

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas  
em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do  
Paranapanema**

**Andréia Caroline Furtado Damasceno**

Dissertação apresentada, para obtenção do título de  
Mestre em Recursos Florestais, com opção em  
Conservação de Ecossistemas Florestais

**Piracicaba  
2005**

**Andréia Caroline Furtado Damasceno**  
**Engenheira Florestal**

**Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas  
em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema**

Orientador:

Prof. Dr. **PAULO YOSHIO KAGEYAMA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Recursos Florestais,  
com opção em Conservação de Ecossistemas Florestais

**Piracicaba**  
**2005**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Damasceno, Andréia Caroline Furtado

Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema / Andréia Caroline Furtado Damasceno. - - Piracicaba, 2005.  
107 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.

1. Comunidades vegetais 2. Ecologia florestal 3. Ecossistemas – Restauração 4. Fauna edáfica 5. Planta epífita 6. Planta trepadeira 7. Reabilitação de áreas degradadas 8. Regeneração natural I. Título

CDD 634.956

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

"Quando pensar em desistir lembre-se da luta que foi começar e não desista"

"Man's mind, once stretched by new Idea, never regains its original dimension"

Oliver Wendell Holmes

"So don't worry about the things, every little thing is going to be right"

Bob Marley

Dedico

A minha querida mãe Edna que sempre me apoiou em todas situações da minha vida, a qual sempre valorizou meus esforços e competência!

Ao meu pai Deoclécio e tio Edson que tanto me incentivaram a cursar a tal pós-graduação e entrar nesse mundo da ciência.

Aos meus irmãos Vitão, Crézão e Mário.

E ao meu sempre querido Jó que tanto me acompanhou as idas e interações maravilhosas a nossa tão rica e deliciosa natureza.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama, pela oportunidade de realizar esta pesquisa, que tanto me fez crescer mentalmente, profissionalmente e pessoalmente. Por me fazer enxergar a floresta tropical de um novo espectro e ângulo e sempre me fazer lembrar do Acre.

Ao Prof. Msc. Flávio Bertin Gandara pela co-orientação, atenção, compreensão e oportunidades oferecidas.

A Prof. Dra. Vera Lex Engel e ao Prof. Dr. Ademir Reis pela leitura do trabalho e aceite para participar da banca.

A todos dedicados e prestados amigos de trabalho de campo que deram um “trampo nervoso” Crézão (Deoclécio), Jacu (Suzana), Juréia (Thaís), Cupuaçu (Jussara), Jorge e Menudão (Marcos), valeu mesmo!

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais por acreditar no meu projeto de pesquisa.

A CAPES pela bolsa concedida.

A empresa Duke-Energy pelo apoio financeiro da parte logística e sua equipe (Ivan, Rogério...) pelas trocas de idéias e experiências.

A Equipe do LARGEA.

Ao Pinus pelas identificações botânicas, ao Élio e ao Prof. Aposentado Sinval pela identificação da fauna edáfica, ao Dodô por me apresentar à tabela dinâmica e a Cláudia Coelho pela correção do português e amizade. E a Cris pelo “help no English”.

E a todos os amigos que percorreram comigo algum momento nessa curta, porém engrandecedora trajetória do mestrado e que seguraram a onda em diversas horas: Wiri, Yanê, Ana Cláudia, Cláudia Irene, Ana Paula, Oka, Carlos, Fernando, Bia, Patrícia, Vânia aos novos: Victor, Gisele, Michele, Renata e Rogério.

A Deus e a Rainha Floresta que ativam a energia positiva dentro de cada um.

E a Alegria de viver e ser feliz.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE TABELAS .....	9
RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	13
1 INTRODUÇÃO .....	15
2 DESENVOLVIMENTO.....	19
2.1 SUCESSÃO SECUNDÁRIA E A REGENERAÇÃO NATURAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL.....	19
2.2 LIANAS.....	21
2.3 EPÍFITAS .....	23
2.4 MACROFAUNA EDÁFICA.....	26
2.5 METODOLOGIA .....	31
2.5.1 Caracterização da área de estudo.....	31
2.5.1.1 Localização geográfica, características da vegetação e edafo-climática.....	31
2.5.1.2 Caracterização das áreas em processo de restauração e estudadas .....	32
2.5.2 Coleta de dados .....	35
2.5.2.1 Levantamento estrutural do estrato arbóreo.....	35
2.5.2.2 Levantamento das epífitas.....	36
2.5.2.3 Levantamento da regeneração natural de espécies arbóreas.....	36
2.5.2.4 Levantamento das Lianas.....	37
2.5.2.5 Levantamento da macrofauna edáfica .....	37
2.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
2.6.1 Estrutura florestal .....	38
2.6.2 Regeneração natural de espécies arbóreas .....	49
2.6.3 Lianas.....	59
2.6.4 Epífitas .....	65
2.6.5 Macrofauna edáfica .....	66

	6
3 CONCLUSÕES .....	83
REFERÊNCIAS .....	84
ANEXOS.....	99

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das áreas em processo de restauração à esquerda com 16 anos, ao centro 11 anos e à direita com 6 anos (referência ano 2004) .....	33
Figura 2 – Percentual da área basal por espécie da floresta com 6 anos (Taquaruçu-Laranjeiras).....	40
Figura 3 – Percentual da área basal por espécie da floresta com 11 anos (Taquaruçu-Itaguajé)..	41
Figura 4 – Percentual Área Basal da floresta com 16 anos (Rosana-Nova Pontal).....	42
Figura 5 – Densidade Relativa das Espécies Área 6 anos(Taquaruçu-Laranjeiras ) .....	44
Figura 6 – Densidade Relativa das Espécies Área 11 anos (Taquaruçu-Itaguajé) .....	44
Figura 7 – Densidade Relativa das Espécies Área 16 anos (Rosana-Nova Pontal).....	46
Figura 8 e Figura 9 – Área em processo de restauração com 6 anos (Taquaruçu/Laranjeiras): formação do dossel com ausência de estrato inferiores .....	48
Figura 10 e Figura 11 – Área em processo de restauração com 11 anos (Taquaruçu/Itaguajé): formação do dossel superior, invasão do capim colônio .....	48
Figura 12 e Figura 13 – Área em processo de restauração com 16 anos (Rosana/Nova Pontal): formação do dossel e início da formação de outros estratos .....	49
Figura 14 – Números de famílias, espécies e indivíduos na composição florística da regeneração natural no 1º levantamento (período verão / úmido) .....	50
Figura 15 – Números de famílias, espécies e indivíduos na composição florística da regeneração natural no 2º levantamento (período inverno / seco).....	51
Figura 16 – Distribuição das espécies da regeneração natural segundo seu grupo ecológico 1º levantamento (período verão / úmido- mar./abr. de 2004).....	53
Figura 17 – Distribuição das espécies da regeneração natural segundo seu grupo ecológico 2º levantamento (período inverno / seco - ago./set. de 2004).....	53
Figura 18 e Figura 19 - Regeneração de espécies arbóreas.....	58
Figura 20 – Número de famílias e espécies de lianas no 1º levantamento (período verão / úmido) .....	59
Figura 21 – Número de famílias e espécies de lianas no 2º levantamento (período inverno / seco) .....	62
Figura 22 – Espécie de liana lenhosa na área com 16 anos.....	65



Figura 23 – Distribuição vertical dos indivíduos da macrofauna edáfica no 1º levantamento (período chuvoso/ verão – mar./abr. de 2004).....	67
Figura 24 – Distribuição vertical dos indivíduos da macrofauna edáfica no 2º levantamento (período seco/inverno – ago./set. de 2004).....	67
Figura 25 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 6 anos no primeiro levantamento (época chuvosa/verão – março e abril de 2004).....	69
Figura 26 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 11 anos no primeiro levantamento (época chuvosa/verão – março e abril de 2004).....	70
Figura 27 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 16 anos no primeiro levantamento (época chuvosa/verão – março e abril de 2004).....	71
Figura 28 – Abundância relativa da macrofauna edáfica segundo os grupos funcionais, no primeiro levantamento na época chuvosa/ verão – março e abril de 2004 .....	73
Figura 29 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 6 anos no segundo levantamento (época seca/inverno – agosto e setembro de 2004).....	75
Figura 30 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 11 anos no segundo levantamento (época seca/inverno – agosto e setembro de 2004).....	76
Figura 31 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 16 anos no segundo levantamento (época seca/inverno – agosto e setembro de 2004).....	77
Figura 32 – Abundância relativa da macrofauna edáfica segundo os grupos funcionais, no segundo levantamento na época seca/ inverno – agosto e setembro de 2004 .....	79

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atividade da fauna de solo no processo de decomposição e na estrutura do solo .....	28
Tabela 2 – Características de plantio das áreas em processo de restauração e avaliadas .....	34
Tabela 3 – Número de espécies e proporção o número de indivíduos plantados segundo os grupos ecológicos e as idades de plantio.....	34
Tabela 4 – Composição dos grupos funcionais para esta pesquisa .....	38
Tabela 5 – Densidade total, área basal e altura total para as áreas avaliadas dos indivíduos arbóreos com CAP > 15 cm.....	39
Tabela 6 – Características da estrutura florestal de áreas em processo de restauração, avaliadas em um intervalo de 6 anos.....	39
Tabela 7 – Proporção do número de indivíduos amostrados segundo os grupos ecológicos e as idades de plantio .....	46
Tabela 8 – Índice de diversidade de Shannon para a regeneração natural de espécies arbóreas no primeiro levantamento do verão/chuvoso (número / 63,585 m <sup>2</sup> ).....	50
Tabela 9 – Índice de diversidade de Shannon para a regeneração natural de espécies arbóreas no período do inverno/seco (número / 63,62 m <sup>2</sup> ) .....	52
Tabela 10 – Densidade a altura da regeneração natural de espécies arbóreas (altura > 30 cm e CAP < 15 cm) .....	55
Tabela 11 – Densidade da regeneração natural de espécies arbóreas nas áreas avaliadas e outros trabalhos.....	57
Tabela 12 – Famílias, espécies e síndrome de dispersão das lianas levantadas na área incluindo todas idades de plantio encontrada no primeiro levantamento (época chuvosa/verão) e no segundo levantamento (época seca/inverno) .....	60
Tabela 13 – Alguns exemplos de levantamento de número de espécies de lianas em diferentes tipologias florestais (sp.ha <sup>-1</sup> ) .....	63
Tabela 14 – Porcentagem de árvores com presença de lianas nas áreas avaliadas.....	64
Tabela 15 – Densidade média (+ erro-padrão) da macrofauna edáfica (indivíduos / m <sup>2</sup> ) nas florestas em processo de restauração avaliadas no 1 <sup>o</sup> levantamento (época chuvosa/verão).....	68

Tabela 16 – Índice de diversidade de Shannon para os grupos da macrofauna do solo levantados no primeiro levantamento .....	71
Tabela 17 – Densidade (média + erro-padrão) da macrofauna edáfica (indivíduos. m <sup>-2</sup> ) nas florestas em processo de restauração avaliadas no segundo levantamento (época seca/inverno – ago e set/2004).....	74
Tabela 18 – Índice de diversidade de Shannon para os grupos da macrofauna do solo levantados no segundo levantamento.....	77
Tabela 19 – Exemplos de levantamento da macrofauna edáfica.....	82

## RESUMO

### **Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema**

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização da macrofauna edáfica, da regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em três áreas em processo de restauração com plantio misto de espécies arbóreas nativas na região do Pontal do Paranapanema com idades de 6, 11 e 16 anos, com plantios nos anos de 1998, 1993 e 1988, respectivamente. A avaliação desses plantios através dos vários grupos de organismos formadores do ecossistema é de suma importância na tentativa de caracterizar a retomada da biodiversidade dessas áreas. Em cada área alocaram-se 3 parcelas amostrais de 900m<sup>2</sup> de área, nas quais a estrutura da floresta foi caracterizada a partir do CAP (circunferência a altura do peito) e altura de todas as árvores com CAP  $\geq$  15 cm. Nestas árvores foi constatada a presença ou ausência de lianas e epífitas. A regeneração de espécies arbóreas foi levantada em três sub-parcelas circulares de 1,5 m de raio por área e a macrofauna do solo foi coletada através de monolitos de solo com dimensões de 25x25x25cm. Em cada parcela foram amostrados 5 monolitos distanciados 5 m um do outro. Foram realizadas duas coletas, uma na época chuvosa e outra na época seca. Os resultados mostram que as florestas em processo de restauração apresentaram incremento da diversidade em todos os elementos avaliados, exceto das epífitas, demonstrando uma tendência ao aumento na sua complexidade estrutural e retomando os processos ecológicos aliados a estes elementos. Foram registradas um máximo de 22 espécies arbóreas decorrente da regeneração natural. As espécies encontradas na regeneração natural não se diferenciaram das espécies plantadas, isto devido provavelmente à distância de fontes colonizadoras, baixa dispersão de propágulos, ausência de banco de sementes e histórico do uso da terra. A macrofauna edáfica e as lianas foram os grupos mais eficazes na recolonização destas áreas avaliadas, principalmente a macrofauna pela estruturação de sua comunidade. Nas áreas avaliadas foram registrados no máximo 18 grupos taxonômicos para macrofauna e 13 espécies de lianas. As epífitas foram praticamente ausentes em todas as áreas avaliadas. Apesar da retomada de certos grupos ainda a diversidade dessas áreas representa parte da diversidade original. Alguns grupos, como as epífitas, carecem de outras pesquisas sobre sua dinâmica, pois provavelmente necessitariam ser reintroduzidas e/ou manejadas.

Palavras-chave: Restauração ecológica, lianas, epífitas, macrofauna edáfica, regeneração

## ABSTRACT

### **Soil macrofauna, regeneration of tree species, lianas and epiphytes in different aged restoration areas at Pontal do Paranapanema**

This study aimed to describe the soil macrofauna community, the natural tree species regeneration, lianas and epiphytes in three different restoration areas at Pontal do Paranapanema. These areas were planted with a mix of regional native tree species, aging 6 years (planted in 1998), 11 years (1993 plantation) and 16 years (1988 plantation). The evaluation of these plantations through distinct groups of organisms that structure the ecosystem represent great importance when it comes to describe the biodiversity reestablishment of these areas. For each restored area, three sampling plots of 900m<sup>2</sup> were located and its forest structure analyzed by CBH (circumference at breast height) measurement. Every CBH  $\geq$  15cm tree was observed for presence or absence of lianas and epiphytes. Natural regeneration assessment was taken by three 1.5m radius sub-plots located within each area. Five soil samplings of 25x25x25cm were taken from each area, allowing soil macrofauna community evaluation. Samples within the same area were at least 5m apart from each other. Soil macrofauna community was observed in two different moments: dry and rainy season. The forests showed a diversity enhancement in every evaluated component, except by the epiphytes. This fact emphasizes a disposition towards a higher structural complexity leading to an increase in ecological processes related to the components studied here. A maximum of 22 tree species were found for natural regeneration and they didn't differ from the planted ones. This may be explained by the distance among these areas and forest remnants, lower seed dispersion, lack of seed bank and land use history. Soil macrofauna and lianas were the most effective on recolonization of these areas, presenting a maximum of 18 taxonomic groups for macrofauna and 13 for lianas. Epiphytes were almost absent in every evaluated area. The demand for another intervention after the introduction of tree species and the necessity of other life forms organisms is a question that arises from these facts, once the aimed objective is the Forest Restoration. Despite of the reestablishment of some groups, the diversity in these areas still represents part of the original diversity. Some groups, e.g. epiphytes, lack more researches about dynamics, because probably they should be reintroduced and/or managed.

Keywords: Restoration ecology, lianas, epiphytes, soil macrofauna, regeneration

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos as transformações do ambiente natural pelas ações antrópicas vêm dizimando florestas e ecossistemas naturais em ritmo acelerado, nunca visto antes na história da evolução das espécies no mundo (MYERS, 1997). No Brasil, por exemplo, a Mata Atlântica no Estado de São Paulo recobria 80% de sua área total e atualmente restam menos de 8% (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2000; BUSCHBACHER, 2000)

Os resultados desta acelerada degradação são inúmeros prejuízos para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a população humana. Dentre os mais importantes podemos citar: perda da biodiversidade, extinção de espécies da fauna e da flora, erosão genética, degradação do solo, assoreamento de rios e mudanças climáticas. A perda da biodiversidade, principalmente nas áreas tropicais onde se encontram seus valores mais significativos, preocupa toda a comunidade científica (WILSON, 1997; YOUNG, 2000).

Neste cenário, um movimento crescente em busca da recuperação destas áreas vem ocorrendo, em função da maior conscientização ambiental da sociedade e do aprimoramento da legislação pertinente e inúmeras ações e teorias desenvolveram-se no intuito de reverter ou pelo menos mitigar este quadro (BOTELHO et al., 2001; KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

A restauração florestal objetiva a formação de um ecossistema, o mais próximo ou semelhante possível do anterior degradado, através do plantio misto de espécies arbóreas nativas, pela resiliência do local degradado (dependendo do estado) ou outras alternativas ainda em teste (KAGEYAMA e GANDARA, 2001; RODRIGUES e GANDOLFI, 2001). Stanturf et al. (2001) consideram o plantio de árvores apenas o primeiro passo ao longo do caminho para uma floresta auto-renovável.

Esta área da ciência propõe não só a recuperação das áreas degradadas, mas também a recuperação da biodiversidade, além de todos os processos ecológicos da interação entre os organismos desses ambientes, sendo uma nova maneira de pensar em conservação *in situ* da biodiversidade (BAWA e SEIDLER, 1998).

Restaurar integralmente os ecossistemas naturais está muito além de nossa capacidade e retorná-lo ao seu estado original é impossível, devido às características dinâmicas dos mesmos (ENGEL e PARROTA, 2003).

É possível, contudo, trazer de volta a uma área espécies características da mesma, uma retomada da biodiversidade, assistindo e direcionando os processos naturais para características



desejáveis no sistema futuro, muito mais do que tentar imitar o que esta área foi no passado (GOOSEM e TUCKER, 1995; HOBBS e HARRIS, 2001).

Atualmente, existem inúmeras pesquisas e iniciativas de restauração florestal em áreas ciliares, utilizando espécies arbóreas nativas regionais, com propostas dos mais diferentes modelos de restauração (SALVADOR, 1987; KAGEYAMA, 1986; DURIGAN e NOGUEIRA, 1990; RODRIGUES et al., 1992; BOTELHO et al., 1995; BARBOSA et al., 1996; RODRIGUES e GANDOLFI, 1996; BARBOSA, 2001; DURIGAN et al., 2001). Muito se avançou a respeito de plantios mistos para recuperação desses ambientes, discutindo questões relacionadas à composição florística, a estrutura, a dinâmica de populações das espécies mais importantes, a interação planta x animal, a forma de plantio, a época do plantio, as facilidades e os custos de implantação, a situação topográfica, a interferência hídrica, entre outras.

Mas o sublime avanço nesses modelos de plantios veio com a utilização da sucessão secundária e grupos ecológicos das florestas tropicais.

O estudo e o entendimento da sucessão florestal tanto em florestas naturais como em áreas antropizadas, estimulam os mais diversos autores a tentar compreender a dinâmica das florestas tropicais e mostrar caminhos importantes para aplicação na restauração.

Porém, ressalta-se que essas práticas não são receitas prontas para todos os projetos e que ainda existe muito a se compreender a respeito da temática. Barbosa (2001), após analisar os modelos de restauração que vêm sendo utilizados, concluiu que apesar de existirem muitos modelos de repovoamento florestal heterogêneo com espécies nativas para recuperação de áreas degradadas, nenhum deles pode ser considerado ideal para todos os casos, face ao grande número de variáveis possíveis de interferir no desempenho das espécies em determinado local ou modelo. Engel e Parrota (2003, p.16) exemplificam:

“Para se determinar quais espécies, como e quando introduzir no ecossistema a ser restaurado, é muito mais importante levar em conta como é a sucessão natural na área do que restringir a rótulos que são dados às espécies de acordo com sua classificação em grupos ecológicos sucessionais”.

O uso da sucessão ecológica é a tentativa de dar à regeneração artificial um modelo seguindo as condições com que ela ocorre naturalmente na floresta. Porém muitas questões referentes às florestas já implantadas são ainda dúvidas como a possibilidade de polinização, dispersão, regeneração e predação natural, processos essenciais na auto-renovação das florestas assim plantadas (KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

Outra questão fundamental para o sucesso da restauração é a adequação dos seus objetivos com as características intrínsecas da área degradada (RODRIGUES e GANDOLFI, 1996).

O monitoramento e avaliação dessas áreas são muito importantes, após a reintrodução das espécies arbóreas no sistema devido à formação de uma fisionomia florestal. Neste processo espera-se que uma parte dessa biodiversidade tenha a possibilidade de retornar ao local por dispersão natural. A recuperação de um local só pode ser considerada efetiva quando, pelo menos partes dessa biodiversidade, e processos a ela relacionados encontram-se presentes (KAGEYAMA et al., 2002).

Avaliações dos projetos em áreas em processo de restauração ainda são muito escassas e recentes, sendo que a maioria dessas avaliações se restringe ao crescimento e sobrevivência das espécies arbóreas implantadas (SILVEIRA e DURIGAN, 2004), os parâmetros estruturais (altura, diâmetro à altura do peito e outros) são os mais estudados (SOUZA, 2000; ASPERTI, 2001; SILVEIRA, 2001; MOREIRA, 2002; PULITANO, 2003). Alguns trabalhos também começam a visar questões ecológicas como chuva de sementes, banco de sementes, dispersão de sementes e regeneração natural (MELO, 1997; SORREANO, 2002; SIQUEIRA, 2002; SOUZA e BATISTA, 2004). Porém, como sabe-se, a restauração através do plantio misto de espécies arbóreas nativas se pauta em criar um ambiente que possibilite a retomada e o restabelecimento das diversas formas de organismos e sua complexa estrutura, componentes da biodiversidade que compõe o ecossistema florestal tropical, envolvendo não só as diversas formas de vida vegetal (arbóreas, arbustivas, herbáceas, epífitas e lianas), como também os diferentes grupos da fauna (vertebrados e invertebrados).

Foi proposta esta pesquisa em função da carência de estudos destes outros grupos de organismos na restauração florestal, com o intuito de gerar informações e dados que possibilitem o conhecimento ou, pelo menos, o levantamento descritivo, que indique a presença ou ausência desses (árvores, lianas, epífitas e macroinvertebrados do solo), bem como dos processos associados.

Considerando-se a hipótese que a partir do plantio misto de espécies arbóreas objetivando a restauração florestal, em áreas degradadas pela agricultura ou pastagem, está ocorrendo a retomada da diversidade tanto da flora, independente de seu hábito de vida (árvore, liana e epífita), como da fauna (do solo) iniciando a retomada de seus processos e interações,

dependendo da capacidade e disponibilidade específicas para colonização deste diferentes grupos de organismos.

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar o desempenho de florestas em processo de restauração com diferentes idades na região do Pontal do Paranapanema no Estado de São Paulo, Brasil.

Os objetivos específicos foram levantar em áreas em processo de restauração nas idades de 6, 11 e 16 anos (referência ano 2004) para os elementos:

- I. macrofauna edáfica
- II. regeneração natural de espécies arbóreas
- III. lianas
- IV. epífitas

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Sucessão secundária e a regeneração natural de espécies arbóreas na restauração florestal

O decurso esperado da restauração florestal baseia-se em teorias e estudos dos processos que ocorrem naturalmente em florestas nativas.

A sucessão é um processo ecológico caracterizado por substituições que se sucedem em um ecossistema depois de uma perturbação natural ou antrópica, que pode ser entendida também como um mecanismo pelo qual as florestas tropicais se auto-renovam, através da “cicatrização” de locais perturbados, ou clareiras, que ocorrem a cada momento em diferentes pontos da mata (GÓMEZ-POMPA, 1971). É o processo natural pelo qual os ecossistemas se recuperam de distúrbios e, portanto, compreender como este atua em um dado sítio é fundamental. Durante este processo a situação ambiental se modifica, como por exemplo, a composição de espécies da comunidade, a disponibilidade de recursos de luz, a umidade e nutrientes (ENGEL e PARROTA, 2003).

Na exploração das variáveis que ocorrem após o distúrbio, pesquisas mostram que as florestas se organizam lentamente através de um processo de sucessão ecológica, que se caracteriza principalmente por um gradual aumento e substituição de espécies no curso do tempo e uma ampliação da complexidade do ecossistema (SWAINE, 1996; RODRIGUES, 1995; MATTHES e MARTINS, 1997). A sucessão deve ser entendida não como uma simples substituição de espécies no tempo, mas como uma substituição de grupos ecológicos das espécies ou categorias sucessionais (RODRIGUES e GANDOLFI, 2001) Muitos autores que trabalharam no sentido de definir ou classificar os grupos ecológicos nas florestas tropicais estudaram e estabeleceram critérios demográficos, germinação, resposta à luz e outros (BUDOWSKI, 1965; DENSLOW, 1980; WHITMORE, 1982; MARTINEZ-RAMOS, 1985; GÓMEZ-POMPA e VASQUEZ-YANES, 1981).

Os grupos de espécies na sucessão propostos por Budowski (1965) são os mais utilizados, e são denominados: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climácicas. Contudo, trabalhos práticos estes grupos, normalmente não são levados estritamente na sua formulação básica e sim adequados de acordo com as características e propostas dos projetos, necessitando ainda de muita discussão e experimentação. Nos últimos anos pesquisadores no Brasil vem

testando estes conceitos de formas diferenciadas como os trabalhos de Kageyama e Castro (1989); Rodrigues et al. (1992) e Barbosa et al. (1992), dentre outros.

A regeneração natural é a base para sobrevivência e desenvolvimento do ecossistema florestal. Estudá-la possibilita o conhecimento da relação entre as espécies e da quantidade destas na formação do estoque da floresta, bem como suas dimensões e distribuição na comunidade vegetal, oferecendo dados que permitam previsões sobre o comportamento e o desenvolvimento da floresta no futuro (CARVALHO, 1982).

O estrato da regeneração é determinante na composição da floresta, pois as plantas que sobreviverão deste estágio, em que a taxa de mortalidade é elevada, formarão o futuro dossel (GRUBB, 1977). Swaine and Hall (1988) afirmam que o estrato da regeneração natural pode ser variável por alguma catástrofe natural por queda de árvores mortas e conseqüentemente abertura de clareiras que podem acarretar em novo recrutamento de espécies, principalmente na exigência de diferentes níveis de luminosidade para a composição destas espécies.

Tratando-se de reflorestamento misto com espécies nativas, acredita-se que a floresta plantada cria condições para a regeneração natural e para o aumento da diversidade no subosque (DURIGAN e DIAS, 1990; MARIANO et al., 1998; NAPPO et al. 2000; SILVEIRA, 2001). Segundo Durigan et al. (2004) existem várias pesquisas recentes mostrando que o papel de floresta plantada é, essencialmente, melhorar as condições de solo e o microclima para favorecer os processos naturais de regeneração.

Kageyama et al. (1989) afirmam que o plantio misto de espécies nativas pioneiras e não pioneiras deve dar início ao processo de sucessão, sendo que as espécies do plantio serão uma das fontes fornecedoras de propágulos para a colonização de novas áreas. Reflorestamentos mistos, com diversidade de espécies, aceleram o processo sucessional e, além disso, quando comparadas às plantações homogêneas, apresentam um maior valor da conservação da biodiversidade (CARNEVALE e MONTAGNINI, 2002).

Os plantios florestais produzem um efeito catalítico, provocando mudanças das condições microclimáticas, desenvolvimento da complexidade estrutural da vegetação, das camadas de serapilheira e húmus nos primeiros anos do reflorestamento, gerando dessa maneira condições propícias para germinação e desenvolvimento das espécies (PARROTA et al., 1997).

Por regeneração natural entende-se o conjunto de indivíduos de espécies arbóreas em estágio inicial de desenvolvimento em uma floresta, abrangendo desde mudas recém germinadas

até árvores juvenis (POGGIANI et al., 1996). Poggiani (1989) afirma que o processo evolutivo da vegetação até a formação de uma floresta semelhante à primitiva, após o desmatamento parcial ou total de uma área, recebe o nome de regeneração natural.

O termo regeneração natural pode ser entendido de muitas maneiras. Em estudos de regeneração natural, geralmente é feita a estratificação do povoamento em classes de altura. A FAO (1971) adotou, para estudos de regeneração natural em florestas tropicais naturais, as classes de tamanho de plantas, em que: i) Classe R é representada pelos indivíduos com altura inferior a 0,30m; ii) Classe U1, indivíduos com altura entre 0,30m e 1,5m; iii) Classe U2, entre 1,50m e 3m; iv) Classe E, indivíduos com altura superior a 3,00m e DAP (diâmetro à altura do peito ou 1,30m) inferior a 5,00 cm.

Para Martins (2001), o monitoramento da comunidade jovem em áreas que objetivam a recuperação da floresta, do ponto de vista estrutural estático e dinâmico, possibilita a identificação do estágio seral e a evolução da mesma. Assim, as análises da regeneração natural são essenciais para se avaliar o sucesso da recuperação. A regeneração natural é analisada através de medições da altura das plântulas e plantas jovens, presentes em pequenas parcelas amostrais, lançadas na floresta. Uma estratificação vertical auxilia o entendimento da dinâmica da regeneração natural. É claro que a análise deve levar em consideração o tempo em que a floresta foi implantada.

Segundo Siqueira (2002), a regeneração natural de espécies vegetais fornece informações detalhadas sobre o desenvolvimento de projetos de restauração. Os indivíduos jovens regenerantes representam uma estrutura e composição do banco e da chuva de sementes passados indicam ainda a possível formação e estrutura do dossel.

## **2.2 Lianas**

Lianas são plantas trepadeiras que crescem utilizando-se de árvores ou outras lianas como suporte (PUTZ, 1984; PUTZ e CHAI, 1987; STEVENS, 1987; PUTZ, 2005), embora germinem no solo e ainda mantenham contato com ele (MANTOVANI, 1983). São plantas herbáceas ou lenhosas, cujas gemas, acima do solo, são protegidas por catáfilos (VELOSO, 1992), cujo crescimento em altura depende da sustentação mecânica fornecida por outras plantas, podendo

atingir o dossel da floresta desenvolvendo-se, a partir daí, muito mais (PUTZ e WINDSOR, 1987).

Lianas são consideradas muitas vezes, apenas trepadeiras lenhosas, mas neste estudo considerou-se liana todas as plantas herbáceas ou lenhosas que vivem apoiadas em outra planta ou substrato.

Nos trópicos as lianas são mais abundantes e diversas, apresentando uma maior variedade de formas e tamanhos (SCHENK, 1982 apud PUTZ, 1984). Segundo Gentry e Dodson (1987) as lianas são responsáveis por grande parte da diversidade das florestas tropicais, podendo representar 35% do número de espécies de plantas vasculares. Outros autores encontraram 24 % (GENTRY, 1991) e até 40% (ACEVEDO-RODRIGUEZ e WOODBURY, s.d.) de trepadeiras que contribuem para a riqueza de espécies vegetais dos ecossistemas florestais. Segundo Reis (1993), o número de espécies arbóreas representa somente 35 % das espécies vegetais, sendo que as lianas e as epífitas totalizam 42%, do total de espécies vegetais formadoras da floresta tropical na região do Vale do Itajaí em Santa Catarina. Com estes dados é perceptível a grande importância das lianas dentro da floresta tropical.

Devido à maior diversidade de lianas ocorrer em florestas tropicais, onde são membros característicos (GENTRY, 1991; PUTZ, 1984), estas acabam constituindo um importante componente florístico, estrutural e funcional nestas florestas (GENTRY, 1991). Apesar de contribuírem com cerca de 2% da área basal total ou 5% da biomassa de uma floresta, as lianas participam com mais de 30% da área foliar total e da produção de serapilheira (HEGARTY e CABALLÉ, 1991).

As lianas são mais conspícuas em áreas naturalmente ou antropicamente impactadas tais como bordas ou clareiras. (PUTZ e CHAI 1987), onde há maior incidência de luz e maior disponibilidade de suportes, mas sempre contribuindo substancialmente na diversidade e estrutura de florestas tropicais maduras (GENTRY, 1991). A dinâmica natural destas florestas pode ser influenciada pela abundância das lianas, apesar de sua presença ser mais benéfica que prejudicial (MORELLATO e LEITÃO FILHO, 1996). O crescimento das lianas é bem mais rápido quando comparado com as espécies arbóreas (PUTZ, 1984). Portanto quando se deseja fazer estudo da dinâmica e manejo florestal, é fundamental o conhecimento deste grupo de vegetais, devido à sua diversidade e importância ecológica (PUTZ, 1984).

Engel et al. (1998) afirmam que a abundância exagerada de lianas em florestas muito perturbadas poderia ser um fator de degradação do ecossistema, uma vez que as mesmas afetam negativamente a regeneração de espécies arbóreas, tanto pelo efeito mecânico direto quanto pelo sombreamento excessivo e abafamento. Porém, na formação do sombreamento a partir da evolução estrutural da floresta secundária, obrigam as lianas a mudarem de estratégia de crescimento de um padrão muito ramificado para um menos ramificado assim ocupando o dossel da floresta (LEE, 1988). Isto pode beneficiar a regeneração natural, já que as lianas ajudam a manter as condições microclimáticas ideais para a germinação, principalmente temperaturas mais constantes e alta umidade relativa (ENGEL et al., 1998).

Em um estudo com lianas, Jacobs (1976) afirma que as lianas são importantes, pois ajudam no fechamento do dossel, na união das copas das árvores e até facilitam o movimento dos animais. Criando uma verdadeira rede de interligações entre as copas das árvores sendo utilizadas por diversos organismos ocupantes desse estrato. As lianas (trepadeiras lenhosas) também são engenheiros autogênicos. Por exemplo, quando crescem nos dosséis da floresta, conectam árvores, formando caminhos arbóreos utilizados na movimentação de macacos e outros animais das copas sem a necessidade de descerem até o chão, ratifica Putz (2005).

As lianas também podem ser consideradas potenciais espécies chaves, pois disponibilizam alimentos para fauna em época de escassez produtiva das espécies arbóreas (LEIGHTON e LEIGHTON, 1983). Mesmo considerando que quanto à dispersão as lianas são predominantemente anemocóricas (dispersas pelo vento) e em menor proporção zoocóricas (dispersas pela fauna) (MORELLATO, 1991).

Existem espécies de lianas mais heliófitas e outras mais umbrófilas, mas a maioria tende a ser intolerante a sombra, não obstante muitas espécies germinam à sombra. Quando são plantas mais herbáceas ou sub-lenhosas são encontradas mais nas bordas, clareiras e áreas mais abertas (GENTRY, 1991), contudo espécies umbrófilas podem ocorrer nestes tipos de ambiente (PUTZ, 1984).

### **2.3 Epífitas**

As epífitas são organismos vegetais responsáveis por contribuírem substancialmente com a biodiversidade das florestas tropicais, que são considerados os ecossistemas terrestres mais



complexos e biodiversos do mundo (GENTRY e DODSON, 1987) O epifitismo vascular pode ser caracterizado como um fenômeno típico de florestas tropicais, subtropicais úmidas e secas. É restrito a baixas latitudes e alcança maior diversidade e abundância em altitudes “médio-montanas”, Em locais mais secos, como, por exemplo, as florestas estacionais semidecíduais, elas são mais raras e sua diversidade é menor, mas isto não implica necessariamente em menor abundância (BENZING, 1990).

As epífitas são plantas que se estabelecem diretamente sobre o tronco, galhos, ramos ou sobre as folhas das árvores, sem a emissão de estruturas haustoriais (prolongamentos que sugam a seiva da planta hospedeira); as plantas que as sustentam são denominadas forófitos (DISLICH, 1996). Plantas epífitas são aquelas que vivem sobre outras plantas (epi=sobre; fito=planta) sem utilizar seus nutrientes, ou seja, a planta hospedeira se presta apenas como suporte, que pode ou não ser dependente exclusiva dessa forma de vida, o que as diferenciam da relação de parasitismo, em que uma das duas é prejudicada e pode chegar à morte (BENZING, 1990).

Benzing (1990) propõe a classificação das epífitas quanto ao tipo de relação com o forófito, hábito de crescimento e preferência pelo estrato florestal, da seguinte forma:

#### A) Tipo de relação com o forófito

1. Organismos autótrofos – plantas que não extraem seus nutrientes do forófito.
  - a) Epífitas acidentais: plantas freqüentemente terrestres que não apresentam modificações especializadas para o ambiente do dossel, sendo raramente observadas como epífitas. Esse tipo de epifitismo é quase que exclusivo de áreas onde a umidade relativa do ar é bastante alta durante todas as épocas do ano;
  - b) Epífitas facultativas: plantas que ocupam tanto os ambientes terrestres quanto os do dossel;
  - c) Hemiepífitas: plantas que mantêm uma comunicação, funcional ou não, com o solo. Podem ser primárias (quando iniciam seu crescimento no forófito) ou secundárias (quando iniciam seu crescimento no solo);
  - d) Epífitas verdadeiras: são as plantas que sobrevivem sem nenhum contato com o solo da floresta ou com o sistema vascular do forófito.
2. Organismos heterótrofos – plantas que extraem seus nutrientes das partes vivas do hospedeiro (parasitas).

#### B) Hábito de crescimento

1. Árvores
2. Arbustos
3. Subarbustos à herbáceas

C) Preferência pelo estrato florestal (refere-se à maior ou menor exposição à luminosidade)

1. Expostas (completamente expostas ao sol)
2. Tipos de Sol (tolerantes a uma exposição média ao sol)
3. Tipos de sombra (tolerantes a ambientes bastante sombreados)

Com relação à distribuição espacial, Longman e Jenik (1974) sugerem, onde as florestas tropicais podem ser divididas verticalmente em três estratos principais:

- Superior: correspondente às árvores emergentes, onde são encontradas as epífitas expostas.
- Médio: correspondente às árvores que compõem o dossel, onde são encontradas as epífitas de sol.
- Inferior: correspondente ao sub-bosque, onde encontramos as epífitas de sombra.

Quanto à síndrome de dispersão é principalmente zoocórica. Shimper (1888) dividiu em três categorias as sementes de epífitas:

(1) sementes com invólucro carnoso, dispersas por aves, macacos e outros arborícolas. As fezes servem como um modo de fixação e protegem contra a desidratação e fornecem nutrientes. Fazem parte dessa categoria famílias como as Araceae, Bromeliaceae, Gesneriaceae, Cactaceae, entre outras;

(2) sementes muito leves e pequenas, com síndrome de dispersão anemocórica, que penetram em fendas na casca da árvore e no tapete de musgo; dispensam estruturas de vôo e fixação e encontram facilmente a umidade necessária, com as Orchidaceae e esporos de Pteridophyta:

(3) sementes estreitas, leves e pequenas, possuindo dois tipos de estrutura de vôo e fixação: a) pêlos longos e macios em algumas Gesneriaceae, Rubiaceae, Asclepiadaceae e Bromeliaceae (Tillandsioideae); b) asa estreita, de um ou dois lados da semente, em certas Rubiaceae.

A reprodução assexuada das epífitas é uma ferramenta, na incerteza da reprodução ser realizada por esporos ou sementes, através da formação de rizomas, como em Pteridophyta e

Orchidaceae, ramos laterais ficam independentes pela morte do ramo principal em muitas Araceae e algumas Bromeliaceae (SCHIMPER, 1888).

As epífitas são fonte importante de recursos para os animais do dossel florestal, seja como alimento (frutos, néctar, pólen), água ou material para a construção de ninhos (NADKARNI, 1988), possibilitando assim, uma diversidade faunística maior. Existem muitos invertebrados e anfíbios que dependem de depósitos de água parada, como aqueles fornecidos pelas bromélias de tanque, para completarem seus ciclos de vida (HADEL, 1989); Dessa maneira são espécies chaves para esses grupos de organismos e funcionam como elementos nucleadores para os mesmos. A massa vegetal epifítica também tem grande influência sobre a ciclagem de água e de nutrientes no interior da floresta (INGRAM e NADKARNI, 1993).

Para Budowski (1963) as epífitas podem servir como indicadores do estágio sucessional da floresta, uma vez que comunidades secundárias apresentam diversidade epifítica menor do que comunidades primárias.

## **2.4 Macrofauna Edáfica**

O número de espécies de animais e microrganismos na floresta tropical é cerca de 100 vezes o total de espécies vegetais (KRICHER, 1997) estimado a partir de diversas amostras desses ecossistemas. Dessa forma, em apenas 1 hectare existem cerca de 150 espécies arbóreas diferentes (OLIVEIRA, 1997) ou 500 espécies vegetais em média e cerca de 50.000 espécies de animais e microrganismos (KAGEYAMA, 2000). E a maioria dessas espécies animais é formada por invertebrados, e muitos desses se encontram no solo, representando a fauna do solo. O número de animais que vivem no solo é estimado entre 5 a 80 milhões de espécies compostos em sua maioria por artrópodos (GILLER et al., 1997).

Apesar desta extraordinária estimativa da biodiversidade deste grupo de organismos, o conhecimento atual é ínfimo tanto em ambientes naturais como em áreas vegetais antropizadas (reflorestamentos, agricultura, pastagem, áreas degradadas e etc.).

A fauna do solo está intrinsecamente ligada ao uso e cobertura do solo, possuindo papel fundamental tanto na ciclagem de nutrientes como na decomposição e mineralização da matéria orgânica, portanto na disponibilização destes nutrientes para as espécies vegetais e na estrutura e textura do solo.

As florestas fornecem matéria orgânica pela queda de folhas, galhos, ou árvores e animais mortos formando a camada denominada serapilheira; em florestas tropicais esta camada orgânica é um dos aspectos mais importantes da ciclagem de nutrientes, pois a nutrição das plantas que formam estes ecossistemas, geralmente com baixo nível de nutrientes no solo, depende da reciclagem dos nutrientes contidos nesta camada de restos vegetais e animais para sua manutenção. (BRITTEZ et al., 1992).

A produção seguida pela decomposição da camada de serapilheira é o principal meio de transferência dos nutrientes para o solo, possibilitando a sua reabsorção pelos vegetais vivos. Dessa forma, a serapilheira torna-se um dos mais intensos sítios de interação entre a ciclagem de elementos inorgânicos (mineralização) e a transferência de energia, sendo que a relação destes no complexo solo – folheto está condicionada à capacidade de produção do ecossistema (DELITTI, 1984).

A decomposição, dos resíduos orgânicos e a ciclagem de nutriente, atribuídos como consequência da atividade de microorganismos, é influenciada de maneira decisiva por um conjunto diverso de animais do solo que ativam o funcionamento da flora decompositora, como resultado direto e indireto de sua alimentação (LOPES ASSAD, 1997). A regularização da mineralização da matéria orgânica do solo realizada pela macrofauna ocorre com a ativação seletiva da microflora dominante no solo (WARDLE e LAVELLE, 1997; LAVELLE et al., 1995; BEARE et al., 1994). Além disso, como resultado de sua atividade esses organismos influenciam outros processos básicos do solo como: umificação, agregação e estruturação do solo, que operam em diferentes escalas de tempo e espaço (LAVELLE, 1996).

A fauna do solo é composta por invertebrados com uma gama variada de formas, tamanhos e funções. Existem várias tentativas de classificações, como por exemplo, apoiada no comprimento do corpo: microfauna (< 0,2 mm) que inclui nemátodos e rotíferos; mesofauna (0,2 – 2 mm) formada pelos ácaros, colêmbolos, alguns insetos e enquitreídeos; e a macrofauna (> 2 mm) composta por miriápodes, insetos e oligoquetos (SWIFT et al., 1979). A atividade destes grupos está sintetizada na Tabela 1.

Engleton et al. (2000) definem a macrofauna edáfica como macroinvertebrados que possuem 90% ou mais de seus espécimes visíveis a olho nu. Para Kevan (1968) são todos visíveis a olho nu e são organismos que passam no mínimo uma parte do seu ciclo de vida no solo. As

principais ordens são Symphyla, Isoptera, Isopoda, Chilopoda, Diplopoda, Mollusca, Araneida, Opilionida, Coleoptera e Oligocheata (CORREIA e ANDRADE, 1999).

Tabela 1 – Atividade da fauna de solo no processo de decomposição e na estrutura do solo

<b>Categoria</b>	<b>Ciclagem de nutrientes</b>	<b>Estrutura de solo</b>
Microfauna	- Regulam as populações de bactérias e fungos - Alteram a ciclagem de nutrientes	- Podem afetar a estrutura do solo através de interações com a microflora
Mesofauna	- Regulam as populações fungos e da microfauna - Alteram a ciclagem de nutrientes	- Produzem pelotas fecais - Criam bioporos - Promovem a humificação
Macrofauna	- Fragmentam detritos vegetais e animais - Regulam as populações fungos e da microfauna - Estimulam a atividade microbiana	- Modificam a estrutura do solo através da escavação - Misturam partículas orgânicas e minerais - Redistribuem a matéria orgânica e microorganismos - Produzem pelotas fecais - Promovem a humificação

Fonte: CORREIA e OLIVEIRA (2000).

As pesquisas sobre fauna do solo indicam que os Phylum mais representativos são Annelida e Arthropoda que participam nas transformações ambientais, caracterizando as relações entre solo-vegetação-fauna. O Phylum Annelida, segundo Curtis (1989), contém a classe Oligochaeta, conhecida popularmente como minhocas, habitantes terrestres de grande importância na formação do solo.

Outra categorização é quanto à classificação funcional dos invertebrados do solo baseada na eficiência de seu sistema digestivo e sua interação com a microflora, abundância e ocorrência com relação à estrutura biológica produzidas por eles no solo (LAVELLE 1996, 1997). Utilizando este critério distinguem-se três classes: micropredadores, transformadores da serapilheira e engenheiros do ecossistema. Os micropredadores, compostos pelos protozoários e nematóides, são os menores invertebrados e não produzem estruturas orgânicas – minerais (LAVELLE 1996, 1997) e a principal função destes é estimular a mineralização da matéria

orgânica do solo (INGHAN et al., 1985). Os transformadores de serapilheira são formados pela mesofauna e macrofauna envolvidos na decomposição da serapilheira (LAVELLE, 1996). Quando estes invertebrados reingerem seus excrementos servem como incubadores para microflora assimilando os metabólitos liberados pela ação microbiana. Engenheiros do ecossistema são denominados, por Jones et al. (1994), organismos capazes de modificar a disponibilização e acessibilidade de recursos para outros organismo, como as minhocas, os cupins e as formigas (macroinvertebrados), por escavarem o solo e produzirem uma vasta variedade de estruturas orgânicas – minerais, como os excrementos, os ninhos, montes, macroporos, galerias e pequenas cavidades, modificando estruturalmente e a aeração do solo.

Os macroinvertebrados do solo também podem ser agrupados em diferentes grupos funcionais, dependendo de sua atividade e efeitos no solo. Os **fitófagos** (herbívoros) alimentam – se da parte subterrânea das plantas; os que se alimentam das raízes são principalmente larvas de coleópteras, ninfas de cigarras e algumas larvas de mosca. Os **saprófagos** (decompositores) incluem os organismos que se alimentam de matéria orgânica morta (plantas e animais), contribuindo para o aumento das taxas de decomposição e de mineralização e, conseqüentemente, disponibilizando nutrientes para as plantas. Muitos dos produtos gerados por esses organismos são usados como recurso alimentar por outros componentes da fauna do solo. Outra classe é dos **geófagos**, importantes na abertura de canais dentro e na superfície do solo, afetando processos hidrológicos e trocas gasosas, assim como modificando a estrutura do solo, e taxas de formação e agregação do solo. Finalmente os invertebrados **predadores**, também chamados de **zoófagos**, que se alimentam de organismos ativos atuando no topo da cadeia alimentar edáfica, atuando como biocontroladores (BROWN et al. 2001; BORROR et al. 1989).

As funções que a comunidade da macrofauna executam no solo produzem uma diversidade nas estruturas biogênicas do solo que ajudam a regular propriedades físicas, ciclos de nutrientes e carbono, fornecendo serviços que ajudam a aumentar a heterogeneidade, a resiliência e a resistência dos ecossistemas do solo (PANKHURST et al., 1997; PAOLETTI, 1999).

Estudos recentes relacionados à diversidade da macrofauna do solo indicam sua importância na estrutura do solo, bem como na atividade de outros microrganismos, ou seja, na funcionalidade do solo dentro do ecossistema. Os macroinvertebrados do solo exercem ações no solo que, por sua especificidade, conferem-lhes papel de destaque. Esta especificidade está relacionada principalmente com o volume de material que pode ser modificado, em suas

características genéticas e pelos grupos de animais envolvidos (LOPES ASSAD, 1997). De acordo com Wolters e Ekschmitt (1997), os macroinvertebrados podem contribuir com 33% da decomposição da serapilheira.

Para Correia e Andrade (1999), os recursos alimentares disponíveis, como também a estrutura de microhabitat gerados, possibilitam a colonização de várias espécies da fauna do solo com estratégias diferentes de sobrevivência. Portanto quanto mais diversificada for a cobertura vegetal, maior o número de nichos a serem colonizados, resultando em maior diversidade das comunidades da fauna do solo.

Segundo Kühnelt (1961) as minhocas auxiliam a formação de abrigos para outros organismos edáficos em consequência principalmente das suas escavações que, como citado anteriormente, melhoram a estrutura, textura, aeração e umidade do solo. As atividades das minhocas são instrumental essencial para funcionalidade de bactérias e fungos do solo (LAVELLE et al., 1999)

A estrutura e a abundância da comunidade da macrofauna do solo são muito sensíveis ao tipo de cobertura vegetal (LAVELLE et al. 1992).Lavelle e Pachanasi (1989) observaram na Amazônia Peruana uma mudança drástica na biomassa e na diversidade da macrofauna edáfica após a formação de pastos e de culturas anuais. Resultados similares foram obtidos em outros sítios tropicais. Segundo Storck e Eggleton (1992) a diversidade das espécies da fauna do solo é proporcionalmente maior em floresta tropical do que em áreas agrícolas. Essa consideração também foi confirmada por Rapoport (1968), sugerindo que o microclima, originado pelas florestas, pode influenciar a composição e abundância da fauna.

A macrofauna é melhor conservada quando o sistema derivado tem uma estrutura similar àquela do sistema original (DECAENS et al., 1994; FRAGOSO et al., 1997), servindo como um potencial indicador para avaliação de sistemas florestais.

A composição da fauna edáfica é influenciada diretamente pelo recobrimento vegetal do solo e se o solo for recoberto por um ecossistema florestal os invertebrados podem ocorrer tanto na superfície junto à serrapilheira, como nas camadas mais profundas onde criam seu habitat, sendo que as ninfas, larvas, formas jovens e alguns adultos conseguem penetrar mais facilmente, justamente por se tratar de uma formação florestal (KÜHNELT, 1961).

Segundo Tadros (1980) a maior concentração da população da fauna edáfica está nas camadas de 0-20 cm de profundidade do solo, onde encontrou cerca de 70% da fauna. A

população de minhocas encontra-se até as camadas de 10 cm do solo (FRAGOSO e LAVELLE, 1992). Os artrópodos são mais abundantes nos 4 primeiros centímetros da superfície do solo (KÜHNELT, 1961). Estes trabalhos demonstram a relação entre a densidade populacional dos invertebrados e as camadas de profundidade do solo.

A densidade populacional da fauna do solo também possui influência das estações do ano, devido às oscilações de temperatura e umidade. Essas causam migrações verticais da fauna edáfica. Algumas minhocas e larvas de besouro procuram camadas mais profundas para se protegerem do superaquecimento do solo (KÜHNELT, 1961) Primavesi (1990) salientou que, a 50 cm de profundidade, as oscilações são mais amenas do que em profundidades mais superficiais. A comunidade da macrofauna edáfica depende do clima da região e da cobertura vegetal do solo.

A macrofauna do solo é um grupo de organismos de grande importância na estrutura e na funcionalidade do solo dentro do ecossistema, além de participar da ciclagem de nutrientes e da mineralização da matéria orgânica do solo. Esse grupo é muito sensível à variação da cobertura do solo, o que se torna um assunto muito interessante dentro do âmbito da restauração florestal, com a possibilidade de ser utilizado como um bioindicador.

## **2.5 Metodologia**

### **2.5.1 Caracterização da área de estudo**

#### **2.5.1.1 Localização geográfica, características da vegetação e edafo-climática**

O projeto de pesquisa foi instalado no Pontal do Paranapanema, extremo oeste do Estado de São Paulo, fazendo divisa com os Estados do Paraná e Mato Grosso, entre a latitude 22° 15' e 23° 00'S e longitude 51° 30' e 53° 00'W, às margens do Rio Paranapanema que compõe a bacia do Rio Paraná.

O solo constituído a partir das formações do grupo Bauru possui como principais características: elevada concentração de areias, fertilidade natural baixa, boa permeabilidade e drenagem excessiva (ITESP, 1998). Predominando o tipo Latossolo Vermelho (LV) e o Nitossolo Vermelho (NV), pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos propostos pela EMBRAPA em 1999 (IBGE, 2004; EMBRAPA, 1999).



A formação vegetal da região pertence ao domínio do bioma da Mata Atlântica, predominando originalmente a Floresta Estacional Semidecidual, em que 20 a 50 % das árvores perdem as folhas no período seco do ano, com algumas manchas de Cerrado (IBGE, 2004). O quadro atual é a predominância da agropecuária e culturas como soja, algodão, milho, etc. Restando alguns fragmentos significativos, ressaltando o Parque Estadual do Morro do Diabo que ainda mantém uma amostra representativa da flora e da fauna original, abrigando várias espécies em extinção da fauna como o mico-leão preto (*Leontopithecus chrysopygus*), o macuco (*Tinamus solitarius*), a anta (*Tapirus terrestris*) e a onça pintada (*Panthera onça*) (ITESP, 1998).

O clima do Pontal do Paranapanema segundo IBGE (2004) é quente - úmido com três meses secos e subquente-úmido com três meses secos. Seguindo a Classificação de Köppen : Aw e Cwa, tropical de altitude com inverno seco e verão quente e chuvoso, com temperaturas médias de 17°C no inverno e 25°C no verão, atingindo máximas de 38°C (ITESP, 1998).

A topografia varia de plana a ondulada, com altitude média de 300m (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1978).

#### **2.5.1.2 Caracterização das áreas em processo de restauração e estudadas**

O trabalho foi desenvolvido no baixo Vale do Paranapanema, no Estado de São Paulo e do Paraná, em três áreas no entorno dos reservatórios do complexo hidroelétrico do Pontal do Paranapanema, atualmente pertencente à empresa Duke Energy Internacional. Foram analisadas três áreas em restauração, plantadas pela antiga CESP - Companhia de Energia do Estado de São Paulo – durante o convênio de cooperação estabelecido entre esta e a ESALQ/USP através do IPEF, que teve o objetivo de desenvolver pesquisas em modelos de restauração, a serem aplicados no entorno dos reservatórios da hidroelétrica. Este convênio permitiu o avanço dos modelos de plantio de espécies nativas (KAGEYAMA et al., 1990).

O levantamento de dados ocorreu em três reflorestamentos com idades diferentes na área de preservação permanente em torno dos reservatórios das hidroelétricas do Rio Paranapanema, sendo que esses possuíam na época da coleta de dados 6 anos, 11 anos e 16 anos após a implantação das espécies arbóreas. A Figura 1 mostra a localização dos plantios, em ordem decrescente de implantação da esquerda para direita.

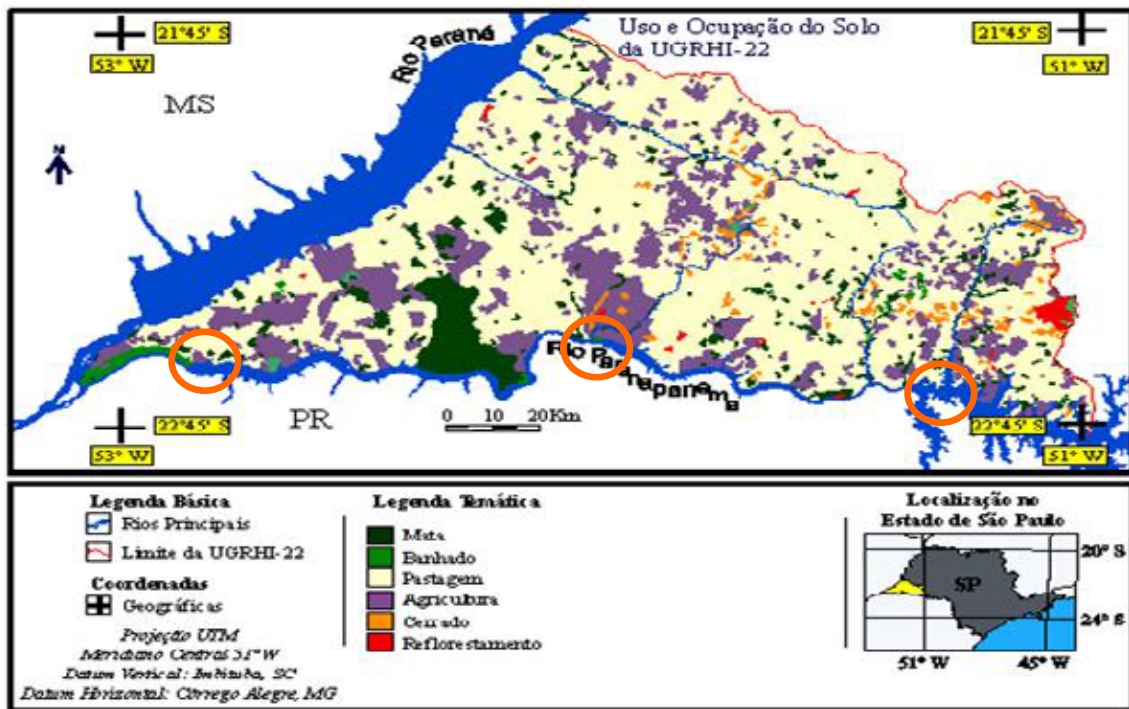


Figura 1 – Localização das áreas em processo de restauração à esquerda com 16 anos, ao centro 11 anos e à direita com 6 anos (referência ano 2004)

Estas áreas são denominadas Áreas de Conservação Ambiental pela empresa Duke Energy:

- i) Rosana - Nova Pontal / 16 anos (implantada em 1988);
- ii) Taquaruzinho - Itaguajé / 11 anos (implantada em 1993);
- iii) Taquaruzinho - Laranjeiras / 6 anos (implantada em 1998).

Estas áreas foram escolhidas, considerando-se o modelo de restauração florestal, que na época era utilizado pela CESP, o grupo de espécies plantadas e a forma como foram feitos os plantios eram muito semelhantes nas áreas ciliares antigamente pertencente a essa empresa, com as devidas ressalvas, pois os modelos se modificaram em alguns aspectos conforme evoluiu-se a experimentação desses plantios durante o passar dos anos.

As três áreas em processo de restauração, anteriormente ao plantio de espécies arbóreas, possuem um histórico que revelam ser áreas totalmente degradadas, ou por pastagens ou cultivo de monoculturas, nenhuma vegetação ali existente como capoeiras ou vegetação secundárias. O predomínio atual do uso da terra no entorno das áreas é a pastagem e o plantio de culturas anuais como a soja, o milho, a cana-de-açúcar entre outras.

Tabela 2 – Características de plantio das áreas em processo de restauração e avaliadas

Característica das áreas	Ano de plantio / idade dos reflorestamentos		
	1988 / 16 anos	1993 / 11 anos	1998 / 6 anos
Densidade de plantio (árvores.ha <sup>-1</sup> )	2.247	2.078	2.240
Espaçamento aproximado (m)	3,0 x 1,5	2,0 x 2,3	3,0 x 1,5
Número de espécies plantadas	42	38	38

Nos modelos de restauração utilizados nas áreas reflorestadas que foram avaliadas, na região do Pontal do Paranapanema, predominou o plantio de espécies pioneiras em relação aos outros grupos sucessionais, que foram agrupados no grupo de não pioneiras. As Tabelas 2 e 3 apresentam as características dos modelos aplicados aos plantios mistos com espécies arbóreas. O reflorestamento que foi implantado em 1988 (16 anos) possui uma área de 300 ha, o implantado em 1993 (11 anos) possui uma área de 150 ha e o implantado em 1998 possui uma área 300 ha.

A nomenclatura dos grupos ecológicos utilizada pela CESP na época do plantio na qual as pioneiras e secundárias iniciais eram agrupadas em um único grupo denominado pioneiras, pelas características silviculturais das mesmas, não fundamentando-se no conceito da sucessão secundária. E o grupo das secundárias tardias e climácias em um grupo chamado de não pioneiras, também pelas características silviculturais dessas espécies. O plantio efetivado em 1988 não levou em consideração a separação dos grupos das espécies plantadas, foi partir de 1989 que iniciou-se essa categorização com a utilização predominante de espécies pioneiras.

Tabela 3 – Número de espécies e proporção o número de indivíduos plantados segundo os grupos ecológicos e as idades de plantio

Grupos Ecológicos	Ano de plantio / idade dos reflorestamentos			
	1988 / 16 anos	1993 / 11 anos	1998 / 6 anos	
Pioneiras	20,2	57,3	57,3	
Proporção do número de indivíduos (%)	Secundárias Iniciais	38	27,2	27,2
	Secundárias tardias	16,8	11,8	11,8
	Climácias	24,8	3,6	3,6
	Sem caracterização	0,1	0	0

Os critérios utilizados para classificação das espécies segundo os grupos ecológicos, foi o mesmo de Souza (2000) que baseou-se nos grupos propostos por Budowski (1965) (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas), seguindo prioritariamente a classificação já feita pela CESP e mais adiante pela empresa Duke Energy, além de consultas a literatura de Grambone-Guaratini (1998).

### **2.5.2 Coleta de dados**

A coleta de dados aconteceu entre os meses de março e abril de 2004, estação chuvosa (verão), e entre os meses de agosto e setembro de 2004, estação seca (inverno).

Para avaliação das áreas em processo de restauração foram empregadas parcelas, com dimensões de 30 x 30 metros (900m<sup>2</sup>), denominadas parcelas amostrais. Foram avaliadas três parcelas por localidade, sendo que na área com 6 anos instalaram-se as três parcelas (parcela 1, 4 e 5) utilizando canos de PVC para demarcação dos quatro vértices de cada parcela, nas áreas mais antigas com 11 anos (parcela 8, 9 e 10) e 16 anos (parcelas 2, 3 e 6) não houve essa necessidade, pois as parcelas haviam sido instaladas anteriormente por outra pesquisadora Souza (2000). Todas as nove parcelas desta nova pesquisa foram georeferenciadas utilizando-se o aparelho GPS (Sistema de Posicionamento Global). As coordenadas de localização de cada parcela encontram-se em anexo (ANEXO C).

Também foram realizadas amostras de solo para a verificação da influência deste nas variáveis medidas, principalmente para o grupo da macrofauna edáfica.

A coleta de solo para análise física e química foi feita da seguinte maneira: o solo foi coletado com auxílio do equipamento conhecido como trado; foram feitas seis perfurações cilíndricas de 20cm de altura por 5 cm de diâmetro, em cada parcela amostral. Em seguida o solo extraído foi misturado dentro de saco plástico e então retirada uma amostra de 500 gramas para posterior análise laboratorial física e química do mesmo. A análise foi realizada pelo Laboratório de Ecologia Aplicada do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP de Piracicaba.

#### **2.5.2.1 Levantamento estrutural do estrato arbóreo**

Dentro de cada uma das parcelas amostrais executou-se a caracterização estrutural do estrato arbóreo: todas espécies arbóreas com CAP (circunferência a altura do peito) igual ou

maior a 15 cm foram plaqueteadas (com placas de alumínio de 4,5 x 4,5 cm) e registrados o CAP e altura total da árvore. Os indivíduos foram identificados através de coleta do material botânico, prensados e secos para utilização de chaves botânicas, literaturas pertinentes e posterior comparação no herbário da ESAQL/USP de Piracicaba.

### 2.5.2.2 Levantamento das epífitas

Durante a caracterização da estrutura do estrato arbóreo, nas árvores com CAP superior ou igual a 15cm, investigou-se a olho nu e com auxílio de binóculo, as espécies vegetais epifíticas que utilizam as árvores como suporte para sobreviver, sem parasitá-las. Quando estas foram encontradas fez -se a coleta botânica, com auxílio do podão e posteriormente o material coletado foi levado para especialista para identificação.

### 2.5.2.3 Levantamento da regeneração natural de espécies arbóreas

Dentro de cada parcela amostral de 30 x 30 m foram demarcadas aleatoriamente três sub-parcelas circulares com 1,5 m de raio, cada sub-parcela com área de 7,1 m<sup>2</sup>, ou seja, um total de 21,3 m<sup>2</sup> avaliados por parcela amostral, totalizando 63,62 m<sup>2</sup> por área com diferentes idades avaliada. Amostrou-se todo estrato arbóreo regenerante com altura igual ou superior a 0,30 m (CAP menor que 15 cm), pois estes provavelmente já estavam estabelecidos. Foram avaliadas no total nove sub-parcelas de regeneração natural por localidade avaliada e vinte e sete sub-parcelas do trabalho total. A partir deste levantamento foi calculado o índice de Shannon (H') para as espécies amostradas:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i (\ln p_i) \quad (1)$$

em que: H' – índice de diversidade de Shannon;  $p_i$  – proporção da espécie  $i$ .

$$p_i = \frac{ni}{N} \quad (2)$$

em que:  $N$  – número total de indivíduos de todas as espécies;  $ni$  – número total de indivíduos para cada espécie.

#### **2.5.2.4 Levantamento das Lianas**

Neste estudo foram consideradas lianas tanto espécies lenhosas como herbáceas, que possuíssem hábito trepador.

O procedimento de levantamento das lianas foi realizado simultaneamente com as atividades de caracterização da estrutura do estrato arbóreo e o levantamento da regeneração natural das espécies arbóreas. Na primeira atividade, caracterização da estrutura do estrato arbóreo, era constatada a presença ou não das lianas nas espécies arbóreas com CAP > 15 cm e quando essa presença era confirmada, o material botânico era coletado para posterior identificação. Na segunda atividade, nas sub-parcelas de 1,5 m de raio (regeneração natural de espécies arbóreas), eram coletadas às lianas independentes do seu tamanho, quando presentes nestas sub-parcelas. E o indivíduo de liana que possuía DAS (diâmetro a altura do solo) maior ou igual a 2,5 cm tinha esse diâmetro dimensionado.

#### **2.5.2.5 Levantamento da macrofauna edáfica**

O levantamento dos macroinvertebrados do solo seguiu a metodologia recomendada pela Tropical Soil Biology and Fertility (Anderson e Ingram, 1993). Em cada parcela de 30 x 30 m, foi traçado um transecto de 25 metros de comprimento e ao longo deste, foram escavados 5 monolitos (25x25x25 cm) por transecto e por parcela, distanciados entre si no mínimo 5 metros; esta distância é recomendada pois os macroinvertebrados geralmente ocorrem de maneira agregada. Essas amostragens totalizaram 15 monolitos por localidade e 45 em todas áreas avaliadas. O solo foi extraído nas dimensões de 25 x 25 x 25 cm, não em um único bloco, mas sim em camadas: a primeira camada de 0–5 cm, a segunda de 5–10 cm e a terceira de 10–25 cm de profundidade.

Para extração deste solo, utilizou -se facão, pazinha, pá reta e marreta. O solo extraído foi armazenado em saco plástico preto de lixo de 100 litros. A análise da macrofauna foi realizada manualmente com auxílio de pinças e pincéis, e separados todos invertebrados maiores de 2mm (visível a olho nu) e colocados em álcool 70%, para serem contados e identificados em grandes grupos taxonômicos no laboratório, com auxílio de uma lupa.

Após análise referente aos grandes grupos taxonômicos, os *taxa* foram reunidos em grupos funcionais, de acordo com o hábito alimentar predominante em cada grupo adaptado de Hanagarth et al., 1999 e Moore et al., 1988, apresentado na Tabela 4. A designação de outros

grupos foi dada para aqueles cujo hábito alimentar não pôde ser determinado ao nível de ordem. O grupo dos macroinvertebrados sociais reuniu os Formicidae e Isoptera.

Tabela 4 – Composição dos grupos funcionais para esta pesquisa

<b>Saprófagos</b>	<b>Predadores</b>	<b>Fitófagos</b>	<b>Outros grupos</b>	<b>Sociais</b>
Diplopoda	Arachnida	Homoptera	Blattodea	Formicidae
Isopoda	Dermaptera	Heteroptera	Coleoptera (adulto)	Isoptera
Oligochaeta	Chilopoda	Lepidoptera (larva)	Coleoptera (larva)	
Synphyla	Nematoda		Dipteras	
			Hymenoptera	
			Gastropoda	
			Indeterminados	

## 2.6 Resultados e discussão

### 2.6.1 Estrutura florestal

Para análise da estrutura florestal das áreas em processo de restauração foram considerados os indivíduos arbóreos com  $CAP \geq 15$  cm e calcularam-se os seguintes parâmetros: densidade, área basal e altura total. A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos da estrutura da floresta de cada uma das áreas avaliadas com 6 anos (plantio 1998) que se localiza na ACA Taquaruçu-Laranjeiras, com 11 anos (plantio 1993) ACA Taquaruçu-Itaguajé e com 16 anos (plantio 1988) que ACA Rosana-Nova Pontal.

As espécies amostradas com  $CAP \geq 15$  cm da estrutura florestal das três áreas analisadas, todas foram plantadas, exceto uma espécie remanescente na área de 16 anos *Acrocomia aculeata* que foi incluída nos levantamentos.

A lista que contém a parte da composição florística (espécies, famílias e grupos ecológicos) aos quais os indivíduos amostrados pertencem, encontra-se no Anexo B.

Tabela 5 – Densidade total, área basal e altura total para as áreas avaliadas dos indivíduos arbóreos com CAP  $\geq$  15 cm

<b>Idade (anos)</b>	<b>Densidade Total (ind.ha<sup>-1</sup>)</b>		<b>Área basal (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>)</b>		<b>Altura total (m)</b>	
	<b>Média</b>	<b>(1) CV</b>	<b>Média</b>	<b>CV</b>	<b>Média</b>	<b>CV</b>
6	1.151	4,8	15,19	11,8	7,22	4,67
11	1.655	5,1	20,48	19,8	7,83	24,08
16	1.822	4,8	28,98	14,7	10,38	16,32

Notas: <sup>(1)</sup> Coeficiente de variação %.

Observando-se as idades dos plantios, o resultado para a estrutura é compatível com o esperado, houve um incremento da densidade, da área basal e da altura das florestas plantadas de 1988 > 1993 > 1998. Mesmo tratando-se de áreas com aplicação de modelos diferentes de restauração florestal e características edáficas diferentes, pode-se dizer que houve aumento e desenvolvimento da complexidade das variáveis analisadas com o passar dos anos após o plantio. Comprovado-se com a comparação dos dados obtidos anteriormente por Souza (2000) apresentados na Tabela 6, que avaliou no ano de 1998 as parcelas com idades de 11 anos (1993) e 16 anos (1988), utilizando-se nesta pesquisa os mesmos critérios da autora citada.

Tabela 6 – Características da estrutura florestal de áreas em processo de restauração, avaliadas em um intervalo de 6 anos

Ano do Plantio	1993		1988	
<b>Ano do Levantamento</b>	<b>1998</b>	<b>2004</b>	<b>1998</b>	<b>2004</b>
Densidade (ind/ha)	1.426	1.655	1.519	1.822
Área Basal (m <sup>2</sup> )	14,76	20,48	22,38	28,98
Altura total (m)	8,6	7,83	9,1	10,38

Desta forma, corrobora-se que a estrutura das florestas está adquirindo maior complexidade, com o incremento tanto da densidade como da área basal dos indivíduos. Em termos do parâmetro altura este incremento não foi tão evidente na área de 1988, apesar de ter aumentado; Isso não aconteceu na área de 1993 porque este é um parâmetro estimado e não é



exato. As parcelas de 1993 apresentam uma grande heterogeneidade na altura, provavelmente atribuível às condições anteriores do uso da terra.

É importante ressaltar a questão da comparação entre áreas. Esta comparação deve ser entendida com um índice da trajetória dos projetos de restauração, e não como garantia de seu sucesso, uma vez que a evolução de cada sistema pode dar-se de diferentes maneiras. E a composição de espécies dos modelos utilizados nas três áreas avaliadas foi mudando com a evolução do conhecimento e da experimentação nos plantios, a composição das áreas com 6 e 11 anos é muito mais semelhante do que a de 16 anos.

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam o percentual da área basal por espécie com CAP superior a 15 cm nas três áreas avaliadas.

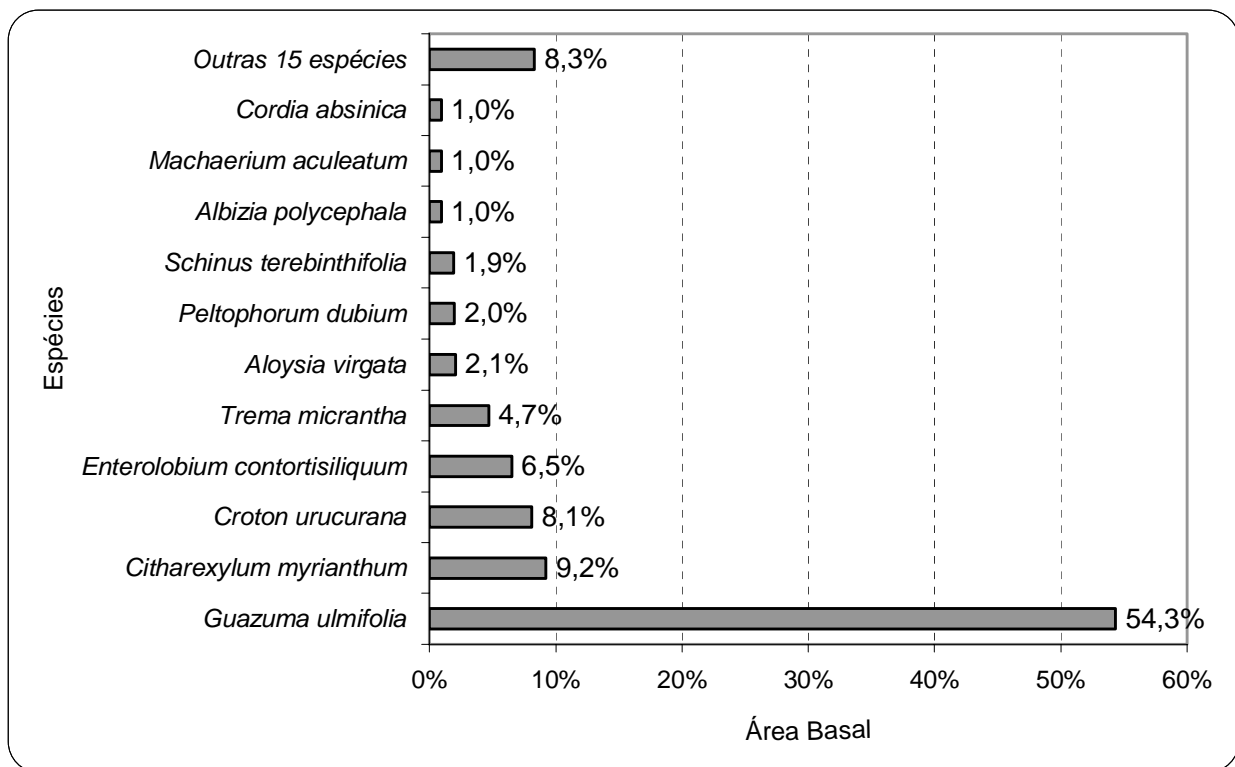


Figura 2 – Percentual da área basal por espécie da floresta com 6 anos (Taquaruçu-Laranjeiras)

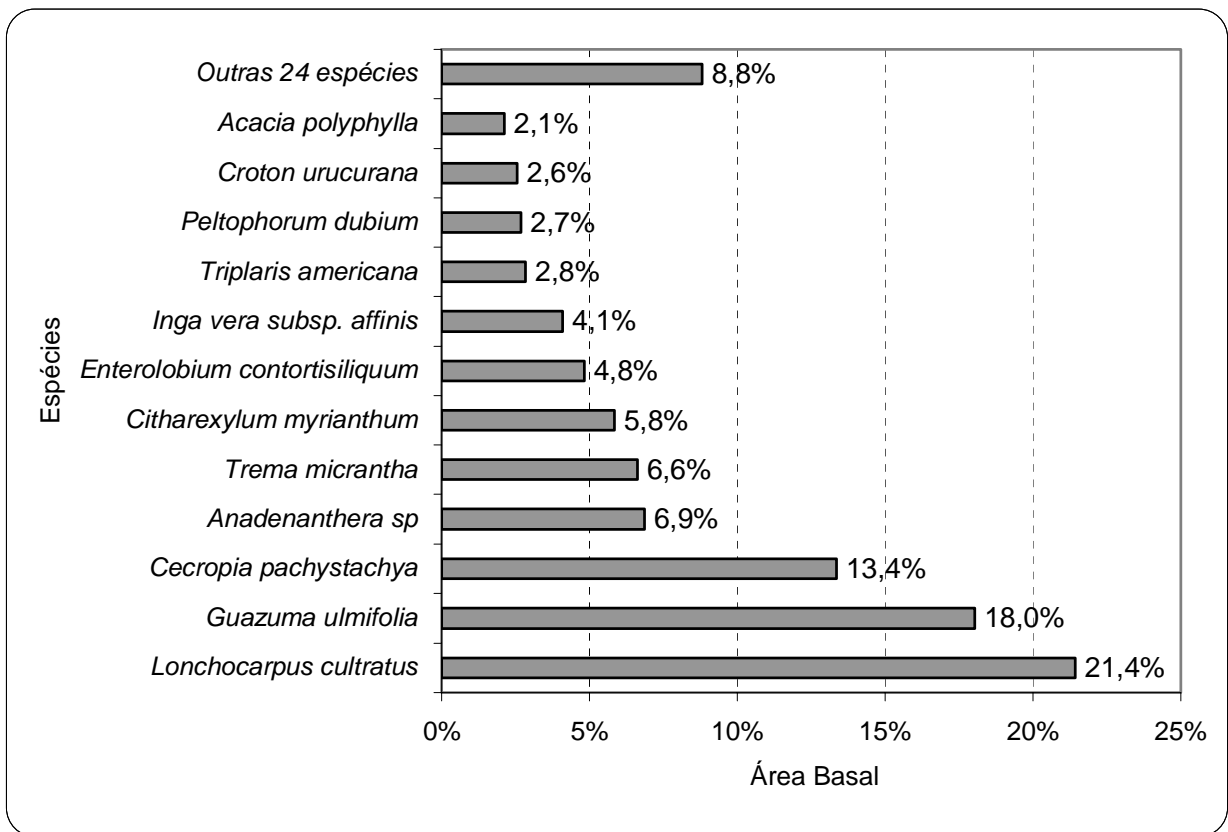


Figura 3 – Percentual da área basal por espécie da floresta com 11 anos (Taquaruçu-Itaguajé)

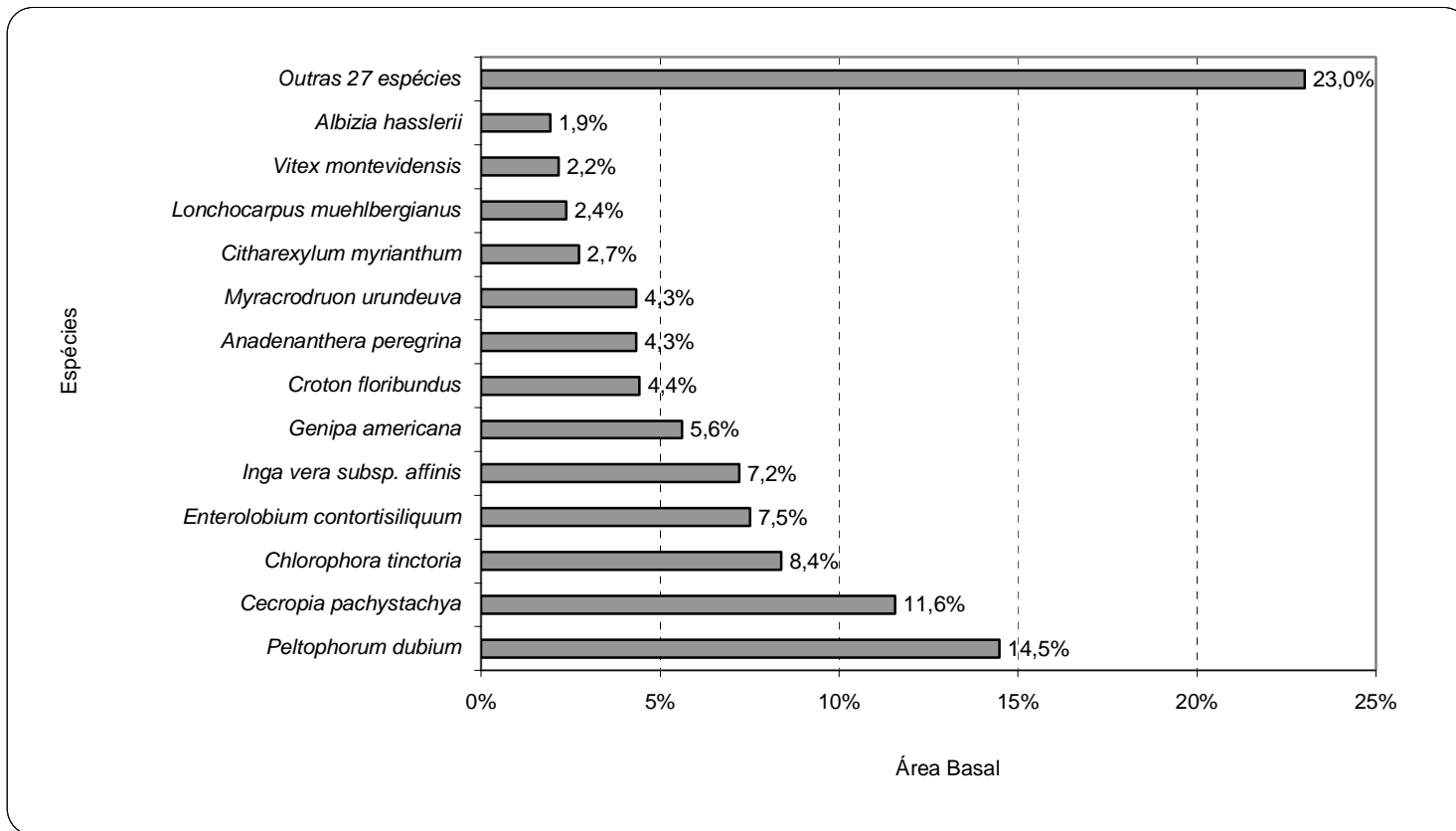


Figura 4 – Percentual Área Basal da floresta com 16 anos (Rosana-Nova Pontal)

Considerando-se a Figura 2, verifica-se que nas parcelas avaliadas com 6 anos de implantação das espécies arbóreas, uma única espécie *Guazuma ulmifolia* contribuí com mais da metade do percentual da área basal da área com espécies com  $CAP \geq 15$  cm e poucas são as espécies que contribuem com o restante do percentual total que forma a área basal destas parcelas avaliadas. Na área com 11 anos (Figura 3) este quadro apresenta uma pequena variação, embora ainda exista uma espécie dominante *Lonchocarpus cultratus* que contribui com 21,4% do total da área basal, mas outras duas espécies, *Guazuma ulmifolia* e *Cecropia pachystachya* que também são dominantes com 18% e 13,4% respectivamente. E existe um número maior de espécies participantes da área basal formada por aquelas que já atingiram ou ultrapassaram o CAP mínimo de 15 cm.

O percentual da área basal por espécie na área com 16 anos (Figura 4) varia significativamente, não ocorrendo dominância de uma ou algumas espécies. Pelo contrário, as várias espécies que contribuem com menor percentual, reunidas em um grupo, são as que contribuem com maior percentual da área basal total das parcelas desta localidade totalizando um percentual de 23%, o número de espécies participantes da área basal é ainda superior aos das áreas com 6 e 11 anos, distribuindo desta maneira a contribuição das espécies com  $CAP \geq 15$  cm na área basal destas parcelas avaliadas.

Salienta-se que nas áreas com 11 e 16 anos verifica-se o recrutamento de espécies da regeneração natural que já atingiram o CAP mínimo de 15 cm. Na área com 6 anos não foram registrados indivíduos da regeneração natural participando da estrutura florestal pelos métodos utilizados nesta pesquisa.

As “outras espécies” que aparecem nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7 em todas as áreas seguem a mesma proporção de grupos ecológicos, sendo a maioria secundárias iniciais, seguidas pelas secundárias tardias e a minoria de espécies climácicas e pioneiras. Com uma exceção o grupo das secundárias tardias não aparece na área de 6 anos. Essas “outras espécies” encontram-se discriminadas no Anexo B.

Para melhor análise da contribuição estrutural por espécie nas áreas em processo de restauração avaliadas, abaixo são apresentadas as Figuras 5, 6 e 7 relatando os percentuais de densidade relativa por espécie em cada uma das florestas avaliadas.

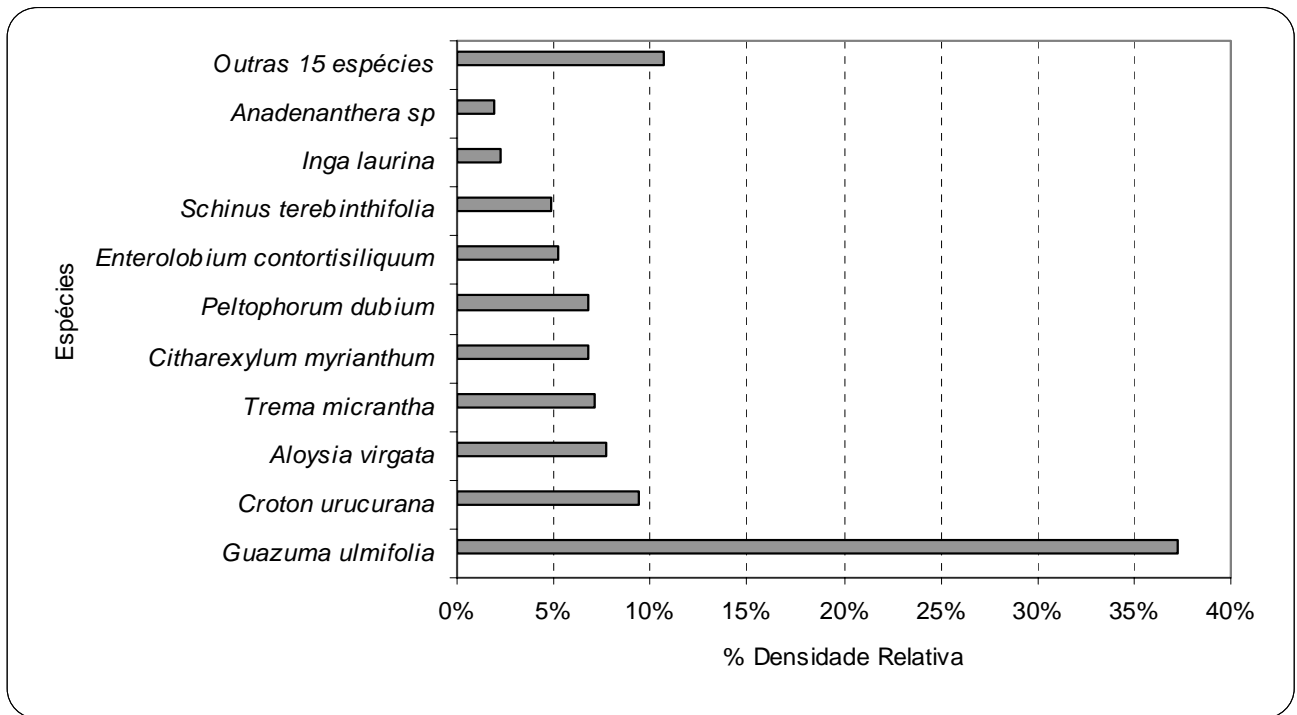


Figura 5 – Densidade Relativa das Espécies Área 6 anos (Taquaruçu-Laranjeiras)

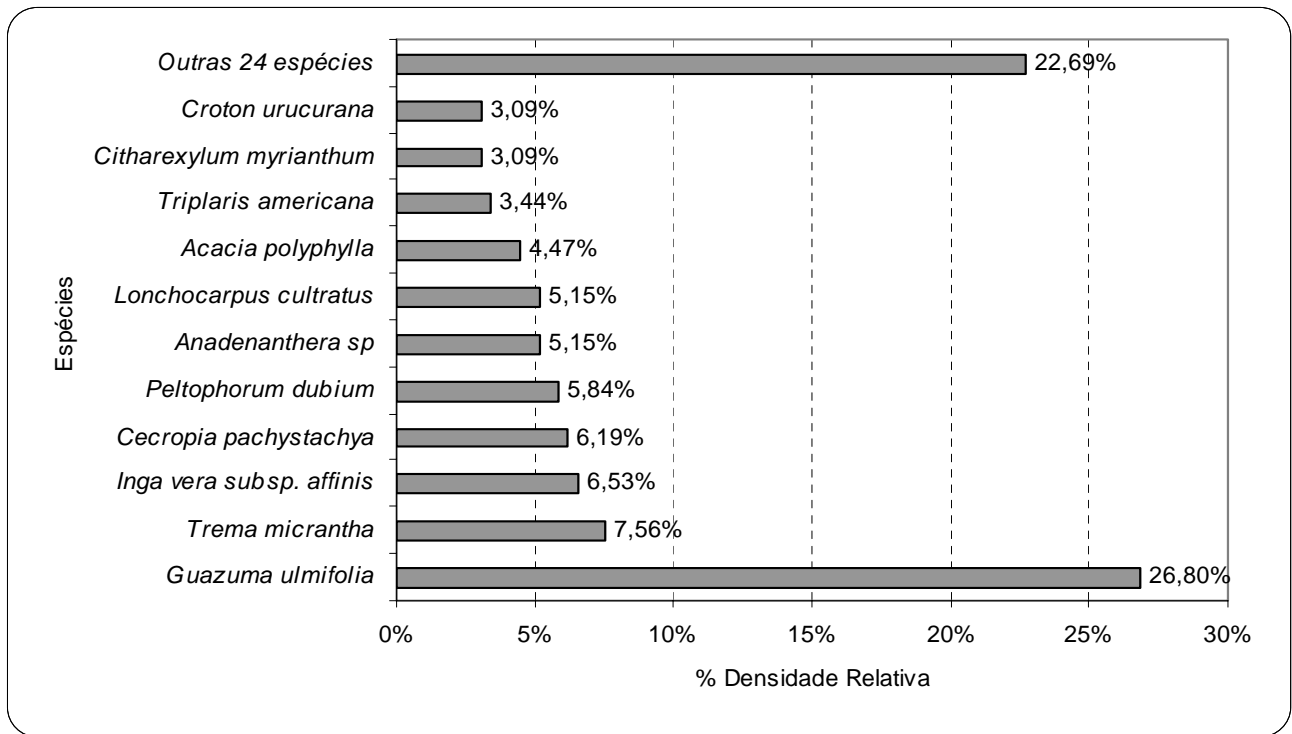


Figura 6 – Densidade Relativa das Espécies Área 11 anos (Taquaruçu-Itaguajé)

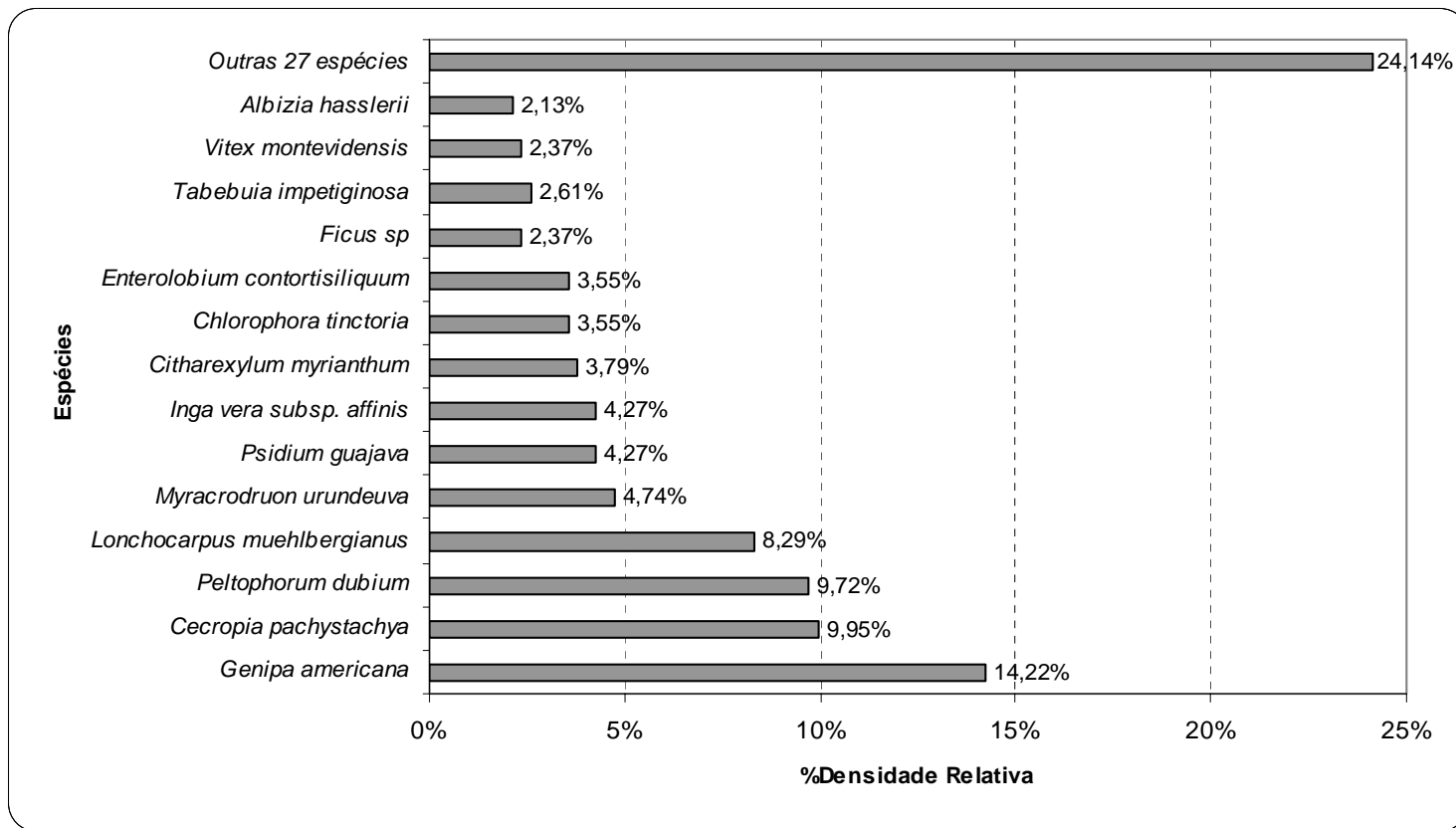


Figura 7 – Densidade Relativa das Espécies Área 16 anos (Rosana-Nova Pontal)

Na área com 6 anos a espécie *Guazuma ulmifolia* é dominante, representando 37,22% da densidade relativa total da área (Figura 5). São poucas as espécies que atingiram o CAP maior que 15 cm, pois trata-se de um plantio relativamente novo e, provavelmente, a espécie citada foi plantada com maior frequência, nesta área e na de 11 anos. Por causa das suas características silviculturais de rápido crescimento e sombreamento além de ser longeva, por isso é muito utilizada nos plantios com comportamento de pioneira. Nesta mesma área (6 anos) observou-se que outra espécie a *Trema micrantha* (pioneira) foi muito plantada, porém verificou-se uma elevada mortalidade entre os indivíduos.

Pelas informações fornecidas nas Figuras 6 e 7 sobre a densidade relativa é perceptível a contribuição de um maior número de espécies na densidade das áreas em processo de restauração com 11 e 16 anos, formadas por indivíduos com CAP superior ou igual a 15 cm. Isso significa que diminui a dominância de uma única espécie e promove o recrutamento de espécies de estágios sucessionais mais avançados (secundárias e climácicas).

Analisando-se a proporção do número de indivíduos amostrados segundo os grupos ecológicos (Tabela 7) em relação aos plantados (Tabela 3), esta proporção mudou sensivelmente na área com 16 anos e 11 anos para os grupos de pioneiras e secundárias iniciais.

Tabela 7 – Proporção do número de indivíduos amostrados segundo os grupos ecológicos e as idades de plantio

	Grupos Ecológicos	Ano de plantio / idade dos reflorestamentos		
		1988 / 16 anos	1993 / 11 anos	1998 / 6 anos
Proporção do número de indivíduos (%)	Pioneiras	13,03%	44,33%	59,55%
	Secundárias Iniciais	43,60%	42,95%	29,45%
	Secundárias tardias	10,90%	8,25%	5,18%
	Climácicas	23,93%	3,09%	0,65%
	Sem caracterização	0,24%	0,00%	0,00%

Observou-se um decréscimo acentuado do percentual de pioneiras nas áreas de 16 anos e 11 anos, pela mortalidade desse grupo que possui um ciclo de vida mais curto.

O grupo das secundárias tardias também sofreu um decréscimo de sua participação na estrutura da floresta nas três áreas. Pois este grupo é formado por espécies de crescimento lento.

As secundárias iniciais, pelo contrário, tiveram um acréscimo de seu percentual evidente nas áreas mais antigas e as climácicas mantiveram constante sua proporção do número de indivíduos das espécies plantadas e comparação das amostradas com  $CAP \geq 15$  cm.

O plantio com 6 anos não registrou mudanças para os grupos das pioneiras e das secundárias iniciais. Mas as climácicas e secundárias tardias amostradas contribuíram em menor intensidade dos que as plantadas, por tratar-se de um plantio recente.

Quando relaciona-se o percentual da área basal por espécie com a densidade relativa das espécies nas florestas avaliadas, verifica-se que as espécies com  $CAP \geq 15$  cm, contribuem tanto com a área basal como na densidade relativa são praticamente as mesmas com mínima variação.

Mesmo nas áreas onde *Guazuma ulmifolia* é dominante, tanto na densidade como na área basal, demonstrado nas tabelas destes parâmetros, e constatados nas coletas de campo, que a espécie frutifica praticamente o ano inteiro, porém nos levantamentos da regeneração natural não foi registrado nenhum indivíduo da mesma. Constatou-se que as sementes não estão germinando, em trabalhos de teste de germinação e quebra de dormência de sementes com esta espécie, afirma-se que há necessidade de escarificação para que esta germine (Araújo Neto e Aguiar, 2000; Araújo Neto et al., 2002). Ademais, informações básicas sobre sua ecologia estabelecem a sua dispersão zoocórica.

Nas três áreas estudadas as estruturas do dossel estão em formação e sob esses dosséis outros estratos (arbustivos, herbáceos) praticamente inexistem. Justamente pela ausência destes estratos, os padrões de entrada da luminosidade ainda são muito diferentes em comparação com as das florestas naturais, nas quais o sub-bosque diminui a intensidade de penetração da luz atuando como filtro. Nas florestas em processo de restauração a ausência desses outros estratos promove uma maior vulnerabilidade para espécies invasoras heliófitas, como por exemplo, o capim colônia.

As figuras 8 à 13 ilustram a situação acima mencionada da falta de outros estratos sob o dossel formado pelo plantio misto de espécies arbóreas nativas.





Figura 8 e Figura 9 – Área em processo de restauração com 6 anos (Taquaruçu/Laranjeiras): formação do dossel com ausência de estrato inferiores



Figura 10 e Figura 11 – Área em processo de restauração com 11 anos (Taquaruçu/Itaguajé): formação do dossel superior, invasão do capim colônio

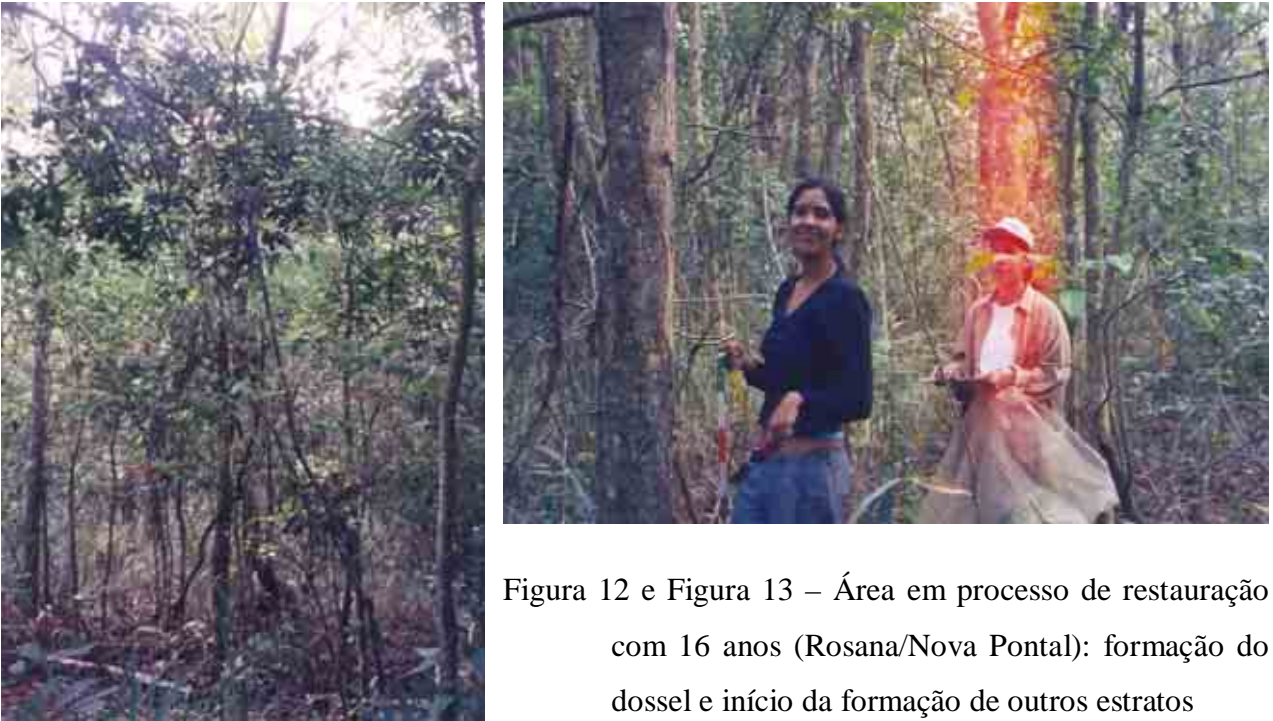


Figura 12 e Figura 13 – Área em processo de restauração com 16 anos (Rosana/Nova Pontal): formação do dossel e início da formação de outros estratos

### 2.6.2 Regeneração natural de espécies arbóreas

A Figura 14 apresenta os resultados dos levantamentos para regeneração de espécies arbóreas, realizados no primeiro levantamento (período verão/úmido), onde em cada localidade 6, 11 e 16 anos foram amostrados o número de famílias, de espécies e indivíduos numa área amostral de 63,62 m<sup>2</sup>. A lista de espécies amostradas e seus respectivos grupos ecológicos encontram-se no Anexo A.

Na área com 6 anos (plantio 1998), ACA Taquaruçu-Laranjeiras, foram levantados um total de 15 indivíduos pertencentes a regeneração natural de espécies arbóreas com 7 espécies distribuídas em 4 famílias. A família predominante entre os indivíduos da regeneração foi a Mimosaceae com 3 espécies *Anadenanthera* sp, *Albizia polycephala* e *Inga vera*. Na área com 11 anos (plantio 1993), ACA Taquaruçu-Itaguajé, foram levantados um total de 75 indivíduos, mas em sua maioria (56 indivíduos) foi de um único gênero *Anadenanthera* sp, pertencente à família Mimosaceae. E na área com 16 anos (plantio 1988) foram levantados, totalizando 61 indivíduos, pertencentes a 14 espécies distribuídos em 9 famílias. A família predominante foi a Fabaceae

com 37 indivíduos representados por 2 espécies *Lonchocarpus muehlbergianus* e *Poecilanthe parviflora*.

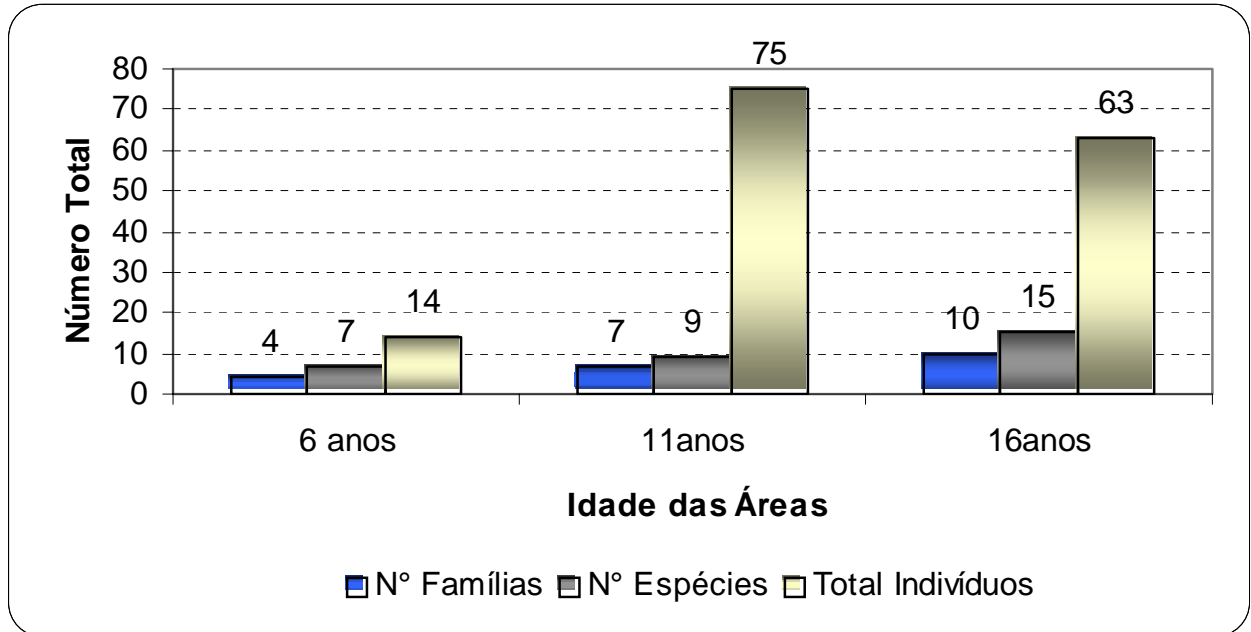


Figura 14 – Números de famílias, espécies e indivíduos na composição florística da regeneração natural no 1º levantamento (período verão / úmido)

Para este primeiro levantamento foi calculado o índice de Shannon para demonstrar a diversidade de espécies amostradas de cada área avaliada, apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Índice de diversidade de Shannon para a regeneração natural de espécies arbóreas no primeiro levantamento do verão/chuvoso (número / 63,585 m<sup>2</sup>)

Área	Número de espécies	Total de indivíduos	Índice de Shannon
6 anos	7	14	1,76
11 anos	9	75	1,07
16 anos	15	63	2,06

Comparando os valores do índice de Shannon a área com 16 anos obteve o maior índice do que as outras duas áreas. A área com 11 anos apresentou índice menor do que a área com 6 anos, mesmo com maior número de espécies, pela concentração de um único gênero no total de indivíduos amostrados. Além deste fator esta área possui uma alta infestação por gramíneas

(capim colonião). Devido provavelmente ao histórico de degradação desta área que foi utilizada como “bota-fora” (Toyama com.pess, 2004) na época de construção da hidroelétrica, o que certamente influenciou na condição do sítio para a regeneração natural, criando condições pouco propícias para este processo, aparentemente apenas espécies mais agressivas como, por exemplo, *Anadenanthera* sp que apresentou um número elevado de indivíduos regenerantes.

A Figura 15 apresenta os resultados dos levantamentos para regeneração de espécies arbóreas, realizados no segundo levantamento (período inverno/seco), onde em cada localidade 6, 11 e 16 anos foram amostrados o número de famílias, de espécies e indivíduos numa área amostral de 63,62 m<sup>2</sup>.

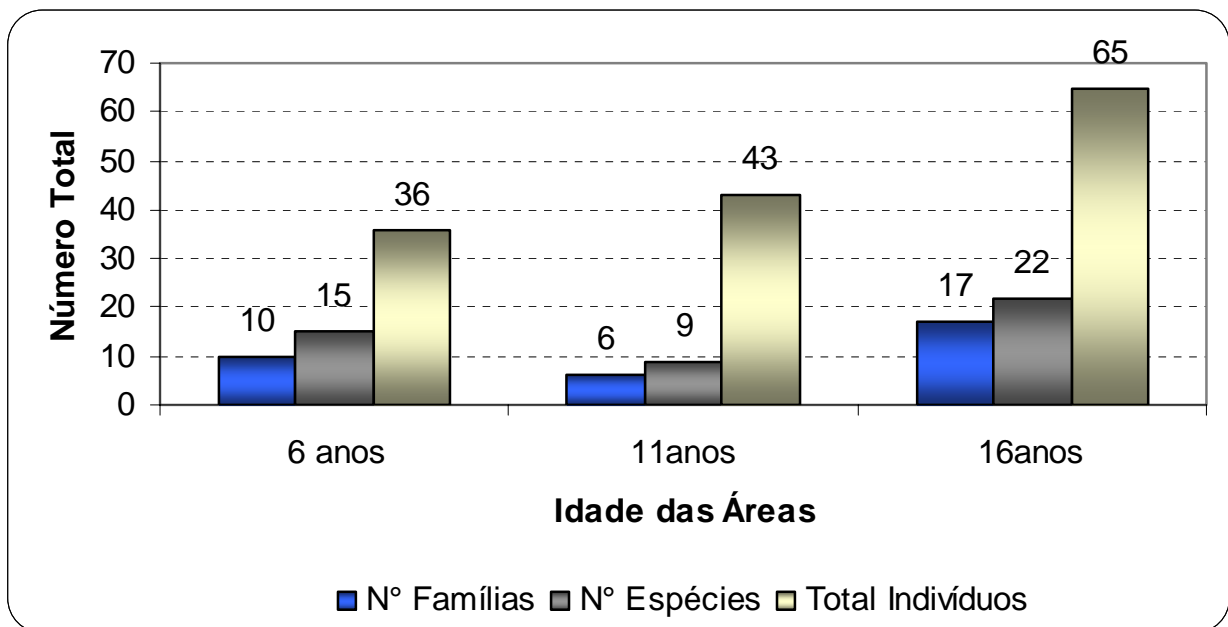


Figura 15 – Números de famílias, espécies e indivíduos na composição florística da regeneração natural no 2º levantamento (período inverno / seco).

O segundo levantamento apresentou comportamento similar ao do primeiro para regeneração natural nas 3 áreas avaliadas, com maior número de indivíduos na área mais recente em relação à mais antiga.

Na área com 6 anos (plantio 1998), foram levantados um total de 36 indivíduos pertencentes à regeneração de espécies arbóreas com 15 espécies distribuídas em 10 famílias. A família predominante entre os indivíduos da regeneração foi Mimosaceae com 19 indivíduos,

apresentando dominância das espécies *Albizia polycephala*, *Anadenathera* sp e *Enterolobium contortisiliquum*.

Na área com 11 anos (1993), o levantamento resultou num total de 43 indivíduos com 9 espécies distribuídas em 6 famílias. A família que predominou foi Mimosaceae com 28 indivíduos representada principalmente pela espécie *Anadenathera* sp, seguida pela família Fabaceae com 6 indivíduos representada pelas espécies *Lonchocarpus muehlbergianus* e *Lonchocarpus cultratus*.

Na área com 16 anos (plantio 1988) levantou-se um total de 65 indivíduos com 22 espécies, distribuídas em 17 famílias. Novamente com a predominância da família Fabaceae sendo representada pela espécie *Lonchocarpus muehlbergianus*, seguida pela família Meliaceae representada pelas espécies *Guarea guidonia* e *Cabrela canjerana*.

Para este segundo levantamento foi calculado o índice de Shannon, para demonstrar a diversidade de espécies amostradas de cada área avaliada apresentado na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 – Índice de diversidade de Shannon para a regeneração natural de espécies arbóreas no período do inverno/seco (número / 63,62 m<sup>2</sup>)

Área	Número de espécies	Total de indivíduos	Índice de Shannon
6 anos	15	36	2,19
11 anos	9	43	1,67
16 anos	22	65	2,66

Este resultado, para o índice de diversidade de Shannon, foi muito semelhante ao do primeiro levantamento, com sensível aumento entre a área de 6 anos para área de 16 anos.

Isto não ficou aparente para área de 11 anos, pelo histórico do uso do solo, observando-se também que esta área, até mesmo pela sua idade, possui uma alta invasão de espécies de gramíneas (capim colônia), o que não era esperado, pois acreditava-se que apenas pelo fechamento do dossel da floresta haveria um controle da invasão destas gramíneas.

Os resultados obtidos nas áreas de 16 e 11 anos, comparando-se com o levantamento de 1998 (SOUZA, 2000), amostrou-se um total 49 indivíduos com 16 espécies distribuídas em 13 famílias para área de Rosana – Nova Pontal (plantio 1988 / 10 anos) e ausência de indivíduos na área Taquarucú – Itaguajé (plantio 1993 / 5 anos). Percebe-se que nestas duas áreas está



ocorrendo um aumento efetivo da diversidade na regeneração natural, com o passar do tempo. Souza (2000) afirma que existe a possibilidade da regeneração iniciar-se quando a floresta em processo de restauração já possui no mínimo seis anos, para estas áreas estudadas.

Para avaliação qualitativa, segundo os grupos ecológicos, aos quais pertencem os indivíduos da regeneração natural de espécies arbóreas são apresentadas as Figuras 16 e 17.

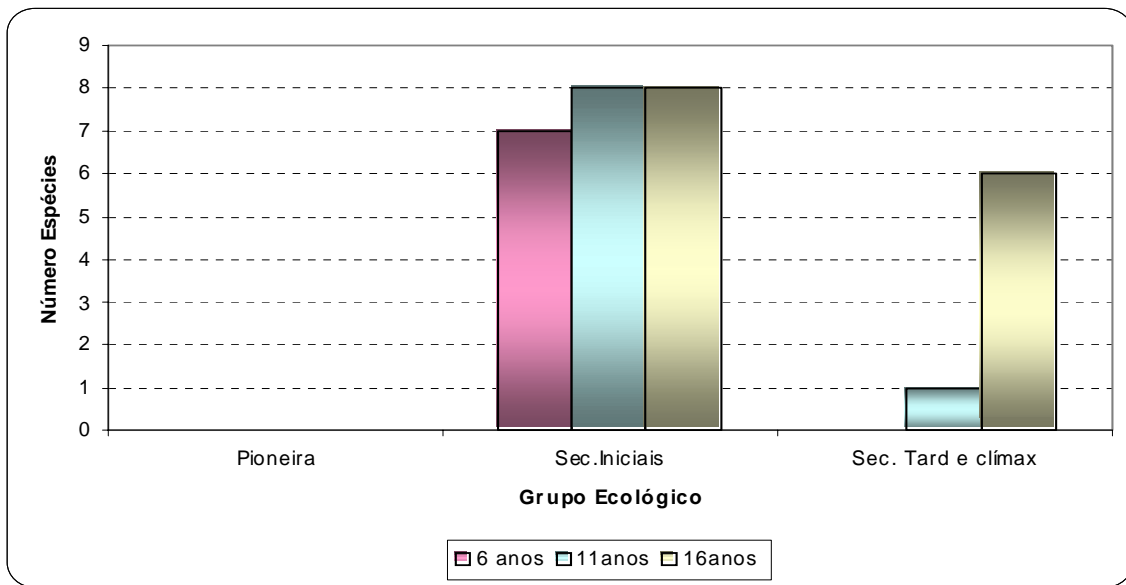


Figura 16 – Distribuição das espécies da regeneração natural segundo seu grupo ecológico 1º levantamento (período verão / úmido- mar./abr. de 2004).

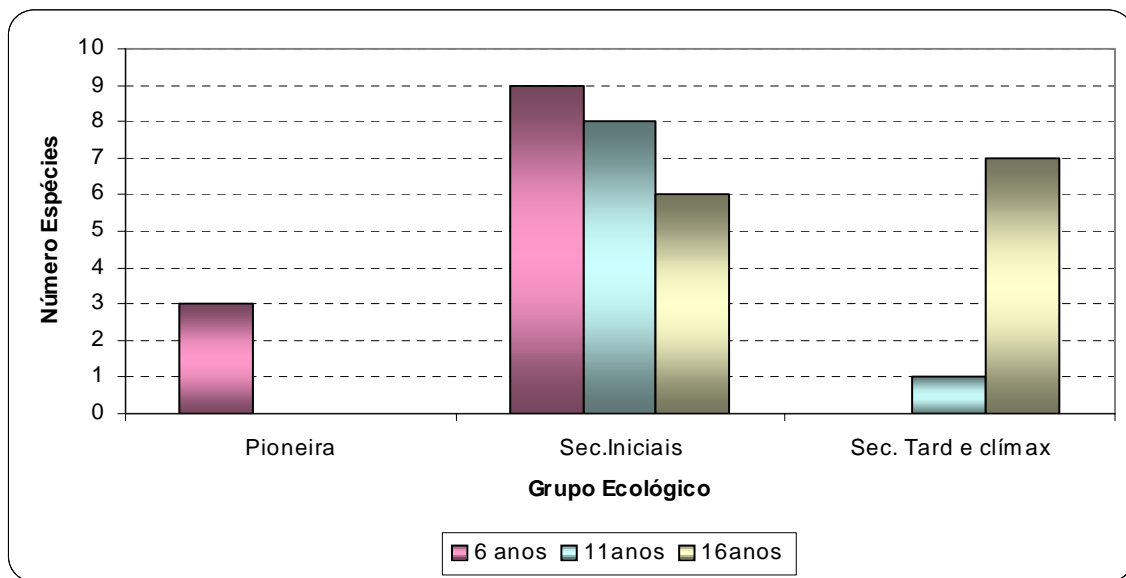


Figura 17 – Distribuição das espécies da regeneração natural segundo seu grupo ecológico 2º levantamento (período inverno / seco - ago./set. de 2004).

Analisando-se as Figuras anteriores 16 e 17, é perceptível o avanço da sucessão entre as florestas avaliadas tanto no primeiro como no segundo levantamento da regeneração natural de espécies arbóreas.

Na área com 6 anos (1998) foram amostradas espécies secundárias iniciais no primeiro levantamento que se realizou no período do verão, pioneiras e secundárias iniciais no segundo levantamento que se realizou no inverno quando muitas espécies que formam o dossel perdem as folhas. Neste caso onde apareceram espécies pioneiras, apenas uma espécie é classificada como espécie pioneira típica de clareiras naturais (*Trema micrantha*), as outras duas espécies (*Enterolobium contortisiliquum* e *Croton urucurana*) são secundárias iniciais e também podem ser consideradas como pioneiras antrópicas (KAGEYAMA e GANDARA, 1993). Estas espécies são utilizadas como pioneiras em plantios de restauração por possuírem características de rápido crescimento e sombreamento.

Na área com 11 anos a dominância é de espécies secundárias iniciais e alguns indivíduos dos grupos das secundárias tardias e climácicas. Na área com 16 anos (1988), no segundo levantamento, predominaram espécies climácicas e secundárias tardias, com representantes das secundárias iniciais. No primeiro levantamento, mesmo com predomínio das secundárias iniciais, a representatividade do grupo das secundárias tardias e climácicas é evidente.

Gandolfi (1991) propõe em seu estudo com Florestas Estacionais Semidecíduais uma relação entre a deciduidade e a regeneração dessas florestas, em que a alternância de condições de luz se repetiria em ciclos anuais e criaria o que o autor denominou “clareiras virtuais” para área de sub-bosque.

As clareiras virtuais surgiriam em florestas com a presença de muitas árvores decíduas no dossel, podendo criar padrões de sombreamento diferenciados durante o ano, uma estação com grande sombreamento, e durante um período menor quando ocorre a queda das folhas das árvores um menor sombreamento, como uma condição semelhante à de uma clareira. O mesmo autor ainda propõe que estes padrões diferenciados de sombreamento propiciam sítios diferenciados que poderiam favorecer a regeneração de espécies arbóreas secundárias iniciais.

Justificando talvez a maior abundância de indivíduos e espécies deste grupo ecológico, nas três áreas avaliadas nos dois levantamentos.

A partir dos aspectos dos grupos ecológicos analisados, pode-se concluir que a amostragem da regeneração das espécies arbóreas está coerente com o esperado.

Com o passar dos anos e o desenvolvimento das árvores plantadas, ocorre o fechamento do dossel da floresta e desta maneira, gera-se microclimas propícios para a germinação de determinadas espécies em função da necessidade de luz, que é favorecido pelo fechamento ou não do dossel das florestas. E o tempo que as espécies plantadas levaram para se desenvolver e atingir a maturidade reprodutiva, produzindo propágulos para regeneração.

Quando a floresta ainda possui grande incidência de luminosidade as espécies favorecidas são as dos estágios iniciais como as pioneiras e secundárias iniciais, que também atingem a maturidade para se reproduzir mais rapidamente ou estavam no banco de sementes. Quando o dossel da floresta já está mais fechado, ocorre um filtro da luminosidade sob este, propiciando características microclimáticas para regeneração de espécies de estágios mais avançados como as secundárias tardias e climácicas.

A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos nos levantamentos efetuados no período verão/úmido (março/abril) e no inverno/seco (agosto/setembro) para regeneração natural de espécies arbóreas, onde foram avaliados os parâmetros altura e densidade para espécies arbóreas com altura igual ou superior 30 cm e CAP igual ou menor que 15 cm.

Tabela 10 – Densidade a altura da regeneração natural de espécies arbóreas (altura  $\geq$  30 cm e CAP  $\leq$  15 cm)

Idade (anos)	Levanta mento	Densidade (ind.ha <sup>-1</sup> )		Altura (m)	
		Média	CV (%)	Média	CV (%)
6	(1) L1	2.200	44,62	1,24	33,39
	(2) L2	5.816	12,39	0,88	14,62
11	L1	11.788	88,30	0,74	36,45
	L2	6.759	56,41	0,97	54,45
16	L1	9.902	72,08	0,85	27,94
	L2	10.531	50,34	1,00	0,18

Notas: <sup>(1)</sup> primeiro levantamento (período verão/úmido).

<sup>(2)</sup> segundo levantamento (período inverno/seco).

Com os resultados da Tabela 10 – , mesmo havendo diferenças de valores entre os dois levantamentos realizados, a densidade dos indivíduos regenerantes foi menor na área de 6 anos e



maior na área de 11 e 16 anos. Ou seja, quanto mais antiga a floresta plantada, maior a densidade das plantas regenerando-se.

Os resultados das alturas médias não foram os esperados. As alturas das três áreas avaliadas foram muito semelhantes, mas este é um parâmetro muito variável dentro da questão da regeneração de espécies arbóreas. Contudo, pôde-se observar indivíduos de maior porte nas áreas em processo de restauração mais antigas que não foram amostrados.

Comparando a listagem das espécies arbóreas plantadas com a listagem das espécies amostradas na regeneração natural de espécies arbóreas, não foram encontradas espécies “novas” (divergentes), provindas de outras áreas. Ou seja, apenas estão regenerando espécies que foram implantadas. Este quadro sugere que praticamente não há dispersão de sementes provindas de outras áreas. Pelo fato, provavelmente, da inexistência de fragmentos próximos às áreas e/ou à falta de agentes dispersores.

Para melhor entendimento dos dados levantados é necessária a comparação com outros trabalhos, que são apresentados na Tabela 11.

Relacionando-se os trabalhos da Tabela 11 com a pesquisa realizada, os números para densidade de indivíduos de espécies arbóreas regenerantes não existem grandes diferenças significativas deste trabalho quando comparado com os de Souza (2000), Siqueira (2002), Sorreano (2002) e Silveira (2004). Mesmo ao considerar-se os diferentes critérios de inclusão para análise da regeneração.

Mas quando comparados com Durigan e Dias (1990) os dados para densidade tornam-se baixos, pois o valor do levantamento realizado por estes autores é muito discrepante quando comparado com todos os outros levantamentos da Tabela 11. Não obstante são muitos os aspectos que podem estar influenciando nestes valores.

Os valores apresentados para regeneração em florestas plantadas ainda estão muito distantes dos valores observados por Passos (1998) e Grombone-Guaratini (1999) que realizaram seus estudos em áreas naturais. Verifica-se, contudo, que o número de indivíduos pertencentes à regeneração natural dos reflorestamentos mistos com espécies arbóreas nativas com o passar dos anos aumenta nos trabalhos apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Densidade da regeneração natural de espécies arbóreas nas áreas avaliadas e outros trabalhos

<b>Local</b>	<b>Tipologia florestal</b>	<b>Critério de inclusão dos indivíduos</b>	<b>Densidade (ind.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Referência</b>
Laranjeiras (SP)	(1) RM 6 anos	altura > 30 cm CAP < 15 cm	5.816	Este trabalho
Itaguajé (PR)	RM 5 anos	altura > 50 cm CAP < 15 cm	0	SOUZA (2000)
Santa Cruz das Palmeiras (SP)	RM 6 anos	altura 0,3 – 1,3 m	3.050	SORREANO (2002)
Iracemópolis (SP)	RM 9 anos	altura 0,3 – 1,3 m	6.010	SORREANO (2002)
Piracicaba (SP)	RM 10 anos	altura 0,3 – 2 m	17.600	SIQUEIRA (2002)
Tarumã (SP)	RM 10 anos	altura > 50 cm	4.075	SILVEIRA (2004)
Primavera (SP)	RM 10 anos	altura > 50 cm CAP < 15 cm	6.499	SOUZA (2000)
Itaguajé (PR)	RM 11 anos	altura > 30 cm CAP < 15 cm	6.759	Este trabalho
Iracemópolis (SP)	RM 14 anos	altura 0,3 – 2 m	6.800	SIQUEIRA (2002)
Primavera (SP)	RM 16 anos	altura > 30 cm CAP < 15 cm	10.531	Este trabalho
Cândido Mota (SP)	RM 17 anos	altura 0,5 – 2 m	140.650	DURIGAN e DIAS (1990)
Mogi-Guaçu (SP)	Floresta Natural (mata ciliar)	altura > 10 cm DAP < 5 cm	38.500	PASSOS (1998)
			52.500	
			64.500	
Campinas (SP)	Floresta Natural	altura > 50cm e < 4 m CAP < 15cm	27.568	GROMBONE-GUARATINI (1999)

Nota: (1) Reflorestamento misto de espécies arbóreas nativas.

Conforme discutido anteriormente, o histórico do uso da terra, o banco de sementes (GUARIGUATA et al., 1995), à distância de fontes colonizadoras (ROBINSON e HANDEL, 1993; PARROTA et al.,1997; MELI, 2003) e a dispersão de propágulos (ROBINSON e HANDEL, 1993; McCLANAHAN e WOLFE, 1993; BAKKER et al., 1996; MELI, 2003), provavelmente são os fatores principais que influenciam a densidade da regeneração natural e que podem comprometer a sustentabilidade à longo prazo dos plantios que visam a restauração ecológica de florestas.



Figura 18 e Figura 19 - Regeneração de espécies arbóreas

### 2.6.3 Lianas

A Figura 20 apresenta os resultados do levantamento de lianas realizado no período do verão / úmido nos meses de março e abril de 2004, nas áreas de Taquaruçu – Laranjeiras com 6 anos (plantio 1998), Taquaruçu – Itaguajé com 11 anos (plantio 1993) e Rosana – Nova Pontal com 16 anos (plantio 1988).

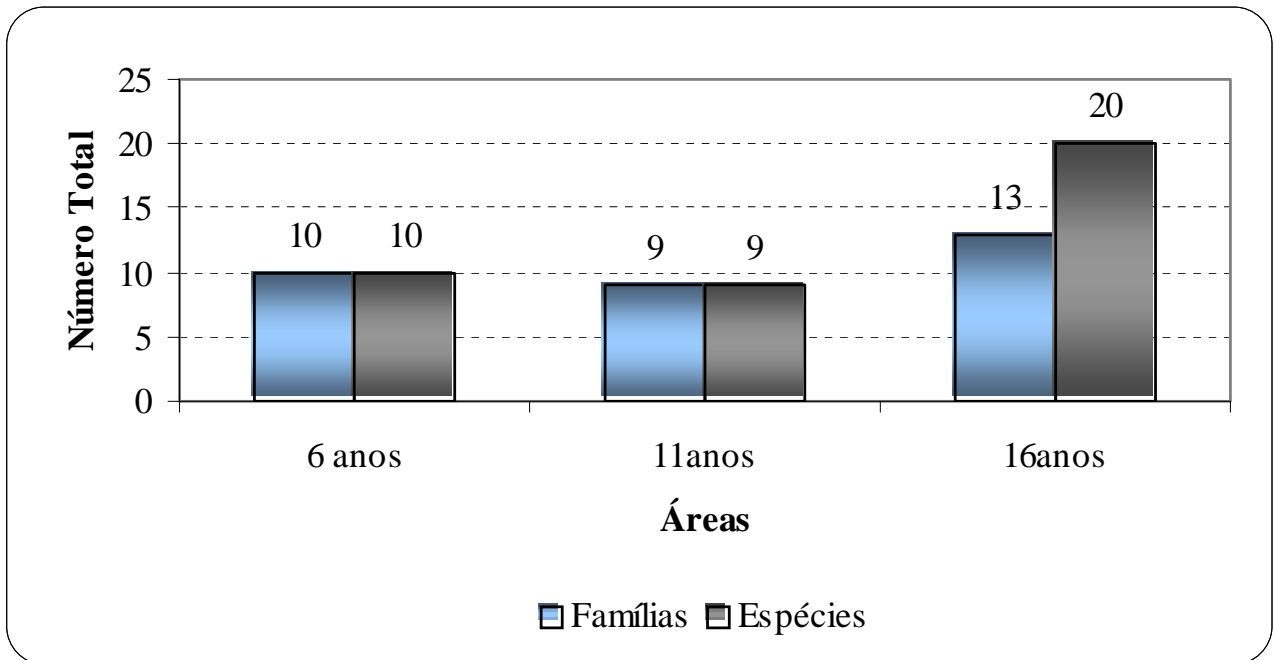


Figura 20 – Número de famílias e espécies de lianas no 1º levantamento (período verão / úmido)

A Tabela 12 informa da composição florística, famílias e espécies de lianas encontradas e sua síndrome de dispersão nas florestas avaliadas com 6 anos (1998), com 11 anos e com 16 anos (1988). Resultados do primeiro levantamento período verão/úmido (março e abril de 2004) e do segundo levantamento período inverno/seco (março e abril de 2004).

Tabela 12 – Famílias, espécies e síndrome de dispersão das lianas levantadas na área incluindo todas idades de plantio encontrada no primeiro levantamento (época chuvosa/verão) e no segundo levantamento (época seca/inverno)

Família / Espécie	SD	6 anos		11 anos		16 anos	
		verão	invern	verão	invern	verão	invern
<b>Amaranthaceae</b>							
<i>Hebanthe paniculata</i>						X	
<i>Hebanthe</i> sp						X	
<b>Apocynaceae</b>							
<i>Prestonia coalita</i>	anemo	X		X			
<b>Aristolochiaceae</b>							
<i>Aristolochia paulistana</i>	anemo	X		X	X		X
<b>Asclepiadaceae</b>							
<i>Oxypetalum</i>	anemo	X	X				
<b>Asteraceae</b>							
<i>Mikania</i>	anemo	X	X	X	X		
<b>Bignoniaceae</b>							
<i>Adenocalymma</i>	anemo				X		X
<i>Amphilophium</i>	anemo						X
<i>Arrabidaea craterofoa</i>	anemo					X	
<i>Arrabidaea conjugata</i>	anemo					X	X
<i>Arrabidaea pulchhra</i>	anemo				X		
<i>Macfadyena mollis</i>	anemo						X
<i>Macfadyena unguis-cati</i>	anemo	X		X		X	X
<i>Mansoa difcilis</i>	anemo						X
<i>Pyrostegia venusta</i>	anemo						X
<i>Stizophyllum perforatum</i>	anemo						X
<i>Morfoespécie</i>	anemo					X	X
<b>Convolvulaceae</b>							
<i>Merremia</i>	anemo	X	X				
<b>Curcubitaceae</b>							
<i>Gurania</i>	zoo			X			
<b>Dilleniaceae</b>							
<i>Davilla rugosa</i>	zoo				X		

Família / Espécie	SD	6 anos		11 anos		16 anos	
		verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno
<b>Fabaceae</b>							
<i>Dalbergia frutescens</i>	<b>anemo</b>					<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Hippocrateaceae</b>							
<i>Anthodon decussatum</i>							<b>X</b>
<i>Hippocrateae volubis</i>	<b>anemo</b>					<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Malpighiaceae</b>							
<i>Banisteriopsis</i> sp	<b>anemo</b>					<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Menispermaceae</b>							
<i>Abuta selloana</i>	<b>zoo</b>		<b>X</b>				
<b>Mimosaceae</b>							
<i>Acacia cf. plumosa</i>			<b>X</b>				
<b>Rhamnaceae</b>							
<i>Gouania virgata</i>	<b>anemo</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Sapindaceae</b>							
<i>Serjania fuscifolia</i>	<b>anemo</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Smilacaceae</b>							
<i>Smilax</i> 1	<b>zoo</b>	<b>X</b>	<b>X</b>			<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Smilax</i> 2	<b>zoo</b>					<b>X</b>	
<b>Solonaceae</b>							
<i>Solanum</i> sp	<b>zoo</b>					<b>X</b>	
<b>Vitaceae</b>							
<i>Cissus verticillata</i>	<b>zoo</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		

Nota: Síndrome de dispersão (SD) anemo: anemocórica e zoo: zoocórica.

A figura 21 apresenta os resultados do levantamento de lianas realizado no período do inverno / seco nos meses de agosto e setembro de 2004, nas áreas de Taquaruçu – Laranjeiras com 6 anos (plantio 1998), Taquaruçu – Itaguajé com 11 anos (plantio 1993) e Rosana – Nova Pontal com 16 anos (plantio 1988).

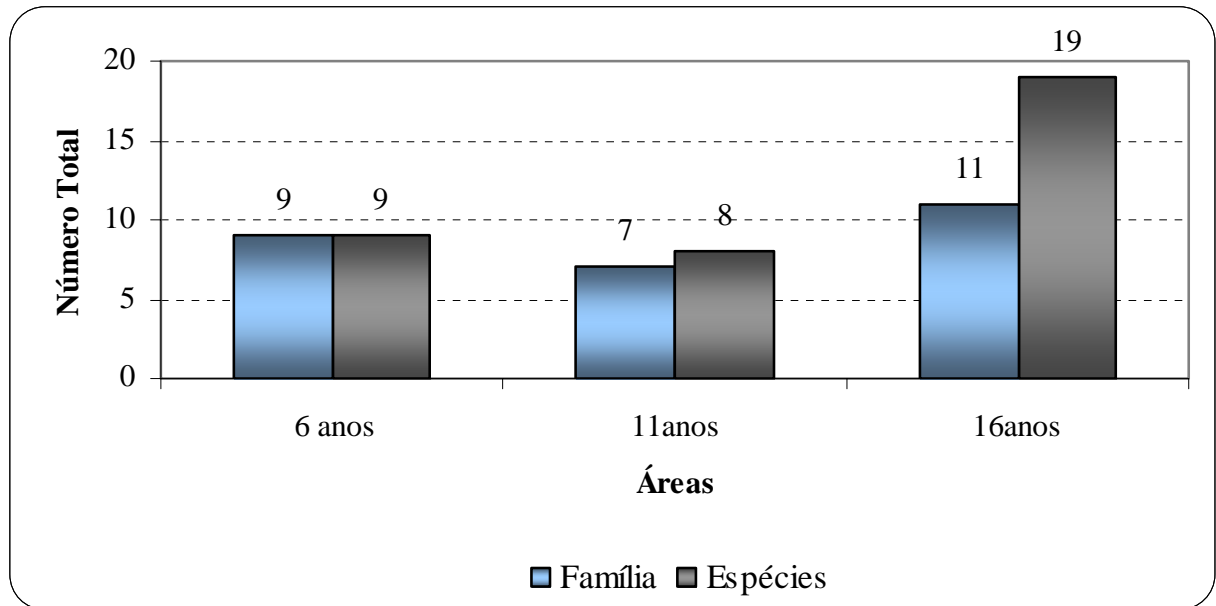


Figura 21 – Número de famílias e espécies de lianas no 2º levantamento (período inverno / seco)

Os dois levantamentos de lianas realizados demonstram que o número de famílias e espécies é muito semelhante nas áreas com 6 e 11 anos e na área com 16 anos esses números são superiores. O que significa que, possivelmente, em reflorestamentos mais antigos exista um maior número de espécies e famílias de lianas do que em reflorestamentos mais jovens. O que não ocorreu diretamente na área de 11 anos, lembrando que o histórico desta área é mais crítico em termos de degradação.

Na área com 16 anos é perceptível a mudança no ambiente e na estrutura geral da floresta pela presença das lianas. O sítio modificado pelo plantio misto de espécies arbóreas pode estar proporcionando condições para seu surgimento e crescimento. Outro argumento é o banco de sementes que ali existia anteriormente com estas formas de vida, ou mesmo considerar que com o envelhecimento dessa floresta esses organismos tenham mais oportunidade de se estabelecer.

A riqueza de espécies de lianas está tendo um incremento nas áreas avaliadas, com este parâmetro pode-se dizer que a retomada da diversidade deste grupo de espécies está acontecendo. Devido às dificuldades de em separar os indivíduos dessa forma de vida um do outro, não foi possível disponibilizar para esse trabalho o índice de diversidade.

Comparando com trabalhos realizados especificamente para este grupo de organismos vegetais em florestas naturais decíduas semidecíduais Hora e Soares (2002) e Morellato (1991)

Tabela 13. Os números para as áreas em processo de restauração avaliadas são muito inferiores em relação às florestas naturais, mas com estes constata-se a colonização desta forma de vida nas áreas estudadas.

Tabela 13 – Alguns exemplos de levantamento de número de espécies de lianas em diferentes tipologias florestais (sp.ha<sup>-1</sup>)

<b>Tipologia Florestal</b>	<b>sp.ha<sup>-1</sup></b>
Floresta Estacional Semidecidual (HORA E SOARES, 2002)	109
Floresta Semidecidual (MORELLATO, 1991)	135
Floresta Seca Costa Rica (OPLER et al., 1991)	103
Floresta Seca Costa Rica (GENTRY, 1991)	49
Floresta quente e úmida no México (IBARRA-MANRÍQUEZ, 1991)	91
Floresta Amazônica Boliviana (PÉREZ-SALICRUP et al., 2001)	51
Florestas úmidas Barro Colorado (FOSTER, 1982)	80

Em avaliações executadas em reflorestamentos mistos de espécies arbóreas, mesmo não tendo o enfoque principal no levantamento de lianas, Souza (2000) encontrou apenas 6 indivíduos em uma área com 11 anos de implantação das árvores e nenhum indivíduo em áreas com 10 e 5 anos. Sorreano (2002) levantou 26 indivíduos numa área com aproximadamente 46 anos, nenhum indivíduo numa área de 9 anos e apenas 1 indivíduo na área com 6 anos.

A maioria das espécies de lianas amostrada nas três áreas é anemocórica (Tabela 12), confirmando Morellato (1995) que cita em seu trabalho que a anemocoria é a síndrome de dispersão mais comum para esta forma de vida. As espécies que são zoocóricas ocorrem normalmente no interior da mata natural.

A riqueza de espécies de lianas é uma característica das Florestas Estacionais Semidecíduais (MORELLATO, 1996). As lianas auxiliam na mudança do microclima da floresta, aumenta o fornecimento de matéria orgânica (HEGARTY e CABALLÉ, 1991) e sua presença é muito importante na manutenção da oferta de recursos florais ao longo do ano, nas florestas semidecíduais (MORELLATO, 1991), podendo contribuir coma manutenção da diversidade dos reflorestamentos estudados.



A Tabela 14 apresenta a porcentagem de árvores com presença de lianas. Na área com 16 anos esse número é muito elevado em relação às outras áreas e essa porcentagem justifica-se provavelmente pela presença de micro sítios adequados para a germinação desta forma de vida, por apresentar um dossel um mais aberto pela decorrência da morte de espécies pioneiras, dessa maneira ocasionando uma diferença na luminosidade e temperatura, diferenciando a qualidade de energia solar que penetra na floresta e/ou pela dispersão anemocórica e zoocórica. As outras áreas como já mencionado provavelmente possuíam um banco de sementes mais pobres dessas plantas com hábito lianescente. E a área de 11 anos ainda se encontra com alto grau de infestação de gramíneas invasoras o que deve interferir no desenvolvimento destes vegetais.

Tabela 14 – Porcentagem de árvores com presença de lianas nas áreas avaliadas

<b>Área</b>	<b>Árvores com lianas (%)</b>
6 anos	12,9
11 anos	1,6
16 anos	64,9

Engel et al. (1998) encontraram em um fragmento de 60 ha de mata secundária tardia em Botucatu, SP, em média 69,3% das árvores com DAP>10 cm estão colonizadas por cipós na copa ou no caule, similarmente ao registrado no plantio com 16 anos.

Contudo, segundo Budowski (1965) em seu trabalho sobre o processo sucessional em florestas tropicais, caracteriza as lianas em grupos sucessionais, como as espécies arbóreas. As pioneiras e secundárias iniciais são herbáceas, abundantes e compostas por poucas espécies; as secundárias tardias são abundantes, mas não com muitas espécies e as climácias são lenhosas e abundantes.

Porém até que ponto a quantidade de indivíduos de lianas nas florestas em processo de restauração influem de maneira negativa em seu desenvolvimento estrutural ao longo do tempo e se é necessário algum tipo de intervenção ou manejo desta comunidade de lianas, mesmo não sendo o objetivo dessas áreas a exploração madeireira e sim a preservação ambiental.



Figura 22 – Espécie de liana lenhosa na área com 16 anos

#### 2.6.4 Epífitas

O resultado do levantamento das epífitas nos três reflorestamentos avaliados foi insignificante quase nulo. Foram encontrados 2 indivíduos na área com 6 anos e 1 indivíduo na área com 11 anos da espécie *Tillandsia* sp. da família Bromeliaceae. E na área com 16 anos apenas uma Pteridofita.

Com isso conclui-se que esse tipo de forma de vida vegetal, não está chegando nas áreas dos reflorestamentos, o que nos leva a acreditar na possibilidade de que não existam fontes de propágulos nas proximidades e/ou não existam dispersores para estas espécies. Outro fator que pode ser considerado, mas não justifica a ausência quase que completa, é o fato da floresta apresentar maior proporção de espécies caducifólias, influenciando o teor de umidade no interior da floresta em restauração (Pinto, 1989).

Aqui fica a questão da necessidade, talvez, de não apenas implantarmos árvores com o objetivo de restaurar um ecossistema, mas também considerar esse grupo em questão, assim como outros. Ou a criação de corredores entre fragmentos das regiões, no intuito de possibilitar a chegada de propágulos nas áreas em processo de restauração.

Um outro tema é se as epífitas ocorrem somente em fases posteriores de sucessão. Segundo Budowski (1965), as epífitas aparecem na fase secundária tardia da sucessão. A presença de epífitas depende da existência de nichos ecológicos adequados e de heterogeneidade ambiental. Os plantios avaliados ainda não possuem essas características além da ausência de estratificação (dossel único).

Kageyama *et al.* (2003) questionam: considerar as espécies arbóreas como arcabouço que dá estrutura básica à floresta, formando o dossel onde se inserem os outros organismos, é a posição pragmática correta? Em que momento devem ser incorporados os outros segmentos?

### **2.6.5 Macrofauna edáfica**

Para distribuição sazonal dos indivíduos coletados da macrofauna edáfica, os resultados registrados na época chuvosa / verão representaram 41,63% (25.664 ind.m<sup>-2</sup>) e na época seca / inverno 58,37% (32.240 ind.m<sup>-2</sup>) do total de indivíduos coletados nesta pesquisa. Este resultado não corrobora os resultados encontrados por Merlim (2005) que desenvolveu seu trabalho em sistemas de Araucária e o de Bandeira e Harada (1998) que trabalharam na Amazônia Central. Porém não se pode afirmar que os dados obtidos neste trabalho são uma constante, pois seria necessário analisar mais de um ano.

Este levantamento pode se referir a um ano atípico quanto à distribuição de chuvas e temperaturas médias em cada estação analisada, porém isto não pôde ser confirmado os locais não possuem estações climatológicas próximas.

Não houve tendência para distribuição vertical da macrofauna edáfica entre os dois levantamentos e as três áreas em processo de restauração estudadas. Pode-se visualizar nas Figuras 23 e 24.

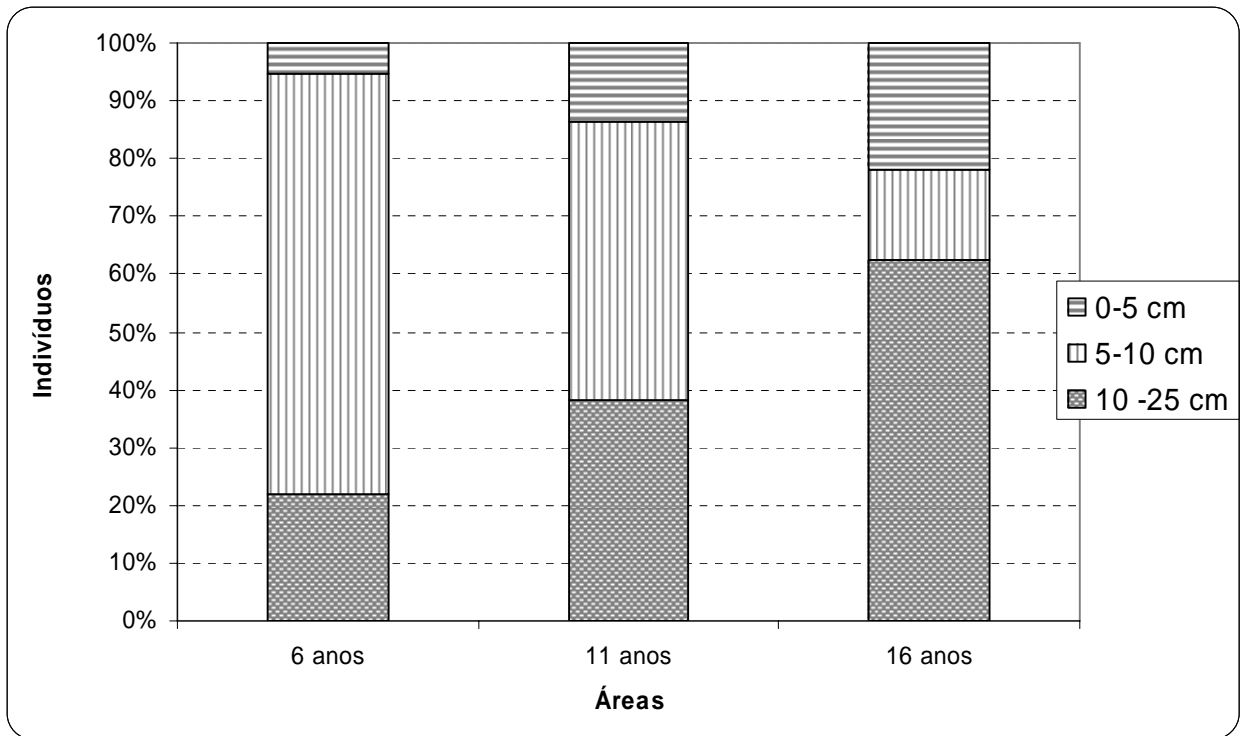


Figura 23 – Distribuição vertical dos indivíduos da macrofauna edáfica no 1º levantamento (período chuvoso/ verão – mar./abr. de 2004)

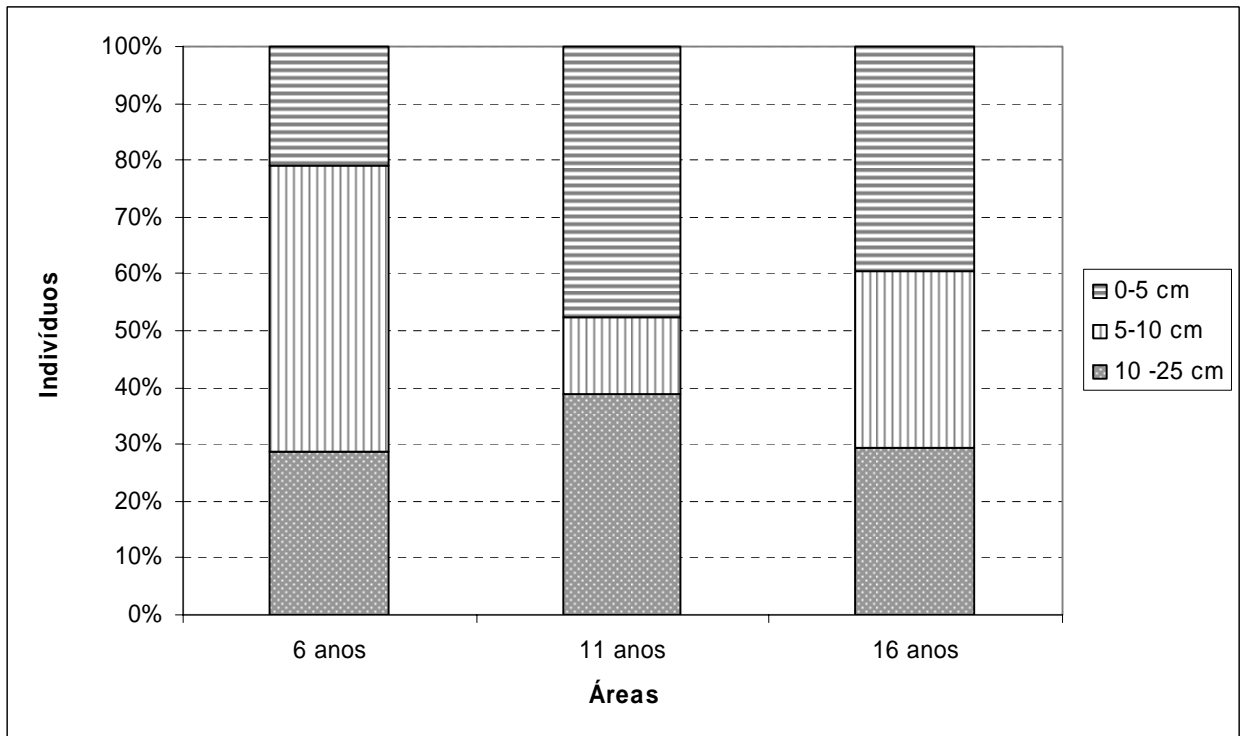


Figura 24 – Distribuição vertical dos indivíduos da macrofauna edáfica no 2º levantamento (período seco/inverno – ago./set. de 2004)

A Tabela 15 apresenta a densidade média e erro padrão para os grupos taxonômicos e total de indivíduos da macrofauna edáfica no primeiro levantamento na época chuvosa/verão nos meses de março e abril de 2004, nas três áreas em processo de restauração avaliadas.

Tabela 15 – Densidade média ( $\pm$  erro-padrão) da macrofauna edáfica (indivíduos / m<sup>2</sup>) nas florestas em processo de restauração avaliadas no 1º levantamento (época chuvosa/verão)

<b>Grupo Taxonômico</b>	<b>área 6 anos</b>	<b>área 11 anos</b>	<b>área 16 anos</b>
Oligochaeta	16 (5)	133 (55)	115 (20)
Coleoptera (larva)	31 (8)	44 (9)	30 (9)
Coleoptera (adulto)	5 (3)	5 (2)	12 (4)
Formicidae	189 (117)	370 (220)	148 (77)
Isoptera	0 (0)	0 (0)	391 (258)
Diplopoda	2 (1)	14 (4)	25 (8)
Chilopoda	0 (0)	19 (4)	27 (8)
Arachnida	3 (2)	4 (2)	3 (2)
Heteroptera	4 (2)	4 (3)	4 (2)
Homoptera	7 (2)	29 (9)	13 (3)
Gastropoda	0 (0)	6 (4)	7 (5)
Isopoda	0 (0)	3 (2)	1 (1)
Dermaptera	0 (0)	10 (3)	4 (2)
Nematoda	0 (0)	0 (0)	4 (2)
Diptera	0 (0)	1 (1)	4 (2)
Blattodea	0 (0)	3 (2)	1 (1)
Lepidoptera	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Symphyla	0 (0)	21 (16)	0 (0)
Indeterminados	9 (5)	2 (2)	2 (1)
<b>Total</b>	<b>3.984</b>	<b>9.824</b>	<b>11.856</b>

Na área com 6 anos, Taquaruçu – Laranjeiras, onde avaliaram-se as parcelas 1, 4 e 5 implantadas no ano de 1998, foram amostrados um total de 249 indivíduos de macroinvertebrados nas amostras de solo, distribuídos em 8 grupos. Os principais grupos taxonômicos estão representados na Figura 25.

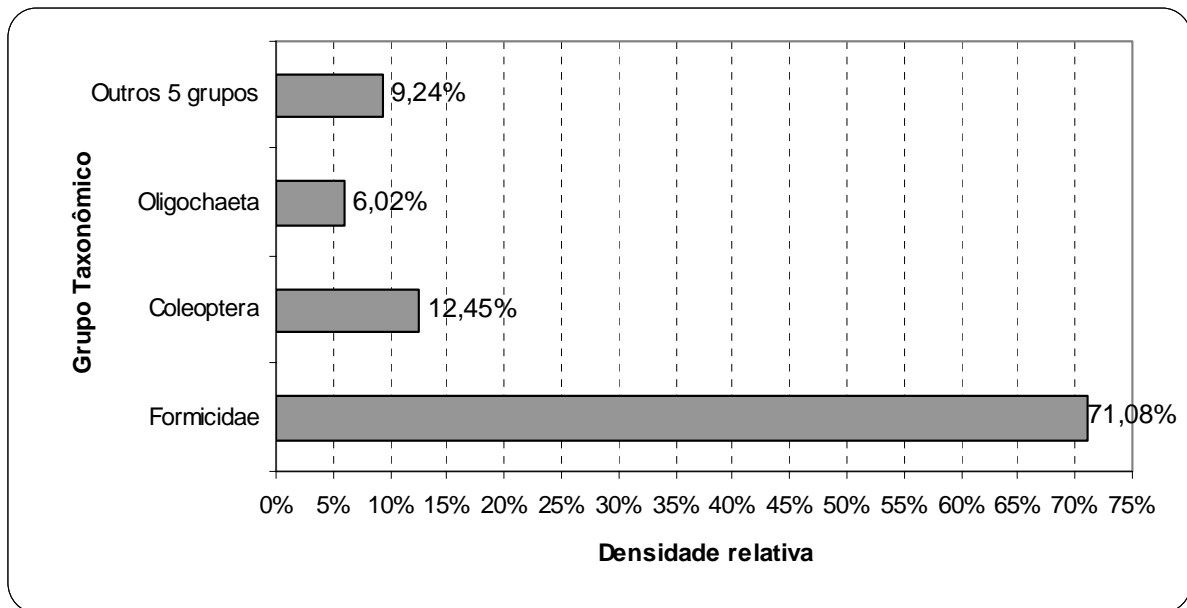


Figura 25 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 6 anos no primeiro levantamento (época chuvosa/verão – março e abril de 2004)

Na área com 11anos, Taquaruçu – Itaguajé, onde avaliaram-se as parcelas 8, 9 e 10 implantadas no ano de 1993, foram amostrados um total de 529 indivíduos de macroinvertebrados do solo, distribuídos em 15 grupos. Os principais grupos taxonômicos estão representados na Figura 26.

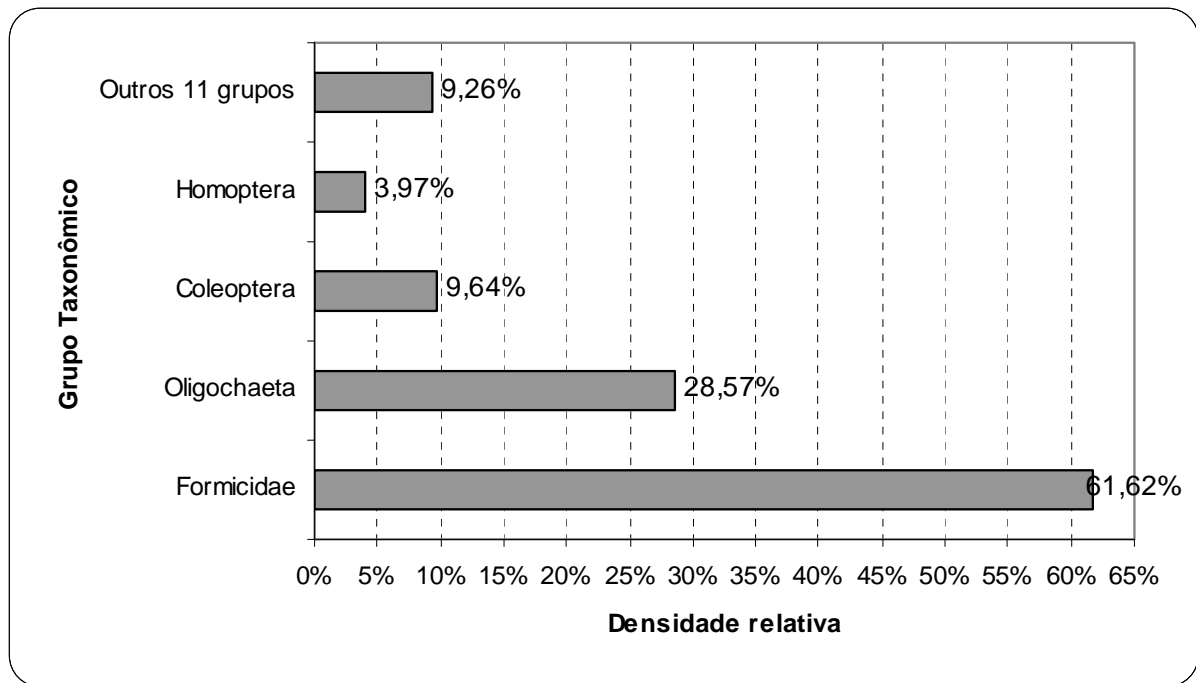


Figura 26 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 11 anos no primeiro levantamento (época chuvosa/verão – março e abril de 2004)

Na área com 16 anos, Rosana – Nova Pontal, onde avaliou-se as parcelas 2, 3 e 6 implantadas no ano de 1988, foram amostrados um total de 741 indivíduos de macroinvertebrados do solo, distribuídos em 17 grupos. Os principais grupos taxonômicos estão representados na Figura 27.

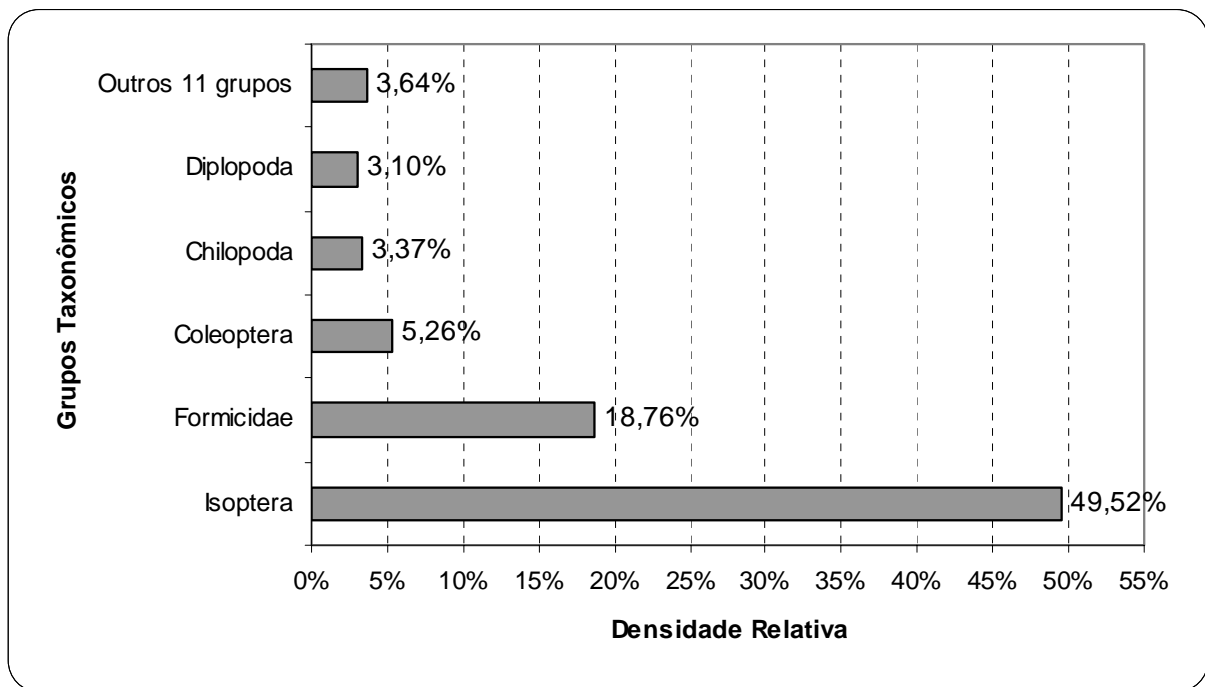


Figura 27 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 16 anos no primeiro levantamento (época chuvosa/verão – março e abril de 2004)

A Tabela 16 mostra o índice de Shannon (diversidade) considerando os grandes grupos e o número de indivíduos de cada grupo nas três áreas, no primeiro levantamento.

Tabela 16 – Índice de diversidade de Shannon para os grupos da macrofauna do solo levantados no primeiro levantamento

Área	Número de grupos	Total de indivíduos	Índice de Shannon
6 anos	8	3.984	1,112
11 anos	15	9.824	1,483
16 anos	17	11.856	1,711

Neste primeiro levantamento observou-se que a maior densidade de indivíduos componentes da macrofauna do solo e o número de grupos taxonômicos na área com 16 anos (plantio 1988) do que a área com 11 anos e essa por sua vez foi maior que a área de 6 anos.

A diversidade foi maior no plantio mais antigo e menor nos plantios mais novos de restauração. O índice de Shannon para o trabalho de Merlim (2005) em sistemas de araucária é



muito semelhante aos desta pesquisa com as devidas ressalvas por tratarem-se de tipologias florestais diferentes. Merlim (2005) obteve os seguintes índices de diversidade para mata nativa de araucária 1,64 / 1,65 (época seca/chuvosa), introduzida 1,35 / 1,30 (época seca/chuvosa) e impactada pelo fogo 1,02 / 1,91 (época seca/chuvosa). O mesmo pode-se dizer para o segundo levantamento que será apresentado adiante na Tabela 18.

A maior fertilidade do solo (Anexo D) nas parcelas das áreas em processo de restauração mais novas (11 e 6 anos) aparentemente não influenciou diretamente a riqueza e abundância dos macroinvertebrados do solo amostrados neste primeiro levantamento (Tabela 15).

Nas áreas mais antigas acredita-se que a qualidade e quantidade da serapilheira, que é um dos fatores mais importantes na composição e abundância da macrofauna, fornecidas pelas espécies arbóreas e lianas, supõe-se que propicia uma maior diversidade da fauna do solo. Como na pesquisa de Barros (2003) em plantios agroflorestais em áreas de pastos abandonados em que encontrou-se um maior número de grupos da macrofauna quando o sistema agroflorestal analisado era mais diversificado, isto é, a provisão de habitats e alimentos em sistemas diversificados podem favorecer os invertebrados do solo. Assim, a diversidade das espécies de plantas pode ser um componente importante para determinar a qualidade do recurso e conseqüente colonização da comunidade da macrofauna edáfica.

Os grupos mais representativos das três áreas foram Formicidae, Oligochaeta e Coleoptera (larvas). Observa-se na Tabela 19 que outros trabalhos realizados com a macrofauna edáfica em diversas tipologias florestais que os grupos mais representativos em sua maioria são os Formicidae e Oligochaeta.

O grupo Oligochaeta, formado pelas minhocas, merece destaque por ser considerado um dos mais importantes grupos de animais do solo (LOPES ASSAD, 1997). O fato dos solos, das áreas avaliadas, possuírem  $\text{pH} > 5$  (Anexo D), pode ter contribuído para a dominância deste grupo. Pois segundo Lee (1985), geralmente estes são ausentes ou raros em solos com um  $\text{pH} < 4$  e baixas concentrações de cálcio no solo podem impedir a sobrevivência e a abundância destes animais.

Alguns autores (STORK e EGGLETON, 1992; LAVELLE, 1996) têm nomeado o grupo de invertebrados composto pelas minhocas e os insetos sociais (cupins e formigas) como “*engenheiros do ecossistema*” que podem facilitar significativamente o funcionamento do solo ao privilegiar estes locais com a funcionalidade de seus processos básicos como a infiltração da água

e do ar, a mineralização do C e N, a fixação do N, entre outros. A nutrição deste grupo (Oligochaeta) é baseada principalmente em restos vegetais em decomposição provenientes da serapilheira, de troncos mortos e de fezes de animais, misturados com quantidades variáveis de terra, mas nunca ingerindo material vegetal vivo, a menos que o solo não disponha matéria orgânica suficiente (LOPES ASSAD, 1997).

Dos 18 grupos taxonômicos encontrados neste primeiro levantamento, estavam ausentes na área com 16 anos o taxa dos Symphyla, na área com 11 anos o taxa dos Nematoda, Lepidoptera e Isoptera e na área com 6 anos os taxa Symphyla, Lepidoptera, Blattodea, Diptera, Nematoda, Chilopoda e Isoptera.

A abundância relativa distribuída entre os grupos funcionais da macrofauna edáfica é apresentada na Figura 28.

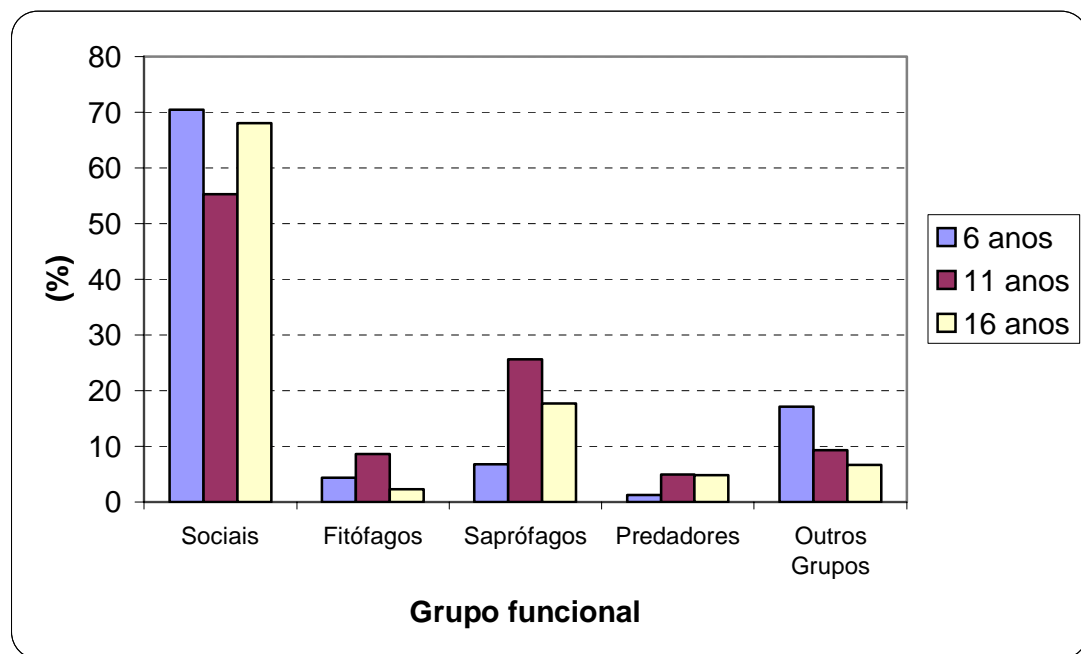


Figura 28 – Abundância relativa da macrofauna edáfica segundo os grupos funcionais, no primeiro levantamento na época chuvosa/ verão – março e abril de 2004

Quanto aos grupos funcionais, fica evidente (Figura 28) para este levantamento que a proporção de Predadores e Saprófagos é mais significativa nas áreas com 11 e 16 anos do que na área com 6 anos. O grupo funcional dos sociais é predominante em todas as áreas, o número de indivíduos do grupo dos insetos sociais é sempre mais elevado quando comparado aos outros

grupos; pois são invertebrados que formam padrões agregados (BERNADI, 1994). Isto está comprovado na Tabela 19, tanto em florestas naturais como em áreas antropizadas.

A Tabela 17 apresenta a densidade média e erro padrão para os grupos taxonômicos e o total de indivíduos da macrofauna edáfica no segundo levantamento na época seca/inverno nos meses de agosto e setembro de 2004, nas três áreas em processo de restauração avaliadas.

Tabela 17 – Densidade (média  $\pm$  erro-padrão) da macrofauna edáfica (indivíduos. m<sup>-2</sup>) nas florestas em processo de restauração avaliadas no segundo levantamento (época seca/inverno – ago e set/2004)

<b>Grupo Taxonômico</b>	<b>área 6 anos</b>	<b>área 11 anos</b>	<b>área 16 anos</b>
Oligochaeta	145 (34)	91 (28)	86 (11)
Coleoptera (larva)	29 (6)	76 (14)	43 (8)
Coleoptera (adulto)	23 (7)	29 (2)	20 (2)
Formicidae	544 (298)	288 (93)	381 (132)
Isoptera	5 (3)	12 (10)	33 (10)
Diplopoda	1 (1)	9 (4)	21 (9)
Chilopoda	4 (2)	34 (11)	33 (7)
Arachnida	2 (2)	17 (3)	2 (1)
Heteroptera	16 (7)	11 (6)	1 (5)
Homóptera	10 (3)	60 (14)	30 (5)
Gastropoda	5 (3)	18 (5)	10 (3)
Isopoda	0 (0)	17 (8)	12 (4)
Dermaptera	1 (1)	3 (2)	4 (2)
Nematoda	2 (1)	4 (3)	2 (1)
Díptera	0 (0)	3 (2)	5 (3)
Blattodea	0 (0)	3 (2)	0 (0)
Lepidóptera	0 (0)	2 (1)	0 (0)
Hymenoptera	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Indeterminados	3 (2)	1 (1)	0 (0)
<b>Total</b>	<b>11.872</b>	<b>10.160</b>	<b>10.208</b>

Na área com 6 anos, Taquaruçu – Laranjeiras, onde avaliaram-se as parcelas 1, 4 e 5 implantadas no ano de 1998, foram amostrados um total de 732 indivíduos de macroinvertebrados do solo, distribuídos em 13 grupos. Os principais grupos taxonômicos estão representados na figura 29.

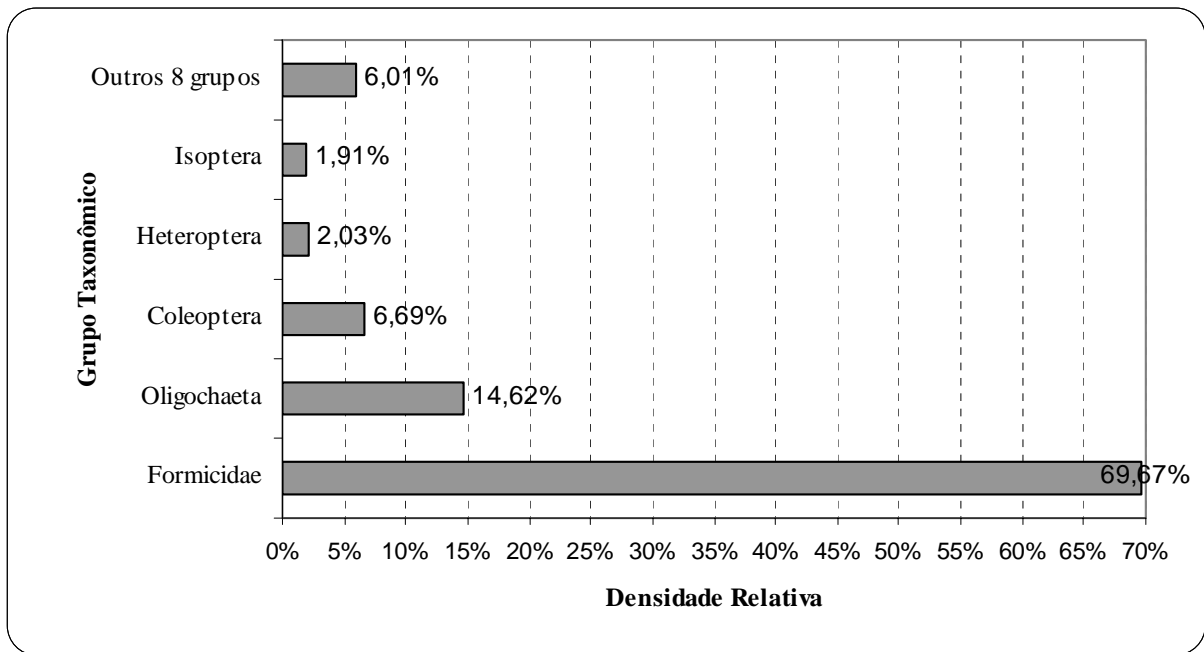


Figura 29 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 6 anos no segundo levantamento (época seca/inverno – agosto e setembro de 2004)

Na área com 11 anos, Taquaruçu – Itaguajé, onde avaliou –se as parcelas 8, 9 e 10 implantadas no ano de 1993, foram amostrados um total de 702 indivíduos de macroinvertebrados do solo, distribuídos em 17 grupo. Os principais grupos taxonômicos estão representados na figura 30.

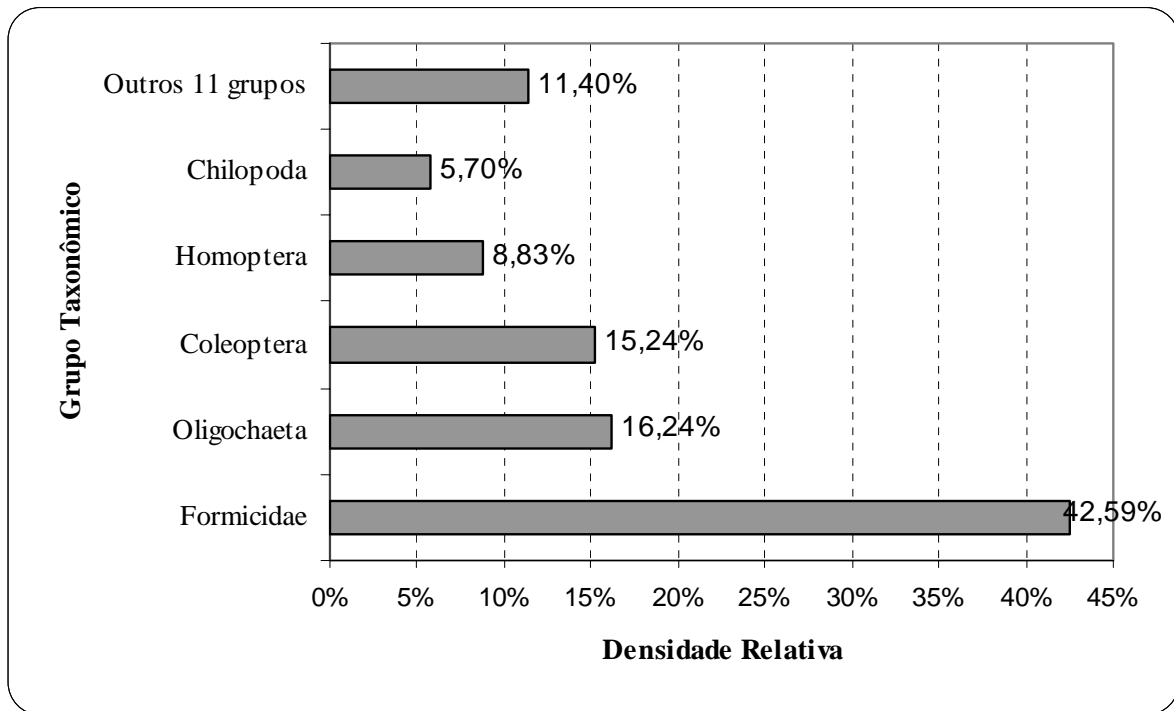


Figura 30 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 11 anos no segundo levantamento (época seca/inverno – agosto e setembro de 2004)

Na área com 16 anos, Rosana – Nova Pontal, onde avaliou-se as parcelas 2, 3 e 6 implantadas no ano de 1988, foram amostrados um total de 690 indivíduos de macroinvertebrados do solo, distribuídos em 16 grupo. Os principais grupos taxonômicos estão representados na figura 31.

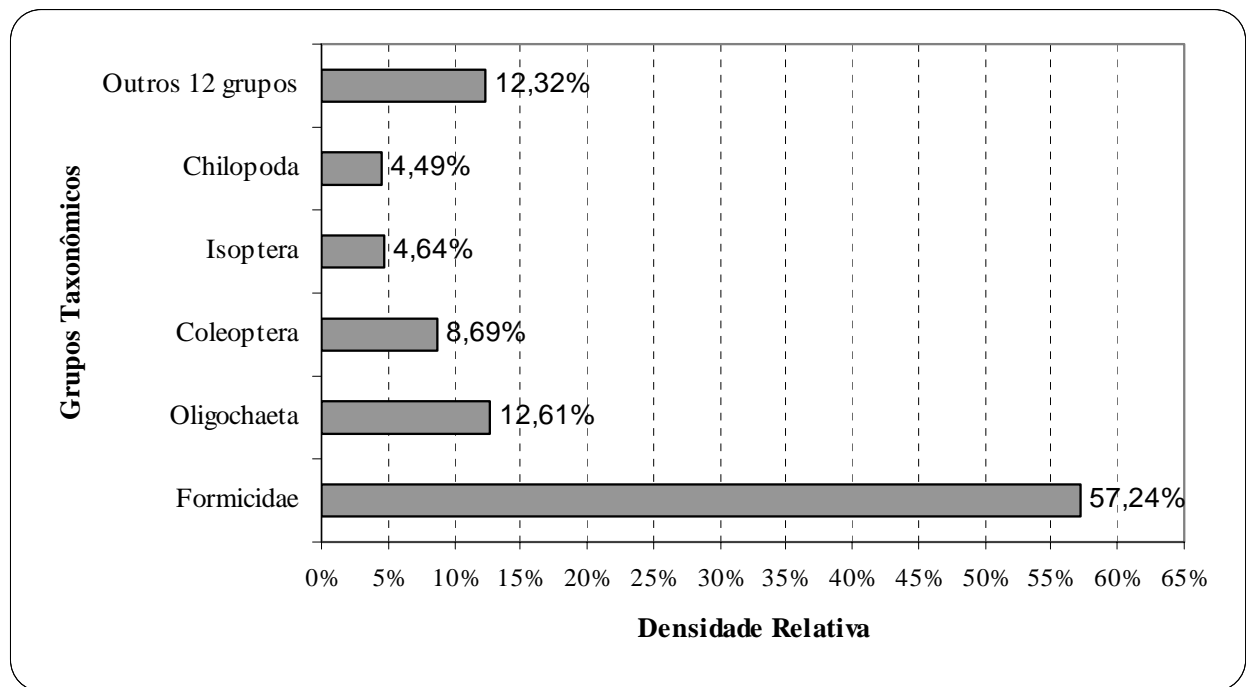


Figura 31 – Densidade relativa dos grupos taxonômicos componentes da macrofauna edáfica na área com 16 anos no segundo levantamento (época seca/inverno – agosto e setembro de 2004)

A Tabela 18 mostra o índice de Shannon (diversidade) considerando os grandes grupos e o número de indivíduos de cada grupo nas três áreas, no primeiro levantamento.

Tabela 18 – Índice de diversidade de Shannon para os grupos da macrofauna do solo levantados no segundo levantamento

Área	Número de grupos	Total de indivíduos	Índice de Shannon
6 anos	13	11.872	1,191
11 anos	17	10.160	1,918
16 anos	16	10.208	1,704

Neste segundo levantamento realizado no período seco/inverno nos meses de agosto e setembro de 2004, nas três áreas em processo de restauração avaliadas, os grupos taxonômicos mais representativos também foram Formicidae, Oligochaeta e Coleoptera como no primeiro

levantamento. Como mencionado anteriormente é um padrão para os grupos componentes da macrofauna do solo.

Coleoptera foi o terceiro grupo mais representativo nos dois levantamentos. De acordo com Coleman e Crossley (1996), Coleoptera é a maior ordem de insetos, possuindo extensas variações na forma, tamanho, função e distribuição, sendo encontrada em todos os habitats, exceto nos oceanos. Os besouros do solo podem ser separados em predadores, fitófagos e saprófagos, embora um grande número de famílias desta ordem esteja associado aos processos de decomposição, via predação, da fauna detritívora propriamente dita, existe uma grande variação de funções dentro desta ordem. Os adultos preferem solos não excessivamente úmidos, embora seu desenvolvimento possa ocorrer sob estas circunstâncias (EKSCHIMITT et al., 1997), o que justifica serem encontrados em maior abundância no levantamento realizado na época seca.

Dos 18 grupos taxonômicos encontrados no segundo levantamento (Tabela 17) estavam ausentes na área com 16 anos os grupos Lepidoptera e Blattodea, na área com 11 anos o grupo Hymenoptera, e na área com 6 anos os grupos Isopoda, Lepidoptera, Blattodea, Diptera e Hymenoptera.

A densidade de indivíduos não foi superior com o avanço da idade o que não era esperado, os resultados foram muito semelhante entre as três áreas avaliadas. Estes resultados se devem em parte pela grande número de indivíduos do grupo taxonômico Formicidae, com valor muito elevado na área de 6 anos. Segundo Lopes Assad (1997) o grupo Formicidae pode constituir o grupo da macrofauna com maior densidade no solo, muito comum e importante tanto pela abundância quanto pela diversidade. Ainda o mesmo autor cita, dos hábitos descritos para formigas, que algumas constroem ninhos em vários tipos de cavidades de plantas, outras escavam galerias em troncos de árvores (formigas arborícolas), mas que a maioria constrói seus ninhos no solo, sendo responsáveis pelo transporte de grande quantidade de subsolo para a superfície, com grande influência no equilíbrio edáfico.

Mas o número de grupos taxonômicos foi superior nas áreas com 11 e 16 anos em comparação a área com 6 anos, o que implica e confirma que a diversidade é superior em plantios mais antigos. Contudo o número de grupos foi quase o mesmo para as florestas com 11 e 16 anos. O mesmo aconteceu para o índice Shannon calculado (Tabela 18).

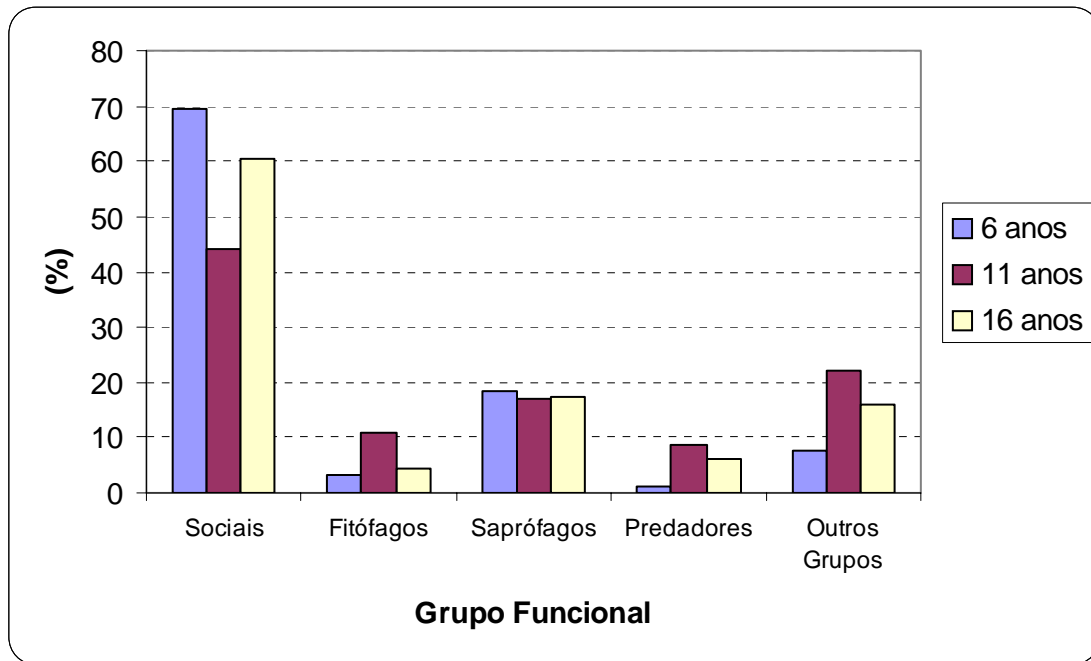


Figura 32 – Abundância relativa da macrofauna edáfica segundo os grupos funcionais, no segundo levantamento na época seca/ inverno – agosto e setembro de 2004

A distribuição dos grupos funcionais da comunidade da macrofauna edáfica é similar à encontrada no primeiro levantamento, com a dominância do grupo funcional dos macroinvertebrados sociais. Este é um padrão comum encontrado na comunidade da macrofauna edáfica apresentado em muitos trabalhos (Tabela 19) tanto em áreas naturais como reflorestadas.

O grupo funcional dos predadores possui abundância superior nas áreas de 11 e 16 anos em relação à área de 6 anos. A abundância do grupo dos saprófagos é muito semelhante nas três áreas avaliadas. Segundo Giller (1996) apesar do pouco conhecimento das comunidades edáficas, sabe-se que o grupo dos saprófagos desempenha um papel chave na decomposição da serapilheira, regulação de populações microbianas entre outras funções. Na área com 6 anos este grupo apresentou maior abundância, pela superioridade do grupo taxonômico Oligochaeta. Isto pode ter acontecido pela baixa abundância do grupo dos predadores.

Os resultados dos dois levantamentos mostram que nas áreas mais antigas é maior a diversidade considerando os grandes grupos da macrofauna do solo, independente da época do ano.

Vale salientar que o grupo Homoptera, insetos fitófagos e terrestres que sugam tanto a parte aérea quanto as raízes das plantas (LARA, 1992), principalmente ninfas de cigarras foi um



grupo muito representativo, pois realiza interação com espécies leguminosas que são abundantes em todos os plantios avaliados.

Considerando os grupos funcionais, também independente da época do ano avaliada, os predadores (Arachnida e Chilopoda) a densidade foi menor no plantio mais novo e maior nos mais antigos. O grupo Chilopoda é formado por invertebrados descritos como carnívoros, quase exclusivamente predadores, embora ocasionalmente possam alimentar-se de material vegetal em decomposição (COLEMAN e CROSSLEY, 1996). Esse resultado pode significar uma maior estruturação da teia alimentar do solo, mostrando uma evolução da complexidade dessa comunidade.

Estes resultados ilustram a importância da cobertura florestal formada pelas florestas implantadas, que fornecem maior cobertura e disponibilidade de matéria orgânica para o estabelecimento da diversidade da fauna do solo em áreas anteriormente degradadas. Provando que estes fatores disponibilizam nutrientes e microclimas favoráveis para recolonização da comunidade da macrofauna edáfica (TIAN et al., 1997)

O levantamento da macrofauna do solo é um dos meios que possibilita a verificação do estado geral em relação ao ambiente edáfico e vegetal. O aumento de sua diversidade que observamos neste estudo, provavelmente significa que a área restaurada está direcionando-se ao equilíbrio dinâmico, comum aos ecossistemas naturais.

Tabela 19 – Exemplos de levantamento da macrofauna edáfica

(continua)

<b>Florestas</b>	<b>Formicidae</b>	<b>Isoptera</b>	<b>Oligochaeta</b>	<b>Outros</b>	<b>Macrofauna</b>	<b>Solo</b>	<b>Fonte</b>
Icoaraci (PA)	2.394	1.834	-	2478	6.706	LA	Bandeira e Souza (1982)
Carajás(PA)	3.760	1.063	Io	6.519	11.342	LA	Bandeira e Souza (1988)
Linhares(ES)	2.112	46	Nq	2.042	4.200	PVA	Correia (1994)
Ilha Grande(RJ)	2.395	10	Nq	1.585	3.990	Cambissolo	Silva (1998)
Yurimagas (Peru)							
-Floresta Primária	555	3.240	120	388	4.303	ultisols	Lavelle e Pashanasi (1989)
-Floresta Secundária	290	3.570	85	154	4.099	ultisols	Lavelle e Pashanasi (1989)
Maricá (RJ)-Restinga	311	1.151	Nq	579	2.041	Podzol	Oliveira (1997)
Floresta Semidecidual Secundária (Botucatu / SP)	311	-	22	174	485	NV	Ducatti (2002)
Floresta de Araucária	756	474	5	532	1.317	LVA	Merlim (2005)
<b>Plantios Arbóreos</b>							
Araucária	333	340	8	953	1.333	LA	Merlim (2005)
<i>Pinus caribea</i> (PA)	2.992	42	-	2.439	5.473	LA	Bandeira e Souza (1982)
<b>Plantio Misto de Espécies Arbóreas Botucatu (SP)</b>							
Semeadura Direta	235	182	Nq	121	632	NV	Ducatti (2002)
Taungya	129	280	23	32	524	NV	Ducatti (2002)
Pioneira / Tardia	53	8	235	0	295	NV	Ducatti (2002)

<b>Florestas</b>	<b>Formicidae</b>	<b>Isoptera</b>	<b>Oligochaeta</b>	<b>Outros</b>	<b>Macrofauna</b>	<b>Solo</b>	<b>Fonte</b>
Restauração	106	184	167	8	519	NV	Ducatti (2002)
Revegetação	64	78	45	12	269	NV	Ducatti (2002)
<b>Pastagens</b>							
-Pastagem de 15 anos Manaus (AM)	186	468	224	186	1.064	LA	Barros et al. (1996)
Vera Cruz (México)	568	2	787	840	1.488		Lavelle et al. (1981)
Yurimaguas (Peru)							
Brachiaria/Desmodium	68	11	740	103	922	ultisols	Lavelle e Pashanasi (1989)
-Tradicional(úmido)	706	366	573	123	1.768	ultisols	Lavelle e Pashanasi (1989)
-Centrosema	256	544	546	510	1.856	ultisols	Lavelle e Pashanasi (1989)
<b>Cultivos</b>							
Cana –de-açúcar (RJ)							
-com queima de palha	9	-	Nq	1.469	1.478	Cambissolo	Pinheiro (1996)
-sem queima de palha	648	222	Nq	6.318	7.188	Cambissolo	Pinheiro (1996)

### 3 CONCLUSÕES

As florestas em processo de restauração apresentaram incremento da diversidade dos elementos avaliados, exceto das epífitas, demonstrando uma tendência gradual ao aumento na sua complexidade estrutural e retomada dos processos ecológicos associados a estes elementos.

A regeneração natural de espécies arbóreas está ocorrendo nas florestas em processo de restauração com 6, 11 e 16 anos. Contudo as espécies que estão participando desta regeneração são as mesmas das plantadas. Espécies arbóreas diferentes não estão recolonizando estas áreas avaliadas.

O grupo formado pelas lianas foi capaz de recolonizar estas florestas em processo de restauração. Isto é verificado principalmente na área com 16 anos de idade, onde começam a ocorrer muitas espécies lenhosas. Mesmo possuindo esta capacidade de recolonização, a diversidade ainda é baixa em relação às florestas naturais.

As epífitas não tiveram capacidade para recolonizar as áreas em processo de restauração independentemente da idade do plantio misto das espécies arbóreas nativas. O que implica que parte da diversidade não está conseguindo se estabelecer nas áreas que visam a restauração florestal.

A macrofauna edáfica, foi o grupo de organismos, que se destacou pela capacidade de recolonização das áreas em processo de restauração. Pois foi o que apresentou maior incremento nos grupos taxonômicos e indivíduos levantados.

Apesar da retomada de certos grupos ainda a diversidade dessas áreas representa parte da diversidade original. Alguns grupos, como as epífitas, carecem de outras pesquisas sobre sua dinâmica, pois provavelmente necessitariam ser reintroduzidas e/ou manejadas.

## REFERÊNCIAS

- ACEVEDO-RODRIGUEZ, P.; WOODBURY, R.O. **Los bejucos de Puerto Rico**. Rio Piedras: Institute of Tropical Forestry, s.d. v. 1 331p.
- ANDERSON, J.M., INGRAM, J.S.I. **Tropical Soil Biology and Fertility: a handbook of methods**. UNESCO MAB-USB. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 221 p.
- ARAÚJO NETO, J.C.de; AGUIAR, I.B.de. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 58, p. 15-24, 2000.
- ARAÚJO NETO, J.C.de; AGUIAR, I.B.de.; FERREIRA, V.M.; RODRIGUES, T. de J. D. Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 460-465, 2002.
- ASPERTI, L.M. **Monitoramento e avaliação de um repovoamento florestal implantado com espécies nativas no entorno de uma várzea em Santa Cruz das Palmeiras (SP)**. 2001. 84 p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2001.
- BANDEIRA, A.G.; HARADA, A.Y. Densidade e distribuição vertical de macro-invertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 28, p. 191-204, 1998.
- BANDEIRA, A.G.; SOUZA, P.C.S. Influência do pinheiro (*Pinus caribea*) sobre a fauna do solo na Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, n.114, p.1-13, 1982.
- BAKKER, J.P.; POSCHLOD, P.; STRYKSTRA, R. J.; BEKKER, R.M.; THOMPSON, K. Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. **Acta Botanica Neerlandica**, Leide, v. 45, n. 4, p. 461-490, 1996.
- BARBOSA, J.M.; BARBOSA, L.M.; SILVA, T.S. da; GATUZZO, E.H.; FREIRE, R.M. Capacidade de estabelecimento de indivíduos de espécies da sucessão secundária a partir de sementes em sub-bosque de uma mata ciliar degradada do rio Mogi-guaçu, SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1992. p. 401-406.
- BARBOSA, L.M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed). **Matas ciliares, conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001.cap.15.5, p.289-312.

BARBOSA, L.M.; ASPERTI, C.; BARBOSA, J.M. Características importantes de componentes arbóreas na definição dos estágios sucessionais em florestas implantadas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 4, Belo Horizonte, 1996. **Anais...**Belo Horizonte: (sn), 1996. p. 242-245.

BARROS, M.E. et al. Macrofauna e agregação do solo em três sistemas da Amazônia central. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996, Águas de Lindóia, SP. **Resumos...** Águas de Lindóia, SP: USP/SLCS/SBCS, 1996. p.12.

BAWA, K.S.; SEIDLER, R. Natural Forest management and conservation of biodiversity in tropical forests. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 46-55, 1998.

BEARE, M.H., COLEMAN, D.C., CROSSLEY, D.A., HENDRIX, P.F., ODUM, E.P. A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 31, p. 1-18, 1994.

BENZING, D.H. **Vascular Epiphytes**. Cambridge: University Press, 1990. 354 p.

BERNARDI, J.V.O. A importância dos resíduos florestais para a fauna envolvida na conservação dos solos. **O papel**, São Paulo, v. 55, n. 11, p. 41-49, 1994.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; PRADO, N.S.; FONSECA, E.M.B.F. **Implantação de mata ciliar**. Companhia Energética de Minas Gerais. Belo Horizonte: CEMIG, Lavras, UFLA, 1995. 28p.

BOTELHO, S.A.; FARIA, J.M.R.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V. **Implantação de florestas de proteção**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 81p.

BORROR, D.J.; TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. **An Introduction to the Study of Insects**. 6. ed. Philadelphia, 1989. 875p.

BRITEZ, R.M.; REISSMAN, C.B.; SILVA, S.M.; SANTOS FILHO, A. Deposição estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 766-772, 1992.

BROWN, G.G.; PASINI, A.; BENITO, N.P.; AQUINO, A.M. de ; CORREIA M. E. F. (2001) **Diversity and Functional Role of Soil Macrofauna Communities in Brazilian No-Tillage Agroecosystems: A preliminary Analysis**. Paper presentation at the International Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems. Montreal, Canadá. Embrapa Soybean, Embrapa Agrobiologia e UEL.

[www.unu.edu/env/plec/cbd/ontreal/presentations/BrownGeorge.pdf](http://www.unu.edu/env/plec/cbd/ontreal/presentations/BrownGeorge.pdf) (acessado em 08/06/2005).

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest in light of successional process. **Turrialba**, Turrialba, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

\_\_\_\_\_. Forest succession in tropical lowlands. **Turrialba**, Turrialba, v. 13, n. 1, p. 42-44, 1963.  
 BUSCHBACHER, R. (Coord.). **500 anos de destruição ambiental no Brasil: um balanço do meio ambiente**. Brasília: WWF-Brasil, 2000. 24p.

CARNAVALE, N. J.; MONTAGNINI, F. Facilitating regeneration of secondary forests with the use of mixed and pure plantations of indigenous tree species. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 163, p. 217-227, 2002.

CARVALHO, J.O.P. **Inventário diagnóstico da regeneração natural da vegetação em áreas da Floresta Nacional do Tapajós Estado do Pará**. 1982. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1982.

COLEMAN, D.C.; CROSSLEY, D.A. **Fundamentals on soil ecology**. London: Academic Press, 1996. 205 p.

CORREIA, M.E.F. **Organização da Comunidade de Macroartrópodos Edáficos em um Ecossistema de Mata Atlântica de Tabuleiros**. 1994. 78 p. Linhares (E.S.). Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 197-225.

CORREIA, M.E.F.; OLIVEIRA, L.C.M. de Fauna de solo: aspectos gerais e metodológicos. (**Documento, 112**). Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia. Seropédica, 2000. 46 p.

CURTIS, H. **The diversity of life**. U.S.A. : Worth publishers, 1989, p. 555-586.

DECAENS, T., LAVALLE, P., JIMENEZ, JAEN, J.J., ESCOBAR, G., RIPPSTEIN, G. Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia. **European Journal of Soil Biology**, Montrouge, v. 30, n. 4, p. 157–168, 1994.

DELITTI, W.B.C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *pinus elliottii* var. *elliotti***. 1984. 248 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rain forest trees. **Biotropica**, Washington, v. 12, p. 47-55, 1980.

DISLICH, R. **Florística e estrutura do Componente Epifítico Vascular na Mata da Reserva da Cidade universitária “Armando de Salles Oliveira”, São Paulo, SP.** 1996. 183 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécies da mata atlântica.** 2002. 70 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. Recomposição de Matas Ciliares. **Instituto Florestal Série Registros**, n. 4, São Paulo, 1990. 14 p.

DURIGAN, G.; MELO, A.C.G. de; CONTIEIR, W. A.; NAKATA, H. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob florestas plantadas com espécies nativas e exóticas. In: DURIGAN, G. e VILLAS-BOAS, O. (org.) **Pesquisas em Conservação e Recuperação Ambiental no Oeste Paulista. Resultados da Cooperação Brasil/Japão.** Instituto Florestal/Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica. cap. 20, 2004, p.349-362.

DURIGAN, G.; MELO, A.C.G.; MAX, J.C.M.; VILLAS BOAS, O.; CONTIÉRI, W.A. **Manual para recuperação das matas ciliares do Oeste Paulista.** São Paulo: Instituto Florestal / CINP / Secretaria do Meio Ambiente, 2001.16p.

EGGLETON, P.; FOLGARAIT, P.; TONDOH, J.; GEOFFROY, J.J.; DELEPORTE S.; FEIJOO, A. Taxonomy. In: LAVELLE, P.; FRAGOSO, C. (Ed.). **The IBOY-MACROFAUNA project: Report of an international workshop held at Bondy (France) 19-23 June 2000**, IRD, Bondy, France. p. 18-23, 2000.

EMBRAPA (1999) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.**  
<http://www.cnps.embrapa.br/sibcs/> (acessado em 07/06/2005).

ENGEL, V.L.; PARROTA, J.A. Definindo a restauração ecológica: Tendências e perspectivas mundiais. In : KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E. de; MORAES, L.F.D. de; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B.(Org.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** Botucatu: FEPAF, 2003. cap.1, p. 1-26.

ENGEL, V.L.; FONSECA, R.C.B.; OLIVEIRA, R. E. de Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.



EKSCHIMITT, K.; WOLTERS, V.; WEBER, M. Spiders, Carabids and Staphylinids: the ecological potential of predatory macroarthropods. In: BENCKISER, G. (Ed.). **Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes and agricultural production**. New York: Marcel Dekker, 1997. cap. 9, p. 307-362.

FAO. **Silvicultural research in the Amazon**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1971. 192 p. (Technical Report, 3).

FOSTER, R.B. The seasonal rhythm of fritfall on Barro Colorado Island. In: LEIGH JUNIOR, E.G.; RAND, A.S.; WINDSOR, D.M. (Ed.) **The Ecology of a tropical forest**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1982. p. 151-172.

FRAGOSO, C.; LAVELLE, P. Earthworm communities of tropical rain forests. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EARTHWORM ECOLOGY, 4., June 11-15, 1990., Avignon. **Anais...** Avignon, France: Pergamon, 1992. p.1397-1408.

FRAGOSO, C.; BROWN, G.G.; PATRÓN, J.C.; BLANCHART, E.; LAVELLE, P.; PASHANASI, B.; SENAPATI, B.; KUMAR, T. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of earthworms. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 6, p. 17–35, 1997.

FUNDAÇÃO SOS MATA ALTÂNTICA; INPE. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica Período - 1995/2000 Relatório Final. São Paulo, 2000. 43p.  
[www.sosmatalantica.org.br](http://www.sosmatalantica.org.br).

GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na Área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP**. Campina, 1991. 232 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

GENTRY, A.H. The distribution and evolution of climbing plants. In: PUTZ, F.E.; MOONEY, H.A.,(Ed.). **The biology of vines**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p. 3-49.

GENTRY, A.H.; DODSON, C.H. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rainforest. **Biotropica**, Washington, v. 19, n. 2, p. 149-156, 1987.

GILLER, K.E.; BEARE, M.H. LAVELLE, P.; IZAC, A-MN.; SWIFT, M.J. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 6, p. 3-16, 1997.

GÓMEZ-POMPA, A. Posible papel de la vegetación secundaria em la evolución de la flora tropical. **Biotropica**, Washington, v. 3, p. 125-135, 1971.

GÓMEZ-POMPA, A.; VÁSQUEZ-YANES, C. Successional studies of a rain forest in Mexico. In WEST, D.C.; SHUGART, H. H.; BOTKIN, D.B. (Ed.). **Forest Succession**. Nueva York, 1981. p.246-266.

GOOSEM, S.; TUCKER, N.I.J. **Repairing the rain forest**. Cairns: Wet Tropics Management Authority, 1995. 72 p.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO **Atlas regional do Estado de São Paulo – v. 10, Presidente Prudente**. São Paulo, 1978.

GROMBONE-GUARATINI, M.T. **Dinâmica de uma Floresta Estacional Semidecidual: O banco, a chuva de sementes e o estrato de regeneração**. 1999. 150 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

GRUBB, P.J. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 52, p. 107-145, 1977.

GUARIGUATA, M.R.; RHEINGANS, R; MONTAGNINI, F. Early wood invasion under tree plantations in Costa Rica : implications for forest restoration. **Restoration Ecology**, Malden, v. 3, n. 4, p. 252-260, 1995.

HADEL, V.F. **A fauna associada aos fitotelmatas bromelícolas da Estação Ecológica Juréia-Itatins (SP)**. 1989. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

HANAGARTH, W.; MARTIUS, C.; BECK, L.; GARCIA, M. Soil fauna and litter decomposition in primary and secondary forest and a mixed culture system in Amazonia. In: BECK, L.; GASPAROTTO, L. (Ed.). **Soil fauna and litter decomposition in primary and secondary forests and a mixed culture system in amazonia**. Karlsruhe: SHIF Project ENV 052, 1999. 291p. (Final Report 1996-1999).

HEGARTY, E.E.; CABALLÉ, G. Distribution and abundance of vines in forest communities. In: PUTZ, F.E.; MOONEY, H.A., (Ed.). **The biology of vines**, Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p. 313-335.

HOBBS, R.J.; HARRIS, J.A. Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. **Restoration Ecology**, Malden, v. 9, n. 2, p. 239 – 246, 2001.

HORA, R.C.; SOARES, J.J. Estrutura fitossociológica da comunidade de lianas em uma floresta estacional semidecidual na Fazenda Canchim, São Carlos, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 323-329, 2002.

IBARRA-MANRIQUEZ, G.; SANCHEZ-GARFIAS, B.; GONZALEZ-GARCIA, L. Fenologia de lianas y arboles anemocoros en una calido-humeda de Mexico. **Biotropica**, Washington, v. 23, n. 3, p. 242-254, 1991.

IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil.** [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) (acessado 07/06/2005).

IBGE. **Mapa de solos do Brasil.** [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) (acessado 07/06/2005).

IBGE. **Mapa de climas do Brasil.** [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) (acessado 07/06/2005).

INGHAN, R.E.; TROFYMOV, J.A.; INGHAN, E.R. Interactions of bacteria, fungi and their nematode grazers: effects on nutrient cycling and plant growth. **Ecological Monographs**, Durham, v. 55, n. 1, p. 119-140. 1985.

INGRAM, S.W.; NADKARNI, N.M. Composition and distribution of epiphytic organic matter in a Neotropical Cloud Forest, Costa Rica. **Biotropica**, Washington, v. 25, n. 4, p. 370-383, 1993.  
ITESP **Pontal Verde**: Assentamentos do Pontal do Paranapanema. São Paulo: Secretaria da Justiça e da Cidadania, 1998. 65 p.

JACOBS, M. The study of lianas. **Flora Malesiana Bulletin**, Leiden, v. 29, p. 2610-2618, 1976.  
JONES, C.G.; LAWTON, J.H.; SACHA, K.M. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos**, Kobenhavn, v. 69, p. 373-386, 1994.

KAGEYAMA, P.Y. (coord.). Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco visando a utilização para abastecimento público”. **Relatório de Pesquisa**, Piracicaba: ESALQ/USP/DAEE, 1986. 236p.

KAGEYAMA, P.Y. Uso e conservação de florestas tropicais: Qual paradigma? In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS: CONSERVAÇÃO, 5., 2000, Vitória, Espírito Santo. **Anais...** Vitória: UFES, 2000. p. 72-82.

KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, Piracicaba, n.41/42, p.83-93, 1989.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Dinâmica de populações de espécies arbóreas: implicações para o manejo e conservação. IN: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA: subsídios a um gerenciamento ambiental, 3, 1993, Serra Negra, SP. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1993. p. 1-9.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Recuperação de Áreas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares, conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001.cap.15.2, p. 249-269.

KAGEYAMA, P. Y.; BIELLA, L. C.; PALERMO, Jr. A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatório. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos de Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS, v. 1, 1990. p. 109-112.

KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.E.A; CARPANEZZI, A.A. Implantação de matas ciliares: estratégia para auxiliar a sucessão secundária. IN: SIMPÓSIO SOBRE MATAS CILIARES, 1., Campinas , SP, 1989. **Anais...**Campinas: Fundação Cargil, 1989. p. 130-143.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In : KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E. de; MORAES, L.F.D. de; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B.(Org.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. cap. 2, p. 27-48.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; OLIVEIRA, R.E. e MORAES, L.F.D. **Restauração da Mata Ciliar** - manual de recuperação de áreas ciliares e microbacias. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Rio de Janeiro, Projeto Planágua Semads/ GTZ de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha, Rio de Janeiro, Fevereiro 2002. 104p.

KEVAN, D.K.McE. **Soil animals**. Gateshead on Tyne, UK.: Northumberland Press,1968. 244 p.

KRICHER, J.A.C. **Neotropical Companion**: an introduction to the animals, plants and Ecosystems of the New World Tropics. New Jersey: Princeton University Press,1997. 435 p.

KÜHNELT, W. **Soil Biology**: with special reference to the animal Kingdom. London: Faber and Faber, 1961. 397 p.

LARA, F.M. **Princípios de entomologia**. São Paulo: Ícone, 1992. 331p.

LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology International**, Paris, v. 33, p. 3-16, 1996.

LAVELLE, P. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. **Advances in Ecological Research**, London, v. 27, p. 93 –132, 1997.

LAVELLE, P.; PASHANASI, B. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). **Pedobiologia**, Jena, v. 33, p. 283–291, 1989.

LAVELLE,P.; BRUSSAARD,L.; HENDRIX,P. **Earthworm management in tropical agroecosystems**. Wallingford: CABI Publishing, 1999. 300 p.

LAVELLE, P.; LATTAUD, C.; TRIGO, D.; BAROIS, I. Mutualism and biodiversity in soils. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 170. p. 23–33, 1995.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. ; BLANCHART, E. ; MARTIN, A. ; MARTIN, S. The impact of soil fauna on the properties of soils, in the humid tropics. In: **Myths and Science of Soils of themTropics**. Madison: Wisconsin, SSSA Special Publication, 1992, p. 157–185.

LEE, D.W. Simulating forest shade to study the developmental ecology of tropical plants: juvenile growth in three vines in India. **Journal of tropical ecology**, Cambridge, v. 4, p. 281-292, 1988.

LEE, K.E. **Earthworms**: Their ecology and relationships with soils and land use. Sydney: Academic Press, p. 4-59, 1985.

LEIGHTON, M. ; LEIGHTON, D.R. Vertebrate responses to fruiting seasonality with a bornean rainforest In: SUTON, S.L.; WHITMORE, T.C. ; CHADWICK (ed.) **Tropical rainforests: ecology and management**. Oxford: Blackwell, 1983. p. 181-209.

LONGMAN, K.A.; JENIK, J. **Tropical forest and its environment**. London: Longman, 1974. 196 p.

LOPES ASSAD, M.L. Fauna do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA Cerrado, CPAC, 1997. cap. 7, p.363 – 444.

MANTOVANI, W. **Composição e similaridade florística, fenologia e espectro biológico do Cerrado da Reserva de Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo**. 1983. 147 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1983.

MARIANO, G.; CRESTANA, C.S.M.; BATISTA, E.A.; GIANNOTTI; COUTO, H.T.Z. Regeneração natural em Piracicaba, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 81-93, 1998.

MARTÍNEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los arboles tropicales y regeneración natural de las Selvas Altas Perenifólias. In: GOMEZ-POMPA, A.; DEL AMO, S. **Investigations sobre la Regeneración de Selvas Altas em Veracruz**. México, 1985. v.2, p 191-239.

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.143 p.

MATTHES, L.A.F.; MARTINS, F.R. Conceitos em sucessão ecológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 2, p. 19-32, 1997.

MYERS, N. Florestas tropicais e suas espécies – sumindo, sumindo...? In: WILSON, E. O. (Org.) **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997. cap.3, p. 36-45.

McCLANAHAN, T.R.; WOLFE, R.W. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 7, n. 2, p. 279 – 288, 1993.

MELI, P. Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. **Interciência**, Cidade do México, v. 28, n. 10, p. 581-589, 2003.

MELO, V. A. **Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no Estado de Minas Gerais**. 1997. 40 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 1997.

MERLIN, A. O. de; **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de Araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP**. 2005. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MOORE, J.C.; WALTER, D.E.; HUNT, H.W. Arthropod regulation of micro-and mesobiota in bellow-ground detrital food webs. **Annual Reviews of Entomology**, Palo Alto, v. 33, p. 419-439, 1988.

MOREIRA, M.A. **Modelos de plantio de florestas mistas para recomposição de mata ciliar**. 2002. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

MORELLATO, L.P.C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidécida no sudoeste do Brasil**. 1991. 203 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

\_\_\_\_\_. Frutos, frugívoros e dispersão de sementes. In: MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO FILHO, H. **Ecologia e preservação de uma floresta tropical**. Campinas: Editora da Unicamp, 1995. cap. 5, p. 64 –69.

MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian Forest. **Biotropica**, Washington, v. 28, n. 2, p. 180-191, 1996.

NAPOO, M.E.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Regeneração natural em sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth, implantados em áreas mineradas, em Poços de Caldas-MG. **Revista Árvore**, Viçosa: UFMG, v. 24, n. 3, p. 297-307, 2000.

NADKARNI, N.M. Tropical rainforest ecology from a canopy perspective in Monteverde Cloud Forest Reserve, Costa Rica. **Brenesia**, San Jose, v. 24, p. 55-62, 1988.

OLIVEIRA, A.A. **Diversidade, estrutura e dinâmica do componente arbóreo de uma floresta de terra firme em Manaus, Amazonas**. 1997. 187 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H. G. Seasonality of climber communities: a review and example from Costa Rica dry forest. In: PUTZ, F.E. et al. (Ed.) **Biology of vines**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V. S.R. **Bioindicators of Soil Health**. Wallingford, U. K: CAB International, 1997. 40 p.

PAOLETTI, M.G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 1-18, 1999.

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

PARROTA, J.A.; TURNBULL, J.W.; JONES, N. Catalyzing native Forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 1-7, 1997.

PÉREZ- SALICRUP, D.R.; SORK, V.L.; PUTZ, F.E. Lianas and trees in a liana Forest of Amazonian Bolívia. **Biotropica**, Washington, v. 33, n. 1, p. 34-47, mar.2001.

PINHEIRO, L.B.A.; SANTOS, G.; GARAY, I.E. Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar na população de macroartrópodos edáficos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996, Águas de Lindóia, SP. **Resumos...** Águas de Lindóia, SP: USP/SLCS/SBCS, 1996.

PINTO, M. M. **Levantamento fitossociológico de mata residual situada no Campus de Jaboticabal da UNESP**. 1989. 114 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1989.

POGGIANI, F. Estrutura, Funcionamento e Classificação das Florestas. Implicações Ecológicas das Florestas Plantadas. Piracicaba, **IPEF -Documentos Florestais**, Piracicaba, n. 3, p. 1- 14, 1989.

POGGIANI, F.; OLVEIRA, R. E. de ; Cunha, G. C. da. Práticas de ecologia florestal. Piracicaba, **IPEF -Documentos Florestais**, Piracicaba, n. 16, p. 1- 44, 1996.

PRIMAVESI, A.M. **O manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1990. 549p.

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

PUTZ, F.E Ecologia das Trepadeiras. **Ecologia Informativo: 24** (2005). <http://www.ecologia.info/trepadeiras.htm> (acessado 10/06/2005)

\_\_\_\_\_. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**, Washington, D.C. : The Ecological Society of America, v. 65, p. 1713-1724, 1984.

PUTZ, F.E.; CHAI, P. Ecological studies of lianas in Lambir National Park, Sarawak, Malasya. **Journal of ecology**, Oxford, v. 75. p. 523-531, 1987.

PUTZ, F.E.; WINDSOR, D.M. Liana phenology on Barro Colorado Island, Panama. **Biotropica**, Washington, v. 19, p. 334-341, 1987

RAPOPORT, E.H. La fauna edáfica y sus aplicaciones em la caracterizacion de los suelos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE BIOLOGIA DO SOLO : progressos em biodinâmica e produtividade do solo, 2.,1968, Santa Maria.**Anais...**Santa Maria: Pallotti,1968, p. 155-174.

REIS, A. **Manejo e conservação das florestas catarinenses**. 1993. Tese (Professor Titular) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993.

ROBINSON, G.R.; HANDEL, S.N. Forest restoration on a closed landfill: rapid addition of new species by bird dispersal. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 7, p. 271 – 278, 1993.

RODRIGUES, R.R. A Sucessão Florestal. In: MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO FILHO, H.F. (Org.) **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1995.136 p.



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

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. de F.(Ed.). **Matas ciliares, conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001.cap. 15.1, p.235-247.

RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F.; CRESTANA, M.S.M. Revegetação do entorno da represa de abastecimento de água do Município de Iracemápolis, SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1992. p.407-416.

SALVADOR, J.L.G. Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção de reservatórios. **Revista do IPEF**, Piracicaba, v. 33, p. 73-78, 1987.

SCHIMPER, A.F.W. **Die epiphytische vegetation Amerikas**. Jena: Verlag von Gustav Fischer, 1888. 162 p.

SILVA, R.F. da. **Roça caiçara: dinâmica de nutrientes, propriedades físicas e fauna do solo em um ciclo de cultura**. 1998. 165 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1998.

SILVEIRA, E.R.; **Recuperação da mata ciliar do córrego Tarumã (Tarumã, SP): aspectos ambientais de quatro modelos florestais dez anos após o plantio**. 2001. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

SILVEIRA, E.R. da; DURIGAN, G. Recuperação de matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos dez anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, SP. In: VILAS-BÔAS, O.; DURIGAN, G. (org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista** – resultados da cooperação Brasil/Japão/Instituto Florestal. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004. p.325 – 347.

SIQUEIRA, L.P. de; **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 128p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SORREANO, M.C.M. **Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades.** 2002. 154 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SOUZA, F.M. de; **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas.** 2000. 69 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SOUZA, F.M. de; BATISTA, J.L.F. Retoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on Forest structure. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 191, p. 185 – 200, 2004.

STANTURF, J.A.; SCHOENHOLTZ, S.H.; SCHWEITZER, C.J.; SHEPARD, J.P. Achieving restoration success: myths in bottom land hardwood forests. **Restoration Ecology**, Malden, v. 9, p. 189-200, 2001.

STEVENS, G.C. Lianas as structural parasites: the *Bursera simaruba* example. **Ecology**, Washington, v. 68, n. 1, p. 77-81, 1987.

STORK, N.E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **Americal Journal of Alternative Agriculture**, London, v. 7, n. 1/2, p.2-6, 1992.

SWAINE, M.D. (Ed.) **The ecology of tropical forest tree seedlings.**, UNESCO, The Parthenon Publishing Group, Paris: (**Man and Biosphere Serie; vol 18**), 1996. 323 p.

SWAINE, M.D.; HALL, J.B. The mosaic theory of forest regeneration and the determination of forest composition in Ghana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 4 p. 253 –269, 1988.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems.** Berkeley: University of California Press,1979. 14 p.

TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSAARD,L. Effect of ulch quality on earthworm activity and nutrient supply in the humid tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 29, p. 369-373, 1997.

TRADOS, M.S. Beach soil microfauna in Lower Egypt. In: INTERNETIONAL SOIL ZOOLOGY COLLOQUIUM, 7.,29 July-3 Aug., 1980 New York.**Anais...** New York: International Society of Soil Science (ISSS), 1980. p. 182-189.

VELOSO, H.P. Sistema fitogeográfico. In: INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. p. 9-38. (Manuais Técnicos em Geociências,1).

WARDLE, D.A., LAVELLE, P. Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition. In: CADISCH, G., GILLER, K.E. (Ed.). **Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition**. London: CAB International, 1997. p.107–124.

WILSON, E.O.A situação atual da diversidade biológica. In: WILSON, E. O. (Org.) **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997. p. 3-24.

WHITMORE, T.C. On pattern and process in forest. In: NEWMAN, F. I. (ed.) Special publication 1. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1982. p.45-59. (**Series of the British Ecological Society**).

WOLTERS, V.; EKSCHMITT, K. Gastropods, Isopods, Diplopods and Chilopods: neglected groups of the decomposer food web. In: BENCKISER, G. (Ed.). **Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production**. New York: Marcel Dekker,1997. cap 8, p.265-306.

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

# **ANEXOS**

ANEXO A – Lista das espécies amostradas no levantamento da regeneração natural (indivíduos com altura > ou = 30 cm e CAP < 15 cm). GE (Grupo Ecológico); P (pioneira); SI (secundária inicial); ST (secundária tardia) e C (clímax).

(Continua)

Família / Espécie	GE	6 anos		11 anos		16 anos	
		verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno
<b>Anacardiaceae</b>							
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P						X
<i>Tapira guianensis</i>	SI		X				
<b>Boraginaceae</b>							
<i>Cordia ecalyculata</i>	SI			X			X
<b>Caesalpinaceae</b>							
<i>Peltophorum dubium</i>	SI			X	X		
<b>Euphorbiaceae</b>							
<i>Croton urucurana</i>	P		X				
<i>Savia dictyocarpa</i>	ST						X
<b>Fabaceae</b>							
<i>Lonchocarpus cultratus</i>	SI			X			
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	SI	X	X			X	X
<i>Machaerium aculeatum</i>	SI	X				X	
<i>Platypodium elegans</i>	SI			X	X		
<i>Poecilante parviflora</i>	C					X	X
<b>Flacourtiaceae</b>							
<i>Casearia gossypiosperma</i>	SI					X	
<b>Lauraceae</b>							
<i>Nectandra megapotamica</i>	ST			X	X	X	X
<b>Meliaceae</b>							
<i>Cabrela canjerana</i>	C					X	X
<i>Guarea guidonia</i>	ST					X	X
<b>Mimosaceae</b>							
<i>Albizia polycephala</i>	SI	X	X		X		
<i>Acacia polyphylla</i>	SI		X		X		
<i>Anadenanthera</i> sp	SI	X	X	X	X	X	X
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	SI		X				

Família / Espécie	GE	6 anos		11 anos		16 anos	
		verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno
<i>Inga vera</i>	SI	X	X		X	X	X
<b>Myrtaceae</b>							
<i>Eugenia uniflora</i>	ST						X
<i>Psidium guajava</i>	SI	X	X			X	
<b>Nyctaginaceae</b>							
<i>Guapira opposita</i>	SI						
<b>Polygonaceae</b>							
<i>Triplaris americana</i>	SI			X	X		
<b>Rubiaceae</b>							
<i>Genipa americana</i>	C					X	
<i>Randia nitida</i>	ST						X
<b>Sapotaceae</b>							
<i>Cryosophyllum gonocarpum</i>	ST					X	
<b>Ulmaceae</b>							
<i>Trema micranta</i>	P		X				
<b>Verbenaceae</b>							
<i>Aloysia virgata</i>	SI	X	X				
<i>Citharexylum myrianthum</i>	SI		X	X	X		

ANEXO B – Lista das espécies plantadas amostradas do estrato arbóreo, incluindo todas as idades de plantio. (espécies com CAP  $\geq$  15 cm); GE: Grupo Ecológico; P (Pioneira); SI (Secundária Inicial); ST (Secundária Tardia)

(Continua)

<b>Família / Espécie</b>	<b>GE</b>	<b>6 anos</b>	<b>11 anos</b>	<b>16 anos</b>
<b>Anacardiaceae</b>				
<i>Astronium graveolens</i>	<b>C</b>			<b>X</b>
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	<b>C</b>			<b>X</b>
<i>Schinus terebinthifolius</i>	<b>P</b>	<b>X</b>		<b>X</b>
<i>Tapira guianensis</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>		
<b>Apocynaceae</b>				
<i>Tabernaemontana hystrix</i>	<b>SI</b>			<b>X</b>
<b>Araliaceae</b>				
<i>Didymopanax morototonii</i>	<b>ST</b>			<b>X</b>
<b>Areceaceae</b>				
<i>Acrocomia aculeata</i>	<b>P</b>			<b>X</b>
<b>Bignoniaceae</b>				
<i>Sparattosperma leucanthum</i>				<b>X</b>
<i>Tabebuia heptaphyla</i>	<b>ST</b>		<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	<b>ST</b>		<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Bombacaceae</b>				
<i>Chorisia speciosa</i>	<b>C</b>			<b>X</b>
<b>Boraginaceae</b>				
<i>Cordia ecalyculata</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<i>Cordia trichotoma</i>	<b>ST</b>		<b>X</b>	
<i>Patagonula americana</i>	<b>ST</b>		<b>X</b>	
<b>Caesalpinaceae</b>				
<i>Hymenaea courbaril</i>	<b>ST</b>			<b>X</b>
<i>Peltophorum dubium</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Pterogyne nitens</i>	<b>SI</b>		<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Caricaceae</b>				<b>X</b>
<i>Jacaratia spinosa</i>	<b>C</b>			<b>X</b>
<b>Cecropiaceae</b>				
<i>Cecropia pachystachya</i>	<b>P</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

<b>Família / Espécie</b>	<b>GE</b>	<b>6 anos</b>	<b>11 anos</b>	<b>16 anos</b>
<b>Euphorbiaceae</b>				
<i>Croton floribundus</i>	<b>P</b>		<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Croton urucurana</i>	<b>P</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Savia dictyocarpa</i>	<b>ST</b>			<b>X</b>
<b>Fabaceae</b>				
<i>Lonchocarpus cultratus</i>	<b>SI</b>		<b>X</b>	
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	<b>SI</b>		<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Machaerium aculeatum</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>		<b>X</b>
<i>Machaerium stipitatum</i>	<b>SI</b>			<b>X</b>
<i>Myroxylon peruiferum</i>	<b>SI</b>			<b>X</b>
<i>Platypodium elegans</i>	<b>SI</b>		<b>X</b>	
<i>Poecilante parviflora</i>	<b>C</b>			<b>X</b>
<i>Pterocarpus rohrii</i>	<b>SI</b>			<b>X</b>
<b>Lauraceae</b>				
<i>Nectandra megapotamica</i>	<b>ST</b>			<b>X</b>
<b>Malvaceae</b>				
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	<b>P</b>	<b>X</b>		
<b>Meliaceae</b>				
<i>Cabrela canjerana</i>	<b>C</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Guarea guidonia</i>	<b>ST</b>			<b>X</b>
<b>Mimosaceae</b>				
<i>Acacia polyphylla</i>	<b>SI</b>		<b>X</b>	
<i>Albizia polycephala</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>		<b>X</b>
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<i>Anadenanthera peregrina</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	<b>ST</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Inga laurina</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Inga vera</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Paraptadenia rigida</i>	<b>SI</b>		<b>X</b>	
<b>Myrtaceae</b>				
<i>Eugenia uniflora</i>	<b>ST</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Psidium guajava</i>	<b>SI</b>			<b>X</b>
<b>Moraceae</b>				
<i>Chlorophora tinctoria</i>	<b>SI</b>			<b>X</b>



<b>Família / Espécie</b>	<b>GE</b>	<b>6 anos</b>	<b>11 anos</b>	<b>16 anos</b>
<i>Ficus</i> sp	<b>SI</b>			<b>X</b>
<b>Nyctaginaceae</b>				
<i>Guapira opposita</i>	<b>SI</b>			
<b>Phytolaccaceae</b>				
<i>Gallesia integrifolia</i>	<b>ST</b>		<b>X</b>	
<i>Seguiera floribunda</i>	<b>SI</b>			<b>X</b>
<b>Polygonaceae</b>				
<i>Triplaris americana</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Genipa americana</i>	<b>C</b>		<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Randia nitida</i>	<b>ST</b>			<b>X</b>
<b>Rutaceae</b>				
<i>Balfourodendron riedelianum</i>			<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Sapotaceae</b>				
<i>Crysophyllum gonocarpum</i>	<b>ST</b>			<b>X</b>
<b>Sterculiaceae</b>				
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<b>P</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Tiliaceae</b>				
<i>Luehea candicans</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>		
<b>Ulmaceae</b>				
<i>Trema micranta</i>	<b>P</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Verbenaceae</b>				
<i>Aloysia virgata</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>		
<i>Citharexylum myrianthum</i>	<b>SI</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<i>Vitex montividentis</i>			<b>X</b>	<b>X</b>

## ANEXO C – Localização geográfica de todas parcelas avaliadas.

<b>Pontos</b>	<b>Coordenadas (longitude/latitude)</b>
Vértice 1 da parcela 2 (16 anos)	52°50' 57.58511"W 22°35' 15.88513"S
Vértice 1 da parcela 3 (16 anos)	52°51' 01.11919"W 22°35' 15.63408"S
Vértice 1 da parcela 6 (16 anos)	52°51' 03.01176"W 22°35' 14.39811"S
Vértice 1 da parcela 8 (11 anos)	51°59' 21.75157"W 22°33' 22.65943"S
Vértice 1 da parcela 9 (11 anos)	51°59' 41.46903"W 22°33' 19.70471"S
Vértice 1 da parcela 10 (11 anos)	51°59' 56.59025"W 22°33' 08.13688"S
Vértice 1 da parcela 1 (6 anos)	51° 36' 17.33904"W 22° 39' 43.00740"S
Vértice 1 da parcela 4 (6 anos)	51° 36' 17.49354"W 22° 39' 46.11662"S
Vértice 1 da parcela 5 (6 anos)	51° 36' 21.02762"W 22° 39' 49.22583"S

## ANEXO D – Análise do solo – Classificação geotextural e química

Abaixo os resultados da análise de solo das parcelas 1, 4 e 5 que estão situadas na ACA Taquaruçu - Laranjeiras com idade de 6 anos.

<b>Amostra</b>	<b>Argila</b>	<b>Silte</b>	<b>Areia(%)</b>	<b>Dens. Apar.</b>	
<b>Ident.</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>Total</b>	<b>gcm<sup>-3</sup></b>	
P1	30	21	49	1,3	P1: Franco – argiloareno
P4	28	21	51	1,3	P4: Franco – argiloareno
P5	20	25	55	1,3	P5: Franco – arenoso

Abaixo os resultados da análise de solo das parcelas 8, 9 e 10 que estão situadas na ACA Taquaruçu - Itaguajé com idade de 11 anos.

<b>Amostra</b>	<b>Argila</b>	<b>Silte</b>	<b>Areia(%)</b>	<b>Dens. Apar.</b>	
<b>Ident.</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>Total</b>	<b>gcm<sup>-3</sup></b>	
P8	31	24	45	1,0	P8: Franco – argiloso
P9	41	16	43	1,0	P9: Argila
P10	27	18	55	1,0	P10: Franco – argiloareno

Abaixo os resultados da análise de solo das parcelas 2, 3 e 6 que estão situadas na ACA Nova – Pontal com idade de 16 anos.

<b>Amostra</b>	<b>Argila</b>	<b>Silte</b>	<b>Areia(%)</b>	<b>Dens. Apar.</b>	
<b>Ident.</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>Total</b>	<b>gcm<sup>-3</sup></b>	
P2	12	10	78	1,4	P2: Franco – arenoso
P3	14	6	80	1,3	P3: Franco – arenoso
P6	12	10	78	1,4	P6: Franco – arenoso

Tabelas de análise de solos das parcelas investigadas.

Ident	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	V	Sat	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg dm <sup>-3</sup>	gdm <sup>-3</sup>	Ca Cl <sub>2</sub>			mmolc dm <sup>-3</sup>					%	Al <sup>3+</sup>			mg dm <sup>-3</sup>			
P1	33	37	5,9	5,1	97	29	26	0,4	131	157	84	0,3	1	0,47	13,5	38	22,6	8,5
P4	24	35	5,9	5,3	98	22	21	0,5	125	145	86	0,4	5	0,50	14,6	31	23,7	11,4
P5	27	37	6,2	1,1	112	23	15	0,4	136	151	90	0,3	4	0,51	6,2	18	13,8	8,3

Extratores: M.O: Oxi-Red.; SB (Soma de Bases), T (capacidade de Troca Catiônica);V (Saturação de Bases)

Ident	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	V	Sat	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg dm <sup>-3</sup>	gdm <sup>-3</sup>	Ca Cl <sub>2</sub>			mmolc dm <sup>-3</sup>					%	Al <sup>3+</sup>			mg dm <sup>-3</sup>			
P8	40	43	5,7	5,1	165	46	29	0	216	245	88	0	1	0,78	13,6	37	80,3	6,6
P9	14	33	6,0	4,1	112	26	17	0	143	159	90	0	0	1,06	16,1	15	51,9	7,0
P10	25	34	6,2	5,6	109	20	14	0	134	148	90	0	1	1,46	11,2	17	55,7	10,3

Extratores: M.O: Oxi-Red.; SB (Soma de Bases), T (capacidade de Troca Catiônica);V (Saturação de Bases)

Ident	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	V	Sat	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg dm <sup>-3</sup>	gdm <sup>-3</sup>	Ca Cl <sub>2</sub>			mmolc dm <sup>-3</sup>					%	Al <sup>3+</sup>			mg dm <sup>-3</sup>			
P2	11	33	5,5	1,9	50	12	18	1	65	83	78	1	5	0,48	1,2	25	44,9	4,0
P3	10	26	5,5	1,6	44	10	18	0	55	73	75	0	3	0,44	0,9	28	44,1	3,2
P6	9	24	5,0	1,8	32	9	22	1	43	64	66	2	6	0,40	1,4	51	52,8	3,1

Extratores: M.O: Oxi-Red.; SB (Soma de Bases), T (capacidade de Troca Catiônica);V (Saturação de Bas