

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Influência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes  
e nos atributos do solo, em áreas da Floresta Nacional  
Mário Xavier, Seropédica, RJ.**

**Milton Marques Fernandes**

**2005**



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

**INFLUÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL NA  
CICLAGEM DE NUTRIENTES E NOS ATRIBUTOS  
DO SOLO, EM ÁREAS DA FLORESTA NACIONAL  
MÁRIO XAVIER, SEROPÉDICA, RJ**

**MILTON MARQUES FERNANDES**

**Sob a Orientação do Professor**

**Luís Mauro Sampaio Magalhães**

*e co-orientação do Professor*

**Marcos Gervasio Pereira**

Tese submetida como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
**Mestre** em Ciências Ambientais e  
Florestais, Área de Concentração em  
Conservação da Natureza

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2005

634.956

F363i

T

Fernandes, Milton Marques, 1973-

Influência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes e nos atributos do solo, em áreas da Floresta Nacional Mário Xavier, Seropédica, RJ / Milton Marques Fernandes. - 2005.

85f. : il.

Orientador: Luís Mauro Sampaio Magalhães.

Dissertação(mestrado)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas.

Bibliografia: f.76-85.

1. Reflorestamento - Seropédica, RJ - Teses. 2. Litteria(Entulho) - Seropédica, RJ - Teses. 3. Solos - Degradação - Seropédica, RJ - Teses. I. Magalhães, Luís Mauro Sampaio, 1956- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas. III. Título.

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

MILTON MARQUES FERNANDES

Dissertação submetida ao curso de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Conservação da Natureza, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Ciências Ambientais e Florestais.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/02/2005

---

Luís Mauro Sampaio Magalhães. Prof.Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Rogério Ribeiro Oliveira. Prof.Dr. PUC-RIO

---

Alexander Silva de Resende, Dr. EMBRAPA-Agrobiologia

Aos meus pais, meus irmãos, meus sobrinhos,  
aos amigos das horas boas e ruins.

Aos meus orientadores  
Luís Mauro Sampaio Magalhães  
e Marcos Gervasio Pereira

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A minha família que sempre me apoiou em tudo inclusive nos momentos difíceis. Ao Professor Luís Mauro Sampaio Magalhães pelos seus conselhos e orientação ao longo desta dissertação.

Em especial ao amigo Marcos Gervasio Pereira por toda paciência e entusiasmo por este trabalho e também pelo carinho com que me acolheu em seu laboratório, não existe palavra que possa exprimir minha gratidão.

A Professora Lúcia Helena Cunha dos Anjos, por todo apoio e carinho que me tratou nestes dois anos de mestrado, e por ter feito enxergar a minha paixão pela Ciência do solo.

Em especial ao amigo/irmão Roberto Josino de Brito pela ajuda inestimável durante as coletas de solo e fauna, por seu companheirismo e amizade e acima de tudo pela sua humildade e gentileza.

A amiga Adriana da Fonseca Martinho pelo apoio na triagem da fauna e pelo convívio e amizade.

Ao mingau Mor Rômulo (Rominho), ao mingau clubber Adriano e o mingau pão de queijo Lucas pelo trabalho pesado da dissertação valeu mesmo o apoio. E também ao amigo Wagner. As amigas Priscila, Gabi e a Samara. A amiga Thais, pelo incentivo e entusiasmo.

Aos amigos do Departamento de Solos, Aderson (Didi), Arcangelo, Ademir, Ademar, Luciano (Dionísio), Karlos, Felipe Brasil, Flavinho, Deivid.

Aos amigos do 49 Julia, Tatiara, Ari (mestre), Luciana, (Pitarelli), Fabio (Olhão), Ildomar, Fabio (Didi), Tatiara (Didi), Marcele e Rodrigo (Marcele).

Ao grande amigo Alexandre Ravelli Neto pelas conversas e agradável companhia.

Ao Professor Roberto Carlos Costa Lelis, e ao Curso de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, sem me esquecer da professora Silvia Regina Goi. Ao Curso de Pós Graduação em Ciência do Solo pelo apoio. Ao Professor Ricardo Valcarcel pelas disciplinas e conselhos.

Ao Professor Heber dos Santos Abreu pelas orientações nas análises da serrapilheira.

À CAPES, pela concessão da bolsa e a FAPERJ pela bolsa de apoio ao projeto.

De tudo, ao meu amor serei atento  
Antes, e com tal zelo, e sempre, e tanto  
Que mesmo em face do maior encanto  
Dele se encante mais meu pensamento.

Quero vivê-lo em cada vão momento  
E em seu louvor hei de espalhar meu canto  
E rir meu riso e derramar meu pranto  
Ao seu pesar ou seu contentamento.

E assim, quando mais tarde me procure  
Quem sabe a morte, angústia de quem vive  
Quem sabe a solidão, fim de quem ama

Eu possa dizer do meu amor (que tive):  
Que não seja imortal, posto que é chama  
Mas que seja infinito enquanto dure.

**Vinicius de Moraes**

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO   | 1  |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA  | 2  |
| 2.1. Ciclagem de nutrientes   | 2  |
| 2.2. Deposição da serrapilheira em ecossistemas florestais                      | 2  |
| 2.3. Decomposição da serrapilheira em ecossistemas florestais                   | 4  |
| 2.4. Fauna do solo  | 5  |
| 2.5. Biomassa microbiana e respiração do solo                                   | 6  |
| 2.6. Influência da cobertura vegetal nas características dos solos              | 7  |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS   | 9  |
| 3.1. Meio Físico  | 9  |
| 3.1. Localização  | 9  |
| 3.2.1. Clima  | 9  |
| 3.2.2. Geomorfologia  | 10 |
| 3.2.3. Geologia   | 10 |
| 3.2.4. Solos  | 10 |
| 3.2.5. Vegetação  | 11 |
| 3.2.6. Histórico e unidades de estudo   | 11 |
| 3.3. Métodos analíticos   | 16 |
| 3.3.1. Avaliação da fertilidade do solo e propriedades físicas                  | 16 |
| 3.3.2. Quantificação do material formador da serrapilheira                      | 17 |
| 3.3.3. Caracterização química da serrapilheira                                  | 17 |
| 3.3.4. Determinação da fauna do solo  | 19 |
| 3.3.5. Determinação da evolução de CO <sub>2</sub> e respiração total acumulada | 19 |
| 3.3.6. Determinação da biomassa microbiana                                      | 20 |
| 3.3.7. Avaliação da taxa de decomposição  | 21 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO   | 22 |
| 4.1. Fertilidade do solo e propriedades físicas                                 | 22 |
| 4.1.1. Propriedades físicas   | 22 |
| 4.1.2. Fertilidade do solo  | 24 |
| 4.2. Material formador da serrapilheira   | 26 |
| 4.2.1. Deposição de material formador da serrapilheira                          | 26 |
| 4.2.2. Características químicas do material formador da serrapilheira           | 33 |
| 4.3. Fauna do solo  | 35 |
| 4.3.1. Temperatura e umidade do solo  | 35 |
| 4.3.2. Grupos Taxonômicos   | 36 |
| 4.3.3. Grupos Funcionais  | 39 |
| 4.3.4. Índices de Diversidade, Uniformidade e Riqueza                           | 40 |
| 4.3.5. Atividade da Fauna do solo   | 42 |
| 4.3.6. Variações da Composição relativa   | 43 |
| 4.3.7. Composição relativa dos grupos taxonômicos                               | 43 |
| 4.4. Evolução de CO <sub>2</sub>  | 47 |
| 4.5. Biomassa microbiana  | 48 |
| 4.6. Decomposição do material formador da serrapilheira                         | 50 |
| 5. CONCLUSÕES   | 58 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS   | 59 |



## ÍNDICES DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1: Espécies florestais de porte arbóreo da floresta sucessão secundária espontânea   | 13 |
| Tabela 2: Espécies florestais de porte arbóreo do plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural   | 14 |
| Tabela 3: Espécies florestais de porte arbóreo do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural   | 15 |
| Tabela 4: Densidade do solo (Ds), densidade das partículas (Dp) e volume total dos poros (VTP) de amostras superficiais (0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade) das áreas de floresta sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural  | 24 |
| Tabela 5: Teores médios de nutrientes da análise de fertilidade dos solos nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural  | 25 |
| Tabela 6: Quantidade de Polifenóis, Lignina, Suberina, Tanino, Holocelulose, Lignina/N, Lignina+Polifenóis/N e C/N em g por Kg de matéria seca de serrapilheira das áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural   | 34 |
| Tabela 7: Conteúdo sazonal de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da serrapilheira das áreas floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural nas estações primavera (Pri), Verão (Ver), Outono (Out) e Inverno (Inv) em quilograma por hectare (kg. ha <sup>-1</sup> ) | 35 |
| Tabela 8: Quantidade anual de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da serrapilheira das áreas floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural em Tonelada por hectare ano (t. ha <sup>-1</sup> . ano)   | 35 |
| Tabela 9: Temperatura e umidade do solo no período de instalação dos “pitt fall” nas áreas floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural  | 36 |
| Tabela 10: Número e porcentagem de indivíduos coletados na floresta sucessão secundária espontânea. Somatório de quatro estações (primavera + verão + Outono + Inverno) por grupos taxonômicos  | 36 |

|  |    |
|--|----|
| Tabela 11: Número e porcentagem de indivíduos coletados no plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural . Somatório de quatro estações (primavera + verão + Outono + Inverno) por grupos taxonômicos_____   | 37 |
| Tabela 12: Número e porcentagem de indivíduos coletados no plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural. Somatório de quatro estações (primavera + verão + Outono + Inverno) por grupos taxonômicos_____  | 38 |
| Tabela 13: Número e porcentagem de indivíduos coletados na floresta sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural para os diferentes grupos funcionais. Somatório de quatro estações (primavera + verão + Outono + Inverno)_____ | 40 |
| Tabela 14: Biomassa microbiana, Respiração total acumulada e quociente metabólico (q CO <sub>2</sub> ) da floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural _____  | 50 |

## ÍNDICES DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Valores das precipitações mensais do período de outubro de 2003 a setembro de 2004. Dados obtidos na estação meteorológica PESAGRO-Seropédica/RJ  | 9  |
| Figura 2: Valores de temperaturas médias mensais do período de outubro de 2003 a setembro de 2004. Dados obtidos na estação meteorológica PESAGRO-Seropédica/RJ   | 10 |
| Figura 3: Vista parcial da Floresta sucessão secundária espontânea  | 11 |
| Figura 4: Vista parcial da área de plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpinifolia</i> ) seguido de regeneração natural  | 15 |
| Figura 5: Vista parcial da área de plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural  | 16 |
| Figura 6: Vista do coletor utilizado para coleta de material formador da serrapilheira  | 17 |
| Figura 7: Vista frontal da armadilha do tipo “pitt fall” antes da instalação  | 19 |
| Figura 8. Granulometria de amostras superficiais (0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade) das áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá e de andiroba   | 23 |
| Figura 9: Total de material formador da serrapilheira nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpinifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural   | 27 |
| Figura 10: Total do material decíduo adicionado nas estações primavera, verão, outono e inverno nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpinifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural | 28 |
| Figura 11: Total do material decíduo adicionado mensalmente nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpinifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural                                     | 29 |
| Figura 12: Total do material decíduo adicionado e precipitação mensal na área de floresta sucessão secundária espontânea (FS)   | 30 |
| Figura 13: Total do material decíduo adicionado e precipitação mensal na área de plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpinifolia</i> ) seguido de regeneração natural  | 31 |
| Figura 14: Total do material decíduo adicionado e precipitação mensal na área de plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpinifolia</i> ) seguido de regeneração natural  | 32 |
| Figura 15: Frações do material decíduo nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá e de andiroba, durante o período de estudo   | 33 |
| Figura 16: Índices de diversidade de Shannon (H) nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá e do andiroba  | 41 |
| Figura 17: Índices de diversidade de Pielou (U) nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpinifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural   | 41 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 18: Índices de Riqueza de grupos (R) nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural  | 42 |
| Figura 19: Atividade da fauna (Indivíduo/armadilha/dia) nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural  | 43 |
| Figura 20: Composição relativa dos grupos taxonômicos de maior ocorrência na área de floresta sucessão secundária espontânea em todas as estações estudadas  | 44 |
| Figura 21: Composição relativa dos grupos taxonômicos de maior ocorrência na área de plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural em todas as estações estudadas  | 45 |
| Figura 22. Composição relativa dos grupos taxonômicos de maior ocorrência na área de plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural em todas as estações estudadas  | 46 |
| Figura 23: Taxa de evolução de CO <sub>2</sub> do solo+serrapilheira retirado das áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural                                      | 48 |
| Figura 24: Percentual remanescente de folheto na avaliação da decomposição realizada pelo método dos “litter bags” das áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural | 51 |
| Figura 25: Curva exponencial com coeficiente de regressão na avaliação de decomposição realizada pelo método dos “litter bags”, da área de floresta sucessão secundária espontânea (FS)  | 51 |
| Figura 26: Curva exponencial com coeficiente de regressão na avaliação de decomposição realizada pelo método dos “litter bags”, da área de plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural   | 52 |
| Figura 27: Curva exponencial com coeficiente de regressão na avaliação de decomposição realizada pelo método dos “litter bags”, da área de plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural   | 52 |
| Figura 28: Teor de nitrogênio das áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural  | 54 |
| Figura 29: Teor de fósforo das áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural   | 56 |
| Figura 30: Teor de potássio das áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá ( <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ) seguido de regeneração natural e do plantio de andiroba ( <i>Carapa guianenses</i> ) seguido de regeneração natural  | 58 |

## RESUMO

FERNANDES, Milton Marques. **Influência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes e nos atributos do solo, em áreas da Floresta Nacional Mário Xavier, Seropédica, RJ.** Seropédica: UFRRJ, 2005. 69p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características do solo, o aporte de serrapilheira, a fauna edáfica, ciclagem microbiana e a taxa de decomposição da serrapilheira em áreas de floresta sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá seguido de regeneração natural e um plantio de andiroba seguido de regeneração natural. Foram avaliados Ca, Mg, C, Al, P, K e Na do solo. Para avaliação do material formador da serrapilheira foram instalados 10 coletores cônicos em cada área durante 1 ano. Foi feita a quantificação dos macronutrientes (N, P e K). Também foram determinados os teores polifenóis, lignina, suberina, tanino e holocelulose. A fauna do solo foi coletada com armadilhas do tipo “pit fall” com 10 armadilhas por área em cada estação climática. Foram coletadas amostras na camada de 0-5 cm e a biomassa microbiana determinada pelo método fumigação-extração. Estudou-se a decomposição em condições de laboratório através da evolução de CO<sub>2</sub>. A avaliação da taxa de decomposição foi feita utilizando-se o método dos “litter bags”, que foram dispostos aleatoriamente sobre o piso florestal. As áreas de plantio de sabiá e de plantio de andiroba apresentaram maiores teores de carbono orgânico, fósforo e menores teores de alumínio que a área de floresta secundária. A área de plantio de andiroba aportou a maior quantidade de serrapilheira 9,20 t. ha<sup>-1</sup> por ano. A área de plantio de sabiá aportou de 9,06 t. ha<sup>-1</sup> por ano e a área de floresta sucessão secundária espontânea 7,63 t. ha<sup>-1</sup> por ano. A serrapilheira das áreas de plantio de sabiá e do plantio de andiroba foram mais ricas em nitrogênio e fósforo que a área de floresta sucessão secundária espontânea. Os grupos taxonômicos Collembola e Formicidae foram os mais abundantes nas três áreas estudadas respondendo por mais de 70% dos grupos encontrados. O maior quantidade de biomassa microbiana associada a uma menor respiração total acumulada da área de floresta secundária supoe que esta biomassa tenha um papel diferenciado em relação as outras áreas servindo como uma importante reserva de nutrientes. A velocidade de decomposição da serrapilheira foi maior nas áreas de plantio de sabiá e andiroba pode ter sido influenciado pelo maior conteúdo de nitrogênio na serrapilheira que e constituído de material proveniente principalmente de espécies leguminosas florestais. O fósforo foi o nutriente que apresentou maior velocidade de liberação.

**Palavras chave:** Serrapilheira, Deposição, Decomposição

## ABSTRACT

FERNANDES, Milton Marques. **Influence of the vegetable covering in the ciclagem of nutrients and in the attributes of the soil, in areas of the National Forest Mário Xavier, Seropédica, RJ.** Seropédica: UFRRJ, 2005. 69p. (Dissertation, Masters degree in Environmental and Forest Sciences)

The object of this work was to evaluate soil characteristics, litter production, soil fauna, cycles and the rate of litter decomposition in tree different areas: a secondary forest, *Mimosa caesalpiniiifolia* plantation (sabiá), followed by natural regeneration and *Carapa guianenses* plantation (andiroba), followed by natural regeneration, located in the district of Seropédica-RJ. It was appraised Ca, Mg, C, Al, P, K and Na of the soil. For evaluation of litter composition, 10 conical collectors were installed in each area in September of 2003. The material was collected during various seasons until September of 2004. After the collection the material was separated in leaves, branches, flowers, seeds, peels and others. They were analyzed for N, P, K and the levels of poliphenois, lignin, suberin, tannin and holocelulose. The fauna of the soil was studied with traps of the type "pit-fall" with 10 traps by area in each season, during 7 days. The individuals were separated and identified. Samples were collected in the layer of 0-5 cm and the microbial biomass was investigated by the method fumigação-extraction. The decomposition was studied in vitro through the evolution of CO<sub>2</sub>. The evaluation of the decomposition rate was made using the method of the "litter bags ", that were disposed on the forest floor. The areas of sabiá planting followed by natural regeneration and andiroba planting followed by natural regeneration presented higher levels of carbon in the layer of 0-5 cm and of phosphorus in 0-5, 5-10 and 10-20 cm layers, in comparison with area of forest spontaneous secondary succession. The area of andiroba plantation (*Carapa guianenses*) followed by natural regeneration contributed with the largest amount of litterfall (9,20 t. ha<sup>-1</sup> year). The area of sabiá plantation (*Mimosa caesalpiniiifolia*) followed by natural regeneration presented MFS of 9,06 t. ha<sup>-1</sup> year and the area of forest spontaneous secondary succession 7,63 t. ha<sup>-1</sup> year. The litter of the areas of sabiá plantation (*Mimosa caesalpiniiifolia*) followed by natural regeneration and of the andiroba plantation (*Carapa guianenses*) followed by natural regeneration were richer in nutrients than the area of forest spontaneous secondary succession. The area of sabiá plantation (*Mimosa caesalpiniiifolia*) followed by natural regeneration presented larger proportion of the saprophytes group which suggests a larger decomposition speed. The area of sabiá plantation (*Mimosa caesalpiniiifolia*) followed by natural regeneration presented larger speed of liberation of CO<sub>2</sub> and the smallest microbial biomass what it can be caused by the use of the microbial biomass as source of nutrients for the vegetation. The andiroba plantation (*Carapa guianenses*) followed by natural regeneration and the sabiá plantation (*Mimosa caesalpiniiifolia*) followed by natural regeneration presented a similar litter decomposition. The liberation of P and K during the decomposition process had a similar behavior among the areas.

**Key Words:** Litter, Litter fall, Decomposition

## 1 INTRODUÇÃO

Entre os processos ecológicos essenciais ao ecossistema se destaca a ciclagem de nutrientes. A ciclagem de nutrientes compreende a trajetória dos elementos vitais ao ecossistema através de processos interconectados de forma que os recursos nutricionais estabelecem uma trajetória cíclica.

A ciclagem de nutrientes envolve mecanismos como a queda de resíduos senescentes da parte aérea das plantas por ação de ventos e chuvas (deposição física) formando uma camada na superfície do solo denominada de serrapilheira. Esta camada pode apresentar diferentes níveis de decomposição.

A deposição e decomposição/mineralização da serrapilheira promovem modificações nos atributos do solo, além de contribuir para o aumento dos nutrientes nas camadas superficiais.

Os padrões de deposição de serrapilheira são importantes indicadores ecológicos do grau de degradação ou sustentabilidade de ecossistemas florestais. Ecossistemas jovens depositam maior quantidade de serrapilheira devido à presença de espécies florestais pioneiras de ciclo curto, já os ecossistemas maduros apresentam uma menor produtividade com a maior parte da biomassa na própria vegetação.

A velocidade de decomposição da serrapilheira depende da atividade da fauna edáfica na fragmentação da serrapilheira. A presença de substâncias recalcitrantes na serrapilheira como lignina, polifenóis, tanino e ceras ou graxas pode dificultar a atuação dos organismos e na decomposição.

A ciclagem de nutrientes e os atributos do solo são indicadores ambientais que demonstram o grau de degradação e/ou sustentabilidade de um ecossistema. Portanto, o uso desses parâmetros fornece informações sobre a sustentabilidade de áreas de vegetação nativa e de plantios florestais com fins de produção ou revegetação, contribuindo para um manejo mais adequado e sustentável.

Este trabalho tem como principal objetivo avaliar a influência da cobertura vegetal nos atributos do solo e na ciclagem de nutrientes. São objetivos específicos:

Avaliar a influência da floresta de sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural: (1) nos atributos físicos e químicos do solo; (2) no aporte do material formador da serrapilheira; (3) na atividade e diversidade da fauna do solo; (4) na liberação de CO<sub>2</sub> e na biomassa microbiana (5) na taxa de decomposição da serrapilheira.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Ciclagem de nutrientes**

O estudo do processo de ciclagem de nutrientes é realizado com o objetivo de se conhecer o funcionamento de um ecossistema sob o ponto de vista de sua manutenção e estágio sucessional em que este se encontra. Pode ser realizado através da quantificação de nutrientes que entram no ecossistema (importação), dos que saem (exportação), daqueles que permanecem estocados nos diversos compartimentos do ecossistema e dos fluxos de transferência entre esses compartimentos (LOPES et al., 2002).

O compartimento formado pela serrapilheira e pelo solo é o sítio de todas as etapas da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes (CORREIA & ANDRADE, 1999). O papel mais importante da serrapilheira dentro do ecossistema está na manutenção da circulação de nutrientes e a transferência de energia entre solo e planta, funcionando como combustível para os ciclos de nutrientes nos horizontes superiores do solo (OLIVEIRA & NETO, 2001).

A vegetação é a principal responsável pela variabilidade horizontal da serrapilheira, pois quanto mais diversa for comunidade vegetal, mais heterogênea será a serrapilheira em ponto adjacentes. Por outro lado, a heterogeneidade vertical da serrapilheira, ou seja, a sua diferenciação em camadas, é decorrente da velocidade de decomposição, que por sua vez, é determinada por fatores climáticos, edáficos, biológicos, material de origem e a qualidade da serrapilheira (BAYER et al. 1999).

A produção de serrapilheira e a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais constitui a via mais importante do ciclo biogeoquímico (fluxo de nutrientes no sistema solo-planta-solo). Este ciclo, juntamente com o bioquímico (circulação de nutrientes no interior da planta), permite que as árvores da floresta possam sintetizar a matéria orgânica através da fotossíntese, reciclando principalmente os nutrientes em solos altamente intemperizados, onde a biomassa vegetal é o seu principal reservatório (SCHUMACHER, 1998).

### **2.2. Deposição da serrapilheira em ecossistemas florestais**

A produção de serrapilheira e a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais constituem a via mais importante do ciclo biogeoquímico (relação dos nutrientes no sistema solo-planta-solo). Esse ciclo caracteriza-se, no primeiro estágio, pela absorção de nutrientes pelas raízes e por sua distribuição pelas diferentes partes da planta, sendo a taxa de absorção maior no período em que as árvores se encontram em estágio juvenil, o que corresponde ao período de maior produtividade dentro do processo de sucessão (KIMMINS, 1993). Após esse período, os nutrientes são transferidos novamente para o solo, pela deposição de serrapilheira, lixiviação de folhas, ramos e troncos e pela ação da chuva, além do trabalho da fauna herbívora e da dispersão de frutos e sementes (POGGIANI & SCHUMACHER, 2000).

Vários fatores bióticos e abióticos afetam a produção de serrapilheira, tais como: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, decíduosidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo. Dependendo das características de cada ecossistema, um determinado fator pode prevalecer sobre os demais (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003) sendo que a temperatura e a precipitação são os fatores que afetam geralmente com mais intensidade que os demais.

O solo é um sistema aberto e concentra resíduos orgânicos de origem vegetal, animal e os produtos das transformações destes resíduos; a vegetação é a principal responsável pela deposição de materiais orgânicos no solo. O tipo de vegetação e as condições ambientais são fatores que determina quantidade e a qualidade do material que se

deposita no solo, influenciando a heterogeneidade e a taxa de decomposição do material orgânico depositado na superfície (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002).

Uma das etapas mais importantes da ciclagem de nutrientes é a decomposição da manta orgânica sobre o piso florestal (HAAG, 1985). O acúmulo de serrapilheira na superfície do solo é regulado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e por sua taxa de decomposição. Quanto maior a quantidade que cai desse material e quanto menor sua velocidade de decomposição, maior será a camada de serrapilheira. Para que se tenha uma mesma quantidade de serrapilheira sobre o solo ao longo do ano, é necessário que haja uma maior taxa de decomposição dessa camada quando houver uma maior taxa de deposição de material e vice-versa. Nesse contexto, é de grande importância entender os mecanismos que regulam esse processo dinâmico, no qual a entrada de material, através da deposição e a saída ou transformação, via decomposição, acontecem quase que simultaneamente (CORREIA & ANDRADE, 1999).

Fatores como a idade, a densidade de plantio, o estágio sucessional e a espécie estudada, também se relacionam com a intensidade ou magnitude com que as transformações do resíduo vegetal aportado ao solo ocorrem (MESQUITA et al., 1998).

O estudo do fluxo dos nutrientes no ecossistema, isto é, a produção e decomposição da serrapilheira com a conseqüente transferência destes para o ambiente, é essencial para a caracterização dos padrões de ciclagem, pois representa a principal via de retorno de nutrientes e matéria orgânica à superfície do solo (PAGANO & DURIGAN, 2000).

Os ecossistemas de florestas tropicais, via de regra, apresentam produção contínua de serrapilheira no decorrer do ano, sendo que a quantidade produzida nas diferentes épocas depende do tipo de vegetação considerada (LEITÃO-FILHO et al. 1993). Áreas mais perturbadas apresentam um número muito elevado de espécies pioneiras que têm um crescimento rápido, ciclo de vida mais curto, investindo pesadamente na produção de biomassa em um curto espaço de tempo (MARTINS & RODRIGUES 1999). Por outro lado, as áreas menos perturbadas possuem um pequeno número de espécies pioneiras, apresentando menor produção líquida de biomassa (LEITÃO-FILHO et al. 1993). Desta forma, diferenças na produção de serrapilheira entre trechos próximos podem estar relacionadas aos diferentes graus de perturbação que são encontrados dentro de um mesmo tipo florestal (WERNECK et al. 2001). No entanto, dependendo do tipo de manejo formações iniciais podem apresentar alta produção de serrapilheira.

Para atender a necessidade da reposição de vegetação nativa e da restauração de áreas, os estudos sobre a produção de serrapilheira em plantios de recomposição florestal podem constituir uma ferramenta fundamental como indicadores do estágio de conservação e regeneração. A recomposição da vegetação proporciona a formação de uma fonte constante de matéria orgânica pela deposição do material formador da serrapilheira, que recicla nutrientes oriundos do solo ou da atmosfera, contido nos tecidos vegetais (COSTA et al., 1997).

Áreas reflorestadas com essências nativas, no seu início, são classificadas como ecossistemas muito abertos, pois para seu estabelecimento é necessária a adição de nutrientes. Com o passar do tempo, esses reflorestamentos vão se transformando em sistemas pouco abertos, ou seja, vão garantindo condições adequadas para processo de reciclagem de nutrientes. Até que isso aconteça, a ciclagem é baixa e, ou, inexistente (MOREIRA & SILVA, 2004).

RODRIGUES (1998) considera a produção de serrapilheira como um dos importantes indicadores de avaliação e monitoramento das fases posteriores à implantação de florestas, objetivando a restauração de áreas, pois permite avaliar o controle da erosão superficial, bem como todo o processo de dinâmica florestal.

CARPANEZZI (1997) efetuando um exame conjunto de diversos trabalhos sobre plantações com espécies utilizadas em reflorestamentos econômicos e em ecossistemas florestais pouco diversificados, constatou que há um padrão positivo comum de produção de serrapilheira com a idade, até atingir um certo limite, em que a taxa de deposição e o valor máximo de deposição são próprios de cada caso, e, posteriormente, o valor da deposição de folhas estabiliza-se ou diminui lentamente nas espécies dos estádios mais avançados da sucessão ecológica, ou diminui rapidamente para as espécies dos estádios iniciais.

A comparação da produção de serrapilheira entre plantio misto com espécies nativas, outros plantios puros e fragmentos de florestas estacionais semidecíduais de diferentes idades é importante, pois contribui para o conhecimento do equilíbrio nutricional do solo, o que mostra que a ciclagem está presente nas fases posteriores à implantação de florestas, objetivando a restauração de áreas (POGGIANI & SCHUMACHER, 2000).

No caso de plantações florestais, geralmente em solos degradados, a adição de nutrientes pela água da chuva e a ciclagem biogeoquímica têm grande importância na manutenção da produtividade ao longo do tempo (CÂMARA et al, 2000).

Após o fechamento das copas das árvores, grande parte da demanda de nutrientes é atendida através da ciclagem, o que acarreta uma menor dependência em relação aos nutrientes disponíveis no solo. Árvores bem supridas de nutrientes, nos seus primeiros anos de crescimento, armazenam maior quantidade de nutrientes na biomassa e, conseqüentemente, assegura um maior estoque de nutrientes disponíveis ao longo do tempo, através do ciclo bioquímico (POGGIANI & SCHUMACHER, 2000).

O conhecimento do comportamento das espécies em um ecossistema estável, diante das variações sazonais de clima, é primordial para se estabelecer planos e programas de recuperação de áreas degradadas. A importância de se avaliar a produção de serrapilheira está na compreensão dos reservatórios e fluxos de nutrientes nestes ecossistemas, os quais constituem-se na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais. Nos solos altamente intemperizados, assim como nos degradados, a serrapilheira constitui-se na maior fonte de vários tipos de matéria orgânica, sua quantidade e natureza desempenham importante papel na formação e manutenção da fertilidade destes solos e, conseqüentemente, de nutrientes para a flora e fauna do solo degradado. Dada a importância da serrapilheira na auto-sustentabilidade dos ecossistemas florestais, muitos pesquisadores têm conduzido trabalhos sobre a produção e decomposição de serrapilheira e retorno de nutrientes ao solo (GISLER, 1995).

### **2.3. Decomposição da serrapilheira em ecossistemas florestais**

No solo ocorre rápida decomposição inicial de material lábil e, posteriormente, num processo mais lento, de materiais mais resistentes. Essa lentidão pode ocorrer devido ao mecanismo de adsorção, à estabilização de metabólitos e à queda da taxa de biomassa no solo. Enfim, a biodegradação é um processo complexo e multifacetado, envolvendo grande número e variedade de microrganismos do solo. A degradação de diferentes resíduos depende das condições locais e regionais como clima, tipo de solo, vegetação, fauna e microrganismos decompositores. A diversidade bioquímica de substratos macromoleculares indica que os organismos devem possuir amplo espectro de enzimas extracelulares para convertê-los em metabólitos assimiláveis. As propriedades do solo, tais como: argila, pH e a matéria orgânica, tensão de água e aeração atuam como fatores ambientais do processo de decomposição (TAUK, 1990).

SOLLINS et al. (1996) definem a decomposição como sendo a reunião de todos os processos, principalmente a despolimerização e as reações oxidativas, pelos quais moléculas relativamente grandes, tais como as poliaromáticas, carboidratos, lipídios e

proteínas, provenientes tanto de dentro das células quanto as livres no ambiente do solo, são convertidas em moléculas menores, mais simples, como os ácidos carboxílicos, aminoácidos e CO<sub>2</sub>.

As principais transformações que ocorrem durante a decomposição de resíduo e a humificação são a perda de polissacarídeos e componentes fenólicos, modificação das estruturas de lignina, e enriquecimento em estruturas aromáticas não lignínicas recalcitrantes (ZECH et al., 1997). De modo geral, o clima controla o processo de decomposição em escala regional, enquanto a composição química domina o processo em escala local (BERG, 2000).

A velocidade de liberação de nutrientes dos resíduos culturais durante o processo de decomposição depende da localização e da forma em que esses nutrientes se encontram no tecido vegetal. O potássio, que se encontra em componentes não estruturais e na forma iônica no vacúolo das células das plantas (MARSCHNER, 1995), é rapidamente lixiviado logo após o manejo das plantas de cobertura, com pequena dependência dos processos microbianos. No caso do P, cuja maior parte encontra-se na planta associada a componentes orgânicos do tecido vegetal (MARSCHNER, 1995), sua liberação está intimamente ligada ao processo de decomposição pelos microrganismos do solo.

#### **2.4. Fauna do solo**

O solo apresenta uma fauna variadíssima que está disposta, na sua maior parte, nas porções superiores do solo entre 0 a 5 cm de profundidade e na camada de serrapilheira (CASTRO JUNIOR, 1991).

Os invertebrados terrestres atuam juntamente com fungos e bactérias na decomposição da matéria orgânica, participando diretamente da retenção e reciclagem de nutrientes nos ambientes florestais (TEIXEIRA et al. 1998), sendo a decomposição desta matéria vegetal morta, lenta quando há efeitos negativos sobre a mesofauna do solo. A abundância e diversidade de comunidades da fauna do solo são indicadores de qualidade e influenciam as propriedades físicas do solo, bem como a taxa de decomposição e ciclagem de nutrientes (BACHELIER, 1978).

Durante muitas décadas, a grande maioria dos trabalhos envolvia, quase que essencialmente, os microrganismos e sua influência na decomposição e na mineralização da matéria orgânica. Atualmente, sabe-se que, para estudar as interrelações no solo, seja sob sistemas naturais seja sob sistemas antropizados, é necessário integrar conhecimentos sobre os macros e os microrganismos edáficos (LOPES ASSAD, 1995).

Os componentes da macrofauna têm o corpo em tamanho suficiente para romper as estruturas dos horizontes minerais e orgânicos do solo ao se alimentar, movimentar e construir galerias no solo. Minhocas, formigas e cupins são os principais componentes da macrofauna do solo, são considerados como engenheiros do ecossistema (LAVELLE, 1994), influenciando os processos do solo através da escavação e/ou ingestão e transporte de material mineral e orgânico do solo.

Inúmeros são os grupos taxonômicos que compõem a fauna edáfica de invertebrados, e algumas classificações, apoiadas no tamanho e na mobilidade dos organismos, são bem difundidas. Esta divisão classifica os animais em: microfauna (<0,2 mm), mesofauna (0,2-2 mm) e macrofauna (>2 mm). A primeira divisão engloba animais ligeiramente mais móveis que a microflora, como nematóides. A mesofauna é constituída por espécies que se movimentam nos poros do solo, nas fissuras e interface entre a liteira e o solo. A macrofauna constitui animais de grande mobilidade, que exercem papel no transporte de materiais no solo (LOPES ASSAD, 1997).

O conjunto de organismos de um solo é marcado pela sua complexidade, tanto em termos quantitativos quanto em diversidade, podendo ser encontrado em grupos

diferenciados por uma vasta amplitude genética e funcional, diretamente relacionados ao tipo de ambiente ao qual se adaptam. Por sua sensibilidade às modificações que ocorrem no ambiente edáfico, o conjunto da fauna do solo pode ser considerado como um indicador das condições encontradas no solo (DORAN & ZEISS, 2000).

A população desses organismos pode ser influenciada pelo sistema de cultivo, adubação e calagem. O uso de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais parece atuar diretamente sobre a população da fauna do solo. Este efeito é muitas vezes relacionado à permanência de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo. BARROS et al., (2001); LAVELLE et al. (1997) observaram em seu trabalho que a diversidade de macroinvertebrados diminui depois do desmatamento.

## **2.5. Biomassa microbiana e respiração do solo**

A biomassa microbiana é a fração viva da matéria orgânica do solo composta por bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários e algas. Representa pequena parte da fração ativa da matéria orgânica, constituindo apenas 2% a 5% do carbono orgânico do solo (DE LUCA, 1998). De acordo com as condições edafoclimáticas e da qualidade da serrapilheira, a biomassa microbiana pode exercer função catalisadora, de fonte e/ou reserva de nutrientes (PAUL & CLARK, 1996; WARDLE, 1992).

A manutenção da produtividade dos ecossistemas agrícolas e florestais depende, em grande parte, do processo de transformação da matéria orgânica e, por conseguinte, da biomassa microbiana do solo. Esta representa um importante componente ecológico, pois é responsável pela decomposição e mineralização dos resíduos vegetais no solo, utilizando esses materiais como fonte de nutrientes e energia para a formação e o desenvolvimento de suas células, bem como para síntese de substâncias orgânicas no solo (GAMA – RODRIGUES, 1999).

Atributos químicos e físicos são usados para definir a qualidade do solo, em virtude da grande dificuldade de identificação de seus organismos, que podem apresentar mais de 10.000 espécies por grama (TORSVIK et al., 1990) e representar cerca de 85% da biomassa ou 90% do fluxo de CO<sub>2</sub> entre componentes bióticos responsáveis pela decomposição de serrapilheira em florestas decíduas (PAOLETTI & BRESSAN, 1996).

Os microrganismos são fundamentais na ciclagem de nutrientes no solo e no fluxo de energia dos ecossistemas terrestres. Variações nas condições microclimáticas no solo afetam a atividade da biomassa microbiana, e conseqüentemente afetam o ciclo de C e N (GROFFMAN, 2001). Por isso, a atividade microbiana e a biomassa do solo são consideradas indicadores da qualidade do solo. A umidade do solo tem uma importante função na atividade microbiana e dinâmica do ciclo de nutrientes (ZHANG & ZAK, 1998; ARUNACHALAM et al. 1998), e provavelmente, representa um fator significativo na composição e densidade da vegetação.

A biomassa microbiana desempenha papel de destaque no cenário da sustentabilidade ambiental e pode ser estimada por métodos relativamente simples, pela quantificação de componentes extraídos do solo. A medida da taxa respiratória ou atividade microbiana, determinada pela evolução de CO<sub>2</sub>, oriundo da respiração de microrganismos heterotróficos aeróbicos durante a oxidação de compostos orgânicos é uma das mais utilizadas (KENNEDY & SMITH, 1995).

As avaliações da respiração microbiana em laboratório têm a vantagem de eliminar organismos da mesofauna e partes da planta que poderiam mascarar as avaliações (KELTING et al., 1998). Além disto, a temperatura e a umidade podem ser facilmente controladas, o que permite, inclusive, simulações. No entanto, quando amostras de solo são levadas ao laboratório, o grau de manipulação influencia a estrutura do solo e as trocas gasosas.

## **2.6. Influência da cobertura vegetal nas características do solo**

Segundo COELHO NETTO (1985) a cobertura vegetal tem como uma de suas múltiplas funções a de interceptar parte da precipitação pelo armazenamento de água nas copas arbóreas e/ou arbustivas, de onde esta é perdida para atmosfera por evapotranspiração durante e após as chuvas. Além disso, quando o volume de chuva excede a demanda da vegetação, a água atinge o solo por meio das copas (atravessamento) e do escoamento pelos troncos (fluxo do tronco). Uma outra parte da chuva é armazenada na porção extrema superior do solo que contém os detritos orgânicos que caem da vegetação (folhas, galhos, sementes e flores).

Conforme SCHUMACHER & HOPPE (1998), no interior de uma floresta a serrapilheira depositada sobre o solo desempenha papel fundamental na manutenção das condições ideais para o processo de infiltração de água. O escoamento superficial em áreas florestais é muito pequeno, devido à grande infiltração e retenção de água pela serrapilheira, variando conforme sua espessura.

GUERRA (1995) afirma que a cobertura vegetal, além de influenciar na interceptação das águas da chuva, atua também, de forma direta, na produção de matéria orgânica, que age na agregação das partículas do solo. Destaca também o papel das raízes na formação e estabilização dos agregados do solo. BERTOL et al. (1997) verificaram que um solo com aproximadamente 20% de sua superfície coberta, pode diminuir em torno de 60% a sua perda por erosão, em relação à perda total de um solo descoberto.

A atuação da floresta, como reguladora de enxurrada e controladora da degradação dos solos, é explicada por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990) pela existência de uma integração biológica da comunidade florestal com o clima e com o solo superficial. Segundo os mesmos autores, a parte superior do solo é protegida pela copa das árvores e arbustos em diferentes alturas, e a presença de folhas mortas, galhos secos e matéria orgânica em vários estágios de decomposição, com abundância de microrganismos, mantém o solo poroso, favorecendo a formação de uma estrutura ideal para reter grande quantidade de água.

A estrutura do solo é um dos atributos mais importantes para a adaptação das espécies e pode ser avaliada através da densidade do solo, macro e microporosidade, estabilidade de agregados, resistência à penetração e permeabilidade, entre outros. Estes atributos podem ser utilizados como indicadores de adensamento, compactação, encrostamento e suscetibilidade do solo à erosão, subsidiando o controle da perda da produtividade e da degradação ambiental. O fornecimento contínuo de material orgânico pela serrapilheira e/ou por excreções radiculares, cujos subprodutos são constituídos por moléculas orgânicas em diversas fases de decomposição, atua como agente de formação e estabilização dos agregados, proporcionando uma melhor estruturação do solo (CAMPOS et al., 1995).

Nas regiões tropicais úmidas, os solos tornam-se muito empobrecidos em nutrientes e possuindo também, de maneira geral, altos teores de alumínio trocável. Nestas regiões, a recirculação de nutrientes, através da queda e decomposição da serrapilheira é rápida e assegura a manutenção da vegetação florestal, apesar da baixa fertilidade do solo. Assim, os nutrientes contidos na biomassa, e aqueles encontrados na matéria orgânica dos primeiros centímetros de solo, podem desempenhar um papel vital na produtividade da floresta (KOLM, 2001).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização

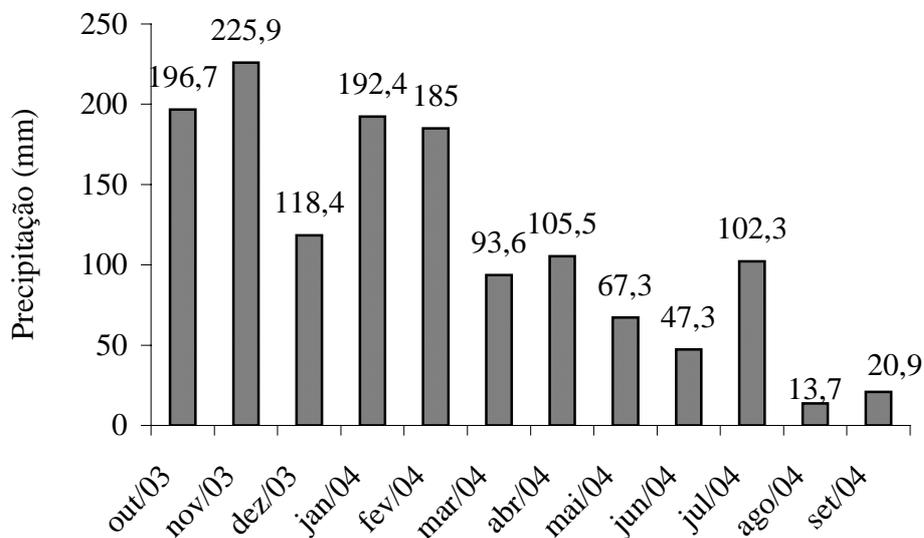
A área de estudo localiza-se na Floresta Nacional Mário Xavier no estado do Rio de Janeiro, dentro dos limites territoriais do município de Seropédica, no triângulo formado pela interseção das rodovias Presidente Dutra (BR-116) e antiga Rio-São Paulo (BR-465), encerrando área compreendida pelos paralelos 22° 42' e 22° 45' de latitude Sul e pelos meridianos 43° 41' e 43° 44' de longitude a oeste de Greenwich.

#### 3.2. Meio Físico

##### 3.2.1. Clima

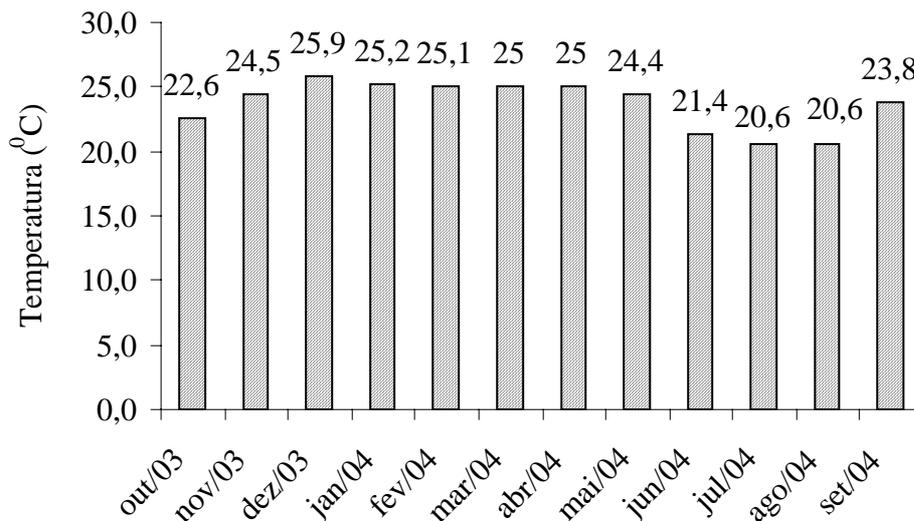
O clima da região de estudo é classificado como Aw de Köppen. Dados da média dos últimos dez anos informam que a temperatura média máxima é de 32,2 °C, sendo a mínima de 20,3 °C. A temperatura média dos últimos dez anos é de 25,2 °C. Segundo dados da estação meteorológica da PESAGRO-Seropédica/RJ.

No período de estudo a precipitação total foi de 1369 mm, apresentando média mensal de 114 mm. O mês mais chuvoso foi o de novembro de 2003 com 225 mm, e agosto de 2004 o mês mais seco, com apenas 13,70. Foi verificado déficit hídrico nos meses de março, junho, agosto e setembro de 2004 e excedente hídrico nos seguintes meses de janeiro, fevereiro e novembro de 2004.



**Figura 01:** Valores das precipitações mensais do período de outubro de 2003 a setembro de 2004. Dados obtidos na estação meteorológica PESAGRO-Seropédica/RJ.

O mês mais quente foi o de dezembro de 2003 com média mensal de 25,9 °C e os meses mais frios foram respectivamente Julho e Agosto de 2004 ambos com 20,6 °C.



**Figura 02:** Valores de temperaturas médias mensais do período de outubro de 2003 a setembro de 2004. Dados obtidos na estação meteorológica PESAGRO-Seropédica/RJ.

### 3.2.2. Geomorfologia

A Floresta Nacional Mário Xavier está localizada numa extensa região de planície litorânea, conhecida como Baixada de Sepetiba, inserida dentro da bacia hidrográfica do Rio Guandu. Apresenta relevo variando de suave ondulado a plano, com algumas elevações ou patamares característicos da zona intermediária de contato da planície litorânea com a serra do Mar.

Os terraços aluvionares ou fluviais são a unidade geomorfológica predominante, correspondendo às superfícies horizontais ou levemente inclinadas, formadas por depósitos sedimentares de materiais carregados pelas águas dos rios; os aluviões (DRM, 1983).

### 3.2.3. Geologia

Devido à sua pequena extensão territorial, a Floresta Nacional Mário Xavier apresenta pouca diversidade geológica, ocorrendo apenas duas formações geológicas: a Unidade Rio Negro pertencente ao Bloco Piraí e as superficiais detríticas, constituídas por depósitos sedimentares colúvio-aluvionares (DRM, 1983).

### 3.2.4. Solos

As prováveis classes de solos encontradas na Floresta Nacional Mário Xavier foram: Argissolos Vermelho-Amarelo, Planossolos Háplicos e Cambissolos Háplicos. Existem também ocorrências pontuais de solos do tipo Gleissolos Háplico.

Os Argissolos Vermelhos-Amarelos ocorrem nas superfícies de topografia mais dissecada, predominantemente nos terrenos com declividade suave das pequenas elevações e colinas. Os Planossolos na Floresta Nacional Mário Xavier ocorrem nos terrenos baixos planos ou quase planos, terraços e no terço inferior das colinas pouco íngremes. Os Cambissolos Háplicos ocorrem em áreas com relevo mais movimentado, onde os solos são poucos profundos, apresentando inclusive matacões e fragmentos de rocha expostos, além de minerais primários facilmente intemperizáveis como a biotita e os feldspatos. E os Gleissolos Háplicos ocorrem nas várzeas e planícies aluvionares, mal ou muito mal drenadas, onde o lençol freático fica elevado durante a maior parte do ano, ocasionando inundações e alagamentos frequentes.

### 3.2.5. Vegetação

Segundo a classificação da vegetação brasileira proposta pelo sistema Fisionômico-Ecológico, em IBGE (1992), a floresta de Mata Atlântica que recobria o município de Seropédica, nos primórdios de sua colonização, era do tipo Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, caracterizada por fanerófitos, justamente pelas subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância, que a diferencia das outras classes de formações. A Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas ocupa, em geral, as planícies costeiras capeadas por tabuleiros pleistocênicos do Grupo Barreiras, os terrenos quaternários, situados em geral pouco acima do nível do mar, as planícies formadas pelo assoreamento devido à erosão existente nas serras costeiras e as enseadas marítimas.

De acordo com SANTOS (1999) a vegetação da Floresta Nacional Mário Xavier foi subdividida em 11 estratos (tipos de vegetação), utilizando-se como critérios básicos para subdivisão a estrutura, a composição florística, e a fisionomia da vegetação resultante nas diferentes áreas existentes. Foram definidos os seguintes estratos: Eucaliptos e Nativas, Nativas, Cultivadas e Nativas, Frutíferas e Nativas, Frutíferas, Sapucaia, Arboreto, Pinus, Eucaliptos, Taboa, Bárbara e áreas descampadas.

### 3.2.6. Histórico e unidades de estudo

A história de ocupação humana em Seropédica, onde vários ciclos agrícolas se alternaram, aliado à prática da pecuária extensiva, nada deixou de remanescente quanto à primitiva cobertura florestal. Com exceção das áreas de encosta serrana, praticamente não existem áreas contínuas com floresta nativa, dentro dos limites do município. Atualmente, fragmentos de florestas secundárias ocorrem de maneira esparsa. Um dos maiores e mais significativo encontra-se na Floresta Nacional Mário Xavier, graças à proteção dada pela transformação da área em uma unidade de conservação de uso direto do tipo floresta nacional, em 1945.

Para o estudo foram selecionadas três áreas, a saber: floresta de sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural. Em cada uma das áreas de estudo foi delimitado um talhão de 0,1 hectare. O solo nas três áreas de estudo se enquadra na ordem dos Planossolos Háplicos.



**Figura 3:** Vista parcial da Floresta de sucessão secundária espontânea.

A área de floresta de sucessão secundária espontânea está situada em um dos fragmentos florestais mais significativos do município de Seropédica, que totaliza 60 hectares. Segundo levantamento florístico feito por SANTOS (1999) as principais espécies florestais encontrados estão listadas na tabela 1.

**Tabela 1:** Espécies florestais de porte arbóreo da floresta de sucessão secundária espontânea.

| <b>Nome vulgar</b>      | <b>Nome científico</b>            | <b>Família</b>                | <b>Grupo ecológico</b> |
|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| <b>Angico branco</b>    | <i>Anadenanthera colubrina</i>    | Leguminosae - Mimosoideae     | Pioneira               |
| <b>Pau - jacaré</b>     | <i>Piptadenia gonoacantha</i>     | Leguminosae - Mimosoideae     | Pioneira               |
| <b>Saboneteira</b>      | <i>Sapindus saponaria</i>         | Sapindaceae                   | Pioneira               |
| <b>Arco – de – pipa</b> | <i>Erythroxylum pulchrum</i>      | Erythroxylaceae               | Pioneira               |
| <b>Camboatá</b>         | <i>Cupania oblongifolia</i>       | Sapindaceae                   | Secundária             |
| <b>Jenipapo</b>         | <i>Genipa americana</i>           | Rubiaceae                     | Secundária             |
| <b>Cangerama</b>        | <i>Cabralea canjerama</i>         | Meliaceae                     | Secundária             |
| <b>Cambuí pitanga</b>   | <i>Peltophorum vogelianum</i>     | Leguminosae - Caesalpinoideae | Pioneira               |
| <b>Pau d`alho</b>       | <i>Gallesia gorarema</i>          | Phytolaccaceae                | Secundária             |
| <b>Andá - açú</b>       | <i>Joannesia princeps</i>         | Euphorbiaceae                 | Secundária             |
| <b>Paineira</b>         | <i>Chorisia speciosa</i>          | Bombacaceae                   | Secundária             |
| <b>Garapa</b>           | <i>Apuleia praecox</i>            | Leguminosae - Caesalpinoideae | Clímax                 |
| <b>Araribá rosa</b>     | <i>Centrolobium tomentosum</i>    | Leguminosae – fabaceae        | Secundária             |
| <b>Óleo pardo</b>       | <i>Myrocarpus fastigiatus</i>     | Leguminosae - Caesalpinoideae | Secundária             |
| <b>Crindiúva</b>        | <i>Trema micrantha</i>            | Ulmaceae                      | Pioneira               |
| <b>Açoita - cavalo</b>  | <i>Luehea grandiflora</i>         | Tiliaceae                     | Pioneira               |
| <b>Guaçatunga</b>       | <i>Caesaria inaequilatera</i>     | Flacourtiaceae                | Secundária             |
| <b>Ingá</b>             | <i>Inga marginata</i>             | Leguminosae - Mimosoideae     | Secundária             |
| <b>Cinco - folhas</b>   | <i>Sparattosperma leucanthum</i>  | Bignoniaceae                  | Pioneira               |
| <b>Embáuba</b>          | <i>Cecropia sp.</i>               |                               | Pioneira               |
| <b>Pindoba</b>          | <i>Attalea sp.,</i>               | Arecaceae                     | Secundária             |
| <b>Brejaúva</b>         | <i>Astrocaryum aculeatissimum</i> | Arecaceae                     | Secundária             |
| <b>Baba - de - boi</b>  | <i>Syagrus romanzoffiana</i>      | Arecaceae                     | Secundária             |
| <b>Carrapeta</b>        | <i>Guarea guidonea</i>            | Meliaceae                     | Pioneira               |

No ano de 1946 foi realizado o plantio de 17 talhões de 0,1 hectare cada, com espécies florestais exóticas e nativas com a finalidade de revegetação.

A espécie *Mimosa caesalpiniiifolia* de ocorrência natural desde o Maranhão até a Bahia e muito utilizada para reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas (foi plantada em 1946, pelo Engenheiro Agrônomo Mário Xavier com espaçamento 2 x 2 m num talhão de 0,1 hectare). No ano de 1990 um incêndio queimou em torno de 70% deste plantio, sendo as árvores mortas de *Mimosa caesalpiniiifolia* cortadas e deixadas no local. Esta abertura de dossel possibilitou que a área fosse invadida por outras espécies, localizadas nos talhões circunvizinhos, gerando um processo de sucessão secundária. Atualmente verifica-se em torno de 9 espécies florestais entre pioneiras e secundárias (Tabela 2).

**Tabela 2:** Espécies florestais de porte arbóreo do plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural.

| Nome vulgar             | Nome científico                 | Família                   | Grupo ecológico |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------|
| <b>Carrapeta</b>        | <i>Guarea guidonea</i>          | Meliaceae                 | Pioneira        |
| <b>Sabiá</b>            | <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> | Leguminosae               | Pioneira        |
| <b>Pau - rei</b>        | <i>Basiloxylon brasiliensis</i> | Sterculiaceae             | Pioneira        |
| <b>Sapucaia</b>         | <i>Lecythis pisonis</i>         | Lecithidaceae             | Secundária      |
| <b>Cedro</b>            | <i>Cedrela fissilis</i>         | Meliaceae                 | Secundária      |
| <b>Cangerama</b>        | <i>Cabralea canjerama</i>       | Meliaceae                 | Secundária      |
| <b>Arco – de – pipa</b> | <i>Erythroxylum pulchrum</i>    | Erythroxylaceae           | Pioneira        |
| <b>Jenipapo</b>         | <i>Genipa americana</i>         | Rubiaceae                 | Secundária      |
| <b>Borrachudo</b>       | <i>Machaerium sp.</i>           | Leguminosae -<br>Fabaceae | Pioneira        |

Das espécies verificadas na área de plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural cinco são classificadas como pioneiras e quatro como secundárias (Tabela 2).



**Figura 4:** Vista parcial da área de plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural.

A área de plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural, foi plantado com essa espécie que apresenta porte grande, podendo atingir até 30 metros de altura, de ocorrência desde a Amazônia até a Bahia, plantada em 1946, pelo Engenheiro Agrônomo Mário Xavier com espaçamento 2 x 2 m. Um incêndio ocorrido no ano de 1990 queimou em torno de 90% dos indivíduos, posteriormente foi realizado um corte raso o que propiciou um processo de sucessão secundária com a colonização vegetal de espécies florestais, oriunda dos talhões circunvizinhos (Tabela 3).

**Tabela 3:** Espécies florestais de porte arbóreo do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

| Nome vulgar      | Nome científico               | Família                        | Grupo ecológico |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Arco – de – pipa | <i>Erythroxylum pulchrum</i>  | Erythroxylaceae                | Pioneira        |
| Borrachudo       | <i>Machaerium sp.</i>         | Leguminoseae - Fabaceae        | Pioneira        |
| Sapucaia         | <i>Lecythis pisonis</i>       | Lecithidaceae                  | Secundária      |
| Fruta de lobo    |                               | Solanaceae                     | Pioneira        |
| Pau - jacaré     | <i>Piptadenia gonoacantha</i> | Leguminoseae - Mimosoideae     | Pioneira        |
| Sabiá            | <i>Mimosa caesalpinifolia</i> | Leguminoseae - Caesalpinoideae | Pioneira        |
| Andiroba         | <i>Carapa guianensis</i>      | Meliaceae                      | Secundária      |

Das 7 espécies florestais listadas 5 são pioneiras e somente 2 são secundárias (Tabela 3). Deve-se destacar que a regeneração tem o predomínio de duas espécies de leguminosas, *Mimosa caesalpinifolia* e *Piptadenia gonoacantha*.



**Figura 5:** Vista parcial da área de plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

### 3.3. Métodos analíticos

#### 3.3.1. Avaliação da fertilidade do solo e propriedades físicas

Para a avaliação da fertilidade do solo em cada uma das áreas de estudo, foi delimitado um talhão de aproximadamente 0,1 hectare, onde foram coletadas amostras de solo deformadas, sendo três amostras compostas formadas a partir de dez amostras simples, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm para cada unidade de estudo: floresta de sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural e área de plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural. Também foram coletadas amostras indeformadas com anel de Kopecky para determinar a densidade do solo e avaliação da porosidade total do solo. Foram coletadas três amostras nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm em cada área.

Após serem secas ao ar, as amostras deformadas foram destorroadas e passadas por peneira de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). No material foram realizadas as seguintes análises: granulometria, densidade das partículas e análise da fertilidade do solo. As amostras indeformadas foram secas em estufas a 110<sup>0</sup>C até peso constante e pesadas, sendo calculada a densidade do solo.

Todas as análises seguiram o Manual de métodos de análises de solo (EMBRAPA (1997). Para a determinação das frações granulométricas do solo utilizou-se o método da pipeta. A densidade das partículas (Dp) foi determinada pelo método do balão volumétrico. A densidade do solo (Ds) pelo método do anel volumétrico. Foi calculado o volume total dos poros (VTP) através da equação:  $VTP\% = (1 - Ds/Dp) \times 100$  (EMBRAPA, 1997).

Para a avaliação da fertilidade do solo foram determinados os teores de carbono orgânico, fósforo (P), potássio (K), cálcio+magnésio (Ca+Mg), alumínio (Al), alumínio+hidrogênio (Al+H) e o de pH.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, onde se avaliou três tipos de cobertura vegetal floresta de sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural e o plantio de

andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural resultando em 3 unidades amostrais.

Os dados referentes às propriedades físicas e químicas do solo, em cada profundidade, foram submetidos à análise de variância com utilização do teste F e ao teste de normalidade (teste de Lilliefors), sendo os valores médios comparados entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. Os testes foram realizados com auxílio do “softwares” SAEG-5.0 (Sistema de Análises Estatística e Genéticas – Universidade Federal de Viçosa).

### 3.3.2. Quantificação do aporte do material formador da serrapilheira

O aporte de material formador da serrapilheira foi avaliado, mensalmente, através do uso de 10 coletores, dispostos acima da superfície do solo, no formato circular com 0,15 m<sup>2</sup> de diâmetro (perímetro igual a 1,40 m) numa área delimitada de 0,1 hectare para cada tratamento. Os coletores foram distribuídos aleatoriamente dentro de cada área a 1 metro de altura do solo.



**Figura 6:** Vista do coletor utilizado para quantificação do material formador da serrapilheira.

Os coletores foram instalados no início da primavera no dia 21 de setembro de 2003. As coletas foram realizadas mensalmente até setembro de 2004. O material coletado foi seco em estufa a 65° C, sendo posteriormente separado em frações (folhas, galhos < a 2 cm diâmetro, sementes, flores, casca e outros (fragmentos < 2 mm de diâmetro de todas as outras frações)) e pesado. Uma subamostra do material foi moída em moinho tipo Willey para a realização da análise química.

### 3.3.3. Caracterização química da serrapilheira

Utilizou-se somente a fração folhas conforme coletadas no item anterior e em seguida foi fragmentada manualmente para posterior análise química do teor de polifenóis, lignina, suberina, tanino e holocelulose.

Para a determinação da quantidade de polifenóis, lignina, tanino e holocelulose utilizou-se metodologia descrita conforme GONÇALVES et al. (1999). 5,0 g de serrapilheira (base seca) foram colocadas em um balão volumétrico de 250 ml. A seguir, adicionou-se ao balão 200 ml de hexano, sendo o mesmo acoplado em um extrator tipo soxhlet, procedendo à extração em refluxo por 6 horas. Após a extração, o balão foi colocado no aparelho rota vapor para evaporação do solvente. Foram feitas três repetições, considerando-se como resultado a média dos três resultados. Após a secagem do material contido no extrator soxhlet ao ar livre, procedeu-se a novas extrações no mesmo material

com uma solução de etanol-hexano na proporção 1:2, etanol e por último água destilada seguindo os mesmos procedimentos descritos acima e com o mesmo número de repetições. O total de extrativos considerado foi à soma de todas as extrações independentes totalizando o teor de polifenóis da serrapilheira.

Para a determinação da quantidade de lignina, 1,0 g de serrapilheira, foi colocada em um cadinho de porcelana, adicionando-se 3,0 ml de ácido sulfúrico 72% e macerando-se a serrapilheira por uma hora, dentro de um banho-maria na temperatura de 25 a 30 °C. A seguir, o material foi transferido para um balão volumétrico de 250 ml, diluído em 84 ml de água destilada e fervido por 4 horas sob refluxo. Realizou-se a filtração em cadinhos de vidro sinterizado, previamente pesados, lavando-se o material residual (lignina) com 500 ml de água quente. Foram realizadas três repetições.

Para a determinação da quantidade de suberina, tomou-se 2,0 gramas de serrapilheira livre de extrativos colocando-se em refluxo com 100 ml de uma solução de NaOH a 1% por um período de 1 hora. Após a filtração total o material foi novamente tratado com uma solução de NaOH e sulfito de sódio a 1%, até que a solução apresente coloração amarelada. Em seguida o mesmo material foi submetido a refluxo com álcool etílico hidratado 92,8 ° G.L., posteriormente foi lavado com éter (etileno glicol monoetil éter) e em seguida seco ao ar. Esse material, após secagem, foi pesado sendo calculada a média de três repetições.

A quantidade de tanino foi determinada a partir de 5,0 g de serrapilheira absolutamente seca, sendo material extraído sob refluxo, por um período de 2 horas. Após cada extração, foi separada uma alíquota de 50 ml para a determinação do tanino através da reação de Stiasny (WISSING, 1995) e uma alíquota de 25 ml para a determinação do teor de extrativos. A alíquota de 25 ml de extrativos foi colocada em estufa, para a determinação da massa de extrativos totais e a alíquota de 50 ml foram adicionados 5 ml de ácido clorídrico e 10 ml de formaldeído. Esse material foi então colocado em refluxo por 30 minutos, sendo a seguir filtrado e lavado com água quente em cadinho filtrante de peso conhecido. O resíduo (tanino) foi colocado em estufa a 105°C, até a obtenção de peso constante. O teor de tanino contido nos extrativos totais (Número de Stiasny) foi determinado pela razão entre a massa de tanino e a massa dos extrativos totais extrapolando para 50 ml o resultado. Para a obtenção da quantidade de tanino na serrapilheira, multiplicou-se o Número de Stiasny pela quantidade de extrativos totais determinado. Foram feitas três repetições de cada tratamento.

A quantidade de holocelulose foi determinada a partir de 5 gramas das amostras livres de extrativos absolutamente seca. As amostras foram colocadas em erlenmeyer de 500 ml, adicionando-se 160 ml de água destilada, 1,5 gramas de clorito de sódio (NaClO<sub>2</sub>) e 10 gotas de ácido acético glacial. Manteve-se o material em banho-maria por mais 60 minutos, procedimento este que se repetiu por mais seis vezes, até que o material fosse esfriado em água gelada. Após esta etapa, filtrou-se o material residual (holocelulose) em cadinhos de vidro sinterizado, previamente pesados, lavando-se o material residual com água destilada quente e 50 ml de acetona, sob vácuo.

Quanto à análise química dos nutrientes utilizou-se uma subamostra da serrapilheira conforme descrito no ítem anterior e foi realizada através de digestão sulfúrica (TEDESCO et al, 1985), sendo determinados carbono orgânico (C) por combustão seca (EMBRAPA, 1997), nitrogênio (N) pelo método semi micro Kjeldahl (BREMNER & MULVANEY, 1965), fósforo (P) por colorimetria e potássio (K) por fotometria de chama (TEDESCO et al. 1985). Foram calculadas as relações lignina/nitrogênio, lignina+polifenóis/nitrogênio e a relação carbono/nitrogênio (C/N). Todos os resultados foram transformados para g do material orgânico da serrapilheira analisado por kg de matéria seca de serrapilheira (g. kg<sup>-1</sup>).

### 3.3.4. Determinação da fauna do solo

Em cada área foram instaladas armadilhas do tipo “pitt fall” utilizadas para a avaliação da atividade da fauna epígea. Na confecção dos “pitt fall” foi utilizado um pote plástico com 11 cm de diâmetro e 7,5 cm de profundidade. Também se utilizou um prato plástico com 15 cm de diâmetro para cobrir os potes plásticos e proteger contra a ação da chuva sendo que foi fixado no solo com auxílio de palitos de madeira de forma que estes não impedissem que a mesofauna fosse capturadas. Dentro de cada pote foi colocada uma solução de formol 4% para preservação da fauna no período de uso do “pitt fall”. As armadilhas foram colocadas na interface solo-serrapilheira e permaneceram durante sete dias no campo. Foi monitorada a temperatura, através de geotermômetro, e a umidade do solo, pelo método gravimétrico (EMBRAPA, 1997) no dia da instalação e no dia da coleta das armadilhas (“pitt fall”). Decorrido este tempo fez-se a triagem com auxílio de lupa e chaves taxonômicas, com quantificação do número total de indivíduos, grupos funcionais, atividade (indivíduos/armadilhas/dia) e cálculo dos índices de diversidade de Shannon, Pielou e Riqueza de grupos.



**Figura 7:** Vista frontal da armadilha do tipo “pitt fall”, antes da instalação.

As coletas da fauna do solo foram realizadas na metade das estações da primavera de 2003, do verão, outono e inverno de 2004.

### 3.3.5. Determinação da evolução de CO<sub>2</sub> e respiração total acumulada

Para a realização do experimento de evolução de CO<sub>2</sub> foram utilizadas amostras de solo e serrapilheira coletado nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural. O material foi coletado na profundidade de 0-5 cm, sendo coletada uma amostra composta constituída por três amostras simples. A serrapilheira foi coletada e moída conforme descrito no item 3.3.2.

As amostras de solo coletadas foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em peneiras de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). O teor de carbono orgânico do solo foi determinado como no item 3.3.3. e o teor de carbono orgânico da serrapilheira foi determinado pelo método EMBRAPA (1997). Com base no teor de carbono orgânico do solo e da serrapilheira foi calculada a quantidade de serrapilheira a ser adicionada para que a amostra final possuísse 20 g. kg<sup>-1</sup> de carbono orgânico.

Posteriormente, em recipientes de vidro de 1 litro, adicionaram-se 600 gramas de TFSA. A serrapilheira foi adicionada junto com a terra fina seca ao ar sendo homogeneizada e por fim adicionada água até 80% da capacidade de campo.

O CO<sub>2</sub> produzido pela respiração microbiana foi absorvido por 10 ml de uma solução de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> em potes de plásticos de 50 ml. A evolução do CO<sub>2</sub> foi determinada por titulometria, com HCl 0,1024 mol L<sup>-1</sup> sendo que no período dos 7 primeiros dias a troca da solução foi realizada a cada 24 horas, posteriormente do oitavo ao décimo segundo dia, a cada 48 horas, décimo segundo ao décimo sétimo dia, a cada 72 horas e por fim do décimo sétimo ao vigéssimo primeiro dia a cada 96 horas. Para cada tratamento foram feitas três repetições sem adição de serrapilheira para quantificar o branco.

Para o cálculo da quantidade em mg do carbono evoluído como CO<sub>2</sub>, empregou-se a seguinte fórmula:

$$C\text{-CO}_2 \text{ (mg)} = 6 \times N \text{ HCl} \times (V - V')$$

onde:

N HCl = normalidade exata do ácido clorídrico

V = volume de HCl gasto para titular o branco

V' = volume de HCl gasto para titular as amostras

A determinação da respiração total acumulada foi feita através do somatório das taxas de evolução de CO<sub>2</sub> durante os 21 dias de incubação.

### 3.3.6. Determinação da biomassa microbiana

Amostras de solo foram coletadas na camada de 0-5 cm de profundidade nas áreas dos 3 tratamentos e colocados em sacos plástico para preservar a umidade. De cada área, coletaram-se duas amostras compostas, sendo cada uma constituída por três amostras simples. Para a determinação da biomassa microbiana utilizou-se o método da fumigação-extração (DE POLLI, 1997). Para homogeneização das amostras procedeu-se à coleta de resíduos das plantas e animais presentes. Em seguida foi feita a determinação da umidade pelo método gravimétrico (EMBRAPA, 1997).

De cada amostra retirou-se 20 gramas de solo, onde em uma subamostra foi feita a fumigação e outra não. Em seguida, as subamostras fumigadas ficaram por um período de 24 horas num dessecador, contendo dois beckeres de 50 ml tendo 20 ml de clorofórmio em um e 20 ml de água no outro. Através de uma bomba de vácuo, vaporizou-se o clorofórmio por 15 minutos após isto o dessecador foi hermeticamente fechado, durante 24 horas. Após a fumigação, foi feita a extração do carbono orgânico do solo com 50 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> (pH ajustado na faixa de 6,5 – 6,8). Após a adição do extrator, as amostras foram agitadas durante 30 min (em aparelho com movimento circular-horizontal). Após esse processo, foram deixadas decantando por 30 min e o sobrenadante foi filtrado. Para as amostras não fumigadas foram seguidos os mesmos passos acima, exceto a fumigação. A determinação do carbono orgânico foi feita por dicromatometria.

Para o cálculo do carbono orgânico do solo extraído das amostras fumigadas e não fumigadas em mg por kg empregou-se a seguinte fórmula:

$$C \text{ (mg.kg}^{-1}\text{)} = (V_b - V_a) \times N \times 0,003 \times 50 \times (8 \times P_s)^{-1} \times 10^6$$

onde:

C = Carbono orgânico da biomassa microbiana

V<sub>b</sub> (mL) = volume de sulfato ferroso amoniacal, gasto na titulação da solução controle (branco)

V<sub>a</sub> (mL) = volume gasto na titulação da amostra

N = normalidade exata do (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O

P<sub>s</sub> (g) = massa de solo seco

Para o cálculo do carbono orgânico da biomassa microbiana em mg por kg, empregou-se a seguinte fórmula:

$$BMS \text{ (mg.kg}^{-1}\text{)} = FC \times kc^{-1}$$

onde:

BMS = biomassa de carbono orgânico microbiano do solo em mg de carbono orgânico por kg de solo

FC (Fluxo de carbono extraído) = Representa a diferença entre a quantidade de carbono orgânico das amostras fumigadas e a quantidade de carbono orgânico das amostras não fumigadas.

kc = fator de mineralização do carbono orgânico (0,33) (SPARLING & WEST, 1988)

Para o cálculo do quociente metabólico ( $qCO_2$ ), empregou-se a relação respiração total acumulada/biomassa microbiana.

### 3.3.7. Avaliação da taxa de decomposição

A avaliação da taxa de decomposição foi feita através da análise de perda de massa utilizando-se “litter bags”. Os “litter bags” foram confeccionados com sacolas de polivinil com malha de 4 mm, com 25 x 25 cm e 1,5 cm de altura. Em cada “litter bags” foram utilizadas 10 gramas de folhas do material aportado nos coletores cônicos após este ter sido seco em estufa a 65°C. Foram colocadas 3 “litter bags” referentes a cada coleta, em cada área de estudo. Os “litter bags” foram distribuídos aleatoriamente na superfície do piso florestal, simulando a queda natural do material formador da serrapilheira.

Os “litter bags” foram instalados no início do verão (21/12/03) e coletados aos 30, 60, 90 e 120 dias. Depois de serem coletados no campo, os “litter bags” foram secos em estufa de circulação de ar forçada (65°C ± 5°) até atingir peso constante. Em seguida foram levados ao laboratório onde o seu conteúdo foi examinada para retirada de partículas de solo e posteriormente sua massa foi pesada em balança analítica com precisão de duas casas decimais. A taxa de decomposição da serrapilheira foi quantificada através de avaliações de medidas da perda de massa, com a seguinte fórmula:

$$\text{Massa remanescente (\%)} = (\text{massa final/massa inicial}) \times 100$$

Após o cálculo da massa remanescente ao longo do período, a constante de decomposição  $k$  foi calculada, segundo THOMAS & ASAKAWA (1993), com o modelo exponencial:

$$X_t = X_0 \cdot e^{-kt},$$

onde:

$X_t$  = peso do material seco remanescente após  $t$  dias

$X_0$  = peso do material seco colocado nos sacos no tempo zero ( $t = 0$ )

Já o tempo de meia vida ( $t^{1/2}$ ) foi calculado segundo REZENDE et al. (1999) pela equação:

$$t^{1/2} = \ln(2)/K,$$

onde  $K$  é a constante de decomposição calculada pela fórmula anterior ( $X_t = X_0 \cdot e^{-kt}$ ).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

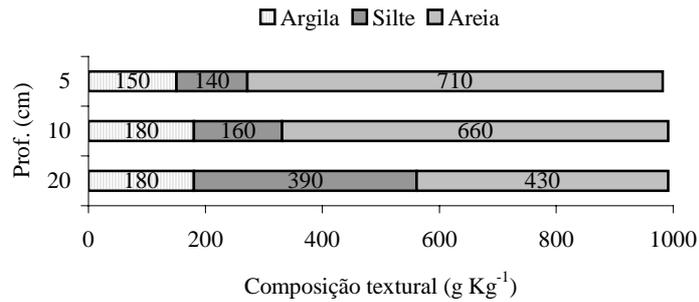
### 4.1. Fertilidade do solo e propriedades físicas

#### 4.1.1. Propriedades físicas

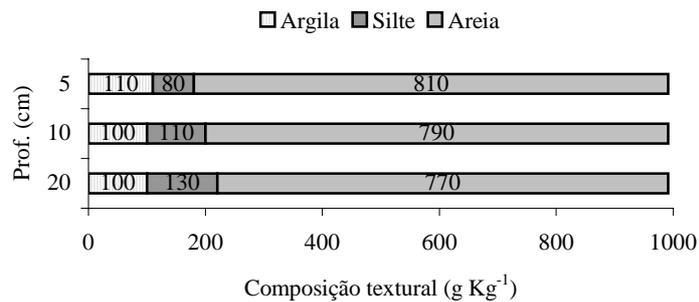
Os solos das três áreas estudadas foram identificados como pertencente à ordem dos Planossolos. Os solos desta classe ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas à estiagem prolongada, ainda que breve, e até mesmo sob condições de clima semi-árido (EMBRAPA, 1999).

A área de plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural foi a que apresentou maior teor de areia na camada de 0-5 cm e a área da floresta de sucessão secundária espontânea o menor conteúdo desta fração areia na camada de 10-20 cm (Figura 8). A floresta de sucessão secundária espontânea apresenta o maior conteúdo de argila nas três camadas avaliadas em relação às demais áreas estudadas (Figura 8). De forma geral, o teor de silte aumenta em profundidade nas três áreas estudadas (Figura 8). KELLER et al. (2002), trabalhando na Floresta Nacional Mário Xavier-RJ, em uma área de floresta encontrou valores inferiores aos encontrados neste estudo, para a fração areia e maiores para a fração argila.

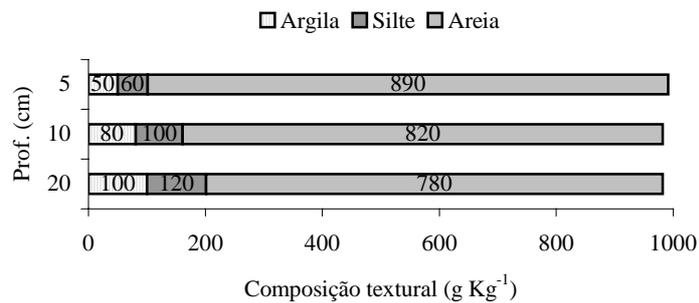
Uma possível explicação para os menores conteúdos de argila e maiores teores de areia nas áreas de plantio de andiroba e de sabiá, em comparação à floresta de sucessão secundária espontânea, pode ser decorrente da queimada ocorrida em 1990 nas duas áreas. A redução da densidade da cobertura vegetal diminuiu a proteção contra ação da chuva favorecendo a perda das partículas de argila de menor granulometria. HESTER et al. (1997) constataram que a redução da cobertura vegetal por ação do fogo diminuiu a proteção do solo contra a água da chuva.



### (FS)



### (Sabiá)



### (Andiroba)

**Figura 8.** Granulometria de amostras superficiais (0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade) das áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá e plantio de andiroba.

Quanto os valores de densidade do solo, a área de plantio de andiroba foi a que apresentou os maiores valores e a floresta de sucessão secundária espontânea os menores. O plantio de sabiá de forma geral não apresentou diferença significativa em relação as demais áreas. Os maiores teores de areia na área de plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural (Figura 8) propiciam o aumento da densidade do solo (Tabela 4), fazendo com que essas partículas fiquem muito próximas entre si, e conseqüentemente reduzindo a porosidade (BRADY, 1989). D'ANDREA et al. (2004) trabalhando num solo de cerrado nativo verificou valores de densidade do solo entre 1,22 e 1,27 Mg. m<sup>3</sup> nas profundidades de 0-10 e 10 - 20 cm respectivamente. MARTINS et al. (2002) avaliando a

qualidade estrutural do solo em um Latossolo Vermelho no município de Lavras em 4 tipos de coberturas florestais encontrou densidade do solo entre 1,05 e 1,28 g. cm<sup>3</sup>.

Os valores de densidade das partículas variaram de 2,39 a 2,45 Mg. m<sup>3</sup> na área de plantio de sabiá os valores tendem a diminuir em profundidade. A área de floresta de sucessão secundária espontânea apresentou tendência a menor densidade das partículas, mas sem diferença estatística com as demais áreas.

O aumento da densidade do solo influencia na diminuição do volume total dos poros (Tabela 4). A floresta secundária com a menor densidade do solo foi a área que apresentou o maior volume total dos poros, e a área de plantio de andiroba os menores valores (Tabela 4). SPERA et al. (2000) encontraram resultado semelhante a este estudo onde verificou que após a queima numa área de Latossolo Vermelho-Escuro no cerrado de Planaltina-DF, houve alteração das propriedades edáficas com aumento da densidade do solo em relação a uma área não queimada e atribui este aumento ao impacto das gotas de chuva no solo desnudo e a umidade mais baixa, que conduziu à compactação em decorrência do ressecamento do solo.

**Tabela 4.** Densidade do solo (Ds), densidade das partículas (Dp) e volume total dos poros (VTP) de amostras superficiais (0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade) das áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

| Áreas      | Ds (Mg m <sup>3</sup> ) |        |                   | Dp (Mg m <sup>3</sup> ) |        |         | VTP %  |                    |                    |
|------------|-------------------------|--------|-------------------|-------------------------|--------|---------|--------|--------------------|--------------------|
|            | (0-5)                   | (5-10) | (10-20)           | (0-5)                   | (5-10) | (10-20) | (0-5)  | (5-10)             | (10-20)            |
| Prof. (cm) |                         |        |                   |                         |        |         |        |                    |                    |
| FS         | 1,18b                   | 1,18b  | 1,26b             | 2,39a                   | 2,38b  | 2,40a   | 50,42a | 50,42 <sup>a</sup> | 47,35 <sup>a</sup> |
| Sabiá      | 1,48ab                  | 1,42ab | 1,35b             | 2,51a                   | 2,46a  | 2,44a   | 40,68a | 42,22 <sup>a</sup> | 44,77a             |
| Andiroba   | 1,83a                   | 1,94a  | 1,81 <sup>a</sup> | 2,41a                   | 2,41ab | 2,45a   | 24,06b | 26,35b             | 26,17b             |

Valores seguidos de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

ARAÚJO et al. (2004) estudando alterações físicas e químicas do solo com diferentes tipos de uso em um Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental, verificaram que a porosidade do solo aumentou e conseqüentemente a densidade diminuiu na área de mata, onde provavelmente se tem um solo mais poroso, por ser um ambiente pouco perturbado e mais protegido das intempéries (sol, chuva e vento) em relação à mata recém-desbravada.

Percebe-se que a maior densidade ou cobertura vegetal do solo favorece a melhoria das propriedades físicas estudadas e que transcorridos 14 anos dos desbastes nas áreas de plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural, estes influenciaram nas propriedades físicas do solo (Figura 8 e Tabela 4), sendo que a ação da água da chuva talvez seja o fator que mais contribuiu para a degradação das propriedades físicas.

#### 4.1.2. Fertilidade do solo

Os valores de cálcio e magnésio variaram de 0,80 a 1,50 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>. Não foram verificadas diferenças estatísticas para cálcio e magnésio nas três áreas estudadas (Tabela 5). O plantio de sabiá apresentou tendência em ter maiores teores de cálcio e magnésio e a área de plantio de andiroba os menores teores, ambos sem significancia estatística (Tabela 5). Os maiores teores de cálcio e magnésio foram encontrados sempre na primeira camada do solo, decrescendo em profundidade o que é decorrente da liberação destes nutrientes nas camadas superficiais do solo. ARAÚJO et al. (2004), entretanto encontrou maiores teores

de cálcio e magnésio nas camadas mais profundas do solo por causa da lixiviação do cálcio e do magnésio para as camadas mais profundas do solo.

Quanto aos valores de carbono orgânico, estes variaram de 12,20 a 5,06 g. kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). A área de plantio de sabiá apresentou o maior teor de carbono orgânico na camada de 0-5 cm e a área de plantio de andiroba o menor teor de carbono orgânico na camada de 10-20 cm (Tabela 5). Os teores de carbono orgânico podem ser considerados baixos quando comparados com diferentes ecossistemas e práticas de manejo. TOLEDO (2002) encontrou valores entre 17,6 a 35,9 g. kg<sup>-1</sup> de carbono orgânico em uma floresta de sucessão secundária espontânea tardia, no município de Pinheiral. MOREIRA & COSTA (2004) encontraram teores de carbono orgânico de 15,37 g kg<sup>-1</sup> em uma floresta primária na Amazônia e também observaram que o desmatamento reduz significativamente o conteúdo de carbono orgânico no solo, tendo sido constatado uma recuperação parcial no estoque de carbono orgânico somente após o quarto ano de reflorestamento da área desmatada.

As áreas de plantio de sabiá e plantio de andiroba apresentaram maior teor de carbono orgânico na camada de 0-5 cm do que nas de 5-10 e 10-20 cm. Pode-se observar que nas áreas de plantio de sabiá e no plantio de andiroba o teor de carbono orgânico decresce em profundidade.

O plantio de sabiá e de andiroba (*Carapa guianenses*) apresentaram valores de pH inferiores à floresta de sucessão secundária espontânea (Tabela 5). As áreas de plantio de sabiá e de andiroba apresentaram teores de alumínio abaixo do encontrado para a floresta de sucessão secundária espontânea (Tabela 5). O conteúdo de alumínio na floresta de sucessão secundária espontânea parece não ser influenciado pelo pH já que as demais áreas têm um menor pH porém um menor conteúdo de alumínio presente no solo. Os valores de pH foram maiores na primeira camada de solo avaliada. ARAÚJO et al. (2004), estudando alterações nas propriedades físicas e químicas do solo em diferentes tipos de coberturas florestais na Amazônia, também encontraram os maiores valores de pH nos primeiros centímetros do solo. MARTINS et al. (2002) encontraram pH no plantio de Eucalipto em torno de 4,6 e para uma mata nativa de 4,9 no município de Lavras-MG.

**Tabela 5.** Teores médios de nutrientes da análise de fertilidade dos solos nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

| Áreas    | Ca + Mg (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) |        |         | Carbono orgânico (g kg <sup>-1</sup> )       |         |         | pH                                       |        |         |
|----------|---|--------|---------|--|---------|---------|--|--------|---------|
|          | Profundidade (cm)                             |        |         |  |         |         |  |        |         |
|          | (0-5)   | (5-10) | (10-20) | (0-5)  | (5-10)  | (10-20) | (0-5)                                    | (5-10) | (10-20) |
| FS       | 1,50a   | 1,26a  | 0,90a   | 11,32b                                       | 11,36a  | 11,56a  | 4,91a                                    | 4,96a  | 5,00a   |
| Sabiá    | 1,40a   | 1,40a  | 0,83a   | 12,20a                                       | 10,66b  | 9,66a   | 4,30c                                    | 4,20c  | 4,20b   |
| Andiroba | 1,43a   | 1,20a  | 0,80a   | 11,46a                                       | 11,10ab | 5,06b   | 4,62b                                    | 4,74b  | 4,27b   |
| Áreas    | Al (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )      |        |         | H + Al (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) |         |         | H (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )  |        |         |
|          | Profundidade (cm)                             |        |         |  |         |         |  |        |         |
|          | (0-5)   | (5-10) | (10-20) | (0-5)  | (5-10)  | (10-20) | (0-5)                                    | (5-10) | (10-20) |
| FS       | 1,63a   | 2,36a  | 2,49a   | 6,87a  | 6,59a   | 5,93a   | 5,24a                                    | 4,23a  | 3,44a   |
| Sabiá    | 0,63b   | 1,36b  | 1,33b   | 3,57b  | 3,30b   | 3,85b   | 2,94b                                    | 2,33ab | 2,51a   |
| Andiroba | 0,73b   | 0,46c  | 0,60b   | 2,14b  | 1,87b   | 3,08b   | 1,41b                                    | 1,40b  | 2,48a   |
| Áreas    | P (mg kg <sup>-1</sup> )                      |        |         | K (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )      |         |         | Na (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) |        |         |
|          | Profundidade (cm)                             |        |         |  |         |         |  |        |         |
|          | (0-5)   | (5-10) | (10-20) | (0-5)  | (5-10)  | (10-20) | (0-5)                                    | (5-10) | (10-20) |
| FS       | 8,46b   | 6,86b  | 6,18b   | 0,26a  | 0,18a   | 0,15a   | 0,04ab                                   | 1,43ab | 0,05a   |
| Sabiá    | 13,71a  | 12,11a | 11,42a  | 0,19b  | 0,19a   | 0,16a   | 0,06a                                    | 1,66a  | 0,05a   |
| Andiroba | 11,42a  | 11,88a | 10,06a  | 0,15c  | 0,17a   | 0,17a   | 0,03b                                    | 1,06b  | 0,04a   |

Valores seguidos de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Os valores de fósforo variaram de 6,18 a 13,71 mg kg<sup>-1</sup>. O teor de P apresentou diferenças significativas entre a floresta de sucessão secundária espontânea e as áreas de plantio de sabiá e de andiroba (Tabela 5). O plantio de sabiá e de andiroba apresentam o maior teor de fósforo e a floresta de sucessão secundária espontânea apresentou o menor (Tabela 5). Pode-se observar que o fósforo tende a reduzir em profundidade o que e consequência de sua baixa mobilidade (NASCIMENTO et al, 2003) aliada a maior despolimerização pela decomposição da serrapilheira, depositada em superfície.

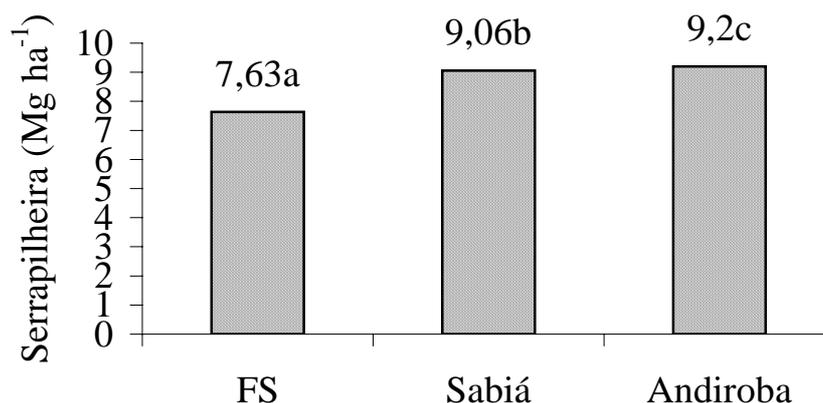
Quanto aos valores dos teores de potássio, estes variaram de 0,15 a 0,26 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>. O maior teor de potássio foi encontrado na área floresta de sucessão secundária espontânea na camada de 0-5 cm e o menor teor na camada de 0-5 cm na área de plantio de andiroba. Quanto ao sódio, o maior valor foi encontrado na camada de 5-10 cm da área no plantio de sabiá (Tabela 5). Os valores do teor de H+Al tenderam a diminuir em profundidade.

## **4.2. Material formador da serrapilheira**

### **4.2.1. Deposição de material formador da serrapilheira**

As três áreas estudadas apresentaram diferença estatística quanto à deposição total de serrapilheira (Figura 9). VITOUSEK & SANDFORD, (1986) citam que em solos de baixa fertilidade, as florestas tropicais aportam por ano, em média 7,5 Mg ha<sup>-1</sup>. Os resultados encontrados para o aporte anual de serrapilheira nas três áreas foram os seguintes nas áreas de floresta secundária 7,63. Mg ha<sup>-1</sup>, o plantio de sabiá 9,06 Mg ha<sup>-1</sup> e o plantio de andiroba 9,20 Mg ha<sup>-1</sup>. Os valores encontrados neste estudo foram superiores aos relacionado com solos de baixa fertilidade. BALIEIRO et al. (2004a) encontraram aporte anual de serrapilheira para plantios puros de guachapele, de eucalipto e para o consórcio das duas respectivamente 12,75; 11,84 e 12,44 Mg ha<sup>-1</sup> num Planossolo, no município de Seropédica-RJ. COSTA (1998) & FROUFE (1999) na mesma localidade e tipo de solo encontraram valores de 11,2 Mg ha<sup>-1</sup> para um plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) seguido de regeneração natural. TOLEDO et al. (2002) observaram 12,97 Mg ha<sup>-1</sup> de serrapilheira depositada por uma floresta de sucessão secundária espontânea tardia e 10,46 Mg ha<sup>-1</sup> em uma floresta de sucessão secundária espontânea inicial em Pinheiral-RJ.

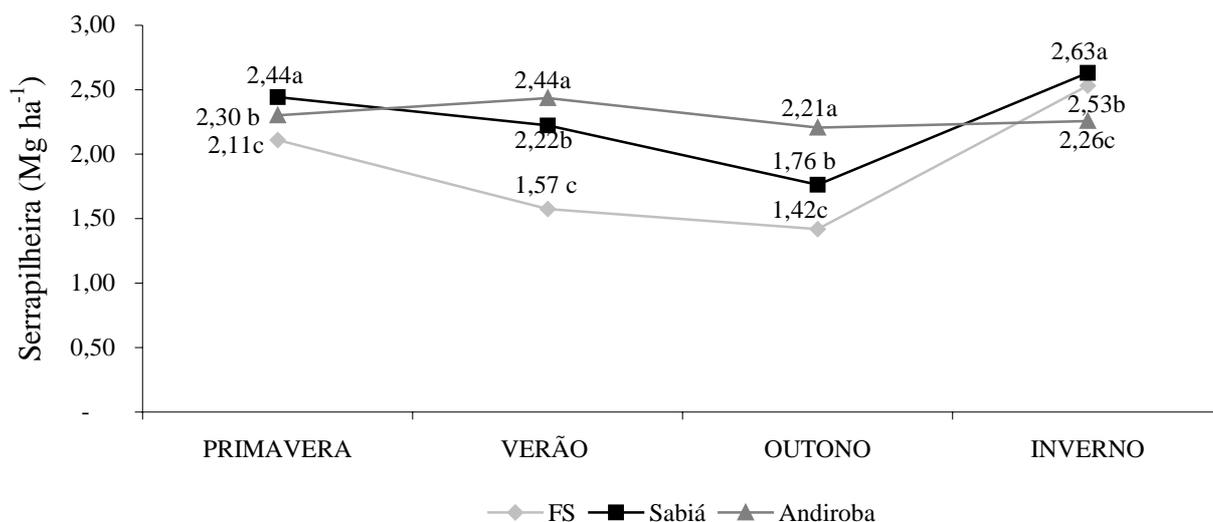
As áreas de plantio de sabiá e plantio de andiroba apresentam maior aporte anual de material decíduo em relação à floresta de sucessão secundária espontânea, provavelmente pela presença de uma maior quantidade de espécies pioneiras que investem mais na produção vegetativa (Figura 9). Já para a floresta de sucessão secundária espontânea a maior parte da biomassa vegetal está retida na própria biomassa das espécies florestais, garantindo uma menor produção de material decíduo (Figura 9). De acordo com MEGURO et al., (1979) o estágio de maturação do ecossistema é um dos fatores determinantes nas taxas de deposição de serrapilheira e um ecossistema jovem deposita mais matéria orgânica que um estabilizado. WERNECK et al. (2001) estudando uma floresta semidecídua em Ouro Preto com objetivo de avaliar padrão de deposição com diferentes graus de perturbação, observou que áreas com maior quantidade de espécies florestais pioneiras podem aportar menor quantidade de serrapilheira e que a proporção ocupada pela copas e o tamanho do dossel foram mais determinantes no aumento da produção de serrapilheira.



**Figura 9:** Total de material formador da serrapilheira nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural. Valores seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

As áreas de floresta de sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá e andiroba apresentaram diferenças estatísticas em todas as estações avaliadas quanto ao aporte de material decíduo (Figura 10). De forma geral a floresta de sucessão secundária espontânea teve a menor produção de serrapilheira, em contraste com plantio de sabiá que apresentou a maior produção de serrapilheira na primavera inverno e o de andiroba com a maior no verão e outono (Figura 10). CORRÊA NETO et al. (2001) observaram maior deposição de serrapilheira na estação inverno com 2,39 Mg ha<sup>-1</sup> numa floresta de sucessão secundária espontânea e 2,01 Mg ha<sup>-1</sup> em um plantio de Eucalipto na Floresta Nacional Mário Xavier em Seropédica-RJ. TOLEDO et al. (2002) observaram maior produção de serrapilheira na estação inverno com 4,03 e 2,91 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente em floresta sucessão secundária espontânea tardia floresta de sucessão secundária espontânea inicial, no município de Pinheiral-RJ.

Na estação do inverno ocorre o déficit hídrico que faz com que a maioria das árvores perca suas folhas para diminuir a evapotranspiração. MOREIRA & SILVA (2004) explicam que o fato da maior produção de serrapilheira se dar na estação seca e resultante da redução da precipitação e acarretando no fato do ecossistema florestal sofrer estresse hídrico responder com maior queda de folhas.

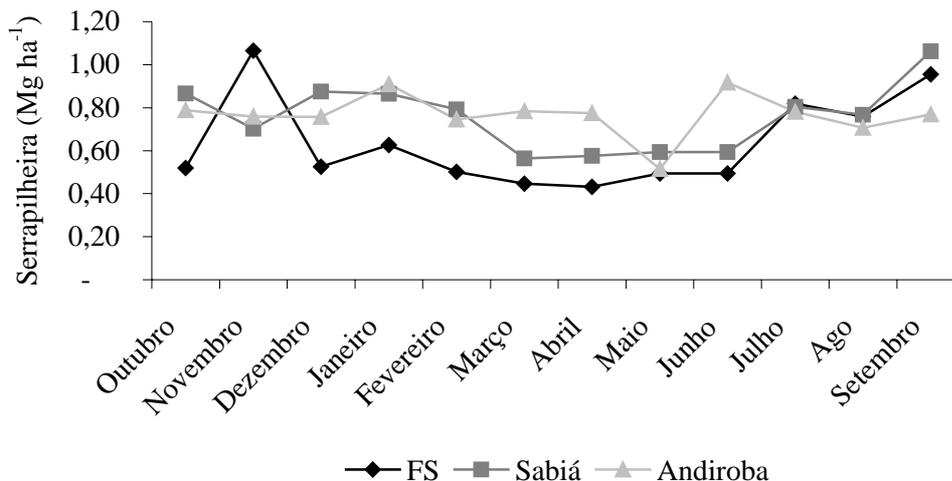


**Figura 10:** Material decíduo adicionado nas estações primavera, verão, outono e inverno nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior de regeneração natural. Valores seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A floresta de sucessão secundária espontânea apresenta sua maior deposição de serrapilheira no mês de novembro e a menor no mês de março (Figura 11). O plantio de sabiá apresenta a maior deposição de serrapilheira no mês de setembro e a menor no mês de abril (Figura 11). O plantio de andiroba tem sua maior deposição no mês de junho e, em maio, a menor deposição (Figura 11). As três áreas estudadas parecem não ter um padrão de deposição de serrapilheira em comum, pois pode se observar que o período de maiores e menores deposições foi diferenciado (Figura 11).

BALIEIRO et al. (2004a) observaram maior deposição de serrapilheira nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro em plantios puros e consorciados de guachapele e de eucalipto, no município de Seropédica-RJ. BALIEIRO et al. (2004a) afirma que as temperaturas mais elevadas e a baixa capacidade de retenção umidade do Planossolo na área dos plantios certamente imprimiram um estresse hídrico às espécies, que em resposta, diminuíram sua superfície de transpiração, via queda de folhas.

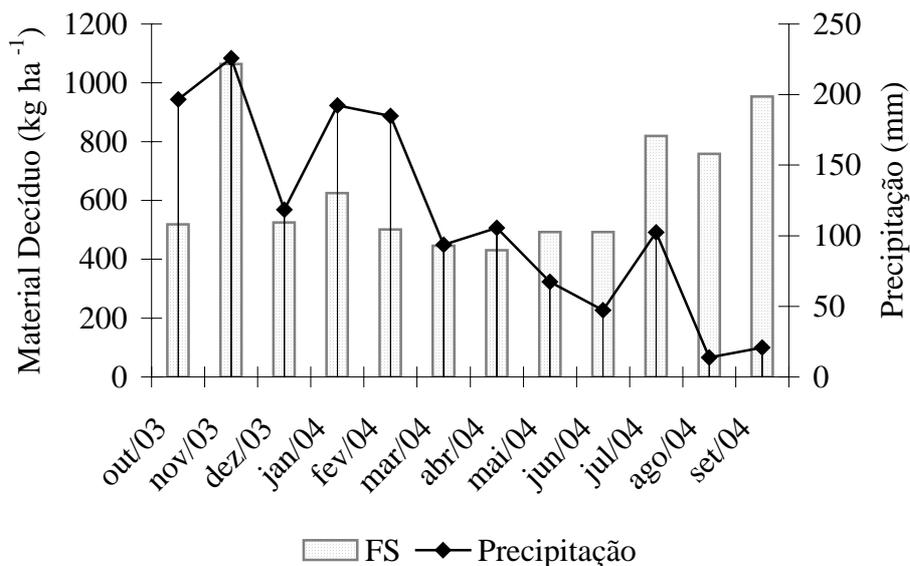
A maior deposição de serrapilheira, na época quente e úmida foi observada por CARPANEZZI (1980), em plantações de *E. saligna* com 5 anos; POGGIANI (1985), em plantios de *E. saligna* aos 7 e 10 anos de idade; SCHUMACHER (1992), para *E. grandis* com 7 anos, situado no interior de SP e também por TURNER & LAMBERT (1983), em plantios de *E. grandis* com 27 anos, na Austrália. Entretanto os padrões de maior deposição de serrapilheira no presente estudo parecem não estar relacionados aos fatores climáticos, e sim a uma maior diversidade de espécies em cada área, o que garante um aporte de material decíduo mais heterogêneo, onde cada espécie responde de forma diferenciada às variáveis climáticas (Figura 11). KONIG et al. (2002) trabalhando numa floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul encontraram correlação negativa da deposição da serrapilheira com a temperatura não havendo correlação com a precipitação.



**Figura 11:** Material decíduo adicionado mensalmente nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

Para a área de floresta de sucessão secundária espontânea não foi verificada correlação ( $r^2=0,11$ ) entre a deposição de serrapilheira e a precipitação pluviométrica ao longo do período estudado, demonstrando que talvez outras variáveis estejam atuando no padrão de deposição de serrapilheira.

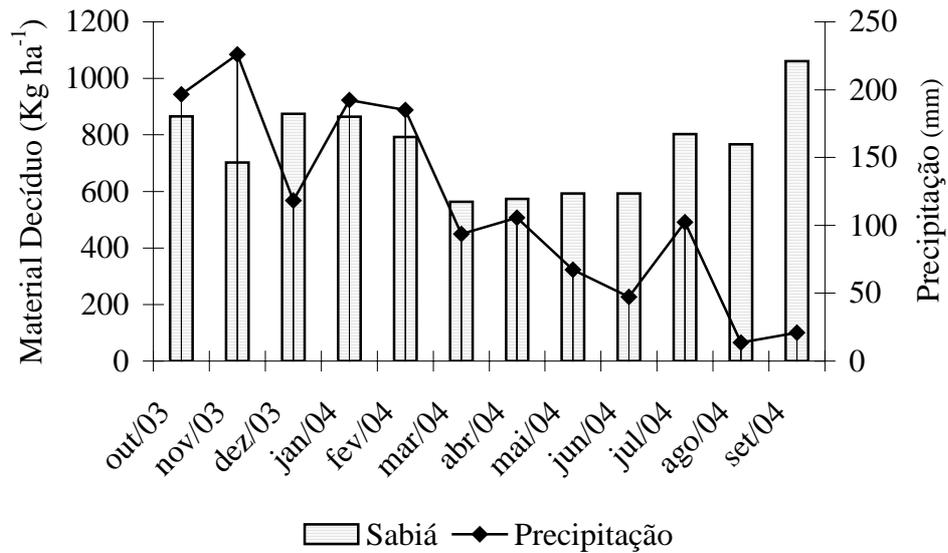
Embora não tenha sido verificada correlação entre aporte e precipitação, verifica-se que o mês de novembro de 2003 foi onde ocorreu a maior deposição de material decíduo e também foi o mês com maior precipitação (Figura 12). A vegetação da floresta de sucessão de secundária espontânea responde ao estresse hídrico no mês de agosto e setembro de 2004 com uma considerável deposição mensal de serrapilheira (Figura 12). No entanto nos meses com menor deposição de serrapilheira não se verifica uma influência marcante da precipitação (Figura 12). Pode-se observar um pico na deposição de serrapilheira no período de julho a setembro de 2004 este comportamento pode estar associado a diminuição da precipitação (Figura 12).



**Figura 12:** Material decíduo adicionado e precipitação mensal na área de floresta de sucessão secundária espontânea (FS).

Para a área de plantio de sabiá também não foi verificada correlação entre a taxa de precipitação e o aporte de serrapilheira ( $r^2 = 0,68^{ns}$ ) sendo o valor de correlação não significativo.

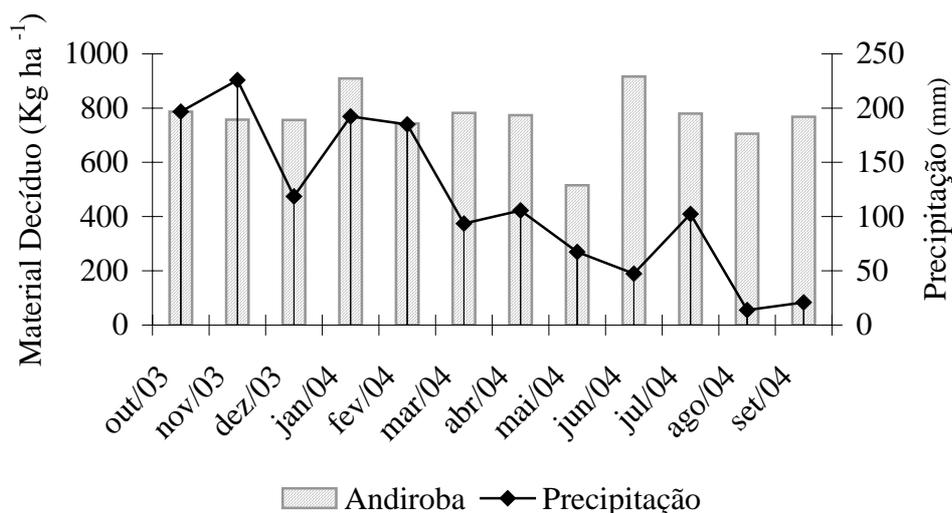
O mês de setembro de 2004 foi o que apresentou a maior deposição mensal de serrapilheira, o que pode ser consequência do estresse hídrico, acarretando senescência da fração foliar, para diminuir a evapotranspiração (Figura 13). A área de plantio de sabiá apresentou dois picos de deposição de serrapilheira, nos meses entre dezembro de 2003 a fevereiro de 2004 e no período de julho a setembro de 2004 (Figura 13). Isto pode ser explicado pela presença da *Mimosa caesalpiniiifolia* nesta área, espécie decídua que perde material foliar durante prolongados períodos de baixa e alta precipitação (Figura 13). BALIEIRO et al. (2003) encontraram o mesmo comportamento, de maior deposição de serrapilheira, em plantios puros e consorciados de *Pseudosamanea gachapele* e eucalipto entre os meses de dezembro a fevereiro.



**Figura 13:** Material decíduo adicionado e precipitação mensal na área de plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural.

Diferindo das demais, a área de plantio de andiroba com posterior regeneração natural apresentou correlação significativa ( $r^2=0,44^*$ ), demonstrando que a precipitação influencia de forma significativa na deposição do material decíduo nesta área.

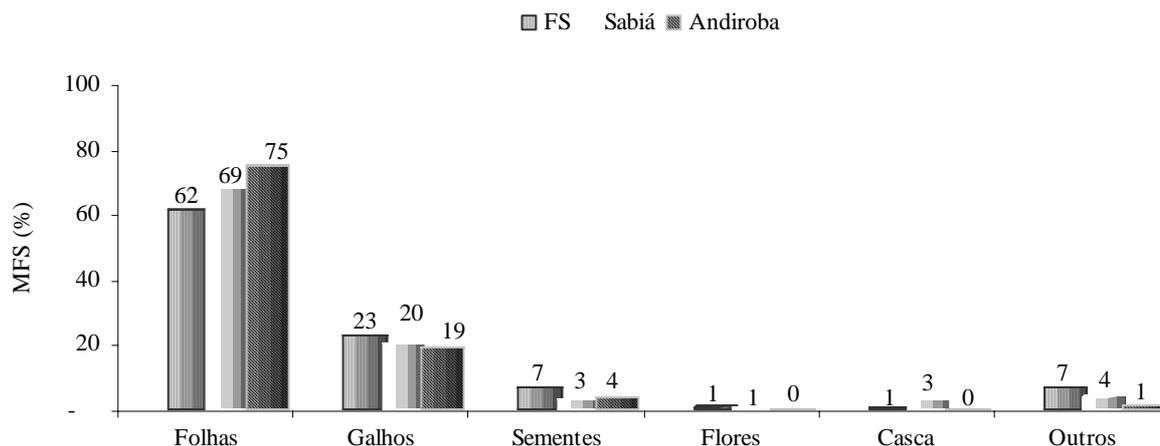
A área de plantio de andiroba com posterior regeneração natural apresentou maior deposição mensal nos meses de janeiro e junho (Figura 14). O padrão de deposição de material decíduo desta área é similar ao do plantio de sabiá com deposição da serrapilheira pela influência da maior precipitação em janeiro (Figura 14), e pela menor precipitação em junho e, conseqüentemente, maior aporte de serrapilheira em função do estresse hídrico que provoca a senescência e queda principalmente das folhas (Figura 14).



**Figura 14:** Material decíduo adicionado e precipitação mensal na área de plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

A fração folhas foi predominante nas três áreas avaliadas com 62, 69 e 75% para as áreas de floresta de sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá e plantio de andiroba respectivamente, (Figura 15). BALIEIRO et al. (2004a) encontraram os seguintes percentuais da fração folhas 85,1; 57,7; e 56,4 %, respectivamente para plantios puros de gachapele, eucalipto e consórcio das duas espécies. ARAÚJO (2002) estudando a deposição da serrapilheira em diferentes modelos de revegetação na reserva biológica de Poço das Antas em Silva Jardim, encontrou entre 69,1% a 76,2% de fração foliar. Observa-se que as áreas de plantio de andiroba e sabiá apresentam percentuais da fração folhas, superiores ao da floresta de sucessão secundária espontânea, o que pode ser devido à maior presença de espécies pioneiras (Figura 15). A elevada deposição de folhas em florestas que apresentam distúrbios deve-se ao rápido crescimento e renovação foliares das espécies pioneiras, canalizando os fotoassimilados em um primeiro momento para produção vegetativa (MARTINS & RODRIGUES, 1999).

As áreas de plantio de sabiá e andiroba apresentaram um percentual da fração galhos inferiores à floresta de sucessão secundária espontânea (Figura 15). FIGUEIREDO FILHO et al., (2003) encontraram em média 27% da fração galhos em uma floresta Ombrófila Mista no Paraná.



**Figura 15:** Frações do material decíduo nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá e do plantio de andiroba, durante o período de estudo.

#### 4.2.2. Características químicas do material formador da serrapilheira

A serrapilheira do plantio de sabiá foi a que apresentou a maior quantidade de polifenóis sendo verificada diferença estatística para a floresta de sucessão secundária espontânea e o plantio de andiroba (Tabela 6). Os polifenóis produzidos nas folhas de eucalipto são os agentes alelopáticos capazes de influenciar a sucessão, dominância e dinâmica da vegetação, assim como a decomposição da matéria orgânica (DEL MORAL & MULLER, 1970; EGAWA et al., 1977). NDAW et al. (2003) encontraram 33,53 g. kg<sup>-1</sup> de polifenóis na serrapilheira de uma mata preservada em Santa Maria Madalena-RJ e também 222,62 g kg<sup>-1</sup> para um plantio de eucalipto.

O plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) apresentou quantidade similar de lignina quando comparada com a serrapilheira da área de floresta de sucessão secundária espontânea, no entanto, para os teores de suberina, o plantio de sabiá apresentou valor inferior à floresta de sucessão secundária espontânea (Tabela 6). Quanto à quantidade de tanino na serrapilheira, a área de plantio de andiroba apresentou um valor inferior ao plantio de sabiá e a área de floresta de sucessão secundária espontânea (Tabela 6). NDAW et al. (2003) verificaram teores de lignina da ordem de 367,58 g kg<sup>-1</sup> em uma mata preservada em Santa Maria Madalena-RJ, valores superiores aos observados nas áreas estudadas (Tabela 6).

ANDRADE, (1997) encontrou valores de 188,4 g. kg<sup>-1</sup> de lignina para um plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com 4 anos de idade, valor inferior ao verificado na área de floresta de sucessão secundária espontânea e o próprio plantio de sabiá (Tabela 6). Plantas jovens são ricas em proteínas, enquanto, à medida que envelhecem, as frações celulose, hemicelulose, holocelulose e lignina aumentam (WASKMAN, 1952), o que se pode observar pela diferença estatística entre a plantio de andiroba e a floresta de sucessão secundária espontânea para a quantidade de lignina e holocelulose (celulose + hemicelulose) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Quantidade de polifenóis, lignina, suberina, tanino, holocelulose, lignina/N, lignina+polifenóis/N e C/N em g por kg de matéria seca de serrapilheira das áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

| Material                           | FS      | Sabiá                 | Andiroba |
|------------------------------------|---------|-----------------------|----------|
|                                    |         | (g kg <sup>-1</sup> ) |          |
| Polifenóis (g kg <sup>-1</sup> )   | 90,0b   | 260,0a                | 80,0c    |
| Lignina (g kg <sup>-1</sup> )      | 200,0a  | 200,0a                | 130,0b   |
| Suberina (g kg <sup>-1</sup> )     | 460,0a  | 290,0b                | 290,0b   |
| Tanino (g kg <sup>-1</sup> )       | 20,0a   | 20,0a                 | 10,0b    |
| Holocelulose (g kg <sup>-1</sup> ) | 160,0a  | 160,0a                | 140,0b   |
| Lignina/N                          | 10,47b  | 11,62a                | 5,85c    |
| Lignina+Polifenóis/N               | 15,18b  | 26,74a                | 9,45c    |
| C/N                                | 22,430b | 26,510a               | 17,055c  |

Valores seguidos de mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A quantidade de holocelulose da área de plantio de andiroba se diferencia estatisticamente das áreas de floresta sucessão secundária espontânea e de plantio de sabiá. A holocelulose é constituída de substâncias de alto peso molecular que são a celulose e a hemicelulose (Tabela 6). As celulosas e as hemicelulosas são polímeros insolúveis, cuja hidrólise produz açúcares simples e constituem os carboidratos estruturais dos vegetais. As ligninas são substâncias ternárias polimerizadas que cimentam entre si certas fibras celulósicas e que, no solo formam complexos com aminoácidos e outras substâncias, dando a origem a materiais do tipo húmus, muito resistentes à ação dos agentes de degradação (ALLISON, 1973).

As áreas de plantio de sabiá, plantio de andiroba e floresta de sucessão secundária espontânea apresentaram diferença estatística para as relações lignina/N e lignina+polifenóis/N, sendo que a área de plantio de sabiá apresentou o maior valor desta relação em ambas as áreas (Tabela 6). A área de plantio de sabiá foi a que apresentou a maior relação carbono/nitrogênio e a de plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) a menor relação carbono/nitrogênio (Tabela 6).

Quanto aos teores de nutrientes analisados na serrapilheira, verifica-se que as áreas de plantio de sabiá e de andiroba (*Carapa guianenses*) apresentaram uma melhor qualidade nutricional se comparados à floresta de sucessão secundária espontânea (Tabela 7). De forma geral áreas de plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) apresentaram teores de nitrogênio e fósforo superiores à floresta de sucessão secundária espontânea em praticamente todas as estações do ano (Tabela 7). O maior teor de fósforo foi encontrado no plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) no inverno e o menor na floresta sucessão secundária espontânea no verão e outono (Tabela 7). A área de plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) seguido de regeneração natural na primavera foi a área que apresentou o maior teor de potássio e a floresta sucessão secundária espontânea e o plantio de sabiá no outono apresentaram o menor teor de potássio (Tabela 7).

**Tabela 7.** Conteúdo sazonal de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) aportados pela serrapilheira das áreas floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural nas estações primavera (Pri), Verão (Ver), Outono (Out) e Inverno (Inv) em quilograma por hectare (kg ha<sup>-1</sup>).

|          | N                   |        |        |        | P     |       |       |       | K     |       |       |       |
|----------|---------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | Pri                 | Ver    | Out    | Inv    | Pri   | Ver   | Out   | Inv   | Pri   | Ver   | Out   | Inv   |
|          | Kg ha <sup>-1</sup> |        |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |
| FS       | 40,29a              | 22,97c | 12,62c | 73,93b | 0,80c | 0,60c | 0,60a | 1,00c | 4,50a | 3,40c | 3,00a | 5,40b |
| Sabiá    | 42,02a              | 24,21b | 21,68b | 88,95a | 1,10a | 0,80a | 0,70b | 1,30a | 4,10b | 3,70b | 3,00a | 4,40c |
| Andiroba | 39,61b              | 55,80a | 46,76a | 74,00b | 1,00b | 0,70b | 0,70b | 1,20b | 5,90c | 6,20a | 5,60b | 5,70a |

Valores seguidos da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente a %5 de significancia pelo teste Tukey.

A área de floresta de sucessão secundária espontânea depositou anualmente 149,81 kg ha<sup>-1</sup> ano de nitrogênio, 3,00 kg ha<sup>-1</sup> ano de fósforo e 16,30 kg ha<sup>-1</sup> ano de potássio. O plantio de sabiá 176,86 kg ha<sup>-1</sup> ano de nitrogênio, 3,90 kg ha<sup>-1</sup> ano de fósforo e 15,20 kg ha<sup>-1</sup> ano de potássio. Já a área de regeneração contribuiu com 216,17 kg ha<sup>-1</sup> ano de nitrogênio, 3,60 kg ha<sup>-1</sup> ano de fósforo e 23,40 kg ha<sup>-1</sup> ano de potássio.

O aporte anual de nitrogênio pela serrapilheira das áreas de plantio de andiroba e plantio de sabiá foi superior à floresta de sucessão secundária espontânea (Tabela 8), o que pode se dever em parte a capacidade das plantas leguminosas encontradas na área de plantio de andiroba e plantio de sabiá de formarem associações mutualísticas com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>. Estas espécies fixadoras de nitrogênio atmosférico também podem ter suas raízes colonizadas por fungos do solo, formando associações micorrízicas, que contribuem para melhorar o aproveitamento de fósforo (SIQUEIRA & FRANCO, 1988), o que explica o maior aporte anual de fósforo nas áreas de plantio de andiroba e sabiá (Tabela 8). BALIEIRO et al. (2004a) observaram maior aporte de N em área de plantio da leguminosa arbórea gachapele em relação ao plantio de eucalipto, evidenciando o benefício desta no sistema.

**Tabela 8.** Quantidade anual de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da serrapilheira das áreas floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural em tonelada por hectare ano (kg ha<sup>-1</sup> ano).

| Nutrientes | N                       | P     | K      |
|------------|-------------------------|-------|--------|
|            | kg ha <sup>-1</sup> ano |       |        |
| FS         | 149,81c                 | 3,00c | 16,30b |
| Sabiá      | 176,86b                 | 3,90a | 15,20c |
| Andiroba   | 216,17a                 | 3,60b | 23,40a |

Valores seguidos da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente a %5 de significancia pelo teste Tukey.

### 4.3. Fauna do solo

#### 4.3.1. Temperatura e umidade do solo

Quanto à temperatura, verifica-se que a área de plantio de apresentou a maior temperatura do solo em todas as estações climáticas comparado às demais áreas (Tabela 9). A área de floresta de sucessão secundária espontânea apresentou a menor temperatura do solo e também a maior umidade (Tabela 9).

A umidade do solo aumentou da primavera para o verão e reduziu com a chegada do inverno nas três áreas estudadas (Tabela 9). Já a temperatura do solo decresceu da primavera para o inverno (Tabela 9).

**Tabela 9.** Temperatura e umidade do solo no período de instalação dos “pitt fall” nas áreas floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural, e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

|          | Temperatura |       |        |         |       | Umidade   |       |        |         |       |
|----------|-------------|-------|--------|---------|-------|-----------|-------|--------|---------|-------|
|          | Primavera   | Verão | Outono | Inverno | Média | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Média |
|          | °C          |       |        |         |       | %         |       |        |         |       |
| FS       | 23,5        | 23,0  | 21,7   | 21,0    | 22,3  | 13,29     | 15,00 | 9,21   | 8,94    | 11,61 |
| Sabiá    | 23,3        | 23,5  | 23,1   | 20,3    | 22,5  | 7,69      | 9,32  | 6,28   | 5,58    | 7,22  |
| Andiroba | 23,9        | 23,5  | 23,4   | 23,3    | 23,5  | 5,44      | 7,62  | 5,96   | 5,35    | 6,09  |

#### 4.3.2. Grupos Taxonômicos

Na tabela 10 são apresentados os grupos taxonômicos, os que mais se destacaram foram os Collembola (53,90%) e os Formicidae (27,55 %) que somados, equivalem a 81,45 % das comunidades estudadas na floresta de sucessão secundária espontânea. OLIVEIRA & FRANKLIN (1993) encontraram maior densidade populacional de Collembola em pastagens na Amazônia como consequência da maior liteira em comparação a pastagens queimadas. Os autores também verificaram que collembolas e ácaros são os grupos taxonômicos mais abundantes em solos de pastagens na região Amazônica.

**Tabela 10.** Número e porcentagem de indivíduos coletados na área de floresta de sucessão secundária espontânea. Somatório de quatro estações (primavera + verão + outono + inverno) por grupos taxonômicos.

| Grupos               | N <sup>o</sup> de indivíduos coletados | % do total |
|----------------------|--|------------|
| Collembola           | 1841                                   | 53,90      |
| Formicidae           | 941                                    | 27,55      |
| Díptera              | 151                                    | 4,42       |
| Coleóptera           | 128                                    | 3,74       |
| Isopoda              | 94                                     | 2,75       |
| Isoptera             | 61                                     | 1,78       |
| Araneae              | 47                                     | 1,37       |
| Orthoptera           | 44                                     | 1,28       |
| Larva de díptera     | 29                                     | 0,84       |
| Symphyla             | 20                                     | 0,58       |
| Thysanoptera         | 17                                     | 0,49       |
| Diplopoda            | 11                                     | 0,32       |
| Himenóptera          | 9                                      | 0,26       |
| Larva de coleóptera  | 8                                      | 0,23       |
| Blattodea            | 3                                      | 0,08       |
| Lepidoptera          | 3                                      | 0,08       |
| Hemiptera            | 3                                      | 0,08       |
| Opillionidaea        | 2                                      | 0,06       |
| Larva de Lepidoptera | 2                                      | 0,05       |
| Homoptera            | 1                                      | 0,03       |
| <b>Total</b>         | <b>3415</b>                            | <b>100</b> |

Na tabela 11, são apresentados os números e a porcentagem de indivíduos, por grupos taxonômicos, coletados durante 4 estações (primavera-2003, verão-2004, outono-2004 e inverno-2004) na área de plantio de sabiá. Os grupos taxonômicos que mais se destacaram foram os Collembola (52,61 %) e os Formicidae (17,41 %) que somados equivalem a 70,02 % das comunidades estudadas na área de plantio de sabiá.

**Tabela 11.** Número e porcentagem de indivíduos coletados no plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural. Somatório de quatro estações (primavera + verão + outono + inverno) por grupos taxonômicos.

| <b>Grupos</b>       | <b>N<sup>o</sup> de indivíduos coletados</b> | <b>% do total</b> |
|---------------------|--|-------------------|
| Collembola          | 1644   | 52,61             |
| Formicidae          | 544  | 17,41             |
| Coleoptera          | 209  | 6,69              |
| Isoptera            | 203  | 6,50              |
| Isopoda             | 193  | 6,18              |
| Diptera             | 134  | 4,29              |
| Araneae             | 40   | 1,28              |
| Orthoptera          | 34   | 1,09              |
| Thysanoptera        | 28   | 0,90              |
| Symphyla            | 24   | 0,77              |
| Larva de diptera    | 21   | 0,67              |
| Diplopoda           | 11   | 0,35              |
| Equitreideo         | 9  | 0,29              |
| Chilopoda           | 5  | 0,16              |
| Opillionidaea       | 3  | 0,10              |
| Larva de coleoptera | 3  | 0,10              |
| Hymenoptera         | 2  | 0,06              |
| Gastropoda          | 1  | 0,03              |
| Pseudoscorpionidea  | 1  | 0,03              |
| Gastropoda          | 1  | 0,03              |
| Thysanura           | 1  | 0,03              |
| Homoptera           | 1  | 0,03              |
| <b>Total</b>        | <b>1997</b>                                  | <b>100</b>        |

Na tabela 12 são apresentados os números e a porcentagem de indivíduos coletados durante as 4 estações (primavera-2003, verão-2004, outono-2004 e inverno-2004) na área de plantio de andiroba. Os grupos taxonômicos que mais se destacaram foram os Collembola (61,12 %) e os Formicidae (20,35 %), que somados equivalem a 81,47 % das comunidades estudadas na área.

**Tabela 12:** Número e porcentagem de indivíduos coletados no plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) seguido de regeneração natural. Somatório de quatro estações (primavera + verão + outono + inverno) por grupos taxonômicos.

| <b>Grupos</b>        | <b>N<sup>o</sup> de indivíduos coletados</b> | <b>% do total</b> |
|----------------------|--|-------------------|
| Collembola           | 2291   | 61,12             |
| Formicidae           | 763  | 20,35             |
| Coleóptera           | 193  | 5,14              |
| Isoptera             | 146  | 3,89              |
| Isopoda              | 86   | 2,29              |
| Díptera              | 85   | 2,26              |
| Araneae              | 41   | 1,09              |
| Thysanoptera         | 38   | 1,01              |
| Larva de diptera     | 36   | 0,96              |
| Orthoptera           | 25   | 0,66              |
| Symphyla             | 11   | 0,30              |
| Larva de coleoptera  | 5  | 0,13              |
| Blattodea            | 2  | 0,05              |
| Larva de lepidoptera | 2  | 0,05              |
| Opilionidae          | 2  | 0,05              |
| Chilopoda            | 1  | 0,02              |
| Homóptera            | 1  | 0,02              |
| Pseudoscorpionidae   | 1  | 0,02              |
| Hymenoptera          | 1  | 0,02              |
| Thysanura            | 1  | 0,02              |
| Homóptera            | 1  | 0,02              |
| <b>Total</b>         | <b>3748</b>                                  | <b>100</b>        |

As ordens Collembola e Formicidae foram dentre todos os grupos taxonômicos os de maior abundância, correspondendo à cerca de 70 % da comunidade da fauna do solo encontrada nas três áreas estudadas, demonstrando a forte dominância desses dois grupos taxonômicos. Porém há de se destacar que o grupo taxonômico Collembola correspondeu nas três áreas com pelo menos 50% do total dos indivíduos quantificados (Tabelas 10, 11 e 12).

HUBER (2003) ressalta que o hábito alimentar dos Collêmbolos se dá na superfície dos resíduos orgânicos, e comumente o número desses organismos e bem mais expressivo na serrapilheira que no solo. A dominância do grupo taxonômico Collembola demonstra a importância desses organismos na ciclagem de nutrientes na decomposição da serrapilheira na interface solo-serrapilheira nas três áreas (Tabelas 10, 11 e 12).

As áreas de floresta de sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá e plantio de andiroba apresentaram 20, 22 e 21 grupos taxonômicos respectivamente. LEITAO-LIMA & TEIXEIRA (2002) observaram a presença de 15 grupos taxonômicos numa capoeira enriquecida com a leguminosa *Inga edulis*, sendo também verificado o mesmo número de grupos em uma área sem enriquecimento demonstrando que a presença da leguminosa de rápido crescimento não contribuiu para o aumento do número de grupos taxonômicos. Comportamento similar ao verificado neste trabalho.

### 4.3.3. Grupos funcionais

Os grupos funcionais Micrófagos, Sociais: Formicidae, Holométabolos e Saprófagos foram dominantes entre os indivíduos coletados (Tabela 13). O grupo funcional Micrófagos responde por mais de 50% do total efetivo das comunidades estudadas nas três áreas em estudo (Tabela 13).

A microfagia e a saprofagia representaram as principais formas de alimentação respectivamente nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea 53,90 % e 5,53 %; plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) 52,60 % e 9,28 % e plantio de andiroba 61,12 % e 4,80 %. Os micrófagos utilizam os microrganismos como fonte de carbono e regulam qualitativa e quantitativamente as populações microbianas. Os saprófagos alimentam-se diretamente dos detritos, fragmentando-os e mineralizando os compostos mais simples, tais como açúcares simples, amido, lipídeos e proteínas (CORREIA, 1997).

A área de plantio de andiroba foi, dentre as áreas estudadas, a que apresentou o maior percentual de micrófagos (Collembola) e o plantio de sabiá o menor. Segundo STEFFEN et al. (2004), a quantidade de collembolos no solo depende de variações temporais e fatores climáticos, sendo assim, dependem da umidade, espessura do horizonte orgânico, macroporosidade do solo e a própria disponibilidade de alimento.

A maior temperatura e o menor teor de umidade do solo na área de plantio de andiroba ao longo do ano (Tabela 9), não influenciaram na diminuição dos Collembolas (Tabela 13). A maior deposição de serrapilheira no plantio de andiroba (Figura 10), proporcionou uma maior oferta de alimento, favorecendo a uma maior população de micrófagos (Collembola) em relação às outras áreas (Tabela 13).

Outro fator que pode ter favorecido a um maior percentual de micrófagos no plantio de andiroba seria a melhor qualidade da serrapilheira apresentada para a população microbiana com menores teores de polifenóis, lignina, tanino e menor relação lignina/nitrogênio, lignina+polifenóis/nitrogênio (Tabela 6) e também o maior teor de nitrogênio (Tabela 7).

A área de plantio de sabiá apresentou o maior percentual de saprófagos, no entanto a área de plantio de andiroba apresentou o menor percentual (Tabela 13). CORREIA & ANDRADE (1999) citam que a serrapilheira de *Eucalyptus grandis* foi muito menos palatável para as duas espécies de diplópodes (saprófagos) que a de *Mimosa caesalpinifolia*, em muitos casos, o organismo morre de inanição, mas não consome materiais que apresentam elevados teores de lignina ou polifenóis. A área de plantio de sabiá apresenta o triplo do teor de polifenóis das demais áreas (Tabela 6), embora apresente o dobro de organismos saprófagos (Tabela 13).

O grupo taxonômico Isópoda é o que mais contribuiu para o total de organismos saprófagos, na área de plantio de sabiá (Tabela 11). Isto permite afirmar que os Isópodes foram capazes de decompor a serrapilheira, apesar do alto teor de polifenóis. AQUINO et al. (2004), num sistema de plantio direto, descrevem que a ausência do revolvimento do solo e manutenção da palhada proporciona melhor microclima e maior aporte de alimento que favoreceram positivamente os Isópodos.

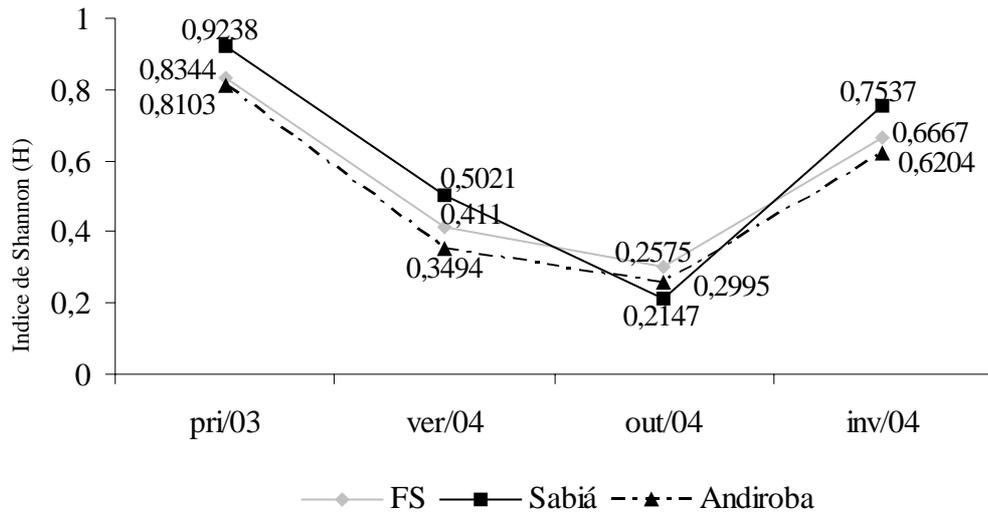
A floresta de sucessão de secundária espontânea foi a área com maior percentual de organismos Sociais (Formicidae) (27,55 %), o que pode ser explicado pela presença do maior teor de suberina (Tabela 6). A suberina nas folhas tem duas funções, como impermeabilizante da superfície foliar para diminuir a evapotranspiração e também função de proteção contra patógenos. Este comportamento sugere que os organismos Sociais (Formicidae) foram capazes de utilizar uma serrapilheira com alto teor de suberina como fonte de alimento.

**Tabela 13.** Número e porcentagem de indivíduos coletados na floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural para os diferentes grupos funcionais. Somatório de quatro estações (primavera + verão + outono + inverno).

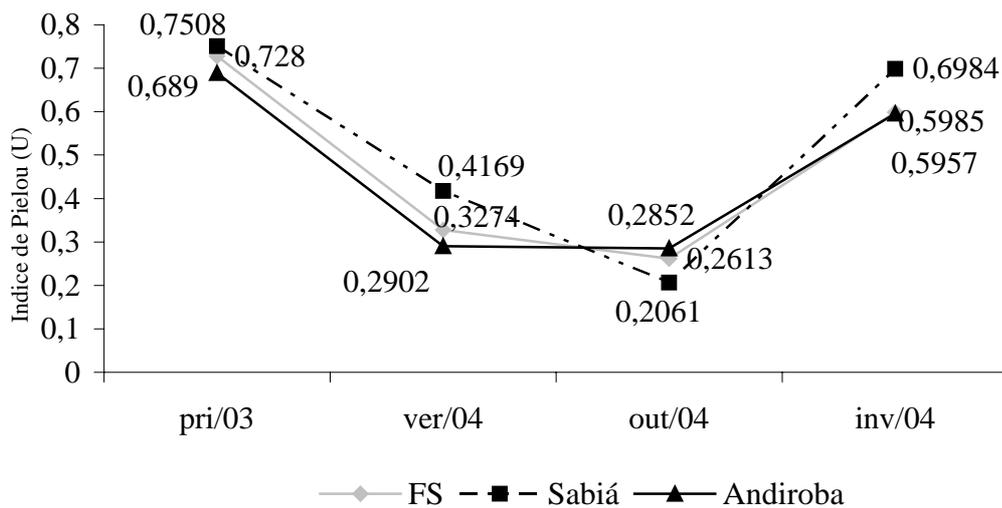
| Grupos Funcionais   | FS                   | FS    | Sabiá                | Sabiá | Andiroba             | Andiroba |
|---|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|----------|
|   | (N <sup>0</sup> Ind) | (%)   | (N <sup>0</sup> Ind) | (%)   | (N <sup>0</sup> Ind) | (%)      |
| Micrófagos – Collembola   | 1841                 | 53,90 | 1644                 | 52,60 | 2291                 | 61,12    |
| Sociais: Formicidae   | 941                  | 27,55 | 544                  | 17,40 | 763                  | 20,35    |
| Holometábolos - Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera e Diptera.   | 282                  | 8,25  | 343                  | 10,97 | 278                  | 7,41     |
| Saprófagos – Gastropoda, Oligochaeta, Isopoda, Diplopoda, Symphyla, Pauropoda, Protura, Diplura, Thysanura, Orthoptera, Blattaria, Embioptera, Psocoptera e Thysanoptera. | 189                  | 5,53  | 290                  | 9,28  | 180                  | 4,80     |
| Larvas - de Coleoptera, de Lepidoptera, de Diptera e de Neuroptera  | 39                   | 1,14  | 29                   | 0,92  | 43                   | 1,14     |
| Sociais: Isoptera   | 61                   | 1,78  | 203                  | 6,49  | 146                  | 3,89     |
| Predadores - Pseudoscorpionida, Aranae, Opilionida, Chilopoda e Dermaptera.   | 49                   | 1,43  | 58                   | 1,85  | 45                   | 1,20     |
| Parasitóides - Hymenoptera exceto Formicidae e Strepsiptera.  | 9                    | 0,26  | 2                    | 0,06  | 1                    | 0,02     |
| Fitófagos – Homoptera e Hemiptera   | 4                    | 0,11  | 12                   | 0,38  | 1                    | 0,02     |

#### 4.3.4. Índices de Diversidade, Uniformidade e Riqueza

De forma geral, a área de plantio de sabiá apresentou o maior valor de diversidade pelo índice de Shannon e o plantio de andiroba o menor valor, nas diferentes estações estudadas (Figura 16). O maior índice de Shannon encontrado nas três áreas foi observado na primavera de 2003 e inverno de 2004, e o menor valor no outono de 2004 (Figura 16). A menor diversidade pelo índice de Shannon nas áreas no outono está relacionada ao menor aporte de material decíduo (Figura 10), fornecendo menor oferta de alimento e reduzindo os grupos funcionais. CORRÊA NETO et al. (2001) encontram maiores valores de diversidade (Shannon) no outono para uma área de floresta de sucessão secundária espontânea e uma área de plantio de eucalipto na Floresta Nacional Mário Xavier, Seropédica-RJ onde a maior adição de material decíduo favoreceu o aumento dos grupos funcionais.

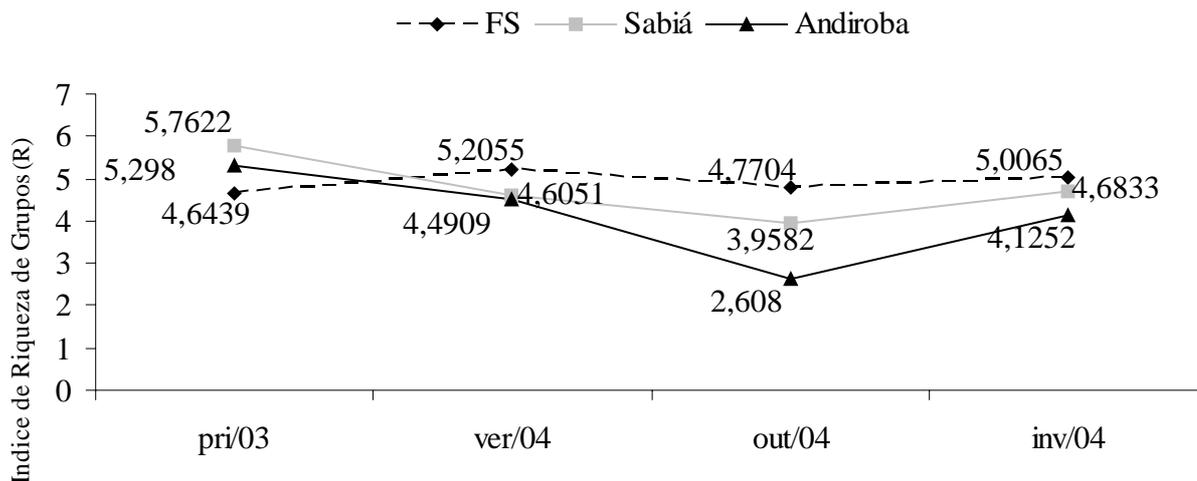


**Figura 16.** Índices de diversidade Shannon (H) nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.



**Figura 17.** Índices de Pielou (U) nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

Quanto ao índice de riqueza de grupos para a floresta de sucessão secundária espontânea nas estações verão, outono e inverno verificaram-se os maiores valores (Figura 18). Observa-se que as áreas de plantio de sabiá com posterior regeneração natural e plantio de andiroba com posterior regeneração natural apresentaram comportamento similar nas variações do índice de riquezas durante período de estudo.



**Figura 18.** Índices de Riqueza de grupos (R) nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

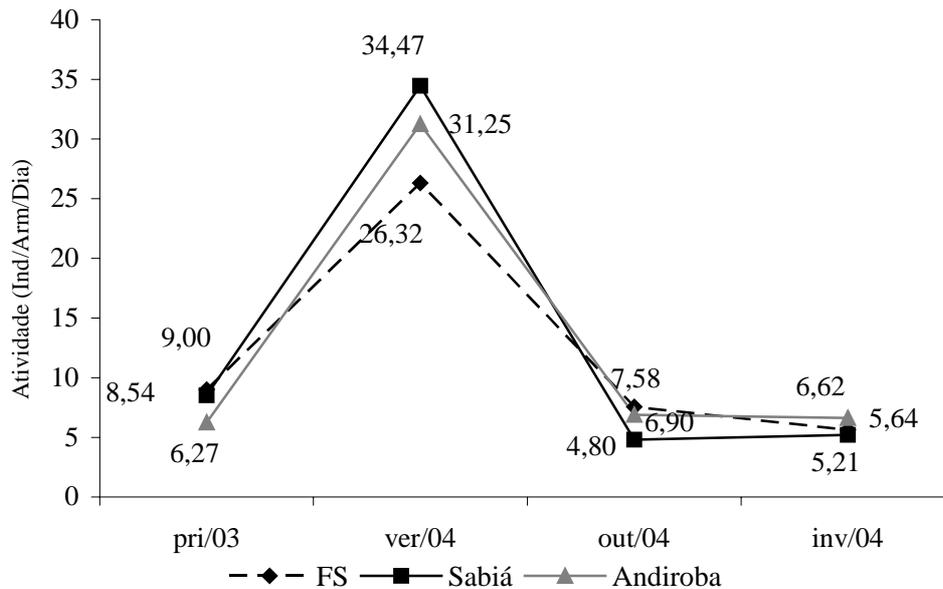
Os índices de Shannon e Pielou apresentaram um padrão de variação ao longo do período, semelhantes para as três áreas estudadas, demonstrando que a cobertura vegetal não influenciou quanto a estes índices (Figuras 16 e 17).

A maior riqueza de grupos da área de floresta de sucessão secundária espontânea sugere que nesta área a fauna epígea apresenta maior número de grupos taxonômicos e menor número de indivíduos em relação às áreas de plantio de sabiá e andiroba. É possível que a condição de menor aporte de material decíduo (Figura 9) reduza o número de indivíduos, porém permita que grupos taxonômicos mais competitivos possam se desenvolver neste ambiente.

#### 4.3.5. Atividade da Fauna do Solo

A maior atividade (indivíduo/armadilha/dia) da fauna do solo foi observada no verão, período de maior umidade do solo (Tabela 9) e precipitação (Figura 1). A menor atividade da fauna epígea foi observada no outono e inverno, estações onde ocorreram a menor umidade do solo (Tabela 9) e precipitação (Figura 1). A umidade tem um papel importante no grau de distribuição dos Collembola (WALLWORK, 1976).

De acordo com DANGERFIELD et al. (1991), Collembola e Formicidae apresentam intensa movimentação na superfície do solo, portanto pode-se dizer que esses dois grupos são os principais responsáveis pelo mesmo padrão observado na atividade da fauna edáfica, nas três áreas de estudo nas diferentes estações avaliadas (Figura 19).



**Figura 19.** Atividade da fauna (Indivíduo/armadilha/dia) nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

O plantio de sabiá apresentou a maior atividade no verão e a menor atividade no outono (Figura 19). A floresta de sucessão secundária espontânea e plantio de andiroba apresentaram a maior atividade da fauna edáfica no verão e a menor no inverno (Figura 19). O aumento da temperatura e da precipitação do verão favoreceu essa maior atividade, já a redução da temperatura e da precipitação reduziram, o que pode ser devido à migração para as camadas do solo em busca de maior umidade e temperatura. Diferindo do que foi observado neste estudo, SOARES & COSTA (2001) não encontraram influência da temperatura.

#### 4.3.6. Variações da Composição Relativa

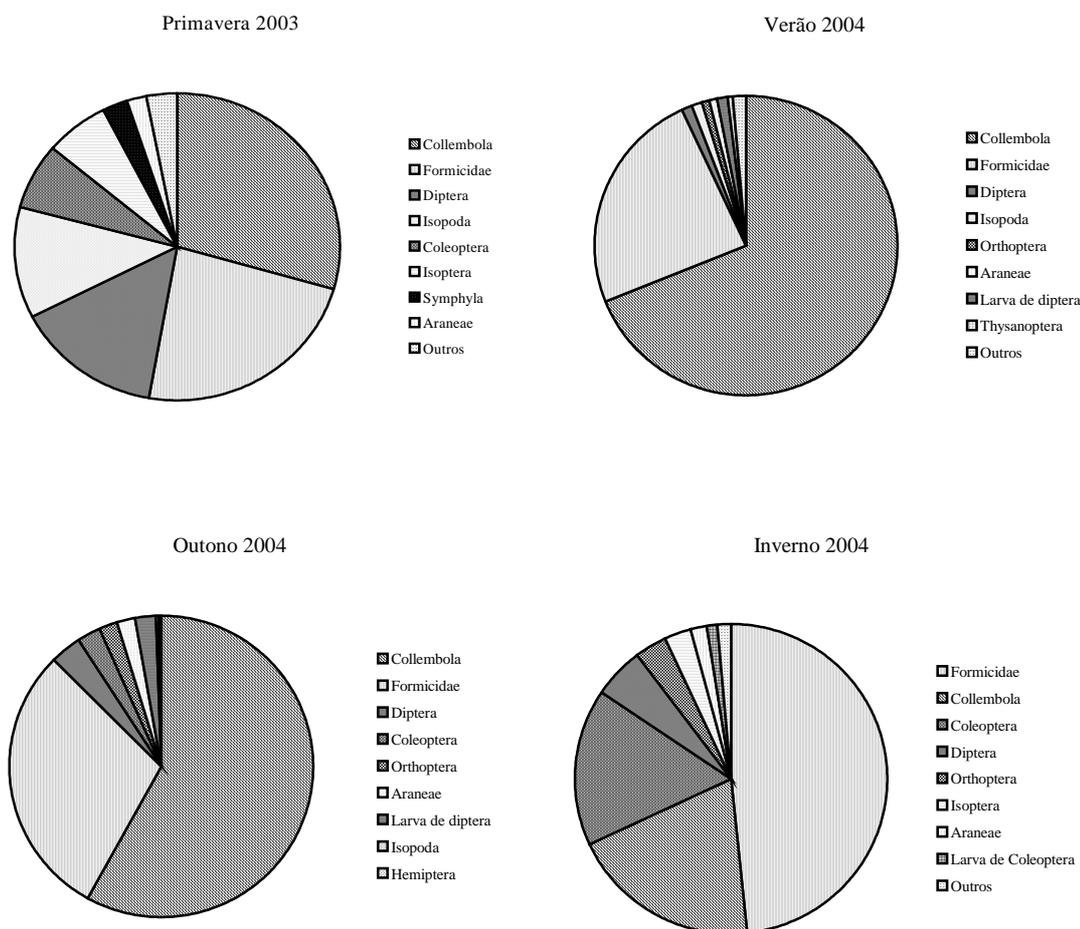
A análise da composição percentual sazonal dos principais grupos taxonômicos encontrados nas diferentes áreas estudadas permitiu que se observassem variações nas proporções relativas dos grupos. Os oito principais grupos taxonômicos de cada área e a sua proporção percentual foram avaliados e os demais reunidos em uma categoria intitulada “outros”, devido ao seu baixo percentual encontrado.

#### 4.3.7. Composição relativa dos grupos taxonômicos

Na área de floresta de sucessão secundária espontânea os grupos taxonômicos de maior ocorrência na estação primavera de 2003 foram: Collembola (29,37 %), Formicidae (23,49 %), Diptera (14,76 %), Isopoda (11,43 %), Coleoptera (6,98 %), Isoptera (6,35 %), Symphyla (2,54 %), Araneae (2,06 %) e outros (3,02 %) (Figura 20). No verão de 2004 foram: Collembola (68,86 %), Formicidae (24,20 %), Diptera (1,14 %), Isopoda (1,03 %), Orthoptera (0,92 %), Araneae (0,92 %), Larva de diptera (0,87 %), Thysanoptera (0,71 %) e outros (1,36 %) (Figura 20). No outono de 2004 a ordem foi: Collembola (58,19 %), Formicidae (29,38 %), Diptera (3,20 %), Coleoptera (2,45 %), Orthoptera (2,07 %), Araneae (2,07 %), Larva de diptera (2,07 %), Isopoda (0,39 %) e Hemiptera (0,19 %)

(Figura 20) não sendo necessário agrupar os demais componentes da fauna encontrada no grupo outros, devido ao reduzido número de grupos taxonômicos encontrados. Já no inverno de 2004 a sequencia foi: Formicidae (48,35 %), Collembola (19,75 %), Coleoptera (16,46 %), Diptera (5,06 %), Orthoptera (3,54 %), Isoptera (2,78 %), Araneae (1,52 %) e outros (2,53 %) (Figura 20).

Os grupos taxonômicos Collembolas e Formicidae foram os principais grupos taxonômicos observados em todas as estações (Figuras 20).

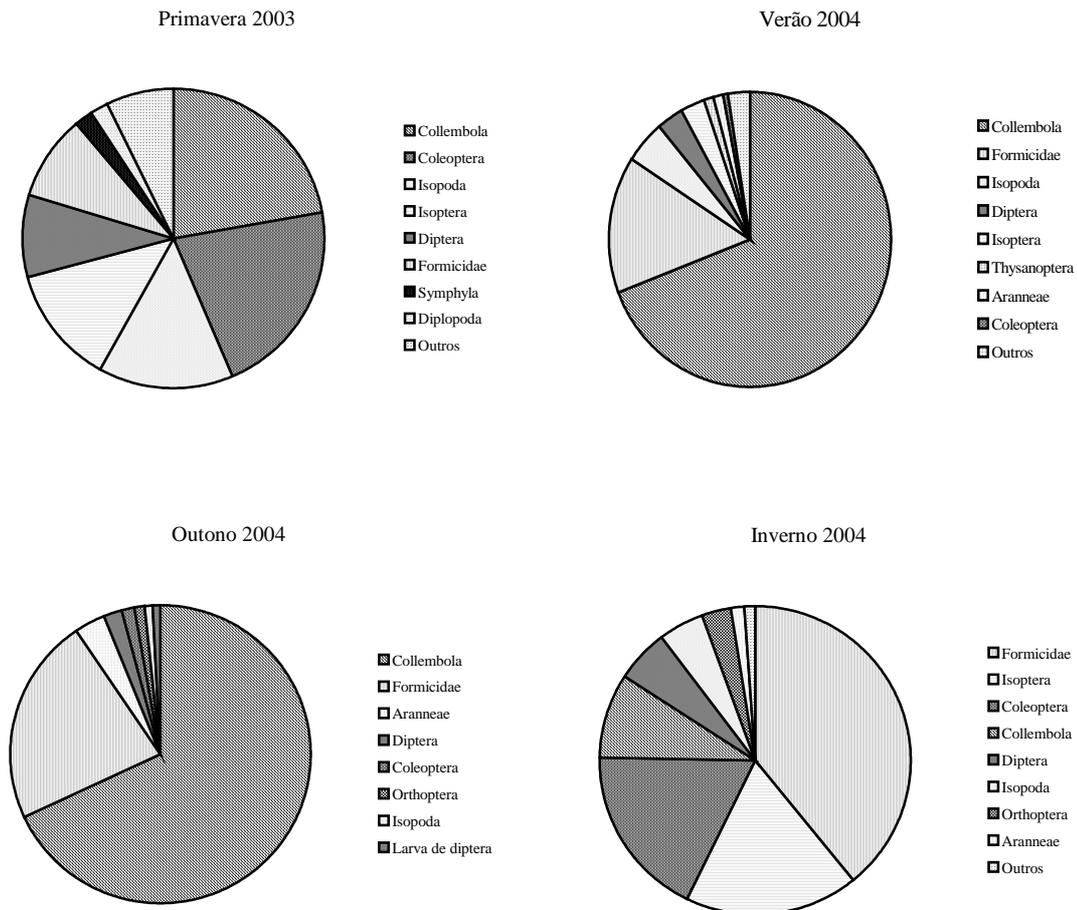


**Figura 20.** Composição relativa dos grupos taxonômicos de maior ocorrência na área de floresta de sucessão secundária espontânea em todas as estações estudadas.

Na área de plantio de sabiá os grupos taxonômicos de maior ocorrência na estação primavera de 2003 foram: Collembola (22,24 %), Coleóptera (21,24 %), Isopoda (14,55 %), Isoptera (12,71 %), Diptera (9,03 %), Formicidae (9,03 %), Symphyla (2,17 %), Diplopoda (1,84 %) e outros (7,19 %) (Figura 21). No verão de 2004 foram: Collembola (69,14 %), Formicidae (15,04 %), Isopoda (4,70 %), Diptera (2,93 %), Isoptera (2,82 %), Thysanoptera (1,33 %), Araneae (0,94), Coleoptera (0,61 %), e outros (2,49 %) (Figura 21). No outono de 2004 a ordem foi: Collembola (68,15 %), Formicidae (22,32 %), Araneae (3,27 %), Diptera (2,08 %), Coleoptera (1,49 %), Orthoptera (0,89 %), Isopoda (0,89 %) e Larva de diptera (0,89 %) (Figura 21) não sendo necessário agrupar os demais componentes

da fauna encontrada no grupo outros devido ao reduzido número de grupos taxonômicos. Já no inverno de 2004 a sequência foi: Formicidae (39,18 %), Isoptera (18,08 %), Coleoptera (18,08 %), Collembola (8,77 %), Diptera (5,48 %), Isopoda (4,93 %), Orthoptera (3,01 %), Araneae (1,37 %) e outros (1,10 %) (Figura 21).

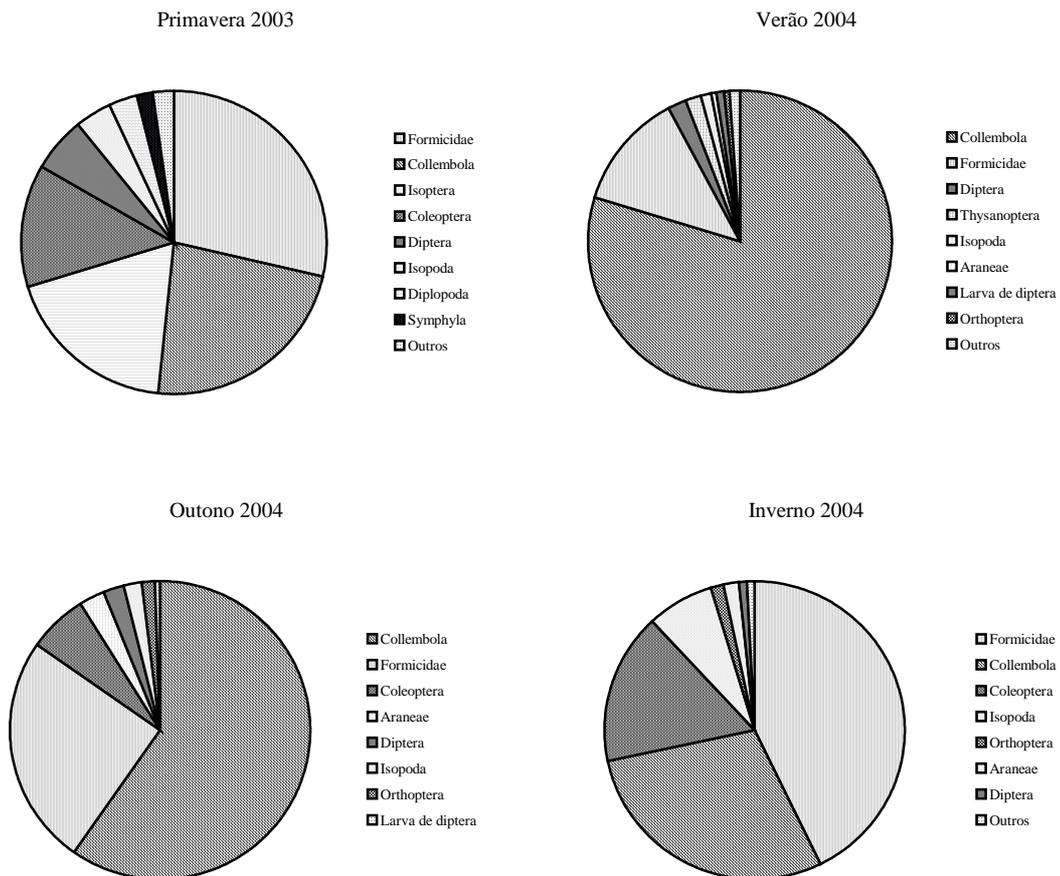
Na primavera de 2003 os grupos taxonômicos Collembola e Coleóptera foram predominantes. Já no verão e outono de 2004 a maior ocorrência foi de Collembola e Formicidae. No inverno as ordens Formicidae e Isoptera apresentaram maior percentual (Figura 21).



**Figura 21.** Composição relativa dos grupos taxonômicos de maior ocorrência na área de plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural em todas as estações estudadas.

Na área de plantio de andiroba os grupos taxonômicos de maior ocorrência na estação da primavera de 2003 foram: Formicidae (28,47 %), Collembola (23,23 %), Isoptera (18,45 %), Coleóptera (13,21 %), Diptera (5,92 %), Isopoda (3,64 %), Diplopoda (3,19 %), Symphyla (1,59 %) e outros (2,28 %) (Figura 22). No verão de 2004 foram: Collembola (79,75 %), Formicidae (12,48 %), Diptera (1,97 %), Thysanoptera (1,60 %), Isopoda (1,05 %), Araneae (0,73 %), Larva de diptera (0,73 %), Orthoptera (0,46 %) e outros (1,23 %) (Figura 22). No outono de 2004 a ordem foi: Collembola (59,83 %),

Formicidae (24,84 %), Coleoptera (6,42 %), Araneae (2,69 %), Diptera (2,28 %), Isopoda (1,86 %), Orthoptera (1,45 %), Larva de diptera (0,62 %) (Figura 22) não sendo necessário reunir os demais componentes da fauna encontrada no grupo outros, em função do baixo número de grupos taxonômicos encontrados. Já no inverno de 2004 a sequência foi: Formicidae (42,67 %), Collembola (28,88 %), Coleoptera (16,59 %), Isopoda (7,11 %), Orthoptera (1,51 %), Araneae (1,51 %), Diptera (0,86 %), Isoptera (0,22) e Outros (0,65 %) (Figura 22). Os grupos taxonômicos Collembola e Formicidae apresentaram maior percentual em todas as estações estudadas (Figura 22).



**Figura 22.** Composição relativa dos grupos taxonômicos de maior ocorrência na área de plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural em todas as estações estudadas.

Na primavera de 2003 os grupos taxonômicos Collembola e Formicidae apresentaram os maiores percentuais para as três áreas com percentuais entre 20 a 30% com exceção dos Coleópteros encontrados no plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) (Figuras 20, 21 e 22).

No verão de 2004 ocorreu uma explosão populacional dos Collembolos, o que se deve ao aumento da umidade do solo (Tabela 9) e da precipitação (Figura 1) nesta estação (Figuras 20, 21 e 22). Já no outono de 2004, o percentual de Collembolos e Formicidae praticamente permanece inalterado, em relação ao verão (Figuras 20, 21 e 22).

As condições de baixa temperatura, precipitação e umidade do solo do inverno de 2004 (Tabela 9) devem ter influenciado na composição da fauna do solo onde os Formicidae se tornaram o principal grupo dominante e os Collembolos diminuíram de forma considerável o seu percentual (Figuras 20, 21 e 22).

#### 4.4. Evolução de CO<sub>2</sub>

Quanto à evolução de CO<sub>2</sub> a maior taxa de liberação foi verificada aos três dias nos tratamentos com serrapilheira das áreas floresta de sucessão secundária espontânea e plantio de sabiá com posterior regeneração natural (Figura 23). Para o tratamento com serrapilheira do plantio de andiroba a maior taxa de evolução de CO<sub>2</sub> foi verificada, no segundo dia após instalação do experimento (Figura 23). De forma geral, a adição de serrapilheira elevou a taxa de evolução de CO<sub>2</sub> dos três tratamentos funcionando, como fonte de energia para o crescimento da população microbiana. DELLA BRUNA et al. (1991) demonstraram que a adição de serrapilheira pode aumentar em até cerca de cinco vezes a atividade biológica nos solos.

MINHONI et al. (1990), observaram que com a adição de material orgânico houve uma maior evolução de carbono logo nos primeiros dias de incubação, e que tal comportamento reflete a dinâmica das comunidades microbianas heterotróficas do solo que oxidam inicialmente os compostos mais simples, ocorrendo rápido desprendimento de carbono. Em seguida permanecem os compostos mais complexos de difícil decomposição estabelecendo um metabolismo microbiano mais lento com taxas inferiores de liberação de CO<sub>2</sub> (Figura 23).

Após o terceiro dia de incubação, a taxa de evolução de CO<sub>2</sub> diminuiu nos tratamentos com serrapilheira das áreas de floresta de sucessão secundária espontânea e plantio de sabiá indicando a redução da atividade microbiana até o sétimo dia (Figura 23). O mesmo comportamento foi observado do segundo até o sexto dia para o tratamento com serrapilheira do plantio de andiroba (Figura 23).

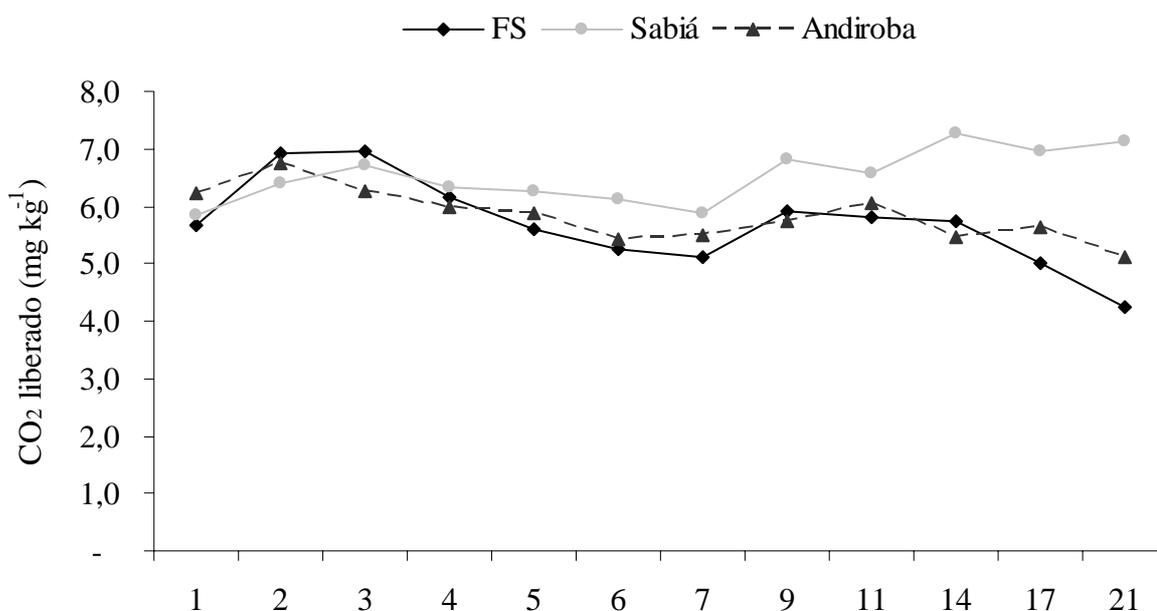
A diminuição do carbono acarreta a morte de vários organismos do solo gerando um aumento da biomassa microbiana, o que possibilita que esta funcione como fonte de carbono para os microrganismos presentes no solo ocasionando vários ciclos de liberação de CO<sub>2</sub>. Pode-se observar que após o sexto ou sétimo dia os três tratamentos tendem a apresentar ciclos de crescimento e liberação de CO<sub>2</sub> até o final do experimento (Figura 23).

A taxa de evolução de CO<sub>2</sub> do tratamento com serrapilheira do plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural superou a dos tratamentos da serrapilheira da floresta de sucessão secundária espontânea e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural a partir do quarto dia de incubação, atingindo o maior valor de respiração do solo aos vinte e um dias (Figura 23).

As altas relações lignina/nitrogênio, lignina+polifenóis/nitrogênio e carbono/nitrogênio e o maior conteúdo de polifenóis (Tabela 6), pode estar atuando de forma seletiva nos microrganismos no tratamento do plantio de sabiá (Figura 23) e não como fatores limitantes a atividade dos microrganismos. Com uma microbiota mais diversificada e eficiente metabolicamente, resultando em uma evolução de CO<sub>2</sub> mais rápida que os demais tratamentos. A liberação de CO<sub>2</sub> nem sempre se correlaciona com o número de microrganismos ou com a intensidade dos processos bioquímicos do solo (IMSHMETSKII & MURZAKOV, 1979). MARQUES et al. (2000) afirmam que o resíduo vegetal que permanece na superfície do solo no plantio direto favorece o desenvolvimento de uma biomassa mais ativa contribuindo para uma maior evolução de CO<sub>2</sub>.

A serrapilheira proveniente da área da floresta de sucessão secundária espontânea tem o maior teor de suberina (Tabela 6), substância que diminui a evapotranspiração das

folhas, impermeabilizando a superfície foliar. A suberina é classificada como uma cera ou graxa. Maiores valores de suberina podem ter dificultado a ação das bactérias e fungos presentes no solo, já que a decomposição microbiana ocorre pela atividade de enzimas que são lançadas na superfície do material vegetal e que a presença de uma cera ou graxa, como a suberina, impermeabilizando a serrapilheira, pode dificultar este processo, o que pode explicar a menor taxa de evolução de CO<sub>2</sub> aos 21 dias do tratamento com serrapilheira da floresta de sucessão secundária espontânea (Figura 23).



**Figura 23.** Taxa de evolução de CO<sub>2</sub> do solo+serrapilheira retirado das áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) posterior regeneração natural.

#### 4.5. Biomassa microbiana

A área de floresta de sucessão secundária espontânea foi a que apresentou a maior biomassa microbiana com 853,66 mg kg<sup>-1</sup> não diferindo significativamente do plantio de andiroba que apresentou biomassa microbiana de 727,36 mg kg<sup>-1</sup>. Entretanto, área de plantio de sabiá apresentou a menor biomassa microbiana, com 377,18 mg kg<sup>-1</sup>, diferindo significativamente das demais áreas. GAMA-RODRIGUES et al. (1994) encontraram valores de 153,00 mg kg<sup>-1</sup> de biomassa microbiana num Planossolo, com capim colônio (*Panicum maximum*) há pelo menos 30 anos, no município de Seropédica, sendo que os resultados obtidos neste estudo foram superiores aos verificados por GAMA-RODRIGUES et al. (1994). MOREIRA & COSTA (2004) observaram 141,07 mg kg<sup>-1</sup> para uma floresta primária na Amazônia.

A biomassa microbiana da floresta de sucessão secundária espontânea exerce a função de reserva de nutrientes no solo, já que a menor qualidade nutricional da serrapilheira disponibiliza menores quantidade de nutrientes para o solo, sendo que uma grande parte dos nutrientes fica armazenado na biomassa microbiana (Tabela 14). De acordo com as condições edafoclimáticas e da qualidade da serrapilheira, a biomassa

microbiana pode exercer função catalisadora, de fonte e/ou reserva de nutrientes (PAUL & CLARK, 1989; WARDLE, 1992).

Outra possível explicação para a maior biomassa microbiana na floresta de sucessão secundária espontânea em relação às demais áreas pode ser, conforme citado por PEREZ et al. (2004), que em ecossistemas não perturbados, a deposição de resíduos orgânicos mantém os valores de biomassa microbiana e, nos ecossistemas perturbados por atividades agrícolas esses valores são alterados.

A adição da serrapilheira da área de plantio de sabiá foi a que promoveu a maior respiração total aos 21 dias de incubação e a floresta de sucessão secundária espontânea a que apresentou a menor evolução de CO<sub>2</sub> acumulada (Tabela 14).

Verifica-se que as áreas que apresentaram maior biomassa microbiana, foram as que apresentaram os menores valores de respiração total acumulada. A baixa qualidade nutricional da serrapilheira da floresta de sucessão secundária espontânea (Tabela 7) está ligada ao estabelecimento de uma maior biomassa microbiana, exercendo função de reserva de nutrientes, em função da lenta decomposição microbiana, conforme demonstrado pela respiração total acumulada (Tabela 14). ASSIS JUNIOR et al. (2003) observaram maior respiração do solo em pastagens puras e consorciadas com eucalipto em relação a áreas de floresta nativa alegando que este comportamento deve-se à maior biomassa microbiana nas pastagens, entretanto no presente estudo observa-se que áreas com maior respiração total apresentaram menor biomassa microbiana.

Quanto ao plantio de sabiá verifica-se um maior valor da respiração total acumulada e um menor da biomassa microbiana comparada às demais áreas (Tabela 14). As áreas de plantio de sabiá e andiroba apresentaram maiores valores de respiração acumulada e menores de biomassa microbiana que a floresta de sucessão secundária espontânea. O que pode ser conforme sugerido por ASSIS JUNIOR et al. (2003); FEIGL et al. (1997) que a maior adição de matéria orgânica pela cobertura vegetal foi responsável para o maior valor da taxa de respiração acumulada e menor valor da biomassa microbiana em áreas de pastagem. Então o maior aporte de material formador de serrapilheira nos plantios de sabiá e andiroba foram possivelmente responsáveis pelo maior valor da taxa de respiração acumulada e menor biomassa microbiana comparada à floresta secundária espontânea.

O plantio de sabiá apresentou o maior quociente metabólico, sendo este o dobro do observado para a floresta de sucessão secundária espontânea e o plantio de andiroba (Tabela 14). Tal fato demonstra que a biomassa microbiana da floresta de sucessão secundária espontânea e do plantio de andiroba são mais eficientes em ter uma maior biomassa com menor gasto energético através da respiração que a do plantio de sabiá, esta conclusão deve-se ao fato que menores valores de carbono são perdidos como CO<sub>2</sub> pela respiração e uma fração considerável de carbono é incorporada ao tecido. Assim, uma biomassa microbiana eficiente teria menor taxa de respiração (GAMA-RODRIGUES, 1999). MOREIRA & COSTA (2004) verificaram menores valores de quociente metabólico em áreas de floresta primária quando comparada a clareiras reflorestadas na região amazônica com 4 anos de plantio.

**Tabela 14.** Biomassa microbiana, respiração total acumulada e quociente metabólico (q CO<sub>2</sub>) da floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e plantio de andiroba.

|   | FS      | Sabiá   | Andiroba |
|---|---------|---------|----------|
| Biomassa microbiana (mg kg <sup>-1</sup> )        | 853,66a | 377,18b | 727,36a  |
| Respiração total acumulada (mg kg <sup>-1</sup> ) | 205,02c | 234,82a | 210,06b  |
| Quociente metabólico (q CO <sub>2</sub> )         | 0,2401a | 0,6222b | 0,2887c  |

Valores seguidos de mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente a %5 de significância pelo teste Tukey.

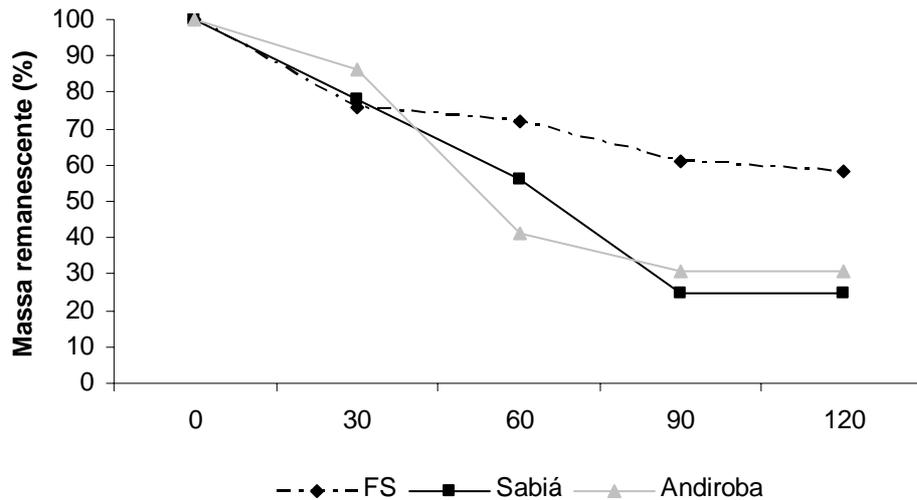
#### 4.6. Decomposição do material formador da serrapilheira

A decomposição da serrapilheira é uma das etapas mais importantes da ciclagem de nutrientes, sendo o seu acúmulo no piso florestal regulado pela quantidade de material depositado, pela vegetação e pela sua taxa de decomposição.

Observa-se que, com 30 dias, as áreas de plantio de sabiá e do plantio de andiroba apresentam uma menor perda de massa dos “litter bags” que a floresta de sucessão secundária espontânea (Figura 24). Entretanto, a partir de 30 dias se invertem as velocidades da perda de massa onde as áreas de plantio de sabiá e andiroba apresentam uma maior perda de massa dos “litter bags” quando comparadas à área de floresta de sucessão secundária espontânea (Figura 24).

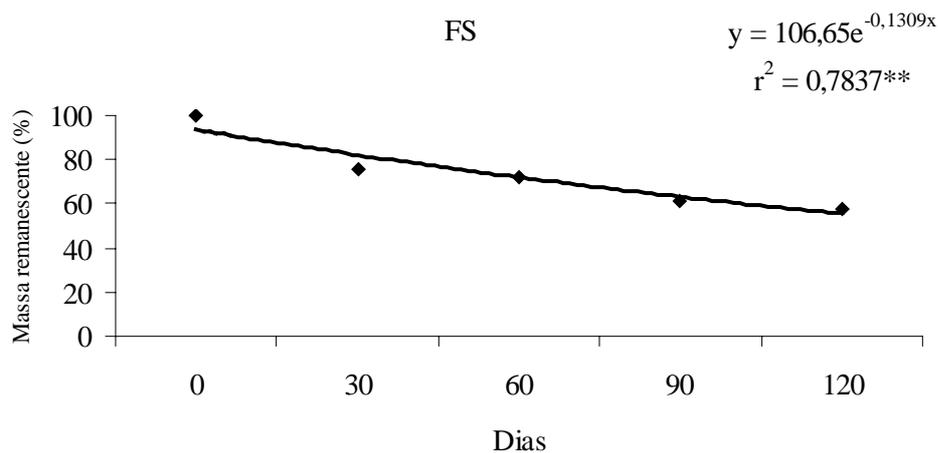
A partir dos 90 dias de instalação até os 120 dias os “litter bags” das três áreas estudadas praticamente não apresentaram redução da massa, sugerindo ter permanecido somente o material mais recalcitrante e de difícil decomposição (Figura 24). AMADO et al. (2003) avaliando a decomposição, pelo método dos “litter bags”, de resíduos vegetais de aveia em sistemas de plantio direto de milho com dois níveis de aplicação de nitrogênio (sem nitrogênio e com 240 kg. ha<sup>-1</sup> de nitrogênio) verificaram aos 110 dias perdas de massa de 39 e 37% respectivamente, mostrando que a aplicação de N não alterou significativamente a decomposição.

O plantio de sabiá e a área de plantio de andiroba tiveram maior perda de massa que a floresta de sucessão secundária espontânea o que se deve principalmente a melhor qualidade do material aportado das leguminosas presentes nas áreas de plantio de sabiá e de andiroba. OLIVEIRA et al (2003) verificaram maior taxa de decomposição por “litter bags” em consórcio de gramíneas com uma leguminosa herbácea quando comparado à gramínea pura. A introdução da leguminosa herbácea no consórcio com a gramínea acelerou a taxa de decomposição.



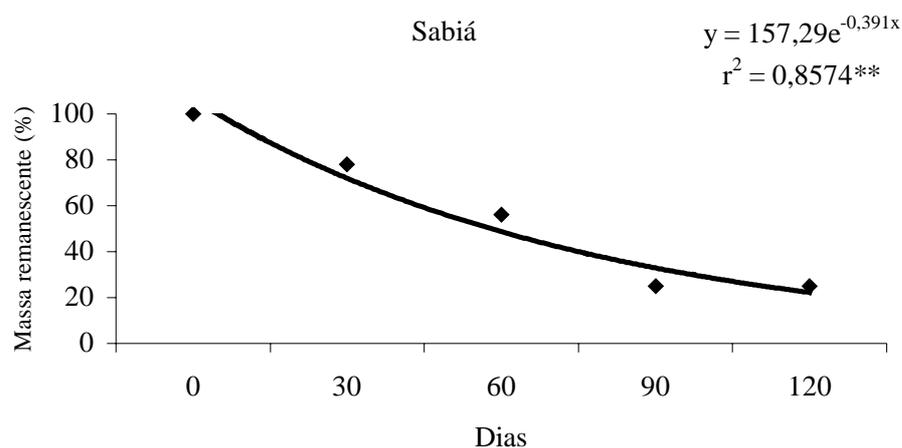
**Figura 24.** Percentual remanescente de folheto na avaliação da decomposição realizada pelo método dos “litter bags” das áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

A equação que descreve a velocidade de decomposição da floresta de sucessão secundária espontânea é o modelo matemático  $y = 106,65 e^{-0,1309x}$  com índice de regressão de 0,7837 apresentando significância a 1%. A constante de decomposição (K) e o tempo de meia vida ( $t^{1/2}$ ) foram respectivamente de 0,00194  $g g^{-1}.dia$  e 357 dias. KOLM & POGGIANI (2003) estudando um plantio de *Eucalyptus grandis* com 0%, 67% e 83% de desbastes encontraram tempo de meia vida respectivamente de 452; 313 e 361 dias e constante de decomposição (K) de 0,56; 0,81 e 0,70  $g g^{-1} dia$ .



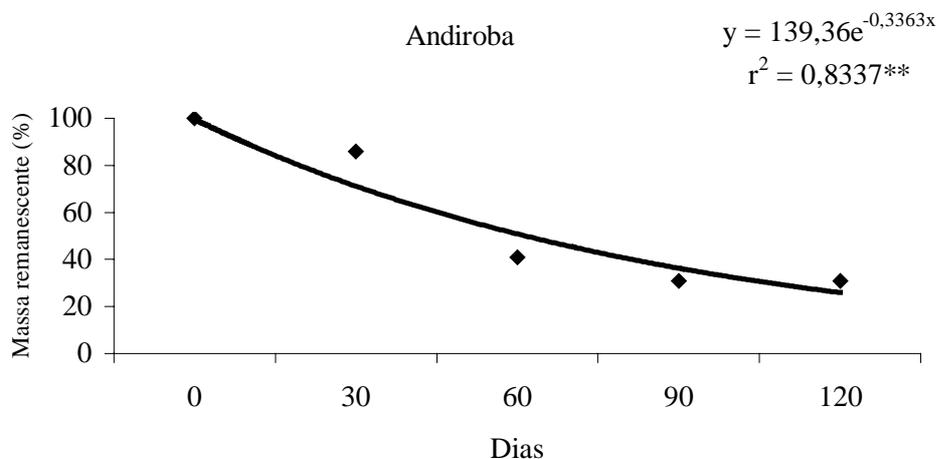
**Figura 25:** Curva de decomposição da área de floresta de sucessão secundária espontânea (FS). \*\* Valores significativos a 1%.

Na figura 26 pode-se observar a equação que representa o modelo matemático e o índice de regressão significativo a 1% da velocidade de decomposição da área do plantio de sabiá. O valor da constante de decomposição (K) foi de 0,004974 g g<sup>-1</sup> dia e o t<sup>1/2</sup> de 139 dias. ARATO et al. (2003) encontraram tempo de meia vida de 215 dias num sistema agroflorestal no município de Viçosa-MG. BALIEIRO et al. (2004b) obteve constante decomposição (K) de 0,00165 g g<sup>-1</sup> dia e tempo de meia vida de 421 dias para filódios de *Acacia mangium* em um plantio de sete anos de *Acacia mangium* no município de Seropédica, valor superior ao encontrado neste estudo.



**Figura 26:** Curva de decomposição da área de plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural. \*\* Valores significativos a 1%.

O modelo exponencial que representa a velocidade de decomposição da serrapilheira do plantio de andiroba pelo método dos “litter bags” encontra-se na figura 27 com coeficiente de correlação de 0,8337, significativa a 1%. O tempo de meia vida calculado foi de 179 dias e a constante de decomposição (K) obtida foi de 0,003852 g g<sup>-1</sup> dia. BALIEIRO et al. (2003) encontraram uma constante de decomposição (K) de 0,0047 g g<sup>-1</sup>. dia e o tempo de meia vida (t<sup>1/2</sup>) 147 dias dos folíolos de *Pseudosamanea guachapele*.



**Figura 27:** Curva de decomposição da área de plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) seguido de regeneração natural. \*\* Valores significativos a 1%.

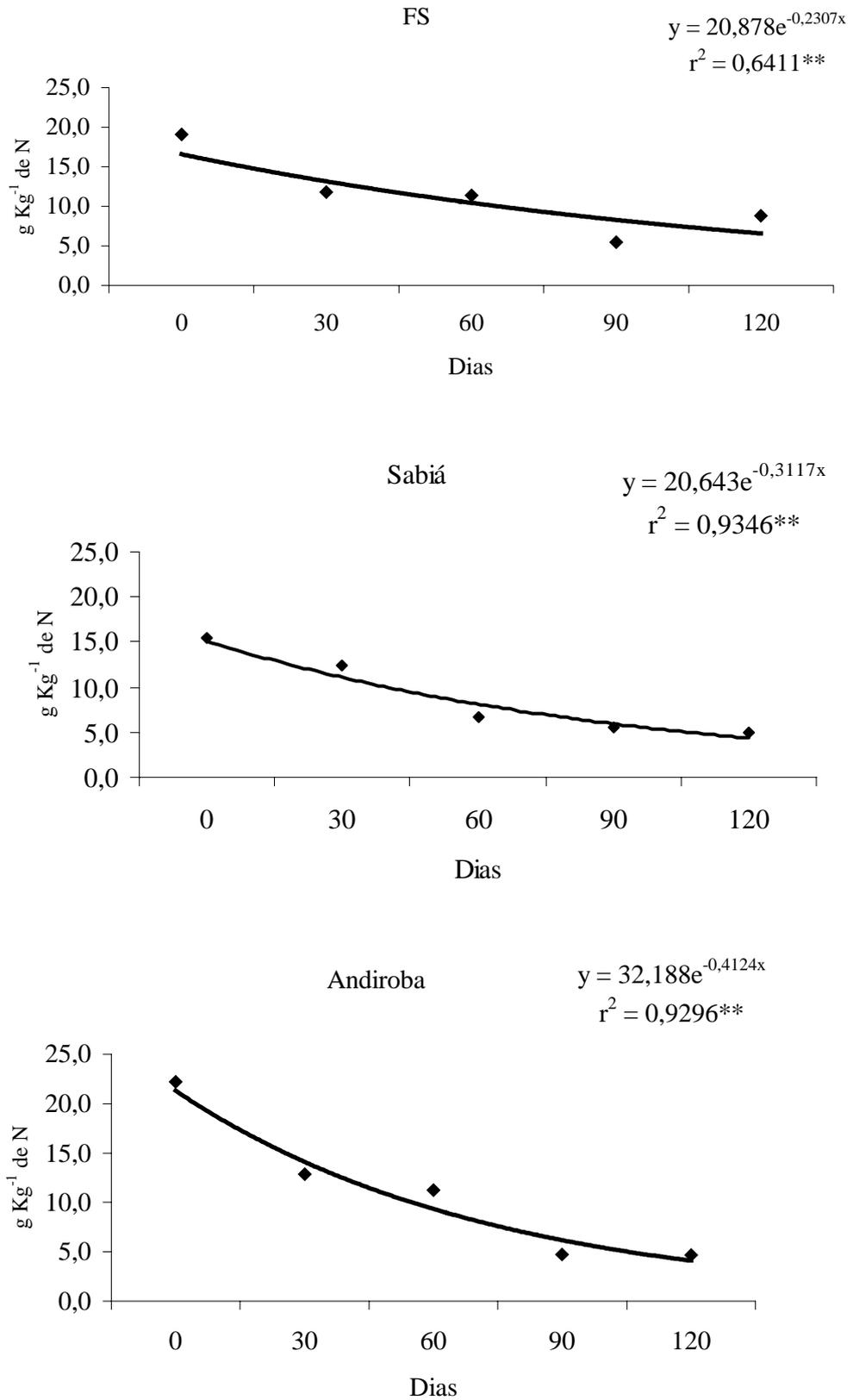
A floresta de sucessão secundária espontânea apresentou maior tempo de meia vida que as áreas de plantio de sabiá e andiroba. Portanto áreas reflorestadas ou com regeneração com leguminosas arbóreas apresentam maior velocidade de decomposição com maiores constantes de velocidade de decomposição (K) e menores tempo de meia vida ( $t^{1/2}$ ).

XAVIER et al. (2003), avaliando a influência de leguminosas como adubo verde na cultura de cana, observaram que a presença de leguminosas fez com que a palhada da cana-de-açúcar desaparecesse mais rápido que uma área sem a presença de leguminosas. AIDAR & JOLY (2003) encontraram tempo de meia vida de 469 dias (15,6 meses) e desaparecimento total da serrapilheira em 584 dias (19,5 meses) de araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. – Fabaceae) em um fragmento de mata ciliar do Rio Jacaré-Pepira, São Paulo-SP. BALIEIRO et al. (2004a) encontraram menor tempo médio de residência (TMR) da serrapilheira no solo num plantio consorciado de Eucalipto com *Pseudosamanea gachapele* que num plantio puro de *Eucalyptus grandis* onde a introdução de material rico em nitrogênio pela leguminosa via deposição da serrapilheira no plantio consorciado foi determinante na redução do TMR.

Verifica-se na Figura 28 as equações exponenciais e o valor da correlação entre a liberação de nitrogênio da serrapilheira e o tempo. As áreas em estudo demonstraram correlação significativa a 1% com valor  $r^2 = 0,60$ . Quanto ao tempo de meia vida ( $t^{1/2}$ ) e valor da constante de decomposição (K), foi observado os seguintes valores nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea ( $t^{1/2} = 10$  dias e  $K = 0,067115$  g.g<sup>-1</sup>. dia), plantio de sabiá ( $t^{1/2} = 15$  dias e  $K = 0,045923$  g.g<sup>-1</sup> dia) e plantio de andiroba ( $t^{1/2} = 22$  dias e  $K = 0,030299$  g.g<sup>-1</sup> dia), respectivamente. O maior valor de tempo de meia vida e menor valor da constante de decomposição foi da área de plantio de andiroba e o menor tempo de meia vida e maior valor da constante de decomposição na floresta de sucessão secundária espontânea.

Com 30 dias de instalados no campo, os “litter bags”, as três áreas apresentaram uma liberação de nitrogênio similar (Figura 28). Dos 30 aos 90 dias a área de plantio de sabiá aumentam a liberação de nitrogênio em relação às demais áreas que se igualam neste mesmo período quanto à liberação de nitrogênio. Nos últimos 30 dias, as áreas de plantio de sabiá e de andiroba se igualam na liberação de nitrogênio. Entretanto a área de floresta de sucessão secundária espontânea apresentou um aumento no conteúdo de nitrogênio (Figura 28).

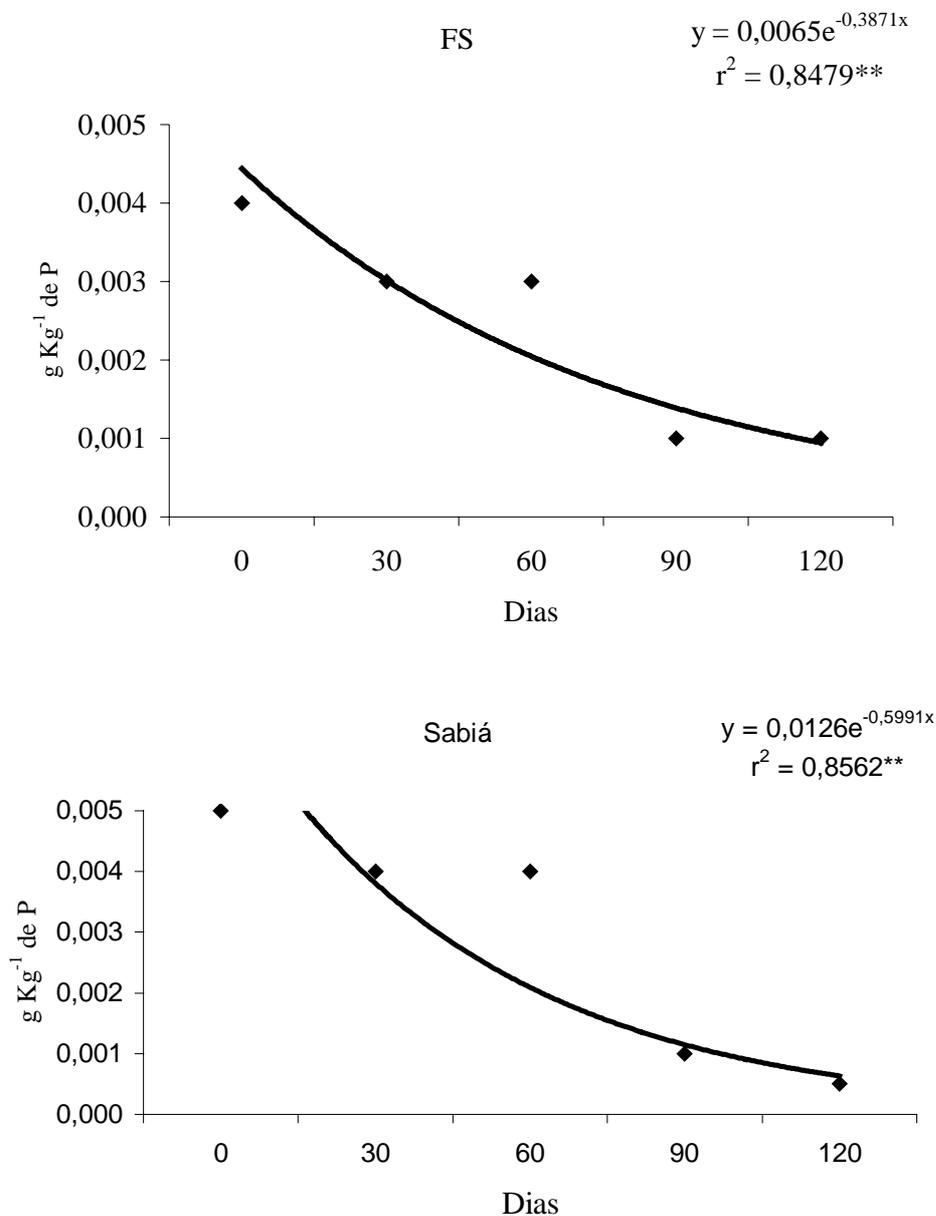
ANDRADE (1997) registrou um pequeno aumento no teor de nitrogênio, em torno de 11% aos 160 dias após a instalação dos “litter bags” no campo, com folheto de *Mimosa caesalpiniiifolia*, para o autor este aumento se deve a vários fatores, como grande deposição de N pelo “litterfall”, fixação biológica de nitrogênio, contaminações por solo, fezes e restos animais que podem ter enriquecido o folheto em nitrogênio, o que justifica o aumento no teor de nitrogênio nos “litter bags” nos últimos 30 dias (Figura 28).

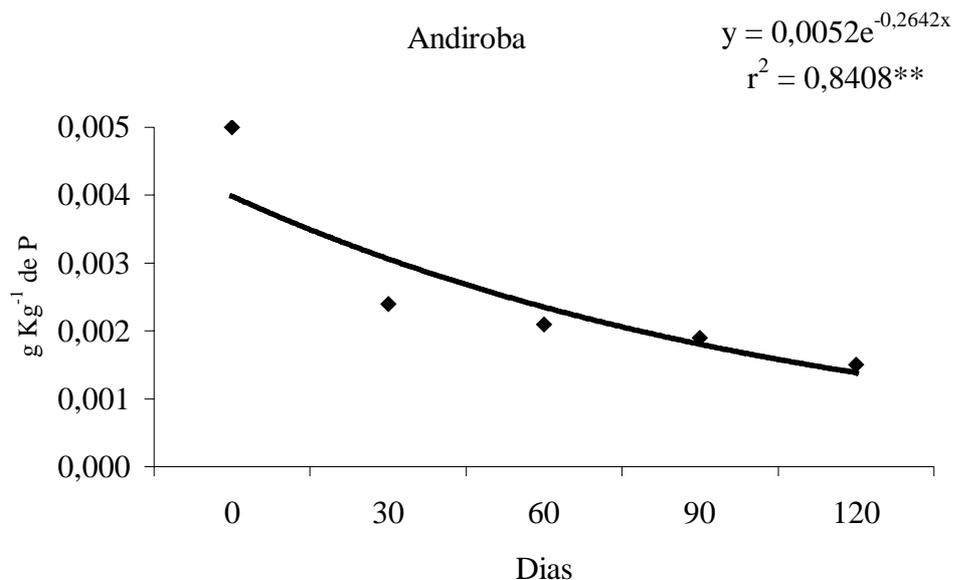


**Figura 28.** Liberação do conteúdo de nitrogênio das áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá e do plantio de andiroba. Valores médios de três repetições. \*\* Valores significativos a 1%.

As equações exponenciais que descrevem a liberação do fósforo assim como o valor de correlação está apresentado na figura 29. A área de floresta de sucessão secundária espontânea apresentou tempo de meia vida ( $t^{1/2} = 19$  dias) valor de correlação ( $r = 0,8479$ ) com significância ao nível de 1% e valor da constante de decomposição de 0,036196. Os valores de tempo de meia vida e da constante de decomposição (K) das áreas de plantio de sabiá e plantio de andiroba foram de 48 e 16 dias e de 0,014478 e 0,043435  $g^{-1}$  dia.

A área de plantio de sabiá apresentou maior liberação de fósforo decorrido 120 dias em relação as demais áreas (Figura 29). As áreas de floresta secundária e plantio de sabiá praticamente não têm liberação de fósforo entre os 30 a 60 dias, mas dos 60 dias ate o 120 dias a velocidade de liberação de nutrientes aumenta acentuadamente (Figura 29). GAMA-RODRIGUES et al. (2003) observaram menor liberação de fósforo em uma capoeira no sudeste da Bahia do que na floresta natural onde não apenas a qualidade do substrato regula o processo de liberação e decomposição dos nutrientes da serrapilheira, mas também a qualidade do microambiente.



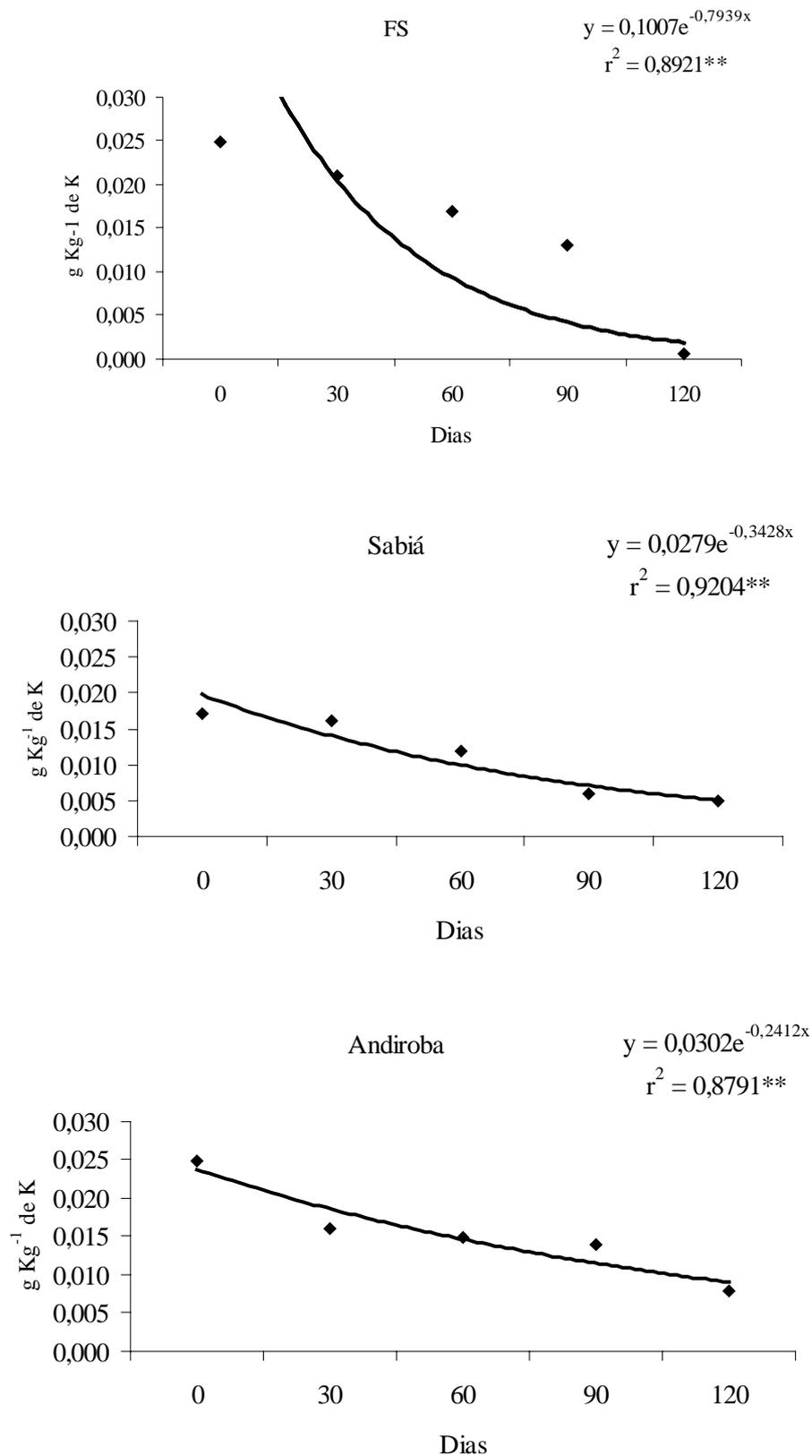


**Figura 29.** Liberação do conteúdo de fósforo das áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural. Valores médios de três repetições. \*\* Valores significativos a 1%.

Foi observada correlação significativa entre o tempo de exposição do material e o teor de potássio nas áreas de floresta de sucessão secundária espontânea, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) e plantio de andiroba com valor de correlação ( $r^2$ ) superiores a 0,80 sendo todos significativos ao nível de 1% de significância (Figura 30). Obtiveram-se os seguintes valores para tempo de meia vida e constante de decomposição (K) nas áreas de floresta sucessão secundária espontânea ( $t^{1/2} = 17$  dias e  $K = 0,040631 \text{ g.g}^{-1} \cdot \text{dia}$ ), plantio de sabiá ( $t^{1/2} = 14$  dias e  $K = 0,049792 \text{ g.g}^{-1} \cdot \text{dia}$ ) e plantio de andiroba ( $t^{1/2} = 14$  dias e  $K = 0,049293 \text{ g.g}^{-1} \cdot \text{dia}$ ).

Quanto ao tempo de meia vida e a constante de decomposição (K), verificou-se que as áreas de plantio de sabiá e andiroba apresentaram valores similares. As áreas de floresta de sucessão secundária espontânea apresentou tempo de meia vida superior ao da área de plantio de sabiá e de andiroba.

A área da floresta secundária apresentou uma liberação de quase todo potássio aos 120 dias. Já as áreas de plantio de sabiá e andiroba apresentaram uma velocidade de liberação de potássio mais lenta em relação a floresta secundária (Figura 30) o que demonstra que a liberação do potássio nestas áreas tem um comportamento semelhante.



**Figura 30.** Liberação de potássio das áreas de floresta de sucessão secundária espontânea (FS), plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e do plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural. Valores médios de três repetições. \*\* Valores significativos a 1%.

## 5. CONCLUSÕES

A área de floresta secundária apresentou melhor qualidade das propriedades físicas do solo em relação às áreas de plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com posterior regeneração natural e plantio de andiroba (*Carapa guianenses*) com posterior regeneração natural.

As áreas de plantio de sabiá e andiroba apresentaram maiores teores de carbono orgânico, fósforo e menores teores de alumínio em comparação à floresta secundária o que demonstra que estes plantios foram capazes de melhorar a fertilidade do solo.

A presença de maior quantidade de espécies de leguminosas arbóreas pioneiras nas áreas de plantio de sabiá e andiroba podem ter proporcionado maior aporte de material decíduo que a área de floresta secundária indicando que estas espécies têm um potencial de utilização em projetos de áreas degradadas que necessitem de um grande aporte de serrapilheira. Além do maior aporte de serrapilheira as áreas de plantio de sabiá e andiroba aportaram maior quantidade de fósforo e nitrogênio que a serrapilheira da floresta secundária.

A atividade da fauna do solo nas três áreas mostrou-se muito influenciada pelas mudanças de estação climática com aumento da atividade na estação de maior temperatura e umidade o verão. As ordens Collembola e Formicidae foram dentre todos os grupos taxonômicos os de maior abundância, correspondendo à cerca de 70 % da comunidade da fauna do solo encontrada nas três áreas estudadas, demonstrando a forte dominância desses dois grupos taxonômicos.

Quanto aos índices de diversidade de Shannon e Pielou foi demonstrado que as três áreas estudadas apresentam valores próximos o que indica que a fauna edáfica apresenta um comportamento semelhante por se tratar de áreas que estejam ecologicamente próximas. A área de floresta secundária apresentou uma riqueza maior o que pode ser devido ao menor grau de perturbação desta área.

A adição de serrapilheira serviu como fonte primária de energia na liberação de CO<sub>2</sub> promovendo um pico de respiração do solo nas três áreas e ocasionando ciclo de liberação de CO<sub>2</sub> com a morte da biomassa microbiana.

As altas relações lignina/nitrogênio, lignina+polifenóis/nitrogênio e carbono/nitrogênio e o maior conteúdo de polifenóis pode estar atuando de forma seletiva nos microrganismos na área do plantio de sabiá resultando em uma evolução de CO<sub>2</sub> mais rápida que as demais áreas.

O maior conteúdo de biomassa microbiana associada a uma menor respiração total acumulada da área de floresta secundária sugere que esta biomassa tenha um papel diferenciado em relação às outras áreas servindo como uma importante reserva de nutrientes.

A velocidade de decomposição da serrapilheira foi maior nas áreas de plantio de sabiá e andiroba o que pode ter sido influenciado pelo maior conteúdo de nitrogênio na serrapilheira que é constituído de material proveniente principalmente de espécies leguminosas florestais. O fósforo foi o nutriente que apresentou maior velocidade de liberação.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em função da maior deposição e qualidade nutricional da serrapilheira aportada nas áreas de plantio de sabiá e andiroba e da fertilidade encontrada no solo as espécies presentes demonstram um bom potencial de utilização em projeto de áreas degradadas.

Portanto é recomendável um levantamento florístico das leguminosas florestais e um estudo da produção e da decomposição da serrapilheira das espécies de maior índice de valor de importância para se determinar quais espécies aportam maior quantidade de serrapilheira e qual tem melhor qualidade nutricional.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, M.P.M. & JOLY, C.A. Dinâmica da produção e decomposição da serrapilheira do araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. – Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacaré-Pepira, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, V.26, n.2, p.193-202, Junho, 2003.

ALLISON, F.E. Soil organic matter and its role in soil production. In: **Developments of Soil Science**. Amsterdam, Elsevier, 1973. p.147-150.

AMADO, T.J.C.; SANTI, A.; ACOSTA, J.A.A. Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, n.27, p.1085-1096, 2003.

ANDRADE, A. G. **Ciclagem de Nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 1997. 182 f. Tese (Doutorado Agronomia-Ciência do solo) – Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

AQUINO, A.M.; RODRIGUES, K.M.; PEREIRA, A.J.; MOREIRA, V.F.; CORREIA, M.E.F.; GUERRA, J.G.M. Fauna edáfica associada à interface solo-serrapilheira no cultivo do repolho (*brassica oleracea* var. *capitata*) sob manejo orgânico em plantio direto e convencional, In: FERTBIO 2004, 2004, Lages. **Anais.... UDESC**, 1 CD – Rom.

ARATO, H.D.; MARINS, S.V.; FERRARI, S.H.S. Produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantando para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, V.27, n.5, p. 715-721, 2003.

ARAÚJO, R.S. **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, 92 f. Dissertação (Mestrado em ciências Ambientais e Florestais), IF, UFRRJ, Seropédica, RJ.

ARAÚJO, E.A. ;LANI, J.L. ; AMARAL, E.F. ; GUERRA, A. ; Uso da terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 28(2), 2004.

ARUNACHALAM, A.; ARUNACHALAM, K.; PANDEY, H.N.; TRIPATHI, R.S. 1998. Fine litterfall and nutrient dynamics during forest regrowth in the humid subtropics of north-eastern India. **Forest Ecology and Management** 110:209-219.

ASSIS JUNIOR, S.L.; ZANUNCIO, J.C.; KASUYA, M.C.M.; COUTO, L.; MELIDO, R.C.N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, V.27, n.1, p.35-41, 2003.

BACHELIER, G. **La faune des sols, son écologie et son action**. 1.ed. Paris: ORSTOM 1978, 391p.

BAYER, C. & MIELNICZUK. Dinâmica e Função da Matéria Orgânica. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO; F.A.O. (Eds). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre, Ed. Gênese. 1999. p. 9-23.

BALIEIRO, F.C.; DIAS, L.E; FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C.; FARIA, S.M. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serrapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acácia mangium* Wild. **Ciência Florestal**, V.14, n.1, p.59-65, 2004a.

BALIEIRO, F.C.; FRANCO, A.A.; PEREIRA, M.G.; CAMPELLO, DIAS, L.E; E.F.C.; FARIA, S.M.; ALVES, B.J.R. Dinâmica da serrapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis* **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, V.39, n. 6, p. 597-601, Junho, 2004.

BALIEIRO, F.C.; FRANCO, A.A.; PEREIRA, M.G.; CAMPELLO, E.F.C.; FARIA, S.M.; ALVES, B.J.R.; DIAS, L.E. Deposição e decomposição de serrapilheira sob plantios de eucalipto e guachapele aos sete anos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto, **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2003.

BARROS, E.; CURMI, P.; LAVELLE, P. The role of macrofauna in the transformation and reversibility of soil structure of oxisol in the process of forest to pasture conversion. **Geoderma**, v.100, 2001. p.193-213.

BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soil. *For. Ecol. Manag.*, 133:13-22, 2000.

BERTOL, I., R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e na ausência dos resíduos culturais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, 21:409-418, 1997.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo, Ícone, 1990.355p.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7.ed. Rio de Janeiro : Freitas Bastos, 1989. 878p.

BREMNER, J.M.;MULVANEY,C.S.Nitrogen-total.Determination of nitrogen in soil by Kjeldahl method.**J.Agric.Sci**.v.55,p.11-33,1965.

CÂMARA, C.D.; LIMA, W.P.; VIEIRA, S.A. Corte raso de uma plantação de *Eucalyptus saligna* de 50 anos: impactos sobre a ciclagem nutrientes em uma bacia experimental. **Scientia Forestalis**, n.57, p.99-109, Junho, 2000.

CAMPOS, B. C. de; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 121-126, jan./abr. 1995.

CARPANEZZI, A.A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do estado de São Paulo**. 1980. 115p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, São Paulo.

CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth) na região metropolitana de Curitiba-PR.** 1997. 177 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

CASTRO JUNIOR.; E., **O papel da fauna endopodônica na estruturação física do solo e seu significado para a hidrologia de superfície.** 1991. 150f.Dissertação (Tese de Mestrado Geografia), Programa de Pós Graduação em Geografia, UFRJ.

COELHO NETTO, A.L. **Surface hydrology and soil erosion in a tropical mountainous rainforest drainage basin, RJ.** 1985. 181 f. Tese, Katholieke Universiteit, Leuven/Belgium.

COSTA, G.S. **Ciclagem de nutrientes em uma área degradada revegetada com leguminosas arbóreas e em um fragmento florestal em crescimento secundário (capoeira).** 1998. 87 f. (Dissertação de Mestrado), UFF, Niterói.

COSTA, G. S.; ANDRADE, A. G.; FARIA, S. M. Aporte de nutrientes pela serapilheira de *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) com seis anos de idade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. **Anais...** Viçosa: SOBRADE/UFV, 1997. p. 344-349.

CORRÊA NETO, T.A.; PEREIRA, M.G.; CORREA, M.E.F. ANJOS, L.H.C. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de Eucalipto e Floresta sucessão secundária espontânea. **Revista Floresta e Ambiente**, V.8, n.1, p.70-75, 2001.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação de Serapilheira e Ciclagem de Nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO F.A.O. (Eds.) **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais.** Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 197-226.

D'ANDREIA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes formas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V.39, n.2, p. 179-186, fevereiro, 2004.

DANGERFIELD, J. M. Abundance, biomass and diversity of soil macrofauna in Savanna woodland and associated managed habitats. **Pedobiologia**, n. p. 141,1991.

DELLA BRUNA, E.; BORGES, A.C.; FERNANDES, B.; BARROS, N.F.; MUCHOVEJ, R.M.C. Atividade da microbiota de solos adicionados de serapilheira de Eucalipto e de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, V.15, p.15-20, 1991.

DE LUCA, T.H. Relationship of 0,5 M K SO extractable anthronereactive carbon to indices of microbial activity in forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.30, p.1293-1299, 1998.

DEL MORAL, R. & MULLER, C.H. The allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis*. **Am.Mdl. Nat.**, **Notre Dame**, 83: 160-200, 1970.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: método da fumigação-extração. Seropédica: Embrapa – CNPAB, 1997. 10 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 37).

DORAN, J. W. & ZEISS, M. R. Soil Health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, vol 15. 2000, p. 3-11.

DRM. **Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de: DRM-RJ. Vol. 5. 1983. 822p.

EGAWA, H.; TSUTSUI, O.; TATSUYAMA, K., HATTA, T. Antifungal substances found in leaves of *Eucalyptus* species. *Experientia Basel*, **Birkhaesuer**, 33: 889-890, 1977.

EMBRAPA/CNPS, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA Produção de informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de Análise de solo**, EMBRAPA/CNPS. Rio de Janeiro, RJ, 1997. 212p.

FEIGL, B.J.; FERNANDES, S.A.P.; RIZZO, R.T. Biomassa microbiana da serrapilheira e do solo sob floresta e pastagem em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. CD-ROM.

FIGUEIREDO FILHO, A. ; MORAES, G.F. ; SCHAAF, L.B. ; FIGUEIREDO, D.J. **Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila mista localizada no Sul do estado do Paraná**, *Ciência florestal*, Santa Maria, V. 13, n. 1, p. 11-18, 2003.

FROUFE, L.C.M. **Decomposição de serrapilheira e aporte de nutrientes em plantios puros e consorciados de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acácia mangium* Wild**. 1999. 73 f. Dissertação (Mestrado Ciência do solo – Agronomia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F.; SANTOS, M.L. Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, V.27, p.1021-1031, 2003.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa Microbiana e Ciclagem de Nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO F.A.O. (Eds) **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 227-243.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; DE-POLLI, H. Biomassa microbiana de carbono de solos de Itaguaí (RJ): comparação entre os métodos fumigação-incubação e fumigação extração. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, V.18, p.427-432, 1994.

GISLER, C. V. T. **O uso da serapilheira na recomposição vegetal em áreas mineradas de bauxita, Poços de Caldas, MG.** 1995. 147 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Estadual Paulista, São Paulo.

GROFFMAN, P.M.; McDOWELL, W.H.; MYERS, J.C.; MERRIAM, J.L. 2001. **Soil Biology and Biochemistry** **33**: 1339-1348.

GUERRA, A.J. T. Processos erosivos nas encostas. In : A . J. T. GUERRA & S. B. CUNHA. (Eds.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.p. 123–129.

HAAG, H.R. **Ciclagem de Nutrientes em Florestas Tropicais.** Campinas: Fundação Cargil, 1985, 114 p.

HESTER, J. W., THUROW, T.L., TAYLOR JR., C.A. Hydrologic characteristics of vegetation types as affected by prescribed burning. **Journal Range Management**, Denver, v.50, n2, p. 199-204, 1997.

HUBER, A.C.K. **Estudos da mesofauna (ácaros e colêmbolos) e macrofauna (minhocas) no processo da vermicompostagem.** 2003. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências. V. 1. IBGE, Rio de Janeiro. 1992. 92p.

IMSHENETSKII, A.A. & MURZAKOV, B.G. Determination of carbon dioxide evolved from soil of different moisture. **Microbiology (Engl. Transl. Mikrobiologiya)**, Moscou, V.46, n.6, 885-889, 1979.

KELLER, L.; PEREIRA, M.G.; RAVELLI-NETO, A. Alterações edáficas em função da cobertura vegetal na FLONA Mário Xavier, RJ. In:REUNIAO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá. **Anais...** 2002.

KELTING, D. L.; BURGER, J. A.; EDWARDS, G. S. Estimating root respiration, microbial respiration in rhizosphere, and root-free soil respiration in forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 30, n. 7, p. 961-968, 1998.

KENNEDY, A. C.; SMITH, K. L. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. **Plant and Soil**, v. 170, p. 75-86, 1995.

KIMMINS, J. P. **Forest ecology.** New York: Collier Macmillan Canada, 1987; São Paulo: Ed. UNESP, 1993. 184 p.

KOLM, L.; POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* submetidos à prática de desbastes progressivos. **Scientia Forestalis**, IPEF, n.63, p. 79-93, 2003.

KOLM, L. **Ciclagem de nutrientes e variações no microclima em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden manejadas através de desbastes progressivos.** 2001.

62f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Departamento de Ciência Florestal, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

KONIG, F.G.; SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serrapilheira numa Floresta Estacional Decidual no Município de Santa Maria-RS. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, V.26, n.4, p.429-435, 2002.

LAVELLE, P., BINELL, D., LEPAGE, M., WOLTERS, V., ROGER, P., IENSON, P., HEAL, O.W. and DHILLION, S. Soil function in changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **Europe Journal Soil Biogy**, V.33, p.159-193, 1997.

LAVELLE, P. & PASHANASI, B. Soil macrofauna and land management in peruvian amazonia (Yurimaguas, Loreto). **Pedobiologia**, n.33, 283-290, 1994.

LEITÃO-FILHO, H.F. Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão. Campinas: Editora Unesp; Unicamp, 1993. 92 p.

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

LOPES ASSAD, M.L. & LACERDA, R.C.A. Caracterização de termiteiros em área de pastagem do Distrito Federal. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (25.: 1995: Viçosa, MG) **resumos Expandidos** - Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Universidade Federal de Viçosa, 1995. 4v.:il. p. 445-447.

LOPES M.I.M.S., DOMINGOS, M.; VUONO, Y. S. Ciclagem de nutrientes minerais. In: L. S. Sylvestre & M. M. T. Rosa (Org.) **Manual Metodológico para Estudos Botânicos na Mata Atlântica**. Seropédica, Rio de Janeiro: EDUR, 2002. p.72- 103.

MARTINS, S.V. & RODRIGUES, R.R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecídua no Município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, V. 22, p. 405-412, 1999.

MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N, CURI, N. FERREIRA, M.M. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférico sob diferentes povoamentos florestais, **Revista CERNE**, V.8, n.1, p.32-41, 2002.

MARQUES, T.C.L.L.S.M.; VASCONCELLOS, C.A.; PEREIRA FILHO, I.; FRANÇA, G.E.; CRUZ, J.C. Elvovimento de dióxido de carbono e mineralização de nitrogênio em Latossolo Vermelho-Amarelo com diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V.35, n.3, p.581-589, Março, 2000.

MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: macro-nutrients. In: MINERAL nutrition of higher plants. 2nd ed. San Diego: Academic, 1995. p. 229-312.

MEGURO, M. VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de Nutrientes na Mata Mesófila Secundária. **Boletim de Botânica**, V.7, p. 11-81, 1979.

MESQUITA, R.C.G.; WORKMAN, S.W.; NEELY, C.N. Slow litter decomposition in a *Cecropia*: dominated secondary forest of central Amazonia. **Soil Biology & Biochemistry**, v.30, p.167-175, 1998.

MINHONI, M.T.A.; EIRA, A.F.; CARDOSO, E.J.B.N. Efeito da adição de N e P sobre a decomposição de diferentes tipos de material orgânico do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V.14, p.297-304, 1990.

MOREIRA, A. & COSTA, D.G. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V.39, n.10, p.1013-1019, Outubro, 2004.

MOREIRA, P.R. & SILVA, O.A. Produção de serapilheira em área reflorestada. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, V.28, n.1, p.49-59, 2004.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ufla, 2002. 625p.

NASCIMENTO, J.T.; SILVA, I.F.; SANTIAGO, R.D.; SILVA NETO, L.F. Efeito das leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, V.7, n.3, p.457-462, 2003.

NDAW, S.M.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; ROSADO, A.S. Influência da qualidade nutricional e orgânica da serapilheira sobre a atividade e biomassa microbiana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto, **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2003.

OLIVEIRA, C.A.; MUZZI, M.R.S.; PURCINO, H.A.; MARRIEL, I.E.; SÁ, N.M.H. Decomposition of *Arachis pintoi* and *Hyparrhenia rufa* litters in monoculture and intercropped systems under lowland soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V.38, n.9, p.1089-1095, Setembro, 2003.

OLIVEIRA, R.R.; NETO, A.L.C. Captura de nutrientes atmosféricos pela vegetação na Ilha Grande, RJ. **Pesquisa Botânica**, v. 51, p. 31- 49, 2001.

OLIVEIRA, E.P.; FRANKLIN, E. Efeito do fogo sobre a mesofauna do solo: Recomendações em áreas queimadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V.28, n.3, p.357-369, Março, 1993.

PAGANO, S.N. & DURIGAN, G. 2000. Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In **Matas ciliares: conservação e recuperação** (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Editora da USP/Fapesp, São Paulo, p.109-123.

PAOLETTI, M. G.; BRESSAN, M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 15, n. 1, p. 21-62, 1996.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil Microbiology and Biochemistry**. California: Academic Press, 1996, 340 p.

PEREZ, K.S.S.; RAMOS, M.L.G.; MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V.39, n.6, p.567-573, Junho, 2004.

POGGIANI, F. & SCHUMACHER, M. Ciclagem de Nutrientes em Florestas Nativas. In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF. 2000, p. 287-308.

POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações de *Eucalyptus* e *Pinus*: implicações silviculturais**. Piracicaba, 1985. 229p. Tese (Livre- Docência). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, R. R. Restauração de florestas tropicais indicadores de avaliação e monitoramento vegetal. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998. v. 5. p. 179-183.

RODRIGUES, R. R. Restauração de florestas tropicais indicadores de avaliação e monitoramento vegetal. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998. v. 5. p. 179-183.

SANTOS, L.A.F. **Floresta Nacional Mário Xavier: Uma proposta de planejamento ambiental**. 1999. 299 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)- Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A floresta e a água**. Porto Alegre: Pallotti, 1998. 70 p.

SCHUMACHER, M.V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell**. Piracicaba, 1992. 104p. Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.

SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A.A. **Biotechnology do solo: Fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC Ministério da Educação, ABEAS; ESAL, FAEPE, 1988. 236P.

SORES, M.I.J. & COSTA, E.C. Fauna do solo em áreas com *Eucalyptus spp.* e *Pinus elliotii*, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, V. 11, n. 1, p.29 – 43, 2001.

SOLLINS, P., HOMANN, P., CALDWELL, B.A. Stabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. **Geoderma**, v.74, p.65-105, 1996.

STEFFEN, R.B.; BENEDETTI, T.; HUBNER, A.P.; KUSS, A.V.; ANTONIOLLI, Z.I. Reprodução de Colêmbolos nativos com diferentes substratos em condições de laboratório, In: FERTBIO 2004, 2004, Lages. **Anais....** UDESC, 1 CD – Rom.

- SPARLING, G.P. & WEST, A.W. A direct extraction method to estimate soil microbial biomass – C : Calibration in situ using microbial respiration and <sup>14</sup>C labelled cells. **Soil and Biochemistry**, Oxford, V.20, p. 337 – 343, 1988.
- SPERA, S.T.; REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SILVA, J.C.S. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro no cerrado de Planaltina, DF, submetido à ação do fogo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V.35, n.9, p.1817-1824, Setembro, 2000.
- TAUK, S.M. Biodegradação de resíduos orgânicos do solo. **Revista Brasileira de Geociência**, V.20, n.1, p.299-301, Março/Dezembro, 1990.
- TEDESCO, M.J.;VOLKWEISS,S.J.;BOHNEN,H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 5.ed. Porto Alegre: UFRGRS, 1985. 50 p.
- TEIXEIRA, L.B.; SILVA, A.B.; LEITÃO, P.S. Diversidade de invertebrados no solo com diferentes coberturas vegetais no Nordeste Paraense. Belém, EMBRAPA – CPATU, 1998. 22p. (EMBRAPA – CPATU).
- THOMAS, R.J., ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biol. Biochem.**, V.25, n.10, p.1351-1361, 1993.
- TOLEDO, L.O.; PEREIRA, M.G.; MENEZES, C.E.G. Produção de serrapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, V. 12, n.2, p.9-16, 2002.
- TORSVIK, V. et al. Comparison of phenotypic diversity and DNA heterogeneity in a population of soil bacteria. **Applied Environmental Microbiology**, v. 56, p. 776-781, 1990.
- TURNER, J. & LAMBERT, M.J. Nutrient cycling within a 27- years-old *Eucalyptus grandis* plantation in New South Wales. **Forest ecology and management**, v.6, n.2, p.155-168, 1983.
- VITOUSEK, P.M.; SANFORD, R.L. Nutrient Cycling in Most Tropical Forest. **Annual Review Ecology Science**, Palo Alto,V.17, p.137-167, 1986.
- WALLWORK, J.A. **The distribution and diversity of soil fauna**. London: Academic Press, 1976. 355p.
- WARDLE, D.A.A. Comparative assessment of Factors Which Influence Microbiol Biomass Carbon and Nitrogen level in Soil. **Biology Review**, Praga,V.67, p.321-358, 1992.
- WERNECK, M.S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L.F. Produção de serrapilheira em diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica de Trupuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, V.24, n.2, p.195-198, Junho, 2001.
- WISSING, A. The utilization of bark II. Investigation of the Stiasny-reaction for the precipitation of polyphenols in Pine bark extractives. **Svensk Papperstidning**, v.58, n. 20, p.745-750, 1995.

XAVIER, R.P.; COELHO, C.H.M.; QUESADA, D.M.; RESENDE, A.S.; ALVES, B.J.; URQUIAGA, S. Influência dos adubos verdes na decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar. **Revista Agronomia**, v.37, n.2, p.13-18, 2003.

ZHANG, Q.; ZAK, J.C. 1998. Effects of water and nitrogen amendment on soil microbial biomass and fine root production in a semi-arid environment in West Texas. **Soil Biology and Biochemistry** **30**: 39-45.

ZECH, Z., SENESI, N., GUGGENBERGER, G., KAISER, K., LEHMANN, J., MIANO, T.M., MILTNER, A., SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v.79, p.69-116, 1997.