



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Instituto de Florestas  
Curso de Engenharia Florestal

**APORTE DE SERRAPILHEIRA E NUTRIENTES EM FRAGMENTOS FLORESTAIS  
DA MATA ATLÂNTICA, RIO DE JANEIRO.**

JUVENAL MARTINS GOMES

**Sob a Orientação da Professora**

FÁTIMA CONCEIÇÃO MÁRQUEZ PIÑA-RODRIGUES

**Co-Orientação Professor**

MARCOS GERVÁSIO PEREIRA

Seropédica, Rio de Janeiro

2007

JUVENAL MARTINS GOMES

**APORTE DE SERRAPILHEIRA E NUTRIENTES EM FRAGMENTOS FLORESTAIS  
DA MATA ATLÂNTICA, RIO DE JANEIRO.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**Sob a Orientação da Professora**

FÁTIMA CONCEIÇÃO MÁRQUEZ PIÑA-RODRIGUES

**Co-Orientação Professor**

MARCOS GERVÁSIO PEREIRA

Seropédica, Rio de Janeiro

2007

**APORTE DE SERRAPILHEIRA E NUTRIENTES EM FRAGMENTOS FLORESTAIS  
DA MATA ATLÂNTICA, RIO DE JANEIRO.**

JUVENAL MARTINS GOMES

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

**Prof<sup>a</sup> Fátima Conceição Marques Piña-Rodrigues**  
USFCAR - Sorocaba  
Orientadora

---

**Prof. André Felipe Nunes de Freitas**  
IF/DCA - UFRRuralRJ  
Membro Titular

---

**Prof. Marcos Gervásio Pereira**  
IA/DS - UFRRuralRJ  
Membro Titular

Dedico este trabalho, as pessoas  
que projetaram-me para a vida e o  
mundo. E que por todos estes anos  
estiveram privados de minha Convivência.  
A Minha família, especialmente Minha mãe  
Etelvina Martins Gomes e meu pai Antônio  
Tarcisio Gomes.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao entrar neste momento, varias são as reflexões, e ao mesmo tempo, insuficientes para não deixarmos a nossa fraqueza da mente, esquecer algumas pessoas, que diretamente ou indiretamente contribuíram para a edificação deste trabalho, sendo este, de fato um fruto de esforços coletivo. Por isso, primeiramente aqueles que não são aqui lembrados, sintam-se profundamente agradecidos.

É-me, no entanto, dever de cunhar nestas paginas o nome de várias pessoas, que me prestaram valorosas contribuições não só no campo da construção do saber acadêmico, mas na formação cidadã, pessoal e espiritual.

A minha grande família, não só pelo numero, mas pelos corações, composta pelo meu pai Antônio Tarcisio Gomes, minha mãe Etelvina Martins Gomes, meus irmãos(ãs) Sebastião, Eliane, Natalino, Vicente e Ernane, a vocês o meu carinho e gratidão.

A minha segunda família formada dentro desta casa (UFRuralRJ), pois a final, são cinco anos de convivência, o que nos permite não só um envolvimento acadêmico e profissional, bem como, criar laços fraternais de duradoura amizade.

Começo pela mais que orientadora, uma educadora e amiga, que buscou sempre nos incentivar e criadora de varias janelas

de oportunidades nesta passagem acadêmica, a prof. Fátima Pina-rodrigues, muito obrigado.

Ao professor e amigo Marcos Gervásio Pereira pelas importantes contribuições ao longo do desenvolvimento desta pesquisa e pelas orientações e reflexões no meu desenvolvimento acadêmico.

Aos demais professores do Instituto de Florestas, pelas conversas dentro e fora de sala de aula, em especial ao professor Paulo Leles do Santos e Hugo Barbosa Amorim.

Ao amigo e companheiro, (sumido), de muitos dias de campo e discussões na elaboração deste trabalho, Fabio Gondin, minha gratidão.

A minhas pupilas (brincadeirinha), Livia e Keila, pessoas fundamentais na materialização deste estudo, e grandes amigas, de bons e maus momentos, meus sinceros agradecimentos, vocês são dez!!!

Ao Instituto de pesquisa 432, ou melhor, explicando, aos companheiros, amigos, irmãos, falta adjetivos cabíveis a essa galera do Quarto M4-432, no intenso convívio dividindo as aspirações, dificuldades e realizações na escalada dessa etapa de nossas vidas. A vocês, Carlos; Edmar, Felipe; Lucas, Luiz, Juliana, Marcello, Pedro, e gerações anteriores, valeu 432! Muito obrigado.

Aos amigos Adriano, Avelino, Gilberto, Sá e toda a minha turma 2002-I, valeu pelas alegrias do convívio.

Aos amigos adquiridos ao longo do projeto BLUMEN, bem como, todos os envolvidos nesta árdua caminhada. Pesquisadores, estagiários, proprietários dos sítios,... Obrigado.

Ao CNPq pelo financiamento do projeto e pela bolsa de estudos concedida.

Ao grupo de Pesquisadores alemães, pelo aprendizado e prazeroso intercâmbio cultural.

Um processo dinâmico e permanente, que até hoje continua, foi descrito pelo próprio criador, no Gênese, 3, 19:

***“Com o suor de teu rosto, comerás o pão; até que voltes a terra, donde foste tirado. Porque és pó e em pó te tornarás”.***

E, definido pelo homem como ciência:

***“Na natureza nada se cria, nada se perde. Tudo se transforma, (Lavoisier)”.***

(Luchese, Eduardo Bernardi).

## ÍNDICE GERAL

1. Introdução .....	1
2. Material e Métodos .....	7
2.1. Área de estudo .....	7
2.2. Análise dos dados .....	13
3. Resultado e Discussão .....	14
3.1 Aporte de serrapilheira .....	14
3.2 Aporte de nutrientes .....	21
4. Conclusões .....	31
5. Referências Bibliográficas .....	32



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Valores de temperatura máxima e mínima (0C) obtidos com base nos dados de 1977 a 1988 e de 2000-2004 (A). Precipitação (mm.mes-1) e número médio de dias com ocorrência de chuvas para os meses de fevereiro a dezembro no período de 1977 a 1988 (B), em Teresópolis, Rio de Janeiro. ....	<b>9</b>
<b>Figura 2</b> - 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).....	<b>10</b>
<b>Figura 3</b> - Esquematização da disposição das parcelas e dos coletores, em relação a distância da borda, como empregado no estudo.....	<b>11</b>
<b>Figura 4</b> - Coletores empregados na amostragem da deposição de serrapilheira em fragmentos florestais inseridos na Bacia do Rio Preto em Teresópolis, RJ.....	<b>11</b>
<b>Figura 5</b> - Deposição de serrapilheira nos fragmentos, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro, durante o período de estudo e precipitação média da região nos últimos 10 anos. ....	<b>15</b>
<b>Figura 6</b> - Variação na deposição de serrapilheira em relação à distância da borda no ano de 2005, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro.....	<b>18</b>
<b>Figura 7</b> - Contribuição da fração foliar na deposição total de serrapilheira nos fragmentos, na região de Teresópolis, RJ.....	<b>21</b>
<b>Figura 8</b> - Estoque mensal de Ca, Mg, P e K na serrapilheira dos fragmentos florestais no ano de 2005, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro.....	<b>28</b>
<b>Figura 9</b> - Dendrograma resultante de análise de agrupamento em relação ao estoque de nutrientes (Ca, Mg, K e P) em fragmentos florestais (F1, F2, F3 e F4), na região de Teresópolis, Rio de Janeiro. ....	<b>29</b>
<b>Figura 10</b> - Resposta em relação ao tamanho do fragmento e a quantidade de nutrientes devolvidos na região de Teresópolis, Rio de Janeiro.....	<b>31</b>

## ÍNDICE TABELA

<b>Tabela 1</b> - Coeficiente de correlação entre as frações da serrapilheira depositada durante o estudo e as variáveis climáticas, Teresópolis, RJ.....	16
<b>Tabela 2</b> - 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 às demais frações. **Valores correspondentes a 11 meses de dados.....	19
<b>Tabela 3</b> - Teor médio dos macros nutrientes obtidos na análise do tecido vegetal nas áreas, no ano de 2004, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro. Nota: médias com a mesma letra, não diferem entre si pelo teste T ao nível de erro de 0,05.....	23
<b>Tabela 4</b> - Teores médios de nutrientes do solo dos fragmentos florestais, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro.....	25
<b>Tabela 5</b> - Estoque e percentagem do elemento no total de nutrientes aportadas nas diferentes áreas no ano de 2004, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro. ....	26

## RESUMO

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 e deposição de serrapilheira. O objetivo do trabalho foi avaliar a deposição de serrapilheira e a transferência de nutrientes submetida aos efeitos da fragmentação, em quatro fragmentos de floresta atlântica, no município de Teresópolis-RJ, considerando seu grau de isolamento (distância) e tamanho. Em cada um dos fragmentos isolados (F3= 3.2 ha; F4= 62 ha) e conectados (F2 = 8 ha; F1= 23 ha) de diferentes tamanhos foram instaladas 16 coletores a quatro diferentes distâncias da borda, e o material depositado foi coletado mensalmente durante 11 meses do ano de 2004. O aporte de serrapilheira foi determinado por meio de coletores cônicos, e o estoque de nutrientes, no compartimento folha foi avaliado quanto aos estoques de cálcio, magnésio, fósforo e potássio. 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. O tamanho e a distância dos fragmentos, assim como a distância das parcelas em relação a borda, não apresentaram diferenças significativas. A maior deposição de serrapilheira, 6074,41 Kg.ha<sup>-1</sup>, ocorreu no fragmento F2, no início da estação chuvosa. Em ambas as áreas, a maior contribuição foi das folhas. Anualmente a contribuição média de nutrientes devolvidas para o solo nas áreas de estudo através do aporte de serrapilheira é 71.64 Kg.ha<sup>-1</sup> de Ca, 15.57 Kg.ha<sup>-1</sup> de Mg, 3.05 Kg.ha<sup>-1</sup> de P e 16.17 Kg.ha<sup>-1</sup> K.

**Palavras - chave:** Fragmentação, material decíduo, ciclagem de nutrientes, indicadores bióticos

## ABSTRACT

Although fragmentation affects Forest structure and dynamics, there are few studies correlating their impact to litterfall. The objective of work has evaluating the litterfall deposition and the transfer of nutrients submitted to the effects of the fragmentation, in four remnants in Atlantic Forest, in the municipal district of Teresópolis-RJ, based on their isolation degree and size. In each isolated (F3= 3.2 ha; F4= 62 ha) and connected fragments (F2 = 8 ha; F1= 23 ha) of different sizes 16 seed traps were established in four distance from the border and sampled during 11 months, during 2004. The litterfall contribution was determined through conical collectors, and the stock of nutrients, in the compartment leaf it was evaluated as for the stocks of calcium, magnesium, phosphorus and potassium. Total biomass deposition was 4,9 t/ha which 69,4% were leaves, 14,2% branches, 6,4% reproductive material and 10% residual one. Fragment size, distance among them and from edge were not significant. The largest litterfall deposition, 6074.41 Kg.ha<sup>-1</sup>, was observed in the fragment Davi (F2), in the beginning of the rainy station. In both areas, leaves were the component with higher deposition. Annually the medium contribution of nutrients returned to the soil in the study areas through the litterfall contribution is 71.64 Kg.ha<sup>-1</sup> of Ca, 15.57 Kg.ha<sup>-1</sup> of Mg, 3.05 Kg.ha<sup>-1</sup> of P and 16.17 Kg.ha<sup>-1</sup> K.

**Key words:** Fragmentation, deciduous material, nutrient cycling, biotic indicators.

## 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica se estende ao longo da costa brasileira, onde se encontra a maior parte da população economicamente ativa do país. No início da colonização ocupava 1,1 milhões de km<sup>2</sup> cerca de 12% do território brasileiro (BLOCKHUS *et al.*, 1992; FONSECA 1985; INPE, 1989), e sua diversidade biológica e grau de endemismo são consideradas uma das mais elevadas do mundo (MORI *et al.*, 1981; MYERS *et al.*, 2000).

Originalmente, a Mata Atlântica ocorria em 17 estados brasileiros ao longo da costa do Atlântico e também, na Argentina e no Paraguai (MORELATTO *et al.*, 2000). No entanto, assim como as demais florestas de todo o planeta, a Floresta Atlântica vem sendo devastada por fatores como a extração madeireira e, principalmente, para dar lugar à agropecuária e habitação, ocasionando um extenso processo de fragmentação florestal. Atualmente, os remanescentes de Floresta Atlântica são representados por fragmentos de diferentes tamanhos, formas e posições, geralmente encontrados nas áreas mais elevadas, de difícil acesso e inadequadas para a agricultura (BERTONI *et al.*, 1988; LEITÃO FILHO, 1987; VIANA *et al.*, 1992).

O Estado do Rio de Janeiro sofreu um processo acelerado de fragmentação desde o início da colonização do país, que ao

longo dos séculos levou a redução de sua área original em cerca de 84 % (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2001). Esse elevado grau de fragmentação levou a formação de um grande número de remanescentes isolados, pulverizados, muitos com dimensões insuficientes para manter populações genéticas e ecologicamente sustentáveis (CÂMARA & COIMBRA-FILHO, 2001; ROCHA *et al.*, 2001). SCHELHAS & GREENBERG (1996) citam que são diversos os efeitos da fragmentação florestal no ambiente, quando se comparam sistemas de florestas intactas e fragmentos florestais. Segundo os autores, os fragmentos mostram clara perda de biodiversidade e muitos organismos comuns da floresta são perdidos, mesmo a níveis regulares e bem moderados de fragmentação e modificação de habitats de florestas tropicais. 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 (CAMARGO & KAPOS, 1995).

A deposição de material orgânico no solo, quando submetida aos efeitos da fragmentação, varia sob enfoque temporal e espacial em função das intempéries climáticas, da composição e da abundância de espécies existentes ao longo da borda e interior das áreas fragmentadas. As bordas dos fragmentos estão expostas aos ventos e a penetração de luz e calor, levando a mudanças em escalas variadas do microclima, da

estrutura e da dinâmica vegetacional (SCARIOT, 1996). Vários estudos comprovam um maior índice de mortalidade na borda em função do microclima levando a um maior aporte de material orgânico juntamente com os efeitos dos fortes ventos (HEGARTY & CABALLÉ, 1991).

A conservação dos remanescentes florestais é fundamental, pois, estes são fontes de propágulos de plantas e de espécies animais que podem recolonizar áreas onde já foram localmente extintos (VIANA & TABANEZ, 1996). Para se avaliar o estado de degradação de um ambiente, podem ser utilizados os indicadores ecológicos. 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).

A serrapilheira é um importante componente do ecossistema florestal e compreende o material precipitado no solo pela biota. Pode indicar a capacidade produtiva da floresta, ao 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).

Segundo estudos realizados por BRAY & GORHAM (1964), MORELLATO (1992), FIGUEIREDO FILHO et. al.(2003), entre outros, a serrapilheira é composta, de maneira geral, de 60 a 80% de folhas, 1 a 15% de ramos e 1 a 25% de casca, embora alguns autores tenham encontrado valores menores que estes, como FASSBENDER & GRIM (1981), que estudando uma Floresta Tropical Úmida de Montanha na Venezuela, encontraram um percentual de 48,49% da serrapilheira composta pela fração folhas.

Esta camada sobre o solo produz sombra e retém umidade, criando condições microclimáticas que influenciam na germinação de sementes e estabelecimento de plântulas (MORAES citado por ARAÚJO, 2002; CINTRA, 1997; SANTOS & VÁLIO, 2002).

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 artrópodes 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 (1987) afirma que, diferentes ecossistemas depositam distintas quantidades de serrapilheira que também podem apresentar proporções variáveis de frações constituintes e



que, estas diferenças, advem do ciclo biológico e das condições climáticas, entre outros fatores.

DELITTI (1984) 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 o segundo, ocorreria o aumento dessa deposição no período das chuvas, este padrão seria encontrado na floresta Atlântica e restingas.

Já PORTES et al. (1996) encontrou padrões diferentes do que citado anteriormente, para Floresta Atlântica Altomontana 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.

Com relação aos nutrientes, a quantidade total em uma floresta é a soma da quantidade deles 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 à decomposição, bem como os fatores climáticos (LARCHER, 2000). A taxa com que a serrapilheira é decomposta e seus nutrientes liberados para o sistema é regulada por quatro variáveis: (1) a natureza da comunidade decompositora (os macro e microorganismos); (2) as características do material orgânico depositado que determinará sua degradabilidade (a qualidade do material); (3)

as condições do ambiente (macro e microclimática) e (4) tipo de solo (ABER & MELILLO, 1978).

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

Assim, a velocidade do processo de ciclagem, desde a deposição do material orgânico até a reutilização dos nutrientes pela comunidade vegetal ou outro organismo do sistema, é variado de ambiente para ambiente e pode refletir o estado de funcionamento do ecossistema.

Desta forma, fica entendido a importância em conhecer a dinâmica do aporte de serrapilheira e retorno de nutrientes em remanescentes florestais, a fim de estabelecer estratégias de manejo e recuperação em áreas degradadas garantindo a manutenção destes processos ecológicos. Como também, a utilização desses conhecimentos no estabelecimento de indicadores ambiental capaz de diagnosticar e ou evidenciar níveis de degradação ou estágio de conservação de ecossistemas florestais.

O presente trabalho busca avaliar a taxa de deposição de serrapilheira e a contribuição da fração foliar na ciclagem de nutrientes em quatro fragmentos de diferentes tamanhos, dentro do domínio da Floresta Ombrófila Densa, inseridos em áreas

agrícolas no município de Teresópolis - RJ empregando-se esta variável como potencial indicador de recuperação ambiental.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Teresópolis, no Estado do Rio de Janeiro, situada a  $22^{\circ}25'$  -  $22^{\circ}32'S$  e entre  $42^{\circ}59'$  e  $43^{\circ}07'W$ . Os fragmentos analisados localizam-se na microbacia do rio Preto, na zona rural deste município em um raio de 10 km das coordenadas  $22^{\circ} 17' 61''S$  e  $042^{\circ} 52' 58.6''W$ . O clima da região é do tipo tropical quente úmido, com um a dois meses secos no período de inverno, com pluviosidade média variando entre 1250 a 1500 mm anuais (RADAM BRASIL, 1983). A região estudada apresenta sazonalidade climática com duas estações bem definidas pela precipitação, a menos úmida estendendo-se de maio a agosto com pluviosidade inferior a 100  $\text{mm.mes}^{-1}$  ( $\mu=84,8 \text{ mm.mes}^{-1}$ ) e a úmida ( $\mu=216,5 \text{ mm.mes}^{-1}$ ), abrangendo os meses de setembro a abril (Figura 1) e pouca variação na temperatura ao longo dos meses ( $\mu= 19,50C$ ;  $\sigma= 2,1$ ).

Dentre os meses, dezembro foi o que apresentou um padrão distinto do demais, o qual embora apresente valores de precipitação mensal similar aos demais meses da estação

chuvosa, a distribuição das chuvas ocorreu de maneira mais homogênea entre os dias, com uma média de 20 dias chuvosos, enquanto os demais estas médias se situam abaixo de 15 dias.mes<sup>-1</sup>. Para a caracterização do clima, foram utilizados os dados de arquivo referentes à temperatura, do período de 1979 a 1988, da Estação Meteorológica de Teresópolis (22°27' S e 42°56' W, 874 m de altitude), do Instituto Nacional de Meteorologia, INMET. Estes dados foram complementados com os de temperaturas máxima e mínimas obtidas nos períodos de 2000-2004 através de pesquisa via Internet (<http://www.climatempo.com.br>).

Os valores de temperatura média de 1979-1988 foram ajustados para a altitude de 1300 m (altitude média do trecho de floresta estudado), considerando-se um gradiente de resfriamento da atmosfera de 0,65°C para cada 100 m de altitude (Kurtz & Araujo, 2000). Estes dados foram considerados com "temperatura corrigida" e acrescidos dos dados de temperatura média do período de 2000-2004, realizando-se o cálculo da média entre eles e obtendo-se a "temperatura média corrigida". Os dados de precipitação foram obtidos dos arquivos da Estação Pluviométrica Represa do Paraíso (22°30' S e 42°55' W, a 60 m de altitude), do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, DNAEE.

Os solos são classificados Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com relevo ondulado e escarpas íngremes,

recobertas por uma vegetação original da Floresta Atlântica do tipo Floresta Ombrófila Densa Montana e vegetação secundária (RADAM BRASIL, 1983).

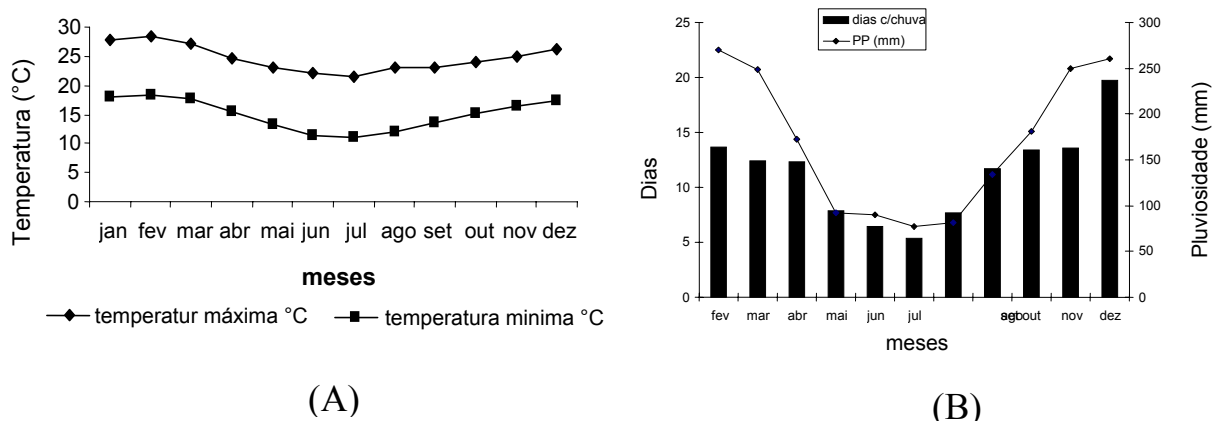


Figura 1: Valores de temperatura máxima e mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) obtidos com base nos dados de 1977 a 1988 e de 2000–2004 (A). Precipitação ( $\text{mm.mes}^{-1}$ ) e número médio de dias com ocorrência de chuvas para os meses de fevereiro a dezembro no período de 1977 a 1988 (B), em Teresópolis, Rio de Janeiro.

O estudo foi realizado em quatro fragmentos florestais selecionados de acordo com seus tamanhos e distâncias em relação aos demais (Figura 2). O maior fragmento com 62 ha (F4), distava 500 m do mais próximo (F2); os considerados como de tamanho intermediário, apresentavam 23 ha (F1) e 8 ha de área (F2), distando 150 m entre si; o menor deles com 3,2 ha (F3), localizava-se a 500 m do mais próximo (F1).

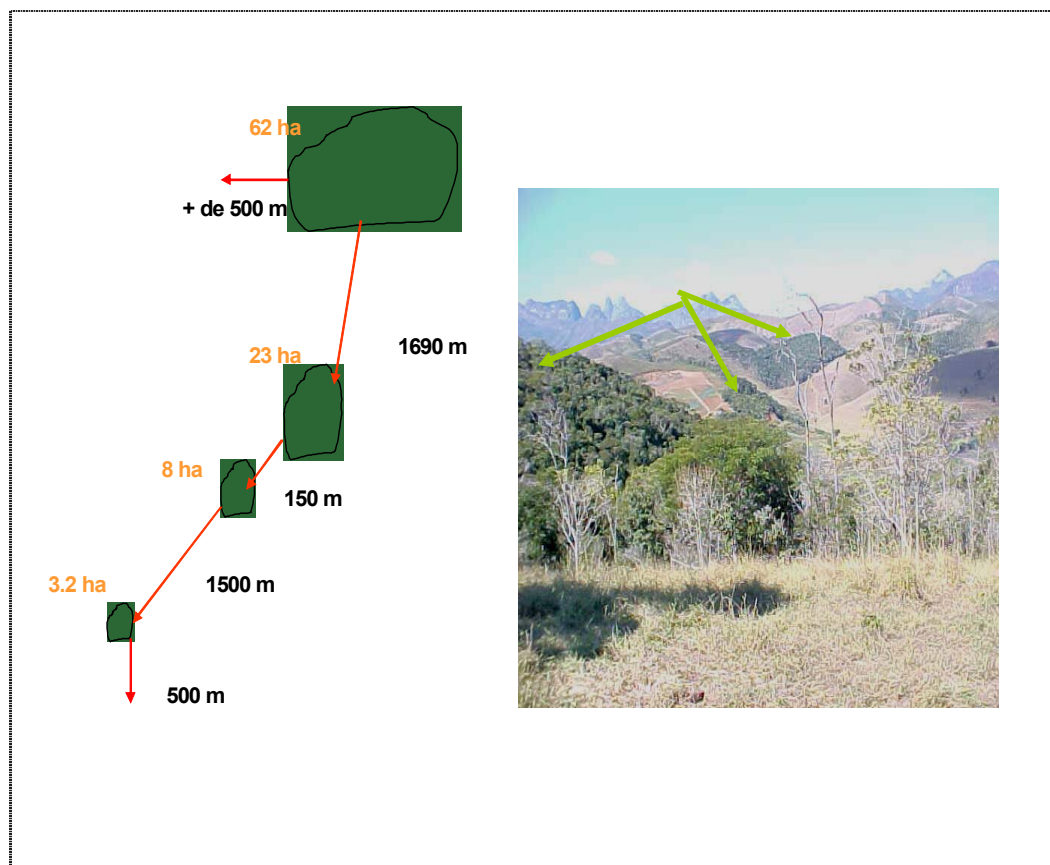


Figura 2 - Esquema da disposição dos fragmentos (4) estudados, em Teresópolis, RJ. Distribuição na paisagem dos fragmentos do Valdemar (23 ha), Davi (8 ha) e Palmeiras (3,2 ha).

Em cada fragmento foram instaladas unidades amostrais de 100 x 170 m, localizadas na vertente voltada para o fragmento mais próximo. As unidades foram divididas em parcelas de 10 x 100 m, a intervalos de distâncias da borda, sendo: 0-10 m (D1); 30-40 m (D2); 60-70 m (D3) e 160-170 m (D4). Em cada parcela foram estabelecidas sub-unidades de 10 x 25 m, onde em seu centro geométrico foi instalado um coletor (0,25 m de área) para a amostragem da deposição de serrapilheira (Figura 3).

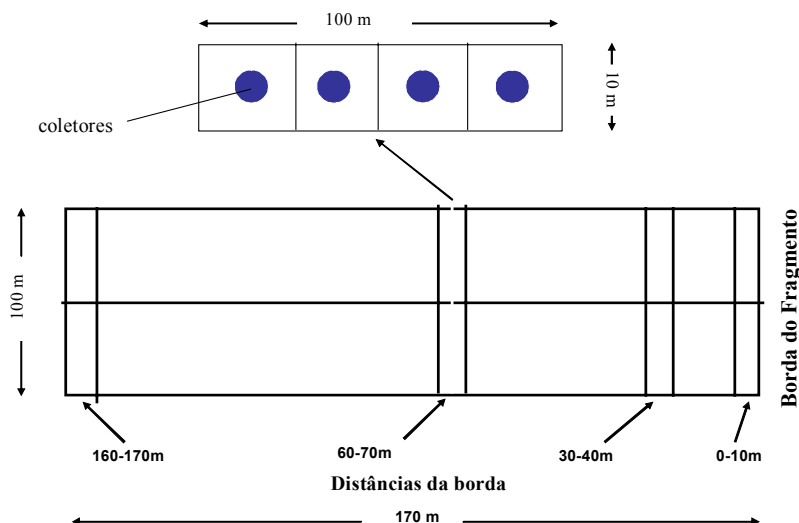


Figura 3 - Esquema da disposição das parcelas e dos coletores, em relação à distância da borda, como empregado no estudo.

O aporte de serrapilheira foi avaliado através da instalação de quatro coletores por parcela, distantes entre si 25 m, totalizando 16 coletores por fragmento (Figura 4).



Figura 4: Coletor empregado na amostragem da deposição de serrapilheira em fragmentos florestais inseridos na Bacia do Rio Preto em Teresópolis, RJ.

Todo o material orgânico aportado foi recolhido mensalmente, triado nas frações folhas, galhos, material

reprodutivo e outros, composta por materiais em decomposição, restos de animais e partes não identificadas. Após a triagem o material foi seco em estufa por 72 horas a 45 °C, sendo em seguida pesado em balança de precisão com 0,01g para se obter a massa seca.

A produção de serrapilheira foi estimada segundo LOPES et al. (2002) a partir da seguinte fórmula:

$$PAS = (PS \times 10.000) / Ac;$$

Onde:

PAS = Produção média anual de serrapilheira (t ha<sup>-1</sup> ano);

PS = Produção média mensal de serrapilheira (t ha<sup>-1</sup> mês);

Ac = Área do coletor (m<sup>2</sup>).

A adição de nutrientes pela serrapilheira foi avaliada a partir da fração folha, sendo esta moída e coletada três amostras por área, dos meses de abril, junho, agosto, outubro e dezembro, a fim de efetuar as análises no Laboratório de Solos da Embrapa-Agrobiologia. A contribuição nutricional da fração foliar foi avaliada através de análises químicas para cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) de acordo com a metodologia proposta pela TEDESCO (1997).

A partir dos teores e da quantidade de material depositado, foram quantificados os conteúdos dos nutrientes adicionados pelo aporte de serrapilheira.



A fertilidade do solo foi avaliada através de coletas de solos a uma profundidade de 5 cm. Foram coletadas dez amostras simples na parcela do experimento para formar uma amostra composta, a partir da qual foram retiradas três amostras compostas por área para a análise.

### **2.3 Análise dos dados**

Para avaliar a deposição de serrapilheira foi efetuada análise de variância, empregando o delineamento blocos fatorial 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 cada parcela de estudo uma repetição (4). A relação entre as variáveis climáticas de temperatura (média, máxima e mínima) e precipitação com as taxas mensais de deposição dos diversos componentes da serrapilheira foi analisada empregando-se a correlação de Spearman (Zar 1999). As médias foram testadas através dos testes de Tukey a 5%. A análise estatística para a contribuição nutricional da serrapilheira foi efetuada empregando-se o programa Sivar Versão 4.6 (DEX/UFLA).

A relação entre o total de serrapilheira depositada, teores de nutrientes e o tamanho dos fragmentos foram avaliados empregando-se análise de regressão, (BAR, 1999).

O agrupamento dos fragmentos em função dos teores de nutrientes e da taxa de deposição de serrapilheira foi efetuado através de dendrograma utilizando-se como método de similaridade Bray-Curtis (SORENSEN) e flexível beta como método ligação aplicando-se o pacote estatístico PCORD- 4.0 (MACCUNE & METTFORD, 1999).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Aporte de serrapilheira**

O valor de material orgânico total coletado nos 64 coletores durante onze meses de estudo (fevereiro-dezembro) foi de 7,2 kg o que equivale a uma produção média para a região de 4900 Kg.ha<sup>-1</sup>. A fração composta por folhas representou 69,3% do total de material aportado nos fragmentos. A produção total de serrapilheira encontrada dos fragmentos não apresentou correlação com o tamanho dos fragmentos ( $r=-0,36$ ;  $p = 0,006$ ), no entanto, o número de fragmentos estudados é insuficiente para uma conclusão sobre o efeito da variável estudada.

A deposição de serrapilheira nos fragmentos apresentou comportamento sazonal, caracterizado por um pico de produção no final da estação seca, início da estação chuvosa, nos meses de setembro a novembro e um mínimo de abril a julho, porém,

com variação ao longo dos demais meses, marcada principalmente pela oscilação pluviométrica da região, que apresentou a ocorrência de uma estação seca marcante, entre os meses de maio a outubro (Figura 5).

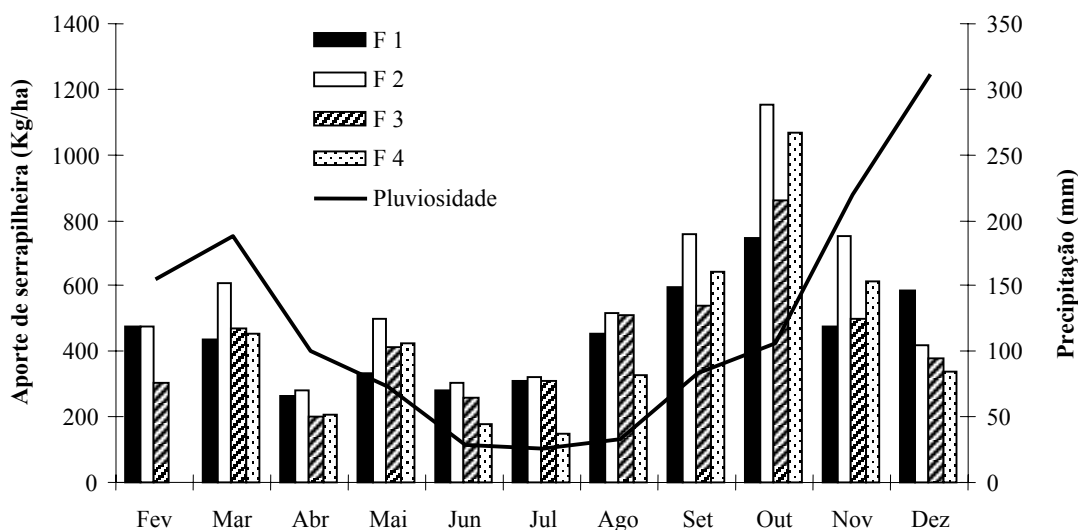


Figura 5. Deposição de serrapilheira nos fragmentos, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro, durante o período de estudo e precipitação média da região nos últimos 10 anos.

A deposição total de serrapilheira no fragmento F1 correspondeu a uma produção estimada em  $4959,28 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Formada por 66,1% da fração folha, 16,3% de galhos, 8,8% de material reprodutivo e 8,8% de resíduos. O pico de deposição ocorreu em outubro com  $744,14 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e a menor deposição em abril, com  $265,38 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Figura 5). No fragmento F2 foi depositado um total de  $6074,41 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Desse total, 71,6% foram da fração foliar, 14,2% de galhos, 3,1% de material

reprodutivo e 11,1% de resíduos. Observou-se a maior deposição no mês de outubro com 1150,5 kg.ha<sup>-1</sup>, e abril com a menor de 281,43 kg.ha<sup>-1</sup> (Figura 5). O fragmento F3 aportou o equivalente a 4737,33 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo 72% de folhas, 14,1% de galhos, 3,4% de material reprodutivo e 10,5% de resíduos. A maior taxa de deposição foi constatada no mês de outubro 860,48 kg.ha<sup>-1</sup> e a menor em abril com 202,79 kg.ha<sup>-1</sup>. No fragmento F4 foi depositado 4397,90 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo a maior deposição observada em outubro (1065,1 kg.ha<sup>-1</sup>), e a menor em julho (149,17 kg.ha<sup>-1</sup>). Deste total, a fração folha representou 67,3%, a de galhos 11,9%, de material reprodutivo 11,6% e a fração resíduos 9,2%.

Quando são relacionados os dados climáticos para a região com as médias das frações depositadas para as áreas, apenas a precipitação apresentou correlação significativa positiva com o aporte da fração galhos (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficiente de correlação entre as frações da serrapilheira depositada durante o estudo e as variáveis climáticas, Teresópolis, RJ.

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

Com relação ao efeito de borda, as parcelas não apresentaram diferença significativa na taxa de deposição, mesmo quando comparadas dentro dos fragmentos ( $F=1,057$ ;  $p=0,375$ ) e entre eles ( $F=1,562$ ;  $p=0,154$ ) (Figura 6).

Os fragmentos não apresentaram qualquer variação significativa quanto à deposição de serrapilheira em relação à borda ( $F=2,259$ ;  $p=0,093$ ). Provavelmente pelo tempo de isolamento das áreas, não exista um reflexo do efeito de borda na deposição de serrapilheira. Porém no mês de novembro de 2004, os proprietários da área onde se situa o fragmento F1 desbastaram a vegetação onde estavam instalados os coletores, o que se refletiu no aumento da deposição no mês de dezembro nas parcelas localizado a até 65 metros da borda do fragmento.

RODRIGUES (1998) cita que fragmentos de diferentes tamanhos apresentariam diferenças na estrutura arbórea para as mesmas distâncias da borda. SIZER (2000) citando BIERREGAARD (pers. comm.) 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.

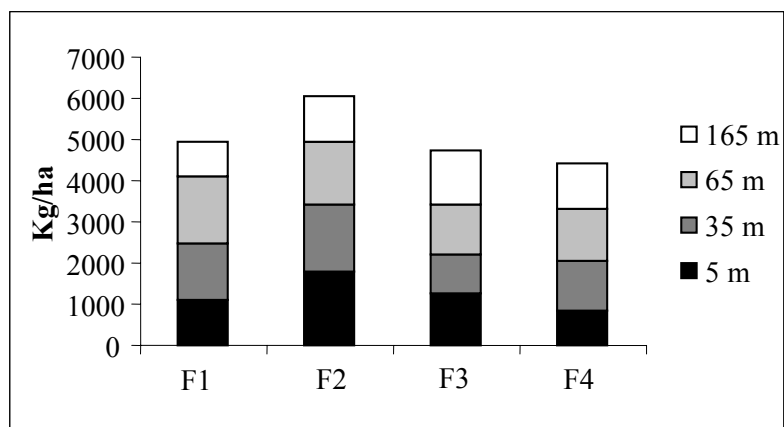


Figura 6. Variação na deposição de serrapilheira em relação à distância da borda no ano de 2005, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro.

Os valores obtidos para a deposição de serrapilheira nos fragmentos florestais estudados 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 (tabela 2).

Estudos realizados na região em Floresta Ombrófila Densa por FREIRE, (2006) e GONDIM, (2005) encontram valores de aporte de serrapilheira próximos ao observado neste estudo, 5597,32 kg.ha<sup>-1</sup> e 4900 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 2 - Deposição total de serrapilheira e representatividade das folhas nas amostras em ecossistemas florestais.

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

\* Neste estudo o autor considerou somente as folhas e galhos, não citando o valor total da deposição nem a quantidade referente às demais frações.

\*\*Valores correspondentes a 11 meses de dados.

A sazonalidade na deposição de serrapilheira tem sido bastante discutida na região tropical (BRAY & GORHAM, op. Cit.; GOLLEY, 1978). Na região estudada houve comportamento sazonal na deposição total de serrapilheira nas estações seca (abril a julho) e chuvosa (setembro a novembro). GOLLEY (1978) afirma que essa sazonalidade na produção de matéria orgânica, na transição das estações é uma característica de regiões com floresta tropical úmida, uma vez que nas estacionais, ocorre uma maior deposição de serrapilheira nos meses mais frios e secos do ano.

Os dados de contribuição da fração foliar estão dentro da média esperada de 60-80% para florestas tropicais (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2003). Porém, nota-se que, quanto maior produção de serrapilheira no fragmento, maior a representatividade da fração foliar (Figura 7). LEITÃO-FILHO *et al.* (1993) encontrou uma maior produção de folhas nas áreas mais perturbadas, estando de acordo com os resultados encontrados neste trabalho. Esta fração apresentou o maior aporte no mês de outubro ( $\sigma=721,2 \pm 169,9$ ), possivelmente como resposta à maior incidência de ventos neste período, como sugerido para outras áreas (DIAS & OLIVEIRA FILHO, 1997) e (MARTINS & RODRIGUES, 1999).

FREIRE (2006), estudando o aporte de serrapilheira na região observou que, a fração folhas foi a que teve maior representatividade no aporte da serrapilheira total,



contribuindo com  $3409,80 \pm 79,74 \text{ kg.ha.ano}^{-1}$  (média mensal de  $284,15 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), representando 60,9% do material aportado.

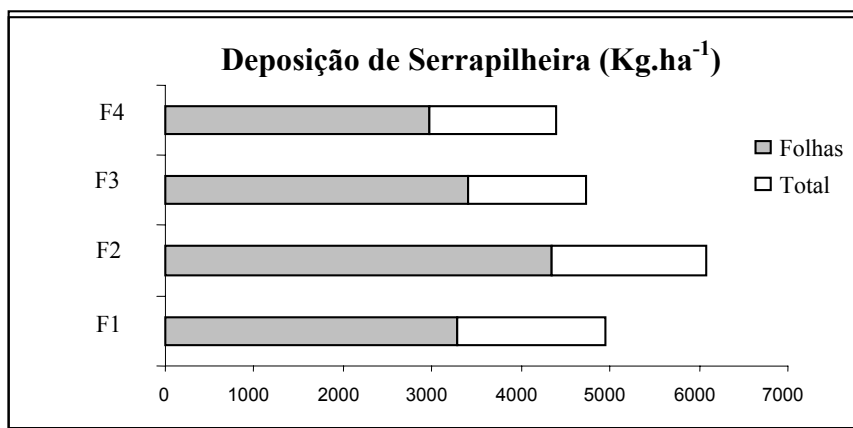


Figura 7. Contribuição da fração foliar na deposição total de serrapilheira nos fragmentos, na região de Teresópolis, RJ.

Comparando a deposição da fração galhos nos fragmentos, observou-se maiores valores de deposição nos meses de novembro (F2, F3 e F4) e dezembro (F1). DIAS & OLIVEIRA, (1997); MARTINS & RODRIGUES, (1999), demonstram a influência do vento no aumento da deposição de galhos. Outro fator que deve ter contribuído para essa maior deposição foi o efeito físico do aumento da precipitação.

Resultados encontrados para a região por FREIRE, op. cit. são diferentes quanto a época de maior deposição e correlação com as variáveis climáticas. Sendo que, a fração ramos contribuiu com  $726,82 \pm 25,74 \text{ kg.ha.ano}^{-1}$  (média mensal de  $60,56 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), representando 13,0% do material aportado nos coletores. Os meses de maior deposição foram março, com  $85,50$

$\pm 5,69 \text{ kg.ha}^{-1}$ , junho com  $90,26 \pm 3,75 \text{ kg.ha}^{-1}$  e um pico em janeiro, com  $92,42 \pm 4,08 \text{ kg.ha}^{-1}$ , apresentando baixa correlação com o total de aporte de serrapilheira total ( $r = 0,36$ ), com a fração folhas ( $r = 0,30$ ), a precipitação ( $r = 0,41$ ) e nenhuma correlação as temperaturas máxima ( $r = -0,02$ ) e mínima ( $r = 0,07$ ).

### 3.2 Aporte de nutrientes

Quanto ao conteúdo médios dos nutrientes por área, os maiores foram observados para o cálcio e potássio em todos os fragmentos, seguido de magnésio, sendo os menores registrados para o nutriente fósforo, estatisticamente semelhante independente do fragmento (Tabela 3). O conteúdo médio de Ca ( $F= 134,8$ ;  $p= 21,1$ ), Mg ( $F= 3,34$ ;  $p= 16,3$ ); e K ( $F= 8,1$ ;  $p= 7,69$ ) entre as áreas apresentou diferença estatística.

O mês que apresentou os maiores teores totais de nutrientes, quando somados os teores de todas as áreas foi abril, que apresentou os maiores conteúdos de cálcio e magnésio ( $59.47 \text{ g.Kg}^{-1}$  e  $12.28 \text{ g.Kg}^{-1}$  respectivamente), enquanto o mês de dezembro apresentou os maiores teores para o fósforo  $3.04 \text{ g.Kg}^{-1}$  e agosto para potássio  $15.83 \text{ g.Kg}^{-1}$ .

Tabela 3. Conteúdo médio dos macros nutrientes obtidos na análise do tecido vegetal nas áreas, no ano de 2004, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro. Nota: médias com a mesma letra, não diferem entre si pelo teste T ao nível de erro de 0,05.

Fragmentos		Nutrientes g.Kg <sup>-1</sup>			
	Mês	Ca	Mg	P	K
F1	Abril	11,80 a	3,42 a	0,36 a	2,83 a
	Junho	8,55 b	2,70 a	0,49 a	4,00 a
	Agosto	12,42 a	3,32 a	0,49 a	2,50 a
	Outubro	11,67 a	3,30 a	0,52 a	2,83 a
	Dezembro	8,54 b	2,71 a	0,66 a	3,50 a
	<b>Média</b>	<b>10.60 C</b>	<b>3.09 A</b>	<b>0.50 A</b>	<b>3.13 A</b>
F2	Abril	21,07 a	3,78 a	0,55 a	3,17 a
	Junho	15,47 b	3,50 a	0,65 a	5,33 b
	Agosto	16,00 b	3,40 a	0,47 a	5,50 b
	Outubro	18,47 a	3,17 a	0,57 a	2,33 a
	Dezembro	13,85 b	2,78 a	0,88 a	2,50 a
	<b>Média</b>	<b>16.96 A</b>	<b>3.33 A</b>	<b>0.62 A</b>	<b>3.77 A</b>
F3	Abril	17,70 a	2,90 a	0,532 a	1,67 a
	Junho	8,83 b	2,33 b	0,50 a	2,33 a
	Agosto	9,99 b	1,73 b	0,45 a	4,17 a
	Outubro	14,00 a	1,97b	0,45 a	1,67 a
	Dezembro	16,07 a	2,77 a	0,84 a	2,00 a
	<b>Média</b>	<b>13.32 B</b>	<b>2.34 C</b>	<b>0.56 A</b>	<b>2.37 B</b>
F4	Abril	8,69 a	2,38 a	0,53 a	1,00 a
	Junho	12,95 a	2,05 a	0,64 a	3,67 b
	Agosto	10,55 a	2,90 b	0,46 b	3,67 b
	Outubro	11,90 a	2,83 b	0,44 b	1,17 a
	Dezembro	9,32 a	2,23 a	0,66 a	1,33 a
	<b>Média</b>	<b>10.68 C</b>	<b>2.48 C</b>	<b>0.55 A</b>	<b>2.17 B</b>

Em relação aos meses de estudo, independente do tipo de fragmento, houve diferença significativa para a deposição de Ca ( $F= 3,92$ ;  $p= 0,09$ ), de Mg ( $F= 8,78$ ;  $p< 0,01$ ) e de K ( $F= 10,39$ ;  $p< 0,01$ ), sendo o P indiferente ao período de amostragem. Por outro lado, houve interação significativa entre o tamanho do fragmento e o mês para os nutrientes Ca ( $F=3,27$ ;  $p= 0,02$ ), Mg ( $F= 2,41$ ;  $p= 0,019$ ) e K ( $F= 1,96$ ;  $p=$

0,056), sendo que, apenas o P ( $F= 0,82$ ;  $p= 0,632$ ) não apresentou este comportamento; no entanto, o fato de ter se obtido valor de  $F < 1$  para o fósforo indica que fatores não controlados pela análise podem ter afetado os resultados ou que houve maior variação entre os meses do que entre os locais para este elemento. Essa segunda hipótese é confirmada pelo fato de não ter se obtido diferença significativa para o teor de P entre os fragmentos ( $F= 1,94$ ;  $p= 0,14$ ). Outra hipótese é que o número de repetições foi insuficiente para a análise desse elemento.

As concentrações de elementos nas florestas e nos solos são variáveis, podendo estar relacionadas à sua concentração no solo, idade da vegetação, estratificação da floresta e à parte da planta.

A presença de um alto teor de Ca na serrapilheira é esperado como observado neste trabalho, já que este elemento é um componente estrutural do tecido vegetal, estando associado principalmente às folhas, galhos e aos caules. Ao contrário, teores baixos de K, podem ser explicados pela grande solubilidade deste elemento, acarretando a sua lavagem do tecido vegetal pela chuva. A maior parte do K da planta, em torno de 70% encontra-se em forma solúvel em água (GOLLEY, 1978).

Em relação à fertilidade das áreas, observou-se, baixa fertilidade natural dos fragmentos F1 e F4, porém os

fragmentos F2 e F3 apresentaram boa fertilidade, com altos valores para cálcio e potássio e baixos valores de alumínio trocável, (Tabela 4). A transferência de nutrientes ao solo pelo aporte de serrapilheira é a principal via de entrada, sendo o estoque de nutrientes presente no solo dependente do conteúdo dos elementos na vegetação, bem como, a velocidade de decomposição deste material orgânico sob o solo.

A fertilidade observada nos fragmentos é um reflexo do efeito da deposição de serrapilheira pela vegetação existente na área. Como é observado para o fragmento F2, o qual apresentou maior aporte de serrapilheira quando comparado entre as áreas, aportando maiores valores para os nutrientes Ca e K. Já, no fragmento F3, obteve-se maior contribuição da fração foliar no total aportado de serrapilheira, o que levou esta área a devolver para o solo maiores conteúdos dos nutrientes avaliados.

Tabela - 4. Teores médios de nutrientes do solo dos fragmentos florestais, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro.

<b>Fragmentos</b>	<b>pH</b>	<b>Al</b>	<b>Ca+Mg</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>P</b>
	<b>H<sub>2</sub>O</b>		<b>cmol.Kg<sup>-1</sup></b>				<b>mg.Kg<sup>-1</sup></b>
<b>F1</b>	4.5	1.3	3.0	2.0	1.1	58.0	4.8
<b>F2</b>	5.2	0.4	6.7	4.9	1.9	66.1	5.7
<b>F3</b>	5.6	0.1	9.1	6.8	2.2	147.3	4.0
<b>F4</b>	4.3	2.2	1.8	1.0	0.9	34.6	3.4

Anualmente a contribuição média de nutrientes devolvidas para o solo nas áreas de estudo através do aporte de serrapilheira pode ser calculada em 71.64 Kg.ha<sup>-1</sup> de Ca, 15.57 Kg.ha<sup>-1</sup> de Mg, 3.05 Kg.ha<sup>-1</sup> de P e 16.17 Kg.ha<sup>-1</sup> de K (Tabela 5). Comparados com outras florestas tropicais (GOLLEY *et al.*, 1978; UNESCO, 1978; SAMPAIO *et al.*, 1988), esses resultados são altos para todos os nutrientes. Em muito casos, são superiores aos encontrados para a floresta amazônica, onde os valores foram 14, 11, 11, e 2 kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (KLINGE & RODRIGUES, 1968) e 18, 13,13 e 2 (SCHUBART *et al.*, 1984), para o Ca, K, Mg e P, respectivamente.

OLIVEIRA (1997) em um fragmento florestal do tipo Floresta Estacional Semidecidual Submontana em Piracicaba, SP, encontrou uma produção de serrapilheira de 14.715,97 kg.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>, com retorno de macronutrientes na serrapilheira na seguinte ordem: Ca>N>K>Mg>P, estando de acordo com a ordem encontrada para os nutrientes neste estudo, Ca>K>Mg>P.

Tabela 5. Estoque e percentagem do elemento no total de nutrientes aportadas nas diferentes áreas no ano de 2004, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro.

<b>Fragmentos</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
	<b>Kg. ha<sup>-1</sup> ano</b>			
<b>F1</b>	56,26	16,52	2,72	17,48
	(60,5%)	(17,8%)	(2,9%)	(18,8)

<b>F2</b>	111,70 (68,5%)	21,90 (13,5%)	4,10 (2,5%)	24,79 (18,3%)
<b>F3</b>	64,89 (71,7%)	11,40 (12,6%)	2,71 (3,0%)	11,53 (12,7%)
<b>F4</b>	53,70 (67,3%)	12,47 (15,6%)	2,74 (3,4%)	10,89 (13,6%)

O maior estoque de nutrientes, avaliado pelo somatório de Ca, Mg, P e K, foi encontrado para o fragmento F2 (162,49 Kg.ha<sup>-1</sup>) seguido por F1 (92,98 Kg.ha<sup>-1</sup>), F3 (90,53 Kg.ha<sup>-1</sup>) e F4 (79,79 Kg.ha<sup>-1</sup>).

O fragmento F2 devolveu a maior quantidade de nutrientes para o solo, principalmente Ca, em função do maior aporte de serrapilheira nesta área. Esse fragmento apresenta maior diversidade de espécies (F.C.M. PINA-RODRIGUES, observação pessoal) e disponibilidade de água. Dados de campo coletados também indicaram uma maior diversidade de aves para este fragmento (A. PIRATLEII, informação pessoal). Esses dados evidenciam um menor estágio de degradação, refletindo na maior deposição de serrapilheira e na boa fertilidade para este fragmento.

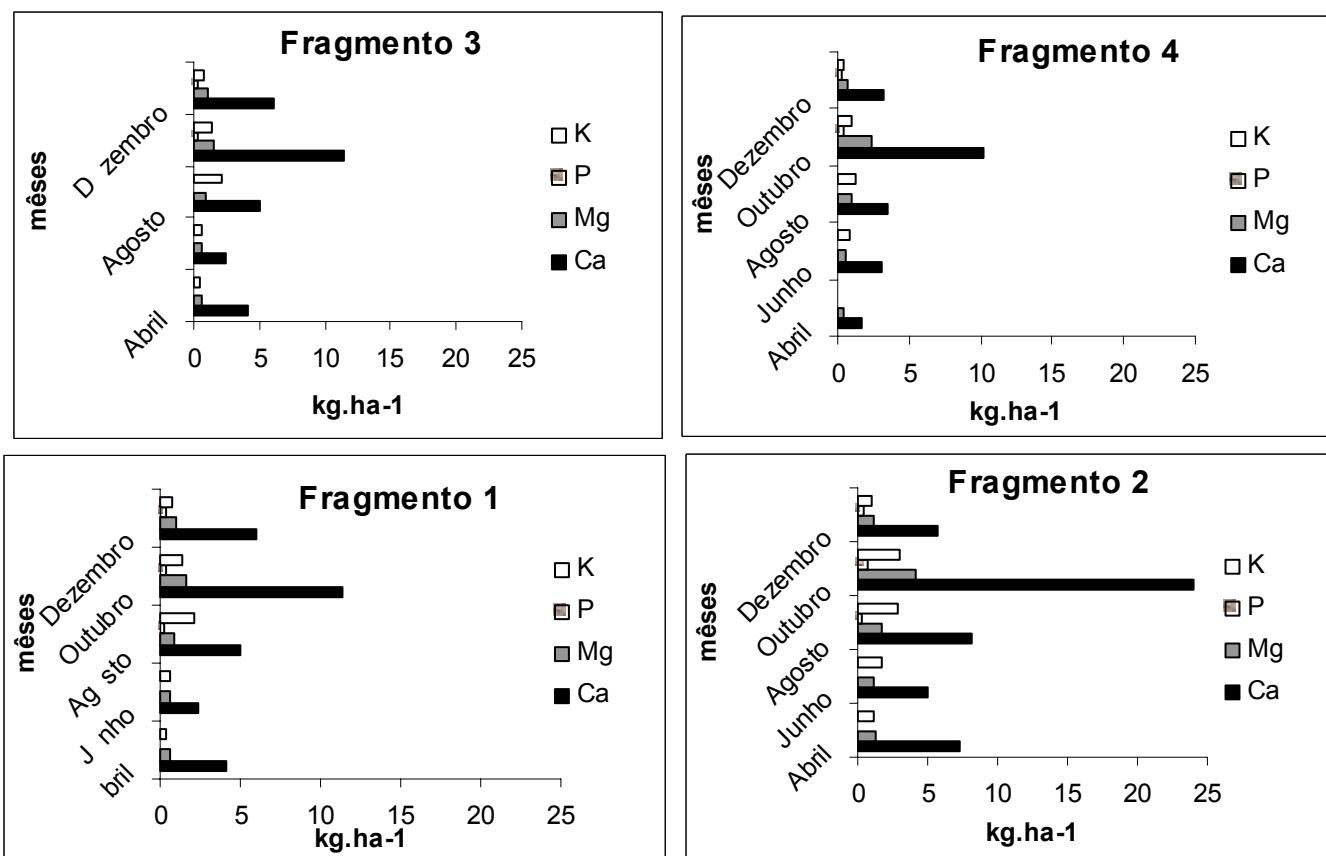


Figura 8. Estoque mensal de Ca, Mg, P e K na serrapilheira dos fragmentos florestais no ano de 2005, na região de Teresópolis, Rio de Janeiro. Fragmento 1 (F1)= 23 ha; fragmento 2 (F2)= 8 ha; Fragmento 3 (F3)= 3,2 ha e Fragmento 4 (F4)= 62 ha.

Considerando isoladamente os elementos, o Ca e o K foram os mais abundantes na serrapilheira dos fragmentos estudados, vindo em seguida o Mg e o P (Figura 8).

Estudo de ciclagem de nutrientes desenvolvido em floresta tropical úmida do Panamá (GOLLEY, op. Cit.), encontrou a maior devolução de Ca, Mg e K na deposição de serrapilheira. Sabe-se que o Ca, Na e o Mg são os elementos em maior concentração no complexo de troca do solo (LYON & BUCKMAN, 1949).



Na análise de similaridade houve a formação de dois grupos distintos em relação ao estoque de nutrientes (Figura 9). Os fragmentos F1, F3 e F4 apresentaram maior similaridade, sendo distintos do F2. Uma das potenciais causas pode ser o maior aporte de serrapilheira no F2, uma vez, que a quantidade de Ca, Mg, P e K foram correlacionadas significativamente com o aporte total de biomassa, confirmando dados citados por Golley (1978).

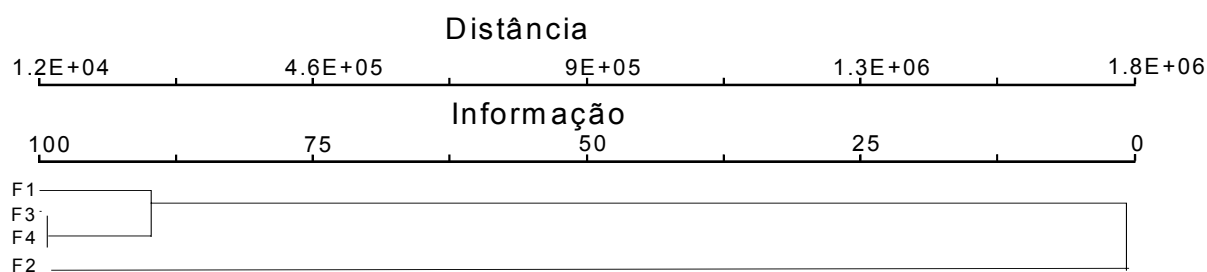


Figura 9. Dendrograma resultante de análise de agrupamento em relação ao estoque de nutrientes (Ca, Mg, K e P) em fragmentos florestais (F1, F2, F3 e F4), na região de Teresópolis, Rio de Janeiro.

Apenas o Mg ( $r^2 = 0,92$ ;  $p < 0,01$ ) e o K ( $r^2 = 0,93$ ;  $p < 0,01$ ) apresentaram tendência a respostas em relação ao tamanho do fragmento (Figura 10). Quando se observam os padrões de curvas obtidas, os fragmentos de tamanho médio (F2 com 8 ha; F1 com 23 ha) apresentaram valores mais altos, enquanto F3 (3,2 ha) e F4 (62 ha) os mais baixos, não diferindo entre si significativamente pelo teste de Tukey. Apesar do aparente contra-senso, em relação ao maior e o menor fragmento terem

comportamento semelhante, ambos apresentam uma característica que os torna semelhantes: o grau de degradação. GONDIM (2005) estudando estas mesmas áreas de estudos constatou que, tanto o fragmento F3 quanto a vertente estudada no F4, apresentaram características de degradação semelhante, com alta presença de espécies arbóreas invasoras, trepadeiras, cipós e clareiras, sendo ambos distintos de F1 e F2, os quais foram considerados similares em relação aos indicadores ambientais testados pelo autor. Por outro lado, a deposição total de serrapilheira ( $r=0,65$ ;  $p < 0,01$ ) também apresentou padrão semelhante sendo altamente correlacionada com os teores de Mg ( $r=0,93$ ) e K ( $r=0,93$ ). Desta forma, pode-se sugerir que os teores de Mg e K podem ter sido mais influenciados pelo estágio de degradação e pelos totais aportados de serrapilheira, ou outros fatores não analisados, do que pelo tamanho em si do fragmento. O mesmo pode-se considerar em relação à quantidade total de material de serrapilheira depositada nas áreas estudadas, com menores valores nas mais degradadas (F3 e F4).

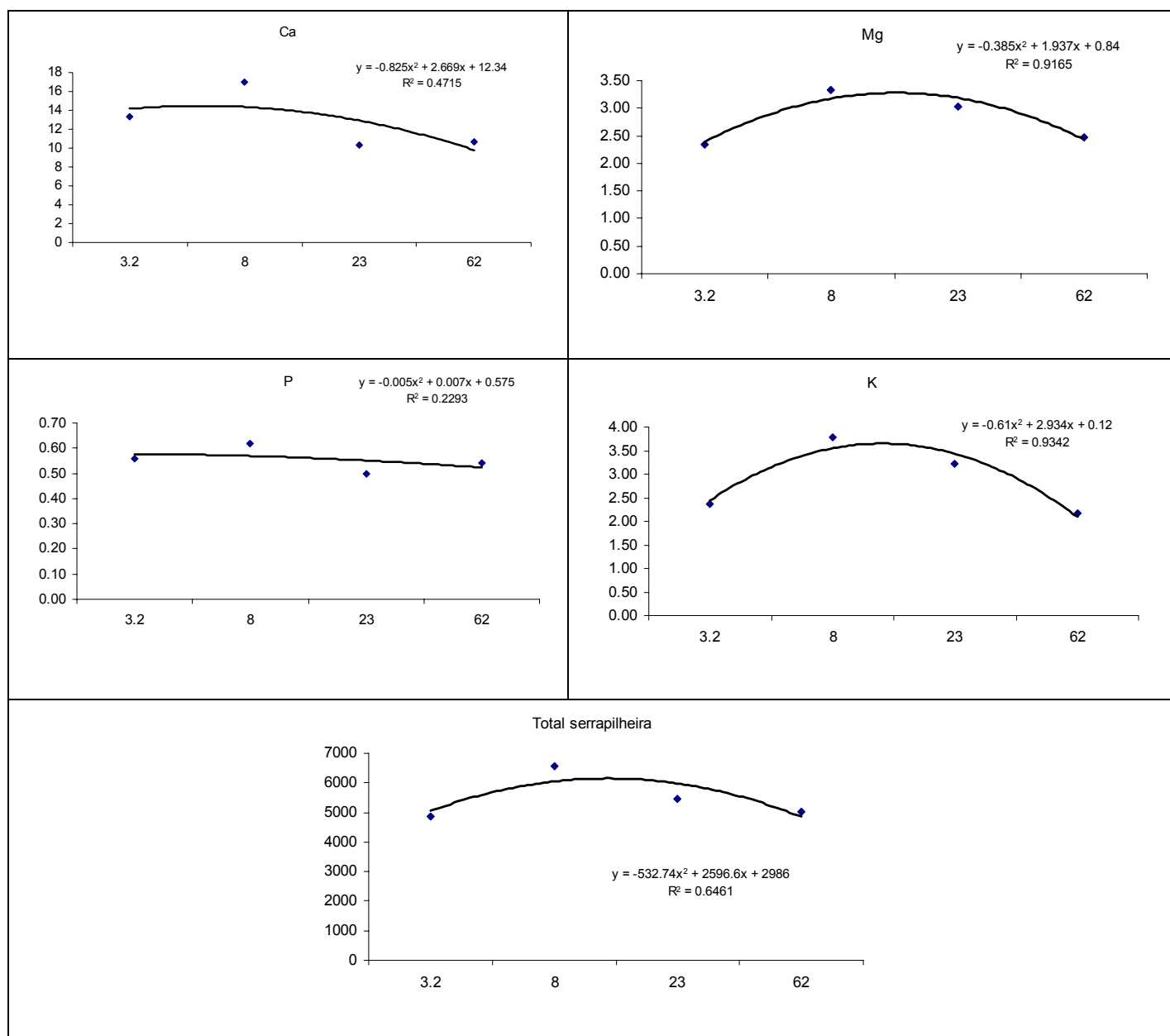


Figura 10: Resposta em relação ao tamanho do fragmento e a quantidade de nutrientes devolvidos na região de Teresópolis, Rio de Janeiro.

#### 4. CONCLUSÃO

A deposição de serrapilheira apresentou padrões sazonais, quando aportou maior quantidade de material na transição do período seco início do período das chuvas.

A produção total de serrapilheira encontrada nos fragmentos não variou em função do tamanho dos fragmentos, possivelmente pela estabilização das fontes de distúrbios, uma vez que, os fragmentos não apresentaram efeitos de bordas, comportando similarmente quanto ao gradiente da borda para o interior do fragmento.

O estoque de nutrientes via deposição de serrapilheira mostrou-se muito variável entre os meses e as áreas, apresentando maior valor de Ca e K no material aportado.

A semelhança na devolução de nutrientes entre o maior fragmento (F4) e o menor (F3), pode ter sido mais influenciada pelo estágio de degradação e pelos totais aportados de serrapilheira, ou outros fatores não analisados, do que pelo tamanho em si do fragmento.

A fertilidade das áreas mostra-se influenciada pelo histórico de uso destas áreas, a estrutura e composição da vegetação local, a capacidade produtiva do sitio, quanto ao volume de serrapilheira produzido e o conteúdo de nutrientes deste compartimento transferido para o solo. Neste contexto, a

floresta participa de maneira decisiva na melhoria e manutenção da fertilidade do solo.

A serrapilheira por apresentar grandes variações no volume aportado em estudos feitos para a comparação entre e dentro de diferentes tipologias florestais, não apresenta-se como um bom indicador. Nesta linha de pesquisa de indicadores, a serrapilheira apresenta-se como potencial indicador de sitio, refletindo o conjunto de atributos físicos e biológicos daquele local específico aonde se desenvolveu os estudos.

## 5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABER, J.D & MELILO, J.M. **Terrestrial ecosystems**. Reinhart & Wintson, Inc. Orlando, FL. USA. 1991, 428p.

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.** Dissertação (Mestrado em - ciências ambientais e florestais), Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro.

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** 42: p.149-170, 1988.

BIERREGAARD, R.O; LOVEJOY, T.E; KAPOS, V; SANTOS, A.A; HUTCHINGS, R.W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioScience** 42(11), p. 859-866, 1992.

BLOCKHUS, J. L., DILLENBECK, M., SAYERS J., AND WEGGE, P. **Conserving Biological Diversity in Managed Tropical Forests.** Gland, Switzerland: IUCN. 1992.

BRAY, J.R.; GHORAN, E. Litter production in forest of the world. **Advances Ecology of Research**, v.2, p.101-157, 1964.

CÂMARA, I. G. & COIMBRA-FILHO, A.F., 2000, **Proposta para uma política de conservação ambiental para o estado do Rio de Janeiro.** In: H. G. Bergalho, C.F.D. Rocha, M.A.S. Alves & M. Van Sluys (orgs.), **A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro.** P. 137-143. Editora da universidade do estado do Rio de Janeiro (EdUerj), pp. 75-78.

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.

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**, 13: 709-725. 1997.

DELITTI, W.B.C. 1984. **Aspeustos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na Mata Ciliar, no Campo Cerrado e na Floresta implantada de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* (Mogi-Guaçu, SP)**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, USP, 297p.

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, n.11-26, 1997.

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.

EMBRAPA/CNPS. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, RJ. 1997.212p.

FASSBENDER, H. W.; GRIMM, U. Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. II - Producción y descomposición de los residuos vegetales. **Turrialba**, San José, v. 31, n. 1, p. 39-47, ene/mar. 1981.

FIGUEIREDO FILHO, A., MORAES, G.F., SCHAAF, L.B. e FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição de serrapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, santa Maria, v.13, n.1, p.11-18. 2003.

FREIRE, Marcello. **Chuva de sementes, banco de sementes do solo e deposição de serrapilheira como bioindicadores ambientais**. Seropédica: UFRRJ, 2006. 69p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza).

FONSECA, G. A B. The vanishing Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, v. 34: p. 17-34, 1985.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2001, **Atlas dos remanescentes florestais do Rio de Janeiro**.

GOLLEY, F.B. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo, ed. Da Universidade de São Paulo, 1978.



Gondim, F.R. **Aporte de serrapilheira e chuva de sementes como bioindicadores de recuperação ambiental em fragmentos da floresta atlântica. Seropédica. RJ. 2005. 83 p.** Dissertação (Mestrado em - ciências ambientais e florestais), Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro.

HAAG, H. P. A nutrição mineral e o ecossistema. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1987.p.49-52.

INPE. **Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados do Domínio da Mata Atlântica.** SOS Mata Atlântica e Instituto de Pesquisas Espaciais. São Paulo, 1989.

KAGEYAMA, P. & GANDARA, F. Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série técnica IPEF.**v. 12, n. 32, p. 65-70, dez. ESALQ/USP. 1998.

KÖNIG, F.G., BRUN, E.J., SCHUMACHER, M.V. e LONGHI, S.L. Devolução de nutrientes via serrapilheira em um fragmento de Floresta estacional Decidual no município de Santa Maria, RS. **Brasil Florestal,** n.74, p. 45-51. 2002.

Kurtz, B.C. & Araújo, D.S.D. 2000. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 51(78/115): 69-112.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, Rima artes e textos. 531 p. 2000.

LEITÃO FILHO, H. F. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, v.16, p. 197-206, 1987.

**LEITÃO-FILHO, H.F.** (Ed.) Matas ciliares. São Paulo: EDUSP, cap15.1, p.235-247. 2000.

LOPES, M. I. S., DOMINGOS, M., STRUFFALDI-DE VUONO, Y. **Ciclagem de nutrientes minerais**. In: SYSLVESTRE, L. S. & ROSA, M. M. T. **Manual metodológico para estudos botânicos na mata atlântica**. EDUR - UFRRJ, Seropédica, RJ, p.72-102. 2002.

LYON, T. L. & BUCKMAN, O. H. **The nature and properties of soils**. 4 ed. New York: Macmillan Co., 1949.

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** 67:345-366, 1997.

MOREIRA, P.R. & SILVA, O.A. Produção de serapilheira em área reflorestada. **Rev. Árvore**, vol.28, n.1, p.49-59, Fev. 2004.

MORELLATO, L.P.C. Nutrient cycling in two south-east brazilian forests I- Litterfall and litter standing crop. **Journal Tropical Ecology**, v. 8, p.205-205, 1992.

MORELLATO, L.P.C., TALORA, D.C., TAKAHASI A., BENCKE C.C., ROMERA E.C. & ZIPPARRO V.B. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: A comparative study. **Biotropica** 32: 811-823

MORI, S. A.; BOOM, B. M.; PRANCE, G.T. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest species. **Brittonia** v.33(2), p.233-245, 1981.

MYERS, N., MITTERMELER, R.A., MITTERMELER, C., FONSECA, G. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, 24. 2000.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 434 p. 1988.

OLIVEIRA, R. R.; LACERDA, L. D. Produção e composição química da serapilheira na floresta da Tijuca (RJ). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 16, n. 1, p. 93-99, 1993.

OLIVEIRA, R.E. **Aspectos da dinâmica de um fragmento florestal em Piracicaba** . SP: silvigênese e ciclagem de nutrientes. 1997. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciências/ Ciências Florestais) . Escola Superior de Agricultura .Luiz de Queiroz., Piracicaba, 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.

PORTES, M.C; KOEHLER, A; GALVÃO, F. Variação sazonal da decomposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do anhangava - PR. **Floresta** 26 (1/2):3-10, 1996.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Folhas SF 23/24. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro-Vitória, v. 32, 775p.1983.

RDOMA - Rede de ONGs Mata Atlântica. **Dossiê Mata Atlântica**. 409p., 2001.

ROCHA, C.F.D., VAN SLUYS, M.A.S. & BERGALLO, H. G., 2001<sup>a</sup>, **Corredores de vegetação e sua importância em propostas de reflorestamentos no Estado do Rio de Janeiro**. IQM-Verde, Fundação Cide, Centro de Informações e dados do Rio de Janeiro. CD-ROM.

RODRIGUES, E. **Edge effects on the regeneration of forest fragments in south Brazil**. Tese de doutorado submetido ao Department of Organismic and Evolutionary Biology, Harvard University, 1998.

RODRIGUES, R.R. & GANDALFI, S. **Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares**. In: RODRIGUES, R.R. & SAMPAIO, E.V.S.B., NUNES, K.S. e LEMOS, E.E.P. Ciclagem de nutrientes na mata de dois irmãos (Recife - PE) através da queda de material vegetal. **Pesq. Agropec. Bras.**, 23 (10): 1055-1061. 1988.

SANTOS, S.L. e 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.

Sizer, N. (2000), "**Perverse Habits: The G8 and Subsidies that Harm Forests and Economies. Forest Frontiers Initiative**", World Resources Institute: Forest Notes (June 2000). World Resources Institute, Washington DC.

SCARIOT, A., 1996, **The effects of rain Forest fragmentation on the palm communit in central Amazonia**. Tese de Doutorado, Depto. Ecology, Evolution and Marine Science, University of california, Santa Barbara.

SHELLAS, 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.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A., et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. Ed. ver. E ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 174p: il 1995.

UNESCO. Paris, França. **Tropical forest ecosystems: a state of knowledge.** Paris, UNEP/FAO, 1978. p. 233-288. (Natural Resources Research XIV)

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.

VIANA, V. M., TABANEZ A. J., AGUIRRE. J. Recuperação e manejo de fragmentos florestais naturais. In: **Anais do II Congresso Nacional sobre Essências Nativas.** 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 **Forest Patches in a Tropical Landscapes.** Part II: Regional Landscapes Chapter 8, 151-167, 1996.

Zar, J. H. 1999. **Biostatistical analysis.** 4th. ed. Prentice-Hall, New Jersey.