



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA, APORTE DE NUTRIENTES E COMPOSIÇÃO DA
FAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE FLORESTA ATLÂNTICA
EM SANTA MARIA DE JETIBÁ, ES

GEÂNGELO PETENE CALVI

Sob a orientação do Professor

MARCOS GERVASIO PEREIRA

Seropédica, Rio de Janeiro

2006

GEÂNGELO PETENE CALVI

PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA, APORTE DE NUTRIENTES E COMPOSIÇÃO DA
FAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE FLORESTA ATLÂNTICA
EM SANTA MARIA DE JETIBÁ, ES

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

Sob a orientação do Professor

MARCOS GERVASIO PEREIRA

Seropédica, Rio de Janeiro

2006

Produção de serapilheira, aporte de nutrientes e composição da
fauna edáfica em áreas de floresta atlântica em Santa Maria de
Jetibá, ES

GEÂNGELO PETENE CALVI

Aprovada em ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Marcos Gervasio Pereira
(UFRRJ/Departamento de Solos)

Prof. Fabiano de Carvalho Balieiro
(UFRRJ/Departamento de Solos)

Prof. Acácio Geraldo de Carvalho
(UFRRJ/Departamento de Produtos Florestais)

Esta monografia é dedicada

Aos meus pais, Elena e Antônio

Aos meus familiares

Ao meu orientador Marcos Gervasio
Pereira

Aos amigos Ademar Espíndula Júnior e
Nilton Celso Barbosa Lima

AGRADECIMENTOS

Agradeço única e exclusivamente a Deus pela minha vida, minha capacidade, pela chance me dada que me fez alcançar tudo que tenho até hoje e por todas as pessoas que Ele colocou na minha vida, como por exemplo:

Minha mãe Elena e meu pai Antônio, que sempre me deram forças para seguir meu caminho, mesmo que para isso fosse necessário um pouco, e às vezes muito, sacrifício deles por mim.

Meu irmão Deângelys, que tem segurado um pouco a barra lá em casa este tempo que estive fora.

Meu orientador Marcos Gervasio Pereira pela grande amizade, dedicação ao trabalho e incentivos dados para superar todos os obstáculos.

Meu amigo Ademar Espíndula Júnior, meu braço direito, que contribuiu com imensa e incalculável ajuda na instalação de todo o trabalho, nas triagens dos materiais e na análise dos resultados e que sem ele, o mesmo não teria sido realizado (pois o experimento foi montado na casa dele...).

Toda a família Espíndula, em especial a Sr^a. Suely, seu marido, o Sr. Ademar e seus filhos que são minha família do coração e da vida, e todos os funcionários da Fazenda Espíndula que foram os responsáveis pela maior parte das coletas de campo e as fizeram com responsabilidade e seriedade, sempre atentos às nossas recomendações.

A professora Fatima C. M. Piña-Rodrigues, a quem devo muito, pelo gosto que despertou em mim pela pesquisa e por ter me inserido na comunidade científica.

Os diversos professores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que sempre estiveram me apoiando em tudo que eu fiz e sempre depositavam sua confiança em mim.

Os amigos Gilberto Terra e Murilo Rezende Machado, pela colaboração no trabalho com sugestões que foram de enorme valia.

Os já citados e os demais amigos que conquistei durante a graduação, que são tantos que nem ousou mencionar nomes para não esquecer de nenhum, pelos momentos de descontração e farras nas festas, nos quartos do alojamento, na praça de esportes, na piscina, também pela força dada quando passei por momentos ruins, por terem me aturado todos estes anos, principalmente depois de algumas cervejas, quando eu ficava muito mais chato e pelos incentivos dados.

Os amigos e colegas do Laboratório de Gênese e Classificação do Solo e demais laboratórios da Rural por onde passei, pela companhia, união e ajudas.

Aquelas pessoas que não contribuíram diretamente para a realização deste trabalho, mas que, só pela existência na minha vida, já me deixavam bem e isso me incentivava a fazer e dar sempre o melhor de mim.

Aquelas pessoas que me fizeram chorar, eu agradeço a Deus também, pois assim elas me mostraram que a gente às vezes também perde.

É por todas estas e ainda outras pessoas que agradeço a Deus por ter feito com que o caminho delas tenha cruzado com o meu e tenham me feito tão bem.

Obrigado Senhor!

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO -----	1
REVISÃO DE LITERATURA -----	3
DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA E APORTE DE NUTRIENTES EM FLORESTAS-----	3
FAUNA DO SOLO -----	8
OBJETIVOS -----	11
MATERIAL E MÉTODOS -----	12
LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO -----	12
PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA -----	14
FAUNA EDÁFICA -----	16
ANALISE ESTATÍSTICA -----	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	19
PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA -----	19
CONTEÚDO DE NUTRIENTES -----	27
FAUNA EDÁFICA -----	29
CONCLUSÕES -----	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	42

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1** - Extrato do balanço Hídrico Mensal do município de Domingos Martins, ES para o ano de 2004 ----- 13
- Figura 2** - Extrato do balanço Hídrico Mensal do município de Domingos Martins, ES para o ano de 2005 ----- 13
- Figura 3** - Coletor utilizado para avaliar a deposição da serapilheira ----- 15
- Figura 4** - Armadilha do tipo "pit fall" utilizada nas áreas de estudo -----17
- Figura 5** - Produção Total de serrapilheira ($t\ ha^{-1}$) para área de Floresta Secundária (FS) e Floresta Secundária "Antiga" (FSA) no município de S^{ta} M^a de Jetibá, ES- 20

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	- Massa ($t\ ha^{-1}$) das diferentes frações da serapilheira no primeiro ano de estudo (novembro/2003 a outubro de 2004) -----	23
Tabela 2	- Massa ($t\ ha^{-1}$) das diferentes frações da serapilheira no segundo ano de estudo (novembro/2004 a outubro de 2005) -----	24
Tabela 3	- Contribuição das diferentes frações da serapilheira nas áreas de floresta Secundária e Floresta Secundária "Antiga", no município de S ^{ta} M ^a de Jetibá, ES -----	26
Tabela 4	- Conteúdo dos nutrientes Nitrogênio, Fósforo e Potássio, para uma área de Floresta Secundária, no município de S ^{ta} M ^a de Jetibá -----	28
Tabela 5	- Conteúdo dos nutrientes Nitrogênio, Fósforo e Potássio, para uma área de Floresta Secundária "Antiga", no município de S ^{ta} M ^a de Jetibá, ES -----	29
Tabela 6	- Número e porcentagem de indivíduos coletados por grupo taxonômico em uma Floresta Secundária "Antiga" Inverno de S ^{ta} M ^a de Jetibá, ES -----	30
Tabela 7	- Número e porcentagem de indivíduos coletados por grupo taxonômico em uma Floresta Secundária "Antiga" Verão de S ^{ta} M ^a de Jetibá, ES -----	31
Tabela 8	- Número e porcentagem de indivíduos coletados por grupo taxonômico em uma Floresta Secundária Inverno de S ^{ta} M ^a de Jetibá, ES -----	32
Tabela 9	- Número e porcentagem de indivíduos coletados por grupo taxonômico em uma Floresta Secundária Verão de S ^{ta} M ^a de Jetibá -----	33

- Tabela 10** - Número e porcentagem de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais na Floresta Sécundária Verão no município de S^{ta} M^a de Jetibá, ES ----- **35**
- Tabela 11** - Número e porcentagem de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais em uma Floresta Secundária "Antiga" Verão no município de S^{ta} M^a de Jetibá ----- **36**
- Tabela 12** - Número e porcentagem de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais em uma Floresta Secundária Inverno no município de S^{ta} M^a de Jetibá- **37**
- Tabela 13** - Número e porcentagem de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais em uma Floresta Secundária "Antiga" Inverno no município de S^{ta} M^a de Jetibá ----- **37**
- Tabela 14** - Índice de diversidade de Shannon de uma Floresta Secundária e uma Floresta Secundária "Antiga" em duas estações no município de S^{ta} M^a de Jetibá, ES ----- **38**
- Tabela 15** - Índice de Riqueza de uma Floresta Secundária e uma Floresta Secundária "Antiga" em duas estações no município de S^{ta} M^a de Jetibá, ES ----- **39**
- Tabela 16** - Índice de Uniformidade de uma Floresta Secundária e uma Floresta Secundária "Antiga" em duas estações no município de S^{ta} M^a de Jetibá ----- **39**

RESUMO

Este estudo foi realizado na Fazenda Espíndula, Santa Maria do Jetibá (ES), com o objetivo de avaliar o padrão de deposição de serapilheira e a fauna edáfica em duas áreas com formações vegetais distintas, definidas como: (A) Floresta Secundária - com cerca de 25 ha, correspondente a uma antiga área de cultivo de mandioca a cerca de 50 anos em processo de sucessão ecológica e onde hoje se encontra uma mata secundária e (B) Floresta Secundária "Antiga" - correspondente a uma área de floresta que foi submetida apenas a extração seletiva de madeira para utilização da própria fazenda. Em cada uma das florestas foram delimitadas áreas de aproximadamente 0,1 ha e nestas foram distribuídos aleatoriamente dez coletores cônicos. As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de novembro de 2003 a outubro de 2005. O material coletado foi estratificado, secado e pesado. A massa total de serapilheira ($t\ ha^{-1}$) e o conteúdo de N, P e K ($Kg\ ha^{-1}$) foram estimados. Para a avaliação da fauna edáfica foram distribuídos, próximo aos coletores, armadilhas (*pit fall*) nas estações do inverno de 2004 e verão de 2005. Não foram verificadas grandes diferenças entre o total aportado nas áreas, sendo os maiores valores de produção

observados no verão, possivelmente devido à ação mecânica de ventos e da chuva. A fração de maior contribuição foi a foliar, correspondendo a 74,62% para a área de Floresta Secundária e 69,46% para a área de Floresta Secundária "Antiga". Quanto aos organismos do solo, verificou-se o predomínio do grupo Díptera, nas estações em ambas as áreas, sendo exceção a este comportamento a área de Floresta Secundária no Verão. Os maiores valores dos índices de Shannon, Riqueza e Uniformidade, foram verificados na estação do inverno, não sendo constatada diferenças entre as áreas, exceto para o Índice de Riqueza, que apresentou diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de significância entre as áreas nas diferentes estações avaliadas e entre estações para a área de Floresta Secundária. De maneira geral, constata-se que o tempo de recuperação da floresta secundária, parece ter sido suficiente para que esta apresente os mesmos padrões funcionais em relação à floresta secundária antiga.

Palavras chaves: Serapilheira, Fauna do Solo, Ciclagem de Nutrientes, Indicadores de Qualidade do Solo

ABSTRACT

This study was accomplished in Espíndula Farm, Santa Maria de Jetibá (ES), with the objective of evaluating the litter fall deposition pattern and the edaphic fauna in areas with different succession stadiums. Two areas were selected with different vegetable coverings, defined as: (A) Secondary Forest, with about 25 ha of area, corresponding to an old area of cassava cultivation the about 50 years in process of ecological succession and where today there is a secondary forest and (B) "Old" Secondary Forest corresponding to a forest area that was just submitted selective extraction of wood for use of the own farm. In each one of the forests areas of approximately 0,1 ha were delimited and in these ten conical collectors were randomized distributed. The litter collections were accomplished monthly during the period of November from 2003 until October of 2005. The material after drying was stratified and being evaluated the total contributed and the contribution of the different fractions, and the nutritious addition. For the edaphic fauna evaluation were distributed, close to the collectors, traps (pit fall) in the stations of the winter of 2004 and summer of 2005. Were not verified higher differences among the total of

litter deposited among the areas, being the highest production values observed in the summer, possibly due to the mechanical action of winds and the rain. The fraction of higher contribution was the foliar, corresponding to 74,62% for the secondary forest area and 69,46% for the "old" secondary forest area. As for the soil organisms, the prevalence of the Díptera group, was verified in all stations in both areas, being exception to this standard the secondary forest area in the Summer. The highest values of Shannon, Wealth and Uniformity indexes, were verified in the winter station, not being verified differences among the areas, except for the Wealth index, that presented statistical difference for the test of Tukey to 5% of significance among the areas in the different appraised stations and among stations for the secondary forest area. In a general way, was verified that the recovery time of the secondary forest, seems has been enough for this area to present the same functional patterns in relation to the old secondary forest.

Key words: Litterfall, Soil Fauna, Nutrient Cycling, Soil Quality Indicators

INTRODUÇÃO

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

Assim como as demais florestas de todo o planeta, a Mata Atlântica vem sendo devastada por fatores como a extração madeireira e, principalmente, para dar lugar à agropecuária e habitação, ocasionando o processo de fragmentação florestal (INPE, 1989; VIANA et al., 1992), resultando na redução da biodiversidade em várias escalas (LAURANCE et al., 1998). Atualmente existem fragmentos de diversos tamanhos, formas, posições e em diferentes estádios sucessionais. Normalmente são encontrados nas áreas mais altas, de difícil acesso e inadequadas para a agricultura (LEITÃO FILHO, 1987; VIANA et al., 1992).

Para conter esta destruição, tem-se falado no tão sonhado desenvolvimento sustentável, porém o mesmo depende de um profundo conhecimento dos recursos humanos e naturais disponíveis e dos fatores que limitam a produção. Entre as informações necessárias

para o planejamento do uso das terras estão os dados sobre a produtividade e a disponibilidade de nutrientes dos campos e das florestas. Nutrientes estes, que juntamente com a luz e a água, são os fatores que regulam a produção agrícola e florestal.

Grandes quantidades de nutrientes retornam ao solo por meio da deposição e decomposição da serapilheira que é o material orgânico recém-caído, na parte superficial do piso da floresta. Seus componentes ao caírem no solo formam uma camada de material orgânico, constituída de folhas, ramos, cascas, material reprodutivo (flores e frutos), bem como restos de animais e material fecal, que recobre o piso da floresta. A fauna do solo passa apresentar uma função muito importante no contexto da ciclagem de nutrientes, a da degradação/fragmentação deste material que será posteriormente decomposto via ação dos microorganismos do solo, disponibilizando novamente os nutrientes à comunidade vegetal ou organismos do solo.

Fica assim demonstrada a importância dos estudos que avaliam a ciclagem de nutrientes e a dinâmica da fauna edáfica em áreas de florestas e em plantios agrícolas, bem como o emprego destes parâmetros como bioindicadores do estágio sucessional e/ou degradação de áreas.

REVISÃO DE LITERATURA

Deposição de serapilheira e aporte de nutrientes em florestas

O estudo da ciclagem de nutrientes minerais é fundamental para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais. Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal se dá através da produção de serapilheira, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (VITAL, et al., 2004). Como outros mecanismos responsáveis pela adição de nutrientes no solo podem ser citados o intemperismo da rocha matriz e a chuva, que tem dupla função, pois além de trazer consigo nutrientes da atmosfera é responsável pela lavagem da vegetação, que extrai substâncias minerais e orgânicas das estruturas da parte aérea.

Define-se serapilheira como sendo o material recém-caído, na parte superficial do piso da floresta, constituído por folhas, caules, ramos, frutos, flores e outras partes da planta, bem como restos de animais e material fecal. Assim que é depositada sobre o solo, a serapilheira é submetida a um processo de decomposição que se inicia com a ação da fauna edáfica constituída, principalmente de artrópodes, que tem como principal função a

fragmentação do material para posteriormente ser decompostos pelos microorganismos e, ao final do processo, haver a liberação gradativa dos nutrientes minerais que são constituintes dos tecidos orgânicos (GOLLEY, 1978).

Desta forma o material orgânico que é depositado continuamente sobre o solo assume importância indiscutível na manutenção da fertilidade e dos níveis de nutrientes no solo, uma vez que a serapilheira assume o papel de estoque potencial de nutrientes minerais para o sistema.

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

Diversos fatores bióticos e abióticos afetam a produção de serapilheira, 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.

Dentre esses fatores, BRAY & GORHAM (1964) e MASON (1980) afirmaram que, sem dúvida, o clima é o mais importante entre todos. De acordo com os autores BRAY & GORHAM (1964), temperaturas elevadas e maior quantidade de insolação constituem-se nos fatores climáticos mais relevantes para a produção da serapilheira. Já MARTINS & RODRIGUES (1999), estudando a produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP, verificaram que a velocidade dos ventos pode atuar como o fator mais relevante na produção de serapilheira. HAAG (1985) diz que, além das condições climáticas, o ciclo biológico da vegetação existente no local afeta consideravelmente a quantidade de serapilheira produzida.

Diversos estudos tem sido realizados no Brasil e no mundo com o intuito de contribuir para o melhor conhecimento sobre a ciclagem de nutrientes e a dinâmica dos ecossistemas florestais e até mesmo em plantios homogêneos de espécies florestais e agrícolas (MURBACH et al., 2003; RIGOBELLO & NAHAS, 2004; GARAY et al., 2003), a fim de determinar os padrões que cada tipologia vegetal apresenta para tal processo e as diferenças existentes entre elas. O melhor entendimento desse mecanismo e sua alteração em respostas às modificações antrópicas realizadas no meio, são essenciais para o manejo dos recursos naturais.

DELITTI (1984) mencionou dois padrões básicos para a deposição anual de serapilheira. O primeiro refere-se a uma maior deposição na época seca, como ocorre em ecossistemas amazônicos, nas florestas mesófilas e cerrados e está diretamente ligado à quantidade e disponibilidade de água no solo, que nesta época tende a ser reduzida nestes ambientes, causando um estresse hídrico e conseqüentemente a senescência de parte do tecido vegetal, aumentando assim a quantidade de material aportado. O segundo caso é o contrário e consiste em um aumento na intensidade de deposição de serapilheira na época úmida, típico das florestas atlânticas e restingas, estando ligado ao impacto mecânico provocado pelas chuvas e os ventos.

DURIGAN et al. (1996), estudando a produção de folheto em mata ciliar, registraram um período de alta produção de serapilheira no final do inverno e início da primavera.

WISNIEWSKI et al. (1997) realizaram dois anos de estudo em uma Floresta Ombrófila Mista localizada em Ponta Grossa, estado do Paraná. Constataram que a produção anual média de serapilheira foi maior no inverno com $2,50 \text{ t ha}^{-1}$ e menor no verão com $0,83 \text{ t ha}^{-1}$. Na primavera e outono, a produção foi de $2,00$ e $1,90 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente. Do total de serapilheira produzida, 57% corresponderam às folhas, 30% aos galhos e 13% às miscelâneas.

LEITÃO FILHO et al. (1993), citando vários autores, destacam o papel das espécies pioneiras na produção de serapilheira por terem rápido crescimento e ciclo de vida curto, investindo pesadamente na produção de biomassa em curto espaço de tempo, sendo precoce nas fenofases reprodutivas com grandes produções de flores e frutos. Desta forma, espera-se que a produção de serapilheira seja mais expressiva para áreas ainda em desenvolvimento sucessional, devido a existência das espécies pioneiras, o que foi observado pelos mesmos autores em trechos sucessionais iniciais de Floresta Atlântica em Cubatão, SP.

A taxa com que a serapilheira é decomposta e seus nutrientes liberados para o sistema é regulada por quatro variáveis: (1) a natureza da comunidade decompositora (os macro e microorganismos); (2) as características do material orgânico depositado que determinará sua degradabilidade (a qualidade do material); (3) as condições do ambiente (macro e microclimática) e (4) tipo de solo (ABER & MELILLO, 1978). Assim, a velocidade do processo de ciclagem, desde a deposição do material orgânico até a reutilização dos nutrientes pela comunidade vegetal ou outro organismo do sistema, é variado de ambiente para ambiente e pode refletir o estado de funcionamento do ecossistema.

CUSTÓDIO FILHO et al. (1996), estudando a produção de serapilheira e retorno de nutrientes em uma floresta pluvial

atlântica (Floresta Ombrófila Densa), registraram uma produção anual de 6,05 t ha⁻¹ de serapilheira, sendo que a fração folhas contribuiu com 72,73% do total, os ramos com 16,09% e outros componentes com 11,29%.

Fauna de solo

Para a avaliação da qualidade do solo é necessário obter-se indicadores que, segundo PAPENDICK & PARR (1992), são de difícil identificação pela necessidade de considerar as múltiplas funções do solo para manter a produtividade e o bem estar ambiental, e por integrar atributos físicos, químicos e biológicos que definem estas funções. A fauna edáfica é um indicador biológico que pode ser utilizado na busca de um entendimento mais completo do sistema em formação, e em transformação. Ela desempenha funções importantes e indispensáveis no ecossistema e com o seu monitoramento pode-se não só avaliar a qualidade do solo, conjuntamente com outros indicadores, como também o próprio funcionamento do sistema (CORREIA & ANDRADE, 1999).

A comunidade de organismos que vivem no solo, composta predominantemente de microorganismos (fungos e bactérias) e invertebrados (micro, meso e macrofauna), atua através de interações sinérgicas e antagônicas (LAVELLE, 1996) visando

garantir a decomposição dos detritos que chegam ao solo (SWIFT et al., 1979). Como resultado da sua atividade, influencia outros processos básicos do solo como: humificação, agregação e estruturação do solo, que operam em diferentes escalas de tempo e espaço (LAVELLE, 1996).

A macrofauna do solo é constituída por um grande número de animais, distribuídos em diferentes habitats, com variados hábitos alimentares e ciclos de vida, sendo capazes de responder rapidamente às alterações ambientais. As atividades desses organismos, escavação e/ou ingestão e transporte de material mineral e orgânico no solo, conduzem à criação de estruturas biogênicas (galerias, ninhos, câmaras e bolotas fecais), as quais influem na agregação, propriedades hidráulicas, dinâmica da matéria orgânica e na composição, abundância e diversidade de outros organismos do solo (LAVELLE & SPAIN, 2001). Portanto, vários trabalhos têm aventado a hipótese de que a diversidade e abundância da macrofauna invertebrada do solo, assim como a presença de determinados grupos em um sistema, pode ser usada como indicador da qualidade dos solos (PAOLETTI, 1999), pois são sensíveis à modificação da cobertura vegetal e manejo do mesmo (LAVELLE, et al., 1993; LINDEN et al., 1994; DORAN & ZEISS, 2000).

A macrofauna edáfica tem papel fundamental na fragmentação e incorporação dos resíduos ao solo, criando-se, assim, condições favoráveis à ação decompositora dos microrganismos (BAYER & MIELNICZUK, 1999). Além disso, através de sua ação mecânica no solo, também contribuem para a formação de agregados estáveis, que permitem proteger uma parte da matéria orgânica de rápida mineralização (SÁNCHEZ & REINÉS, 2001). GASSEN (1999) ainda destaca a sua importância na mobilidade vertical de nutrientes assimiláveis, favorecendo, assim, o sistema radicular das plantas.

Atualmente, crescente ênfase tem sido dada ao estudo da estrutura da comunidade invertebrada do solo como indicador de recuperação/degradação de sistemas agrícolas e/ou florestais.

OBJETIVOS

Quantificar a produção da serapilheira, o aporte de nutrientes associado a este componente e a composição da fauna edáfica em áreas de Floresta Atlântica em dois estádios sucessionais, utilizando estes atributos como indicadores de degradação/recuperação destas áreas.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Espíndula, situada no município de Santa Maria de Jetibá, Espírito Santo. O relevo da região é montanhoso. O Clima é tropical de altitude, tipo Cwb segundo a classificação de Köppen, com temperaturas variando entre 7,3 a 9,4 °C nos meses mais frios e 25,3 a 27,8 °C nos meses mais quentes. A altitude da região gira em torno de 1.050m acima do nível médio dos mares. O índice pluviométrico chega a 1.700 mm ano⁻¹.

Para a caracterização climática da área foram utilizados os dados do balanço hídrico do município de Domingos Martins - ES (Figuras 1 e 2) do website da Incaper (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - <http://www.incaper.es.gov.br>). A área onde está localizada a estação meteorológica encontra-se próxima à área estudada.

A vegetação original predominante na região era a Floresta Tropical Ombrófila Densa. Na área de estudo é observado a ocorrência de Cambissolos Háplicos.

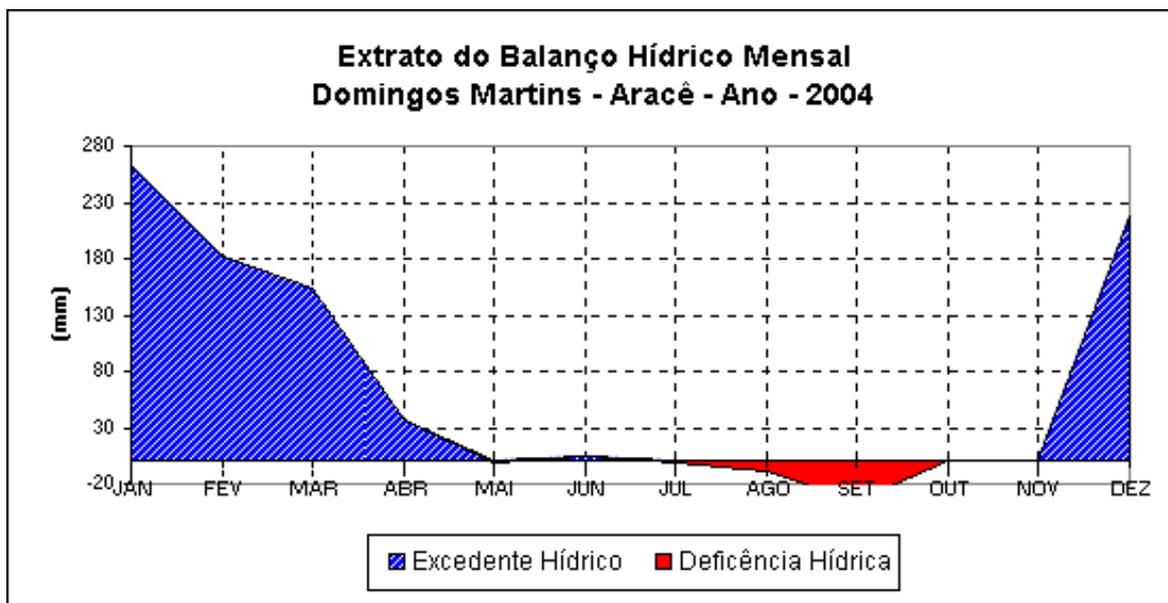


Figura 1: Extrato do balanço Hídrico Mensal do município de Domingos Martins - ES para o ano de 2004. Fonte: SIAG - Sistema de Informações Agrometeorológicas (http://www.incaper.es.gov.br/clima/centroserrano_bhmes.htm)

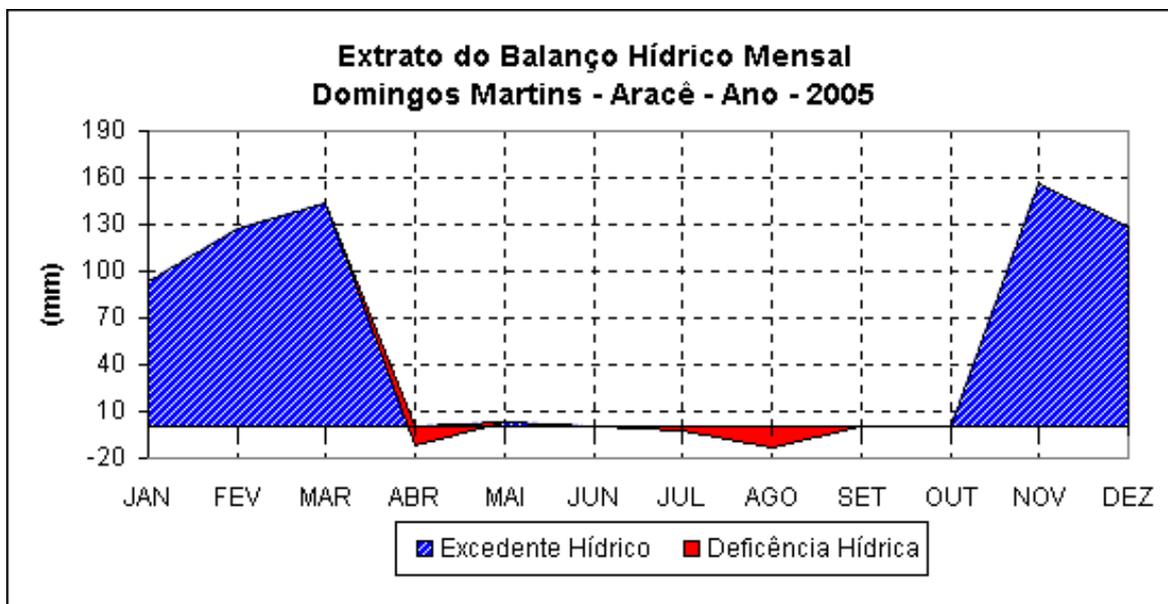


Figura 2: Extrato do balanço Hídrico Mensal do município de Domingos Martins - ES para o ano de 2005. Fonte: SIAG - Sistema de Informações Agrometeorológicas (http://www.incaper.es.gov.br/clima/centroserrano_bhmes.htm)

Foram selecionadas duas áreas com formações vegetais distintas em relação ao estágio sucessional, distante, uma da outra, cerca de 2 Km, definidas como: (A) Floresta Secundária (FS)- com cerca de 25 ha, correspondente a uma antiga área de cultivo de mandioca a cerca de 50 anos em processo de sucessão ecológica e onde hoje se encontra uma mata secundária que possui estrutura definida por grande número de indivíduos arbóreos de médio porte e poucos de grande porte e (B) Floresta Secundária "Antiga" (FSA)- correspondente a uma área de floresta que foi submetida apenas extração seletiva de madeira para utilização da própria fazenda com estrutura similar à área anterior.

A matriz onde as áreas estudadas estão inseridas é caracterizada por plantações de hortaliças como, repolho, cebola, alho, gengibre, entre outras. Há também áreas habitadas bem próximas às áreas de estudo, com presença de diversas estradas, galpões, residências e área de lazer.

Produção de serapilheira

Em cada uma das florestas foi delimitada uma área de aproximadamente 0,1 ha, e nestas foram distribuídos aleatoriamente 10 coletores cilíndricos de 0,25 m² (Figura 3). Os coletores foram afixados nas árvores com fios de nylon a

aproximadamente 1,0 m de altura. A serapilheira depositada foi coletada mensalmente durante o período de novembro de 2003 a outubro de 2005. Após ser coletado o material foi encaminhado ao laboratório de Gênese e Classificação dos Solos, no Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, sendo estratificado em: folhas, ramos, material reprodutivo e outros. Após a triagem o material foi seco em estufa à temperatura de $65^{\circ}\text{C} \pm 5$, por 48 horas, sendo posteriormente pesado a fim de avaliar a contribuição de cada fração no aporte total do material decíduo.



Figura 3: Coletor utilizado para avaliar a deposição da serapilheira

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

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

Onde PAS = Produção média anual de serapilheira ($t\ ha^{-1}\ ano$);
PS = Produção média mensal de serapilheira ($t\ ha^{-1}\ mês$); Ac =
Área do coletor (m^2).

Após esta etapa, cada fração foi homogeneizada separadamente, obtendo-se uma amostra que foi triturada em moinho tipo Willey e submetida à digestão sulfúrica (TEDESCO, et. al. 1995). No extrato foram determinados os teores de nitrogênio (N) por destilação por arraste a vapor, fósforo (P) por colorimetria e potássio (K) por fotometria de chama.

A partir dos teores e da quantidade de material depositado, foram quantificados os conteúdos de N, P e K adicionados.

Fauna edáfica

A coleta da fauna do solo foi realizada nos meses de dezembro de 2003 e julho de 2004, demarcando assim duas épocas distintas relacionadas com a amplitude térmica e hídrica em um ano. As armadilhas do tipo "*pit fall*" foram instaladas próximas a cada coletor de serapilheira, consistindo de potes plásticos com volume de 300 mL, contendo solução de ácido acetilsalicílico ($\pm 200\ mL$) (Figura 4), vale ressaltar que a mesma permanece inserida no solo até a profundidade cuja borda permaneça ao mesmo nível do solo. As armadilhas permaneceram em cada área por 10 dias, sendo

posteriormente recolhidas. Os organismos coletados foram acondicionados em frascos plásticos de 50 cm³ contendo solução de álcool 70%.



Figura 4: Armadilha do tipo "pit fall" utilizada nas áreas de estudo.

Após essa etapa as amostras foram encaminhadas ao laboratório de Gênese e Classificação do Solo, onde os organismos foram identificados ao nível taxonômico de Ordem e/ ou Família, com auxílio de lupa binocular.

Os organismos também foram divididos em grupos funcionais, a saber: Macrófagos, Sócios: Formicidae, Holometábolos, Saprófagos, Sócios: Isoptera, Predadores, Parasitóides e Fitófagos (COSTA, 2002)

Com os dados obtidos foram calculadas, a frequência, número de indivíduos por armadilha por dia, além do índice de diversidade de Shannon-Weaver, Riqueza e Uniformidade.

Análises estatísticas

Para os dados de serapilheira foi feita avaliação da homogeneidade das variâncias dos erros pelo Teste de Cochran. Posteriormente os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Quanto à fauna edáfica, os índices de diversidade de Shannon-Weaver, Riqueza e Uniformidade foram analisados com o emprego do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de serapilheira

No período estudado (novembro de 2003 a outubro de 2005) a produção total de serapilheira foi de 5,70 t ha⁻¹ para a área de Floresta Secundária (FS) e 5,73 t ha⁻¹ para a área de Floresta Secundária "Antiga" (FSA). No ano 1 (nov/03 a out/04) a produção da FS e FSA foi, respectivamente, 2,72 e 2,93 t ha⁻¹, enquanto no ano 2 (nov/04 a out/05) a deposição total foi igual de 2,98 e 2,80 t ha⁻¹, para a FS e FSA, respectivamente.

O valor de produção de serapilheira não variou muito entre as áreas estudadas, o que sugere não haver diferença estatística.

De acordo com a literatura (GOLLEY, 1978) a quantidade de serapilheira aportada em florestas tropicais de todo o mundo varia entre 4 e 25 t ha⁻¹. Em média, nas florestas tropicais sobre solos de baixa fertilidade verificam-se depósitos de 7,5 t ha⁻¹ de matéria seca na forma de resíduos orgânicos formadores da serapilheira, enquanto em solos de fertilidade média essa produção é de 10,5 t ha⁻¹ e em áreas montanhosas de 6,3 t ha⁻¹ (ANDRADE et al. 1999). Verifica-se que a quantidade de serapilheira depositada na área é inferior aos valores

estabelecidos para solos de baixa fertilidade natural e até mesmo daqueles localizados em ambientes montanhosos.

Quanto ao padrão de deposição, verifica-se uma semelhança entre as duas áreas estudadas Floresta Secundária (FS) e Floresta Secundária "Antiga" (FSA) (Figura 5), principalmente para o período de novembro de 2003 a outubro de 2004 (primeiro ano do estudo).

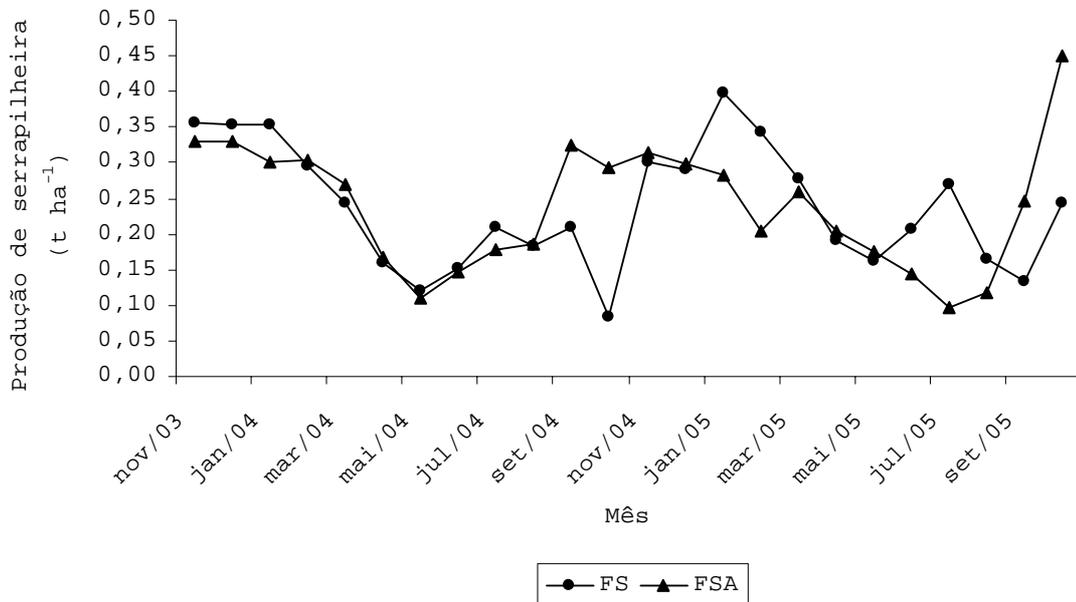


Figura 5: Produção total de serapilheira (t ha⁻¹) para área de Floresta Secundária (FS) e Floresta Secundária "Antiga" (FSA) no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

WERNECK, et al. (2001), estudando a produção de serapilheira em áreas de floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação, encontraram maiores valor de deposição para as áreas mais preservadas, sendo que este valor diminuía com o aumento do

grau de perturbação da floresta. Segundo os autores, embora trechos mais perturbados tenham um maior número de espécies pioneiras, a produção de serapilheira nessas áreas também poderia estar relacionada à proporção ocupada pelas copas, de modo que, quanto maiores forem às árvores, maiores serão as proporções ocupadas pelas copas e conseqüentemente, maior será a produção de serapilheira. Assim, a abundância das espécies pioneiras pode ser menos importante que o tamanho e o porte do dossel na determinação da produção da serapilheira (SONGWE et al., 1988) o que pode explicar o comportamento similar das áreas estudadas, onde, segundo observações de campo, as árvores apresentavam porte semelhantes, com indivíduos de médio porte predominando nos estratos e poucos indivíduos de grande porte.

Quanto à deposição mensal, na área FS o mês que apresentou menor produção de serapilheira foi o mês de Outubro de 2004 com produção total no valor de $0,85 \text{ t ha}^{-1}$ e, o mês de maior deposição, foi Janeiro de 2005 com valor de $3,98 \text{ t ha}^{-1}$ de material decíduo. Já para a área FSA o mês de menor deposição de serapilheira foi Julho de 2005, onde foi aportado um total de $0,97 \text{ t ha}^{-1}$ e o mês de outubro de 2005 foi o que apresentou maior valor, com $0,45 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 5).

Observa-se um certo padrão de sazonalidade na deposição de serapilheira para as duas áreas estudadas (Figura 5), onde no intervalo entre os meses de novembro a janeiro, que é o período úmido (Figura 1 e 2) há um aumento na deposição de serapilheira e na época mais seca do ano que ocorre entre abril a junho (Figura 1 e 2) há uma redução na deposição do material decíduo. Segundo DELITTI (1984), o aumento na intensidade de deposição de serapilheira na época úmida é típico das florestas atlânticas e restingas, o que pode explicar o maior aporte nesta região.

Em relação às estações, foi observada significância (pela análise de variância) apenas para a fração folhas e total de serapilheira depositada em ambas as áreas nos dois anos de estudo. Também foi verificada significância para a fração ramos na área FSA no segundo ano de estudo (Tabelas 1 e 2).

No primeiro ano de estudo, para FS, verifica-se uma maior quantidade da fração foliar sendo depositada na estação do verão, diferindo estatisticamente das demais. Foi observado mesmo comportamento para o total de serapilheira depositado (Tabela 1).

Para a área FSA, os maiores valores da fração foliar foram observados nas estações primavera e verão. Porém o mesmo comportamento não foi observado para o total de serapilheira depositado, onde a maior quantidade de material ocorrem nas estações verão e outono (Tabela 1).

Tabela 1: Massa ($t\ ha^{-1}$) dos diferentes estratos da serapilheira no primeiro ano de estudo (novembro/2003 a outubro de 2004).

Floresta Secundária							
Estação	Folhas	Ramos	Mat. Rep.	Outros	Total		
Verão	0,24	A	*	*	*	0,33	A
Outono	0,12	B	*	*	*	0,17	B
Inverno	0,13	B	*	*	*	0,18	B
Primavera	0,15	B	*	*	*	0,22	B
Floresta Secundária "Antiga"							
	Folhas	Ramos	Mat. Rep.	Outros	Total		
Verão	0,23	A	*	*	*	0,32	A
Outono	0,10	B	*	*	*	0,31	A
Inverno	0,10	B	*	*	*	0,18	B
Primavera	0,24	A	*	*	*	0,17	B

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem por Tukey a 5% de significância; * não apresentou significância pelo teste F.

Para o segundo ano do estudo, na área FS, foi observado maior deposição da fração folhas na estação do verão, deferindo significativamente pelo teste Tukey a 5% de significância, das demais estações. O mesmo comportamento foi verificado para o total do material depositado (Tabela 2).

Na área FSA a maior deposição da fração folhas ocorreu na primavera, seguida do verão. O menor valor de deposição foi

observado no inverno. A estação do outono apresentou valores intermediários entre o verão e o inverno (Tabela 2).

Através dos dados apresentados na Tabela 2, para a fração ramos, verifica-se que as estações de maior deposição foram o verão e a primavera. A menor deposição ocorreu no inverno e a estação do outono apresentou deposição intermediária entre as demais estações.

Tabela 2: Massa ($t\ ha^{-1}$) dos diferentes estratos da serapilheira no segundo ano de estudo (novembro/2004 a outubro de 2005).

Floresta Secundária							
Estação	Folhas		Ramos		Mat. Rep.	Outros	Total
Verão	0,26	A	*	*	*	0,34	A
Outono	0,16	B	*	*	*	0,21	B
Inverno	0,17	B	*	*	*	0,21	B
Primavera	0,18	B	*	*	*	0,23	B
Floresta Secundária "Antiga"							
	Folhas		Ramos		Mat. Rep.	Outros	Total
Verão	0,18	B	0,05	A	*	*	0,26 AB
Outono	0,08	BC	0,03	AB	*	*	0,22 B
Inverno	0,08	C	0,02	B	*	*	0,12 C
Primavera	0,27	A	0,05	A	*	*	0,34 A

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem por Tukey a 5% de significância; * não apresentou significância pelo teste F.

Para o total de material decíduo depositado na área Floresta Secundária "Antiga" no segundo ano de estudo, foram observados maiores valores no verão e na primavera, seguidos pelo outono. A estação onde ocorreu a menor produção de serapilheira foi o inverno (Tabela 2).

Por meio dos dados apresentados nas Tabelas 1 e 2, observa-se que a área de Floresta Secundária apresentou o mesmo padrão de deposição nos dois anos de estudo, o que não foi verificado para a área de Floresta Secundária "Antiga".

BACKES et al. (2005), estudando a produção de serapilheira em floresta ombrófila mista, em São Francisco de Paula, RS, encontraram maior taxa de produção de material decíduo durante a primavera e a menor no inverno. PINTO & MARQUES (2003) estudando o aporte de serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, na Floresta Estadual do Palmito, município de Paranaguá, PR, também encontraram uma maior taxa de deposição de serapilheira no período mais úmido (primavera e verão) e uma menor produção no período seco do ano (inverno).

O principal material formador da serapilheira da floresta Secundária e da floresta Secundária "Antiga" foi as folhas, embora tenham sido observada uma maior predominância desta fração na área Floresta Secundária (75 % do total), do que na Floresta

Secundária "Antiga" (69%) (Tabela 3). Estes dados são corroborados com os verificados por BRAY e GORHAM (1964), MORELLATO, (1992), FIGUEIREDO FILHO et al. (2003), TOLEDO & PEREIRA, (2004), que afirmam que 60 a 80 % da serapilheira é composta pela fração folhas.

As frações ramos e outros não apresentaram comportamento diferenciado com relação às duas áreas estudadas (Tabela 3).

Tabela 3: Contribuição das diferentes frações da serapilheira nas áreas de floresta Secundária e Floresta Secundária "Antiga", no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

Fração	Floresta Secundária				Floresta Secundária "Antiga"			
	Ano 1		Ano 2		Ano 1		Ano 2	
	Total (t ha ⁻¹)	%						
Folhas	1,96	72,06	2,30	77,18	2,03	69,28	1,95	69,64
Ramos	0,49	18,01	0,41	13,76	0,53	18,09	0,45	16,07
Mat. Rep.	0,14	5,15	0,11	3,69	0,21	7,17	0,21	7,50
Outros	0,13	4,78	0,16	5,37	0,16	5,46	0,19	6,79
Total	2,72		2,98		2,93		2,80	

A fração material reprodutivo foi mais expressiva na área de Floresta Secundária "Antiga" correspondendo em média nos dois anos a 7,33% da serapilheira produzida, enquanto na área de Floresta Secundária, esta fração contribuiu com cerca de 4,40% do total de biomassa aportado (Tabela 3). Esta variação pode estar

ligada aos tipos de frutos e sementes existentes em cada área. Em observações feitas durante as triagens constatou-se que na área Floresta Secundária "Antiga" havia maior quantidade de frutos carnosos, típicos de espécies secundárias e climácicas, enquanto na área de Floresta Secundária a fração frutos era composta, predominantemente, por frutos e sementes de dispersão anemocórica, típico de espécies pioneiras apresentando, geralmente, menor peso que os demais tipos de sementes, embora sejam produzidas em maior quantidades.

Quanto aos testes estatísticos, para todas as variáveis estudadas houve distribuição normal, porém os dados não apresentaram significância na ANOVA, o que impediu a realização dos testes de média.

Conteúdo de nutrientes

Os conteúdos de nutrientes adicionados em cada uma das áreas são apresentados nas Tabelas 4 e 5. As maiores adições de N e K foram verificadas na área FSA estando estes valores associados as maiores quantidades de serapilheira depositada nestas áreas. Para o P o valor total aportado foi igual entre as áreas.

Comparando-se as áreas estudadas em relação à adição de nitrogênio pela deposição e decomposição da serapilheira percebe-se que na Floresta Secundária a entrada deste nutriente para o sistema foi um pouco inferior ao encontrado para a Floresta Secundária "Antiga" (Tabelas 4 e 5). Tal fato pode ser decorrente da diversidade de espécies na floresta, em relação à área ainda em processo de sucessão.

Tabela 4: Conteúdo dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), expressos em $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, para uma área de Floresta Secundária, no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

Fração	N	P	K
Folhas	29,16	1,79	5,45
Ramos	4,59	0,37	0,94
Mat. Reprodutivo	1,75	0,11	0,50
Outros	2,68	0,12	0,44
Total	38,18	2,39	7,35

Quanto ao potássio, os valores variaram entre $5,45 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $8,82 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Estes valores foram inferiores aos verificados em outras florestas tropicais (GOLLEY et al. 1978, SAMPAIO et al. 1988, TOLEDO et al. 2002) e plantios homogêneos (ANDRADE et al. 2000, COSTA et al. 2004). Não foram constatadas diferenças na adição de fósforo entre as áreas, sendo que os valores variaram de $1,79 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ na área de Floresta

Secundária a $1,66 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ na área de Floresta Secundária "Antiga", sendo estes valores mais baixos que os observados em outras florestas tropicais (GOLLEY et al. 1978, UNESCO, 1978).

Tabela 5: Conteúdo dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), expressos em $\text{Kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, para uma área de Floresta Secundária "Antiga", no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

Fração	N	P	K
Folhas	27,46	1,66	8,82
Ramos	6,24	0,40	0,94
Mat. Reprodutivo	3,10	0,18	0,58
Outros	3,35	0,15	0,47
Total	40,16	2,39	10,81

Fauna edáfica

Após a triagem do material foram obtidos 5009 indivíduos pertencentes a 27 grupos taxonômicos. Considerando-se a distinção entre adultos e larvas, devido às diferenças funcionais observadas nos estádios de vida destes organismos, foram estabelecidos 30 grupos (27 grupos de organismos adultos e 3 grupos de larvas) (Tabelas 6 a 9).

Observa-se nas tabelas 6, 7, 8 e 9 que o grupo Díptera foi o que apresentou os maiores números de indivíduos coletados para Floresta Secundária "Antiga" no verão (FSA_V) (60,26%), Floresta Secundária "Antiga" no inverno (FSA_I) (47,69%) e Floresta Secundária no Inverno (FS_I) (48,96%), diferindo deste comportamento, na Floresta Secundária no Verão (FS_V), a participação deste grupo foi muito reduzida (7,07%), quando comparado aos demais. Nessa área (FS_V) foi constatado como grupo dominante a família Formicidae (66,35%).

Tabela 6: Número e porcentagem de indivíduos coletados por grupo taxonômico em uma Floresta Secundária "Antiga" inverno (FSA_I) de Santa Maria de Jetibá, ES.

Grupo	Nº de Indivíduos Coletados	Freqüência Relativa (%)
Diptera	526 ($\pm 5,42$)	47,69
Coleoptera	143 ($\pm 2,45$)	12,96
Hymenoptera	130 ($\pm 2,50$)	11,79
Aranae	86 ($\pm 1,38$)	7,80
Collembola	80 ($\pm 1,63$)	7,25
Orthoptera	57 ($\pm 1,18$)	5,17
Thysanura	20 ($\pm 0,42$)	1,81
Homoptera	17 ($\pm 0,39$)	1,54
Formicidae	15 ($\pm 0,69$)	1,36
Dermaptera	5 ($\pm 0,40$)	0,45
Diplura	5 ($\pm 0,17$)	0,45
Paupoda	5 ($\pm 0,27$)	0,45
Gastropoda	3 ($\pm 0,30$)	0,27
Opilionida	2 ($\pm 0,20$)	0,18
Pseudoscorpionida	2 ($\pm 0,20$)	0,18
Larva de Diptera	2 ($\pm 0,13$)	0,18
Larva de Coleoptera	2 ($\pm 0,13$)	0,18
Isopoda	1 ($\pm 0,10$)	0,09
Isoptera	1 ($\pm 0,10$)	0,09
Mantodea	1 ($\pm 0,10$)	0,09
Total	1103	

Tabela 7: Número e porcentagem de indivíduos coletados por grupo taxonômico em uma Floresta Secundária "Antiga" verão (FSA_V) de Santa Maria de Jetibá, ES.

Grupo	Nº de Indivíduos Coletados	Frequência Relativa (%)
Diptera	593 ($\pm 11,32$)	60,26
Coleoptera	138 ($\pm 2,15$)	14,02
Formicidae	70 ($\pm 2,78$)	7,11
Homoptera	48 ($\pm 0,47$)	4,88
Hymenoptera	34 ($\pm 1,03$)	3,46
Orthoptera	33 ($\pm 0,72$)	3,35
Collembola	29 ($\pm 0,85$)	2,95
Aranae	13 ($\pm 0,23$)	1,32
Isoptera	8 ($\pm 0,36$)	0,81
Diplura	3 ($\pm 0,21$)	0,30
Blattaria	2 ($\pm 0,13$)	0,20
Opilionida	2 ($\pm 0,20$)	0,20
Thysanoptera	2 ($\pm 0,13$)	0,20
Thysanura	2 ($\pm 0,13$)	0,20
Larva de Lepdoptera	2 ($\pm 0,13$)	0,20
Lepidoptera	1 ($\pm 0,10$)	0,10
Paupoda	1 ($\pm 0,10$)	0,10
Psocoptera	1 ($\pm 0,10$)	0,10
Trichoptera	1 ($\pm 0,10$)	0,10
Larva de Coleoptera	1 ($\pm 0,10$)	0,10
Total	984	

Esta alta porcentagem de Diptera, juntamente com outros grupos alados como, por exemplo, Homoptera, Trichoptera, Coleóptera é atípica, pois estes não apresentam, aparentemente, nenhuma associação funcional com o sub-sistema decompositor. COSTA (2002), trabalhando com diferentes coberturas arbóreas em Seropédica, RJ, também encontrou em suas amostras este grupo de indivíduos, porém em menor proporção quando comparado as áreas estudadas.

Tabela 8: Número e porcentagem de indivíduos coletados por grupo taxonômico em uma Floresta Secundária inverno (FS_I) de Santa Maria de Jetibá, ES.

Grupo	Nº de Indivíduos Coletados	Frequência relativa (%)
Diptera	447 ($\pm 6,17$)	48,96
Coleoptera	111 ($\pm 1,83$)	12,16
Collembola	109 ($\pm 3,49$)	11,94
Hymenoptera	58 ($\pm 1,45$)	6,35
Orthoptera	48 ($\pm 0,77$)	5,26
Homoptera	44 ($\pm 1,12$)	4,82
Aranae	25 ($\pm 0,58$)	2,74
Formicidae	13 ($\pm 0,42$)	1,42
Thysanura	12 ($\pm 0,44$)	1,31
Dermaptera	7 ($\pm 0,26$)	0,77
Diplura	7 ($\pm 0,52$)	0,77
Isopoda	7 ($\pm 0,26$)	0,77
Larva de Diptera	7 ($\pm 0,40$)	0,77
Isoptera	5 ($\pm 0,22$)	0,55
Opilionida	5 ($\pm 0,40$)	0,55
Protura	2 ($\pm 0,13$)	0,22
Thysanoptera	2 ($\pm 0,13$)	0,22
Mantodea	1 ($\pm 0,10$)	0,11
Paupoda	1 ($\pm 0,10$)	0,11
Pseudoscorpionida	1 ($\pm 0,10$)	0,11
Trichoptera	1 ($\pm 0,10$)	0,11
Total	913	

COSTA (2002) indicou que uma hipótese para explicar os elevados valores de Dipteras, pode estar relacionada ao uso temporário do solo como abrigo, já que este grupo não exerce nenhuma atividade direta no solo nem na matéria orgânica presente neste. Porém GALLO et al. (1988) afirma que os Dipteros, tanto na sua forma larval, como na fase adulta, podem se alimentar de matéria orgânica em decomposição, além de outros hábitos alimentares como pragas na agricultura e inimigos naturais de

insetos ou parasitas o que poderia justificar a ocorrência destes indivíduos em alta proporção nas amostras analisadas.

Tabela 9: Número e porcentagem de indivíduos coletados por grupo taxonômico em uma Floresta Secundária verão (FS_V) de Santa Maria de Jetibá, ES.

Grupo	Nº de Indivíduos Coletados	Frequência Relativa (%)
Formicidae	1333 ($\pm 67,96$)	66,35
Orthoptera	179 ($\pm 4,33$)	8,91
Diptera	142 ($\pm 3,67$)	7,07
Coleoptera	92 ($\pm 1,83$)	4,58
Collembola	58 ($\pm 1,51$)	2,89
Homoptera	53 ($\pm 1,84$)	2,64
Isoptera	36 ($\pm 1,30$)	1,79
Gastropoda	31 ($\pm 2,99$)	1,54
Aranae	25 ($\pm 0,54$)	1,24
Thysanura	12 ($\pm 0,73$)	0,60
Opilionida	9 ($\pm 0,80$)	0,45
Blattaria	8 ($\pm 0,29$)	0,40
Diplura	7 ($\pm 0,60$)	0,35
Hymenoptera	5 ($\pm 0,22$)	0,25
Hemiptera	4 ($\pm 0,22$)	0,20
Thysanoptera	3 ($\pm 0,21$)	0,15
Trichoptera	3 ($\pm 0,21$)	0,15
Larva de Diptera	3 ($\pm 0,15$)	0,15
Dermaptera	2 ($\pm 0,20$)	0,10
Larva de Lepdoptera	2 ($\pm 0,13$)	0,10
Psocoptera	1 ($\pm 0,10$)	0,05
Scorpionida	1 ($\pm 0,10$)	0,05
Total	2009	

A alta expressividade do grupo taxonômico Formicidae na Floresta Secundária no verão mostra a relevância deste grupo para a comunidade da fauna do solo, porém por outro lado, o hábito social e a repartição do trabalho entre classes os tornam apenas indicativo de sua atividade. Foi verificado um grande número de

indivíduos desta família em apenas duas amostras, o que indica que as armadilhas devem ter sido instaladas próximas a locais de maior ocorrência ou trânsito destes organismos.

As formigas são relatadas freqüentemente como o grupo mais abundante no solo por estudos sobre a mesofauna que desconsideram os ácaros (TOLEDO, 2003; SILVA, 2005). O grupo Formicidae, junto com os cupins, é considerado um dos principais agentes na fragmentação da serapilheira e na incorporação da matéria orgânica no solo (POGGIANI et al. 1990), sendo responsáveis pela aeração do solo, aumentando a infiltração e as trocas gasosas (GASSEN, 1999).

Há muitos outros grupos taxonômicos que representam apenas uma pequena parcela das comunidades, alguns com participação apenas pontual como, por exemplo, Isopoda (0,09%), Mantódea (0,09%), Psocoptera (0,05%), Scorpionidae (0,05%). COSTA (2002) afirma que observações mais detalhadas destes grupos podem, sem dúvida, trazer informações importantes quanto a diferenças funcionais nas comunidades avaliadas.

Com base no uso do habitat e na principal forma de utilização do recurso alimentar os grupos taxonômicos foram reunidos em grupos funcionais e os resultados estão apresentados nas Tabelas 10, 11, 12 e 13.

Tabela 10: Número e porcentagem de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais na Floresta Secundária verão (FS_V) no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

Grupo funcional	Nº de Indivíduos Coletados	Frequência Relativa (%)
Sociais - Formicidae	1333	66,35
Holometábolos	242	12,05
Saprófagos	241	12,00
Macrófagos	58	2,89
Fitófagos	57	2,84
Predadores	37	1,84
Sociais - Isoptera	36	1,79
Parasitoides	5	0,25
Total	2009	100,00

O grupo funcional holometábolos foi o mais expressivo na FSA_V (74,80%), FSA_I (59,93%) e FS_I (61,83%). A FS_V se diferenciou apresentando como grupo funcional dominante os insetos sociais, dentre estes o grupo formicidae (63,35%). Observa-se também que há uma grande diferença entre o grupo mais representativo e o segundo grupo, indicando uma grande abundância, e talvez até uma certa dominância de um único grupo funcional, influenciado pelos grupos taxonômicos mais abundantes (Diptera e Formicidae).

SILVA (2005), estudando áreas de agricultura tradicional no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba, SP, encontrou o grupo social formicidae como mais expressivo (49% do total de indivíduos coletados), seguido pelo holometábolos (14,6%).

Tabela 11: Número e porcentagem de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais em uma Floresta Secundária "Antiga" verão (FSA_V) no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

Grupo funcional	Nº de Indivíduos Coletados	Freqüência Relativa (%)
Holometábolos	736	74,80
Sociais - Formicidae	70	7,11
Fitófagos	48	4,88
Saprófagos	44	4,47
Parasitoides	34	3,46
Macrófagos	29	2,95
Predadores	15	1,52
Sociais - Isoptera	8	0,81
Total	984	100,00

Destaca-se a forte presença dos grupos funcionais predadores e parasitóides apenas no inverno chegando a representar 12,12% do total de indivíduos coletados no caso do grupo parasitóide na FSAI (Tabela 13). COSTA (2002), estudando a composição da fauna do solo em áreas de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acacia mangium* Willd em Seropédica, RJ, encontrou valores para o grupo funcional predadores e parasitóides igual a 2,3 e 0,8%, respectivamente, segundo o autor estes grupos estão relacionados com habitats mais estruturados. Na Floresta Secundária no Verão estes mesmos grupos apresentaram os valores inferiores, respectivamente 1,84 e 0,25 (Tabela 10), porém em ambas as áreas a sua freqüência foi superior que as encontradas nos estudos de COSTA (2002).

Tabela 12: Número e porcentagem de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais em uma Floresta Secundária inverno (FSI) no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

Grupo funcional	Nº de Indivíduos Coletados	Frequência Relativa (%)
Holometábolos	567	61,83
Macrófagos	111	12,10
Saprófagos	80	8,72
Parasitoides	58	6,32
Fitófagos	44	4,80
Predadores	39	4,25
Sociais - Formicidae	13	1,42
Sociais - Isoptera	5	0,55
Total	917	100,00

Tabela 13: Número e porcentagem de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais em uma Floresta Secundária "Antiga" inverno (FSAI) no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

Grupo funcional	Nº de Indivíduos Coletados	Frequência Relativa (%)
Holometábolos	643	59,93
Parasitoides	130	12,12
Predadores	96	8,95
Saprófagos	91	8,48
Macrófagos	80	7,46
Fitófagos	17	1,58
Sociais - Formicidae	15	1,40
Sociais - Isoptera	1	0,09
Total	1073	100,00

O índice de diversidade de Shannon mostra-se apropriado para o uso em ecologia do solo, uma vez que é capaz de atribuir, maiores valores às espécies raras presentes na comunidade. Conforme observa-se na Tabela 14, os valores do índice de diversidade de Shannon são bem próximos, não havendo diferença estatística pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. CORRÊA NETO (2004), estudando a fauna edáfica em plantios de

Eucalipto no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, encontrou valores deste índice maiores que os encontrados neste estudo na estação do verão, porém menores que os encontrados na estação do inverno.

Para o Índice de Riqueza houve diferença significativa, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, entre as áreas de Floresta Secundária e Secundária "Antiga" tanto no inverno, quanto no verão. Já entre as estações, houve diferença estatística apenas para a área de Floresta Secundária (Tabela 15).

Tabela 14: Índice de diversidade de Shannon (H) de uma Floresta Secundária e uma Floresta Secundária "Antiga" em duas estações no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

Área	Verão	Inverno
Floresta Secundária "Antiga"	0,6349 Aa	0,7744 Aa
Floresta Secundária	0,5992 Aa	0,7866 Aa

Valores seguidos da mesma letra em maiúsculo na linha e minúsculo na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Quanto ao Índice de Uniformidade, observou-se uma diferença maior entre as estações, com os valores do inverno muito próximo de um (0,9713 e 0,9248 para Floresta Secundária "Antiga" e Floresta Secundária, respectivamente), porém não foi verificada

diferença estatística para este índice entre estações (Tabela 16).

Tabela 15: Índice de Riqueza (R) de uma Floresta Secundária e uma Floresta Secundária "Antiga" em duas estações no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

Área	Verão	Inverno
Floresta Secundária "Antiga"	6,3482 Aa	6,2694 Aa
Floresta Secundária	6,6607 Ab	7,0889 Bb

Valores seguidos da mesma letra em maiúsculo na linha e minúsculo na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 16: Índice de Uniformidade (U) de uma Floresta Secundária e uma Floresta Secundária "Antiga" em duas estações no município de Santa Maria de Jetibá, ES.

Área	Verão	Inverno
Floresta Secundária "Antiga"	0,7911 Aa	0,9713 Aa
Floresta Secundária	0,7276 Aa	0,9248 Aa

Valores seguidos da mesma letra em maiúsculo na linha e minúsculo na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

CORRÊA NETO (2004), quando comparou a diversidade e a uniformidade dos organismos do solo nos compartimentos solo e serrapilheira, observou que houve uma predominância dos organismos no estrato serrapilheira principalmente no inverno e atribuiu este resultado à maior oferta e qualidade de alimento oferecido pela decomposição e maior retenção de umidade na

serrapilheira, permanecendo no solo os grupos mais específicos. Este resultado pode explicar, em parte, o que está acontecendo na área, pois foi observado maiores índices no inverno, época em que o aporte de serrapilheira na área é menor, porém, por ação das baixas temperatura, a decomposição da matéria orgânica tende a ser menor, o que pode aumentar a oferta de alimentos para a comunidade edáfica, aumentando assim sua atividade.

CONCLUSÕES

As duas áreas estudadas apresentaram quantidades similares de serapilheira depositadas durante o período de estudo sugerindo que a Floresta Secundária possui mesmo padrão de deposição quando comparada a Floresta Secundária "Antiga".

Com base na presença de grupos funcionais indicadores biológicos, pode-se concluir que as áreas em questão possuem no solo, um habitat bem estruturado, mesmo sendo áreas relativamente novas, caso da Floresta Secundária.

Desta forma, pode-se concluir a existência de um equilíbrio entre as áreas, pois a área de Floresta Secundária, com apenas 50 anos de processo sucessional, apresenta, em relação à produção de serapilheira, aporte de nutrientes e composição da fauna edáfica do solo, comportamento similar a uma área de floresta onde só houve exploração de madeira como atividade antrópica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABER, J.D., MELILO, J.M. Terrestrial ecosystems. Orlando, FL.:Reinhart e Wintson, 1978. 428p.
- ANDRADE, A. G., CABALLERO, S. S. U., FARIA, S. M. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999. 22p. (**Embrapa Solos. Documentos; n°13**).
- ANDRADE, A.G.; COSTA, G.S. & FARIA, S.M. Decomposição e deposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em Planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:777-785, 2000.
- BACKES A., PRATES F. L. & VIOLA M. G. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta bot. bras.** 19(1): 155-160. 2005.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênese, 1999. p.9-26.
- BRAY, J.R. & GHORAN, E. Litter production in forest of the world. **Advances Ecology of Research**, v.2, p.101-157, 1964.
- CORRÊA NETO, T. A. Atributos edafológicos condicionadores da capacidade produtiva de plantios de eucalipto no campus da UFRRJ. Seropédica: UFRRJ, 2004. 81p. (Dissertação - Mestrado).
- CORREIA, M.E.F. & ANDRADE, A.L. de Formação de serrapilheira e Ciclagem de Nutrientes. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Ed. Gênese, Porto Alegre, p. 198-225, 1999.
- COSTA G. S., FRANCO A. A., DAMASCENO R. N. & FARIA S. M. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:919-927, 2004.
- COSTA, P. Fauna do solo em plantios experimentais de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acacia mangium* Willd. Seropédica: UFRRJ, 2002. 93p. (Dissertação - Mestrado).

CUSTÓDIO FILHO, A; FRANCO, G.A.D.C; POGGIANI, F.; DIAS, A.C. Produção de serapilheira e o retorno de macronutrientes em floresta pluvial atlântica - Estação Biológica de Boracéia (São Paulo - Brasil). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 1-16, 1996

DELITTI, W. B. C. Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* (Mogi-Guaçu, SP). 1984. 132 p. Tese (Doutorado em Biociências) - Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências, São Paulo.

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

DURIGAN, G., LEITÃO FILHO, H. F. & PAGANO, S. N. Produção de folheto em matas ciliares na região oeste do Estado de SP. **Revista do Instituto Florestal** 8: 187-199. 1996.

FASSBENDER, H. W. & GRIMM, U. Ciclos bioquímicos en un ecosistema florestal de los Andes Occidentales de Venezuela. II - Producción y decomposición de los residuos vegetales. **Turrialba**, v. 31, n. 1, p. 39-47, 1981.

FIGUEIREDO FILHO, A., MORAES, G. F., SCHAAF, L. C., FIGUEIREDO, D. J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v. 13, nº 1, p. 11-18, 2003.

GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R. P. L., BATISTA, G. C., BERTI FILHO, E., PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A., ALVES, S. B. & VENDRAMIM, J. D. Manual de entomologia agrícola - 2ª ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 649p. 1988.

GARAY, I., KINDEL, A., CARNEIRO, R., FRANCO, A. A., BARROS, E. & ABBADIE, L. Comparação da matéria orgânica e de outros atributos do solo em plantações de *Acacia mangium* E *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:705-712, 2003.

GASSEN, D.N. Os insetos e a fertilidade de solos. In: **Curso Sobre Aspectos Básicos de Fertilidade e Microbiologia do Solo sob Plantio Direto**, 1999, Cruz Alta. Resumos de palestras ... Passo Fundo, Aldeia Norte, 1999. p.70-89.

GOLLEY, F. B. Ciclagem de nutrientes em um ecossistema de floresta tropical úmida. Tradução de Eurípides Malavolta. São Paulo: EPU. Ed. Da Universidade de São Paulo, 1978

GOLLEY, F. B.; Mc GINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. L.; DUEVE, M. S. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. São Paulo, **Pedagógica e Universitária** 1978. 256p.

HAAG, H. P. Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144p.

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

LAVELLE, P. Diversity of Soil Fauna and Ecosystem Function. **Biol. Int.** 33, 3 -16. 1996.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; SPAIN, A.; TOUTAIN, F.; BAROIS, I. & SCHAEFER, R. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, 25:130-150, 1993.

LAVELLE, P. & SPAIN, A.V. Soil ecology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2001. 654p.

LAURANCE, W.F. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology**, Sept, 1998.

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

LEITÃO- FILHO, H. F., PAGANO, S. N., CESAR, O., TIMONI, J. L. & RUEDA, J. J. Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão. Editora da UNESP, São Paulo- Editora da UNICAMP, Campinas. 1993.

LINDEN, R.D.; HENDRIX, P.F.; COLEMAN, D.C. & VAN VILET, P.C.J. Faunal indicators of soil quality. In: J.W. DORAN; D.C. COLEMAN; D.F. BEZDICEK; B.A. STEWART (Eds) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, SSSA, 1994. p. 91-106.

LOPES, M. I. S., DOMINGOS, M., STRUFFALDI-DE VUONO, Y. Ciclagem de nutrientes minerais. In: SYSLVESTRE, L. S. & ROSA, M. M. T.

- Manual metodológico para estudos botânicos na mata atlântica.**
EDUR - UFRRJ, Seropédica, RJ, p.72-102. 2002.
- MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, V. 22, n. 3, p. 405-412 1999.
- MASON, C. F. Decomposição. Tradução Octavio Antonio de Camargo. São Paulo: EPU: Ed. Da Universidade de São Paulo. Temas de Biologia. V.18. 63 p. 1980.
- MORELLATO, L.P.C. Nutrient cycling in two south-east brazilian forests I- Litterfall and litter standing crop. **Journal Tropical Ecology**, v. 8, p.205-205, 1992.
- MURBACH M. R., BOARETTO A. E., MURAOKA T., SOUZA E. C. A. de. Nutrient cycling en a RRIM 600 clone rubber plantation. Piracicaba , SP. **Scientia Agricola**, v.60, n.2, p.353-357, Abr./Jun. 2003
- MYERS, N., MITTERMELER, R.A., MITTERMELER, C., FONSECA, G.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, V.403, p.24, 2000.
- PAOLETTI, M.G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 74:1-18, 1999.
- PAPENDICK, R.I. & PARR, J.F. Soil quality. The key to a sustainable agriculture. Am. J. **Altern. Agric.** 7:2-3, 1992.
- PINTO, C. B. & MARQUES, R. Aporte de nutrientes por frações da serrapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da floresta Atlântica. **Rev. Floresta** 33(3) 257-264. 2003.
- POGGIANI, F.; MONTEIRO JUNIOR, E. S. Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua, em Piracicaba (Estado de SP). In: **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6**. 1990, Campos do Jordão. Anais... Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 596-602.
- RIGOBELLO, E. C. & NAHAS, E. Seasonal fluctuations of bacterial population and microbial activity in soils cultivated with

eucalyptus and Pinus. Piracicaba, SP. **Sci. Agric.**, v.61, n.1, p.88-93, Jan./Fev. 2004

SAMPAIO, E. V. S. B.; NUNES, K. S.; LEMOS, E. P. Ciclagem de nutrientes na mata de Dois Irmãos (Recife - PE) através da queda de material vegetal. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 23 n. 10, p. 1055-1061, 1988.

SÁNCHEZ, S. & REINÉS, M. Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. **Pastos y Forrajes**, 24:191-202, 2001.

SILVA, C. F. Indicadores da qualidade do solo em áreas de agricultura tradicional no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatutaba (SP). Seropédica, UFRRJ, Instituto de Agronomia, 2005, 80p. (**Dissertação de Mestrado**).

SONGWE, N. C., FASEHUN, F. E. & OKALI, D. U. U. Litterfall and productivity in a tropical rain forest, Southern Bankundu Forest, Cameroon. **Journal of Tropical Ecology** 4:25-37. 1988.

SWIFT, M. J., HEAL, O. W. & ANDERSON, J. M. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. California : University of California Press, 372p. 1979.

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

TOLEDO, L. O. Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa da decomposição em áreas de floresta Secundária no município de Pinheiral, RJ. Seropédica: UFRRJ, 2003. 80p. (Dissertação - Mestrado).

TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, C. E. G. Produção de Serapilheira e Transferência de Nutrientes Em Florestas Secundárias Localizadas na Região de Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, V. 12, n. 2, p. 9-16, 2002.

TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G. dinâmica da deposição de serapilheira em florestas secundárias do município de Pinheiral, RJ. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, V. 11, n.1, p. 39-46, agos./dez. 2004.

UNESCO. Paris, França. Tropical floreste ecosystems. A state of knowledge. Paris, UNEP/FAO 1978. p. 233-88. (Natural **Resources Research XIV**).

VIANA, V. M., TABANEZ A. J., AGUIRRE. J. Recuperação e manejo de fragmentos florestais naturais. In: **CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS**, 2, São Paulo. Anais... Instituto Florestal, São Paulo, SP, 1992.

VIEIRA, D. C. M. Chuva de sementes, banco de sementes e regeneração natural sob três espécies sob início de sucessão em uma área restaurada em Iracemópolis (SP). (Dissertação de mestrado). Piracicaba. ESALQ/USP. 2004.

VITAL, A. R. T., GUERRINI, I. A., FRANKEN, W. K., FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, vol. 28, nº 6, p. 793-800, 2004.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serrapilheira em três trechos de uma floresta semidecidual com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica de Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 195-198, 2001.