

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Aporte de Serrapilheira e Chuva de Sementes como  
Bioindicadores de Recuperação Ambiental em Fragmentos de  
Floresta Atlântica**

**Fabio Ribeiro Gondim**

**2005**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E**  
**FLORESTAIS**

**APORTE DE SERRAPILHEIRA E CHUVA DE SEMENTES COMO**  
**BIOINDICADORES DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM**  
**FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA**

**FABIO RIBEIRO GONDIM**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Fatima C. M. Piña-Rodrigues**  
*e Co-orientação do Professor*  
**Marcos Gervásio Pereira**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração Conservação da Natureza.

Seropédica  
Agosto de 2005

**Gondim, Fabio R.**

Aporte de serrapilheira e chuva de sementes como bioindicadores de recuperação ambiental em fragmentos de floresta atlântica. Seropédica. RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas. 2005.

80 f. il.

Orientadora:

I. Pina-Rodrigues, F.C.M. II. UFRRJ / IF. III. Título

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**FABIO RIBEIRO GONDIM**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30 / 08 / 2005

---

Fatima C. M. Piña-Rodrigues. Prof. Dr<sup>a</sup>. UFRRJ  
(Orientadora)

---

Maria Fernanda Santos Quintela. Prof. Dr<sup>a</sup>. UFRJ

---

Rogério Ribeiro de Oliveira. Prof. Dr. PUC-RJ

Aos meus pais, pelo incentivo e  
amor, dedico essa dissertação a  
você, com muito amor,  
Binho

Ao meu tio Carlos,  
Sei que de algum lugar  
me observa feliz.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço do fundo do coração a todas as pessoas que de alguma forma participaram comigo durante essa etapa de minha vida, em particular:

A minha família, meu pai Mario Hélio, minha mãe Sonia Regina, meus amados irmãos Marcelo e Monica, meus avós Telmo, Irene e Heliacy (em memória), meu tio Ricardo, e é claro ao meu sobrinho, valeu Gui;

A prof<sup>a</sup>. Fátima, que me acolheu em seu laboratório, me apoiando ao vivo ou mesmo via msn nos momentos de sua ausência, me apresentando a fabulosa ciência das maravilhosas sementes florestais;

Ao prof<sup>o</sup> Gervásio, que convidado nos últimos momentos foi essencial para a conclusão deste trabalho, muito obrigado por pelo suporte;

Ao Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais;

A CAPES pela bolsa de pesquisa;

Ao Jardim Botânico do Rio de Janeiro pela disponibilização de sua carpoteca;

Aos botânicos que auxiliaram na identificação, principalmente ao Caíque que assim como em minha monografia, me deu a maior ajuda,

A coordenadora do projeto BLUMEN (Brasil) Dalva Mattos;

Aos amigos do BLUMEN:

Pessoal da FIOCRUZ: Bernardo, Marcony, Natali, Panda e Paulo, o campo com vocês sempre foi hilário!!!

A equipe de São Carlos e do ITT;

Ao Cezinha, sempre bom revê-lo;

As Birdgirls Samantha, Ana, Viviane e Juliana, e é claro ao amigo Piratelli, muito obrigado;

Aos amigos Alemães, Jens, Dietmar, Hartmut, Sabine, Marc, Morawetz, André, Nicole e Juan Carlos (digamos alemão por aqui),

A amigos do LACON, ao Edmar pela ajuda no campo e pelos cafés, ao Gilberto pelos papos, a Pedrita, ao Marcello Freire, ao Guerreiro (grande distribuição espacial), Murilo, Marcelinho, as meninas Josie e Aline, a Monise, Pierro e Felipe e é claro ao Juvenal, única pessoa no mundo que acredito merecer um clone, assim dividiria suas atividade (ou dobraria?!), valeu pela organização e empenho amigo, valeu galera do 432, foi um prazer;

E é claro aos companheiros antigos, Renza, Bahia, Verônica, Robson, Pixote, Marcinho, a galera da USU em geral, ao cara que insiste em ser meu primo, o Babinho, Carlota, Tony, Magrão, Glau, Roy, valeu galera, ta marcado, hein?!

A todos que podem ter ficado de fora porém participaram de alguma maneira,

A Amandinha, a filha que gostaria de ter, e por último, a minha esposa Maria Claudia, pelo amor, sugestões e carinho, principalmente nos momentos mais difíceis, amo você.

“... sonho que se sonha só, é só um sonho que se sonha só, sonho que se sonha junto é realidade ...”

Raul Seixas

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da região de estudo, Teresópolis, Rio de Janeiro, Brasil.....	9
Figura 2 – Representação esquemática da disposição dos fragmentos (4) estudados, em Teresópolis, RJ. Distribuição na paisagem dos fragmentos do Valdemar (23 ha), Davi (8 ha) e Palmeiras (3,2 ha).....	10
Figura 3 – Esquemática da disposição das parcelas e dos coletores, em relação a distância da borda, como empregado no estudo.....	11
Figura 4 – Coletores empregados na amostragem da chuva de sementes em fragmentos florestais inseridos na Bacia do Rio Preto em Teresópolis, RJ.....	12
Figura 5 – Número total acumulado de diásporos coletados na chuva de sementes das diferentes síndromes de dispersão, em cada mês, no ano de 2004, amostrados nos quatro fragmentos de Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ. Ane= anemocoria; zoo= zoocoria; auto= autocoria.....	15
Figura 6 – Número de espécies coletadas na chuva de sementes das diferentes síndromes de dispersão, em cada mês, amostrados nos quatro fragmentos de Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ. Ane= anemocoria; zoo= zoocoria; auto= autocoria.....	16
Figura 7 – Representação na escala semi-logarítmica da relação entre o número de espécies ( $\log N$ ) ocorrentes na chuva de sementes e o tamanho dos fragmentos (ha) ( $r_{\text{área}} = -0,52$ ), e do número de espécies em relação à distância da fonte de sementes mais próxima ( $r_{\text{distância}} = -0,41$ ) dos fragmentos estudados, no período de fevereiro de 2004 a dezembro de 2005, em Teresópolis, RJ.....	17
Figura 8 – Número de sementes e de espécies depositadas no fragmento Valdemar durante o período de estudo, Teresópolis, RJ.....	18
Figura 9 – Número total de sementes depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no fragmento Valdemar, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.....	19
Figura 10 – Número de espécies depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no período de estudo, no fragmento Valdemar, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.....	20
Figura 11 – Número de sementes e número de espécies ocorrentes a diferentes distancias da borda do fragmento Valdemar, Teresópolis, RJ.....	20
Figura 12 – Número de espécies referentes a cada síndrome de dispersão, em relação à distância da borda do fragmento Valdemar, Teresópolis, RJ.....	21
Figura 13 – Número de sementes e número de espécies depositadas no fragmento Davi durante o período de estudo, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.....	22
Figura 14 – Número total de sementes depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no fragmento Davi, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.....	23



Figura 15 – Número de espécies depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no período de estudo, no fragmento Davi, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ. .....	23
Figura 16 – Número de sementes e número de espécies ocorrentes a diferentes distancias da borda do fragmento Davi, Teresópolis, RJ.....	24
Figura 17 – Número de espécies referentes a cada síndrome de dispersão, em relação à distancia da borda do fragmento Davi, Teresópolis, RJ.....	25
Figura 18 – Número de sementes e número de espécies, depositadas a cada mês no fragmento Palmeira durante o período de estudo, Teresópolis, RJ.....	25
Figura 19 – Número total de sementes depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no fragmento Palmeira, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ. ....	26
Figura 20 – Número de espécies depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no período de estudo, no fragmento Palmeira, Teresópolis, RJ. ....	26
Figura 21 – Número de sementes e número de espécies ocorrentes a diferentes distancias da borda do fragmento Palmeira, Teresópolis, RJ.....	27
Figura 22 – Número de espécies referentes a cada síndrome de dispersão, em relação à distância da borda do fragmento Palmeira, Teresópolis, RJ.....	28
Figura 23 – Número de sementes e número de espécies, depositadas ao longo do estudo no fragmento Sorvete, Teresópolis, RJ.....	29
Figura 24 – Número total de sementes depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no fragmento Sorvete, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ. ....	30
Figura 25 – Número de espécies depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no período de estudo, no fragmento Sorvete, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ. .....	30
Figura 26 – Número de sementes e número de espécies ocorrentes a diferentes distancias da borda do fragmento Sorvete, Teresópolis, RJ.....	31
Figura 27 – Número de sementes e número de espécies ocorrentes a diferentes distancias da borda do fragmento Sorvete, Teresópolis, RJ.....	31
Figura 28 – Dendrograma obtido através da análise de agrupamento se baseando no número de sementes coletadas em quatro áreas de fragmentos florestais na Região de Teresópolis, RJ. .....	32
Figura 29 – Deposição de serrapilheira nos quatro fragmentos de Teresópolis durante o período de estudo e precipitação média da região nos últimos 10 anos. ....	33
Figura 30 – Tendência da deposição total de material decíduo depositado durante o período de estudo, das distintas frações e precipitação na região de Teresópolis, RJ.....	35
Figura 31 – deposição total de serrapilheira em relação à borda nos fragmentos estudados em Teresópolis, RJ. ....	36
Figura 32 – Deposição das diferentes frações de material decíduo no fragmento Valdemar com o total depositado durante os 11 meses, na região de Teresópolis, RJ.....	36

Figura 33 – Deposição das diferentes frações de material decíduo no fragmento Davi com o total depositado durante os 11 meses, na região de Teresópolis, RJ.....	37
Figura 34 – Deposição das diferentes frações de material decíduo no fragmento Palmeira com o total depositado durante os 11 meses, na região de Teresópolis, RJ.....	38
Figura 35 – Deposição das diferentes frações de material decíduo no fragmento Sorvete com o total depositado durante os 11 meses, na região de Teresópolis, RJ.....	39
Figura 36 – Percentagem de espécies ocorrentes na chuva de sementes de diferentes síndromes de dispersão, nos fragmentos estudados, no período de fevereiro de 2004 a dezembro de 2005, em Teresópolis, RJ. ....	43
Figura 37 – Número de espécies frutificando durante o período do estudo em Teresópolis, RJ. ....	44
Figura 38 – Curva de tendência para o número de espécies ocorrentes na chuva de sementes, a diferentes distâncias das bordas dos fragmentos estudados, no período de fevereiro de 2004 a dezembro de 2005, em Teresópolis, RJ. ....	45
Figura 39 – Distribuição das frações (%) dentro de cada fragmento durante o período de estudo, na região de Teresópolis, RJ. ....	48

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Resultados dos índices de diversidade, riqueza e equitabilidade. N= n° de espécies, S= abundância relativa; d (Margaleff) = riqueza de espécies, J' (Pielou) = equitabilidade e H' (Shannon) = diversidade para fragmentos florestais em área de Floresta Atlântica de Teresópolis, RJ. .... 14
- Tabela 2 – Coeficiente de correlação de Spearman entre as frações da serrapilheira depositada durante o estudo e as variáveis climáticas, Teresópolis, RJ. Dados climáticos médios de 10 anos. .... 33
- Tabela 3 – Deposição total de serrapilheira e representatividade das folhas nas amostras em ecossistemas florestais. \* Neste estudo o autor considerou somente as folhas e galhos, não citando o valor total da deposição nem a quantidade referente as demais frações. \*\*Valores correspondentes a 11 meses de dados. .... 47

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1	A Fragmentação Florestal .....	3
2.2	Chuva de sementes.....	5
2.3	Aporte de serrapilheira.....	7
2.4	Bioindicadores .....	8
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
3.1	Caracterização da região .....	9
3.2	Áreas de estudo .....	9
3.3	Instalação das parcelas de estudo.....	10
3.4	Coleta do material .....	11
3.5	Dados climáticos .....	12
3.6	Chuva de sementes.....	12
3.6.1	Análise de dados .....	13
3.7	Aporte de serrapilheira.....	13
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
4.1	Chuva de sementes.....	14
4.1.1	Caracterização geral.....	14
4.1.2	Fragmento Valdemar .....	17
4.1.3	Fragmento Davi .....	21
4.1.4	Fragmento Palmeira .....	25
4.1.5	Fragmento Sorvete .....	28
4.1.6	Análise da similaridade na chuva de sementes entre os fragmentos .....	31
4.2	Aporte de serrapilheira.....	32
4.2.1	Caracterização geral.....	32
4.2.1	Fragmento Valdemar .....	33
4.2.2	Fragmento Davi .....	37
4.2.3	Fragmento Palmeira .....	37
4.2.4	Fragmento Sorvete .....	38
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
5.1	Chuva de sementes.....	40
5.2	Aporte de serrapilheira.....	46
5.3	Indicadores biológicos .....	49
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
	<b>ANEXO I Lista de espécies .....</b>	<b>60</b>
	<b>ANEXO II Fotos das áreas.....</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXO III Diagnóstico das áreas.....</b>	<b>64</b>

## RESUMO

GONDIM, Fabio Ribeiro. **Aporte de serrapilheira e chuva de sementes como bioindicadores de recuperação ambiental em fragmentos da floresta atlântica**. 2005. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005.

A fragmentação florestal acarreta em grandes mudanças na estrutura e dinâmica das florestas, porém, poucos são os estudos sobre a influência da fragmentação na produção de sementes e na deposição de serrapilheira. O estudo teve como objetivo a comparação e a avaliação entre os padrões espaciais e temporais da chuva de sementes e da deposição de serrapilheira em quatro fragmentos de floresta atlântica considerando seu grau de isolamento (distância) e tamanho, avaliando a possibilidade de utilizar a chuva de sementes e o aporte de serrapilheira como bioindicadores de degradação ambiental. Em cada um dos fragmentos isolados ( $F_3= 3.2$  ha;  $F_4= 62$  ha) e conectados ( $F_2 = 8$  ha;  $F_1= 23$  ha) de diferentes tamanhos foram instaladas 16 colheteiros a quatro diferentes distâncias da borda, e o material depositado coletado mensalmente durante 11 meses do ano de 2004. Correlação, análises de componentes principais (PCA), espécies indicadoras e agrupamento foram aplicadas para definir as relações entre as espécies e as características dos fragmentos estudados, assim como os padrões de deposição de serrapilheira. Para comparar os fragmentos foram calculados o índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ), riqueza de Margaleff ( $d$ ) e de equitabilidade de Pielou ( $J$ ). *Olyra taquara* (Poaceae), *Mikania sp.* (Asteraceae), *Cecropia sp.* (Moraceae) e *Miconia sp.* (Melastomataceae) representaram 83,5% das sementes depositadas no estudo. A densidade de sementes aportadas foi em média 116,3 propágulos/m<sup>2</sup>. A maior similaridade em relação à composição e densidade das espécies vegetais foi encontrado entre os fragmentos localizados a 150 m de distância um do outro, estando o menor e mais distantes deles completamente isolado dos demais. Todos os fragmentos apresentaram baixa diversidade ( $H' \leq 2.0$ ), baixa equitabilidade ( $J= 0,5084$ ;  $J_{esperado}= 1$ ) e riqueza ( $d= 0,80$ ) e baixa densidade da chuva de sementes em relação à média esperada ( $> 500$  propágulos/m<sup>2</sup>), com alta frequência de espécies pioneiras. A maior riqueza foi obtida no fragmento menor, porém com baixa equitabilidade indicando que poucas espécies apresentam grande número de indivíduos. O pico de produção de sementes totais e dispersas pelo vento ocorreu no início do período das chuvas, em outubro, e das zoocóricas no mês de março, final do período chuvoso. O número de espécies tendeu a aumentar da borda para o interior do fragmento. Os fragmentos depositaram em média 4,9 t/ha de material decíduo durante o estudo, dos quais 69,4% corresponderam a folhas, 14,2% a galhos, 6,4% de material reprodutivo e 10% de resíduos. A sazonalidade foi marcada por um período de maior deposição no final do período mais seco do ano, entre os meses de setembro e novembro. O tamanho e a distância dos fragmentos, assim como a distância das parcelas em relação a borda, não apresentaram diferenças significativas, apesar do fragmento  $F_2$  demonstrar tendência a maior deposição. A chuva de sementes demonstrou ser um bom bioindicador para indicar o estado de degradação de fragmentos florestais, ao contrário da deposição de serrapilheira que se demonstrou de difícil interpretação.

**Palavras chave:** Fragmentação florestal, Chuva de sementes, Deposição de serrapilheira.

## ABSTRACT

GONDIM, Fabio Ribeiro. **Litter fall and seed rain as bioindicators of environmental degradation in forest fragments of Atlantic Forest**. 2005. 80p. Dissertation (Master Science in Environment and Forest Science). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005.

Although fragmentation affects Forest structure and dynamics, there are few studies correlating their impact to seed rain and litterfall. The aim of this study was to compare and evaluate spatial and time patterns of seed rain and litterfall in four remnants in Atlantic Forest based on their isolation degree and size, in order to apply these traits as bioindicators of environmental degradation. In each isolated ( $F_3= 3.2$  ha;  $F_4= 62$  ha) and connected fragments ( $F_2 = 8$  ha;  $F_1= 23$  ha) of different sizes 16 seed traps were established in four distance from the border and sampled during 11 months, during 2004. Pearson coefficient, principal component analyses (PCA), species indicator and cluster analyses were performed to define the relationships among species, seed rain, litterfall and fragments characteristics. In order to compare the fragments were compared using Shannon-Weaver ( $H'$ ) diversity index, richness using Margaleff ( $d$ ) and equitability by Pielou ( $J$ ). *Olyra taquara* (Poaceae), *Mikania sp.* (Asteraceae), *Cecropia sp.* (Moraceae) and *Miconia sp.* (Melastomataceae) represented 83,5% of total seeds with mean density of 116,3 propagule/m<sup>2</sup>. The higher similarity in relation to species composition and density in seed rain was obtained between the closest fragments. All fragments showed low diversity ( $H' \leq 2.0$ ), low equitability ( $J= 0,5084$ ;  $J_{table}= 1$ ) and richness ( $d= 0,80$ ), and low density of seed rain ( $< 500$  propagules/m<sup>2</sup>), with high frequency of pioneer species. The highest richness was obtained in the small fragment, however with low value of equitability indicating that there were few species with many individuals. Wind dispersed species were observed in more intensity during October in the beginning, and zoochoric species dispersed their seeds in the end of rainy period. An increasing of species number was observed from the edge to fragment interior. Total biomass deposition was 4,9 t/ha which 69,4% were leaves, 14,2% branches, 6,4% reproductive material and 10% residual one. Sazonality was best expressed by biomass deposition in the end of the dry period, between September and November. Fragment size, distance among them and from edge were not significant, although F2 showed a trend to high value of total litterfall. Seed rain was considered a better bioindicator of fragmentation when compared to litterfall.

**Key word:** Forest fragmentation, seed rain, litterfall.

## 1 INTRODUÇÃO

Distribuída ao longo da costa atlântica do país, atingindo áreas da Argentina e do Paraguai na região sudeste, a Mata Atlântica abrangia originalmente 1.350.000 km<sup>2</sup> no território brasileiro, a qual contemplava áreas em 17 Estados, (PI, CE, RN, PE, PB, SE, AL, BA, ES, MG, GO, RJ, MS, SP, PR, SC e RS), o que correspondia a aproximadamente 15% do território brasileiro (IBGE, 1993). Nestas regiões atualmente vivem 60% da população brasileira (IBGE, 2000) e tem sua diversidade biológica considerada como uma das mais altas do mundo (MORI *et al.*, 1981; RDOMA, 2001; MMA/SBF, 2002).

A Mata Atlântica é considerada uma área de conservação prioritária, um “hotspot”; a qual das 25 áreas selecionadas em todo planeta, pertence às cinco mais importantes para conservação, junto somente com regiões como o Caribe, Madagascar, os Andes tropicais, o norte do Chile e Argentina, passando pela Bolívia, Peru, Equador, Colômbia e Venezuela, e o arquipélago que engloba a região da Indonésia e da Malásia (MYERS *et al.*, 2000).

A teoria para a formulação de um “hotspot” se baseia na importância em que a área representa em termos de biodiversidade para o total de espécies conhecidas no planeta, levando em consideração basicamente a taxa de espécies endêmicas, tanto de plantas como de vertebrados, a porcentagem remanescente de sua vegetação primária e a perda de habitat (MYERS, 1988). A Mata Atlântica possui por sua vez 620 espécies de aves, sendo 181 endêmicas, 261 espécies de mamíferos dos quais 73 endêmicos, 200 de répteis com 60 endêmicas e 280 de anfíbios com 253 endêmicas, em um total de 1.361 espécies de vertebrados das quais 567 são endêmicas do bioma e aproximadamente 20.000 espécies de plantas, das quais 8.000 são espécies endêmicas, isto é, 40 % das espécies existentes no bioma e que representam 2,7 % do total de plantas endêmicas no mundo (MYERS *et al.*, 2000).

Existem três níveis de extinção que podem estar ocorrendo com espécies em que possuem seus habitats destruídos ou mesmo uma pressão de caça muito intensa; a extinção global, no senso estrito da palavra, em que uma espécie desaparece e não pode ser mais encontrada em nenhum local, a extinção local, em que a espécie não pode mais ser encontrada em uma determinada área, mas ainda pode ser encontrada em uma outra (BRITO & FERNANDEZ, 2000), e a extinção ecológica, a qual a espécie, por causa de seu reduzido tamanho populacional, não mais exerce seu papel ecológico no sistema (REDFORD, 1992).

Assim como as demais florestas de todo o planeta, a Mata Atlântica vem sendo devastada por fatores como a extração madeireira e, principalmente, para dar lugar a agropecuária e habitação, ocasionando o processo de fragmentação florestal (INPE, 1989; VIANA *et al.*, 1992), resultando na redução da biodiversidade em várias escalas (LAURANCE *et al.* 1998). A proximidade e a relativa acessibilidade dos moradores do entorno desses remanescentes florestais, que acabam por utilizar essas áreas para caça e extração de madeiras leves para fornos caseiros, vem sendo também uma das principais causas do desaparecimento de espécies, sendo esses moradores um dos principais causadores, tanto da redução demográfica como da genética, principalmente das espécies de maior porte, em fragmentos florestais da Mata Atlântica (CULLEN Jr. *et al.*, 2000).

Atualmente existem fragmentos de tamanhos, formas e posições diferentes, geralmente encontrados nas áreas mais altas, de difícil acesso e inadequadas para a agricultura (BERTONI *et al.*, 1988; LEITÃO FILHO, 1987; VIANA *et al.*, 1992). Estudo realizado por RANTA *et al.* (1998) sobre remanescentes de Mata Atlântica no nordeste brasileiro, estimou que 48% dos fragmentos são menores do que 10 ha e somente 7 % possuem mais do que 100 ha de área. Na grande maioria estes fragmentos encontram-se distribuídos na paisagem de

forma isolada, o que dificulta o aporte de material genético e de sementes advindos de outras áreas, o que afeta a composição não apenas florística, mas principalmente, a genética.

A dispersão das sementes entre e dentro de fragmentos é de suma importância para sua regeneração, visto que este material irá compor o banco de sementes do solo responsável pela entrada de novos indivíduos (genes) e/ou espécies. Esse banco de sementes será o responsável pelo armazenamento da diversidade do fragmento, estando estocado no solo e germinando sempre que as condições forem favoráveis à semente, após o aparecimento de clareiras, por causas naturais ou antrópicas (HARPER, 1977; BAIDER *et al.*, 1999).

Nesses bancos de sementes, o grande número de sementes viáveis pertencentes aos estágios iniciais de sucessão demonstram a eficiência deste armazenamento de sementes como mecanismo de regeneração natural, assim como indicando as possíveis espécies predominantes em um processo de recuperação florestal (BAIDER *et al.*, 1999). Por outro lado, ambientes perturbados tendem a apresentar na chuva de sementes o aporte no banco de espécies mais colonizadoras, alterando a sua frequência e a distribuição. Isto porque estas áreas apresentam um número muito elevado de espécies pioneiras que têm crescimento rápido, ciclo de vida mais curto, investindo pesadamente na produção de biomassa em um curto espaço de tempo, além de fenofases mais curtas, o que acarreta também na grande produção de flores, frutos e sementes, enquanto aquelas menos perturbadas possuem um pequeno número de espécies pioneiras, apresentando menor produção líquida de biomassa e de sementes (LEITÃO-FILHO *et al.*, 1993).

O conjunto de alterações que ocorrem no processo de fragmentação pode ser usado na formulação de bioindicadores a partir de parâmetros sensíveis às modificações do meio, tais como a composição da chuva de sementes e os padrões de aporte de biomassa ou serrapilheira.

Neste estudo pretendeu-se avaliar se o processo de fragmentação e o tamanho dos fragmentos afetam o processo de deposição de serrapilheira e de chuva de sementes em uma área de Mata Atlântica e se estes componentes podem ser empregados como bioindicadores dos estágios de degradação ou conservação das áreas estudadas. O efeito das bordas e a distância entre as áreas foram também avaliados para se verificar a existência de padrões distintos temporais e espaciais nos processos de acúmulo de biomassa e aporte de sementes.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 – A Fragmentação Florestal

Os efeitos da fragmentação da vegetação nativa sobre a biodiversidade não são ainda claramente compreendidos (VIANA & TABANEZ, 1996). A teoria de biogeografia de ilhas proposta por MACARTHUR E WILSON (1967) argumenta que existe diminuição exponencial no número de espécies de acordo com a diminuição da superfície da ilha. Desde então, diversos são os estudos que se baseiam no desenvolvimento do conceito (BROWN, 1971; BERGALO, 1990; LOISELLE & BLAKE, 1992; TERBORGH, 1992; LAURANCE *et al.* 1998; COOK *et al.*, 2002; LAURENCE, 2002). PRESTON (1962) sugeriu que, uma vez ocorrida a fragmentação, o desaparecimento de espécies é um fato consumado, mesmo em não mais ocorrendo interferência humana. De acordo com TERBORGH (1992), o número de espécies presente em um ambiente seria reduzido à metade sempre que se retirasse 90% dessa vegetação. Por exemplo, no caso da Mata Atlântica, onde restam menos de 0,5% da cobertura vegetal original, a capacidade de manutenção da diversidade seria de apenas 1/8 de suas condições originais.

Há de se levar em conta também que a extinção é um fenômeno complexo, dependendo de fatores como a fragmentação, a degradação do habitat (incluindo a poluição), a super exploração de espécies para uso humano, a introdução de espécies exóticas e o aumento de ocorrência de doenças (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). LOISELLE E BLAKE (1992) constataram a variação da disponibilidade de recursos alimentares no ambiente e seu efeito em populações de aves, concluindo sobre diferentes efeitos causados a elas da cadeia alimentar com a extinção de espécies.

Uma das primeiras mudanças no equilíbrio de fragmento florestal é a perda de seus predadores do topo da cadeia trófica, sendo os vertebrados de grande porte normalmente os primeiros a desaparecer (BROWN, 1971), principalmente pela não adaptação a essa reduzida área de vida. A fragmentação reduz a área necessária para sobrevivência de um animal, determinada pela sua massa corporal e pelas suas necessidades energéticas (BERGALO, 1990). CULLEN Jr. *et al.* (2000) verificaram haver diminuição na população das antas, tatus e cotias em fragmentos isolados os quais, devido à sua mobilidade, podem ser formadoras de metapopulações, que são um conjunto de populações conectadas por indivíduos que se movem entre elas (GILPIN & HANSKI, 1991).

COSSON *et al.* (1999) constataram que a fragmentação de uma área causou grande mudança na comunidade de morcegos, afetando principalmente os frugívoros de sub-bosque, que se tornaram bastante escassos, podendo comprometer a estrutura vegetacional do interior da floresta.

Alterações na umidade do solo e modificações locais são algumas conseqüências da fragmentação, sendo a complexidade desses efeitos mais pronunciada nas bordas dos fragmentos. Tais efeitos podem ser constatados pelas mudanças da estrutura vegetal próximo à borda, com o aumento de indivíduos mortos e danificados (CAMARGO & KAPOK, 1995).

Quando uma borda é criada, muitas árvores perdem suas folhas e morrem ainda em pé, provavelmente por causa da rápida mudança de luz, temperatura e umidade que superam a tolerância fisiológica para sua sobrevivência (LOVEJOY *et al.*, 1986).

Outras árvores são derrubadas com os fortes ventos, ajudando a criar clareiras próximas às bordas e aumentando a turbulência dentro dos fragmentos (LAURENCE, 1997), abrindo espaço para invasão das lianas (ENGEL *et al.*, 1998).

A distância a que esses efeitos influenciam a dinâmica dos fragmentos florestais ainda é tema bastante controverso. Apesar da existência de alguns estudos, esses foram feitos em sua grande maioria em terras do médio Amazonas, onde é caracterizada pela pouca sinuosidade do terreno, mas relatam que alguns efeitos poderiam alcançar até aproximadamente 400 metros no interior do fragmento e seriam sentidos de formas diferentes para diferentes formas de vida (LAURENCE, 2002).

Apesar de todos os efeitos da fragmentação florestal, os fragmentos remanescentes possuem importantes papéis na paisagem em que se encontram inseridos. A conservação dos remanescentes florestais é fundamental, pois são fonte de propágulos de plantas e espécies animais que podem recolonizar áreas onde já foram localmente extintos (VIANA & TABANEZ, 1996). Quando os fragmentos são muito distantes ou totalmente isolados, há uma diminuição no fluxo gênico das populações, conseqüentemente a variabilidade genética cai e há também redução dos fenótipos (SHAFFER, 1981; KAGEYAMA & GANDARA, 1998).

Segundo SCHELHAS & GREENBERG (1996), devido ao fato de muitas espécies, inclusive aquelas que se adaptam à borda, sobreviverem e prosperarem dentro dos fragmentos florestais, elas desempenham importante papel no aumento da diversidade biológica em áreas aonde a cobertura florestal vem sendo ameaçada. Este aumento em diversidade pode ser de grande importância em regiões onde a maioria da floresta intacta foi perdida e, em particular, onde a floresta abriga bom número de espécies endêmicas e raras (SANTOS, 2003). Os fragmentos florestais, dentro dessas áreas podem fornecer sementes para o restabelecimento de amplos trechos de vegetação, tanto nas pastagens mais próximas quanto nas mais distantes (SOUZA, 2002). Em muitas áreas onde a cobertura natural vegetal está sendo perdida, os fragmentos são os únicos habitats onde a fauna pode se abrigar, podendo servir como o dispersores de sementes que possibilitarão uma recolonização das pastagens (TOH *et al.*, 1999; CARRIÈRE, 2002; SANTOS, 2003).

Alternativas para estratégias de conservação têm sido propostas nos últimos anos. Uma questão que tem sido levantada é a de como deveriam ser estruturadas as áreas de preservação, se em vários fragmentos isolados ou se em grandes áreas (LOVEJOY & OREAN, 1981; WILCOX e MURPHY, 1985; BIERREGAARD *et al.*, 1992). Em todos os casos discutidos, parece claro que, quanto maior o tamanho da área preservada, mais propícias as condições para a continuidade das espécies, mesmo que esses sejam pequenos fragmentos ligados por corredores florestais.

De qualquer forma, alguns fragmentos florestais, principalmente aqueles com abundância de cipós, muitas vezes não são capazes de se regenerarem sozinhos, possuindo uma dinâmica onde trechos de floresta madura tendem a se tornar mais abertos, perdendo biomassa e biodiversidade, havendo a necessidade de se reverter esse quadro com alguma forma de manejo, seja com o corte dos cipós, que impedem o crescimento de muitas espécies arbóreas, ou mesmo com o corte e o plantio de espécies pioneiras (VIANA & TABANEZ, 1996). Estudos demonstram que, após um ano do manejo, pode ocorrer em um aumento de 53% de área basal das espécies arbóreas de um fragmento (TABANEZ, 2003).

Uma outra abordagem para a possibilidade de recuperação de fragmentos florestais, principalmente favorecendo seu fluxo gênico através dos dispersores de sementes, é a utilização de poleiros nas áreas abertas, para facilitar migração de espécies de aves e mesmo morcegos, para fragmentos vizinhos (GUEDES *et al.*, 1997; HOLL, 1998; TOH *et al.*, 1999).

Em todas essas medidas de restauração ou facilitação da auto-regeneração de fragmentos florestais citados acima, há o risco do efeito inverso da proposta de conservação, já que a partir do momento em que há a conexão de metapopulações, através de corredores ou

outras medidas, pode-se criar o indesejável aumento da sincronicidade de metapopulações, gerando assim metacomunidades (KOELLE & VANDERMEER, 2005).

VIANA & TABANEZ (1996) identificaram quatro eco-unidades que podemos encontrar em fragmentos florestais, as quais são diferenciadas através de sua fisionomia florestal e grau de degradação. São assim as eco-unidades divididas em capoeira baixa, bambuzal, capoeira alta e mata madura. A capoeira baixa é a eco-unidade semelhante à clareira natural, mas geralmente coberta por cipós e com arbustos escandentes. Esta é a eco-unidade mais degradada, com vegetação arbórea menos desenvolvida. Bambuzal caracteriza-se pelo domínio de espécies de bambu com até 5 cm de DAP e pouquíssimas espécies arbórea-arbustiva. Capoeira alta é caracterizada por uma população arbórea mais desenvolvida, mas sem um dossel contínuo e com presença de cipós em quase todas as árvores e sub-bosque. A floresta madura já é caracterizada pela presença de um dossel contínuo, alto, com pouca presença de cipós.

A identificação dos estádios de desenvolvimento de um fragmento é um dos primeiros passos para se determinar as formas mais adequadas não apenas para o seu manejo, mas também para sua conservação e da paisagem que o envolve.

## 2.2 Chuva de sementes

Um dos fatores mais importantes na regeneração e na futura composição de uma floresta é a chuva de sementes, que está associada à dispersão. Muitas plantas dependem de animais para transferência de pólen ou dispersão de suas sementes (MURREN, 2002). Em contrapartida, as plantas oferecem “recompensas” para os animais, como pólen e néctar para os polinizadores (PIÑA-RODRIGUES & PIRATELLI, 1993) e frutos com polpa carnosa ou sementes nutritivas para os dispersores e predadores (MORELATTO & LEITÃO FILHO, 1996). Conforme HOWE (1984), a redução na oferta de frutos poderia ocasionar redução na biodiversidade da fauna dispersora, gerando, conseqüentemente, a diminuição nas populações de plantas que dependem destes animais para disseminarem suas sementes.

Frutos maduros apresentam diferentes características morfológicas (síndromes de dispersão) como: cor, presença de alas, deiscência de cápsula e apresentação de sementes com arilo, que indicam adaptações para a dispersão por diferentes vetores (VAN DER PIJL, 1982). Os frutos de acordo com seus agentes dispersores são classificados em vários grupos, entre eles, anemocóricos (dispersão pelo vento), zoocóricos (dispersão por animais) e autocóricos.

As síndromes de dispersão apresentam-se como parâmetros promissores para a análise mais detalhada dos processos ecológicos. A presença de dominância de uma síndrome indica que estão ocorrendo condições que propiciam o estabelecimento de determinadas espécies. É possível assim, diagnosticar as condições de conservação de fragmentos florestais com base na proporção das síndromes de dispersão das espécies vegetais presentes nestes fragmentos (PIÑA-RODRIGUES, 1994; ARAÚJO, 2002).

As espécies anemocóricas e autocóricas se dispersam de maneira previsível (AUGSPURGER & FRANSON, 1993; WILLSON, 1993), e de certa forma, não dependem do fragmento estar ou não isolado para a eficiência de sua dispersão. O que estará influenciando seu padrão de dispersão será exatamente a relação entre o peso da semente e a força do vento, uma vez que se a semente for mais pesada do que a força do vento, ela terá uma dispersão mais próxima à planta mãe, necessitando ser ela então mais leve do que a força do vento para que esse possa levá-la, possibilitando uma dispersão mais longa (NATHAN *et al.*, 2002).

Em contrapartida, as espécies zoocóricas têm uma maior variação espacial na dispersão (HOWE, 1989). Entretanto, conforme o entorno dos fragmentos, as populações vegetais zoocóricas podem ser prejudicadas. Em uma matriz florestal amplamente alterada

pela agricultura, a regeneração natural pode se encontrar muito baixa ou nula, pela dificuldade de competição das espécies nativas com invasoras ou ruderais (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000; MARTINS, 2001), e por vetores dispersores de sementes não cruzarem ou entrarem em áreas abertas devido à falta de recursos alimentares, pousios ou mesmo aumento da visibilidade a predadores (WIJDEVEN & KUZEE, 2000; IMBEAUA *et al.* 2003; INGLE, 2003). Na Costa Rica, avaliando sementes dispersas por animais, foi encontrada uma queda drástica na dispersão de sementes a cinco metros da borda do fragmento, quando comparada ao seu interior, provavelmente porque somente 1/5 das espécies de aves encontradas no fragmento foram vistas na área aberta (HOLL, 1999), porém a existência de indivíduos arbóreos, mesmo que isolados uns dos outros, no meio de pastagens, também pode surtir efeito como poleiros naturais para aves e morcegos, possibilitando a atração desses e uma conseqüente dispersão desses propágulos (HOLL, 1998; TOH *et al.*, 1999; GALINDO-GONZÁLES *et al.*, 2000). Marsupiais são outros bons dispersores de sementes, não predando a semente e conduzindo ela entre 40 e 85 metros de distância da planta mãe, no caso, seis espécies da família Solanaceae (CÁCERES *et al.*, 1999). Não podemos descartar também a dificuldade de dispersão de sementes zoocóricas, o fato de dispersores e polinizadores já poderem ter sido extintos nestes locais (VIANA e TABANEZ, 1996).

A ingestão de sementes por animais, além de proporcionar a dispersão da semente a uma longa distância da planta mãe (CALVIÑO-CANCELA, 2004), pode também ser extremamente benéfica para muitas espécies de plantas, devido à atuação do sistema digestivo do animal auxiliar na quebra de dormência da semente. PETERNELLI *et al.* (2003) citam a protocooperação das sementes de *Mabea fistulifera* (Euphorbiaceae), como tendo a germinação bastante favorecida após o consumo do hilo pelos gêneros de formigas *Atta* e *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae), que após o manuseio da semente, a descartam sem danos ao seu endosperma.

Nem sempre essas interações são favoráveis as plantas, como é o caso das sementes de *Ficus enormis*, que ao serem comidas pelo Bugio (*Alouatta fusca*), possuem sua capacidade de germinação elevada de 50 % para aproximadamente 85 %, porém, observações de campo sugerem que, pelo fato do primata desprender grande tempo na árvore mãe, acaba por defecar logo abaixo dela, servindo somente para concentrar um grande número de sementes nas fezes, com uma dispersão do tipo agrupada, que acaba por atrair predadores, reduzindo bastante o sucesso de sobrevivência das sementes no campo. Este comportamento é o contrário do observado para as aves que possuem um padrão de dispersão das sementes mais isolado, tendendo a otimizar o esforço reprodutivo das plantas de *Ficus enormis* (FIGUEIREDO, 1993; PIZO, 2003).

O tamanho das sementes também vem sendo utilizado como indicador de resiliência da matriz. Experimentos em florestas temperadas da Europa e da Argentina, com espécies herbáceas, comprovam que sementes pequenas possuem uma maior viabilidade no solo do que sementes grandes, alongadas ou achatadas (THOMPSON *et al.*, 1993; FUNES *et al.*, 1999) e que sementes menores geralmente são características de áreas mais perturbadas (THOMPSON *et al.*, 1998), com característica de sementes que precisam de mais luz para germinar, típicas de clareiras (FOSTER & JANZON, 1985; MILBERG *et al.*, 2000). O fator morfológico do propágulo, influencia também na distribuição horizontal das sementes no solo, sendo as sementes menores e esféricas mais susceptíveis a se localizarem a uma maior profundidade do que sementes grandes (LUZURIAGA *et al.*, 2004). O tamanho da semente influenciará também na sua viabilidade, já que as sementes grandes possuem a capacidade de resistirem a uma maior perda de seu endosperma, saciando o predador antes que este danifique o embrião (MACK, 1998), assim como por sua reserva, que determinará no desenvolvimento de plântulas mais resistentes a períodos de estresse (GREEN & JUNIPER, 2004).

### 2.3 Aporte de serrapilheira

A serrapilheira é um importante componente do sistema florestal e compreende o material precipitado no solo pela biota. Além de indicar a capacidade produtiva da floresta, pode relacionar os nutrientes disponíveis com as necessidades nutricionais de uma dada espécie (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2003). Este material inclui principalmente folhas, caules, frutos, sementes, flores e resíduos animais (DIAS & OLIVEIRA-FILHO, 1997).

Esta camada sobre o solo produz sombra e retém umidade, criando condições microclimáticas que influenciam na germinação de sementes e estabelecimento de plântulas (CINTRA, 1997; MORAES, 1998 apud ARAÚJO, 2002; SANTOS & VÁLIO, 2002). Portanto, ela pode tanto afetar na emergência da plântula como também obstruir as raízes de chegarem ao solo, sendo reconhecido seu papel na redução da amplitude de temperatura no solo e evaporação da água, e no aumento da infiltração da água da chuva no solo. Nas clareiras, a serrapilheira também age como um filtro da luz, afetando a germinação das sementes com este tipo de sensibilidade (SCARIOT, 2000). De qualquer forma, a influência que ela exercerá nas plântulas será diretamente relacionada com a capacidade de cada espécie em sobreviver ao alto risco do processo, que irá variar também conforme cada microhabitat (GILLMAN *et al.*, 2003) e então responderá diferentemente conforme a estrutura florestal e a composição das espécies.

Já ODUM (1988) cita o horizonte de serrapilheira como o que representa o componente de detritos e pode ser considerado um tipo de subsistema ecológico, no qual os microorganismos trabalham em conjunto com pequenos artrópodos para decompor a matéria orgânica. Por isso é ela a principal via de transferência de nutrientes para a sustentação de uma floresta, visto que quantidades baixas de nutrientes entram através da chuva ou do intemperismo do solo (KÖNIG *et al.*, 2002).

HAAG, 1992 apud FIGUEIREDO FILHO *et al.* (2003), diz que diferentes ecossistemas depositam diferentes quantidades de serrapilheira que também podem apresentar diferentes proporções de frações constituintes, e que essas diferenças advêm do ciclo biológico e das condições climáticas, entre outros fatores.

A acumulação deste componente depende diretamente de fatores como produção primária da floresta e mudanças no tempo, sendo neste último o fator precipitação um dos mais relevantes, uma vez que controlará o teor de umidade do sistema (VÁZQUEZ-YANES *et al.*, 1990).

FIGUEIREDO FILHO *et al.* (2003) menciona dois padrões sazonais básicos de deposição de serrapilheira, o primeiro refere-se a uma maior deposição na época seca, como ocorre em ecossistemas amazônicos, nas florestas mesófilas e cerrados, já no segundo, ocorreria o aumento dessa deposição no período das chuvas, este padrão seria encontrado na floresta Atlântica e restingas. No entanto, PORTES *et al.* (1996) encontraram padrões diferentes do que citado anteriormente, para Floresta Atlântica alto-montana do Paraná, localizadas entre 1200 e 1400 metros de altitude, obtendo uma maior deposição entre os meses de setembro – outubro, época entre a primavera e o verão. OLIVEIRA & LACERDA (1993) em Mata Atlântica a uma altitude de 750 m do nível do mar, no estado do Rio de Janeiro, obteve apesar de uma forte variação nas taxas de deposição anual, picos de produção em fevereiro e em junho.

Com relação aos nutrientes minerais, a quantidade total em uma floresta é a soma da quantidade desses contidos na vegetação, serrapilheira e solo (KÖNIG *et al.*, 2002), e a velocidade de decomposição dependerá da facilidade com que o material orgânico original

pode ser decomposto, de suas características químicas e do pH do meio onde ocorrerá a decomposição, bem como os fatores climáticos (LARCHER, 2000).

A variação sazonal influencia quali-quantitativamente a deposição florestal, uma vez que há a variação no teor dos elementos na serrapilheira e na biomassa (SAMPAIO *et al.*, 1988; KÖNIG *et al.*, 2002).

## 2.4 Bioindicadores

Os indicadores biológicos são compostos de tecnologias e metodologias que se destinam à avaliação da sustentabilidade do ecossistema (RILEY, 2001). Em florestas do norte da Patagônia, por exemplo, PIETRI (1992) utilizou três categorias como indicadores ecológicos: espécies-chaves (que indicam a ocorrência do processo de degradação); a cobertura vegetal (indicando o estágio do processo de degradação), e o biovolume vegetal (indicando quando o processo de degradação torna-se crítico).

Os estudos de análise de vegetação, segundo MATTEUCI e COLMA (1982), visam o conhecimento das relações de semelhança entre as comunidades ou grupos de espécies, o estabelecimento de correlações e associações entre os padrões de ordenamento espacial da vegetação e dos fatores ambientais. Os objetivos destes estudos estão relacionados com a solução de problemas aplicados. Assim, o conhecimento do padrão espacial das comunidades e dos grupos ecológicos adquire importância nos estudos auto-ecológicos e de produção primária ou secundária para o manejo florestal.

Para construção de bons indicadores biológicos, SEGIP (1995) distinguiu dois critérios básicos para sua elaboração, os critérios essenciais e os preferenciais. Os critérios essenciais seriam aqueles aos quais os indicadores “deveriam” atender, deveriam ter relevância, representatividade, escala apropriada, qualidade de dados, mensurabilidade, importância, suporte de decisões e ambigüidade. Os preferenciais seriam aqueles que os indicadores “poderiam” atender, demonstrando sensibilidade, resultabilidade, custo, integrabilidade, de fácil compreensão, previsibilidade ou tendência.

A formulação de indicadores ambientais é uma ferramenta essencial para colaborar no estabelecimento de políticas públicas, não só de conservação mas também que resultem no monitoramento de processos como a recuperação de áreas degradadas (ARAÚJO, 2003).

O trabalho teve como objetivo avaliar a deposição de serrapilheira e o aporte de sementes em fragmentos florestais de diferentes tamanhos, inseridos no Bioma Mata Atlântica, na região de Teresópolis, avaliando o efeito temporal e espacial tanto da deposição de serrapilheira como da chuva de sementes, quanto a diferentes distâncias das bordas dos fragmentos, avaliando a utilização dessas metodologias como bio-indicadores de recuperação ambiental.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da região

Os estudos foram conduzidos na região de Teresópolis (Figura 1), Rio de Janeiro, situada a 22° 25' - 22° 32'S e 42° 59' - 43° 07'W. O clima da região é classificado como tropical quente úmido, com um a dois meses secos ao ano, com pluviosidade média de 1.250 a 1.500 mm anuais, com solos Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, relevo ondulado com escarpas íngremes, recoberto por uma vegetação original do tipo Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Atlântica e Vegetação Secundária (RADAMBRASIL, 1983).

As áreas foram escolhidas após dois meses de idas a campo, uma vez que não possuíamos fotos aéreas da região. Quatro fragmentos florestais foram selecionados para o estudo, localizados na zona rural do Município de Teresópolis, na microbacia do rio Preto, na estrada para Nova Friburgo, em um raio de 10 km da coordenada 22° 17'61''S e 42° 52' 58,6''W.

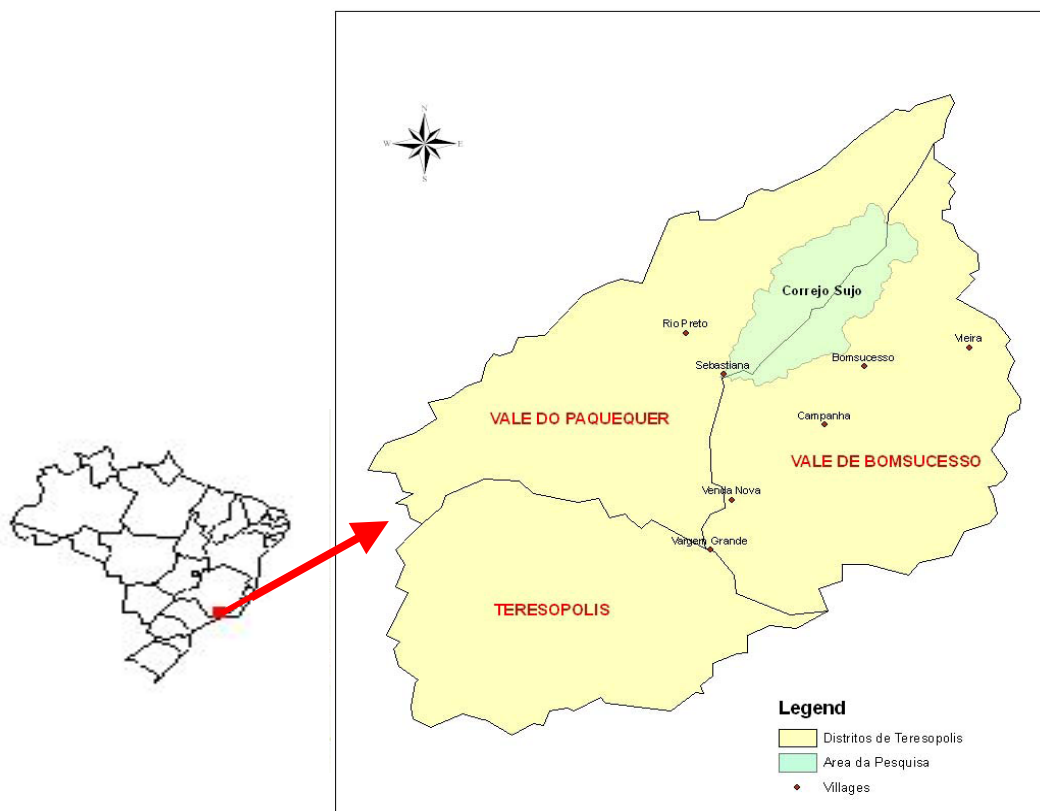


Figura 1 – Localização da região de estudo, Teresópolis, Rio de Janeiro, Brasil.

#### 3.2 Áreas de estudo

Os fragmentos estão localizados na zona rural do Município de Teresópolis. O maior deles, com 62 ha (Sorvete), situa-se a mais de 500 metros de outro remanescente florestal. Outros dois considerados como de tamanho intermediário, possuem 23 ha (Waldemar) e 8 ha (Davi), estando a uma distância de 150 metros um do outro. E o menor, na área da fazenda Vale das Palmeiras, com 3,2 ha, localiza-se a 500 m de outra fonte de sementes (Figura 2).

Para classificação dos fragmentos estes foram considerados como isolados quando circundados por uma matriz ambiental, formada por cultivos agrícolas, pastagem ou afloramentos rochosos, distante de outros fragmentos a mais de 500 m. Como fragmentos conectados foram considerados os que apresentavam em sua matriz ambiental circundante outros fragmentos florestais a menos de 500 m de distância.

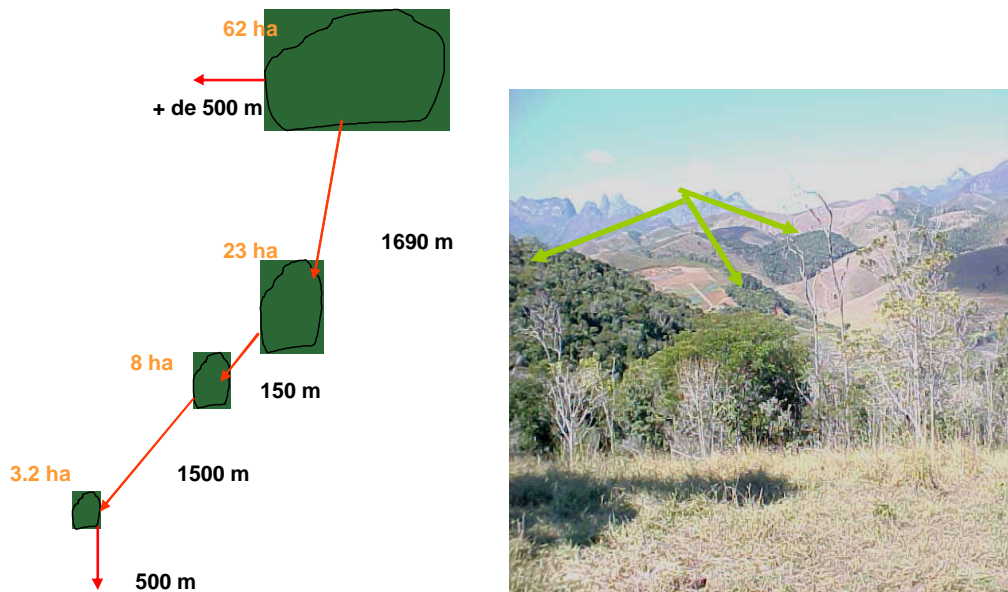


Figura 2 - Representação esquemática da disposição dos fragmentos (4) estudados, em Teresópolis, RJ. Distribuição na paisagem dos fragmentos do Valdemar (23 ha), Davi (8 ha) e Palmeiras (3,2 ha).

### 3.3 Instalação das parcelas de estudo

Em cada fragmento foram instaladas unidades amostrais de 100 x 170 m, localizadas na vertente voltada para o fragmento mais próximo. As unidades foram instaladas com sua linha central de maior extensão estabelecida em direção ao interior do fragmento e perpendicular a borda. As unidades foram divididas em quatro (4) parcelas de 10 x 100 m, localizadas paralelamente à borda, a quatro intervalos de distâncias da borda, sendo: 0-10 m (primeira parcela), 30- 40 m (segunda parcela), 60-70 m (terceira parcela) e 160-170 m (quarta parcela). Em cada parcela foram estabelecidas sub-unidades de 10 x 25 m onde, em seu centro geométrico, foi instalado um coletor para a amostragem da chuva de sementes (Figura 3), sendo assim, foram instalados 16 coletores em cada fragmento, totalizando 64 coletores no estudo.

Algumas espécies que estavam florescendo e frutificando durante o estudo, próximas aos coletores, foram coletadas para a identificação botânica e inclusão do material (frutos e sementes) no mostruário de sementes do Laboratório de Biologia Reprodutiva e Conservação de Espécies Florestais (LACON) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).



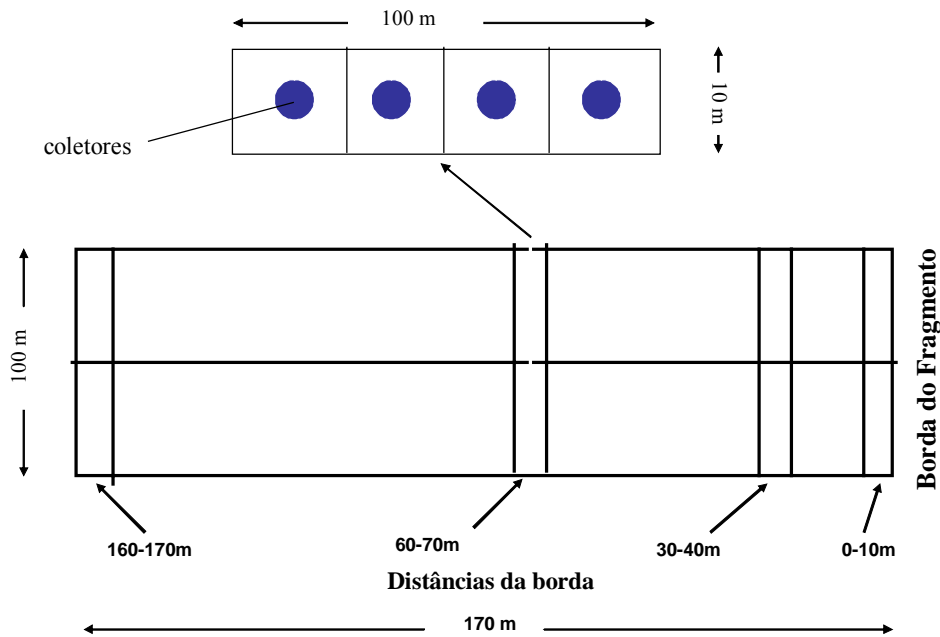


Figura 3 – Esquemática da disposição das parcelas e dos coletores, em relação a distância da borda, como empregado no estudo.

### 3.4 Coleta do material

Para a coleta da chuva de sementes e do aporte de serrapilheira foram instalados quatro coletores por linha de estudo, distantes entre si de 25 m, totalizando 16 coletores por fragmento. Os coletores possuíam 0,25 m<sup>2</sup> de superfície, totalizando 4 m<sup>2</sup> de área amostrada por fragmento.

Estes coletores foram confeccionados com estrutura circular de arame revestido de tecido do tipo malha de “helanca”, com a finalidade de impedir a perda de material de menor dimensão e possibilitar a saída da água. Cada coletor foi identificado com um número em uma placa de metal presa a ele. Os coletores foram fixados nos troncos de árvores com fios de nylon e dispostos aproximadamente a 1,40 m do solo (Figura 4).



Figura 4 - Coletores empregados na amostragem da chuva de sementes em fragmentos florestais inseridos na Bacia do Rio Preto em Teresópolis, RJ.

A coleta do material foi realizada entre os meses de fevereiro e dezembro do ano de 2004, com exceção do maior fragmento, o de 64 ha (Fragmento Sorvete), que teve sua primeira coleta realizada um mês após os outros, isto é, em março de 2004, totalizando assim 11 meses de coleta para os fragmentos de 3.2 ha, 8 ha e 23 ha, e 10 meses para o fragmento de 64 ha. O material retido nos coletores foi retirado mensalmente e triado no LACON. A triagem do material consistiu em separar as partes vegetativas das reprodutivas, sendo estas separadas em MATERIAL REPRODUTIVO - flores, frutos (maduros, imaturos e predados) e sementes, FOLHAS, RAMOS e MATERIAL RESIDUAL (solos, excrementos de animais e material amorfo). A triagem foi feita com o material seco ao ar livre por cinco dias. O material triado foi levado à estufa a 65°C por 72 h e pesado em balança de precisão com duas casas decimais.

### **3.5 Dados climáticos**

Os dados climáticos foram obtidos através da Fundação Centro de Documentação e Informática do Estado do Rio de Janeiro (CIDE-RJ), sendo utilizados no estudo como valor pluviométrico, o valor da média de precipitação obtida entre os anos de 1994 e 2003, isto é, a média dos 10 anos anteriores ao estudo.

### **3.6 Chuva de sementes**

As sementes e os frutos foram separados e classificados por morfoespécies (ME), quantificadas e depois identificadas taxonomicamente, quando possível, com o auxílio do material coletado em campo, com comparações ao mostruário de sementes do LACON, com a carpoteca do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e com o auxílio de alguns especialistas. Pela dificuldade de identificação deste material, utilizamos a nomenclatura de morfoespécies para diferenciar aqueles que não foram identificados em nenhum nível taxonômico.

### 3.6.1 Análise de dados

A diversidade ( $H'$ ) dos fragmentos foi calculada com base no índice de Shannon (KREBS, 1978), empregando-se a base decimal. Como medida de equitabilidade foi utilizado o índice de Pielou (J evenness) e como índice de riqueza ( $d$ ) o de Margalef (LUDMIG & REYNOLDS, 1988), empregando-se para análise o programa PRIMER 5.0.

As sementes coletadas foram classificadas de acordo com as síndromes de dispersão baseado nos critérios de VAN der PIJL (1982) pela análise de suas características morfológicas. Espécies com frutos do tipo baga e drupa foram considerados como zoocóricas; a presença de plumas, asas e adereços de planação foram utilizados para caracterizar as anemocóricas. Para cada amostra mensal de sementes coletadas foram calculados os números acumulados de sementes por fragmento em relação à distância da borda. A relação entre a chuva de sementes e a distância de borda foi estudada empregando-se análise de regressão e o efeito das distâncias da borda no número acumulado de sementes foi calculado com o programa STATISTIX 8.0 empregando-se a análise de variância, modelo fatorial, em delineamento blocos ao acaso, considerando-se cada coletor como uma repetição. Os dados foram transformados para sua normalização (SOKAL & ROHLF, 1981). A avaliação da distância de borda em relação à frequência de síndromes de dispersão foi avaliada empregando-se o teste de qui-quadrado com o programa STATISTIX 8.0.

O efeito do tamanho e da distância entre os fragmentos no número de morfoespécies observadas foi testado com o uso do coeficiente de correlação de Spearman (ZAR, 1998) e analisada a tendência geral com base na plotagem dos dados em gráficos transformando as medidas de distância, tamanho e número de sementes em uma escala semi-logarítmica com o uso do programa SIGMAPLOT 8.02.

A identificação das espécies indicadoras de cada fragmento foi efetuada empregando-se o programa PC-ORD versão 4.01 para Windows (MCCUNE & MEFFORD, 1997) aplicado aos dados de número de sementes por morfoespécies em cada fragmento. Os valores de indicadores calculados seguiram a metodologia de DUFRENE & LEGENDRE (1997), realizando o agrupamento de espécies utilizando dados assimétricos com base na relativização da abundância e frequência de cada morfoespécie. Para calcular a significância dos resultados obtidos foi aplicado o teste de Monte Carlo (ZAR, 1998). As relações entre as espécies e os fragmentos foram estudadas usando-se uma matriz morfoespécies x fragmento com base no número de sementes encontradas. Para a análise da similaridade entre os fragmentos foi empregada a Análise de Agrupamento (Cluster Analysis) adotando-se o método de distância de Bray-Curtis, com ligação beta-flexível. Para cada fragmento foi montada uma matriz de número mensal de morfoespécies x fragmento. Os dados foram relativizados em relação a média visando reduzir o efeito da abundância de cada espécie em relação às demais.

### 3.7 Aporte de serrapilheira

As diferenças quantitativas entre fragmentos foram avaliadas através da análise de variância, empregando o delineamento fatorial blocos ao acaso com parcelas subdivididas no tempo, considerando-se como tratamentos o tamanho dos fragmentos, a localização das parcelas (proximidade da borda) e a época do ano, sendo os coletores em cada parcela repetições (quatro). As médias foram testadas através dos testes de Tukey e Duncan. Foram utilizados para as análises o programa Microsoft Excel 2000 e SAEG (Sistema para Análises Estatísticas 9.0).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Chuva de sementes

#### 4.1.1 Caracterização geral

Nos 11 meses de estudo foram depositados 18.129 propágulos nos coletores, equivalente a 116,3 propágulos/m<sup>2</sup>, com uma riqueza total de 92 morfoespécies. Entre as áreas de estudo, o fragmento Valdemar foi o que apresentou o maior número de espécies (n= 49), seguido pelo Palmeira (n= 44), Davi (n= 34) e Sorvete (n= 31). Os índices de riqueza, equitabilidade e diversidade dos fragmentos são apresentados na Tabela 1. O fragmento de maior tamanho, o Sorvete, foi o que apresentou a maior diversidade, porém em valor muito inferior à diversidade obtida no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, em Teresópolis, com H' de 2,12 (MARQUES *et al.*, 2004).

As espécies que depositaram os maiores números de propágulos durante o estudo foram *Olyra taquara* (6.105 propágulos), *Mikania sp.* (3.885), *Cecropia sp.* (2.857) e *Miconia sp.* (2.290). PENHALBER & MANTOVANI (1997) estudando uma mata secundária em São Paulo também encontraram esses gêneros como os mais abundantes na chuva de sementes e como os mais reprodutivos pelo maior período de tempo.

Das espécies encontradas, apenas *Cecropia sp.* (Moraceae), ME-7 (Malpighiaceae), *Apuleia leiocarpa* (Leguminosae-Mimosoidae), *Petiveria sp.* (Phytolaccaceae), *Heteropteris sp.* (Malpighiaceae), *Olyra taquara* (Poaceae), *Dioscoria sp.* (Dioscoriaceae) e *Mikania sp.* (Asteraceae) estiveram presentes em todos os fragmentos.

Do total de 29.148 sementes depositadas em 12 meses na floresta contínua em Teresópolis, MARQUES *et al.* (2004) encontraram as famílias Asteraceae e Myrtaceae como sendo as mais abundantes no local, e Asteraceae, Malpighiaceae e Melastomataceae as que produziram maior número de propágulos.

Tabela 1 – Resultados dos índices de diversidade, riqueza e equitabilidade. N= n° de espécies, S= abundância relativa; d (Margaleff) = riqueza de espécies, J' (Pielou) = equitabilidade e H' (Shannon) = diversidade para fragmentos florestais em área de Floresta Atlântica de Teresópolis, RJ.

Fragmentos	Área (ha)	N	S	d	J'	H' (log <sub>10</sub> )
Palmeira	3,2	44	2.394	5.526	0.5818	0.9562
Valdemar	23	49	4.095	5.891	0.5081	0.8633
Davi	8	34	3.983	4.222	0.4343	0.6759
Sorvete	62	31	7.667	3.466	0.2242	0.3374

O pico de produção de propágulos ocorreu no período entre os meses de setembro e novembro, tendo sido depositadas nos coletores no mês de outubro um total de 3.935 sementes, sendo a dispersão por anemocoria representada por 98,9 % do total de sementes aportadas neste mês (Figura 5).

Em relação às síndromes de dispersão das espécies encontradas no estudo, 51,9 % possuíam diásporos dispersos por zoocoria, enquanto 35,4 % foram dispersos pelo vento e

12,7% foram autocóricas. Do número total de sementes produzidas 60,3 % foram anemocóricas, 37,7 % foram zoocóricas e 2,1 % foram autocóricas. A grande quantidade de sementes anemocóricas encontradas no estudo resultou do aporte de sementes das espécies *Olyra taquara* (n= 6.105) e *Mikania* sp. (n= 3.886).

O pico de produção das sementes anemocóricas (n= 3.892) coincidiu com o final da estação seca, no mês de outubro, enquanto as zoocóricas (n= 1.297) foram observadas de fevereiro a maio e as autocóricas (n= 161) foram mais dispersas durante o período das chuvas nos meses de fevereiro e março (Figura 5). Em relação às espécies foi constatado que, apesar da sazonalidade encontrada na produção total de diásporos, houve disponibilidade de propágulos em todos os meses, independente da síndrome de dispersão (Figura 6).

Quando relacionado o número de espécies encontradas e o número de sementes produzidas com o tamanho dos fragmentos e a distância existente entre eles, foi observada alta correlação entre o tamanho das áreas com o número de sementes aportadas ( $r = 0,97$ ), porém esta correlação mostrou-se menos representativa quando comparado o tamanho ( $r = -0,52$ ) e a distância entre os remanescentes ( $r = -0,41$ ) em relação ao número de espécies (Figura 7).

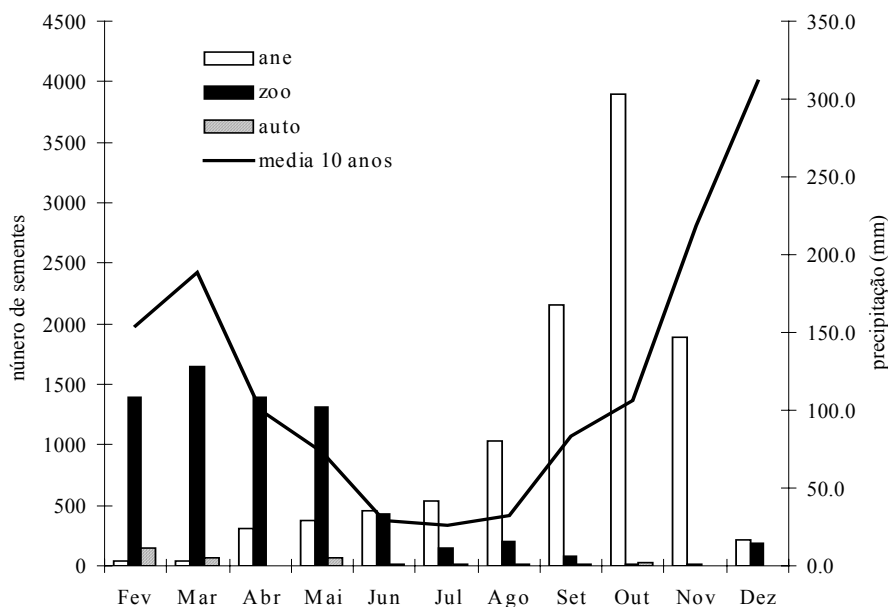


Figura 5 – Número total acumulado de diásporos coletados na chuva de sementes das diferentes síndromes de dispersão, em cada mês, no ano de 2004, amostrados nos quatro fragmentos de Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ. Ane= anemocoria; zoo= zoocoria; auto= autocoria.

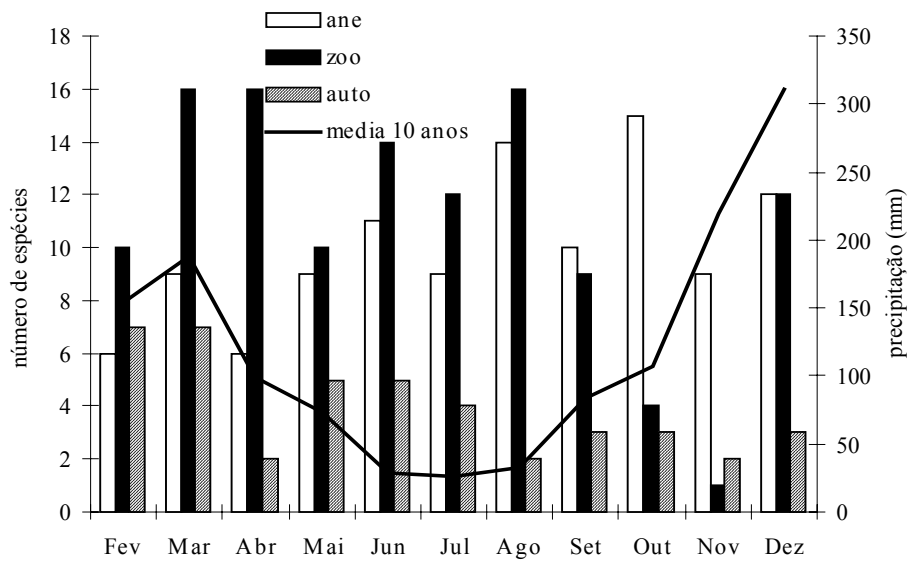


Figura 6 – Número de espécies coletadas na chuva de sementes das diferentes síndromes de dispersão, em cada mês, amostrados nos quatro fragmentos de Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ. Ane= anemocoria; zoo= zoocoria; auto= autocoria.

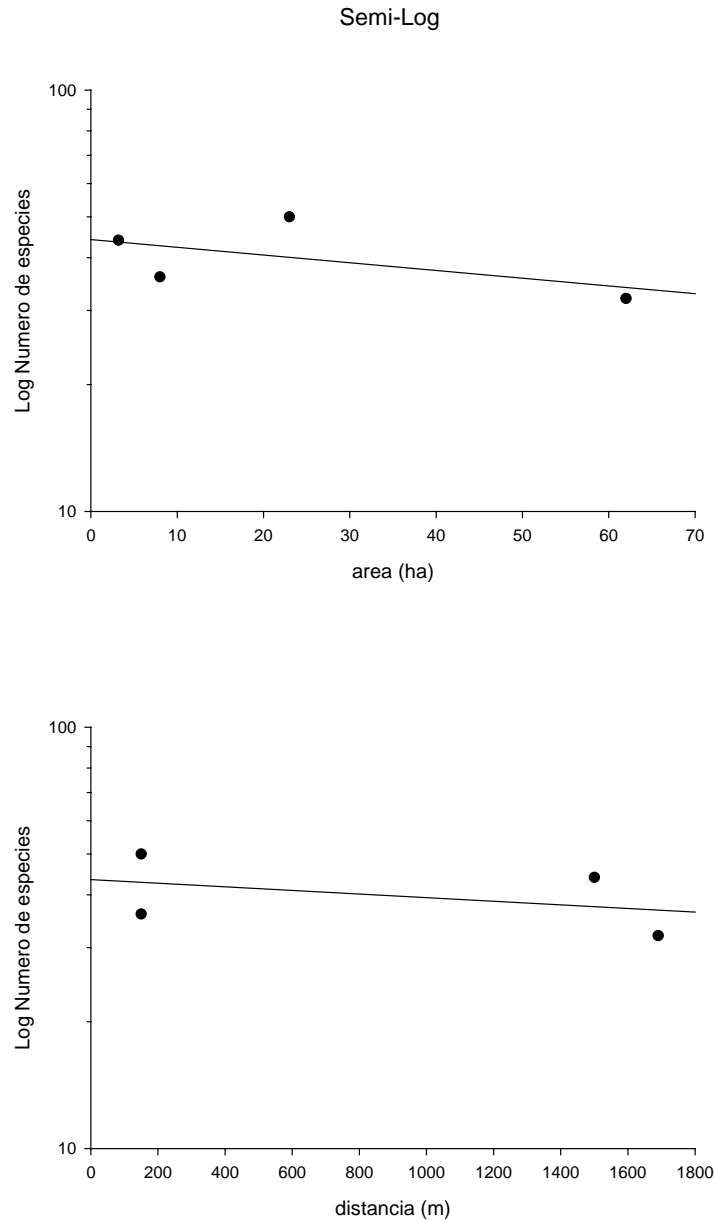


Figura 7 – Representação na escala semi-logarítmica da relação entre o número de espécies (log N) ocorrentes na chuva de sementes e o tamanho dos fragmentos (ha) ( $r_{\text{area}} = -0,52$ ), e do número de espécies em relação à distância da fonte de sementes mais próxima ( $r_{\text{distância}} = -0,41$ ) dos fragmentos estudados, no período de fevereiro de 2004 a dezembro de 2005, em Teresópolis, RJ.

#### 4.1.2 Fragmento Valdemar (23 ha)

Neste fragmento foram coletadas no período de estudo, 4.095 sementes, de 49 morfoespécies. A densidade de propágulos coletados foi o equivalente a uma produção de 103,4 propágulos/m<sup>2</sup>.

As espécies mais abundantes na chuva de sementes foram *Miconia sp.* (38,0%), *Mikania sp.* (23,3%) e *Cecropia sp.* (15,2%), onde juntas compuseram 76,5% das sementes depositadas no fragmento. Grande parte das espécies (69,4%), porém, foram responsáveis somente por 4,1% do total de sementes produzidas.

O fragmento Valdemar (23 ha), embora tenha apresentado o maior número de espécies (n= 49) entre os fragmentos, apresentou baixo valor no índice de equitabilidade com 0,5081 e do índice de diversidade ( $H' = 0.8633$ ) (Tabela 1). Apesar da alta riqueza de espécies em relação aos demais fragmentos ( $d = 5,891$ ), o índice de equitabilidade demonstrou haver uma concentração da produção de sementes em poucas espécies.

Houve uma variação sazonal da chuva de sementes, tendo ocorrido dois picos de produção, nos meses de abril e maio e o outro pico de menor intensidade nos meses de outubro e novembro. O mês em que houve a maior produção de sementes foi o mês de abril com de  $945 \pm 202,5$  sementes coletadas, enquanto o de menor produção foi o mês de dezembro com  $74 \pm 11,0$  sementes encontradas nos coletores (Figura 8).

O alto valor encontrado no mês de abril se deveu à grande quantidade total de sementes produzidas pela *Miconia sp.* (n= 728), das quais 690 (94 %) foram depositadas em um único coletor. Neste mês, essa espécie contribuiu praticamente com 78% das sementes depositadas no fragmento. Após esta, a espécie que mais contribuiu na deposição obtida no mês de abril foi *Cecropia sp.*, com aproximadamente 15% dos diásporos.

O maior número de espécies produzindo sementes ao longo do ano, ocorreu em junho (n= 16), durante o período mais seco, com uma média anual de 11 espécies produzindo propágulos por mês. Um menor número de espécies foi aportado na área no mês de novembro, com cinco espécies (Figura 8).

Em relação às síndromes de dispersão, no total de sementes produzidas neste fragmento durante o estudo, 63,3% delas possuíam diásporos zoocóricos, 33,2% anemocóricos e 13,5% autocóricos. Em relação às espécies, 55,1% possuíam diásporos zoocóricos, 34,7% anemocóricos e 10,2% autocóricos (Figura 9).

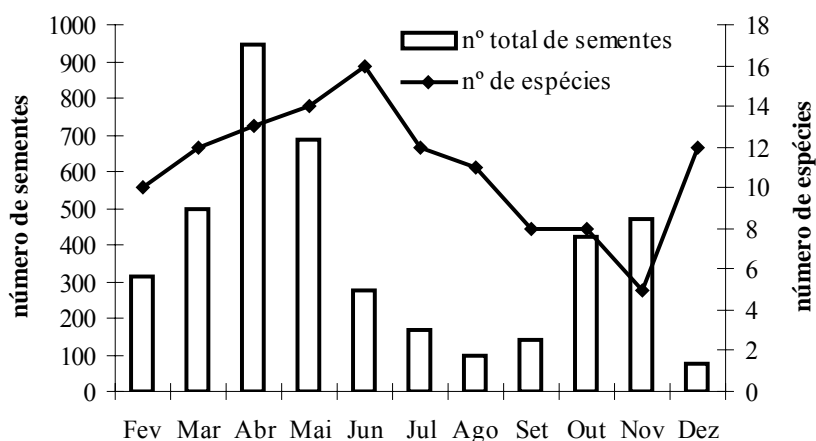


Figura 8 – Número de sementes e de espécies depositadas no fragmento Valdemar durante o período de estudo, Teresópolis, RJ.



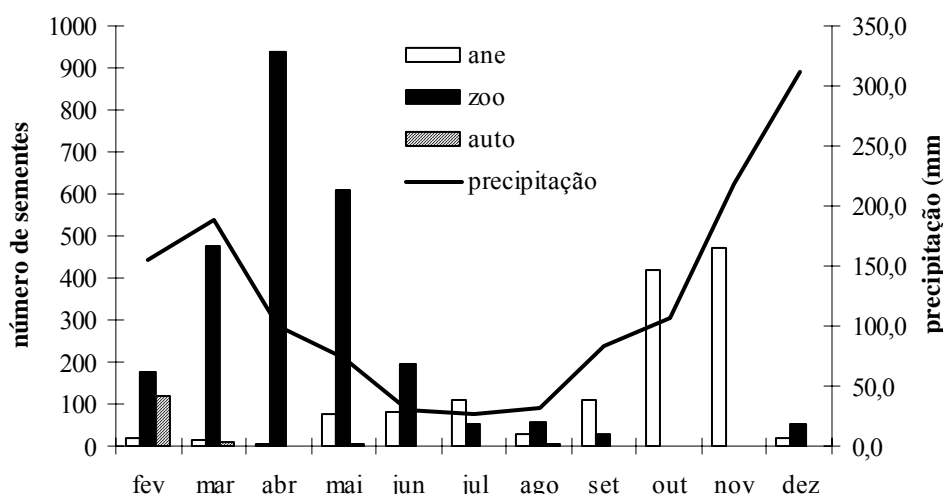


Figura 9 – Número total de sementes depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no fragmento Valdemar, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.

Sementes zoocóricas foram dispersas em maior número entre os meses de março a abril, no final do período mais chuvoso do ano, quando a temperatura também começa a baixar na região (Figura 9). As sementes anemocóricas foram dispersas em maior quantidade entre o mês de setembro e novembro, isto é, no final da estação seca, começo da estação chuvosa. Devido ao pequeno número de sementes autocóricas dispersas, não foi possível observar nenhum padrão sazonal em sua deposição, sendo o mês de fevereiro representado por grande quantidade de sementes de uma única espécie (ME-1), em apenas um coletor.

Um maior número de espécies zoocóricas foi encontrado dispersando suas sementes no final do período da chuva, de março a junho. As espécies anemocóricas apresentaram um padrão mais uniforme, com um ligeiro acréscimo no número de espécies no mês de outubro, porém todos os meses possuíam entre quatro a sete espécies dispersando propágulos (Figura 10).

No levantamento de espécies em relação à distância da borda do fragmento, o padrão esperado seria de uma redução do número de espécies para o interior do fragmento, no entanto, não foi observada correlação entre o número de sementes ( $r = -0,27$ ) e de espécies ( $r = -0,08$ ) em relação à distância da borda. A parcela localizada a 65 metros, foi a que concentrou o maior número de espécies ( $n = 23$ ), demonstrando uma ligeira tendência de aumento do número de espécies da borda para o interior (Figura 11). As parcelas localizadas a cinco e a 35 metros da borda apresentaram 20 e 18 espécies respectivamente. A parcela a 165 metros apresentou 19 espécies, valor bastante semelhante aos obtidos a 5 e 35 m da borda. Como esta última parcela se encontrava em uma área com dossel bastante aberto, onde o fragmento se estreitava deixando a parcela bastante exposta, pode ter sofrido efeito do formato do fragmento, com condições semelhantes à borda. Na parcela a 65 metros foi também a que se obteve a maior quantidade de diásporos, com 2.056 sementes no período estudado, seguido da parcela a 35 metros com 1.172, a de 5 metros com 524 e a de 165 metros com 336, demonstrando também uma tendência de uma maior produção de diásporos da borda para o interior do fragmento. Da mesma forma foi constatado que, independentemente da distância da borda, o número de espécies das distintas síndromes de dispersão (Figura 12) não foi significativamente diferente ( $\chi^2 = 0,001$ ;  $p = 1,0$ ).

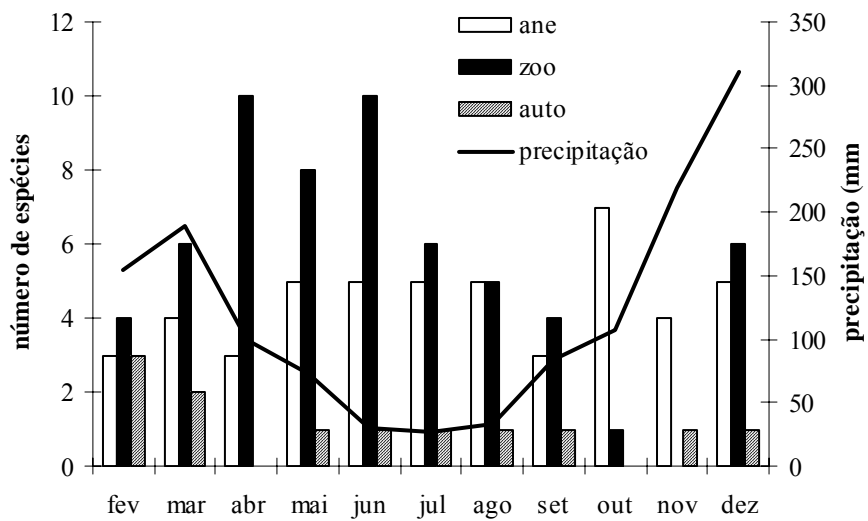


Figura 10 – Número de espécies depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no período de estudo, no fragmento Valdemar, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.

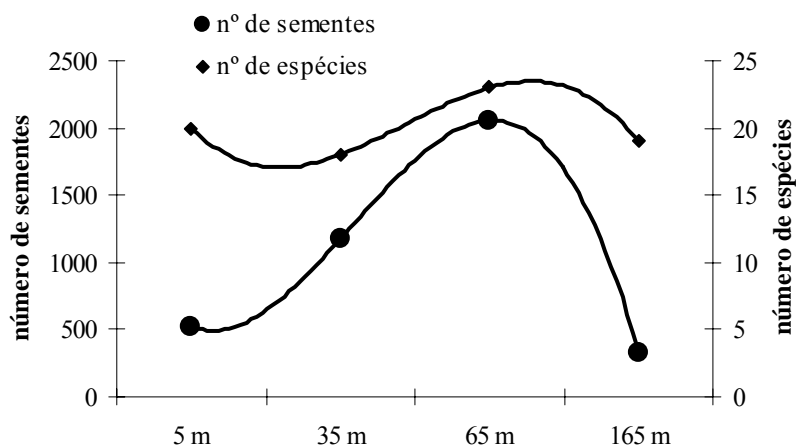


Figura 11 – Número de sementes e número de espécies ocorrentes a diferentes distancias da borda do fragmento Valdemar, Teresópolis, RJ.

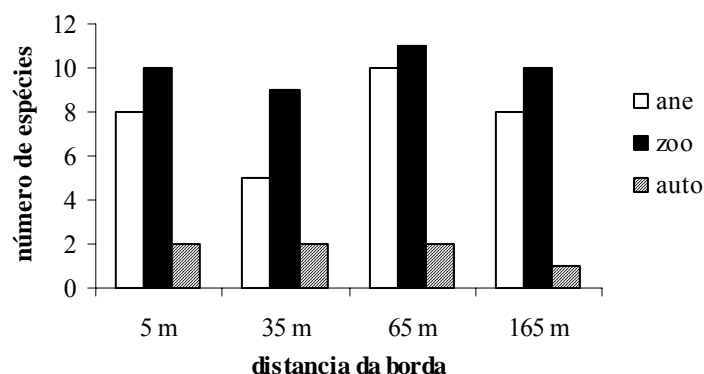


Figura 12 – Número de espécies referentes a cada síndrome de dispersão, em relação à distância da borda do fragmento Valdemar, Teresópolis, RJ.

#### 4.1.3 Fragmento Davi (8 ha)

Neste fragmento foram coletados no período de estudo, 3.983 sementes, de 34 morfoespécies, com a densidade de 99,6 propágulos/m<sup>2</sup>. A composição da chuva de sementes foi representada praticamente em 50% pela espécie *Cecropia sp.*, a qual dispersou seus propágulos nos meses de fevereiro e março, seguido pela *Miconia sp.* com 18,5% dos propágulos, *Mikania sp.* com 17,1% e da ME- 4 e da ME-11 que foram menos representativas com 6,5 e 2,6% respectivamente. As demais 29 espécies representaram aproximadamente 5,6% da composição da chuva de sementes. Isto se refletiu no índice de equitabilidade, onde o valor obtido foi baixo ( $J= 0,4343$ ), na riqueza de espécies ( $d= 4,222$ ) e na baixa diversidade ( $H'= 0,6759$ ) obtida para este fragmento (Tabela 1).

A variação sazonal no total de sementes depositadas foi observada, com as menores produções nos meses de julho e agosto, com  $60 \pm 9,5$  e  $66 \pm 6,5$  sementes cada e a maior produção no mês de fevereiro com  $1177 \pm 372,2$  sementes coletadas. Em fevereiro, houve uma grande produção de sementes de *Cecropia sp.*, representando 90,2% do total de sementes depositadas e da morfoespécie ME-11 que representou 8,3% do total depositado (Figura 13).

O maior número de espécies produzindo sementes ao longo do ano, ocorreu no mês de agosto ( $N= 14$ ), com uma média de 8,2 espécies depositando sementes por mês. Um menor número de espécies foi encontrado dispersando no mês de novembro ( $N= 4$ ) e dezembro ( $N= 3$ ). O padrão observado foi semelhante ao constatado no fragmento Valdemar, onde o pico de aporte de sementes ocorreu no início da estação úmida entre os meses de fevereiro a abril, no entanto, a maior diversidade de espécies produzindo sementes foi verificada no período seco, de junho a agosto.

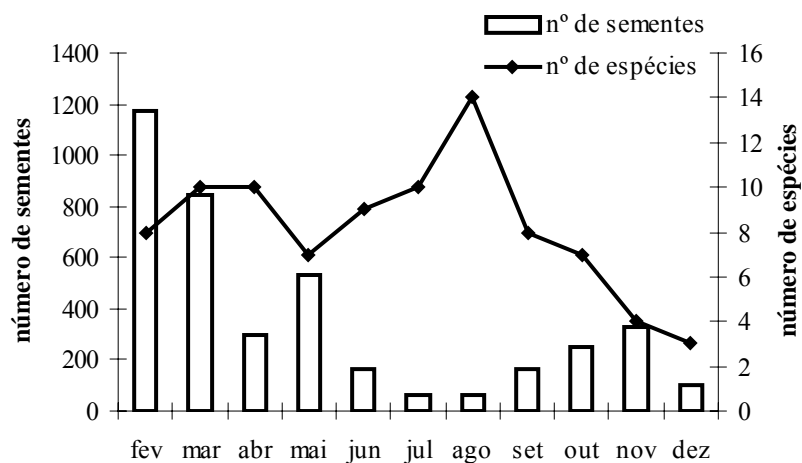


Figura 13 – Número de sementes e número de espécies depositadas no fragmento Davi durante o período de estudo, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.

Em relação às síndromes de dispersão, do total de sementes produzidas neste fragmento durante o estudo, 56,7% delas apresentaram diásporos zoocóricos, 34,4% anemocóricos e 8,9% autocóricos. Entre as espécies, 58,8% possuíam diásporos zoocóricos, 29,4% anemocóricos e 11,8% autocóricos.

O pico de produção das sementes de espécies zoocóricas ocorreu no mês de fevereiro, isto é, no final do período das chuvas, principalmente pela dispersão da *Cecropia sp.* (n= 1064). As espécies anemocóricas apresentaram seu pico de deposição de setembro a novembro, no final da estação seca e início da chuvosa, quase que exclusivamente por causa da presença de *Mikania sp.* (n= 327), porém havendo também a frutificação em outubro de *Dioscoria sp.* (n= 16) e da Bignoniaceae ME- 100 (n= 18), e em setembro de *Olyra taquara* (n= 15). As espécies autocóricas neste fragmento também depositaram um número muito baixo de sementes, não sendo possível assim determinar a sazonalidade para a sua deposição (Figura 14).

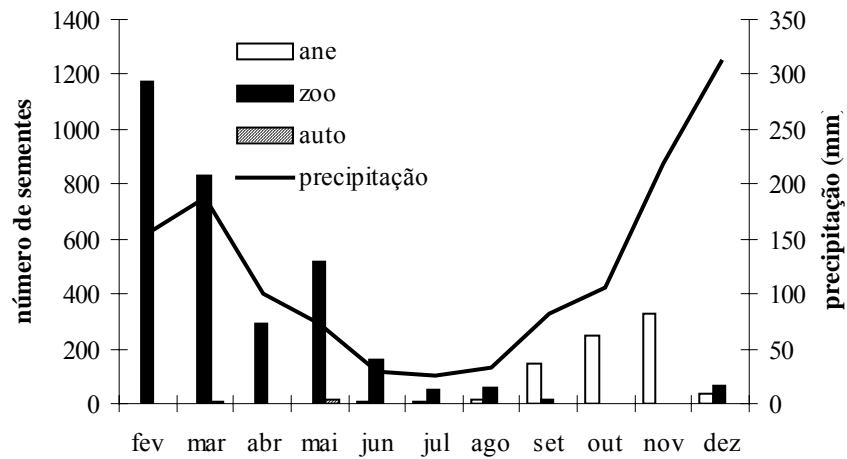


Figura 14 – Número total de sementes depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no fragmento Davi, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.

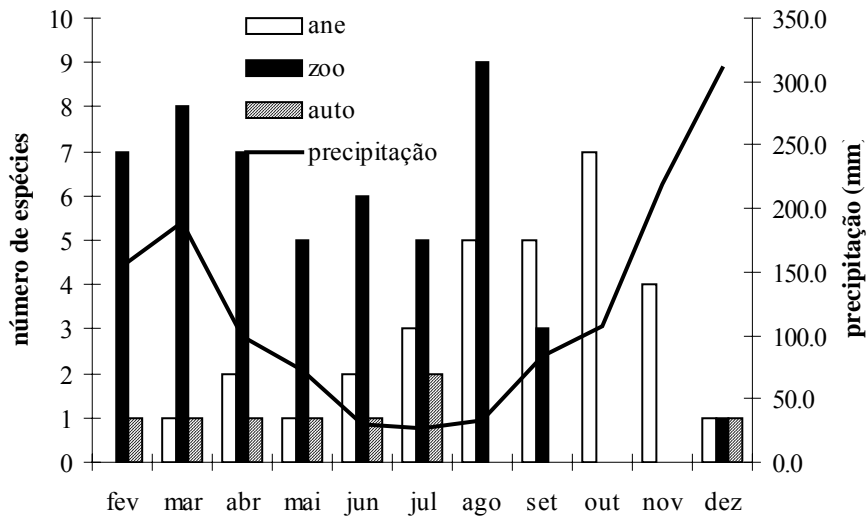


Figura 15 – Número de espécies depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no período de estudo, no fragmento Davi, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.

Entre os meses de fevereiro a agosto havia em média 6,7 espécies com síndrome zoocórica frutificando, sendo nula a frutificação nos meses de outubro e novembro. Mais espécies anemocóricas dispersaram suas sementes a partir do início da estação seca, obtendo seu ápice de dispersão no mês de novembro. As espécies anemocóricas dispersaram suas sementes entre os meses de julho a dezembro, sempre com pelo menos uma espécie frutificando (Figura 15).

Considerando que os meses de fevereiro a agosto foram os que apresentaram maior número de espécies aportando sementes, em especial zoocóricas, este período pode se configurar como importante para a manutenção da fauna na área e para o aumento da diversidade das sementes dispersas no fragmento.

Analisando o número de espécies depositadas em relação à distância da borda, a parcela localizada a 35 metros foi a que concentrou o maior número com 21 espécies (Figura 16). Em segundo, a parcela a 65 metros apresentou 17 espécies, e as parcelas localizadas a cinco e a 165 metros da borda apresentaram 15 espécies cada. Quanto ao número de sementes depositadas, as parcelas localizadas mais no interior do fragmento, produziram números semelhantes de sementes, sendo a localizada a 35 metros da borda com 1518 e a 65 metros com 1496 sementes, sendo aproximadamente 60% composta pela *Cecropia sp.* A parcela localizada a 165 metros da borda depositou 614 sementes, e a de 5 metros 355. Enquanto para o número de espécies houve tendência ( $r = -0,33$ ) de redução da borda para o interior do fragmento, para o número de sementes não foi obtida correlação com a distância da borda ( $r = -0,12$ ), mas com maior concentração a 35 e 65 m. Não houve diferença significativa ( $\chi^2 = 0,001$ ;  $p = 1,0$ ) entre a frequência das síndromes de dispersão em relação à distância da borda, embora haja uma tendência do aumento de espécies anemocóricas da borda para o interior do fragmento (Figura 17).

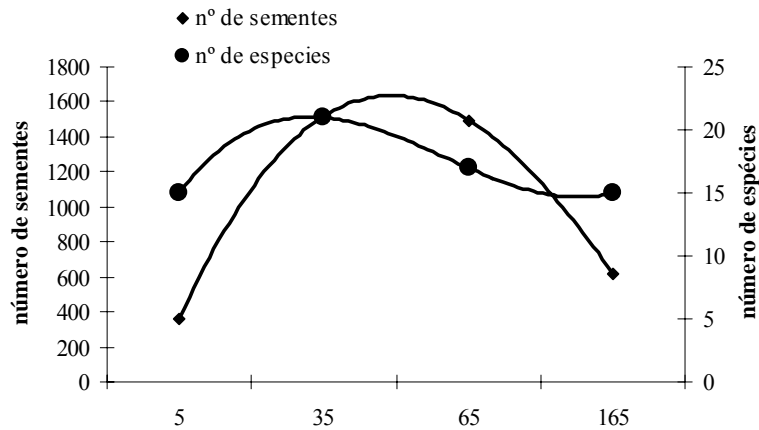


Figura 16 – Número de sementes e número de espécies ocorrentes a diferentes distancias da borda do fragmento Davi, Teresópolis, RJ.

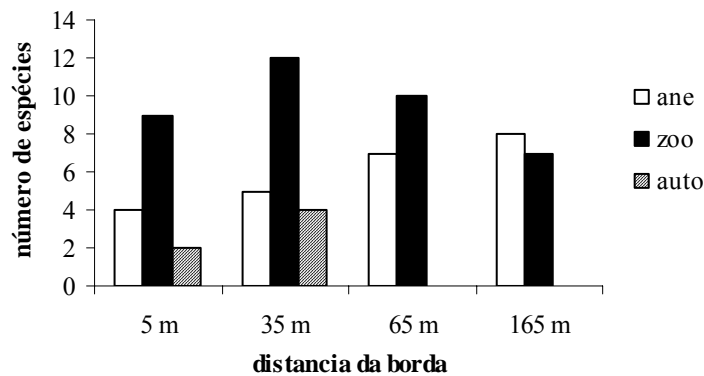


Figura 17 – Número de espécies referentes a cada síndrome de dispersão, em relação à distância da borda do fragmento Davi, Teresópolis, RJ.

#### 4.1.4 Fragmento Palmeira (3,2 ha)

No período de estudo foram depositadas 2.394 sementes no fragmento Palmeira, pertencentes a 44 morfoespécies. A densidade de propágulos coletados foi de 57,3 propágulos/m<sup>2</sup>.

Na composição da chuva de sementes 45% dos propágulos foram representados somente por *Mikania sp.*, 10,2% por Asteraceae ME-56, 8,9% por *Heteropteris sp.*, 6% por ME 14 e 5,6% por *Cecropia sp.* que juntas representaram praticamente 76% da amostra total.

O fragmento Palmeira foi o fragmento de menor área (3,2 ha) e, apesar disto, apresentou o segundo maior índice de riqueza ( $d = 5,526$ ), e o maior índice de equitabilidade ( $J = 0,5818$ ) e diversidade ( $H' = 0,9562$ ) das quatro áreas estudadas (Tabela 1).

A maior diversidade de espécies pode ter se refletido no padrão de variação sazonal na deposição da chuva de sementes observada. Foi constatado um padrão mais distribuído, com vários picos de intensidade distintos (Figura 18). Os dois picos máximos de produção de sementes foram obtidos no final do período mais seco, isto é, em agosto e outubro com  $435 \pm 79,4$  e  $467 \pm 118,8$  respectivamente, e outro no mês de março com  $357 \pm 35,1$ . Os meses de menores produções foram os meses de dezembro com  $31 \pm 3,2$  e abril com  $62 \pm 17,7$ . O alto valor encontrado nos meses de agosto e outubro se deu principalmente pela grande quantidade de sementes de *Mikania sp.* que depositou 300 e 345 sementes em cada um dos meses. Já no mês de março se destacaram as espécies *Cecropia sp.* e ME-14, que dispersaram 104 e 115 sementes cada.

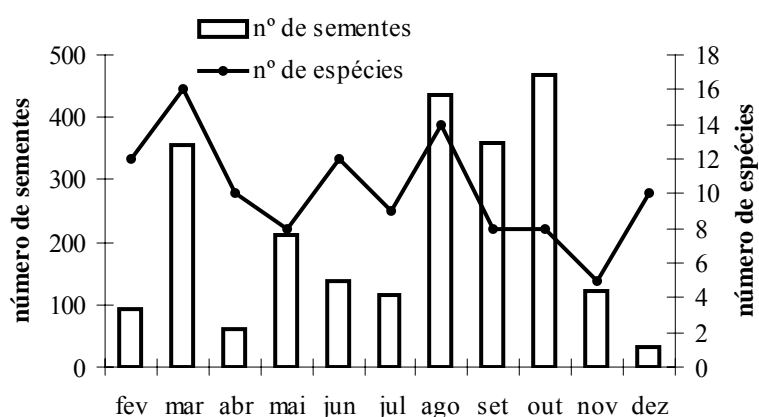


Figura 18 – Número de sementes e número de espécies, depositadas a cada mês no fragmento Palmeira durante o período de estudo, Teresópolis, RJ.

O período do ano em que uma maior quantidade de espécies esteve produzindo propágulos foi março (N= 16 espécies) e agosto (N= 14). Novembro foi o mês em que o menor número de espécies esteve produzindo sementes, num total de cinco (Figura 18).

Em relação às síndromes de dispersão, do total de sementes produzidas neste fragmento durante o estudo, 63,3% delas possuem diásporos zoocóricos, 33,2% anemocóricos e 18,2% autocóricos. Entre as espécies 52,3% possuíam diásporos zoocóricos, 29,5% anemocóricos e 10,2% autocóricos.

As espécies zoocóricas dispersaram um maior número de sementes nos meses de março, com 293 sementes e maio com 154 (Figura 19). No mês de março, 74,7% da amostra foi composta pelas espécies *Cecropia* sp. e ME-14, ambas com praticamente 110 sementes cada. No mês de maio, a espécie ME-56 foi responsável por praticamente 90% do total de sementes depositadas. As espécies anemocóricas apresentaram seu pico de deposição nos meses de agosto a outubro, quando dispersaram 1.131 sementes, o que significou praticamente 80% das espécies anemocóricas encontradas durante o estudo. As espécies autocóricas dispersaram mais no final do período chuvoso, entre fevereiro e maio, onde foram representadas por duas espécies, a Euphorbiaceae *Pachystroma* sp. e ME-37.

As espécies zoocóricas estiveram dispersando seus frutos todo o ano, porém foram mais concentradas entre os meses de dezembro a agosto (Figura 20). Mais espécies anemocóricas estiveram dispersando sementes entre os meses de junho e outubro, durante o período de menor pluviosidade do ano. As espécies autocóricas tiveram seu maior período de produção no final da estação chuvosa, em fevereiro e março.

No levantamento de espécies em relação à distância da borda do fragmento, a parcela localizada mais próxima à borda foi a que concentrou o maior número de espécies, um total de 24 (Figura 21). A parcela localizada a 35 metros da borda apresentou 20 espécies dispersando sementes, enquanto a de 165 metros apresentou 18 espécies. A parcela a 65 metros apresentou 15 espécies. Neste fragmento, foi na parcela a cinco metros da borda que depositou o maior número de sementes, um total de 1.359 que foram compostas por 63% da espécie *Mikania* sp., seguida da ME-56 que contribuiu com 17,4% da amostra. Na parcela a 165 metros foram depositadas 403 sementes, das quais 47% eram sementes de *Heteropteris* sp. Na parcela a 35 metros da borda foram depositadas 397 sementes, das quais 36,3%



pertenciam a *Mikania sp.* e 26% a ME-14. Na parcela a 65 metros foram obtidas 235 sementes, das quais 41,3% pertenciam a *Cecropia sp.*, 15% a *Mikania sp.* e 14% a ME-14.

Neste fragmento houve correlação entre o número de espécies ( $r = -0,55$ ) e o número de sementes ( $r = -0,549$ ) e a distância da borda, com tendência a redução destes parâmetros a maior distância da borda. No entanto, não houve diferença significativa em relação à taxa de deposição das diferentes síndromes de dispersão ( $\chi^2 = 0,001$ ;  $p = 1,0$ ) (Figura 22).

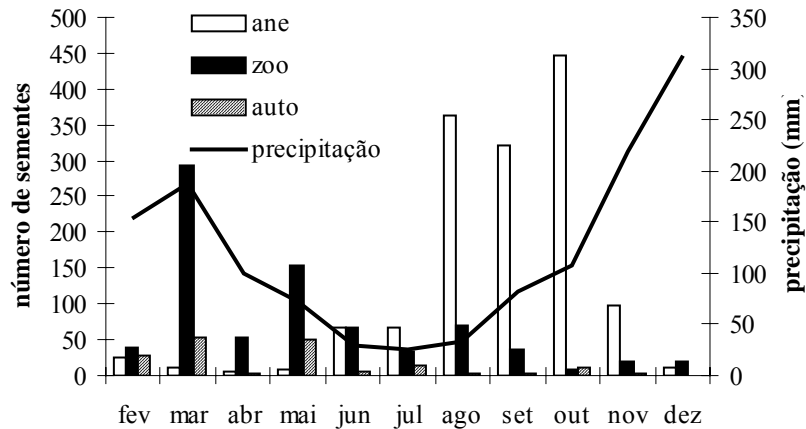


Figura 19 – Número total de sementes depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no fragmento Palmeira, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.

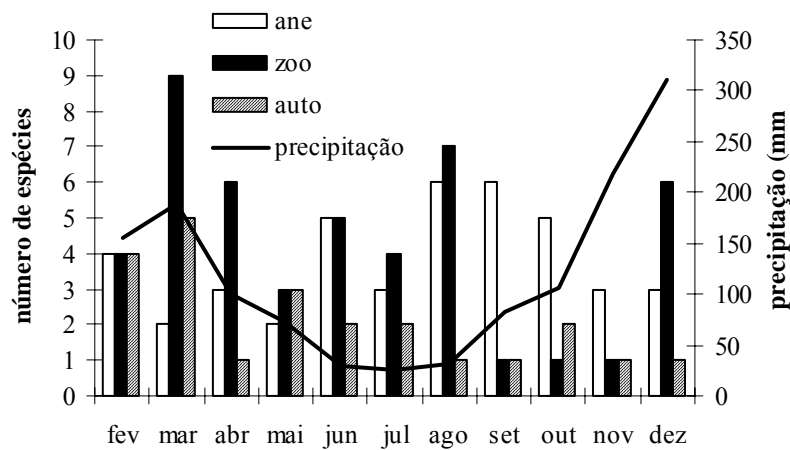


Figura 20 – Número de espécies depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no período de estudo, no fragmento Palmeira, Teresópolis, RJ.

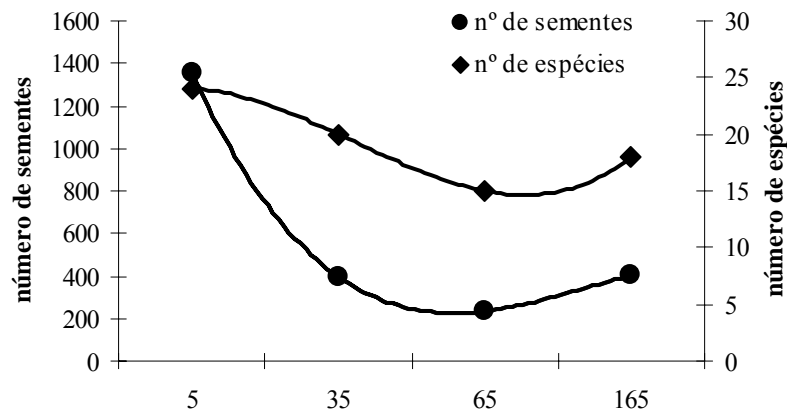


Figura 21 – Número de sementes e número de espécies ocorrentes a diferentes distancias da borda do fragmento Palmeira, Teresópolis, RJ.

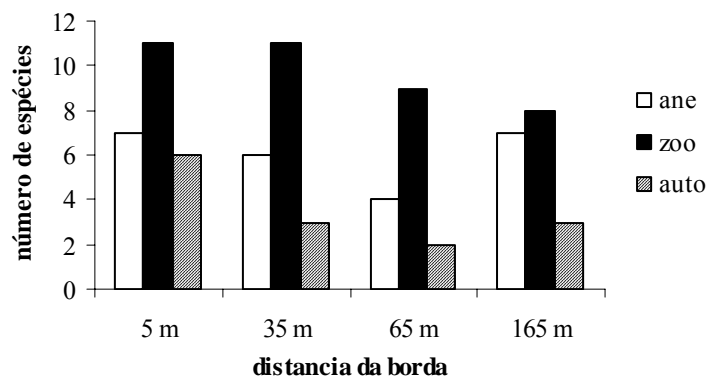


Figura 22 – Número de espécies referidas a cada síndrome de dispersão, em relação à distância da borda do fragmento Palmeira, Teresópolis, RJ.

#### 4.1.5 Fragmento Sorvete (62 ha)

O fragmento Sorvete foi amostrado por 10 meses, de março a dezembro de 2004, mesmo assim foi o que apresentou o maior número de sementes no estudo, aportando um total de 7.667 sementes, pertencentes a 31 morfoespécies, e com a maior densidade de propágulos por área, com 220,6 propágulos/m<sup>2</sup>. Apesar da grande quantidade de sementes depositadas, 78,9% delas pertenceram exclusivamente a espécie *Olyra taquara*, outros 15,3% à liana *Mikania sp.*, o que resultou em baixos valores nos índices de equitabilidade ( $J = 0.2242$ ) e diversidade ( $H' = 0.3374$ ) (Tabela 1).

O máximo aporte de sementes se deu em outubro com  $2799 \pm 640$  sementes e o mínimo em março com  $54 \pm 11,7$  (Figura 23). No mês de outubro, 98,4% das sementes depositadas corresponderam a sementes das espécies *Olyra taquara* (n= 2089) e *Mikania sp.* (n= 667). No mês de março 68,5% da chuva de sementes foi composta pela espécie ME-36 (n=37).

O maior número de espécies produzindo sementes ao longo do ano, ocorreu no mês de dezembro com 13 espécies, apesar do baixo número de sementes produzidas este mês (n=

217). Um menor número de espécies foi encontrado dispersando nos meses de março e em julho com cinco espécies e 352 propágulos (Figura 23). Diferentemente dos demais fragmentos, o pico de sementes e de espécies foi constatado na mesma época, em outubro.

Em relação às síndromes de dispersão, 51,6% das espécies neste fragmento foram dispersas pelo vento, 38,7% foram espécies com dispersão zoocórica e 9,7% foram espécies autocóricas. As espécies anemocóricas dispersaram o equivalente a 95,7% das sementes depositadas nos coletores, as espécies zoocóricas foram responsáveis por 3,6% do total de sementes e as espécies autocóricas foram representadas por 0,7% das amostras.

O pico de produção das sementes de síndrome anemocórica ocorreu no mês de outubro, no final do período mais seco do ano, quando *Olyra taquara* dispersou 2.089 sementes, o que correspondeu a 75,3% da chuva de sementes, e *Mikania sp.* 667 sementes, equivalente a 24% do total neste mês (Figura 24). O maior número de sementes zoocóricas depositadas nos coletores ocorreu em abril, quando *Cecropia sp.* depositou 101 sementes, 95,3% do total neste mês. A espécie ME-81 depositou 76% das sementes com síndrome autocórica, frutificando de outubro a dezembro.

Um maior número de espécies anemocóricas dispersou sementes nos meses de outubro e dezembro, quando oito e nove espécies foram coletadas respectivamente cada mês (Figura 25). As espécies zoocóricas apresentaram em março cinco espécies dispersando seus frutos, porém ao longo do ano, uma média de 2,3 espécies frutificaram por mês.

Em relação ao número de espécies depositadas a diferentes distâncias da borda, as parcelas não apresentaram uma variação significativa, que foi em média  $12,8 \pm 1,0$  espécies por parcela (Figura 26). Quanto ao número de sementes depositadas, a parcela a 65 metros foi a que apresentou o maior número, porém, 88,1% foram do bambu *Olyra taquara*. Não houve correlação entre o número de espécies ( $r = -0,33$ ) e o de sementes ( $r = -0,05$ ) com a distância da borda. Não houve diferença significativa entre os padrões de dispersão de sementes em relação às distâncias da borda ( $\chi^2 < 0,001$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 27).

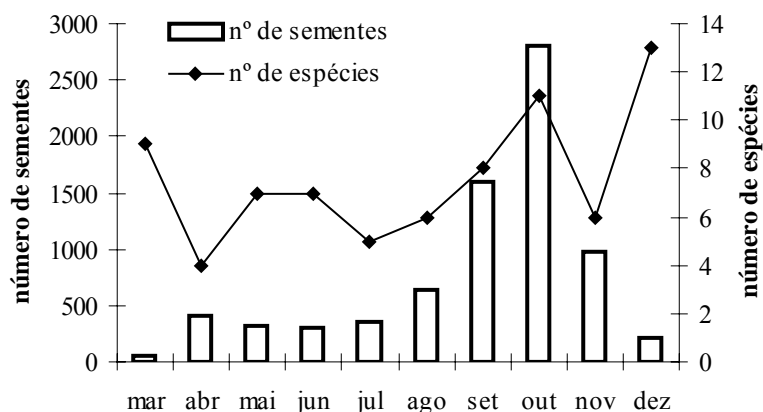


Figura 23 – Número de sementes e número de espécies, depositadas ao longo do estudo no fragmento Sorvete, Teresópolis, RJ.

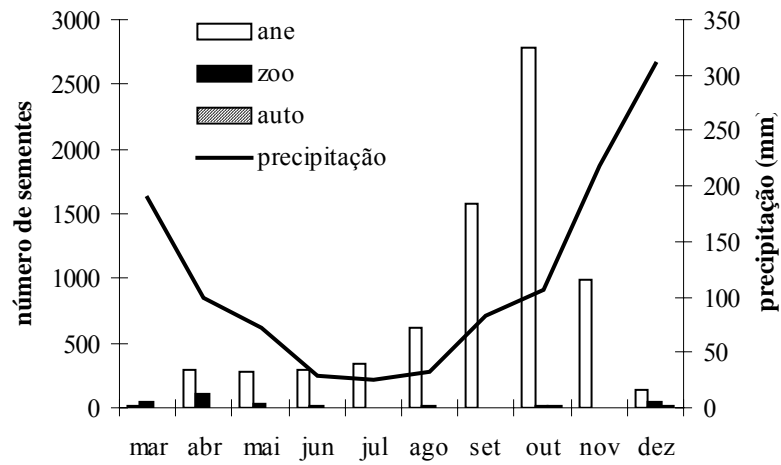


Figura 24 – Número total de sementes depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no fragmento Sorvete, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.

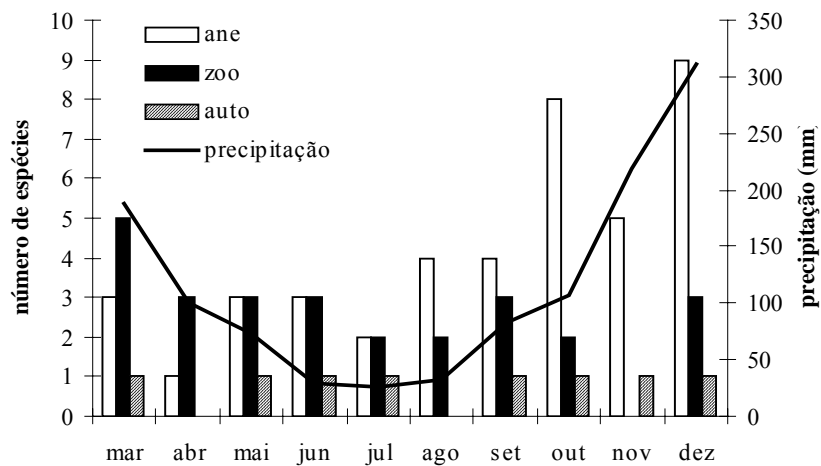


Figura 25 – Número de espécies depositadas nos coletores das diferentes síndromes de dispersão, no período de estudo, no fragmento Sorvete, Teresópolis, RJ. Dados de média de dez anos para a precipitação em Teresópolis (RJ) baseada nos dados da Fundação CIDE-RJ.

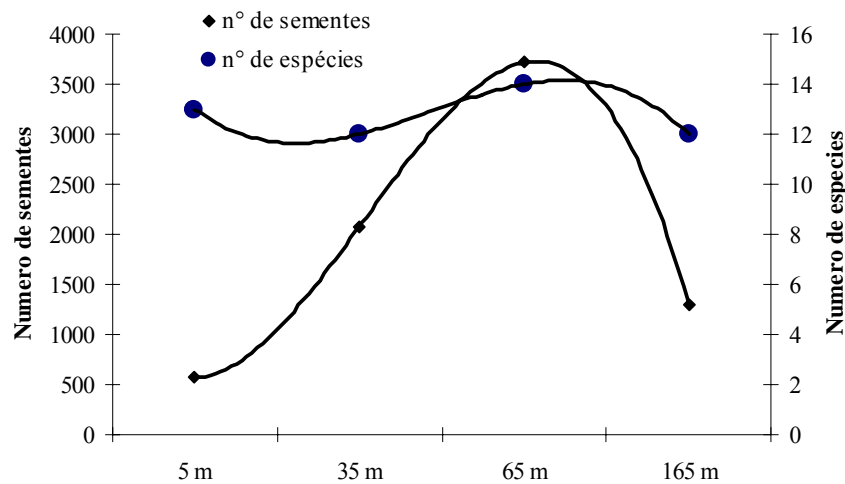


Figura 26 – Número de sementes e número de espécies ocorrentes a diferentes distancias da borda do fragmento Sorvete, Teresópolis, RJ.

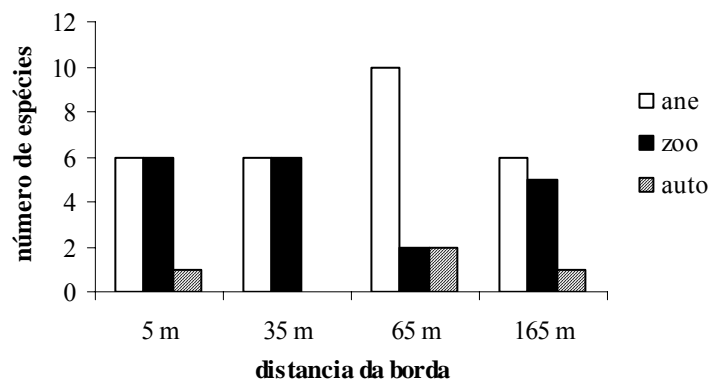


Figura 27 – Número de sementes e número de espécies ocorrentes a diferentes distancias da borda do fragmento Sorvete, Teresópolis, RJ.

#### 4.1.6 Análise da similaridade na chuva de sementes entre os fragmentos

As áreas de estudo formaram dois agrupamentos distintos baseados na similaridade da composição de espécies e na sua abundância. O grupo maior foi o formado pelos fragmentos Valdemar, Davi e Sorvete, sendo que os dois primeiros podem ser considerados altamente semelhantes (Figura 28). O Sorvete, embora pertencendo ao mesmo grupo, apresentou características distintas na chuva de sementes que o distinguiram do conjunto Valdemar-Davi. Por outro lado, o fragmento Palmeiras apresentou padrões de composição da chuva de sementes totalmente distintos dos demais fragmentos, embora com algumas espécies em comum.

Com base nos dados de abundância e frequência das espécies, foram determinadas as espécies indicadoras para cada área de estudo. De acordo com os resultados obtidos as espécies com maior valor como indicadoras foram *Olyra taquara* (42,2%), *Cecropia sp.* (18,5%), *Apuleia leiocarpa* (11,2%), *Heteropteris sp.* (7,9%), *Miconia sp.* (6,9%), ME-57 (6,2%), *Segueira sp.* (5,8%), ME-14 (5,0%) e ME-56 (4,9%).

Dentre todas as espécies, *Olyra taquara* foi a que apresentou a maior correlação ( $r=0,977$ ) com um fragmento, podendo ser considerada como indicadora exclusiva do fragmento Sorvete, tendo ocorrido nesta área com alta abundância. Identificações preliminares realizadas indicam que esta é uma espécie abundante na área, cuja floração foi observada excepcionalmente neste período.

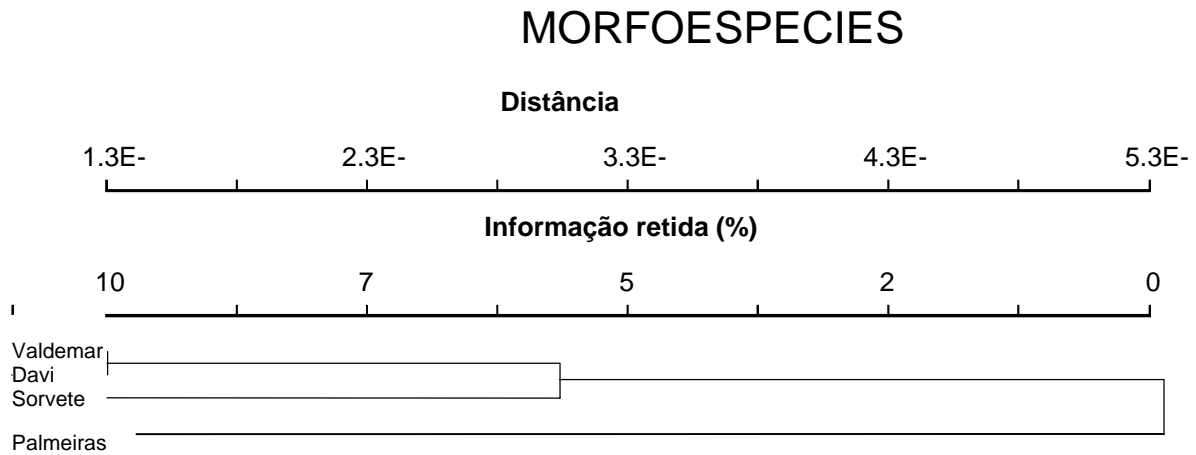


Figura 28 – Dendrograma obtido através da análise de agrupamento se baseando no número de sementes coletadas em quatro áreas de fragmentos florestais na Região de Teresópolis, RJ.

## 4.2 Aporte de serrapilheira

### 4.2.1 Caracterização geral

O total de material depositado durante o estudo foi de 7,2 kg, que foi equivalente a uma produção média estimada para a região de 4,9 t/ha. Do total depositado, a fração composta por folhas foi dominante com 69,4% da serrapilheira. A fração galhos compôs 14,2% da amostra, o material reprodutivo 6,4% e os resíduos 10,0%.

A deposição de serrapilheira nos fragmentos apresentou uma forte sazonalidade, caracterizado por um pico maior de deposição no final do período de início das chuvas, a partir do mês setembro e um mínimo no final do período das chuvas e início da estação mais seca, de abril a agosto, apresentando diferença significativa entre eles somente no mês de novembro, quando um grupo com maior taxa de deposição foi formado pelos fragmentos Davi e Sorvete e o outro, de menor taxa de deposição, pelos fragmentos Valdemar e Palmeira (Figura 29).

Todos os fragmentos apresentaram uma tendência no padrão de deposição de material decíduo em relação à taxa de precipitação, porém essa correlação foi extremamente baixa para os fragmentos do Davi ( $r = 0,15$ ;  $p = 0,003$ ) e Palmeira ( $r = 0,06$ ;  $p = 0,03$ ). Quando analisados os dados climáticos para a região com as médias das frações depositadas para a área, obteve-se que a maior correlação foi obtida para a fração galhos e a precipitação,

enquanto a temperatura (média, máxima e mínima) esteve correlacionada com a deposição de material reprodutivo (Tabela 2).

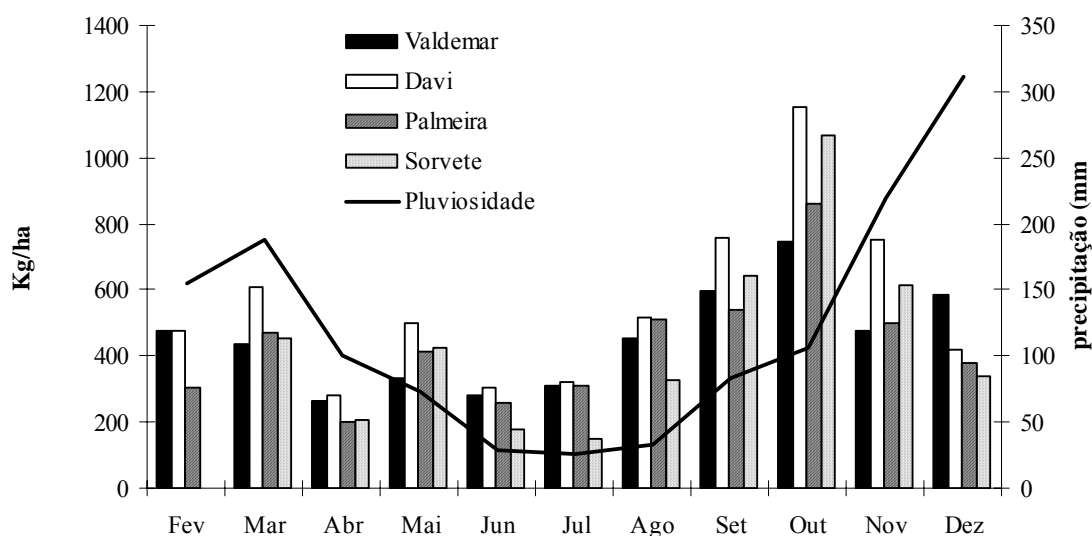


Figura 29 – Deposição de serrapilheira nos quatro fragmentos de Teresópolis durante o período de estudo e precipitação média da região nos últimos 10 anos.

Tabela 2 – Coeficiente de correlação de Spearman entre as frações da serrapilheira depositada durante o estudo e as variáveis climáticas, Teresópolis, RJ. Dados climáticos médios de 10 anos.

	Precipitação	Temperatura média	Temperatura média máxima	Temperatura média mínima
Folhas	0,038	0,002	0,077	0,069
Galhos	0,746	0,395	0,264	0,494
Mat. Reprodutivo	0,234	0,511	0,504	0,502
Resíduos	0,146	0,379	0,381	0,366

O padrão de deposição da fração folhas apresentou produção máxima no mês de outubro, final da estação seca (Figura 30). A fração galhos apresentou tendência à maior deposição nos meses de novembro e dezembro. A fração material reprodutivo apresentou dois picos de deposição, no mês de fevereiro e outro no mês de outubro, sendo influenciado por basicamente duas espécies, ME-1 no primeiro pico e *Olyra taquara* no segundo. A variação temporal da fração residual apresentou tendência a maior deposição no período das chuvas, porém este fato deve estar relacionado a problemas na triagem do material, uma vez que o alto grau de umidade do material acelerou a taxa de decomposição das frações.

A produção total de serrapilheira encontrada nos fragmentos não apresentou correlação com o tamanho dos fragmentos ( $r= 0,243$ ). Na hipótese da variação da deposição a diferentes distâncias da borda, as parcelas não apresentaram diferença na taxa de deposição, mesmo sendo comparadas dentro dos fragmentos e entre eles (Figura 31).

#### 4.2.1 Fragmento Valdemar (23 ha)

A deposição total de serrapilheira neste fragmento foi de 1.757,75 g, o que correspondeu a uma produção estimada em 4.959,28 kg/ha. Deste valor 66,1% corresponde a

fração folhas, 16,3% a galhos, 8,8% ao material reprodutivo e 8,8% por resíduos. O período de maior deposição coincidiu com o final do inverno estendendo-se praticamente por toda a primavera, isto é, dos meses de agosto a novembro. O pico de deposição foi verificado em outubro com 744,14 kg/ha e o menor aporte em abril, com 265,38 kg/ha (Figura 32).

A fração folhas aportou o total de 3.276,82 kg/ha de matéria seca. A maior deposição ocorreu no mês de outubro com 540,50 kg/ha e a menor no mês abril com 187,34 kg/ha, acompanhando o que foi encontrado para o total de serrapilheira depositado neste fragmento.

A fração galhos depositou o equivalente a 809,24 kg/ha, e acompanhou a deposição total, exceto no mês de dezembro em que produziu equivalente a 320,93 kg/ha, a qual significou 53% da amostra depositada neste mês. A produção mínima foi de 20,85 kg/ha em abril, acompanhando o padrão temporal da deposição total do fragmento.



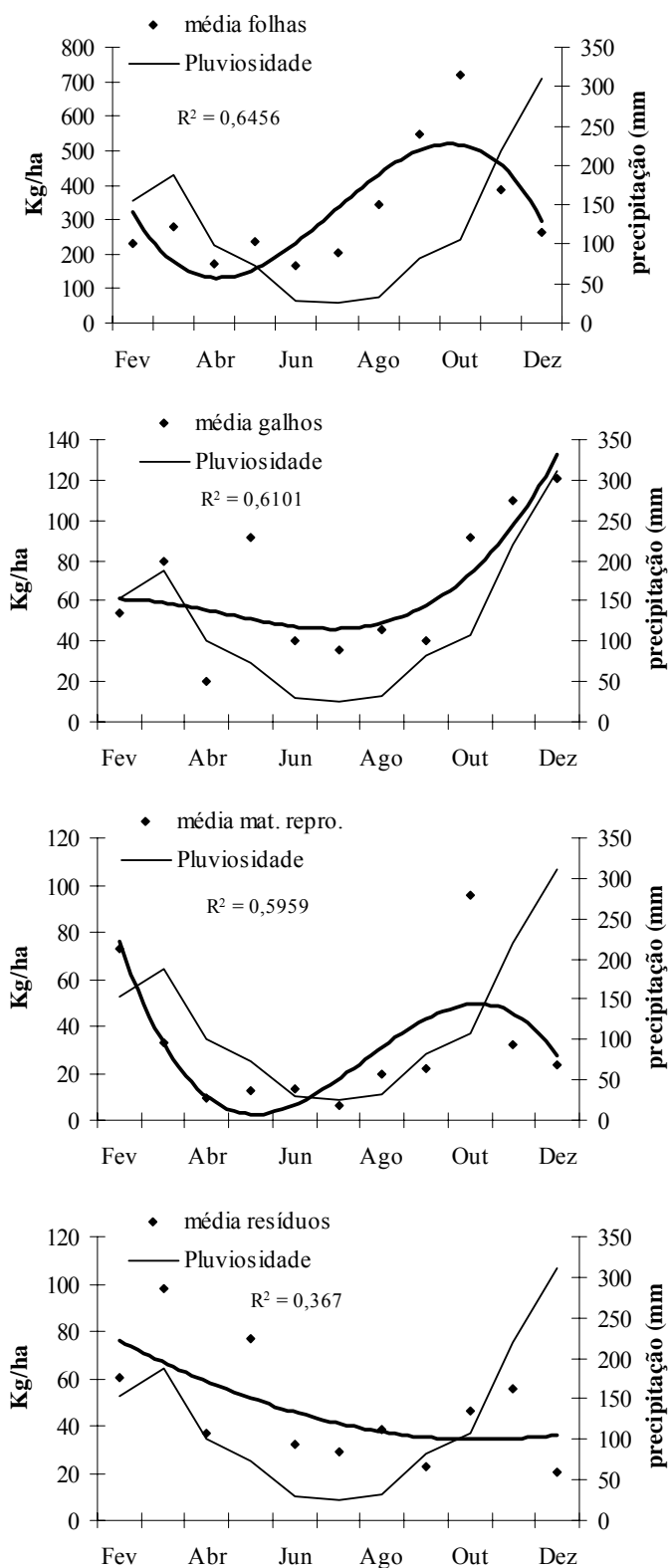


Figura 30 – Tendência da deposição total de material decíduo depositado durante o período de estudo, das distintas frações e precipitação na região de Teresópolis, RJ.

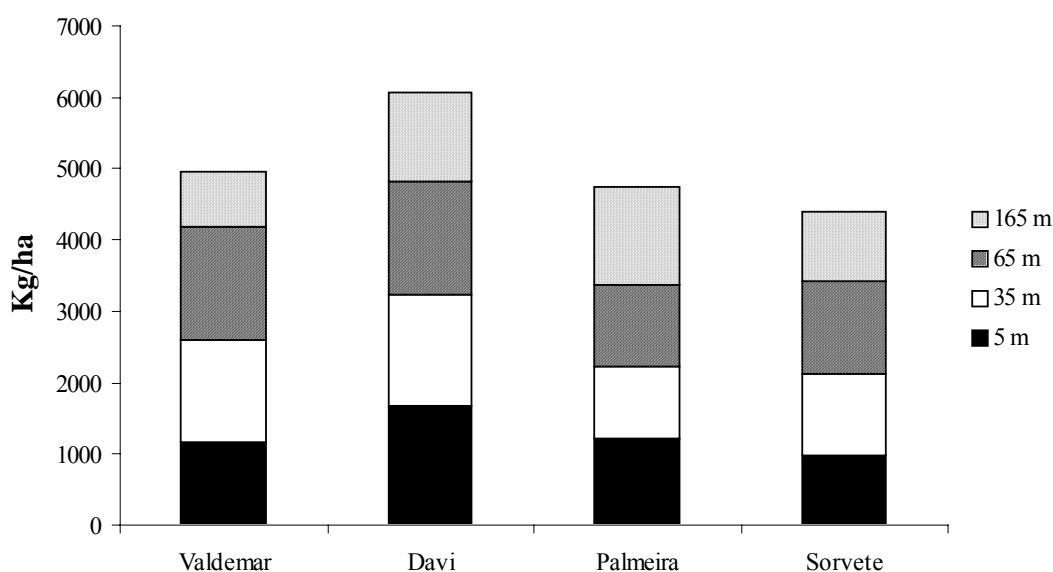


Figura 31 – deposição total de serrapilheira em relação à borda nos fragmentos estudados em Teresópolis, RJ.

O material reprodutivo constituído por flores, frutos e sementes representou 8,8% do total do material depositando no período de coleta, o que correspondeu a 437,64 kg/ha, apresentando valores de produção máxima nos meses de fevereiro (260,24 kg/ha) e novembro (41,33 kg/ha), e mínimo nos meses de maio (12,58 kg/ha) e julho (10,23 kg/ha). Apesar da grande diferença verificada entre os dois meses de pico de produção máxima, o mês de fevereiro foi caracterizado pela frutificação de uma única espécie arbórea logo acima de um único coletor, resultando a grande variação na taxa de deposição.

A fração composta pelo resíduo das amostras foi responsável pela deposição de 435,58 kg/ha, apresentando a menor taxa de deposição no mês de julho, provavelmente pelo fato do material se encontrar bastante seco, o que diminuiu a decomposição das frações e facilita a triagem.

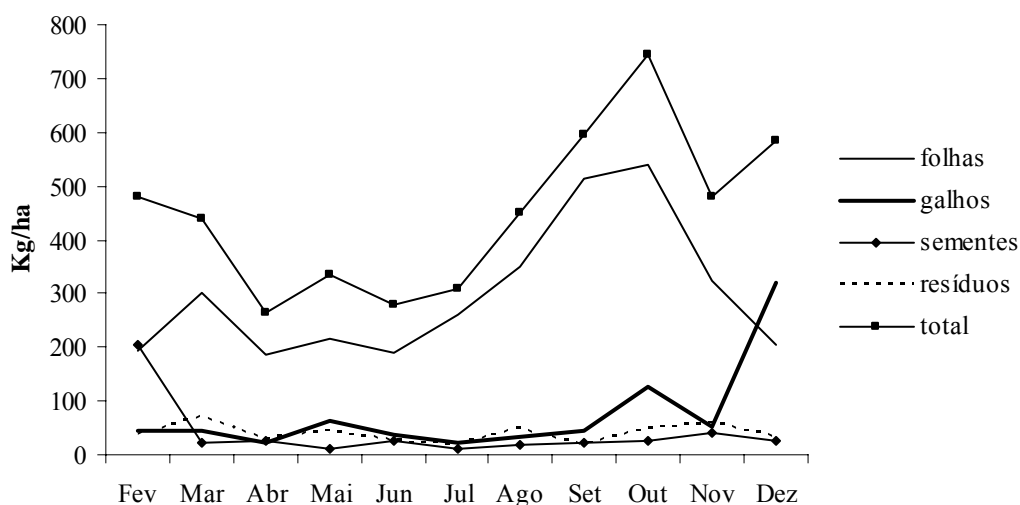


Figura 32 – Deposição das diferentes frações de material decíduo no fragmento Valdemar com o total depositado durante os 11 meses, na região de Teresópolis, RJ.

#### 4.2.2 Fragmento Davi (8 ha)

Este fragmento foi o que apresentou a maior deposição de serrapilheira durante os 11 meses de estudo. Depositou um total de 2.181,01 g., o que corresponde a 6.074,41 kg/ha. Desse total, 71,6% corresponderam a fração foliar, 14,2% aos galhos, 3,1% ao material reprodutivo e 11,1% aos resíduos. A variação temporal coincidiu com a maioria das outras áreas estudadas, sendo verificado no mês de outubro a maior deposição de material (1.150,5 kg/ha), e o de abril de menor aporte (281,43 kg/ha) (Figura 33).

A fração foliar correspondeu a 4.350,14 kg/ha, acompanhando o total de deposição no mês de outubro com 950,30 kg/ha, e mínimo em junho com 175,29 kg/ha.

Os galhos compuseram a amostra com 864,70 kg/ha, sendo as maiores deposições verificadas em março (137,48 kg/ha), outubro (106,61 kg/ha) e novembro (146,95 kg/ha) e a mínima no mês de abril (18,56 kg/ha).

A fração material reprodutivo correspondeu a 187,18 kg/ha, sendo o maior valor depositado em março com 56,08 kg/ha e o mínimo em abril com 0,9 kg/ha.

A fração residual foi de 672,38 kg/ha, sendo o máximo valor março com 136,10 kg/ha, e mínimo em setembro com 23,43 kg/ha.

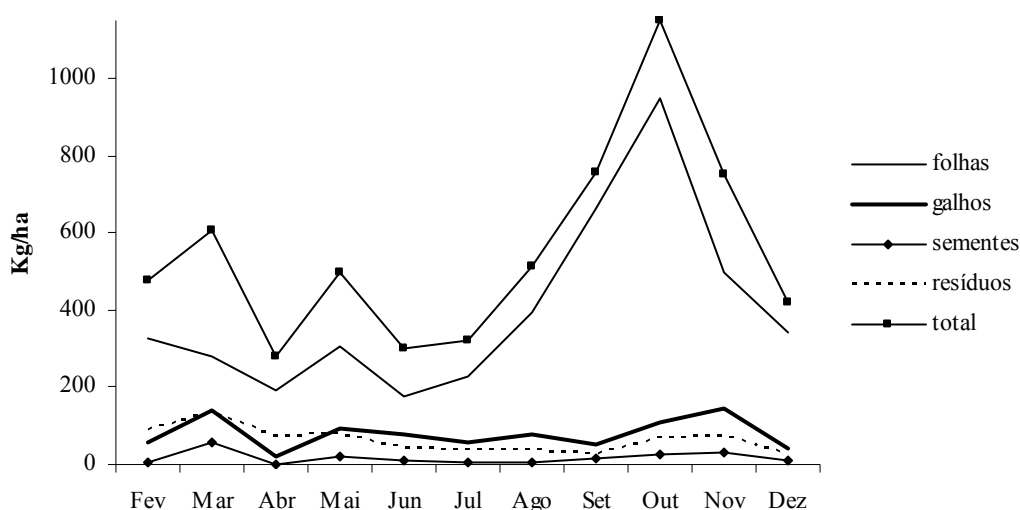


Figura 33 – Deposição das diferentes frações de material decíduo no fragmento Davi com o total depositado durante os 11 meses, na região de Teresópolis, RJ.

#### 4.2.3 Fragmento Palmeira (3,2 ha)

O fragmento localizado dentro da área da Fazenda Vale das Palmeiras aportou o equivalente a 4.737,33 kg/ha, sendo 72 % folhas, 14,1 % galhos, 3,4 % material reprodutivo e 10,5 % compostos de resíduos (figura 34). Assim como os dois fragmentos citados anteriormente, esse fragmento apresentou a maior taxa de deposição no mês de outubro (860,48 kg/ha) e a menor no mês de abril com 202,79 kg/ha.

A fração folha variou quantitativamente similar a deposição total do material, e foi responsável por 3.411,48 kg/ha, sendo verificado um aumento de deposição entre os meses de agosto e dezembro, sendo setembro seu maior valor (708,78 kg/ha) e abril o menor (170,54 kg/ha).

A fração composta pelos galhos correspondeu a 669,29 kg/ha e os maiores valores foram depositados nos meses de maio (112,47 kg/ha) e dezembro (112,70 kg/ha), e o menor em abril (4,94 kg/ha).

A fração de material reprodutivo correspondeu a 158,73 kg/ha, obtendo os maiores índices em outubro (51,20 kg/ha) e os menores em abril com 0,53 kg/ha.

O fração resíduos pesou 497,83 kg/ha, apresentou seu valor máximo em março com 122,43 kg/ha, e mínimo em dezembro com 4,15 kg/ha.

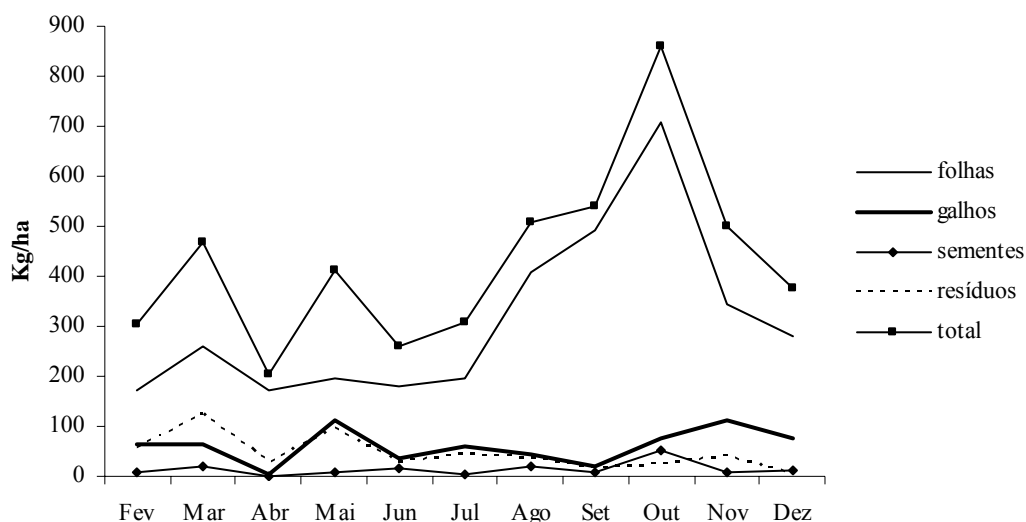


Figura 34 – Deposição das diferentes frações de material decíduo no fragmento Palmeira com o total depositado durante os 11 meses, na região de Teresópolis, RJ.

#### 4.2.4 Fragmento Sorvete (62 ha)

Neste fragmento foi depositado 4.397,90 kg/ha, sendo a maior deposição em outubro (1.065,1 kg/ha), e a menor em julho (149,17 kg/ha). A fração folhas correspondeu a 67,3%, os galhos a 11,9%, o material reprodutivo a 11,6% e a fração resíduos 9,2% (Figura 35).

As folhas corresponderam a 2.961,75 kg/ha, depositando mais em outubro (685,28 kg/ha) e a menor taxa no mês de julho (122,12 kg/ha).

A fração galhos depositou 522,96 kg/ha, tendo o maior aporte de material em novembro 126,93 kg/ha e menor em julho 4,92 kg/ha.

A fração composta pelo material reprodutivo representou nos 10 meses de coleta 508,22 kg/ha. Neste fragmento foi marcante a contribuição do bambu *Olyra taquara* a partir do mês de agosto, o que influenciou o valor de deposição encontrado no mês de outubro (280,08 kg/ha). O mês em que houve a menor deposição de material reprodutivo foi julho (3,39 kg/ha).

A fração resíduos somaram 404,98 kg/ha com máxima em maio (91,75 kg/ha) e mínima em julho (18,74 kg/ha).

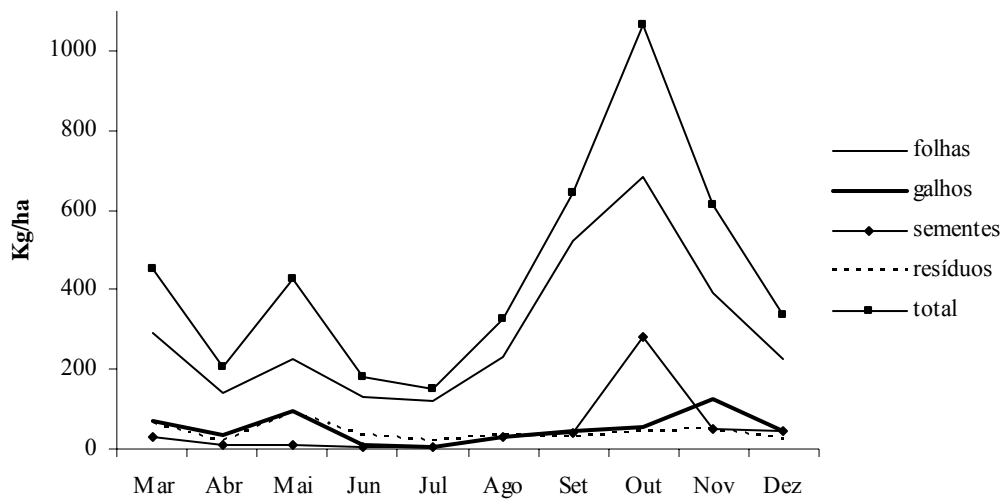


Figura 35 – Deposição das diferentes frações de material decíduo no fragmento Sorvete com o total depositado durante os 11 meses, na região de Teresópolis, RJ.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Chuva de sementes

A chuva de sementes tem importante papel na regeneração natural de áreas reflorestadas e é através dessa dispersão de sementes que pastagens abandonadas podem recuperar sua estrutura florestal (WHITTAKER, 1998). Essas matrizes florestais sofrem uma maior perda em sua diversidade de espécies quanto maior for seu grau de isolamento (WIJDEVEN & SANDER, 2000; ZIMMERMAN *et al.*, 2000).

No presente trabalho, a identificação das espécies foi possibilitada pelo critério de morfoespécie, uma vez que não possuíamos o material florido para uma mais refinada análise, o que não nos absteve da possibilidade de superestimar alguma espécie, tendo em vista a família Asteraceae como um exemplo, comumente conhecido como uma família de complexa identificação taxonômica.

As sementes coletadas nos fragmentos foram em sua grande maioria pequenas. As quatro espécies mais abundantes (*Cecropia sp.*, *Miconia sp.*, *Olyra taquara* e *Mikania sp.*), que representaram 83,5% do total de sementes depositadas, variaram de 0,1 a 1,0 cm de comprimento. Normalmente, espécies características de habitats abertos e estágios iniciais da sucessão tendem a apresentar sementes de tamanhos reduzidos (KELLY, 1995; THOMPSON *et al.*, 1998) e são produzidas em grandes quantidades (JACKSON, 1981; MURALI, 1997). FOSTER & JANSON (1985) comparando tamanhos de sementes, encontraram que as que se estabeleceram em áreas mais sombreadas ou em pequenas clareiras, possuíam massa significativamente maior do que as encontradas em grandes clareiras. Essas sementes menores apresentam uma maior dependência da luz, para germinação, do que as sementes maiores (MILBERG *et al.*, 2000) e tendem a persistir durante um maior período de tempo no solo (THOMPSON *et al.*, 1993; FUNES *et al.*, 1999).

A densidade média de sementes produzidas nos fragmentos foi o equivalente a 116,3 propágulos/m<sup>2</sup>, porém variou de 57,3 propágulos/m<sup>2</sup> no fragmento Palmeiras, a 220,6 propágulos/m<sup>2</sup> no fragmento Sorvete. Esses resultados foram bastante inferiores à floresta contínua de Teresópolis, que produziu 2.429 propágulos/m<sup>2</sup> (MARQUES *et al.*, 2004). Outros estudos em florestas secundárias, também indicam um número maior de sementes, PENHALBER & MANTOVANI (1997) encontraram 1.804,2 propágulos /m<sup>2</sup>, SIQUEIRA (2002) encontrou 591,3 propágulos /m<sup>2</sup> ambos em São Paulo, GUEVARA & LABORTE (1993) obteve 710 propágulos /m<sup>2</sup> em floresta úmida, no México. O grau de degradação em fragmentos florestais resultará na diminuição da capacidade deste em colonizar áreas adjacentes (VIANA & TABANEZ, 1996) e pode estar associado aos baixos valores em produção de sementes encontrados na região. Uma das hipóteses para o baixo aporte de sementes pode estar relacionado com a perda de polinizadores (AIZEN & FEINSINGER, 1994) e ao tamanho dos indivíduos (LAURANCE *et al.*, 2003). A diminuição da área tende a aumentar os efeitos causados pela fragmentação florestal (LAURENCE *et al.*, 1998).

No fragmento Davi foi observada sua grande similaridade com o fragmento Valdemar, porém com menor número de espécies (n = 34), menor riqueza de espécies e diversidade (Tabela 1). Esses dois fragmentos são separados por 150 metros de área utilizada para pastagem o que, considerando o grau de similaridade obtido pode indicar que a distância existente entre eles não foi ainda suficiente para que pudesse alterar a composição da chuva de sementes de ambos. No entanto, a perda de diversidade está sendo observada já no menor fragmento, em processo semelhante ao sugerido por TERBORGH (1992).

O maior fragmento (Sorvete - 62 ha) foi também o que apresentou a menor diversidade ( $H' = 0,3374$ ), resultante da grande abundância das sementes de *Olyra taquara* encontradas na área amostrada nesse fragmento. A presença do bambu (*Olyra taquara*) foi também observada em outros estudos (NASCIMENTO & VIANA, 1999; TABANEZ & VIANA, 2000), sendo comum sua ocorrência em áreas em avançado estado de degradação, uma vez que a germinação de sementes de arbustos e árvores de diversas famílias dos diversos grupos ecológicos somente conseguirão regenerar quando ocorrer a abertura de clareiras nas touceiras de bambu (MARTINS *et al.*, 2004).

A área do fragmento maior, o Sorvete (62 ha), para ser analisada como um todo requereria uma maior intensidade amostral. Observações pessoalmente comentadas por outro grupo de pesquisadores do projeto BLUMEN, baseadas em imagens de satélite na região, demonstraram ser este fragmento composto por um mosaico de situações em suas diferentes vertentes. Especificamente na área amostrada, esta expressa um padrão observado em pontos de suas zonas circundadas pela atividade agrícola e pastagem, sendo uma parcela representativa da vertente oeste do entorno do fragmento. A baixa diversidade obtida nesta área reflete um processo de degradação que pode ter reflexos no processo de recolonização e conservação de suas bordas e no próprio interior do fragmento. Assim, os resultados encontrados refletem basicamente a amostragem realizada em um trecho deste fragmento, mostrando a ocorrência, nas suas bordas, de processos esperados para fragmentos de menor tamanho. Por outro lado, o menor fragmento (Palmeiras) apresentou a segunda maior diversidade ( $H' = 0,9562$ ) e uma distribuição mais homogênea das espécies ( $J = 0,5818$ ). Neste fragmento, uma das espécies que mais se destacou na vegetação foi a pioneira *Piptadenia gonoacantha* L. (pau-jacaré). Apesar de sua abundância, apenas um fruto foi depositado nos coletores, durante todo o período de estudo.

O tamanho dos fragmentos esteve correlacionado com o número de espécies ( $r = -0,52$ ), constatando-se uma tendência de perda de espécies nos fragmentos maiores (Figura 7). No entanto, este resultado está mais ligado à abundância do bambu aportado nos coletores, o que foi constatado pela baixa equitabilidade ( $J = 0,2242$ ) obtida no maior fragmento (Sorvete). Estudos sobre chuva de sementes reportam que grande parte das sementes depositadas nos coletores advém de plantas que estão frutificando ao seu redor ou de um determinado indivíduo com a copa imediatamente acima do coletor (HUBBELL, 1979; WILLSON, 1993). Este fato foi observado no estudo quando algumas espécies, como o bambu na área do fragmento Sorvete, influenciaram drasticamente a deposição de sementes em determinados períodos e locais, com o aporte de grande quantidade de frutos em apenas poucos coletores. Desta forma, as distribuições espaciais das espécies nas áreas afetaram os dados obtidos para o fragmento maior. Segundo VIANA & TABANEZ (1996), mais importante do que a área do fragmento é o estágio de conservação e uso dessas áreas o que influencia na diversidade das espécies.

A distância dos fragmentos para outras fontes de sementes também apresentou fraca correlação quanto ao número de espécies ( $r = -0,41$ ), apresentando uma tendência de perda de espécies para os fragmentos mais isolados. TABARELLI *et al.* (1998) relaciona o tamanho e a distância do fragmento com a composição das espécies e com o risco de extinção, porém KOTCHETKOFF-HENRIQUES (2003) também encontrou que o grau de perturbação influenciou mais na composição das espécies do que a distância de outros remanescentes.

Na região de estudo, a vegetação remanescente se limita às áreas onde, por sua inclinação, a terra não apresentava aptidão agrícola, originando grande quantidade de remanescentes florestais, composta em sua maioria por áreas menores do que 10 ha. Entre os fragmentos estudados, Valdemar e Davi, os dois fragmentos próximos, ainda são utilizados para extração de madeira e uso pastoril pelos dois proprietários, e pelo menos no ano de 2004, observamos uma grande queimada realizada no pasto entre os dois fragmentos. O fragmento

Palmeira trata-se de um remanescente localizado dentro de uma fazenda onde o proprietário é produtor orgânico e tem como meta a preservação dos remanescentes e a recomposição da vegetação local, o que proporciona a esta área uma maior saúde ambiental. O fragmento Sorvete constitui-se de uma grande área montanhosa, onde parte foi recomposta por regeneração natural, produzindo o que mais tarde observamos com diversos mosaicos de vegetação. Esta área a abundância do bambu foi clara, ao menos na vertente em que estalamos nossas parcelas de estudo, o que possivelmente comprometerá o futuro deste remanescente. As práticas conduzidas no passado e atualmente podem estar diretamente ligadas aos baixos valores de produção de sementes obtidos na chuva e os padrões de diversidade, equitabilidade e riqueza obtida.

A deposição de sementes apresentou um padrão esperado, onde o maior número de sementes foi depositado no início do período das chuvas (PENHALBER & MANTOVANI, 1997; ARAUJO, 2002; GROMBONE-GUARATINI & RODRIGUES, 2002), porém nos fragmentos estudados em Teresópolis, esse valor se deu pela grande quantidade de sementes depositadas por duas espécies anemocóricas, *Olyra taquara* e *Mikania sp.*

Florestas tropicais conservadas costumam apresentar mais do que 70% das espécies com síndrome de dispersão zoocórica (HOWE & SMALLWOOD, 1982). MARQUES *et al.* (2004) encontraram no Parque Nacional de Teresópolis que 72% das espécies dispersavam suas sementes por zoocoria. No presente estudo, 51,9 % das espécies apresentaram dispersão por zoocoria, enquanto 35,4 % foram dispersas pelo vento e 12,7% por autocoria (Figura 36). Em fragmentos florestais de Ribeirão Preto KOTCHETKOFF-HENRIQUES (2003) encontrou que 60,2% das espécies apresentavam dispersão zoocórica. Esta baixa quantidade de sementes com síndrome zoocórica na comunidade demonstra o avançado estágio de degradação encontrado nos fragmentos, que pode ser atribuído à perda dos dispersores de sementes (HOWE, 1984; COSSON *et al.*, 1999). As espécies anemocóricas apresentaram também um alto valor percentual de presença na comunidade, em comparação com florestas tropicais, onde a ausência de um dossel contínuo facilita a dispersão de espécies com esta síndrome (PENHALBER & MANTOVANI, 1997; HENRY *et al.*, 2001). Essas sementes que demoram mais tempo durante a queda a alcançar o chão, possuem uma maior probabilidade de serem dispersas a uma longa distância, levadas pelo vento (HORN *et al.*, 2001).



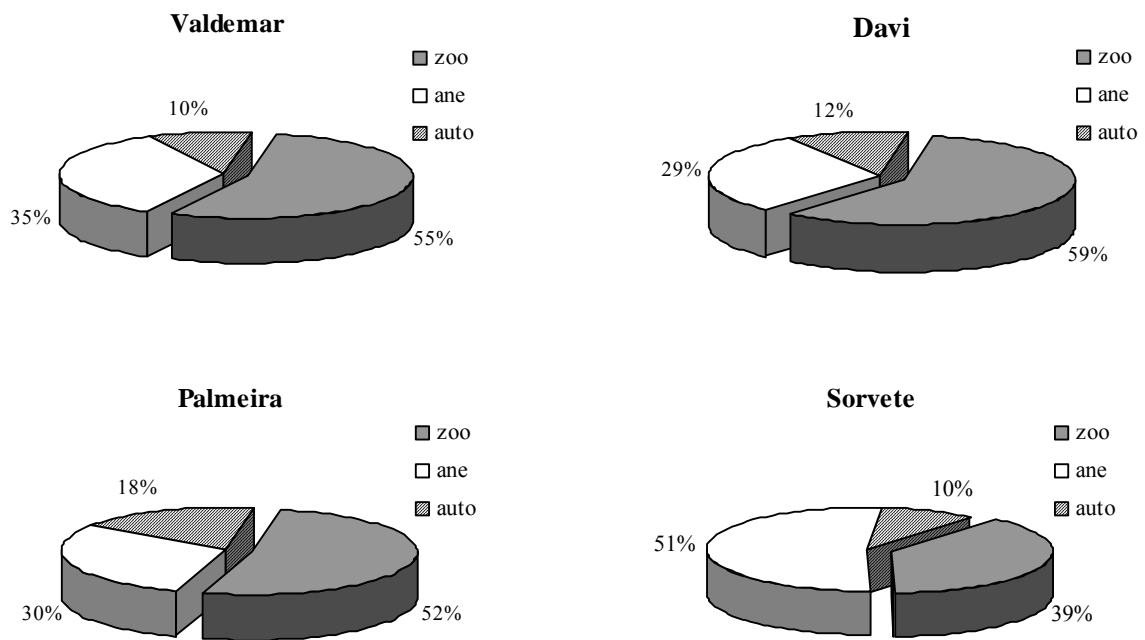


Figura 36 – Percentagem de espécies ocorrentes na chuva de sementes de diferentes síndromes de dispersão, nos fragmentos estudados, no período de fevereiro de 2004 a dezembro de 2005, em Teresópolis, RJ.

As espécies anemocóricas obtiveram seu pico de deposição no começo do período das chuvas, entre os meses de agosto e novembro. De maneira geral espécies anemocóricas dispersam seus frutos principalmente na estação seca, época mais favorável a esse tipo de dispersão (PIÑA-RODRIGUES & PIRATELLI, 1993; MORELLATTO & LEITÃO-FILHO, 1996). As sementes zoocóricas apresentaram seu pico de produção no final do período das chuvas, principalmente entre os meses de fevereiro e maio. Diversos autores citam a influência dos fatores climáticos entre outros, na produção de propágulos (PENHALBER & MANTOVANI, 1997; FERRAZ *et al.*, 1999; ARAUJO, 2002; BORCHERT *et al.*, 2002; FUNCH *et al.*, 2002), pois as espécies amadureceriam seu frutos nos períodos de melhores condições para o sucesso da dispersão e estabelecimento das plântulas (RATHCKET & LACEY, 1985; FERRAZ *et al.*, 1999). As espécies autocóricas dispersaram seus frutos praticamente durante o ano todo, porém as grandes quantidades de sementes que dispersam nos meses de fevereiro e março, deveram-se à espécie ME-1 (Sapindaceae), que foi encontrada em um fragmento e em grande quantidade em apenas um coletor, não sendo possível avaliar um padrão de dispersão para a área, apesar de comumente ser dispersa no período em épocas mais secas, quando o ressecamento de seus frutos acarreta em sua deiscência (MURALI & SUKUMAR, 1994).

De modo geral, apesar dos altos valores de propágulos sendo dispersos no período mais úmido do ano, um maior número de espécies foi encontrado produzindo sementes entre os meses de julho e agosto (Figura 37), com uma média de 29 espécies por mês. Nesta época, em que ocorrem as menores taxas de precipitação, os fragmentos estão mais susceptíveis às queimadas que costumam ocorrer nas pastagens que os circundam, agravando os efeitos da fragmentação florestal uma vez que sementes de florestas tropicais não costumam ser resistentes a altas temperaturas (SILVEIRA *et al.*, 2004) perdendo assim sua capacidade de germinação, diminuindo a eficiência da dispersão dessas matrizes justamente no período em que está ocorrendo a maior diversidade na chuva de sementes.

Porém, dentro de um mesmo fragmento pode-se obter uma distribuição das síndromes distinta, em que áreas mais abertas como as bordas podem apresentar uma maior frequência de espécies anemocóricas, em detrimento às espécies do interior da floresta, mais exigentes quanto ao padrão microclimático e mais dependentes das interações com animais quanto sua polinização e dispersão (TABARELLI & PERES, 2002). A hipótese formulada para a distribuição de sementes a diferentes distâncias da borda, considerava que os fragmentos mais conservados ou recém-fragmentados, apresentariam maior ocorrência de espécies na borda reduzindo-se para o interior do fragmento, isto porque as zonas de borda tendem a possuir espécies remanescentes do interior da floresta e espécies típicas de clareiras ou invasoras, notoriamente pioneiras (LAURANCE *et al.*, 1998; GARSON *et al.*, 2000), ocorrendo em maior densidade e, muitas delas, com síndrome anemocórica.

A estrutura da vegetação, a arquitetura e a estratégia de crescimento das árvores localizadas na borda de um fragmento são de considerável importância, pois agem diretamente na capacidade de tamponamento da vegetação da borda (DIDHAN & LAWTON, 1999; MESQUITA *et al.*, 1999). CADENASSO & PICKETT (2000), ao estudarem o papel da estrutura da vegetação da borda em relação ao fluxo de sementes provenientes de áreas externas ao fragmento, observaram que bordas mais intactas funcionam como barreira física dificultando o fluxo dessas sementes às áreas mais interiores do fragmento.

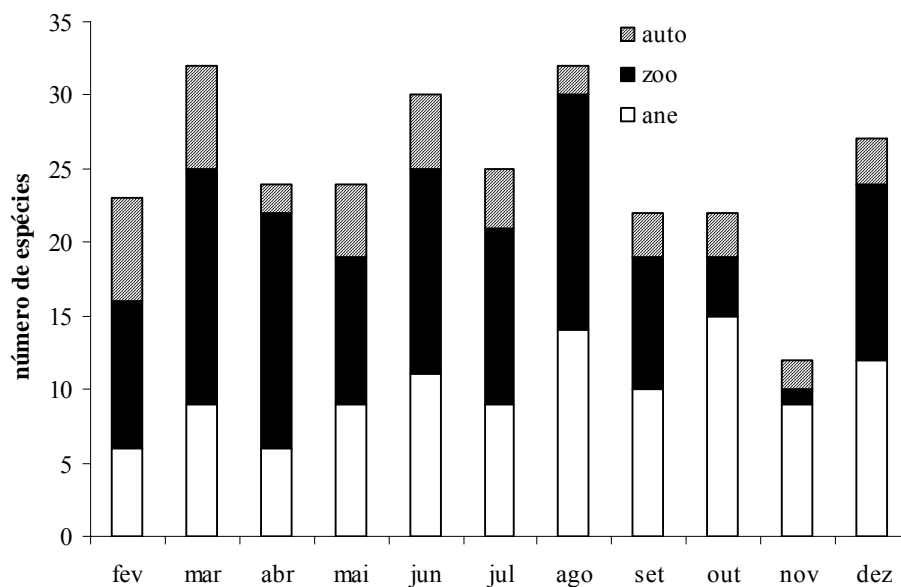


Figura 37 – Número de espécies frutificando durante o período do estudo em Teresópolis, RJ.

O padrão esperado não foi obtido para três dos fragmentos estudados, sendo eles o Valdemar, Davi e Sorvete, que apresentaram um menor número de espécies na borda em relação ao interior. Somente o fragmento Palmeira apresentou um padrão como esperado para áreas perturbadas, podendo provavelmente ser esse um efeito causado pelo tempo de isolamento dessas áreas, que já teria sido suficiente para que houvesse ocorrido a mudança na comunidade de árvores existentes antes da fragmentação (LAURENCE *et al.*, 1997; BENÍTEZ-MALVIDO & MARTÍNEZ-RAMOS, 2003). Sendo assim, o interior dos fragmentos considerados como os mantenedores da maior diversidade, já estariam submetidos aos impactos da fragmentação estabelecidos para a região de borda (Figura 38). RODRIGUES (1998), avaliando a influência dos efeitos microclimáticos causados pela fragmentação florestal dentro dos fragmentos sobre a composição de espécies, observou uma maior variação

climática nos primeiros 35 m de borda e a redução da riqueza de espécies da borda para o interior do fragmento.

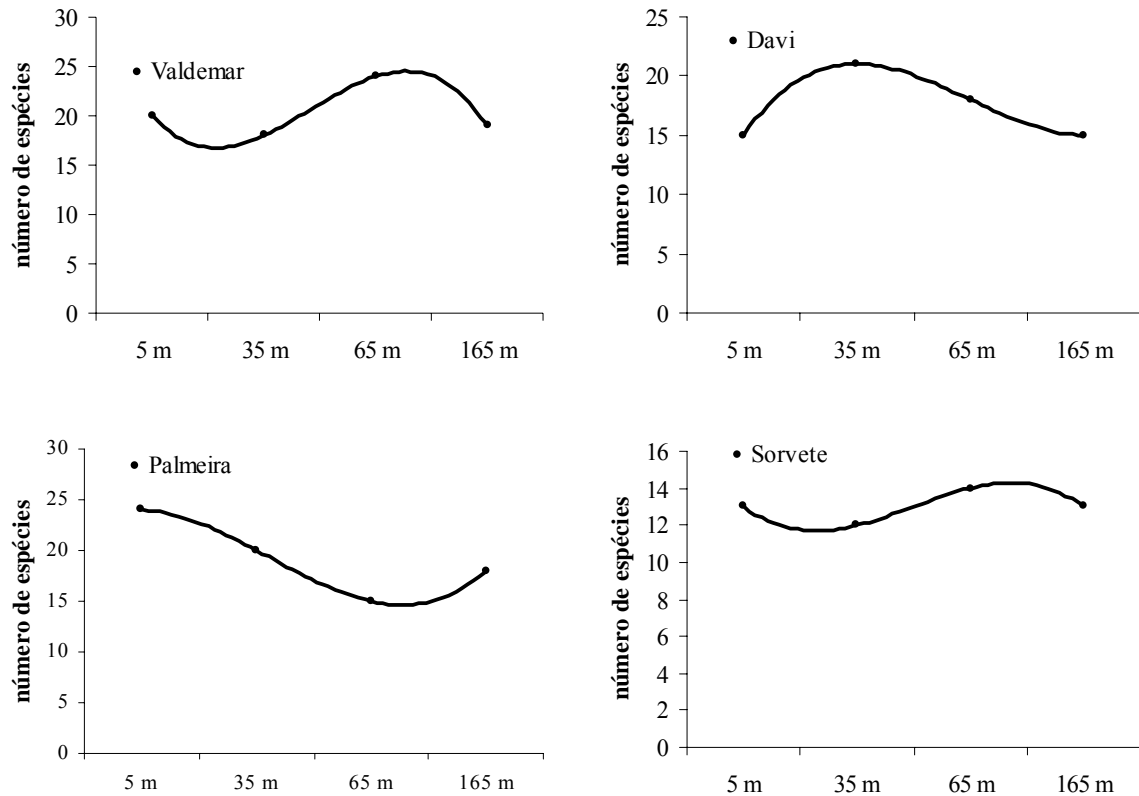


Figura 38 – Curva de tendência para o número de espécies ocorrentes na chuva de sementes, a diferentes distâncias das bordas dos fragmentos estudados, no período de fevereiro de 2004 a dezembro de 2005, em Teresópolis, RJ.

Nenhuma das áreas demonstrou padrão consistente quanto à síndrome das sementes depositadas em relação à borda e ao interior. Fragmentos florestais no Paraná apresentaram maior abundância de espécies ocorrentes nas bordas dispersas pelo vento do que por animais (RODRIGUES, 1998). Este fato se daria pela redução na predação de sementes nestas áreas, o que conduziria a um efeito cíclico, onde a falta de predadores - dispersores conduziria a diminuição das espécies, diminuindo o recurso, reduzindo os dispersores (KAPOS, 1989). LOVEJOY *et al.* (1986) sugerem que as mudanças microclimáticas associadas com a criação de borda de floresta afetariam toda a área de fragmentos que possuíssem área menor do que 10 ha. Os dados obtidos para os quatro fragmentos demonstraram que estes podem estar sofrendo os efeitos da fragmentação, o que provavelmente poderia ser extrapolado para região como um todo, considerando os reduzidos tamanhos dos remanescentes florestais que lá ocorrem. Ações de manutenção como preservação e mesmo de conectividade deveriam ser implementadas na região o quanto antes, possibilitando assim resguardar o restante da biodiversidade local e possibilitar uma futura re-estruturação.

## 5.2 Aporte de serrapilheira

Dados de quantificação de aporte de serrapilheira em florestas tropicais diferem bastante, podendo encontrar variações de 4 a 25 t/ha/ano (Tabela 3). Esta variação pode ser gerada por uma série de fatores bióticos e abióticos como latitude, altitude, temperatura, precipitação, estágio sucessional, entre outros.

Os valores obtidos para a deposição de serrapilheira nos fragmentos florestais de Teresópolis podem ser considerados inferiores aos resultados verificados em outros estudos (SAMPAIO *et al.*, 1988; VARJABEDIAN & PAGANO, 1988; OLIVEIRA & LACERDA, 1993; MARTINS & RODRIGUES, 1999; KÖNIG *et al.*, 2002), se assemelhando somente a PORTES *et al.* (1996) em Floresta Ombrófila Densa Altomontana no Paraná e a MARTINS & RODRIGUES (1999) em Floresta Estacional Semidecidual em Campinas, SP.

A deposição de serrapilheira nos fragmentos se deu em proporções abaixo do esperado, uma vez que florestas perturbadas depositam maior quantidade de material, principalmente da fração foliar, pelo fato da característica de alta renovação da folhagem encontrada em espécies pioneiras presentes nessas áreas (LEITÃO-FILHO *et al.*, 1993).

No presente estudo a deposição da fração foliar ocorreu dentro da média esperada para florestas tropicais de 60-80% (como citado por FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2003) porém, apesar de não representar diferença significativa entre os fragmentos, observamos uma tendência a maior contribuição desta fração nos fragmentos Davi (71,6%) e Palmeira (72%), que conforme LEITÃO-FILHO *et al.* (1993) poderia estar relacionado ao maior grau de perturbação das áreas (Figura 39). Esta fração apresentou o maior aporte no mês de outubro ( $\sigma=721,2 \pm 169,9$ ) que conforme DIAS & OLIVEIRA FILHO (1997) e MARTINS & RODRIGUES (1999) é um padrão obtido para florestas estacionais semidecíduais, onde a maior velocidade do vento neste período poderia contribuir para o aumento da deposição.

Comparando a deposição da fração ramos nos fragmentos, esses tenderam a obter maiores valores de deposição nos meses de novembro (Davi, Palmeira e Sorvete) e dezembro (Valdemar). MARTINS & RODRIGUES (1999) citando HERBOHN & CONGDON (1993) em uma floresta da Austrália afirmaram que, ventos fortes foram suficientes para remover grande proporção de ramos mortos retidos no dossel. Outro fator que deve também ter contribuído para essa maior deposição foi o próprio efeito físico do aumento da precipitação.

Tabela 3 – Deposição total de serrapilheira e representatividade das folhas nas amostras em ecossistemas florestais. \* Neste estudo o autor considerou somente as folhas e galhos, não citando o valor total da deposição nem a quantidade referente as demais frações. \*\*Valores correspondentes a 11 meses de dados.

<b>Floresta/local</b>	<b>Deposição de serrapilheira (Kg/ha)</b>	<b>Fração foliar (%)</b>	<b>Fonte</b>
Floresta Estacional Semidecidual, Campinas – SP.	5.968	75,9	MARTINS & RODRIGUES, 1999
Floresta Estacional Perenifolia Costeira, Recife – PE.	8.100*	75*	SAMPAIO <i>et al.</i> , 1988
Floresta Ombrófila Densa Altomontana, Quatro Barras – PR	4.700	63	PORTES <i>et al.</i> , 1996
Floresta Atlântica de 600 a 800 m do nível do mar Rio de Janeiro – RJ.	8.900	74,6	OLIVEIRA & LACERDA, 1993
Floresta Estacional Decidual, Santa Maria – RS.	9.200	67,8	KÖNIG <i>et al.</i> , 2002
Floresta Estacional Semidecidual, Campinas – SP.	25.000	Não citado	SANTOS & VALIO, 2002
Mata Atlântica de encosta, SP.	7.925	63,6	VARJABEDIAN & PAGANO, 1988
Área reflorestada à 6 anos em Limeira, SP.	6.636	>80	MOREIRA & SILVA, 2004
Sistema Agroflorestal Viçosa, MG.	10.165	67,5	ARATO <i>et al.</i> , 2003
Floresta estacional semidecidual ripária, Botucatu, SP.	10.646,1	Não citado	VITAL <i>et al.</i> , 2004
Floresta Estacional Semidecidual Montana – Lavras, MG.	7.770	Não citado	DIAS & OLIVEIRA FILHO, 1997
Fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Montana, Teresópolis, RJ.	4.900**	69,3**	Este estudo

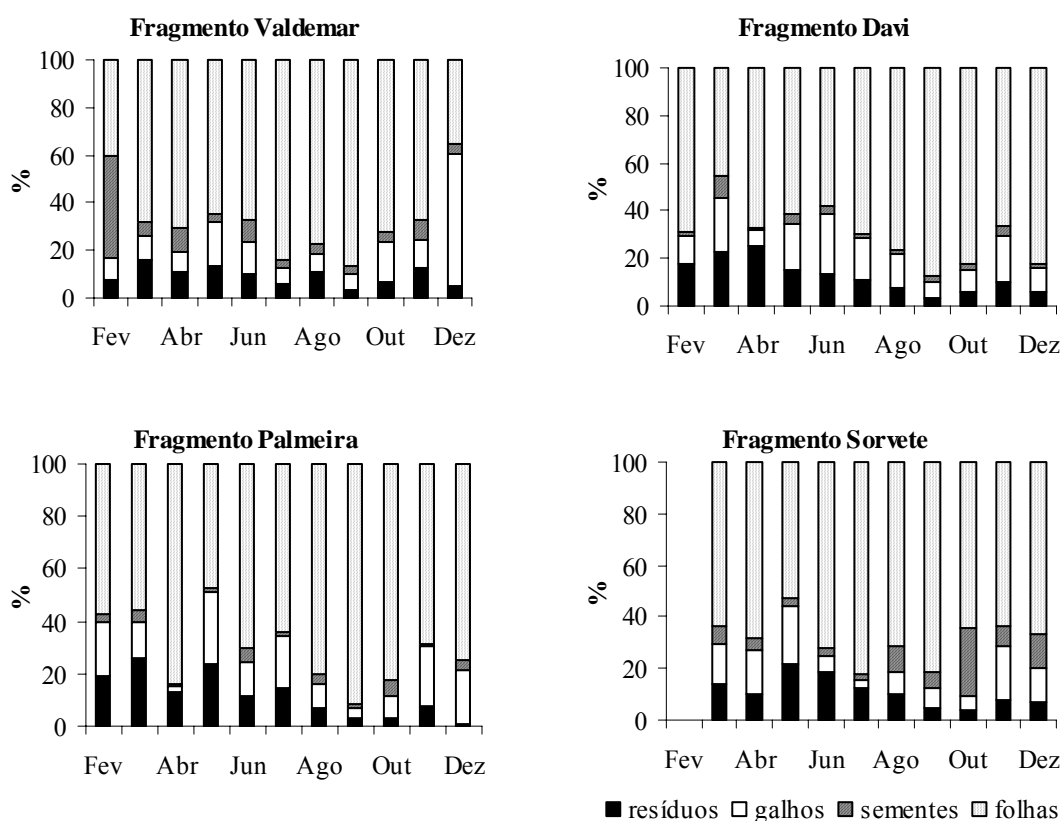


Figura 39 – Distribuição das frações (%) dentro de cada fragmento durante o período de estudo, na região de Teresópolis, RJ.

Os picos observados na fração composta pelo material reprodutivo, corresponderam aos dois períodos de floração observados no estudo, o primeiro em fevereiro, quando houve maior abundância de sementes de síndrome zoocórica na chuva de sementes e o segundo em novembro, quando as espécies anemocóricas corresponderam a 80% da composição da chuva (Figura 5).

A fração resíduos foi citada em outros estudos como sendo grande parte composta por fezes de invertebrados e, em menor número, por invertebrados mortos ou mesmo partes deles (ARAÚJO, 2002). Esta composição foi encontrada no estudo, principalmente pela presença de excrementos de lagartas, porém, por dificuldade da triagem do material nos primeiros meses do ano de 2004, o material desses meses teve de ser guardado ainda úmido, o que contribuiu para o aumento da decomposição, que teve grande contribuição na deposição desta fração.

O pico de deposição de serrapilheira ocorreu de forma esperada para florestas da região, quando o maior valor foi encontrado no início do período das chuvas (OLIVEIRA & LACERDA, 1993). Vários estudos citam a relação da deposição de serrapilheira com fatores climáticos (OLIVEIRA & LACERDA, 1993; MARTINS & RODRIGUES, 1999; SANTOS & VÁLIO, 2002), porém esta correlação costuma ser fraca e imprecisa. Na região, a variação pluviométrica demonstrou a ocorrência de uma estação seca marcante, entre os meses de junho a outubro, no entanto a correlação com a precipitação também não foi constatada (Tabela 2). Essa baixa umidade costuma gerar uma resposta da vegetação, que aumenta a deposição de matéria orgânica, valores esses também encontrados em outros estudos (MARTINS & RODRIGUES, 1999), já que a queda foliar geralmente está ligada a um fator climático, principalmente a um período de baixa umidade, quando as plantas liberam suas folhas como uma estratégia para economizar energia (LARCHER, 2000). Apesar da

precipitação ser um dos fatores mais importantes na influência da deposição, é possível que outros fatores, como o vento (MARTINS & RODRIGUES, 1999), tenham contribuído para este comportamento, porém não pudemos constatar essa influência pela falta desses dados para a região. A temperatura média mínima ( $r= 0,36$ ) encontrada na região apresentou a maior correlação em relação a deposição das frações no estudo do que outros fatores climáticos como a precipitação ( $r= 0,29$ ), a temperatura máxima ( $r= 0,30$ ) e média ( $r= 0,32$ ). Os fatores climáticos podem estar influenciando as áreas de formas diferentes de acordo com o tamanho dos remanescentes.

RODRIGUES (1998) cita que fragmentos de diferentes tamanhos apresentariam diferenças na estrutura arbórea para as mesmas distâncias da borda. BIERREGAARD (pers. comm.) apud SIZER (2000) sugere que deve haver aumento nas taxas de deposição de serrapilheira logo após a criação da borda o que, conforme SIZER (2000) ocorreu nos primeiros 50 metros em relação a borda somente durante os primeiros 18 meses de fragmentação, e que para a parcela localizada a 100 m da borda, não apresentou diferença significativa. Os fragmentos não apresentaram qualquer variação significativa quanto a deposição de serrapilheira em relação a borda, provavelmente pelo tempo de isolamento das áreas, que já teria sido suficiente para a estabilização da produção de material decíduo; porém no mês de novembro de 2004, os proprietários da área onde se situa o fragmento Valdemar desbastaram a vegetação onde estavam instalados nossos coletores, refletindo no aumento da deposição no mês de dezembro nas parcelas localizadas a até 65 metros da borda do fragmento.

### 5.3 Indicadores biológicos

Dentre os indicadores utilizados no estudo, os índices de diversidade e equitabilidade, a quantidade de espécies coletadas, as síndromes de dispersão e a sazonalidade, apresentaram ótimos potenciais para determinação do grau de degradação em fragmentos florestais. Através do índice de equitabilidade, aplicado à chuva de sementes, foi possível distinguir áreas com número parecido de espécies, porém com frequência e abundância distribuídas de forma diferenciada, resultando em diferentes índices de diversidade. Com a análise das síndromes de dispersão das sementes coletadas no estudo foi-se possível comparar com áreas mais conservadas, uma vez que a degradação conduz a perdas dos possíveis dispersores e a sazonalidade possibilita avaliar o período a que áreas se encontraram mais vulneráveis às pressões antrópicas.

A chuva de sementes se mostrou uma boa metodologia para a obtenção de indicadores biológicos, por ser aplicável, com boa interpretação e avaliação, e de baixo custo, apesar do relativo trabalho na triagem e na dificuldade na identificação botânica, uma vez que são poucas as coleções em sementes existentes. Este problema poderia ter sido amenizado caso se houvesse obtido, concomitantemente ao estudo da chuva de sementes, o resultado do levantamento florístico na região, onde as espécies em flor e fruto fossem coletadas e identificadas. Apesar disto, o uso de morfoespécies e a aplicação de índices foram ferramentas úteis à identificação de padrões populacionais entre e dentro dos fragmentos.

A produção de serrapilheira não se demonstrou um bom indicador de degradação, uma vez que as taxas de deposição apresentam uma grande variação nos primeiros anos do isolamento da área, porém tendem a se estabilizar rapidamente, tornando esse indicador de difícil interpretação em áreas impactadas a maior período de tempo.

Um bom conhecimento da área de estudo, antes da instalação do experimento é bastante indicado, pois com isso possibilita uma maior representatividade das áreas selecionadas, representativas da realidade regional.

Através da chuva de sementes realizada no estudo foi possível avaliar o grau de degradação que se encontram submetidos os fragmentos florestais e propor medidas que favoreçam a recuperação ambiental.



## 6 CONCLUSÃO

- As características dos fragmentos indicam a ocorrência de condições que favorecem o estabelecimento de espécies com sementes menores, típicas de colonizadoras de áreas mais abertas, uma vez que 83,5 % das sementes depositadas durante o estudo pertenciam as espécies *Cecropia sp.*, *Miconia sp.*, *Olyra taquara* e *Mikania sp.*, cujas sementes são pequenas, com comprimento entre 0,1 e 1,0 cm.
- As áreas estudadas encontram-se fortemente impactadas em relação à floresta que originalmente recobria a região, o que está afetando o aporte de propágulos ao solo, essenciais para a sua renovação, sendo a densidade média de sementes (kg/ha) nos fragmentos 20 vezes menor do que a encontrada no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, em Teresópolis.
- Fragmentos situados a 150 m entre si, Valdemar (23 ha) e Davi (9 ha), considerados como similares na composição e abundância de espécies na chuva de sementes apresentaram o efeito da fragmentação mais acentuado no de menor tamanho;
- O grau de perturbação e o histórico de uso das áreas influenciaram mais na manutenção da diversidade do que o tamanho dos fragmentos e a distância deles para outra fonte de propágulos.
- A chuva de sementes apresentou padrões sazonais em função das síndromes de sementes predominantes.
- Nos fragmentos Valdemar, Davi e Sorvete o interior do fragmento apresentou maior número de espécie do que a borda, ao contrário do Fragmento Palmeira, onde a borda apresentou a maior diversidade.
- A deposição de serrapilheira apresentou padrões sazonais, quando aportou maior quantidade de material no início do período das chuvas.
- Não houve um padrão definido para a sazonalidade da deposição em relação aos fatores climáticos, com excessão apenas da fração galhos que foi mais influenciada pela precipitação;
- Os efeitos da fragmentação podem ter se consolidado nas áreas estudadas, uma vez que não se constatou efeito diferencial de deposição de serrapilheira da borda para o interior como seria esperado para áreas de fragmentação mais recente.
- A chuva de sementes foi considerada um bom indicador biológico por ser aplicável, fácil de interpretar e avaliar, com excelente potencial para caracterização do grau de perturbação de fragmentos florestais.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZEN, M.A. e FEINSINGER, P. Forest fragmentation, polination, and plant reproduction in Chaco dry forest, Argentina. **Ecology**, V.75, p.330 – 351, 1994.
- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, V. 27, n. 5, p 715-721, 2003.
- ARAUJO, R. **Chuva de sementes e deposição de serrapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ.** 2002, 130p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)- Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- AUGSPURGER, C. K. & FRANSON, S. E. Consequences for seed distributions of intra-crop variations in wing-loading of wind dispersal species. **Vegetatio**, V.107/108, p.121-132, 1993.
- BENÍTEZ-MALVIDO, J. Influence of edge exposure on tree seedling species recruitment in Tropical Rain Forest fragments. **Biotropica**, V.35, n.4, p.530-541, 2003.
- BENÍTEZ-MALVIDO, J e MARTÍNEZ-RAMOS, M. Impact of Forest Fragmentation on Understory Plant Species Richness in Amazonian. **Conservation Biology**, V.17, p-389-400, 2003.
- BERGALO, H.G. Fatores determinantes do tamanho da área de vida em mamíferos. *Ciência e Cultura*, V. 42, n. 12, p.1067-1072, 1990.
- BERTONI, J.E., MARTINS, F.R., MORAES, J. L., SHEPHERD. G. J. Composição florística do Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, V.42, p.149-170, 1988.
- BIERREGAARD, R.O; LOVEJOY,T.E; KAPOV, V; SANTOS, A.A; HUTCHINGS, R.W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **Bioscience**, V.42, n.11, p.859-866, 1992.
- BORCHERT, R., RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of Vegetative Phenology in a Tropical Semi-deciduous Forest by Abnormal Drought and Rain. **Biotropica**, V.34, n.1, p.27–39, 2002.
- BRITO, D.; FERNADEZ, F. Dealing with extinction is forever: Understanding the risks faced by small populations. **Ciência e cultura**, Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science, V.52, n.3, p. 161-170, 2000.
- BROWN, J.H. Mammals on mountaintops: Nonequilibrium insular biogeography. **American Naturalist**, V.105, p.467–478. 1971.
- CÁCERES, N. C.; DITTRICH, V. A. O.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Fruit consumption, distance of seed dispersal and germination of solanaceous plants ingested by common opossum in Southern Brazil. **Revue d'Ecologie**. V. 54, p.225-234, 1999.
- CADENASSO, M. L.; PICKETT, S. T. A. Linking forest edge structure to edge function: mediation of herbivore damage. **Journal of Ecology**, V.88, p. 31-44, 2000.

- CAMARGO, J.L.C.; KAPOS, V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in Central Amazonian Forest. **Journal of Tropical Ecology**, V.11, p.205-221, 1995.
- CARRIÈRE, S., LETOURMY, P.; McKEY, D. Effects of remnant trees in fallows on diversity and structure of forest regrowth in a slash-and-burn agricultural system in southern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, V.18, p.375–396, 2002.
- CINTRA, R. Leaf litter effects on seed and seedling predation of palm *Astrocaryum murumuru* and legume tree *Dipteryx micrantha* in Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology**, V.13, p.709-725, 1997.
- COOK, W.M.; LANE, K.T.; FOSTER, B.L.; HOLT, R.D. Island theory, matrix effects and species richness patterns in habitat fragments. **Ecology Letters**, V. 5, p. 619-623, 2002.
- COSSON, J., PONS, J.; MASSON, D. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, V.15, p.515– 534, 1999.
- CULLEN Jr., L., BODMER, R. & PÁDUA, C.V. Effects of hunting habitat fragments of the Atlantic Forests, Brazil. **Biological Conservation**, V.95, p.49-56, 2000.
- DIAS, H.C.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Variação temporal e espacial da produção de serrapilheira em uma área de Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras –MG. **Revista Árvore**, V.21, p.11-26, 1997.
- DIDHAN, R.K. & LAWTON, J.H. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. **Biotropica**, V. 31, p.17-30, 1999.
- DOMINGOS, M.; POGGIANI, F.; VUONO, Y. S.; LOPES, M. I. M. S. Produção de serrapilheira na Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Hoehnea**, V.17, p.47-58, 1990.
- DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, V.67, n.3, p.345-366, 1997.
- ENGEL, V.L., FONSECA, R.C.B.; OLIVEIRA, R.E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, V.12, n.32, p.43-64, 1998.
- FERRAZ, D. K., ARTES, R., MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L. M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, V.59, n.2, p.305-317, 1999.
- FIGUEIREDO, R.A. Ingestion of *Ficus enormis* seeds by howler monkeys in Brazil: effects on seed germination. **Journal of Tropical Ecology**, V. 9, p. 541-543, 1993.
- FIGUEIREDO FILHO, A., MORAES, G.F., SCHAAF, L.B.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição de serrapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, V.13, n.1, p.11-18, 2003.
- FOSTER, S.; JANZON, C. The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. **Ecology**, V.66, n.3, p.773-780, 1985.
- FUCHS, E.J., LOBO, J.A.; QUESADA, M. Effects of Forest Fragmentation and Flowering Phenology on the Reproductive Success and Mating Patterns of the Tropical Dry Forest Tree *Pachira quinata*. **Conservation Biology**, V.17, n.1, p.149 – 157, 2003.
- FUNCH, L.S., FUNCH, R. E BARROSO, G.M. Phenology of Gallery and Montane Forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Biotropica**, V.34, n.1, p.40–50, 2002.
- FUNES, G., BASCONCELO, S., DÍAZ, S. e CABIDO, M. Seed size and shape are good predictor of seed persistence in soil in temperate mountain grasslands of Argentina. **Seed Science Research**, V.9, p.341-345, 1999.
- GALINDO-GONZÁLES, J.; GUEVARA, S.; SOSA, V. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a Tropical Rainforest. **Conservation Biology**, V.14, n.6, p.1693-1703, 2000.
- GASCON, C.B.; WILLIAMSON, da FONSECA, G.A.B. Receding forest edges and vanishing reserves. **Science**, V.288, p.1356-1358, 2000.

- GILLMAN, L.N.; OGDEN, J. Microsite heterogeneity in litterfall risk to seedlings. **Austral Ecology**, V. 30, n. 5, p. 497, 2005.
- GILPIN, M.E.; HANSKI, I. **Metapopulation Dynamics: Empirical and Theoretical Investigations**. London: Academic Press, 1991. 336p.
- GREEN, P.T.; JUNIPER, P. Seed-seedling allometry in tropical rain forest trees: seed mass-related patterns of resource allocation and the “reserve effect”. **Journal of Ecology**, V.92, p.397-405, 2004.
- GROMBONE-GUARATINI, M.T.; RODRIGUES, R.R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, V.18, p.759–774, 2002.
- GUEDES-BRUNI, M.C.;CAMPELLO, E.F.;MELO,V.A.; GRIFFITH, J.J.Uso de poleiros artificiais e ilhas de vegetação por aves dispersoras de sementes. **Ararajuba**, V.5, N.2, p.229-232, 1997.
- GUEVARA, S.; LABORDE, J. Monitoring seed dispersal at isolated standigs trees in a tropical pasture: consequences for local species availability. **Vegetation**, V. 107/108, p. 319-338, 1993.
- HENRY S., HORN, H.S., NATHAN, R.; KAPLAN, S.R. Long-distance dispersal of tree seeds by wind. **Ecological Research**, V.16, p.877–885, 2001.
- HUBBELL, S.P. Tree dispersion abundance, and diversity in a tropical dry forest. **Science**, V. 203, n. 4387, p. 1299-1309, 1979.
- HOLL, K. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? **Restoration ecology**, V.6, n.3, p.253-261, 1998.
- HOWE, H. F. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. **Biotropical Conservation**, V. 30, p. 261-281, 1984.
- HOWE, H. F. Scatter and clump-dispersal and seedlings demography: hypothesis and implications. **Oecologia**. V.79, p. 417-426, 1989.
- HOWE, H.F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Reviews of Ecological Systems**, V.13, p.201-228, 1982.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Populacional 2000**. 2001.
- IMBEAU, L.; DRAPEAU, P.; MONKKO, M. Are forest birds categorized as “edge species” strictly associated with edges? **Ecography**, V.26, p.514–520, 2003.
- INGLE, N. Seed dispersal by winds, birds and bats between Philippine montane rainforest and sucessional vegetation. **Oecologia**. V.134, p.251-261, 2003.
- INPE. **Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados do Domínio da Mata Atlântica**. São Paulo: SOS Mata Atlântica e Instituto de Pesquisas Espaciais, 1989.
- JACKSON, J. F. Seed size and correlate of temporal and spatial patters of seed fall in a neotropical forest. **Biotropica**, V.13, p.130, 1981.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série técnica IPEF**, V.12, n.32, p.65-70, 1998.
- KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, V.5, p.173-185, 1989.
- KELLY, C. K. Seed size in tropical trees: a comparative study of factors affecting seed size in Peruvian angiosperms. **Oecologia**, V.102, p.377-388, 1995.
- KOELLE K, VANDERMEER, J. Dispersal-induced desynchronization: from metapopulations to metacommunities. **Ecology Letters**. V. 8, p. 167-175, 2005.
- KÖNIG, F.G., BRUN, E.J., SCHUMACHER, M.V.; LONGHI, S.L. Devolução de nutrientes via serrapilheira em um fragmento de Floresta estacional Decidual no município de Santa Maria, RS. **Brasil Florestal**, V.74, p. 45-51, 2002.

- KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O. **Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto, SP: Bases para conservação**. 2003, p.221. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP.
- KREBS, C.J. **Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance**. 2. ed. New York, Harper & Row, 678p, 1978.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima artes e textos, 2000. 531 p.
- LAURENCE, W.F., FERREIRA, L.V, RANKIN DE MERONA, J.M., HUTCHINGS, S.G.; LOVEJOY, T.E. Effects of forest fragmentation in recruitment patterns in Amazonian tree communities. **Conservation Biology**, V.12, p.460-464, 1998.
- LAURANCE, W. F., FERREIRA, L. V., RANKIN DE MERONA, J. M., LAURANCE, S. G. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology** V.79, p.2032-2040, 1998.
- LAURENCE, W.F., LAURENCE, S.G., FERREIRA, L.V, RANKIN DE MERONA, S.M e GASCON, C.; LOVEJOY, T.E. Biomass collapse in Amazonian forest Fragments. **Science**, V.278, p.1117-1118, 1997.
- LAURANCE, W.F; RANKIN-DE MERONA, J.M.; ANDRADE, A.; LAURANCE, G.; D'ANGELO, S; LOVEJOY, T.E.; VASCONCELOS, H.L. Rain-forest fragmentation and the phenology of Amazonian tree Communities. **Journal of Tropical Ecology**, V.19, p.343–347, 2003.
- LEITÃO FILHO, H. F. **Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo**. Silvicultura em São Paulo, V.16, p.197-206, 1987.
- LOISELLE, B. A.; BLAKE, J. G. Population variation in a tropical bird community. implications for conservation. **BioScience**, V. 42, p. 838-845, 1992.
- LOVEJOY, T. E. & OREAN, D. C. The minimum critical size of ecosystems. p 7-12 in Burgess and D. M. Sharpe editors. **Forest island dynamics in man-dominated landscapes**. New York: Springer Verlag, 1981.
- LOVEJOY, T. E. *et al.* Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: **Conservation Biology**. (Ed: Soule, ME) Massachusetts: Sinauer Associates INC., p.257-285, 1986.
- LUDWIG, J.A.; REYNOLDS J.F. **Statistical Ecology**. Canada:John Wiley & Sons, 1988. 337p.
- MacARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. **The theory of island biogeography**. New Jersey: Princeton University Press, 1967, 203 p.
- MACK, A. An advantage of large seed size: Tolerating rather than succumbing to seed predators. **Biotropica**, V.30, n.4, p.604-608, 1998.
- MARQUES, A.C.; QUINTELA, M.F.; ALBUQUERQUE, T.F. Estudo da chuva de sementes em Mata Atlântica de encosta no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO) – Teresópolis, RJ. In: **55º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, Viçosa, anais resumos, 2003**.
- MARTINS, S.V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa: Ed. Aprenda fácil, 2001, 143p.
- MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, V.22, n.3, p. 405-412, 1999.
- MATTEUCI, S.D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington: The Several Secretariat of the Organization of American States, 1982. 168p.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. Multivariate analysis of ecological data. Version 4.01.MJM Software, Gleneden Beach, OR. Dufrene, M.; Legendre, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs** V.67, p.345-366, 1997.

- MESQUITA, R. C. G.; DELAMONICA, P.; ANDLAURANCE, W. F. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. **Biological Conservation**, V. 91, p.129-134, 1999.
- MILBERG, P., ANDERSSON, L.; THOMPSON, K. Large-seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. **Seed Science Research**, V.10, p.99-104, 2000.
- MMA / SBF. Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Biodiversidade brasileira**: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002.
- MOREIRA, P.R.; SILVA, O.A. Produção de serrapilheira em área reflorestada. **Revista Árvore**, V.28, n.1, p.49-59, 2004.
- MORELLATTO, P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. **Biotropica**, V.28, n.2, p.180-191, 1996.
- MORI, S. A.; BOOM, B. M.; PRANCE, G.T. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest species. **Brittonia**, V.33, n.2, p.233-245, 1981.
- MURALI, K. S. Patterns of seed size, germination and seed viability of tropical tree species in southern India. **Biotropica**, V.29, n.3, p.271-279, 1997.
- MURALI, K.S.; SUKUMAR, R. Reproductive phenology of a tropical dry forest in Mudumalai, Southern India. **Journal of Ecology**, V.82, p.759 – 767, 1994.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. **Tree**, V.10, p.58-62, 1995.
- MURREN, C. Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. **Ecology**, V. 90, p.100–107, 2002.
- MYERS, N. "Threatened Biotas: 'Hot Spots' in Tropical Forests," **Environmentalist**, V.8, p.187-208, 1988.
- MYERS, N., MITTERMELER, R.A., MITTERMELER, C., FONSECA, G.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, V.403, p.24, 2000.
- NASCIMENTO, H.E.M.; VIANA, V.M. Estrutura e dinâmica de eco-unidades de fragmentos de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Scientia forestalis**, V.55, p.29-47, 1999.
- NATHAN, R.; KATUL, G.G.; HORN, H.S.; THOMAS, S.M.; OREN, R.; AVISSAR, R.; PACALA, S.W.; LEVIN, S.A. Mechanisms of long-distance dispersal of seeds by wind. **Nature**, V. 418, n. 25, 2002.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1988. 434 p.
- OLIVEIRA, R.R.; LACERDA, L.D. Produção e composição química da serrapilheira na Floresta da Tijuca (RJ). **Revista Brasileira de Botânica**, V.16, n.1, p. 93-99, 1993.
- PENHALBER, E.F.; MANTOVANI, W. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, V.20, n.2, 1997.
- PIETRI, D.E. The search for ecological indicators: is it possible to biomonitor forest system degradation caused by cattle ranching activities in Argentina? **Vegetatio**, V.101, p.109-118, 1992.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. e PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes florestais. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. E FIGLIOLIA, M. B. (Ed.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Aplicação de conceitos ecológicos para o diagnóstico e recuperação de áreas naturais. **Floresta e Ambiente**, V.1, n.1, p.49-58, 1994.
- PORTES, M. C. G. O; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal de deposição de serrapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do Anhangava, PR. **Floresta**, V.26, n. 1/2, p.3-10, 1996.

- PRESTON, F. W. The canonical distribution of commonness and rarity. **Ecology**, V.43, p.185-215, 1962.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: UEL, 328p, 2001.
- RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Folhas SF 23/24. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro-Vitória, V. 32, 775 p.1983.
- RANTA, P. *et al.* The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**. V.7, p.385-403. 1998.
- RATHCKET, B.; LACEY, E.P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**. V.16, p.179-214, 1985.
- RDOMA – Rede de ONGs Mata Atlântica. **Dossiê Mata Atlântica**. 409p., 2001.
- REDFORD, K.H. The empty Forest. **Bioscience**, V.42, n.6. p.412-422, 1992.
- RILEY, J. Multidisciplinary indicators of impact and change key issues for identification and summary. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.87, p. 245–259, 2001.
- RODRIGUES, E. **Edge effects on the regeneration of forest fragments in south Brazil**. 1998. Tese (Doctor)- Department of Organism and Evolutionary Biology, Harvard University.
- RODRIGUES, R.R.; GANDALFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.) **Matas ciliares**. São Paulo: EDUSP, cap15.1, p.235-247, 2000.
- SAMPAIO, E.V.S.B., NUNES, K.S.; LEMOS, E.E.P. Ciclagem de nutrientes na mata de dois irmãos (Recife – PE) através da queda de material vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V.23, n.10, p.1055-1061, 1988.
- SANTOS, S.L.; VÁLIO, I.F.M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in a southeast Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, V.25, n.1, p. 89-92, 2002.
- SCARIOT, A. Seedling Mortality by Physical Damage in Amazonian Forest Fragments. **Biotropica**, V. 32, n. 4a, p. 662-669, 2000.
- SCHELLAS, J.; GREENBERG, R. Introduction: The value of Forest Patches. In: SCHELLAS, J.; GREENBERG, R. (Ed.). **Forest Patches in Tropical Landscapes**. Wahington, D.C.: Islands Press, p.15-35, 1996.
- SEGIP. The state environmental Goals and Indicators Project. Evaluation criteria. In: BERGQUIST, G. *et al.* **Prospective indicators for state use in performance agreements**. Florida: SEGIP/Florida Center for public Management, p. B6-B7. 1995.
- SHAFFER, M. L. Minimum population sizes for species conservation. **BioScience**, V.31, p.131-134, 1981.
- SILVEIRA, F.A.O; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G.W. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botânica. Brasilica**, V.18, n.4, p.847-851, 2004.
- SIQUEIRA, L. P. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 128 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), ESALQ, Piracicaba.
- SIZER, N. C.; TANNER, E. V. J.; FERRAZ, I. D. K. Edge effects on litterfall mass and nutrient concentrations in forest fragments in Central Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**. V. 16, p. 853-863, 2000.
- SOUZA, S.C.P.M. **Análise de alguns aspectos de dinâmica florestal em uma área degradada no interior do Parque Estadual do Jurupará, Ibiúna, São Paulo**. 2002. Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo, ESALQ.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. 2nd edition. New York: Freeman, 1981, 859 p.
- TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V.M. Patch structure within Brazilian Atlantic Forest Fragments and implications for conservation. **Biotropica**, V.32, n.4b, p-925-933, 2000.

- TABARELLI, M.; BAIDER, C.; MANTOVANI, W. Efeitos da fragmentação na Floresta Atlântica na bacia de São Paulo. **Hoehnea**, V.25, n.2, p.169-186, 1998.
- TABARELLI, M.; PERES, C.A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, V.106, p.165-176, 2002.
- TERBORGH, J. Maintenance of diversity in tropical forests. **Biotropica**, V.24, p.283-292, 1992.
- THOMPSON, K., BAKKER, J. BEKKER, R.; HODGSON, J. Ecological correlates of seed persistence in soil in the north-west European flora. **Journal of Ecology**, V.86. p.163-169, 1998.
- THOMPSON, K., BAND, S.R.; HODGSON, J.C. Seed size and shape predict persistence in soil. **Functional Ecology**, V.7, p.236-241, 1993.
- TOH, I.; GILLESPIE, M.; LAMB, D. The role of isolated trees in facilitating tree seedling recruitment at a degraded sub-tropical rainforest site. **Restoration ecology**, V.7, n.3, p.288-297, 1999.
- UHL, C.; BUSCHBACHER, R; SERRÃO, E.A.S. Abandoned pastures in eastern Amazonia: 1 – Patterns of plant succession. **Journal of ecology**, V.76, p.663-681, 1988.
- VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3 ed. New York: Springer-Verlag, 1982.
- VARJABEDIAN, R.; PAGANO, S.N. Produção e decomposição de folheto em um trecho de Mata Atlântica de encosta no município de Guarujá, SP. **Acta Botânica Brasílica**, V.1, n.2, p.243-256, 1988.
- VAZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A.; RINCON, E.; SANCHEZ-CORONADO, M. E.; HUANTE, P.; TOLEDO, J. R.; BARRADAS, V. L. Light beneath the litter in a Tropical Forest: Effect on seed Germination. **Ecology**, V. 71, n. 5, p. 1952-1958, 1990.
- VIANA, V. M., TABANEZ A. J., AGUIRRE. J. Recuperação e manejo de fragmentos florestais naturais. In: **CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS**, 2, São Paulo. Instituto Florestal, São Paulo, SP, 1992.
- VIANA, V. M.; TABANEZ A. J. Biology and Conservation of Forest Fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. In: SCHELLAS, J.; GREENBERG, R. (Eds). **Forest Patches in a Tropical Landscapes**. Part II: Regional Landscapes Chapter 8, p.151-167, 1996.
- VITAL, A.R., GUERRINI, I.A., FRANKEN, W.K. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, V.28, n.6, p.793-800, 2004.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 4. ed. 939p, 1998.
- ZIMMERMAN, J.K.; PASTERELLA, J.B.; AIDE, T.M. Barriers to forest regeneration in na abandoned Pasture in Puerto Rico. **Restoration Ecology**, V. 8, n. 4, p. 350-360, 2000.
- WHITTAKER, R. J. **Island Biogeography**: ecology, evolution, and conservation. Oxford University Press, Oxford. p. 285, 1998.
- WIJDEVEN, S.M.J.; KUZEE, M.E. Seed availability as a limiting factor in forest recovery processes in Costa Rica. **Restoration Ecology**, V.8, n.4, p. 414-424, 2000.
- WILCOX, B.A; MURPHY, D.D. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. **American Nature**, V.125, p.879-887, 1985.
- WILLSON, M. F. Dispersal mode, seed shadows, and colonization patterns. **Vegetatio**, V.107/108, p.261-20, 1993.



## **ANEXO**

## ANEXO I Listagem de espécies

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Dispersão</b>
ME- 1	SAPINDACEAE	auto
<i>Cecropia sp.</i>	CECROPIACEAE	zoo
ME- 4		zoo
ME- 5		zoo
Pachystroma	EUPHORBIACEAE	auto
ME- 7		zoo
ME- 8		ane
<i>Machaerium sp.</i>	LEGUMINOSAE-PAPILIONOIDEAE	ane
<i>Apuleia leiocarpa</i>	LEGUMINOSAE-CAESALPINOIDEAE	ane
ME- 11		zoo
ME- 12	MALPHIGIACEAE	ane
ME- 13	SAPOTACEAE	auto
ME- 14		zoo
ME- 15		zoo
ME- 16		auto
<i>Miconia sp.</i>	MELASTOMATACEAE	zoo
ME- 18		auto
ME- 19		auto
ME- 20		zoo
ME- 21		zoo
ME- 22		auto
<i>Seguiera sp.</i>	PHYTOLACCACEAE	ane
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE	ane
ME- 26		zoo
ME- 27		auto
ME- 28		zoo
ME- 29		zoo
<i>Luehea sp.</i>	TILIACEAE	ane
ME- 31		zoo
ME- 32		zoo
ME- 43		zoo
ME-35		ane
ME- 36		zoo
ME- 37		auto
ME- 38		zoo
<i>Heteropteris sp.</i>	MALPIGHIACEAE	ane
ME- 40		zoo
ME- 41		zoo
<i>Olyra taquara</i>	GRAMINEA	ane
ME- 45		zoo
ME- 46	MELASTOMATACEAE	zoo
ME- 47		zoo
ME- 48	GRAMINEA	zoo
ME- 49	SOLANACEAE	zoo
ME- 51		auto
ME- 53	SOLANACEAE	zoo
ME- 54	ANACARDIACEAE	zoo
ME- 56	ASTERACEAE	zoo

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Dispersão</b>
ME- 57		auto
ME- 58		auto
ME- 59		zoo
ME- 60		zoo
<i>Triplaris sp.</i>	POLYGONACEAE	ane
ME- 62		ane
ME- 63		ane
ME- 64	SOLANACEAE	ane
ME- 65		ane
<i>Cecropia sp.</i>	CECROPIACEAE	zoo
ME- 67		zoo
ME- 68		zoo
ME- 69		ane
ME- 71		zoo
<i>Tiriumth sp.</i>	MALVACEAE	zoo
ME- 73		ane
ME- 74		zoo
ME- 75	MENISPEMACEAE	zoo
ME- 76		zoo
ME- 77	MYRSINACEAE	zoo
ME- 78	MYRTACEAE	zoo
ME- 79	ASTERACEAE	ane
ME- 80	SOLANACEAE	ane
ME- 81	ANNONACEAE	auto
<i>Mikania sp.</i>	ASTERACEAE	ane
ME- 84		zoo
<i>Smilax sp.</i>	SMILACAEAE	zoo
ME- 87		ane
ME- 88		auto
ME- 89		zoo
ME- 90		auto
ME- 91		zoo
ME- 92	SAPOTACEAE	zoo
<i>Mascagnia sp.</i>	MALPIGHIACEAE	ane
ME- 94		zoo
ME- 95	SOLANACEAE	zoo
<i>Dioscorea sp.</i>	DIOSCORIACEAE	ane
ME- 97		zoo
ME- 98	BIGNONIACEAE	ane
ME- 99	BIGNONIACEAE	ane
ME- 100	BIGNONIACEAE	ane

Anexo I - Listagem e respectiva síndrome de dispersão das espécies encontradas no estudo em Teresópolis, RJ.  
ane= anemocóricas; zôo= zoocóricas; auto= autocóricas; ME = morfoespécie.

## ANEXO II Fotografias das áreas



Fragmento do Valdemar, Teresópolis, RJ.



Fragmentos Davi a esquerda e Valdemar a direita.



Fragmento Palmeira, Teresópolis, RJ.

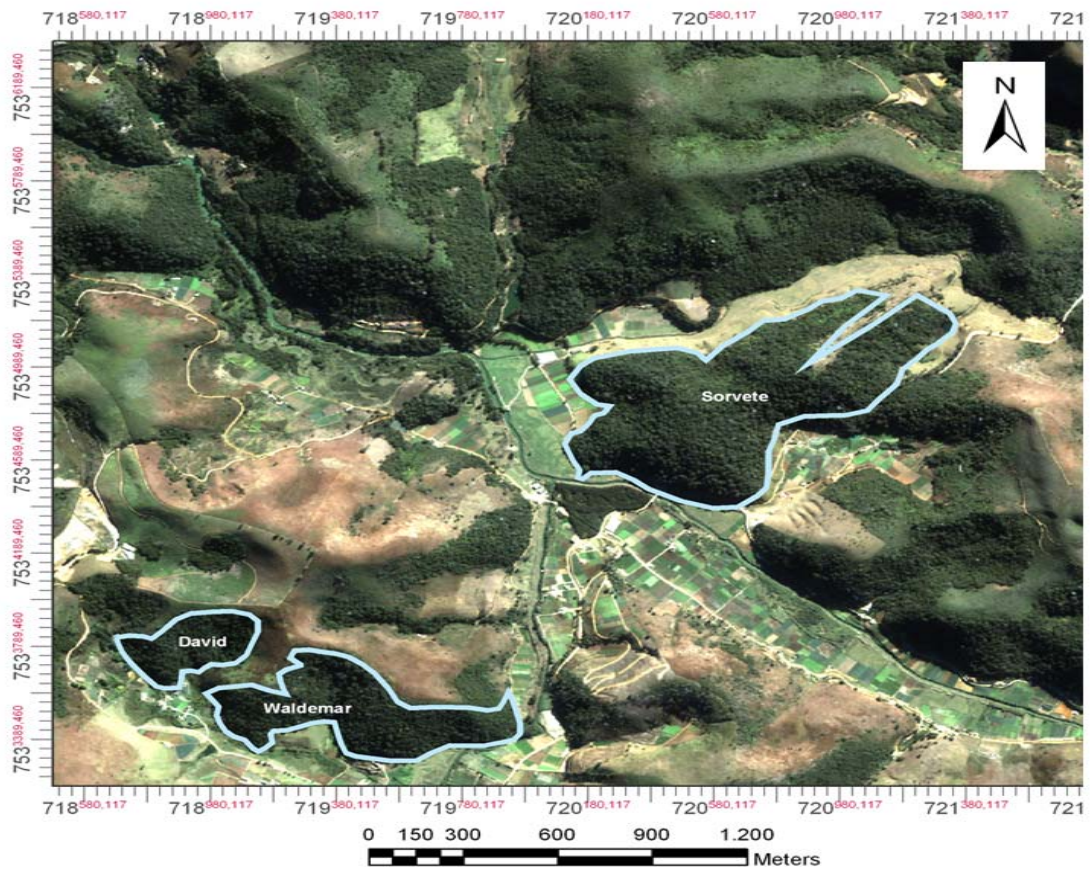


Foto aérea evidenciando os Fragmentos Sorvete, Davi e Waldemar, Teresópolis, RJ.

### ANEXO III - Diagnóstico das áreas

Quanto a utilização dos critérios descritivos das eco-unidades (Viana & Tabanez, 1996; Nascimento & Viana, 1999), os fragmentos Valdemar, Davi e Palmeira se enquadrariam como áreas de capoeira alta, isto é, com grande presença de arbóreas porém com dossel descontínuo, podendo ser considerado somente o fragmento Sorvete como área de grande presença de bambus.

#### **Fragmento Valdemar (64 ha)**

O fragmento Valdemar foi a área que durante nosso estudo, mais se observou a interferência humana. Seu proprietário a utilizava como fonte de coleta de sua lenha doméstica, realizando constantes cortes nos indivíduos mais jovens, e também tinha por hábito, realizar a roçada de seu sub bosque e lianas que se formavam mais próximo a algumas de suas bordas. Na última roçada realizada por seu proprietário (novembro), e considerada a mais drástica presenciada neste ano, este adentrou o fragmento, em alguns pontos, a até 15 (quinze) metros em praticamente uma vertente inteira, exatamente de onde partiam nossos coletores. Neste fragmento foi o que mais evidenciamos o acréscimo de deposição da fração galhos, nos meses de novembro e dezembro, ocorrendo em praticamente todos os coletores das parcelas a até 65 metros de distância da borda. Com a retirada dessa vegetação que acaba sendo benéfica aos fragmentos, na medida que servem de quebra-ventos, acreditamos ter sido crucial para facilitar a entrada do vento, e assim, aumentar ainda mais os efeitos causados pelo isolamento de remanescentes florestais. Essa área demonstrou possuir o maior número de espécies, com relativa equitabilidade ( $J'$ ) e diversidade ( $H'$ ) para as áreas estudadas, e ainda a maior quantidade de espécies dispersas por animais, porém, o contínuo manejo inadequado realizado pelo proprietário, dentro e fora deste fragmento, deve aumentar ainda mais seu estágio de degradação, dificultando mais ainda uma possível regeneração natural dentro do fragmento ou mesmo até a matriz ao lado.

#### **Fragmento Davi (8 ha)**

O fragmento Davi é bastante similar ao fragmento Valdemar em sua composição, mas que apesar da mesma origem, demonstrou uma menor diversidade, provavelmente por estar sofrendo influência em relação ao tamanho da área. Esses dois fragmentos pertencem ao mesmo proprietário, porém este não parece o utilizar muito, provavelmente pela maior distância entre a área e sua residência. Em parte de sua área observamos visualmente também uma grande quantidade de *Piptadenia gonoacantha*, porém esta não frutificou durante o estudo. Este fragmento é cercado por pastos e agricultura, porém, uma grande capoeira em uma área próxima, que vem sendo protegida do pasto e do fogo, está se formando em outra propriedade, e nos praticamente dois anos em que conhecemos a região, vem demonstrando excelente avanço. A outra forma que possibilitaria uma melhor recuperação desta área, seria a efetivação de um corredor florestal conectando este ao fragmento Valdemar, porém, acreditamos que dificilmente isso despertaria o interesse do proprietário.

### **Fragmento Palmeira (3.2 ha)**

A área número 3, o fragmento Palmeira, está situada na Fazenda Vale das Palmeiras, que é uma reconhecida área do estado como produtora de produtos orgânicos. De todos os fragmentos estudados apresentou o maior potencial de recuperação ambiental, pois apesar de seu reduzido tamanho, demonstrou o maior índice de diversidade no estudo, um bom aporte de matéria orgânica comparada as outras áreas, e a disponibilidade de preservação por parte do proprietário, que se mostrou uma condição essencial para a preservação de um remanescente de floresta. Nos aproximadamente oito anos que pertence ao novo proprietário, não mais vem sendo adotadas práticas comuns que acabam aumentando a degradação ambiental. Áreas como a capoeira recente citada anteriormente e antigas áreas de pastagens, estão sendo protegidas contra a ação do fogo e mesmo do uso pastoril, o que pode vir a facilitar uma regeneração natural, porém técnicas de implementação de vegetação e enriquecimento de espécies deveriam ser utilizadas, uma vez que a regeneração pode ter muitas dificuldades em competir em situações de solo compactado e com vegetação típica de pastagens.

### **Fragmento Sorvete (64 ha)**

O maior fragmento escolhido para o estudo foi talvez o que tenha apresentado os resultados mais alarmantes. Demonstrou uma baixíssima diversidade, um menor aporte de matéria orgânica, e uma altíssima abundância de bambu, o que pode dificultar bastante a competição por outras espécies. Apesar disso, é uma área de fragmento florestal de grande tamanho para a região, composta por quatro vertentes distintas, sendo uma delas aparentemente mais rica que a estudada e praticamente sem a presença do bambu. Esta área também não apresenta manejo de qualquer forma pelo proprietário, apesar da enorme proximidade da agricultura com sua borda. Desta forma, principalmente pelo alto valor regional de um fragmento deste tamanho, como possível área de conservação, seria recomendado uma forte intervenção no crescimento do bambu, e possivelmente em um enriquecimento de espécies, porém, o grande custo que acarretaria essa prática, provavelmente não tornaria este projeto de interesse do proprietário.