



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

WILBERT VALKINIR CABREIRA

**FAUNA EPÍGEA ASSOCIADA À DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA DE ESPÉCIES
ARBÓREAS NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA**

Prof. Dr. MARCOS GERVASIO PEREIRA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2016



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

WILBERT VALKINIR CABREIRA

**FAUNA EPÍGEA ASSOCIADA À DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA DE ESPÉCIES
ARBÓREAS NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA**

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

Prof. Dr. MARCOS GERVASIO PEREIRA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2016

**FAUNA EPÍGEA ASSOCIADA À DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA DE ESPÉCIES
ARBÓREAS NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA**

WILBERT VALKINIR CABREIRA

Monografia aprovada em 03 de Novembro de 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marcos Gervasio Pereira - UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. Eduardo Vinicius da Silva- UFRRJ
Membro

Dr. Rodrigo Camara de Souza- UFRRJ
Membro

Deus marcou o tempo certo para cada coisa. Ele nos deu o desejo de entender as coisas que já aconteceram e as que ainda vão acontecer, porém não nos deixa compreender completamente o que ele faz. (Eclesiastes 3:11 – Bíblia Sagrada - Nova tradução na Linguagem de hoje).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre comigo, e pela pessoa de Jesus, a quem renderei louvores por toda a minha vida pela sua fidelidade durante a minha vida acadêmica.

Aos meus pais, Alcemar e Zenite, por terem me dado condições de estudar e estarem sempre acreditando em mim.

A toda minha família, os meus irmãos Herbert, Gerhard e Evelyn; Tia Néia, Tio Roberto; Primos Gerson e Samira e Vó Esther; por sempre me receberem com muito carinho e amor em todas visitas de fim de ano e demais feriados.

Agradeço à minha namorada Raissa por estar sempre ao meu lado, seja nos momentos pessoais ou acadêmicos expressando sempre o carinho que sente por mim. Obrigado por ser um ombro amigo e estar sempre apta para dividir a minha carga emocional! E principalmente, obrigado por me ajudar a traduzir todos os textos em inglês utilizados nesse trabalho.

Aos familiares da Raissa por sempre me receberem de braços abertos em sua casa aos finais de semana. Por me incentivarem a ter uma vida mais saudável com uma alimentação “diet” e corridas semanais.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Instituto de Florestas por estarem realizando o curso de Engenharia Florestal.

Agradeço ao Jardim Botânico da UFRRJ e Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação (PRPPG) pela concepção da bolsa de iniciação científica e disponibilização da área de estudo.

Ao professor Marcos Gervasio Pereira, por toda sua orientação e paciência. Profissional este, que mesmo de forma sucinta trouxe-me um enorme aprendizado tanto na vida acadêmica como na vida pessoal. Agradeço pela oportunidade de estagiar no Laboratório de Gênese e Classificação dos Solos (LGCS), do qual tiro lições para toda a minha vida acadêmica, profissional e pessoal.

A toda equipe do LGCS. Pessoas com grande potencial que desde o início da graduação tem me ensinado a trabalhar com seriedade e responsabilidade. Agradeço em especial a Sandra, Gilson e Jayna por terem acompanhado de perto o experimento desde a sua idealização.

Aos professores membros da banca, Eduardo e Rodrigo pelo aceite de avaliar este trabalho.

Agradeço a toda turma 2012-II pelos momentos de descontração e pelo grande companheirismo nessa jornada no curso de Engenharia Florestal da UFRRJ. Agradeço principalmente a Ana Caroline, Bias, Caio, Carol, Fagner, Iohann, Laiza, Lucas e Pedro. Pessoas estas responsáveis por reformular como todo o meu caráter.

A todos amigos que passaram pelo 206: Bimbim, Gabriel, Hudson, Joãozinho, Manel, Pablo e Thomas pela amizade, momentos de diversão, e principalmente ajuda nos estudos para as avaliações acadêmicas, me passando provas e trabalhos antigos.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho identificar e associar os principais componentes da fauna epígea do solo e sua relação com o processo de decomposição da serapilheira de *Paubrasilia echinata* Lam (Pau-brasil), *Inga sessilis* (Vell) Mart (Ingá-ferradura), *Lecythis pisonis* Cambess (Sapucaia) e *Cupania oblongifolia* Mart (Camboatá); espécies da Mata Atlântica na área do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em Seropédica, RJ. Foi utilizada a técnica de *litter bags* para avaliação da decomposição e o método das armadilhas *pitfalls* para coleta da fauna. Para cada espécie arbórea utilizaram-se 18 *litter bags* e cinco armadilhas *pitfalls*. Foram retiradas três amostras de *litter bags* por coleta que ocorreram quinzenalmente. Os *pitfalls* permaneceram em campo por sete dias, sendo retirados e levados para triagem. Os organismos do solo foram classificados em grandes grupos taxonômicos (ordem, classe ou família). Foram calculados o número de indivíduos armadilha dia ($\text{ind arm}^{-1} \text{dia}^{-1}$), índice de diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou, riqueza média e total dos grupos. Foram quantificados os teores de N, P, K e estimada a constante de decomposição k e o tempo de meia-vida. Para todas as espécies estudadas a taxa de decomposição foi mais significativa no período inicial do estudo. A espécie Ingá foi a que apresentou perda de massa menos significativa. A maior quantidade de indivíduos foi observada na área da Sapucaia, totalizando 37,75% de indivíduos. No entanto, os maiores valores dos índices de Shannon e Pielou foram registrados na área de Camboatá, evidenciando a uniformidade na comunidade de indivíduos. Na área de Pau-brasil, foram verificados os menores valores de todos os índices ecológicos bem como o menor tempo de meia-vida. Os insetos sociais e micrófagos foram os grupos funcionais de maior dominância nas áreas. Observou-se que solos com textura pouco arenosa e com elevada concentração de matéria orgânica, propicia um ambiente favorável para a diversidade de invertebrados.

Palavras chave: pau-brasil, sapucaia, ingá, camboatá

ABSTRACT

This study had the objective to identify and associate the main components of epigaeous soil fauna and their relationship with litter decomposition process of *Paubrasilia echinata* Lam (Pau-brasil), *Inga sessilis* (Vell) Mart (Ingá-ferradura), *Lecythis pisonis* Cambess (Sapucaia) and *Cupania oblongifolia* Mart (Camboatá); Atlantic Rainforest species in the Botanical Garden area, located at Rural Federal University of Rio de Janeiro in Seropedica, RJ. We used the litterbags technique to assess the decomposition and the method of pitfalls for fauna gathering. For each tree species was used 18 litterbags and five pitfalls traps. Three samples of litterbags were taken in each gathering occurred every two weeks. The pitfalls remained on the field for seven days being removed and taken to screening. Soil organisms were classified into large taxonomic groups (order, class or family). The number of day trap individuals were calculated (ind arm-1 day-1), Shannon diversity index, Evenness index, average wealth and total groups. Levels of N, P, K were measured and the constant of decomposition k and half-life were estimated. For all species studied the decomposition rate was more significant in the initial period of the study. The Inga species showed the least significant weight loss. The largest number of individuals has been observed in the area of Sapucaia totaling 37.75% of individuals. However, the highest values of the indices of Shannon and evenness were recorded in Camboatá area showing a uniform community of individuals. In Pau-brasil area of the lowest values of all ecological indices as well as the shorter half-life were observed. The social insects and microphages were the most dominant functional groups of the areas. It was observed that some soils with a sandy texture and high concentration of organic matter provides a favorable environment for the diversity of invertebrates.

Keywords: pau-brasil, sapucaia, ingá, camboatá

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Decomposição de serapilheira.....	2
2.2 Fauna do solo.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Descrição da área de estudo e das espécies selecionadas.....	5
3.2 Experimento de decomposição e mineralização de nutrientes.....	5
3.3 Fertilidade do solo e granulometria.....	5
3.4 Amostragem da fauna epígea.....	6
4.5 Análise de dados.....	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
4.1 Decomposição da serapilheira.....	8
4.1.1 Dinâmica de perda de massa.....	8
4.1.2 Constante de decomposição e tempo de meia-vida.....	9
4.1.3 Dinâmica de mineralização de nutrientes.....	9
4.1.4 Fertilidade do solo e granulometria.....	11
4.2 Atributos da fauna epígea.....	11
4.2.1 Número total de indivíduos coletados.....	11
4.2.2 Índices ecológicos e composição relativa da fauna epígea.....	12
4.2.3 Frequência relativa dos grupos taxonômicos da fauna edáfica.....	13
4.2.4 Grupos funcionais.....	14
4.3 Análise dos Componentes Principais.....	15
5. CONCLUSÃO	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
7. ANEXOS	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Divisão da fauna em grupos funcionais.....	7
Tabela 2.	Valores da constante K e do tempo de meia-vida das espécies estudadas.....	9
Tabela 3.	Percentagem da liberação de nutrientes.....	11
Tabela 4.	Caracterização da fertilidade e textura do solo na profundidade de 0-5 cm.....	11
Tabela 5.	Densidade, índices ecológicos e riquezas média e total da fauna edáfica da serapilheira de espécies arbóreas do Jardim Botânico da UFRRJ.....	13
Tabela 6.	Matriz de correlação (Pearson (n)) das variáveis areia, silte, argila, carbono total, tempo de meia-vida, shannon, riqueza média e total de indivíduos.....	16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Croqui do modelo utilizado para instalação das armadilhas tipo “ <i>pitfall</i> ” representado pelas numerações 1 à 5 sobre as copas das espécies arbóreas estudadas.....	6
Figura 2.	Curva de decomposição das espécies estudadas.....	8
Figura 3.	Curva de liberação de nutrientes das espécies estudadas.....	10
Figura 4.	Número total de indivíduos sobre diferentes coberturas vegetais coletados em Maio de 2015.....	12
Figura 5.	Frequência relativa (%) dos grupos da fauna epígea com maior atividade (ind arm ⁻¹ dia ⁻¹) em maio de 2015.....	15
Figura 6.	Porcentagem dos grupos funcionais da fauna epígea nas diferentes áreas amostradas.....	15
Figura 7.	Diagrama Biplot com base na matriz de correlação de Pearson, obtido da Análise de componentes principais realizada com as variáveis areia, silte argila, carbono total, tempo de meia-vida, shannon, riqueza média e total de indivíduos.....	17

1. INTRODUÇÃO

A serapilheira é constituída por materiais vegetais depositados na superfície do solo, tais como folhas, cascas, ramos, flores, inflorescências, frutos, sementes, e fragmentos vegetais e animais não identificáveis (CIANCIARUSO et al., 2006). Este material apresenta suma importância na restauração da fertilidade do solo, principalmente em áreas em início de sucessão ecológica (ARATO et al., 2003), como o caso de áreas perturbadas. Dentre os componentes da serapilheira, a fração foliar pode contribuir com mais de 70% do material adicionado (MORELATO, 1992; FIGUEIREDO-FILHO et al., 2003), o que evidencia a importância desse compartimento na devolução de nutrientes ao piso florestal.

A fauna do solo compreende os organismos invertebrados que vivem permanentemente ou que passam algumas fases de desenvolvimento no solo ou na serapilheira (AQUINO; CORREIA, 2005). A mesofauna cujos representantes mais comuns são os collembolos e ácaros, atuam como transformadores do material vegetal e micropredadores, contribuindo com papel regulatório na biota do solo (MOREIRA et al., 2010). Já os indivíduos da macrofauna alteram as populações e a atividade de microrganismos responsáveis pelos processos de mineralização e humificação e, em consequência, exercem influência sobre o ciclo da matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas (DECÄENS et al., 2003).

Os organismos que compõem a fauna do solo estão intimamente associados aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, que são de fundamental importância para a manutenção da produtividade do ecossistema. A diversidade desses é afetada pela atividade antrópica, pela redução e disponibilidade de recursos e refúgios, o que afeta a diversidade de outros organismos e a função que desempenham (GILLER et al., 1997). Portanto, de acordo com Lima et al. (2010), a diversidade da fauna invertebrada é influenciada pelo manejo dos solos e por fatores ambientais como pH, temperatura, umidade, textura, porosidade, teores de nutrientes e matéria orgânica.

A decomposição é um processo dinâmico no qual ocorre, simultaneamente, a fragmentação física das suas estruturas, a transformação química e a síntese de novos compostos e transporte desses produtos formados para horizontes mais profundos da manta orgânica e do solo (HEAL et al., 1997). Por meio da decomposição, a serapilheira libera para o solo elementos minerais, essenciais para o desenvolvimento das plantas, desempenhando um papel fundamental na ciclagem de nutrientes e nas transferências de energia entre os níveis tróficos (RIBEIRO, 1998).

No entanto, a velocidade com que o material orgânico é decomposto com consequente liberação de nutrientes, depende fundamentalmente das condições físicas e químicas do ambiente e da qualidade orgânica e nutricional do material que é aportado. Associado a esses fatores, a fauna edáfica se encontra inteiramente envolvida nos processos de fragmentação da serapilheira e estimulação da comunidade microbiana do solo (CORREIA; ANDRADE, 2008). De maneira geral, os fatores climáticos ajudam a determinar os atributos abióticos do solo que por sua vez determinam a qualidade da serapilheira e, por fim, a atividade e composição das comunidades de invertebrados e microorganismos do solo que participam da decomposição.

Apesar da fauna edáfica ser na sua maior parte, “invisível”, por estar dentro do solo ou da serapilheira, estes organismos geram importantes serviços ambientais, que ainda são, infelizmente, pouco reconhecidos e valorizados. Diante disso, é importante avaliar e

quantificar esses serviços e difundir esse (re)conhecimento para subsidiar o manejo sustentável dos ecossistemas terrestres (MELO et al., 2009).

Este trabalho teve como objetivo identificar os principais componentes da fauna epígea do solo associado ao processo de decomposição de serapilheira da *Caesalpinia echinata* Lam, *Inga sessilis* (Vell) Mart, *Lecythis pisonis* Cambess e *Cupania oblongifolia* Mart; espécies da Mata Atlântica na área do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em Seropédica, RJ.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Decomposição de serapilheira

A quantidade e a qualidade química da serapilheira são variáveis, pois dependem da composição da comunidade vegetal, clima, solo, as características genéticas das plantas, idade e densidade de plantas (CORREIA; ANDRADE, 2008). A cobertura do solo a partir da serapilheira protege sua superfície do impacto da chuva. Durante uma tempestade, a água que cai sobre a serapilheira vai aumentando gradualmente o teor de umidade até atingir a capacidade de campo. (WARING et al., 1981).

A importância da serapilheira para a ciclagem dos nutrientes em povoamentos florestais nativos ou implantados já foi reconhecida desde o século XIX, onde se observou uma diminuição gradual na produtividade de florestas de coníferas, que tiveram sua serapilheira frequentemente removida para uso como cama de animais, prática comum naquele século (PRITCHETT, 1979). O padrão de ciclagem de nutrientes nos trópicos, em especial nos trópicos úmidos, é bem diferente do padrão da zona temperada. Nas regiões frias, uma grande parcela da matéria orgânica e dos nutrientes disponíveis permanece no solo ou no sedimento; nos trópicos, uma percentagem muito maior está na fitomassa, sendo reciclada dentro da estrutura orgânica do sistema, com o auxílio de várias adaptações biológicas que conservam nutrientes, inclusive simbioses mutualísticas entre organismos e plantas (ANDRADE et al., 1999).

Um dos processos mais importantes da ciclagem de nutrientes em ecossistemas terrestres é o processo de decomposição (MONTAGNINI; JORDAN, 2002), definido como a desintegração gradual de organismos mortos até que sua estrutura não possa mais ser reconhecida e moléculas orgânicas complexas sejam fragmentadas em dióxido de carbono, água e componentes minerais (MANSON, 1980). A decomposição da serapilheira resulta na formação da matéria orgânica do solo, na liberação de seus nutrientes para a biota e às plantas na evaporação de parte do dióxido de carbono, sendo um processo que mantém a fertilidade e produtividade a manutenção (SCHEER, 2008). Para Poggiani (1990), a decomposição da serapilheira é um fenômeno onde os tecidos mais facilmente atacados por fungos e bactérias, tais como celulose e hemicelulose, desaparecem rapidamente, mas, à medida que o ataque vai progredindo, permanecem substâncias gradativamente mais resistentes à decomposição que, em alguns casos, podem demorar dezenas de anos para desaparecerem da serapilheira. Durante o processo de decomposição do material orgânico ocorre simultaneamente a fragmentação física e química do material e posterior solubilização dos nutrientes no solo, desempenhando um papel fundamental no estoque de carbono e na disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas terrestres (ANAYA et al., 2012).

São muitos os fatores que influenciam a decomposição da serapilheira, tais como tipo de vegetação, estágio sucessional da vegetação, deciduidade, grau de herbívora, latitude, altitude, relevo, temperatura, precipitação, disponibilidade de luz, foto período,

evapotranspiração, disponibilidade hídrica e fertilidade do solo, entre outros (BRUN et al., 2001). Qualquer intervenção na dinâmica deste processo pode modificar a sincronia entre a disponibilidade de nutrientes oriundos da decomposição dos resíduos vegetais e a demanda nutricional das plantas, gerando, na maioria das vezes, uma maior perda de nutrientes do solo (MYERS et al., 1994).

Os três principais índices que têm sido utilizados para medir a decomposição da camada de serapilheira são a respiração do solo, o valor K, relacionando a quantidade de material que cai do dossel e a que está depositada sobre o solo (serapilheira); e avaliações diretas, através de medidas da perda de massa em sacos para o estudo da decomposição (*litter bags*) (ANDERSON; SWIFT, 1983). Para avaliar a decomposição utilizando os *litter bags*, uma quantidade de massa seca de material vegetal, é acondicionada em cada sacola e esta é colocada em contato com o solo/serapilheira presentes no local que se pretende avaliar. A quantificação da decomposição é feita por medidas de perda de massa a partir do material remanescente em cada período de coleta, a partir do tempo zero. A partir das medidas de massa remanescente, programas como o SIGMAPLOT pode prover, além da constante k, gráficos com curvas de decomposição da serapilheira no tempo (SCORIZA et al., 2012).

Contudo, o estudo da decomposição através da perda de massa em sacos também possui alguns inconvenientes que podem prejudicar a precisão dos resultados. Sacos com tamanho de malha muito reduzida, podem excluir importantes organismos que participam do processo de decomposição, já os que possuem malhas muito grandes podem acarretar uma alta perda de material no momento da coleta ou também permitir a entrada de uma fração nova de material, que não havia sido considerada na época da instalação (ANDRADE et al., 1999).

2.2 Fauna do solo

O solo está entre um dos mais complexos sistemas biológicos do planeta, que é habitat de muitos organismos e possui uma estreita relação com as cadeias alimentares das quais depende a maioria dos organismos terrestres, pois é o substrato de sustentação dos vegetais (STORK; EGGLETON, 1992). A serapilheira constitui um ambiente adequado para o desenvolvimento da fauna edáfica, pois é onde se encontra um microambiente com menores oscilações de temperatura, maior teor de umidade, abrigo de alguns predadores e alimento. A composição da comunidade de invertebrados do solo varia de acordo com o clima e a vegetação. As variações da temperatura podem explicar algumas alterações na densidade dos artrópodes, como exemplo os artrópodes mastigadores que podem escapar de seus predadores e parasitas estando ativos no período noturno quando a temperatura é menor (BASSET, 1996). O sistema serapilheira-solo é o habitat natural para grande variedade de organismos, microrganismos e animais invertebrados, com diferenças no tamanho e no metabolismo, que são responsáveis por inúmeras funções (MOÇO et al., 2005). De acordo com Lavelle (1996), a interação da fauna de solo com microrganismos e plantas é capaz de modificar funcionalmente e estruturalmente o sistema de solo, exercendo uma regulação sobre os processos de decomposição e ciclagem de nutrientes.

A fauna do solo pode ser classificada de inúmeras formas como pelo hábito alimentar, forma de locomoção, local onde se encontra no solo, entre outras. A mais utilizada é a classificação pelo diâmetro corporal, que divide os organismos em: Microfauna (organismos entre 4 µm – 100 µm de diâmetro); Mesofauna (entre 100 µm- 2 mm) e Macrofauna (entre 2 mm – 20 mm) (SWIFT et al., 1979).

A microfauna, constituído por fungos, nematoides e bactérias, além de modificar a estrutura do solo, afeta a disponibilidade de nutrientes alimentando-se da microflora e partículas orgânicas. São essencialmente aquáticos estando presentes nos poros do solo, onde há acúmulo de água. Sua abundância no solo flutua de acordo com a disponibilidade de alimentos e ciclos de umedecimento e secagem no solo e na serapilheira (TOLEDO, 2003).

A mesofauna é constituída pelos grupos Araneidae, Acari, Collembola, Hymenoptera, Diptera, Protura, Diplura, Symphyla, Enchytraeidae, Isoptera, Chilopoda, Diplopoda e Mollusca, podendo incluir pequenos indivíduos do grupo Coleoptera. Estes animais, são extremamente dependentes de umidade, movimentam-se nos poros do solo e na interface entre a serapilheira e o solo. Dentre as atividades tróficas deste grupo, destaca-se sua contribuição significativa na regulação da população microbiana, mas sua contribuição é insignificante na fragmentação do resíduo vegetal (SWIFT et al., 1979). A mesofauna é representada em sua maioria por ácaros e collembolos, sendo que esses organismos chegam a representar aproximadamente 95% da abundância dos micro artrópodes presentes no solo (SEASTEDT, 1984).

A macrofauna é o principal agente de fragmentação e redistribuição dos resíduos de plantas no solo. Suas atividades incluem decomposição de serapilheira e aumento de substratos para atividade microbiana nas camadas superficiais do solo. Também afetam a estrutura do solo através de seus movimentos, misturando partículas orgânicas com inorgânicas, apresentando grande importância na formação de agregados estáveis e canais no interior do solo (TOLEDO, 2003). Dentre a macrofauna destacam-se os cupins, formigas e besouros, que influenciam ou mediam a porosidade e a textura do solo através da formação de túneis, da ingestão e transporte de solo e pela construção de galerias, ciclagem de nutrientes através do transporte, fragmentação e digestão da matéria orgânica e controle biológico como predadores (SILVA, 2013).

A meso e macrofauna do solo desenvolvem principalmente funções detritívoras e predatórias, nas teias tróficas de detritos da serapilheira e do interior do solo. Essas funções ecológicas podem ser associadas a diversos processos como a ciclagem de nutrientes, o revolvimento do solo, a incorporação de matéria orgânica e controle biológico de pragas do solo (MELO et al., 2009). Além de fragmentar a matéria orgânica e catalisar a ação dos organismos decompositores, a fauna do solo amplia os limites de ação dos decompositores ao auxiliar na distribuição horizontal e vertical da matéria orgânica (SANTOS; WHITFORD, 1981). Segundo Anderson (1988), esses invertebrados podem afetar o transporte de materiais orgânicos e inorgânicos em solos de forma direta ou indireta. Os efeitos diretos envolvem o transporte de alimentos, ou a deposição das fezes, longe do local de alimentação. Eles também podem influenciar o transporte de materiais indiretamente, alterando movimentos de água no solo e por meio da formação de partículas solúveis e materiais que são transportados pela água, vento ou gravidade.

Na maior parte das metodologias de amostragem de fauna, coleta-se uma parcela do ambiente de tamanho conhecido, para que então, já em laboratório, os animais sejam extraídos. Como principais métodos de coleta é possível citar: Funil de Berlese; armadilhas pitfall; extrator de Macfadyen; TSBF; sistema de flotação de Salt e Hollick (CORREIA; OLIVEIRA, 2000). Armadilha é qualquer equipamento construído de tal maneira que uma vez capturado o organismo, o mesmo não consiga mais sair (ALMEIDA et al., 2003).

As armadilhas *pitfall* são principalmente destinadas para os animais epígeos, ou seja, que se locomovem na interface serapilheira-solo. Os fatores que determinam a composição e a riqueza dos artrópodes coletados são o tipo de solo, cobertura vegetal, escala temporal e regional. Entretanto, em todas as condições, os espécimes estão em atividade (PETILLON et

al., 2006; LACHAT et al., 2006). As vantagens adicionais são que elas amostram organismos da macrofauna e alguns da mesofauna fauna (especialmente collembolos) simultaneamente, e podem ser direcionadas especificamente para animais que são ativo a noite (Moreira et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área de estudo e das espécies selecionadas

O Jardim Botânico da UFRRJ, local de desenvolvimento desta pesquisa, conserva, principalmente, indivíduos de espécies nativas da Mata Atlântica. Está situado nas coordenadas geográficas 22°45'54.6" de latitude Sul e 43°41'32.3" de longitude Oeste. Com uma extensão de aproximadamente 50.000 m², possui um clima tropical subúmido com temperatura média anual de 22,7°C e precipitação média de 1,291,7 mm segundo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Sendo classificado como Aw segundo Köppen.

Foram selecionadas quatro espécimes arbóreas. Duas leguminosas, uma de *Paubrasilia echinata* (Pau-brasil), e outra de *Inga sessilis* (Inga-ferradura); e duas não-leguminosas, uma de *Lecythis pisonis* (Sapucaia) e outra de *Cupania oblongifolia* (Camboatá). A dimensão das folhas/folíolos bem como o porte diferenciado dessas espécies, foram os parâmetros utilizados para a escolhas das mesmas. Na área de projeção da copa dessas espécies foi avaliada os principais componentes da fauna epígea envolvidos e sua relação no processo de decomposição de suas respectivas serapilheiras.

3.2 Experimento de decomposição e mineralização de nutrientes

As folhas senescentes das espécies, foram coletadas diretamente da copa com auxílio do podão. Em seguida, o material foi transferido para o Laboratório de Indicadores Edafo-Ambiental (LIEA) e seco em estufa, à temperatura de 65°C por 48 horas. Separou-se uma quantidade de 10 gramas para acondicionar em sacolas de polivinil (*litter bags*) com malha de quatro mm, dimensões de 25 x 25 cm e 1,5 cm de altura. Para cada espécie arbórea, utilizaram-se 18 *litter bags* que foram instalados debaixo de suas respectivas copas. Durante um período de 90 dias, entre 16 de maio de 2014 (instalação dos *litter bags*) e 14 de agosto de 2014, quinzenalmente, foram retirados três *litter bags* por espécie.

Após coletados, os *litter bags* foram novamente secos em estufa (65°C por 48 horas). Logo depois, seu conteúdo foi examinado para retirada de partículas de terra, insetos, outros animais, fungos, entre outros. Após essa etapa, o material foi pesado, quantificando-se sua massa remanescente em balança analítica com precisão de 0,01g.

O material dos *litter bags* foi triturado e posteriormente submetido à digestão sulfúrica, para a quantificação dos teores de N, P, K e confecção da curva de liberação de nutrientes. O procedimento para análise de N e P baseou-se no método recomendado por Tedesco et al. (1995), e os teores de K, pelo método da Embrapa (1979).

3.3 Fertilidade do solo e granulometria

Foram coletadas amostras de terra na área de projeção da copa das espécies selecionadas na profundidade de 0-5 cm, com auxílio do trado de rosca. Foram tomadas cinco amostras simples, que geraram uma amostra composta, num total de três amostras compostas

por espécime. As amostras de terra foram secas ao ar, destorroadas, peneiradas em malha de 2 mm e caracterizadas quanto à fertilidade e granulometria, segundo Embrapa (1997).

Determinou-se o pH em água; os teores de fósforo disponível por fotolorimetria; o potássio e sódio por fotometria de chama; cálcio, magnésio, alumínio trocável, acidez extraível e carbono orgânico por titulação. Os dados obtidos foram relacionados com a dinâmica de perda de massa e liberação de nutrientes da serapilheira das diferentes espécies e a fauna epígea do solo das áreas de estudo.

3.4 Amostragem da fauna epígea

A amostragem da comunidade da fauna epígea foi realizada no início de maio de 2015, no intervalo que corresponde à transição entre o final do período chuvoso e início do período seco. Para a captura da fauna, foram utilizadas armadilhas do tipo “*pitfall*”, que consistem em recipientes plásticos e cilíndricos com 10 cm de diâmetro e 10 cm de altura. Foram distribuídas sistematicamente cinco armadilhas sob as copas das árvores estudadas (Figura 1B). Com auxílio de uma cavadeira, foram abertos pequenos orifícios no solo para instalação da armadilha, sendo essa enterrada até que sua abertura estivesse nivelada com a superfície do solo e utilizada uma prancha de proteção para evitar queda de impurezas (Figura 1A). Para a conservação da fauna foi utilizado formaldeído a 1%. As armadilhas permaneceram nas áreas por sete dias e após esse período, foram retiradas do solo e encaminhadas ao LIEA da UFRRJ.



Figura 1. A: Instalação da armadilha “*pitfall*”. **B:** Desenho experimental utilizado para instalação das armadilhas tipo “*pitfall*”, representadas pelas numerações de 1 à 5 sob as copas das espécies arbóreas estudadas.

A identificação dos organismos da fauna foi realizada com auxílio de lupa binocular, sendo os indivíduos classificados em grandes grupos taxonômicos (ordem, classe ou família). Os grupos taxonômicos foram separados em grupos funcionais, distribuídos em fitófagos, micrófagos, predadores, saprófagos, insetos sociais e “outros” (sem funcionalidade conhecida). Na tabela 1 é apresentada a divisão da fauna em seus respectivos grupos

funcionais. Os indivíduos dos grupos Coleoptera e Acari não foram considerados, devido a diferentes características funcionais e sua alta população que poderia subestimar os outros grupos da fauna.

Tabela 1. Classificação da fauna de acordo com a funcionalidade

Grupos Funcionais	Grupos taxonômicos
Predadores	Aranea, Chilopoda, Opilionidae, Pseudoscorpionida
Saprófagos	Diplopoda, Isopoda, Psocoptera, Symphyla, Thysanura
Fitófagos	Auchenorrhyncha, Heteroptera, Sternorrhyncha, Thysanoptera
Micrófagos	Entomobryomorpha, Poduromorpha, Symphypleona
Insetos sociais	Formicidae, Isoptera
Outros	Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Larva coleoptera, Larva lepidoptera

Fonte: Adaptado de Silva (2013).

4.5 Análise de dados

A quantificação da taxa de decomposição foi obtida através de medidas de perda de massa, calculando-se a diferença entre as quantidades iniciais do material original contido no *litter bag* (tempo zero = 10 g) e as que permaneceram no período de cada coleta. De posse desses valores, foi estimada a constante de decomposição k (Equação 1), conforme Thomas & Asakawa (1993).

$$X_t = X_0 \cdot e^{-kt} \quad (1)$$

em que, X_t = peso do material remanescente após t dias e X_0 = peso do material seco originalmente colocado nos sacos no tempo zero ($t = 0$).

O coeficiente deste modelo exponencial, bem como as curvas que caracterizam a perda de peso (decomposição) do material foliar foi produzido com o auxílio do programa SIGMAPLOT 12.0. O tempo de meia-vida do material (Equação 2) foi estimado conforme Rezende et al. (1999).

$$t^{1/2} = \ln(2)/k \quad (2)$$

em que, k é a constante de decomposição estimada pelo software SIGMAPLOT 12.0.

Para avaliação da atividade da fauna epígea, o número de indivíduos coletados foi calculado para número de indivíduos armadilha dia ($\text{ind arm}^{-1} \text{dia}^{-1}$). Além disso, foram calculados índices de diversidade de Shannon ($H = -\sum p_i \cdot \log p_i$; onde $p_i = n_i/N$; n_i = densidade de cada grupo, $N = \sum$ da densidade de todos os grupos) e equitabilidade de Pielou ($e = H/\log R$; onde: R = riqueza), riqueza média e total, representada pelo número de grupos taxonômicos.

Foi realizada Análise de Componentes Principais para determinar a correlação entre os atributos ecológicos da fauna, do solo com o tempo de meia-vida da serapilheira por meio do software XLSTAT 2014.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Decomposição da serapilheira

4.1.1 Dinâmica de perda de massa

Foi observada uma redução mais significativa dos valores de massa na primeira coleta (15 dias após instalação do experimento) para todas as espécies (Figura 2). O Pau-brasil foi à espécie que apresentou a maior perda, uma média de 19,67% de sua massa foliar. Para espécie Ingá-ferradura, essa perda apresentou menores valores, média de 9,2%, enquanto para Camboatá e Sapucaia foi quantificada uma perda média de massa de 11,37% e 14,23%, respectivamente. Toledo (2002) afirma que a redução de massa é mais significativa no início do processo, pois é quando os compostos menos recalcitrantes, como por exemplo a celulose e hemicelulose são utilizados pela microbiota. Ao longo do período de estudo foi-se observada à redução média de perda de massa foliar durante os períodos de coleta até ocorrer à estabilização da mesma (Figura 2).

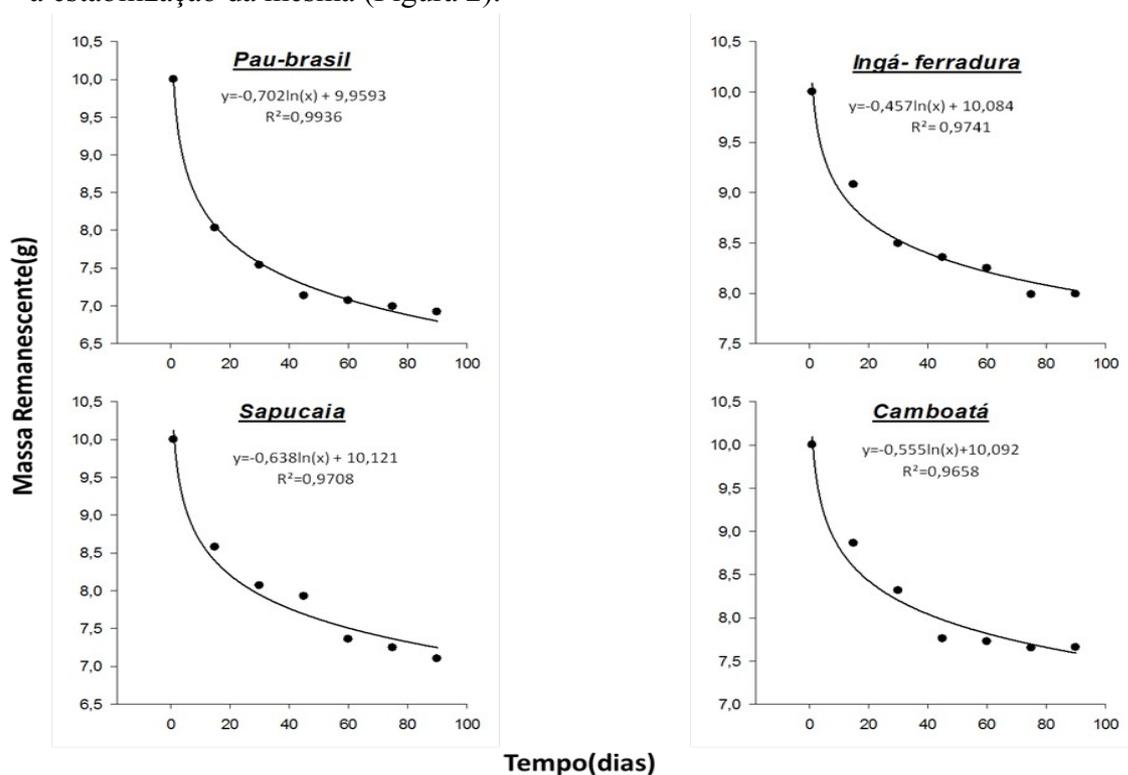


Figura 2. Curva de decomposição das espécies estudadas.

Ao final do experimento (90 dias), as espécies apresentaram respectivamente as seguintes perdas de massa foliar: Pau-brasil com 30,82%, Sapucaia com 28,99%, Camboatá com 23,43% e Ingá-ferradura com 20,09% (Figura 2). Segundo Guo & Sims (1999), a diferença na velocidade de decomposição da serapilheira é influenciada pela espécie vegetal uma vez que existem diferentes concentrações de nutrientes e lignina. Contudo, Gama-Rodrigues (1997) sugere que as interações dos fatores abióticos e bióticos podem atuar de forma positiva ou negativa na velocidade de decomposição da serapilheira, mostrando assim que, mesmo em nível local, o processo de decomposição não é influenciado apenas pela qualidade do substrato, mas também pela qualidade do ambiente.

Através da análise das curvas de decomposição da Sapucaia e do Ingá-ferradura (Figura 2) é possível inferir que alguns fatores extrínsecos estão agindo no processo de decomposição. Aos 30 dias (segunda coleta), o material do Ingá-ferradura foi que apresentou uma maior redução de massa, 5,87% em comparação a primeira coleta. Aos 60 dias (quarta coleta), observou-se um acentuado declínio na curva da Sapucaia e, ao fim das coletas, foi possível comprovar a intensa ação da atividade biota (formigas) ao coletar-se um *litter bag* danificado com a ausência do material estudado.

4.1.2 Constante de decomposição e tempo de meia-vida

O material do Pau-brasil apresentou a maior constante de decomposição (k), seguido pelo da Sapucaia, Camboatá e Ingá (Tabela 1). Assim, o tempo necessário para decomposição de 50% da massa foliar (tempo de meia-vida) para as espécies estudadas foi de aproximadamente 169, 182, 234 e 278 dias respectivamente para o Pau-brasil, Sapucaia, Camboatá e Ingá-ferradura.

Tabela 2. Valores da constante K e do tempo de meia-vida das espécies estudadas.

Espécies	k (g.g⁻¹dia)	t^{1/2}(dias)
Pau-brasil	0,004093	169,3309
Ingá	0,002492	278,1365
Sapucaia	0,003804	182,2141
Camboatá	0,002966	233,7331

Essas informações são relevantes para o estabelecimento de programas de recuperação de áreas degradadas. Neste aspecto, as espécies que apresentam maior velocidade de decomposição (maiores constantes de decomposição k) e menores tempo de meia-vida, como o Pau-brasil, podem ser mais interessantes, visto que a devolução de nutrientes ao piso florestal ocorrerá de maneira mais acelerada. Por outro lado, Oliveira et al. (1998) afirmam que espécies da família das leguminosas são recomendadas para a recuperação de áreas degradadas por serem potencialmente capazes de se associar a bactérias que seria incorporado ao solo com aporte de matéria orgânica. Assim, o Ingá-ferradura, espécime leguminosa que apresentou alto acúmulo de matéria orgânica no solo (Tabela 3) e rápida liberação de N para o solo (Figura 3) também pode ser recomendada para a recuperação de áreas degradadas, apesar do fato de que a taxa de decomposição do material foliar desta espécie, foi a menor, entre as espécies estudadas.

4.1.3 Dinâmica de mineralização de nutrientes

Observando o padrão de liberação de nutrientes (Figura 3), verifica-se que as espécies Pau-brasil e Ingá-ferradura foram às que apresentaram maiores quantidades de N e conseqüentemente maior liberação de N ao solo. Esse padrão deve-se as espécies fixarem N, sendo esse o nutriente mais representativo para todas as espécies

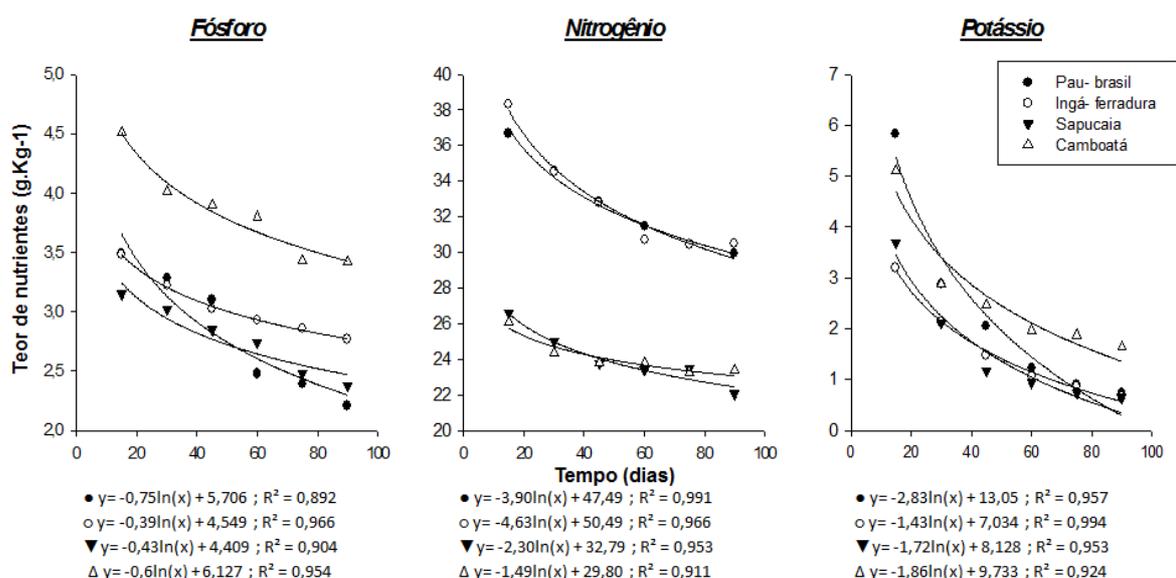


Figura 3. Curva de liberação de nutrientes das espécies estudadas.

O fósforo foi o nutriente que apresentou as mais baixas concentrações. A baixa quantidade de P encontrado na serapilheira pode ter ocorrido por esse ser um elemento altamente móvel na planta sendo assim translocado dos tecidos mais velhos para os tecidos mais jovens. Conforme a Tabela 3, a taxa de liberação dos nutrientes da serapilheira apresentou o seguinte padrão $K > P > N$. A rápida liberação de K, pode ser atribuída ao fato de o K^+ ser um elemento que não está associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal (MARSCHER, 1995).

Tabela 3. Percentagem da liberação de nutrientes.

	Perda total (%)			Média
	N	P	K	
Pau-brasil	18,42	36,58	87,42	47,47
Ingá-ferradura	20,41	20,21	79,27	39,96
Sapucaia	17,05	24,56	82,29	41,30
Camboatá	10,35	24,15	67,93	34,14
Média	16,56	26,38	79,23	-

Segundo Andrade (2003) a ausência de cobertura florestal facilita a rápida lixiviação de nutrientes principalmente em solo de baixa fertilidade. Analisando a Tabela 4, observa-se que o Pau-brasil é a espécie que apresentou menor quantidade de carbono orgânico no solo, possivelmente pela ausência pela ausência de cobertura florestal. Em decorrência disso, o Pau-brasil foi a espécie que liberou mais nutriente ao solo (Tabela 3).

4.1.4 Fertilidade do solo e granulometria

Os resultados da fertilidade do solo das áreas de estudo são apresentados na Tabela 4. Verifica-se em todas as áreas que os valores de pH variaram entre 5,00 a 5,20 e esses são concordantes com os baixos valores de Al^{+3} quantificados.

Tabela 4. Caracterização da fertilidade e textura do solo na profundidade de 0-5 cm.

Espécies	Prof.	pH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	Na ⁺	H+Al	K ⁺	P	C.O	Areia	Silte	Argila	
	0-5cm		-----cmol _c kg ⁻¹ -----						mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹		-----%-----		
Pau-brasil		5,00	0,87	0,43	0,43	0,05	4,07	62	9,50	14,53	84,30	7,30	8,40	
Ingá		5,19	3,33	1,13	0,00	0,08	6,88	86	2,04	30,74	60,9	17,60	21,50	
Camboatá		5,05	3,57	0,67	0,00	0,03	7,37	94	0,99	31,70	67,80	14,73	17,47	
Sapucaia		5,20	3,10	0,63	0,00	0,11	6,55	86	1,99	30,30	53,30	24,74	21,96	

Os menores valores de Ca⁺², Mg⁺² e K⁺ nas amostragens de 0-5 cm foram observados nas áreas de Pau-brasil. Esses valores podem ser explicados pela textura franco arenosa do solo que favorece o processo de lixiviação desses nutrientes. Através da análise da Tabela 2, é possível verificar que o Pau-brasil foi a espécie que apresentou a maior taxa de liberação de K⁺. Consequentemente a lixiviação do mesmo foi facilitada. Padrão similar foi observado para o P, porém ele é um elemento de mais difícil lixiviação o que resulta em valores mais elevados desse nutriente nessa área. Em função das perdas de Ca⁺² e Mg⁺², decorrentes do processo de lixiviação, ocorre o aumento nos valores de Al⁺³.

Quanto aos valores de H+Al, esses se correlacionaram com os valores de carbono orgânico do solo. Quanto maior os valores de carbono, maiores foram os valores da acidez potencial. Verifica-se que as menores constantes de decomposição foram observados no material de Ingá-ferradura e Camboatá, indicando maiores teores de matéria orgânica nas áreas, contribuindo para o aumento de acidez potencial (H +Al).

4.2 Atributos da fauna epígea

4.2.1 Número total de indivíduos coletados

Ao todo, em todas as áreas, foram coletados 2556 indivíduos pertencentes a 25 grupos taxonômicos. Machado et al. (2015), caracterizando a fauna edáfica em diferentes estágios sucessionais da Floresta Atlântica, observaram um total de 2929 indivíduos distribuídos em 20 grupos taxonômicos. É importante ressaltar que os mesmos autores coletaram grupos taxonômicos não presentes nesse estudo como por exemplo Gastropoda e Orthoptera, enquanto na área do Jardim Botânico foram identificados grupos não coletados pelos autores como Chilopoda, Opilionidae, Symphyla e Sternorrhyncha (Anexo 1).

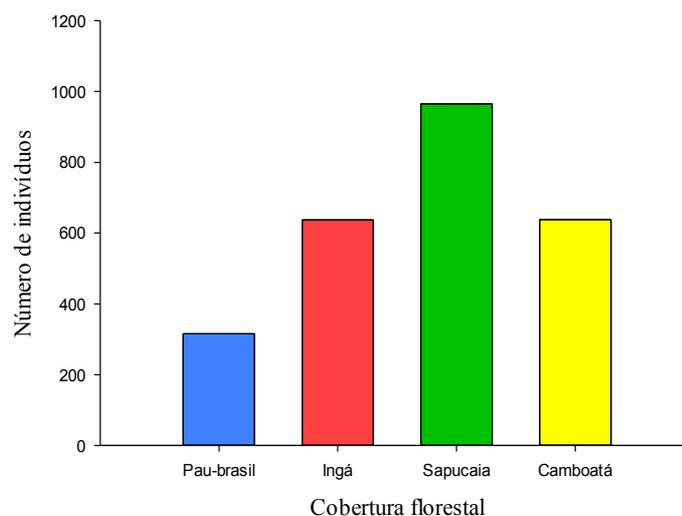


Figura 4. Número total de indivíduos sobre diferentes coberturas vegetais coletados em Maio de 2015.

Observou-se uma maior porcentagem de indivíduos na área de Sapucaia, totalizando 37,75% de indivíduos. Padrão oposto se observou na área de Pau-brasil, na qual foi quantificado o menor valor, 12,36%.

O fato da Sapucaia ter apresentado maiores valores de número total de indivíduos deve-se principalmente ao grupo Formicidae no qual se apresentou em maiores quantidades (Anexo 1). Dos 667 indivíduos desse grupo coletados, cerca de 40% foi registrado na área de Sapucaia.

4.2.2 Índices ecológicos e composição relativa da fauna epígea

A área de Sapucaia apresentou a maior atividade, além dos maiores valores de riqueza média e riqueza total (Tabela 5). No entanto, os maiores valores dos índices de Shannon e Pielou foram registrados na área de Camboatá evidenciando a uniformidade na comunidade de indivíduos.

Na área de Pau-brasil foram verificados os menores valores de todos os índices ecológicos. Os baixos valores podem ser explicados pela localização da árvore, a qual, se encontra isolada e de frequente movimentação antrópica, o que conseqüentemente proporciona um baixo aporte de serapilheira desfavorecendo o desenvolvimento da comunidade da fauna epígea.

Tabela 5. Número de indivíduos, índices ecológicos e riquezas média e total da fauna epígea da serapilheira de espécies arbóreas do Jardim Botânico da UFRRJ.

Áreas	Ind arm dia	Erro Padrão	Riqueza Média	Riqueza Total	Shannon	Pielou
Maio de 2015						
Pau-brasil	9,03	2,98	9,40	16,0	2,41	0,60
Sapucaia	19,30	7,49	13,20	20,0	3,11	0,72
Camboatá	12,76	4,00	12,0	18,0	3,40	0,82
Ingá	12,74	5,69	10,40	18,0	2,97	0,71

Avaliando a diversidade de invertebrados em um fragmento de Floresta Atlântica, Pereira et al. (2013) verificaram que os índices de Shannon e Pielou foram superiores no interior do fragmento se comparado a borda. No entanto, se comparado com os valores da área de Camboatá, estes valores foram inferiores. Avaliando a fauna epígea em diferentes consórcios de espécies para adubação verde no município de Seropédica, RJ, Santos (2009) registrou maiores valores do índice de Shannon no consórcio de *Crotalaria juncea* (crotalária), *Helianthus annuus* (girassol), *Ricinus communis* (mamona) e *Sorghum bicolor* (sorgo). No entanto, nesse mesmo consórcio, foram registrados valores inferiores de riqueza total e indivíduos por armadilha dia, quando comparados ao quantificados nas áreas de Jardim Botânico.

Comparando os resultados obtidos nas Tabelas 4 e 5, observa-se um maior índice de Shannon nas áreas com maiores concentrações de matéria orgânica e teores de argila. Isso deve-se pela capacidade da argila e matéria orgânica reterem mais umidade, o que proporciona um ambiente mais favorável para a fauna epígea.

4.2.3 Frequência relativa dos grupos taxonômicos da fauna edáfica

Acari e Formicidae foram os grupos que apresentaram maior ocorrência (55% do total de indivíduos coletados), seguidos por Coleoptero (15,30%) e Entomobryomorpha (14,32%) (Figura 5). Os demais grupos foram menos expressivos.

Na área do Pau-brasil, Formicidae foi responsável pela maior frequência (46,67%), o que determinou seu baixo índice de Pielou, uma vez que este índice está relacionado a uniformidade da comunidade. Já na área de Ingá, Acari foi o grupo mais representativo (35,00%) enquanto nas áreas de Camboatá e Sapucaia esses dois grupos apresentaram valores de frequência similares.

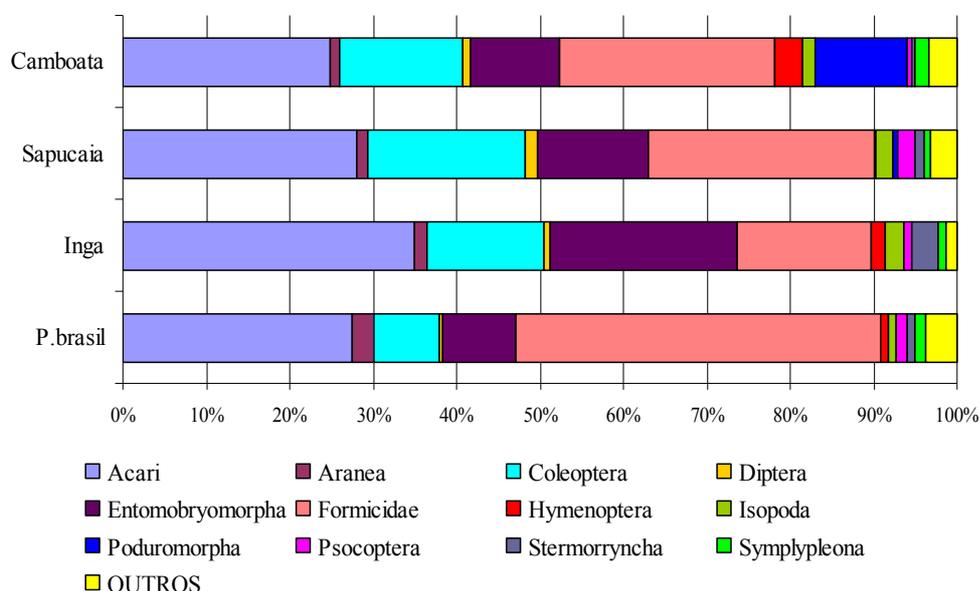


Figura 5. Frequência relativa (%) dos grupos da fauna epígea com maior atividade (ind arm⁻¹ dia⁻¹) em maio de 2015.

OUTROS: Auchenorryncha, Chilopoda, Diplopoda, Heteroptera, Isoptera, Larva de Coleoptera, Larva de Lepidoptera, Lepidoptera, Opilionidae, Pseudoscorpionida, Symphyla, Thysanoptera, Thysanura.

Na caracterização da fauna edáfica em áreas de Floresta Atlântica Calvi et al. (2010) verificaram alta percentagem do grupo taxonômico Díptera em todas as estações estudadas. Enquanto Machado et al. (2015) observaram uma grande influência do grupo Entomobryomorpha. Em ambos os trabalhos, o grupo Formicidae não foi tão expressivo, diferindo dos resultados desse estudo. Já Pereira & Carvalho (2011), estudando a entomofauna do solo de Mata Primária Atlântica verificaram que a família Formicidae foi o grupo mais abundante na área avaliada.

4.2.4 Grupos funcionais

Dentre todos os grupos funcionais, observa-se que os “Insetos sociais” foram os que apresentaram maior distribuição em duas das quatro áreas avaliadas (Pau-brasil e Sapucaia). Sendo o grupo Formicidae o mais expressivo uma vez que o grupo Isoptera foi observado apenas na área de Camboatá e Sapucaia, mas com menores valores. A metodologia de captura pode ter favorecido esses resultados.

Formicidae constitui o grupo dominante na maioria dos ecossistemas terrestres, em número de indivíduos, biomassa e funções ecológicas (KORASAKI et al., 2013). Nas florestas tropicais, a biomassa de formigas chega a ser quatro vezes a biomassa de todos os vertebrados juntos. Esses insetos conseguem colonizar ambientes com poucos recursos, como praias, dunas, minas a céu aberto, epífitas, agroecossistemas, pastagens, áreas queimadas, etc. (BIGNELL et al., 2010).

O segundo grupo com maior distribuição foi o dos micrófagos, apresentando uma percentagem de 46% na área de Ingá. Gallo et al. (2002) afirmam que os organismos pertencentes a esse grupo vivem em locais úmidos como as folhas caídas sobre o solo. Desse modo, esse resultado mostra a eficiência da armadilha *pitfall* para a coleta desses organismos.

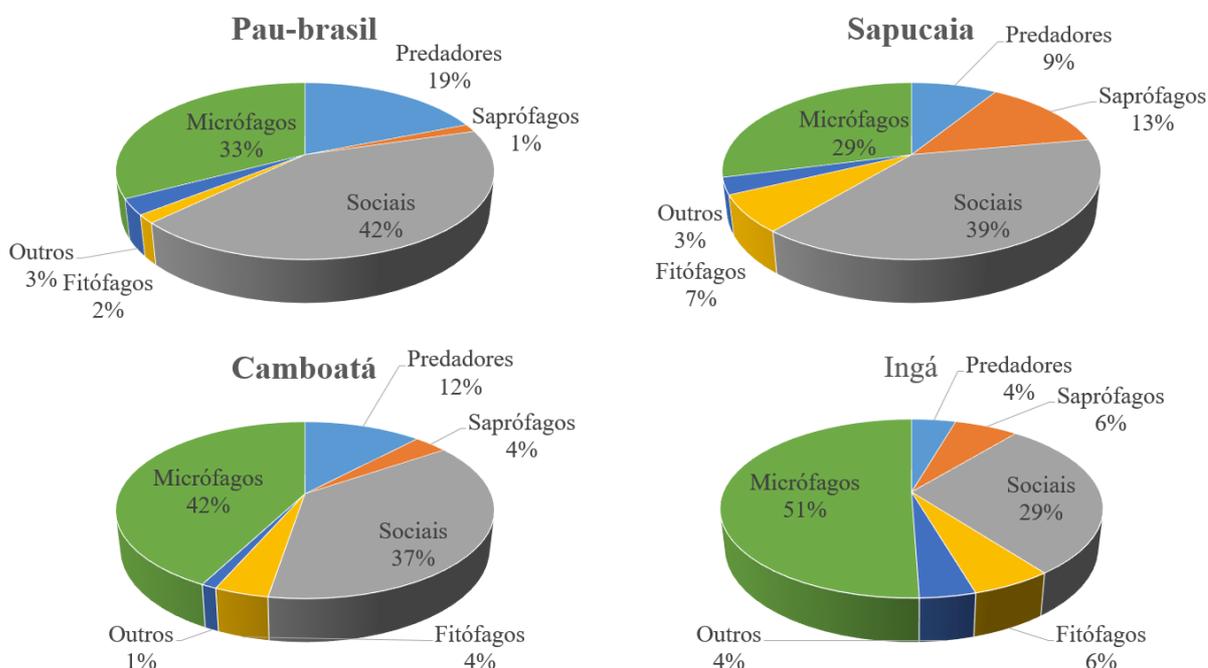


Figura 6. Percentagem dos grupos funcionais da fauna epígea nas diferentes áreas amostradas.

Observa-se que o material dos *litter bags* que apresentaram maiores tempos de meia-vida (Tabela 2) foram justamente daquelas espécies que apresentaram maior percentagem de micrófagos. Uma vez que estes são responsáveis por controlar a população da microfauna e microflora, a alta população dos mesmos tende a diminuir a população da micro biota e consequentemente, diminuir a velocidade de decomposição da serapilheira, o que justifica seus tempos de meia-vida.

No geral, os Predadores, apresentaram-se em porcentagem relativamente baixa, em comparação aos outros grupos. A medida em que a percentagem de predadores nas áreas vão reduzindo, a percentagens de grupos como Micrófagos e “Outros” vão aumentando, mostrando serem grupos de crescimento inversamente proporcionais.

4.3 Análise dos Componentes Principais

Analisando a Tabela 6, observa-se que houve uma correlação entre os atributos ecológicos da fauna e os atributos do solo. A maior correlação positiva da diversidade de Shannon foi com a quantidade total de Carbono no solo (0,9248), apresentando uma correlação negativa apenas com o teor de areia no solo (-0,6832). Lima et al. (2010) afirma que a diversidade da fauna invertebrada é influenciada pela umidade, textura e matéria orgânica. Desse modo, podemos inferir que um solo com textura pouco arenosa e com elevado concentração de matéria orgânica, propicia um ambiente favorável para a diversidade de invertebrados.

Observa-se que o tempo de meia-vida do material de serapilheira das espécies teve uma correlação fraca ou desprezível com todos os atributos da fauna. Esses valores podem ser explicados devido ao curto tempo de permanência dos *litter bags* na área, uma vez que no início do processo de decomposição os fatores abióticos, por meio da remoção dos compostos solúveis do material tem maior relevância quando comparado ao fatores bióticos.

Tabela 6: Matriz de correlação (Pearson (n)) das variáveis areia, silte, argila, carbono total, tempo de meia-vida ($t^{1/2}$), shannon, riqueza média e total de indivíduos.

Variáveis	pH	C.Total	Areia	Silte	Argila	Shannon	Total.indv	Riqueza.méd	$t^{1/2}$
pH	1	0,6820	-0,9230	0,8259	0,9111	0,3869	0,8121	0,5247	0,4021
C.Total	0,6820	1	-0,8608	0,8532	0,9225	0,9248	0,7799	0,7194	0,6376
Areia	-0,9230	-0,8608	1	-0,9756	-0,9757	-0,6832	-0,9559	-0,7926	-0,3596
Silte	0,8259	0,8532	-0,9756	1	0,9240	0,7514	0,9917	0,9071	0,2207
Argila	0,9111	0,9225	-0,9757	0,9240	1	0,7284	0,8775	0,6960	0,5549
Shannon	0,3869	0,9248	-0,6832	0,7514	0,7284	1	0,6845	0,7770	0,4633
Total.indv	0,8121	0,7799	-0,9559	0,9917	0,8775	0,6845	1	0,9219	0,0996
Riqueza.med	0,5247	0,7194	-0,7926	0,9071	0,6960	0,7770	0,9219	1	-0,0764
T1/2	0,4021	0,6376	-0,3596	0,2207	0,5549	0,4633	0,0996	-0,0764	1

Na Figura 7 é apresentada a dispersão dos autovalores dos atributos ecológicos da fauna epígea, solo e serapilheira. É possível observar a relação entre as variáveis utilizadas e como elas influenciaram a ordenação das espécies arbóreas estudadas, onde o eixo 1 (F1)

explica 76,42% da variação e o eixo 2 (F2) explica 14,65% da variação. Ao todo, 91,06% das variáveis foram explicadas pelos dois eixos.

O eixo 1 diferencia o Pau-brasil das demais espécies. Para o Pau-brasil, a similaridade é explicada pela variável areia, enquanto que para o Ingá, Camboatá e Sapucaia, a similaridade é explicada pelas demais variáveis consideradas.

O eixo 2 diferencia Ingá e Camboatá da Sapucaia e Pau-brasil. Para o Ingá e Camboatá, a similaridade é explicada pelo tempo de meia-vida e carbono total. No entanto, não houve similaridade entre o Pau-brasil e a Sapucaia.

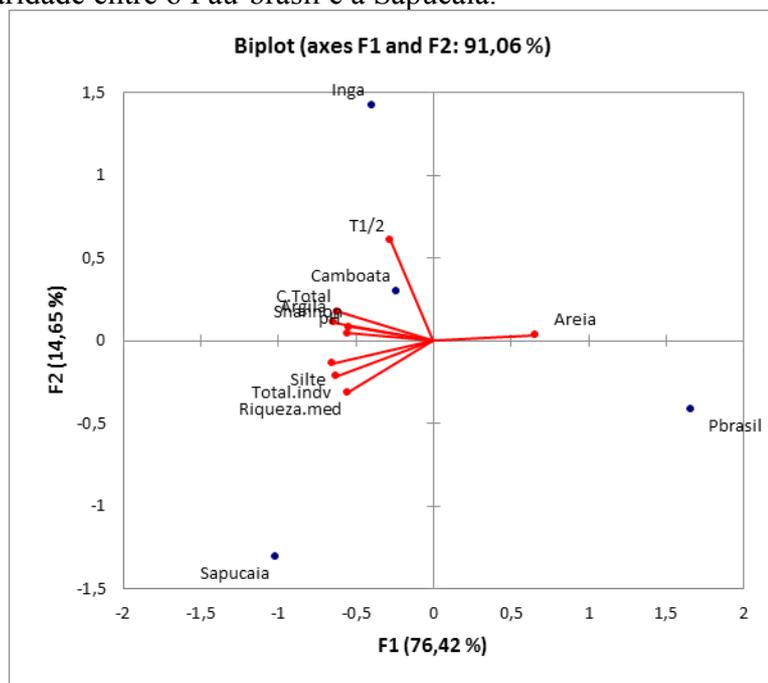


Figura 7. Diagrama Biplot com base na matriz de correlação de Pearson, obtido da Análise dos componentes principais realizada com as variáveis areia, silte, argila, carbono total, tempo de meia-vida ($T^{1/2}$), shannon, riqueza média e total de indivíduos.

Observou-se que o Pau-brasil foi a área que apresentou maiores teores de areia no solo; a área de Sapucaia apresentou maiores valores de riqueza média, teor de silte e total de indivíduos; a área de Camboatá os maiores índices de shannon, pH e carbono total e os maiores valores de tempo de meia-vida apresentados na área de Ingá.

5. CONCLUSÃO

Para todas as espécies estudadas a taxa de decomposição foi mais significativa no período inicial do estudo. A espécie Ingá-ferradura foi aquela que apresentou uma perda de massa menos significativa. Padrão oposto foi observado para o Pau-brasil.

O nitrogênio foi o nutriente de maior participação na serapilheira enquanto o fósforo o de menor. O potássio foi o nutriente de mais rápida liberação na serapilheira e o nitrogênio de mais lenta liberação.

Os níveis de fertilidade do solo nas áreas de estudo apresentaram-se adequados para o desenvolvimento das espécies florestais.

As características químicas e físicas do solo das áreas de estudo influenciaram a dinâmica de decomposição dos materiais bem como na composição da comunidade epigea do

solo. As áreas com maior concentração de matéria orgânica no solo propiciaram uma maior diversidade da fauna.

A alta população do grupo dos micrófagos nas áreas de Camboatá e Ingá influenciou para que o tempo de meia-vida dos materiais nessas áreas fossem elevados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S. R.; MARINONI, L. Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos. Ribeirão Preto: Holos; p. 88 (Séries Manuais Práticos em Biologia). 2003.

ANAYA, C. A., JARAMILLO, V. J.; MARTÍNEZ-YRÍZAR, A.; GARCÍA-OLIVA, F. Large rainfall pulses control litter decomposition in a tropical dry Forest: evidence from a 8-year study. *Ecosystems*, v. 15, p. 652-663. 2012.

ANDERSON, J. M. Invertebrate-Mediated Transport Processes in Soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 24, p. 5-19. 1988.

ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. Decomposition in tropical forest. In: Sutton, S. L.; WHITMORE, T. C.; CHADWICK, A. C. (Eds.), Tropical Rain Forest. *Blackwell Scientific Publications*, p. 287-309. 1983.

ANDRADE, A. G de; TAVARES S. R de L; COUTINHO H. L da C. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. *Informe agropecuário*, v. 24, p. 55-63. 2003.

ANDRADE, A.G.; CABALLERO, S. S. U.; FARIA, A. M. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, p. 22, n. 13. 1999.

AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F. Invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, n. 201. 2005.

ARATO, H. D, MARTINS, S. V.; FERRARI S. H. S de. Produção e decomposição de serapilheira em um Sistema Agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. *Árvore*, v. 27, p. 715-721. 2003.

BASSET, Y. The seasonality of arboreal arthropods foraging within an australian rainforest tree. *Ecological Entomology*, v. 16, p. 265-278. 1996.

BIGNELL, D.; CONSTANTINO, R.; CSUDI, C.; KARYANTO, A.; KONATÉ, S.; LOUZADA, J. N. C.; SUSILO, F. X.; TONDOH, J. E.; ZANETTI, R. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Eds.). Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade. *Lavras: Editora da UFLA*, p. 121-137. 2010.

BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; VACCARO, S.; LONGHI, S. J.; KÖNIG, F. G.; VARGAS, C. O. Decomposição da serapilheira produzida em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no RS. In: 1º Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria. Imprensa Universitária, n. 200, p. 247-259. 2001.

- CALVI, G. P.; PEREIRA, M. G.; ESPÍNDULA JÚNIOR, A.; MACHADO, D. L. Composição da fauna edáfica em duas áreas de floresta em Santa Maria de Jetibá, ES, Brasil. *Acta Agronômica*, v. 59, p. 37-45. 2010.
- CIANCIARUSO, M. C.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, E. F. L. P. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, v. 20, n. 1, p. 49-59. 2006.
- CORREIA, M. E. F. Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna do solo e de grupos chaves de invertebrados como bioindicadores do manejo de ecossistemas. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, p. 23, n. 157. 2002.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2nd ed. *Atual*. Porto Alegre: Metrópole, p. 137-158. 2008.
- CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. Fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos. *Seropédica: EMBRAPA, Agrobiologia*, n. 112, p. 28-33. 2000.
- DECAËNS, T.; LAVELLE, P.; JIMÉNEZ, J. J.; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN, G.; SCHNEIDMADL, J.; SANZ, J. I.; HOYOS, P.; THOMAS, R. J. Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia. In: JIMÉNEZ, J.J.; THOMAS, R. J. (Ed.). *El arado natural: las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las savanas neotropicales de Colombia*. Cali, Colombia. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*, n. 336, p. 21-45. 2003.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2nd ed. Rio de Janeiro, Embrapa, p. 212. 1997.
- EMBRAPA. Métodos de análises de solos. Rio de Janeiro: SNLCS, Embrapa, 1979. s.n.p.
- 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*, v. 13, 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.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ. 2002.
- GAMA-RODRIGUES A. C. da. Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solos de tabuleiro da Bahia, Brasil [tese]. UFV, Viçosa, MG, 1997.
- GILLER, K. L.; BEARE, M. H.; LAVELLE, P.; IZAC, A. M. N.; SWIFT, M. J. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 6, p. 3-16. 1997.

- GUO, L. B.; SIMS, R. E. H. Litter decomposition and nutrient release via litter decomposition in the New Zealand eucalypt short rotation forests. *Agriculture Ecosystems and Environment*, v. 75, n. 1, p. 133-140. 1999.
- HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. P 3-30. In: CADISH, G.; GILLER, K. E. (Eds.). *Driven by Nature: plant litter quality and decomposition*. *Wallingford*: CAB International, p. 409. 1997.
- KORASAKI, V.; MORAIS, J. W. de; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). *O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal*. *Lavras: Editora da UFLA*, p. 79-128. 2013.
- LACHAT, T.; ATTINGNON, S.; DJGO, J.; GOERGEN, G.; NAGEL, P.; SINSIN, B.; PEVELING, R. Arthropod diversity in Lama forest reserve (South Beni), a mosaic of natural, degrad and plantation forests. *Biodiversity and Conservation*. London, v. 15, n. 1, p. 3-23. 2006.
- LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International*, Paris, v. 33, p. 3-16. 1996.
- LIMA, S. S.; AQUINO, A. M.; UZÊDA, M. C.; VASCONCELOS, R.; SAGGIN JÚNIOR, O. Efeito do manejo de pastagem sobre a macrofauna invertebrada do solo em sistemas de produção orgânica. In: XVIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Teresina. Novos caminhos para a agricultura conservacionista no Brasil, 2010.
- MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; CORREIRA, M. E. F.; DINIZ, A. R.; MENEZES, C. E. G. Fauna Edáfica na Dinâmica sucessional da Mata Atlântica em floresta estacional semidecidual na Bacia do rio Paraíba do Sul-RJ. *Ciência Florestal*, v. 25, n. 1, p. 91-106. 2015.
- MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: macronutrients. In: MARSCHNER, Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. San Diego: *Academic*, p. 229-312. 1995.
- MASON, C. F. Decomposição. Trad. CAMARGO, O. A. São Paulo: EPU: *Editora da Universidade de São Paulo*, 1980.
- MELO, F. V. de; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. de; ZANETTI, R. A. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. *Boletim Informativo da SBCS*, 2009.
- MOCO, M. K. da S.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA-RODRIGUES, A. C. da.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 555-564. 2005.
- MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. Reciclaje de nutrientes. In: GUARIGUATA, M. R. KATTAN, G. H. (Eds.) *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. *Cartago: Ediciones LUR*, p. 591-623. 2002.
- MOREIRA, F. M. S.; HUISING, J.; BIGNELL, D. E. Manual de Biologia dos Solos Tropicais. Amostragem e Caracterização da Biodiversidade. 1. ed. *Lavras: UFLA*, v.1, p. 368. 2010.

- MORELATO, L. P. C. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. In: MORELATO, L. P. C. História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. Campinas: *Editora UNICAMP*, p. 98-109. 1992.
- MYERS, R.J.K.; PALM, C.A.; CUEVAS, E.; GUNATILEKE, I.U.N.; BROSSARD, M. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: WOOMER, P.L.; SWIFT, P.L., ed. *The biofological management of tropical soil fertility*. New York: J. Wiley, p.81-116. 1994.
- OLIVEIRA, C. E.; OLIVEIRA, G. M.; ALMEIDA, D. S.; ZAGO, A. R.; FERREIRA, W. G. Comportamento de espécies florestais nativas em plantios homogêneos na região serrana fluminense. *Floresta e Ambiente*, v. 05, n. 1, p. 219-224. 1998.
- PEREIRA, K. S.; CARVALHO, R. S. Entomofauna do solo de Mata primária Atlântica como padrão indicador de qualidade dos agroecossistemas. VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. Fortaleza, v. 6, n. 2. 2011.
- PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos.; AMORIM, T. A. de.; MENEZES, C. E. G. Decomposição da serapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de floresta atlântica. *Bioscience Journal*, v. 29, n. 5, p. 1317-1327. 2013.
- PETILLON, J.; CANARD, A.; YSNEL, F. Spiders as indicators of microhabitat changes after a grass invasion in salt-marshes: synthetic results from a case study in the Mont-Saint-Michel Bay. *Cahiers de Biologie Marine*, Paris, v. 47, n. 1, p. 11-18. 2006.
- POGGIANI, F. Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua, em Piracicaba (estado de São Paulo). In: *Congresso Florestal Brasileiro*, 6, 1992, Campos do Jordão, p. 596-602. 1990.
- PRITCHETT, W. L. Properties and management of forest soils. John Wiley and Sons. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, p. 500. 1979.
- REZENDE, C. P. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in Atlantic forest region of South Bahia, Brazil. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, Netherlands, v. 54. p. 99-112. 1999.
- RIBEIRO, L. Dinâmica de nutrientes na serapilheira, em um trecho de mata ciliar alagável com ninhal de aves do Rio Cuiabá, no Pantanal Barão de Melgaço-MT [Monografia]. Cuiabá, MT: Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, 1998.
- SANTOS, C. A. B. Consórcios de espécies de cobertura de solo para adubação verde, antecedendo ao cultivo milho e repolho sob manejo orgânico [Dissertação]. Seropédica, RJ: Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009.
- SANTOS, R. F.; WHITFORD, W. G. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. *Ecology*, v. 62, p. 654-663. 1981.
- SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba. *Revista Floresta*, v. 38, n. 2, p. 253-266. 2008.

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; SILVA, E. M. R. da.; Método para coleta e análise de serapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. *Floresta e Ambiente*, v. 2, n. 2, p. 01-18. 2012.

SEASTEDT, T. R. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual Review of Entomology, Palo alto*, v. 29, p. 25-46. 1984.

SILVA, L. N.; AMARAL, A. A. do. Amostragem da mesofauna e macrofauna de solo com armadilha de queda. *Revista Verde*, v. 8, p. 108-115. 2013.

STORK, N.E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture*, Cambridge: Cambridge Journals, v. 7, p. 38- 47. 1992.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Berkeley. *University of California*, p. 372. 1979.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2^{ed}. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 25, p. 1351-1361. 1993.

TOLEDO, L. O. Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, RJ [Dissertação]. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Seropédica, RJ. 2003.

WARING, R. H.; RODGERS, J. J.; SWANK, W.T. Water relations and hydrologic cycles. In: D.E. REICHLER (Editor), Dynamic Properties of Forest Ecosystems. *Cambridge University Press, Cambridge*, p. 205-264. 1981.

7. ANEXOS

Anexo 1: Número total de indivíduos por grupo de fauna distribuído por espécie estudada.

Grupos	Pau-brasil	Ingá	Camboatá	Sapucaia
	Número total de indivíduos			
Acari	87	223	159	271
Aranea	8	9	7	12
Auchenorrhyncha	0	1	2	2
Chilopoda	1	0	1	0
Coleoptera	25	90	94	182
Diplopoda	3	0	9	0
Diptera	1	4	6	15
Entomobryomorpha	28	143	68	127
Formicidae	138	102	165	262
Heteroptera	0	1	0	2
Hymenoptera	3	11	21	2
Isopoda	3	14	9	20
Isoptera	0	0	3	3
Larva Coleoptera	3	1	5	4
Larva Lepidoptera	0	1	0	0
Lepidoptera	0	0	0	1
Opilionidae	3	0	0	10
Orthoptera	0	0	0	0
Poduromorpha	0	0	71	5
Pseudoscorpionida	0	2	0	0
Psocoptera	4	6	4	21
Sternorrhyncha	3	21	2	11
Symphyla	0	1	0	0
Sympleona	4	6	11	6
Thysanoptera	2	0	1	3
Thysanura	0	1	0	0