curitiba: FUPEF/UFPR. p.83-100.

GARRIDO, M.A.O. (1981). **Caracteres silviculturais e conteúdo de nutrientes no folheto de alguns povoamentos puros e mistos de espécies nativas**. 105 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1981.



- GIBBS, P.E.; LEITÃO FILHO, H.F. (1978). Floristic composition of an area of gallery forest near Mogi Guaçu, State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.1, n.2, p.151-156.
- GIBBS, P.E.; LEITÃO FILHO, H.F.; ABBOTT, R.J. (1980). Application of the point-centred quarter method in a floristic survey of an area of gallery at Mogi Guaçu, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.3, p.17-22.
- GILPIN, M.E. (1987). Experimental community assembly: competition, community structure and the order of species introduction. In: JORDAN III, W.R.; GILPIN, M.E.; ABER, J.D. (Eds.). **Restoration ecology** – a synthetic approach to ecological research. Cambridge, University Press. p.151-161.
- GISLER, C.V.T.; BARBOSA, L.M. (1998). O Uso de parâmetros físicos e químicos do solo como critério para a análise do grau de recuperação de mata ciliar em Santa Cruz das Palmeiras, SP. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 7., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo:SMA. p.257-263.
- GOLLEY, F.B. et al. (1978). **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU.
- GOTTSBERGER, G. (1978). Seed dispersal by fish in the inundated region of Humaitá, Amazonia. **Biotropica**, Washington, v.10, n.3, p.170-183.
- GREIG-SMITH, P. (1964). **Quantitative plant ecology**. 2th ed. London: Butterworths.
- GRIME, J.P. (1997). Biodiversity and ecosystem function: the debate deepens. **Science**, Washington, v.277, p.1260-1262.

- GROMBONE-GUARATINI, M.T. (1999). **Dinâmica de uma floresta estacional semidecidual: o banco, a chuva de sementes e o estrato de regeneração.** 150 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas.
- GUEVARA, S.; LABORDE, J. (1993). Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. **Vegetatio**, Dordrecht, v.90, p.319-338.
- GUEVARA, S.; PURATA, S.E.; VAN DER MAAREL, E. (1986). The Role of remnant forest trees in tropical secondary succession. **Vegetatio**, Dordrecht, v.66, p.77-84.
- HAGGAR, J.; WIGHTMAN, K.; FISHER, R. (1997). The Potential of plantations to foster woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.99, p.55-94.
- HARRISON, P.; PEARCE, F. (Eds.). (2000). **Atlas of population and environment.** Berkeley: American Association for the Advancement of Science; University of California Press.
- HIGGS, E.S. (1997). What is good restoration? **Conservation Biology**, Cambridge, v.11; n.2, p.338-348.
- HOWE, H.F. (1986). Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In: MURRAY, D.R. (Ed.). **Seed dispersal.** Sydney: Academic Press. p.123-189.

HOWE, H.F.; SMALLWOOD, J. (1982). Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.13, p.201-228.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (1988). **Mapa de vegetação do Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura; IBDF. Escala 1:5000000.

ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. (1998a). A Rapid microwave digestion method for colorimetric measurement of soil organic carbon. **Communication in Soil Science Plant Analysis**, New York, v.29, n.15, c.16, p.2269-2284.

\_\_\_\_\_. (1998b). Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biology and Fertility Soils**, Berlin, v.27, n.4, p.408-416.

JANSEN, A. (1997). Terrestrial invertebrate community structure as an indicator of the succes of a tropical rainforest restoration project. **Restoration Ecology**, v.5, n.2, p.115-124.

JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. (1981). Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E.A.; LADD, J.N. (Eds.). **Soil bioqchemistry**. New York: Marcel Dekker. v.5, p.415-471.

JOLY, C.A. et al. (2000). 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.F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP. p.217-287.

- JORDAN , C.F. (1985). **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems: principles and their applicatio in management and conservation.** New York: John Wiley & Sons.
- JORDANO, P. (1992). Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds, the ecology of regeneration in plant communities.** Wallingford: CAB International. p.105-156.
- JORGENSEN, R.G.; BROOKS, P.C. (1990). Ninhydrin-reactive nitrogen measurements of microbial biomass in 0,5M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> soil extracts. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.22, n.8, p.1023-1027.
- KAGEYAMA, P.Y.; SANTARELLI, E.G. (1993). Reflorestamento misto com espécies nativas: classificação silvicultural e ecológica das espécies arbóreas. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO/ CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba:SBS/SBEF. p.765-766.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. (2000). Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP; FAPESP. p.249-269.
- KNIGHT, D.H. (1975). A Phytosociological analysis of species-rich tropical forest in Barro Colorado Island, Panama. **Ecological Monographs**, Durham, v.45, p.259-84.
- KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C.A. (1994). Estudo florístico e fitossociológico em uma mata mesófila semidecídua da Serra do Itaqueri, Itirapina, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.54, n.3, p.477-487.

- LAMPARELLI, M.C. (1989). **Aporte de serrapilheira ao Rio Itaqueri (Itirapina, SP) e sua contribuição à economia de Nutrientes.** 170 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- LARSON, D.W.; (1996). Browns's woods: an early gravel pit forest restoration project, Ontario, Canada. **Restoration Ecology**, v.4, n.1, p.11-18.
- LEAL, M.S. (1998). **Gestão ambiental de recursos hídricos: princípios e aplicações.** Rio de Janeiro: CPRM.
- LIMA, W.P. (1989). Função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill. p.25-42.
- LUIZÃO, F.J.; SCHUBART, H.D.R. (1986). Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v.1, p.575-600.
- MAGURRAN, A.E.(1988). **Ecological diversity and its measurement.** Princeton: Princeton University Press.
- MANTOVANI, W. (1989). Dinâmica de populações. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill. p.120-129.
- MANTOVANI, W. et al. (1989). Estudos fitossociológicos de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill. p.235-267.

- MARINHO FILHO, J.S.; REIS, M.L. (1989). A Fauna de mamíferos associada as matas de galeria. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill. p.43-60.
- MARQUES, J.Q.A.; BERTONI, J.; BARRETO, G.B. (1961). Perdas por erosão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.20, n.47, p.1143-82.
- MARTINI, S.L. (1982). Reflorestamento marginal do rio Mogi Guaçu, no município de Mogi Guaçu. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.16A, p.572-5744.
- MARTINS, F.R. (1991). **Estrutura de uma floresta mesófila**. 2.ed. Campinas: UNICAMP.
- MEDINA, E.; KLINGE, H. (1983). Productivity of tropical forests and tropical woodlands. In: LANGE, O.L. et al. (Eds.). **Physiological plant ecology, IV**. Berlin: Springer-Verlag. p.281-303.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. (1979). Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo. I. Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Boletim de Botânica, Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.7, p.11-31.
- METZGER, J.P.; GOLDENBERG, R.; BERNACCI, L.C. (1998). Diversidade e estrutura de fragmentos de mata de várzea e de mata mesófila semidecídua submontana do Rio Jacaré-Pepira (SP). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.21, n.3, dez.

MOTTA JUNIOR, J.C. (1991). **A Exploração de frutos como alimento por aves de mata ciliar numa região do Distrito Federal.** 122 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual paulista, Rio Claro.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. (1974). **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Wiley & Sons.

NDAW, S.M. et al. (2002). Biomassa e atividade microbiana em solos sob cana, pasto e floresta na região norte fluminense, RJ. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, SOBRAD. p.249-251.

NICOLINI, E.M. (1990). **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo em mata mesófila semidecídua no município de Jahu, SP.** 179 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

NOGUEIRA, J.C.B. (1977).- Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v.24, p.1-74.

NOGUEIRA, C. (1999). O Planeta tem sede. **Veja**, São Paulo, ano 32, n.46, ed.1624, p.154-156.

NOVAES, R.F.F. (1987). **Estudo comparativo da ciclagem de nutrientes em povoamentos puros e mistos de *Pinus caribea* Mor. var. *hondurensis* Bar. et Golf. e *Liquidambar styraciflua* L.** 145 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

ODUM, E.P. (1988). **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara.

PAGANO, S.N. (1985). **Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro, SP.** 201 p. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

\_\_\_\_\_. (1989). Nutrientes minerais da serrapilheira produzida em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira Biologia**, Rio de Janeiro, v.49, n.3, p.641-647.

PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes das matas ciliares do oeste do estado de São Paulo. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Eds.). **Matas ciliares – conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP; FAPESP. p.109-123.

PARROTA, J.A; KNOWLES, O.H.; WUNDERLE, JR., J.M. (1997). Development of floristic diversity in 10-years-old restoration forests on a Bauxite mined site in Amazônia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.99, p.21-42.

PASSOS, M.J. (1998). **Estrutura da vegetação arbórea e regeneração natural em remanescentes de mata ciliar do Rio Mogi-Guaçu, SP.** 68 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PATTEN, M.A. (1997). Reestablishment of a rodent community in restored desert scrub. **Restoration Ecology**, v.5, n.2, p.156-161.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. (1989). **Soil microbiology and Biochemistry.** California: Academic Press.



- PEDERSON, R.L.; VAN DER VALK, A.G. (1989). Seed banks and the management and restoration of natural vegetation. In: LECK, M.A.; PARKER, J.T.; SIMPSON, R.L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press. p.329-346.
- PICKETT, S.T.A. (1983). Differential adaptation of tropical species to canopy gaps and its role in community dynamics. **Tropical Ecology**, Varanas, v.24, p.219-228.
- PICKETT, S.T.A.; WHITE, P.S. (Eds.). **The Ecology of natural disturbance and patch dynamics**. Orlando: Academic Press.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.; COSTA, L.G.S; REIS, A. (1990). Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF. p.676-684.
- PINTO, M.T.C. (1992). **Dinâmica de nutrientes na Mata Galeria da Lagoa do Diogo (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP)**. 335 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- PINTO, J.R.R.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. (1999). Perfil florístico e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.1, p. 230-240, abr.
- PIRES, J.M.; PRANCE, G.T. (1977). The Amazon forest: a natural heritage to be preserved. In: PRANCE, G.T.; ELIAS, T.S. (Eds.). **Extinction is forever**. New York: Botanical Garden. p.158-94.

- POGGIANI, F. (1985). **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*. Implicações silviculturais.** 211 p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.
- PORTO, M.L. et al. (1976). Levantamento fitossociológico em área de mata de baixo na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, AM. **Acta Amazonica**, Manaus, v.6, n.3, p.301-18.
- PROCTOR, J. (1983). Tropical forest litterfall I. Problems of data comparison. In: SUTTON, S.L.; WHITEMORE, T.C.; CHADWICK, A.C. (Eds.). **Tropical rain forest ecology and management.** Oxford: Blackwell Scientific. p.267-273.
- REICHMANN NETO, F. (1978). Revegetação de áreas marginais a reservatórios de hidrelétricas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1978, Manaus. **Anais...** São Paulo: SBS. p.215-217.
- REINERT, D.J. (1998). Recuperação de solos em sistemas agropastoris. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: UFV; SOBRADE. p.163-176.
- RICHARDS, P.W. (1996). **The Tropical rain forest: a ecological study.** 2th ed. Cambridge: University Press.
- RODRIGUES, E.F.G. et al. (1994). Biomassa microbiana de carbono de solos de Itaguaí (RJ): comparação entre os métodos fumigação-incubação e fumigação-extração. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.18, p.427-432.

RODRIGUES, R.R. (1989). Análise estrutural das formações ripárias. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill. p.99-119.

\_\_\_\_\_. (1991). **Análise de um remanescente de vegetação natural às margens do Rio Passo Cinco, Ipeúna, SP.** 334 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas.

\_\_\_\_\_. (1999). Restauração de florestas tropicais: indicadores de avaliação e monitoramento vegetal. In: SIMPÓSIO SOBRE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS NATURAIS, 1999., Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: IPEF. 1 Disquete.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. (1996). Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.2, n.1, p.4-15.

\_\_\_\_\_. (1998). Restauração de florestas tropicais: subsídios para a definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: UFV; SOBRADE. p.203-15.

\_\_\_\_\_. (2000). Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.). **Matas ciliares-conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP; FAPESP. p.235-247.

ROZZA, A.F. **Florística, fitossociologia e caracterização sucessional em uma floresta estacional semidecidual: Mata da Virgínia, Matão, SP.** 176 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Campinas, Campinas.

- SALIS, S.M. (1990). **Composição florística e estrutura de um relicto de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, Brotas, SP.** 77 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, Campinas.
- SALIS, S.M.; JOLY, C.A. (1987). Levantamento preliminar da composição e estrutura da mata ciliar do rio Jacaré-Pepira-Mirim, Brotas-SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 38., 1987, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: SBB. p.251.
- SALVADOR, J.L.G. (1987). Considerações sobre matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens dos rios e reservatórios. **Série Divulgação e Informação (CESP)**; São Paulo, n.105.
- SANTOS, R.F.(1988). **Aspectos da ciclagem de nutrientes minerais em um reflorestamento misto (Campinas-SP).** 222 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.
- SAUTTER, K.D. (1998). Meso (Acari e Collembola e Macrofauna (Oligochaeta)) na recuperação de solos degradados. In: DIAS, L.E.; MELO, J.W.V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: UFV. p.197-202.
- SCHIAVINI, I. (1992). **Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG).** 159 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas.
- SHEAR, T.H.; LENT, T.J.; FRAVER, S. (1996). Comparison of restored and mature bottomland hardwood forests of southwestern Kentucky. **Restoration Ecology**, v.4, n.2, p.111-123.

- SILVA, I.S.(1983). **Alguns aspectos da ciclagem de nutrientes em uma área de cerrado (Brasília, DF):** chuva, produção e decomposição de liter. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.
- SILVEIRA, E.R. (2001): **Recuperação da mata ciliar do córrego Tarumã (Tarumã – SP):** aspectos estruturais, florísticos e ambientais de quatro diferentes modelos florestais, dez anos após o plantio. 82 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
- SKOGLUND, J. (1992). The Role of seeds banks in vegetation dynamics in restoration of dry tropical ecosystems. **Journal of Vegetation Science**, v.3, p.357-360.
- SMITH, J.L.; PAUL, E.A. (1990). The Significance of soil microbial biomass estimations. In: BOLLAG, J.M.; STOTZKY, G. (Eds.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker. p.357-396.
- SOARES-SILVA, L.H. et al. (1992). Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da Bacia do Rio Tibagi. 1. Fazenda Doralica – Ibiporã, PR. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, n.1, p.199-206.
- SOUZA, F.M. (2000). **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas**. 69 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

- SOUZA, M.C.; MONTEIRO, R.; KITA, K.K. (2000). Florística e fitossociologia do sub-bosque de um remanescente florestal (Mata do Araldo) do Alto Rio Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000, Brasília. **Anais...** Brasil:SBB. p.254-255.
- SOUZA-STEVAUX, M.C.; NEGRELLE, R.R.B.; CITADINI-ZANETTE, V.(1994). Seed dispersal by fish *Pterodoras granulosus* in the Paraná River basin, Brasil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.10, p.621-626.
- SPARLING, G.R.; WEST, A.W. (1988). A Direct extraction method to estimate soil microbial biomass-C: calibration in situ using microbial respiration and C<sub>14</sub> labelled cells. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.20, p.337-343.
- TOLEDO, A. E. P.; CERVENKA, C. J.; GONÇALVES, J. C. (1992). **Recuperação de áreas degradadas**. 2.ed. São Paulo: CESP.
- TÖPFER, K. (2000). **Our Planet**, 9.4. Disponível em:<<http://www.ourplanet.com/imagerversn/94/1998/editorial.html>>. Acesso em: 12 jun. 2000.
- TROPPIAIR, H.; CAMARGO, J.C.G.; FERREIRA PINTO, S.A. (1974). Contribuição do estudo fitogeográfico e ecológico da vegetação ciliar do alto e médio rio Corumbataí (SP). **Ciências da Terra**, Salvador, v.5, p.19-24.
- TROPPIAIR, H.; MACHADO, M.L.A. (1974). Variação da estrutura da mata galeria na bacia do rio Corumbataí (SP) em relação à água do solo, do tipo de margem e do traçado do rio. **Biogeografia**, São Paulo, v.8, p.1-28.

WARDLE, D.A. (1992). A Comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. **Biology Review**, v.67, p.321-358.

WHITMORE, T.C. (1989). Forty years of rain forest ecology: 1948-1988 in perspective. **Geojournal**, Dordrecht, v.19, n.4, p.347-360.

WHITMORE, T.C. (1992). An Introduction to tropical rain forests. Oxford: Clarendon Press.

YOUNG, T.P. (2000). Restoration ecology and conservation biology. **Biological Conservation**, Barking, v.92, p.73-83.

VAN AARDE, R.J. et al. (1996). An Evaluation of habitat rehabilitation on coastal dune forests in northern KwaZulu-Natal, South Africa. **Restoration Ecology**, v.4, n.4, p.334-345.

ZIPARRO, V.B.; SCHLITTLER, F.H.M. (1992). Estrutura da vegetação arbórea na mata ciliar do ribeirão Claro, município de Rio Claro-SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, p.212-218.

## ANEXOS

### 1. Análise da matéria orgânica leve do solo

A primeira etapa do processo consistiu em separar a fração orgânica da fração mineral do solo. Pesou-se 20g de solo para cada amostra em becker com capacidade para 250ml; adicionou-se 50ml de solução de NaOH ( $1,0 \text{ mol/L}^{-1}$ ); misturou-se bem e deixou-se em repouso por 16 horas. Após o período de repouso todo o conteúdo dos beckers foi transferido para copos metálicos do agitado *Stirrer* sendo agitado por 10 minutos. Terminada a agitação todo o conteúdo foi passado em peneira de malha 0,25mm e com o auxílio de jatos de água retirou-se o que ainda restava da fração mineral do solo como por exemplo pequenos agregados de argila. O material retido na peneira foi transferido para o becker; adicionou-se água, agitou-se e por flotação separou-se a fração orgânica leve a qual foi imediatamente transferida para cadinhos de Gooch os quais foram levados à estufa a uma temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$  para secagem por um período de 12 horas. A fração orgânica leve do solo foi, então transferida para cadinhos de porcelana previamente lavados, secos e pesados; pesou-se, então o cadinho mais o conteúdo de matéria orgânica leve, levou-se os cadinhos à mufla em temperatura de  $555^{\circ}\text{C}$  por 6 horas; retirou-se o material da mufla e levou-se ao dissecador. Subtraindo-se o peso da amostra após da queima do peso antes da queima obteve-se a valor final do conteúdo de matéria orgânica leve no solo em gramas.



## 2. Extração e determinação do Carbono e Nitrogênio na na biomassa microbiana

Os procedimentos descritos a seguir foram as primeiras etapas para a determinação tanto de C como de N presentes na biomassa microbiana do solo:

### 1. Determinação do teor de umidade presente nas amostras de solo (EMBRAPA, 1997):

As amostras foram secas em estufa a 105°C por 24 horas; retirou-se o material da estufa, levou-se ao dessecador até baixar a temperatura e depois pesou-se as amostras. O teor de umidade foi calculado pela diferença de massa entre o solo antes e após a secagem. O peso do solo seco e o conteúdo de água encontrados para cada amostra foram anotados.

### 2. Determinação da capacidade de retenção de água (CR) no solo:

Para este procedimento foram usadas as amostras secas, ou seja, as mesmas que foram utilizadas para as análises de rotina e para a determinação da matéria orgânica leve. Num funil feito com papel de filtro lento levemente umedecido com água destilada apoiado sobre uma proveta graduada, colocou-se 10g de solo da cada amostra de solo seco. Em seguida, aplicou-se lentamente 50ml de água. No momento em que a primeira gota de água caia na proveta parava-se de adicionar água. Ao final da filtração, com base no volume de água depositado na proveta, calculou-se a CR máxima, ou seja 100% da CR, subtraindo-se o volume pipetado do volume de água que passou pelo funil. O resultado é expresso em termos de 100g do solo.

A metodologia proposta por ISLAN & WEIL (1998a) e ISLAN & WEIL (1998b) para a determinação de C e N na biomassa microbiana recomenda o uso de 70% da CR máxima; calculou-se, então, este valor.

Primeiro calculou-se o valor da CR máxima para o peso da amostra de solo seco; com base neste valor e no valor do volume de água no solo (obtidos na determinação do volume de água nas amostras de solo) e no valor da CR máxima (para 100g de solo) obteve-se a CR máxima para cada amostra de solo. Então, calculou-se o volume de água que o solo deve apresentar para a CR de 70%.

Se a CR de 70% fosse maior que o volume de água na amostra, subtraía-se o primeiro do segundo valor; desta forma constatava-se a necessidade ou não de adicionar-se água as amostras de solo retiradas especificamente para o cálculo de C e N na biomassa microbiana. No caso de ser preciso adicionar água efetuava-se por regra de três o cálculo do volume de água a ser acrescentado nas amostras retiradas no campo.

### 3. Cálculo do volume de solo úmido que foi utilizado para determinar o C-N da biomassa microbiana:

Para a análise de C-N na biomassa microbiana utiliza-se 10g de solo seco. Com base no peso da amostra de solo e no volume de água presente nesta amostra (obtidos na determinação do volume de água nas amostras de solo), calculou-se por regra de três o volume de água presente em 10g de solo seco. Então, o valor de cada amostra a ser pesada era de 10g mais o volume de água obtido.