

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CIÊNCIA DO SOLO

DISSERTAÇÃO

**Influência da Cobertura Vegetal sobre a Estrutura das
Comunidades da Fauna do Solo em uma Paisagem
Antropizada em Itaboraí – RJ**

Cláudia dos Reis Ferreira

2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CIÊNCIA DO SOLO**

**INFLUÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL SOBRE A ESTRUTURA
DAS COMUNIDADES DA FAUNA DO SOLO EM UMA PAISAGEM
ANTROPIZADA EM ITABORAÍ - RJ**

CLÁUDIA DOS REIS FERREIRA

Sob a Orientação da Pesquisadora
Maria Elizabeth Fernandes Correia

e Co-orientação do Pesquisador
Alexander Silva de Resende

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo.

Seropédica, RJ
Março de 2012

<p>631.4098153 F383i</p>	<p>Ferreira, Cláudia dos Reis, 1984-</p> <p>Influência da cobertura vegetal sobre a estrutura das comunidades da fauna do solo em uma paisagem antropizada em Itaboaraí – RJ / Cláudia dos Reis Ferreira – 2012.</p> <p>83 f.: il.</p> <p>Orientador: Maria Elizabeth Fernandes Correia.</p> <p>Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do solo.</p> <p>Bibliografia: f. 61-71.</p> <p>1. Ciência do Solo – Itabraí (RJ) – Teses. 2. Solos – Qualidade – Teses. 3. Paisagens fragmentadas – Teses. 4. Pastagens – Teses. 5. Mata Atlântica – Teses. 1. Correia, Maria Elizabeth Fernandes, 1967-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo. III. Título.</p>
------------------------------	--

É permitida a cópia parcial ou total desta Dissertação, desde que seja citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – CIÊNCIA DO SOLO

CLÁUDIA DOS REIS FERREIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 19/03/2012

Maria Elizabeth Fernandes Correia. Dra. Embrapa Agrobiologia
(Orientadora)

Lúcia Helena Cunha dos Anjos. Ph.D. UFRRJ

Luiz Fernando Duarte de Moraes. Dr. Embrapa Agrobiologia

Aos meus pais, Celso e Terezinha.
Ao meu irmão Clauber e a
Jair Guedes

Pelo amor, apoio, carinho
e compreensão.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, saúde e por toda força para que pudesse cumprir todas as tarefas e vencer todos os obstáculos.

Aos meus pais, por todo amor, carinho e compreensão em todos os momentos e pela confiança a mim creditada.

A minha orientadora Maria Elizabeth Fernandes Correia, pela paciência, dedicação e confiança no desenvolvimento das atividades.

À Embrapa Agrobiologia, por toda estrutura e pela oportunidade de desenvolvimento de minhas atividades.

Ao Jair Guedes, em especial, pela compreensão, apoio e carinho durante esta jornada, na qual me sinto honrada em tê-lo ao meu lado.

Aos meus amigos do laboratório de Fauna do Solo, Dayana, Natália, Fernadinha, Eloísa, Miriam, Itaynara, Sandra, Rafael.

À uma pessoa muito gente boa, nosso querido Robertinho, sem você não conseguiria realizar esse trabalho. Muito Obrigada mesmo.

À Dr^a Janaína Costa pela grande contribuição com as análises estatísticas.

À prof^a. Lúcia Helena Cunha dos Anjos (UFRRJ) e ao pesquisador da Embrapa Agrobiologia Dr. Luiz Fernando Duarte de Moraes, pela participação na banca, disponibilizando seu tempo para o meu crescimento profissional.

As amigas Luciene, Aldenice, Alessandra (vizinha), Cristiane, Michele, por momentos especiais e de muita alegria.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade de estudo, crescimento pessoal e profissional e pela sua excelência na qualidade de ensino, pesquisa e extensão.

À FAPED, pelo apoio financeiro ao projeto e a CAPES pela concessão da bolsa.

BIOGRAFIA

Cláudia dos Reis Ferreira, filha de Celso Antônio Ferreira e Terezinha dos Reis Ferreira, nasceu em Volta Redonda – RJ no dia 16 de fevereiro de 1984. Reside em Pinheiral desde então. Em 1999 cursou concomitantemente o nível médio e o curso técnico em agropecuária no Colégio Agrícola Nilo Peçanha, hoje denominado como Instituto Federal de Ciência e Tecnologia. Em 2002, iniciou o curso de graduação em Engenharia Agrônoma na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, diplomando-se em 2008. Durante a graduação foi monitora da disciplina Aptidão Agrícola dos Solos Brasileiros no Departamento de Solos, de agosto de 2000 a julho de 2002 sob a orientação da Dr^a Lúcia Helena Cunha dos Anjos e do Dr. Marcos Gervasio Pereira. Em setembro de 2008 a agosto de 2010 foi professora substituta no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – Campus Pinheiral. Em março de 2010, sob a orientação da Pesquisadora Maria Elizabeth Fernandes Correia, iniciou suas atividades de Mestrado no Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo.

RESUMO

FERREIRA, Cláudia dos Reis. **Influência da cobertura vegetal sobre a estrutura das comunidades da fauna do solo em uma paisagem antropizada em Itaboraí - RJ.** 2012. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

O uso sem planejamento dos recursos naturais ocasionou a fragmentação da paisagem, isolando a biodiversidade ainda presente na Mata Atlântica nesses fragmentos. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a comunidade da fauna de solo, em uma paisagem composta de fragmentos florestais e pastagens abandonadas, e avaliar o grau de influência de diferentes feições da paisagem sobre a diversidade e composição da comunidade da fauna do solo. A comunidade da fauna do solo foi utilizada como ferramenta para avaliar a qualidade dessas áreas. O trabalho foi realizado no município de Itaboraí, região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Para avaliar a composição da fauna do solo a amostragem foi realizada na estação seca (junho e julho, 2010) em quatro fragmentos florestais e quatro áreas de pastagens abandonadas. As feições de encosta em cada área foram ainda divididas em terços superior, médio e inferior. Durante a coleta da fauna do solo foram usados dois métodos com objetivos distintos. As armadilhas “*pitfall*” para capturar os organismos que se encontram na interface serrapilheira-solo, denominados fauna epígea, e a metodologia TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) para coletar a macrofauna do solo. Observaram-se diferenças entre as coberturas vegetais e nas posições da encosta para alguns grupos da fauna. As maiores médias de abundância, densidade e riqueza total foram encontradas nos fragmentos florestais. Não foi observado um padrão de variação claro da estrutura dos grupos das comunidades de fauna edáfica nos diferentes terços da encosta. O tipo de cobertura vegetal (fragmento florestal ou pastagem) foi o fator que exerceu maior influência sobre a comunidade da fauna do solo. Os fragmentos florestais, embora muito antropizados e em estágios iniciais de regeneração, apresentaram melhores condições para a colonização dos grupos de organismos da fauna do solo. A análise de componentes principais mostrou que é possível separar as áreas de estudo, principalmente quanto à cobertura vegetal, a variável de maior influência sobre a estrutura da comunidade da fauna edáfica.

Palavras-chave: Fauna edáfica. Fragmentos florestais. Mata Atlântica. Pastagens.

ABSTRACT

FERREIRA, Cláudia dos Reis. **Influence of vegetal cover on the community structure of soil fauna in a anthropic landscape of Itaboraí – RJ.** 71p. Dissertação (Master in Agronomy, Soil Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

The unplanned usage of natural resources led to the fragmentation of the landscape, isolating the biodiversity that still exists in the Atlantic Forest in these fragments. This study aimed to characterize the community of soil fauna in a landscape composed of forest fragments and abandoned pastures, and to assess the degree of influence of different landscape features on soil fauna diversity and community composition. The soil fauna community was used as a tool for assessing the quality of these areas. The study was conducted in Itaboraí, metropolitan region of Rio de Janeiro State. To assess the composition of soil fauna the sampling was performed in the dry season (June and July of 2010), in four forest fragments, and four areas of abandoned pastures. The slopes in each site were also divided into upper, middle and bottom sections. Two methods were used for soil fauna sampling, with different goals. Pitfall traps to capture the organisms living in the litter-soil interface, called epigeal fauna; and the methodology TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) used to collect soil macrofauna. Differences were observed between vegetal coverages and the positions of the slope, for some fauna groups. The highest mean abundance, total density and richness were found in the forest fragments. It was not observed a clear pattern of variation for slope sections influence in the structure of soil fauna groups. The soil coverage type (forest fragments or pasture) was the factor that most influenced the soil fauna community. The forest fragments, although very altered by human activity, and in the early stages of regeneration, showed better conditions for colonization of soil fauna groups of organisms. The principal component analysis showed that it is possible to separate the study, mainly by its plant coverage, which was the variable that most influenced the structure of the soil fauna community.

Key word: Soil fauna. Forest fragments. Atlantic forest. Pastures.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Compartimentação de paisagens, critérios e compartimentos gerados.....	10
Tabela 2. Número de fragmentos florestais e área total por classe de tamanho na área de estudo.....	11
Tabela 3. Descrição das legendas e classes de solos encontradas nas áreas estudadas.....	14
Tabela 4. Características físicas, físico-hídricas e químicas dos horizontes superficiais, obtidas a partir de amostras de perfis de solo, em cada um dos terços da encosta estudados*.....	15
Tabela 5. Parâmetros gerais indicadores da estrutura das formações florestais.....	18
Tabela 6. Abundância total e riqueza da fauna epígea nos fragmentos florestais dos diferentes compartimentos geopedológicos.....	22
Tabela 7. Índices ecológicos da fauna epígea nos diferentes fragmentos florestais.....	23
Tabela 8. Abundância de cada grupo taxonômico coletado por fragmento florestal.....	24
Tabela 9. Diferentes grupos funcionais encontrados nos fragmentos florestais.....	25
Tabela 10. Distribuição da abundância total por grupo da fauna epígea, expressa em número de indivíduos. armadilha.dia ⁻¹ encontrados nos fragmentos florestais.....	29
Tabela 11. Abundância total e riqueza da fauna epígea, expressa em número de indivíduos. armadilha.dia ⁻¹ encontrados nas pastagens nos diferentes compartimentos geopedológicos.....	31
Tabela 12. Índices ecológicos da fauna epígea nas diferentes pastagens.....	31
Tabela 13. Abundância de cada grupo coletado por área de pastagem.....	32
Tabela 14. Diferentes grupos encontrados nas áreas de pastagens.....	33
Tabela 15. Distribuição da abundância, expressa em número de indivíduos. armadilha. dia ⁻¹ dos grupos mais importantes da fauna epígea nas pastagens.....	36
Tabela 16. Densidade total (indivíduos.m ⁻²) e riqueza média da macrofauna do solo encontradas nos fragmentos florestais.....	38
Tabela 17. Índices ecológicos da macrofauna do solo nos fragmentos florestais.....	39
Tabela 18. Densidade expressa em indivíduos. m ⁻² de cada grupo taxonômico coletado por fragmento.....	40
Tabela 19. Diferentes grupos encontrados nos fragmentos florestais.....	41
Tabela 20. Distribuição da densidade total por grupo da macrofauna encontrados nos fragmentos florestais.....	44
Tabela 21. Densidade total e riqueza da macrofauna do solo encontrados nas pastagens nos diferentes compartimentos geopedológicos.....	46
Tabela 22. Índices ecológicos da macrofauna nas diferentes pastagens.....	47
Tabela 23. Densidade, expressa em indivíduos. m ⁻² de cada grupo taxonômico coletado por área de pastagem.....	48
Tabela 24. Diferentes grupos encontrados nas áreas de pastagem.....	49
Tabela 25. Distribuição da Densidade total por grupo da macrofauna encontrados nas pastagens.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Quadro representativo do modelo DPSIR, mostrando seus componentes e interações aplicados à biodiversidade do solo.....	5
Figura 2. Classificação de tamanho da biota do solo (Swift et al.,1979, modificado).....	6
Figura 3. Localização do COMPERJ inserido nas bacias hidrográficas dos rios Macacu e Caceribu.....	9
Figura 4. Paisagem da área, mostrando os diferentes compartimentos geopedológicos.....	10
Figura 5. Esquema de compartimentação da paisagem.....	10
Figura 6. Média de precipitação e temperatura no ano de 2010.....	11
Figura 7. Localização dos pontos amostrais na paisagem estudada.....	13
Figura 8. Perspectiva externa do fragmento PF1.....	16
Figura 9. Aspecto externo do fragmento PF2.....	17
Figura 10. Aspecto interno do fragmento TF1(A); Grande quantidade de lianas e árvores de pequeno porte que constituem um dossel aberto (B).....	17
Figura 11. Armadilha pitfall instalada no campo	19
Figura 12. Metodologia de amostragem da macrofauna do solo (TSBF)	19
Figura 13. Composição relativa dos principais grupos da fauna epígea nos fragmentos florestais.	25
Figura 14. Percentual de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais.	26
Figura 15. Composição relativa dos principais grupos da fauna epígea nas áreas de pastagens	33
Figura 16. Abundância de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais.....	34
Figura 17. Composição relativa dos principais grupos da macrofauna nos fragmentos florestais	41
Figura 18. Densidade de indivíduos coletados nos diferentes grupos funcionais	42
Figura 19. Composição relativa dos principais grupos da macrofauna do solo nas pastagens.....	48
Figura 20. Densidade de indivíduos coletados distribuídos nos grupos funcionais	49
Figura 21. Relação das variáveis de fauna epígea e da paisagem com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2).	52
Figura 22. Relação das variáveis da macrofauna do solo e da paisagem com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2).	53
Figura 23. Relação das variáveis de fauna epígea e da vegetação com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2).	54
Figura 24. Relação das variáveis da macrofauna do solo e da vegetação com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2)	55
Figura 25. Relação das variáveis de fauna epígea e características do solo com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2)	56
Figura 26. Relação das variáveis de macrofauna do solo e características do solo com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2).	57
Figura 27. Relação das variáveis da fauna epígea e as áreas de estudo com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2), atributos da fauna epígea (em itálico na figura).	58
Figura 28. Relação das variáveis da macrofauna do solo e as áreas de estudo com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2), atributos da fauna epígea (em itálico na figura)	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	2
	2.1 Mata Atlântica	2
	2.2 Monitoramento Ambiental e o Uso de Indicadores.....	4
	2.3 Fauna Edáfica como Bioindicador de Qualidade do Solo.....	6
3	MATERIAL E MÉTODOS	9
	3.1. Caracterização da Região de Estudo	9
	3.1.1. Ambiente físico	9
	3.1.2. Cobertura vegetal e uso da terra	11
	3.2. Monitoramento Ambiental da Paisagem	12
	3.3. Caracterização dos Solos na Área de Estudo	13
	3.4. Caracterização da Vegetação das Áreas de Estudo.....	16
	3.5. Avaliação das Comunidades de Fauna do Solo	18
	3.5.1. Amostragem da fauna epígea	18
	3.5.2. Amostragem da macrofauna do solo	19
	3.6. Análise dos Dados.....	20
	3.6.1 Estimativa de abundância e índices ecológicos.....	20
	3.6.2. Análises univariadas.....	20
	3.6.3. Análises multivariadas.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
	4.1 Fauna Epígea	22
	4.1.1 Abundância total, riquezas (média e total) e índices ecológicos nos fragmentos florestais.....	22
	4.1.2 Variações na abundância dos grupos taxonômicos	26
	4.1.3. Abundância total, riquezas (média e total) e índices ecológicos nas pastagens	30
	4.1.4. Variações na abundância dos grupos taxonômicos	34
	4.2. Macrofauna do Solo	38
	4.2.1 Densidade, riquezas (média e total) e índices ecológicos nos fragmentos florestais	38
	4.2.2. Variações na abundância dos grupos taxonômicos	42
	4.2.3. Densidade total, riquezas (média e total) e índices ecológicos nas pastagens.....	45
	4.2.4. Variações na densidade dos grupos taxonômicos nas pastagens.....	49
	4.3. Avaliação Multivariada das Comunidades de Fauna Edáfica	51
5	CONCLUSÕES.....	60
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1 INTRODUÇÃO

Originalmente a Mata Atlântica abrangia cerca de 130 milhões de hectares e se estendia por 17 estados brasileiros ocupando cerca de 15% do território nacional; porém restam hoje no Brasil menos de 8% de sua extensão original (Fundação SOS Mata Atlântica, 2010). No Estado do Rio de Janeiro, estima-se que a Mata Atlântica na época do descobrimento recobria aproximadamente 98% de seu território, englobando suas diferentes formações florestais e os ecossistemas associados. No entanto, hoje restam menos de 17% da superfície do estado recoberto por florestas, que estão em diversos estágios de conservação (Fundação Instituto Estadual de Florestas, 2011). Essa redução de território da Mata Atlântica continua pela forte pressão demográfica e imobiliária (Rambaldi, 2003).

Essas atividades antrópicas vêm causando grande impacto sobre os vários ecossistemas terrestres reduzindo as áreas de florestas primárias. Com a substituição da cobertura original e a intensificação da agricultura, sem práticas conservacionistas e manejo adequado do solo, aumentam os danos ao solo, com a redução da matéria orgânica e da fertilidade natural dos solos e maior incidência de processos erosivos. Como resultado do desmatamento se observa um cenário de paisagens cada vez mais fragmentadas, com grandes áreas de pastagens introduzidas, em sua grande maioria degradada, e fragmentos de mata secundária de diversos tamanhos, formas e graus de regeneração.

As alterações na cobertura vegetal podem ocasionar mudanças nas características biológicas do solo, tais como a perda de habitat e espécies, reduzindo a biodiversidade local (St-Laurent et al., 2009). As comunidades da fauna do solo são muito sensíveis ao impacto da alteração da cobertura florestal e podem sofrer grandes perturbações, com a fragmentação dos habitats (Rantalainen et al., 2005), comprometendo o fornecimento de serviços ecossistêmicos dos quais são agentes chave, tais como agregação do solo e a ciclagem de nutrientes.

Por outro lado, pela sua sensibilidade às alterações ambientais, a fauna do solo pode ser considerada um bom indicador da degradação e da reabilitação do ambiente (Lewinsohn et al., 2005). Essa avaliação pode ser feita através da análise da estrutura e composição das comunidades da fauna do solo, utilizadas como indicadores (Wink et al., 2005).

Assim, este estudo teve por objetivo caracterizar a comunidade da fauna de solo, em uma paisagem composta de fragmentos florestais e pastagens abandonadas em Itaboraí, RJ; e avaliar o grau de influência de diferentes feições da paisagem sobre a diversidade e composição das comunidades da fauna do solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mata Atlântica

Entre os biomas brasileiros, a Mata Atlântica se destaca pela riqueza em diversidade biológica, sendo considerado um dos biomas mais importantes do mundo (Pinto et al., 2009). Encontra-se distribuída em diferentes condições climáticas e topográficas, possui composição vegetal extremamente heterogênea, o que favorece a alta biodiversidade e endemismo (RBMA, 2011; Myers et al., 2000; Metzger, 2009; Tabarelli et al., 2005). A floresta possui um dos mais altos graus de riqueza do planeta e elevado endemismo, e ao mesmo tempo, é um dos biomas mais ameaçados do mundo em função das ações antrópicas exercidas desde a colonização europeia (Dean, 1997). Hoje restam cerca de 7 % da cobertura original, distribuída em pequenos e isolados fragmentos florestais (Guedes et al., 2005; Fonseca, 1985; Silva e Tabarelli, 2000). Segundo Ribeiro et al. (2009) mais de 80 % desses remanescentes possuem áreas menores que 50 hectares, com grande isolamento entre eles, e a maioria possui áreas de borda menores que 100 metros, o que é ameaça a diversidade de espécies.

O processo de transformação da paisagem da Mata Atlântica e seu estado atual de degradação são, em grande parte, resultado das atividades exercidas por populações passadas que vem sendo intensificado a cada dia (Oliveira, 2007), resultando em alterações severas para os ecossistemas, pela alta fragmentação do habitat e perda de sua biodiversidade. Em função disso, temos a perda quase total das florestas originais intactas e a contínua devastação dos fragmentos remanescentes, tornando esse ambiente um dos mais ameaçados do mundo. Esse conjunto de níveis excepcionais de biodiversidade, aliada a forte pressão exercida sobre esse ambiente, faz da Mata Atlântica um verdadeiro “hotspot”, sendo considerada uma das áreas mais importantes do planeta para conservação da biodiversidade (Laurance, 2009).

Diante deste cenário de devastação das florestas tropicais, é um grande desafio desenvolver ações que visem à reestruturação da biodiversidade e de suas funções ecológicas (Lamb; Erskine; Parrotta, 2005). Com isso, muitos pesquisadores vêm estudando estratégias de diminuir os danos causados a este bioma. Uma alternativa que vem se destacando é a restauração ecológica, que é definida pela *Society for Ecological Restoration International* (SERI) como: “a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais”.

No entanto, de acordo Dean (1997), durante muito tempo, implantar projetos de restauração na Mata Atlântica, era considerada tarefa praticamente impossível, em função de sua complexidade e enorme biodiversidade (Rodrigues, 2009). Para a restauração de um fragmento florestal é necessário conhecer sua estrutura, composição e dinâmica funcional, para estabelecer as bases conceituais que serão trabalhadas (Morellato e Haddad, 2000; Gandolfi et al., 2007).

Com a evolução dos estudos em restauração ecológica e o aumento do conhecimento sobre a ecologia da Mata Atlântica, com base em resultados de pesquisas anteriores, muitos projetos vem sendo executados, visando restaurar áreas de Mata Atlântica. Ribeiro et al., (2009), relatam que a restauração ecológica em larga escala é uma ação interessante para casos como o da Mata Atlântica, ou seja, um bioma cujo funcionamento do ecossistema foi comprometido e grande parte de sua biodiversidade encontra-se ameaçada. Um exemplo disso é o projeto: “Pacto pela Restauração da Mata Atlântica”, que tem como meta recuperar 15 milhões de hectares da Mata Atlântica brasileira até o ano de 2050, além da conservação da

biodiversidade, geração de trabalho e renda, manutenção e pagamento de serviços ambientais e adequação legal de atividades agropecuárias (Rodrigues; Brancalion; Isernhagen, 2009).

Entre as práticas sugeridas por Ribeiro et al. (2009) para melhorar ou estimular a conservação de espécies na região da Mata Atlântica, destacam-se: a) áreas florestais de grande porte, maduras e com pouca interferência antrópica devem ser priorizadas para a conservação de espécies (Lopes et al., 2009); b) fragmentos menores devem ser preservados afim de manter a ligação entre outros fragmentos; c) a matriz circundante deve ser preservada objetivando minimizar o efeito de borda e melhorar a conectividade; d) ações de restauração devem ser realizadas em áreas-chaves.

Hoje existem muitas iniciativas em prol da restauração da Mata Atlântica; porém, ainda é um grande desafio unir esforços e ações da sociedade para esse fim. Muitas instituições públicas e privadas vêm tentando elaborar e executar projetos com objetivo de restaurar o bioma Mata Atlântica.

O BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento) vem disponibilizando apoio financeiro para contratação de projetos. Em 2009, o BNDES recebeu 55 projetos, dos quais 27 foram selecionados para análise e desses hoje 13 projetos foram contratados. Como exemplo, o projeto de “Reflorestamento de 344 ha de Mata Atlântica em áreas no Campus da Fiocruz da Mata Atlântica (CFMA) e no Parque Estadual da Pedra Branca, Município do Rio de Janeiro cuja proposta é gerar modelos sustentáveis para a recuperação e conservação dos serviços ambientais do Maciço da Pedra Branca, local que abrange o recém-instalado Campus Fiocruz da Mata Atlântica (CFMA) (Fiotec, 2012)”.

Outro projeto contratado pelo BNDES foi elaborado pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), onde serão feitas práticas de restauração em 200 ha de áreas de preservação permanente (APP), para a recuperação das paisagens em propriedades rurais e o restabelecimento da conectividade florestal neste ecossistema; além da adoção de tecnologias agroecológicas e participativas para a recuperação e proteção de nascentes e matas ciliares nas propriedades rurais e a promoção, capacitação e conscientização ambiental sobre agroecologia e o uso racional dos recursos hídricos e florestais de forma a garantir a disponibilidade em quantidade e qualidade para a atual e as futuras gerações (Ipe, 2012).

O projeto Corredor Ecológico do COMPERJ (Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro), financiado pela Petrobrás, visa recuperar a flora nativa na área de influência do empreendimento onde o foco é conectar o manguezal à Mata Atlântica da região. Para isso, serão plantadas quatro milhões de mudas de árvores, ainda será criado um viveiro florestal na Fazenda Viveiros, localizada em Itaboraí, com capacidade de produção anual de 300 mil mudas de espécies da Mata Atlântica. Esse viveiro também estará disponível para visitas técnicas das escolas da região. Além do financiamento pela Petrobrás o projeto conta com vários parceiros como a Embrapa (Agrobiologia, Florestas e Solos), a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que irão elaborar projetos de recuperação de áreas degradadas, além da OSCIP Innatus (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) que capacitou cerca de 400 pessoas da comunidade em cursos semestrais de práticas de silvicultura e artesanato (Petrobras, 2012).

No primeiro momento foi realizado o monitoramento ambiental da área do projeto, que após 15 meses de trabalho possibilitou a definição de algumas características do local onde será implantado o Corredor Ecológico do Comperj. Nesse período foram avaliadas características como o uso e cobertura da terra, fertilidade, nível de compactação do solo, presença da fauna do solo, atividade microbiológica e de enzimas do solo, além da identificação das aves e pequenos mamíferos que ocorrem no COMPERJ. Também foi identificado o banco de plântulas, espécies florestais existentes, epífitas, biomassa de pastagem, emissão de óxido nitroso do solo, além da qualidade da água e das características climáticas da região (Embrapa, 2012). O monitoramento ambiental foi fundamental para

tomada de decisões, quanto a melhor forma de plantio das mudas, as espécies mais indicadas para cada situação, como fazer o preparo do solo e a melhor época de plantio das mudas.

2.2 Monitoramento Ambiental e o Uso de Indicadores

Com as ações antrópicas intensas e aceleradas, a integridade dos ecossistemas naturais encontra-se cada vez mais ameaçada, contudo a prática de monitoramento ambiental vem se tornando uma importante ferramenta na administração dos serviços ambientais prestados por tais ecossistemas (Neves, 2006). Um programa de monitoramento consiste em coletar e avaliar periodicamente variáveis ambientais, com objetivo de identificar possíveis mudanças em um determinado momento e observar seu comportamento ao longo do tempo (Bitar e Ortega, 1998; Ramos e Luchiarini Junior, 2005). Com base no levantamento dessas variáveis, o monitoramento oferece conhecimento e informações básicas sobre o estado de conservação ou degradação ambiental que determinada área se encontra. Com isso poderão ser adotadas estratégias e ações de controle, recuperação e conservação para a área em estudo.

Para iniciar práticas de monitoramento, é necessário um planejamento que envolve: a definição de indicadores que expressem as condições das variáveis que serão avaliadas, a metodologia e os meios de utilização, o local da amostragem ou coleta e a frequência com que serão realizadas as observações. A duração de um monitoramento pode variar de dias a anos, dependendo do objetivo do mesmo (Lima, 2000).

Um indicador, segundo Deponti et al. (2002), é uma ferramenta capaz de demonstrar o nível ou a condição que se encontra um ecossistema. Para Mitchell (1997) “*um indicador é um instrumento que permite a obtenção de informações sobre determinada realidade*”. Tem como principal característica agrupar um conjunto de informações complexas, utilizando apenas os aspectos essenciais para o estudo proposto. (Hatchuel & Poquet, 1992; Bouni, 1996; Mitchell, 1997). Além de servir como variável resposta as atividades antrópicas dentro de um ecossistema (Australian Department of Primary Industries and Energy, 1995), de acordo com a OECD (Organization for Economic Co-operation and Development, 1998), “*os indicadores são selecionados para disponibilizar informações de um ecossistema específico, com um objetivo específico, ou seja, auxiliar no manejo e na tomada de decisão. Um indicador quantifica e agrega dados que podem ser medidos e monitorados, permitindo verificar se alguma mudança está ocorrendo*”.

Portanto, para que um indicador seja eficiente deve apresentar algumas características essenciais como (OECD, 1993):

- Ser prático, claro, de fácil entendimento e que contribua para a participação da população local no processo de mensuração;
- Fornecer um quadro representativo da situação;
- Mostrar tendências ao longo do tempo, ser sensível a mudanças no tempo e no sistema;
- Ser de baixo custo;
- Permitir a relação com outros indicadores, facilitando a interação entre eles;
- Estar associado a um objetivo específico, de modo a fornecer base para comparações com outros trabalhos relacionados.

Uma metodologia interessante que aplica indicadores para avaliar os efeitos dos impactos ambientais é o quadro DPSIR (*Driving forces – Pressures – State - Impact – Response*), que corresponde, respectivamente, a: força motriz, pressão, estado, impacto e resposta. Essa metodologia foi proposta pela OECD em 2003 (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) como forma de estruturar e organizar indicadores de uma maneira relevante para os tomadores de decisões (Tscherning et al., 2012) e foi adotada pela

Agência Européia do Ambiente (EEA) em 1995 (Holten-Andersen et al., 1995), para mostrar a relação causa e efeito entre humanos e o ambiente (Faria, 2011; Tscherning et al., 2012).

A descrição do quadro DPSIR está ligada nas forças motrizes, ou seja, o desenvolvimento econômico e cultural, que pode aumentar as pressões antrópicas sobre ambiente natural, afetando seu estado. Essas atividades podem gerar impactos a saúde humana e aos ecossistemas naturais podendo levar a resposta da sociedade em relação à situação ambiental (Jeffery et al., 2010; Kroll et al., 2009; Lin et al., 2007). Essa metodologia é amplamente utilizada para avaliar e apoiar na tomada de decisões de problemas ambientais (Jeffery et al., 2010). Além da Agência Européia do Ambiente (EEA) e a OECD outras instituições vêm utilizando o quadro DPSIR como metodologia para desenvolver conjuntos de indicadores de sustentabilidade (Kroll et al., 2009).

Como exemplo a Figura 1 representa a aplicação do modelo DPSIR detalhando as principais pressões sobre a biodiversidade do solo e as forças motrizes relacionadas, apresentando os principais indicadores que podem subsidiar no processo de conservação da biodiversidade do solo.

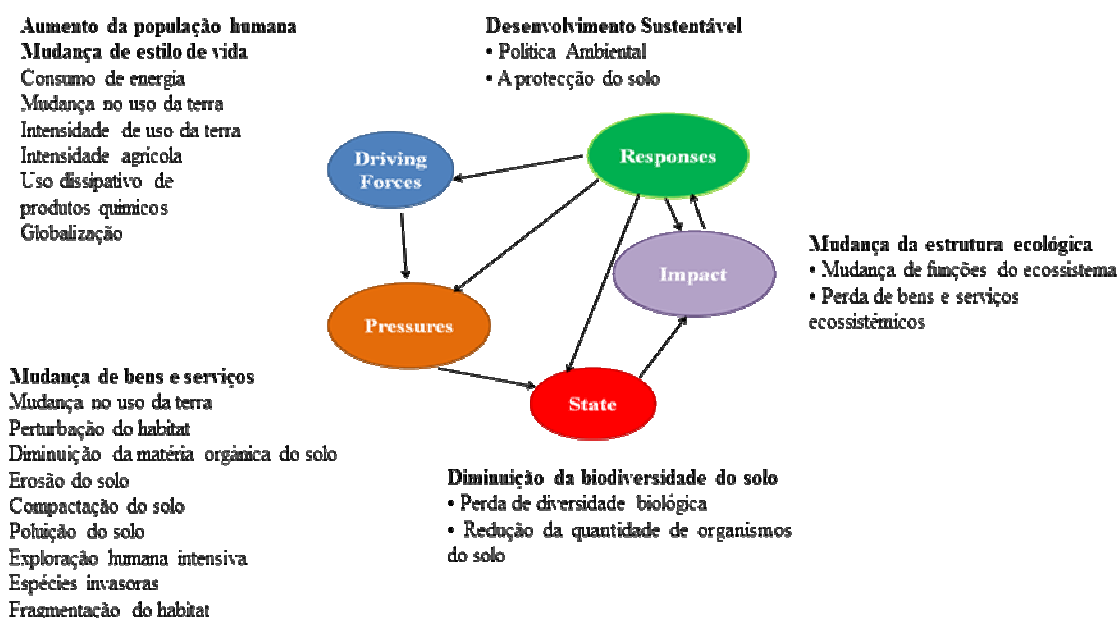


Figura 1. Quadro representativo do modelo DPSIR, mostrando seus componentes e interações aplicados à biodiversidade do solo.

Fonte: Adaptado de Jeffery et al. (2010)

Existe uma modalidade de monitoramento que visa avaliar a qualidade ambiental de um ecossistema através da utilização de organismos, conhecida como biomonitoramento (Furley & Oliveira Filho, 2000). Em termos práticos, avaliar as mudanças ou respostas que esses organismos podem trazer em condições adversas, geralmente de origem antrópica. Esses organismos são conhecidos como bioindicadores, e através da reação observada (presença/ausência, diminuição de determinados grupos funcionais) podemos inferir sobre o estado de conservação/degradação dos ecossistemas.

Um bioindicador é definido segundo Paoletti e Bressan (1996), como uma espécie, família ou grupo funcional que reage de forma específica a determinadas alterações ambientais. Fornecem sinais rápidos de impactos ambientais, permitindo elaborar práticas mitigadoras para contornar processos de degradação (Faria, 2007; Paula, 2010).

Os indicadores/bioindicadores são atributos que medem ou refletem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema (Araújo e Monteiro, 2007). Assim, o biomonitoramento é um instrumento que pode ter diversas aplicações.

O solo é um sistema complexo, dinâmico e vivo, essencial para o funcionamento do ecossistema terrestre (Doran, 2002), onde diversos organismos desempenham uma série de funções para manter a vida de plantas e animais. Portanto a qualidade do solo pode ser definida como a capacidade em exercer suas funções, sustentando a atividade biológica e a vida de plantas, animais e seres humanos (Doran e Parkin, 1994; Frighetto e Valarini, 2000; Sposito e Zabel, 2003).

Contudo, a agricultura intensiva pode causar a degradação deste recurso, através de práticas como a monocultura, o uso de queimadas e a utilização excessiva de fertilizantes diminuindo a sua qualidade. Neste sentido, a busca pela conservação e manutenção deste recurso tem levado a procura por manejos mais adequados e sustentáveis. Para isso, é importante selecionar indicadores que possam diagnosticar o estado atual de determinadas características do solo comparando-as com as mesmas características de uma área referência, sem ou com pouca ação antrópica (Doran e Parkin, 1994).

Para utilizar um determinado parâmetro como indicador, este deve ser sensível a impactos (manejo/clima), definir processos do ecossistema, integrando propriedades físicas, químicas e biológicas e ser facilmente utilizado por especialistas (Doran, 1997).

2.3 Fauna Edáfica como Bioindicador de Qualidade do Solo

O solo é um habitat com enorme diversidade de organismos. Entre esses uma série de microrganismos (fungos e bactérias) e invertebrados com tamanhos, metabolismos e funções diferenciadas (Correia e Oliveira, 2000; Jeffery et al, 2010; Rodrigues, 2010).

Os invertebrados podem ser divididos em três grupos: microfauna, mesofauna e macrofauna, de acordo com suas dimensões corporais (Figura 2).

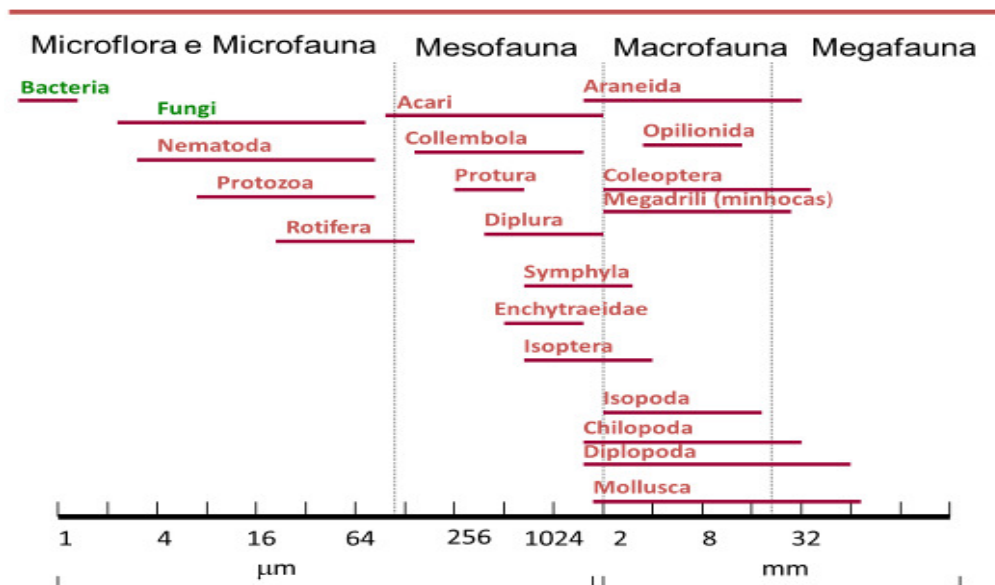


Figura 2. Classificação de tamanho da biota do solo (Swift et al., 1979, modificado)

A microfauna é composta por organismos com diâmetro corporal menor que 0,2 mm (Figura 2), sendo representada principalmente por protozoários e nematóides (Jeffery et al., 2010). Estes pequenos animais atuam de forma indireta na ciclagem de nutrientes através da

ingestão de bactérias e fungos (Correia e Oliveira, 2000). Geralmente vivem associados ao filme de água do solo, e sua abundância depende exclusivamente da disponibilidade de alimentos e dos ciclos de umedecimento e secagem no solo (Swift et al., 1979).

A mesofauna é representada por invertebrados de diâmetro corporal entre 0,2 e 2,0 mm (Figura 2), que correspondem aos grupos Acari, Collembola, Enchytraeidea entre outros (Lavelle, 1997). Esses organismos, apesar de dependentes de umidade são de hábito terrestre e atuam tanto no consumo de microrganismos e microfauna regulando as populações microbianas, como na fragmentação do material vegetal em decomposição. Além disso, movimentam-se nos poros do solo o que facilita a circulação de ar e melhora a permeabilidade e a penetração das raízes das plantas (Primavesi, 2002; Assad, 1997). Possuem papel fundamental na regulação da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (Correia e Oliveira, 2000).

A macrofauna, por sua vez, inclui os invertebrados com diâmetro corporal de 2 mm a 20 mm (Figura 2), com capacidade para influenciar diretamente no funcionamento das propriedades do solo (Lavelle et. al., 2006). São representados pelas minhocas (Oligochaeta), cupins (Isoptera), aranhas (Araneae), besouros (Coleoptera), lacraias (Chilopoda), tatuzinhos (Isopoda), gongolos (Diplopoda) e algumas formigas (Hymenoptera), entre outros grupos menos frequentes (Lavelle e Spain, 2001; Melo et. al., 2009).

Os componentes da macrofauna possuem grande mobilidade, e ao se locomoverem se alimentam transportando materiais e construindo galerias no solo. Regulam as populações de fungos e da microfauna, além de misturar partículas orgânicas e minerais, redistribuindo a matéria orgânica e microrganismos ao solo promovendo a humificação (Assad, 1997; Correia e Oliveira, 2000), além de influenciarem em outros processos básicos no solo como: agregação, estruturação, abundância e diversidade de outros organismos (Lavelle, 1996; Lavelle e Spain, 2001).

De maneira geral, a habilidade de transportar, ingerir ou modificar a estrutura física do solo está intimamente relacionada ao tamanho corporal do animal. Os invertebrados maiores, as minhocas, térmitas e formigas são conhecidos como “engenheiros do ecossistema”, por criarem estruturas biogênicas que influenciam na disponibilidade de recursos para outros organismos (Jones et al., 1994; Melo, 2009).

Além de atuarem como “engenheiros do ecossistema”, modificando o ambiente físico e químico onde vivem, os cupins e as formigas também são insetos sociais, pois vivem em colônias, dividem suas tarefas e cuidam de sua prole. A divisão de tarefas está associada com a presença de diferentes castas dentro da colônia. Existem a casta das operárias e a casta dos reprodutivos (rainhas e machos) (Barnes, 1984).

Os cupins se alimentam de material celulósico, acelerando a decomposição e a ciclagem de nutrientes retidos na matéria vegetal morta. Esta habilidade permite que os cupins possam colonizar ambientes degradados e decompor a matéria orgânica ali existente (Ouédraogo et.al., 2004; Melo, 2009). Além disso, constroem ninhos e túneis no solo em busca de alimento, melhorando a agregação e aumentando a porosidade, aeração e infiltração (Melo, 2009). Por outro lado, as formigas constituem uma presença marcante na maioria dos ecossistemas terrestres, pela sua abundância e riqueza de espécies (Longino, 2002), além da sua capacidade de colonizar ambientes que oferecem poucos recursos para o desenvolvimento da vida, tais como vegetação após queimada e pastagens (Melo, 2009). Elas desempenham importantes funções no funcionamento do ecossistema, como dispersão de sementes, predação, ciclagem de nutrientes, herbivoria e estruturação física do solo, além de interagirem com outros grupos funcionais da comunidade do solo (Vasconcelos, 2006 e Melo, 2009).

A classificação descrita acima está baseada no diâmetro corporal, que está relacionada com o tamanho do tubo digestivo e do aparelho bucal, que por sua vez determinam o tamanho e tipo de recurso alimentar que esses organismos são capazes de explorar. Paralelamente à

classificação por tamanho, há a classificação em grupos funcionais, que considera a posição na cadeia trófica do solo e as estratégias de vida. Como exemplos de grupos funcionais temos saprófagos, predadores, micrófagos, fitófagos e insetos sociais (Assad, 1997).

Os saprófagos (decompositores) se alimentam de restos orgânicos em decomposição, sendo responsáveis diretos pela fragmentação destes resíduos, contribuindo assim para o aumento das taxas de decomposição e mineralização, e dessa forma liberando os nutrientes em formas assimiláveis pelas plantas (Brown et. al., 2001). Ainda de acordo com Brown et. al. (2001), os componentes desse grupo são os seguintes: Blattodea, Dermaptera, Diplopoda, Diplura, Isopoda, Thysanoptera, Orthoptera, Psocoptera e Symphyla. Os predadores atuam no topo da cadeia alimentar edáfica, se alimentando de outros organismos ativos, os saprófagos e micrófagos, regulando assim a população desses organismos. É o caso dos grupos: Araneae, Chilopoda, Pseudoscorpionida, Opilionida.

Os fitófagos (alguns Hemiptera e Homoptera) se alimentam da seiva das plantas. Os que se alimentam de raízes são principalmente as larvas de Coleoptera, as ninfas de cigarras e as larvas de moscas. Os micrófagos, geralmente, são microartrópodes e agem regulando a população microbiana, utilizando esses organismos como fonte de carbono e aumentando assim a decomposição de serrapilheira (Assad, 1997).

Os insetos sociais diferenciam-se por apresentarem organização social, é o caso dos cupins (Isoptera) e das formigas (Formicidae). Os cupins podem se alimentar de madeira (Xilófagos), de materiais ricos em compostos orgânicos (Humívoros) ou da seiva das plantas (Fitófagos) (Eggleton e Tayasu, 2001). As formigas podem se alimentar de outros insetos (insetívoras) ou, assim como os cupins, podem ser fitófagas. Esses animais e as minhocas (Oligochaeta) constroem galerias na superfície e dentro do solo, facilitando a infiltração de água e as trocas gasosas. Através da criação desses canais esses organismos operam redistribuindo partículas, incorporando matéria orgânica e nutrientes ao solo, além de modificarem sua estrutura e melhorarem a agregação das partículas do solo, sendo portanto denominados de “Engenheiros do Ecossistema” (Bruyn, 1999).

Esses organismos, segundo Briones et al. (1997) e Lavelle et al. (2006), são extremamente sensíveis, respondendo às alterações antrópicas ou até mesmo naturais que ocorrem no ambiente; tais como, mudanças climáticas, de vegetação e mudanças no uso do solo. Sendo considerada agente condicionante, por refletir o estado do habitat, permitindo inferir sobre o nível de conservação ou degradação do ambiente (Correia et al, 1997; Chaer e Tótola, 2007).

Estudos de Doran e Zeiss (2000) relatam que a fauna do solo possui potencial para atuar como bioindicador da qualidade do solo, pela habilidade que os organismos têm de integrar propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e serem extremamente sensíveis a efeitos de degradação e estabilidade dos ecossistemas. A fauna edáfica, em conjunto com a cobertura vegetal, também é excelente indicador do funcionamento de um ecossistema (Lima et al., 2007).

Mais recentemente, o potencial de bioindicação da fauna do solo tem sido associado aos serviços ecossistêmicos que a fauna é capaz de prover (Jeffery et al., 2010). Dentre eles, a capacidade de atuar em funções chave do ambiente do solo como a agregação e a ciclagem de nutrientes, tem sido considerada fundamental na restauração de ambientes degradados (Snyder e Hendrix, 2008). Tal ação da fauna tem despertado o interesse de pesquisadores no sentido de se implantar medidas que visem a sua conservação e maximizem seus benefícios (Decaëns et al., 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da Região de Estudo

3.1.1. Ambiente físico

A área está localizada no município de Itaboraí, Rio de Janeiro, entre os rios Guapi-Macacu e Caceribu e à montante da maior área de manguezal remanescente na Baía de Guanabara, que compõe a Área de Proteção Ambiental Guapimirim (Fidalgo et al., 2012) (Figura 3). A área está compreendida entre as latitudes 22° 40' 30" S e 22° 38' 42" S e longitudes 42° 48' .54" W e 42° 47' 42" W.

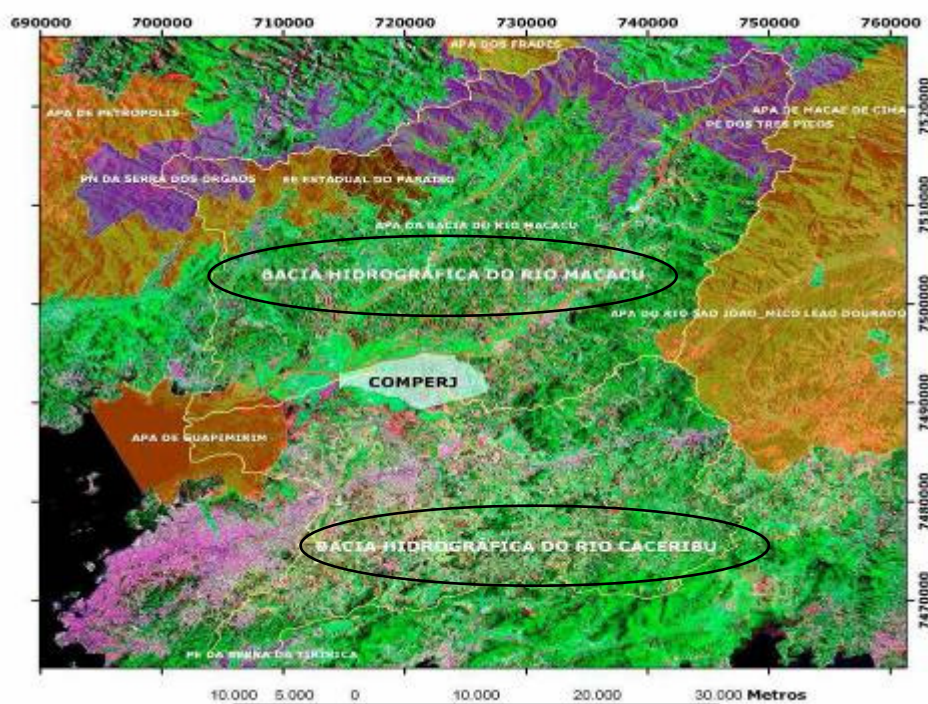


Figura 3. Localização do COMPERJ inserido nas bacias hidrográficas dos rios Macacu e Caceribu

Fonte: Fundação Instituto Estadual de Florestas do Rio de Janeiro

A área foi subdividida em dois compartimentos: planícies e encostas (Tabela 1 e Figura 5). Porém em função da variação da altura do lençol freático não foi possível para este estudo avaliar as áreas de planícies, somente as encostas.

Os ambientes de encosta foram subdivididos conforme o tipo de material de origem presente. Foram encontradas paisagens sobre rochas sedimentares do período Terciário, e sobre rochas metamórficas (gnaiesses) do Proterozóico (Figura 4). Ambas as paisagens, possuem solos muito profundos, em grande maioria, Latossolos e Argissolos. As paisagens identificadas como do Proterozóico, possuem encostas com maior comprimento e declividade em relação às paisagens do Terciário (Figura 4), influenciando na disponibilidade de água e na susceptibilidade a erosão (Curcio et al., 2012).



Figura 4. Paisagem da área, mostrando os diferentes compartimentos geopedológicos
 Fonte: <http://www.cnps.embrapa.br/comperj/index.html>

Além dessa compartimentação, as encostas foram divididas de acordo com o posicionamento na encosta, em: terço superior, médio e inferior, visando separar possíveis diferenças no teor de umidade dos solos e ainda segundo sua composição vegetal: em áreas de fragmentos florestais e pastagens (Tabela 1 e Figura 5).

Tabela 1. Compartimentação de paisagens, critérios e compartimentos gerados.

Compartimentação	Crítérios	Compartimentos
1 ^a	Tipo de paisagem	Planície, encosta
2 ^a	Derivação geológica da encosta	Proterozóico, Terciário
3 ^a	Posicionamento da encosta	Superior, médio, inferior
4 ^a	Fitofisionomia	Fragmento florestal, pastagem

Fonte: Adaptado de Curcio et al; 2012

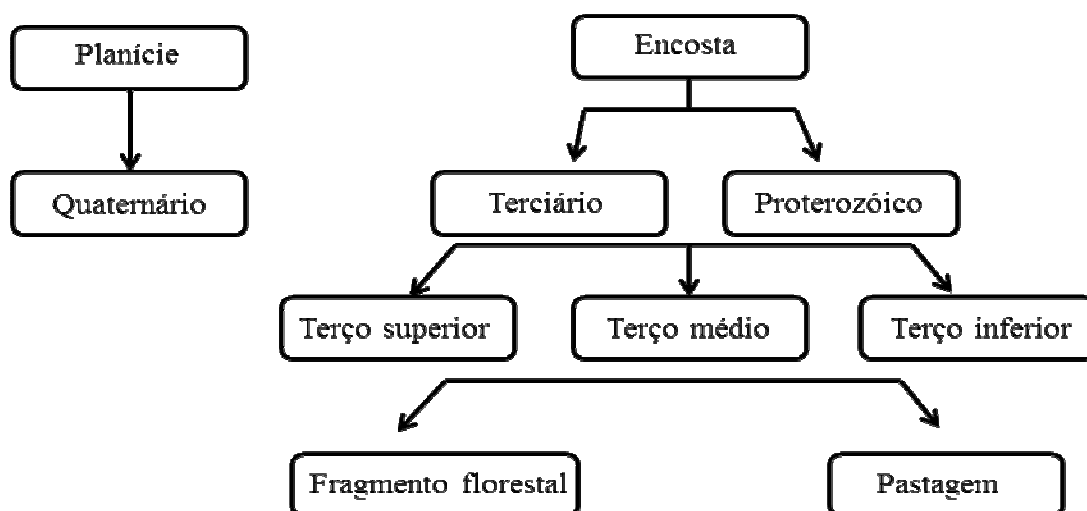


Figura 5. Esquema de compartimentação da paisagem
 Fonte: Adaptado de Curcio et al; 2012

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo tropical, com inverno seco (Aw), com ocorrência de estação chuvosa no verão de novembro a abril e notável

estação seca no inverno, de maio a outubro (sendo julho o mês mais seco), com precipitação média anual de 1460 mm e temperatura média de 21,4° C (Figura 6).

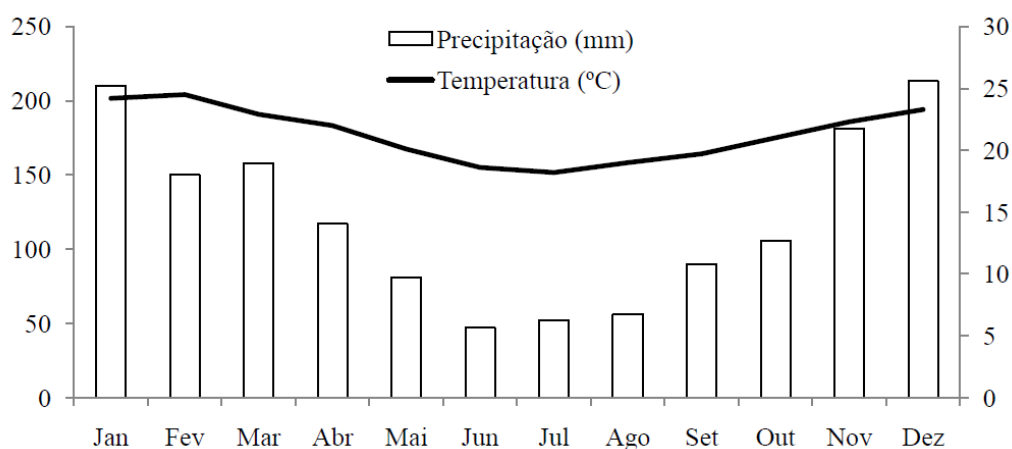


Figura 6. Média de precipitação e temperatura no ano de 2010.
Fonte: CENTREL-LUMINA (2007), extraído de Gonçalves 2010.

3.1.2. Cobertura vegetal e uso da terra

Quanto a cobertura vegetal original, a região desse estudo encontra-se inserida nos domínios da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana (Veloso et al., 1991), caracterizadas pela elevada diversidade estrutural e florística.

A ocupação e o uso da terra na região eliminaram grande parte da cobertura original existente, restando em grande maioria pastagens e fragmentos florestais em diferentes estágios de regeneração. Sendo assim, avaliando a cobertura do solo, verifica-se que a paisagem é constituída de poucos e pequenos fragmentos florestais em uma extensa matriz de pastagens. Observa-se intenso processo de fragmentação florestal na região, em que a maioria dos fragmentos são menores que 5 hectares (Tabela 2).

Tabela 2. Número de fragmentos florestais e área total por classe de tamanho na área de estudo

Classe da área	Número de fragmentos	Área total dos fragmentos (ha)
< 5 ha	88	133,67
5 a 10 ha	12	91,81
10 a 50 ha	12	207,38
50 a 100 ha	3	228,55
> 100 ha	1	153,88

Essa região vivenciou vários ciclos econômicos e agrícolas, como o do extrativismo madeireiro e os do café e da cana-de-açúcar, plantações de citrus, a extração de areia e argila e a pecuária. Outra atividade que se tornou expressiva na região, a partir do século XIX, foi o cultivo de culturas anuais (principalmente mandioca, milho e feijão), além de laranja por pequenos produtores, que utilizam para subsistência ou comercialização para parte do mercado consumidor do Rio de Janeiro (Machado e Castro; 1997).

Desde o ano de 2007, boa parte das propriedades na região do estudo foi desapropriada, cessando o uso agrícola das terras. Assim, já se observa a regeneração de

espécies vegetais e acúmulo de biomassa vegetal nas pastagens que deixaram de ser utilizadas pelos bovinos.

3.2. Monitoramento Ambiental da Paisagem

A paisagem na região estudada é profundamente alterada, em função do longo período de uso antrópico com atividades agrícolas. Porém, apesar do cenário de degradação, são encontrados fragmentos florestais remanescentes da Mata Atlântica, os quais em grande maioria encontram-se protegidos no complexo de Unidades de Conservação que compõe o Mosaico Central Fluminense de Mata Atlântica (Fidalgo et al., 2012). Esses fragmentos foram bastante impactados pela prática de queimadas e retirada de lenha, porém ainda preservam grande diversidade de espécies animais e vegetais.

O COMPERJ se localiza em área de conexão entre os maciços da Região Serrana, os fragmentos da Baixada Fluminense e o manguezal. Em função disso foi desenvolvido o projeto Corredor Ecológico do COMPERJ, para recompor a cobertura florestal e as funcionalidades do ecossistema através da revegetação da área (Fidalgo et al., 2012).

Para acompanhar os resultados e avaliar se as medidas adotadas estão sendo eficientes foi adotado um programa de monitoramento ambiental, que consiste em obter dados e informações, ao longo do tempo sobre um ou mais indicadores ambientais, para identificar e avaliar, qualitativa e quantitativamente, as condições dos recursos naturais em um determinado momento e as alterações durante os períodos analisados (Ramos, 2005).

O monitoramento é realizado a partir da análise de diversos parâmetros e os resultados obtidos utilizados para subsidiar a identificação de processos de degradação ambiental; assim como de recuperação ambiental, onde ocorrem e em que nível se encontram, dentre outros. Desta forma, o monitoramento é um instrumento fundamental ao planejamento e conservação ambiental, auxiliando na definição de políticas e diretrizes (Fidalgo et al.; 2012).

Nesse projeto o monitoramento ocorrerá ao longo dos sete anos de atuação do projeto e coletará dados para análise de parâmetros relacionados aos temas: solo, água, clima, uso da terra, flora e fauna. A estratégia adotada para a amostragem da área foi estabelecida para a obtenção dos dados de todos os parâmetros e possibilitar a análise integrada e espacialização dos resultados (Fidalgo et al; 2012).

Na área desapropriada foi delimitado um polígono de monitoramento que compreende a porção leste da área. A estratégia amostral para o monitoramento considerou possíveis fatores da paisagem capazes de influenciar a dinâmica de estabelecimento vegetal, seja reflorestamento ou pela regeneração natural. Primeiramente a paisagem foi dividida em planícies, identificadas como Quaternário, e compartimentos geopedológicos de encostas do Terciário e Proterozóico, em função dos materiais de origem. A segunda divisão foi o tipo de cobertura vegetal existente (Fragmentos florestais e pastagens) e por fim em escala menor, os terços das encostas.

Para amostragem, a encosta de cada morro foi dividida em faixas, que correspondem aos terços superior, médio e inferior. Em cada terço foram estabelecidos transectos. E em cada transecto coletado 5 a 6 pontos amostrais, de acordo com a metodologia aplicada.

Esta abordagem do monitoramento de considerar os compartimentos geopedológicos, a cobertura vegetal e os terços da encosta, justifica-se pelo conjunto de variáveis e processos associados a cada um destes fatores. Pressupõe-se que nos ambientes do Terciário e do Proterozóico, a interação entre o material de origem e os fatores de pedogênese, atuam de maneira diferenciada, dando origem a solos com características distintas (Vidal-Torrado e Lepsch, 1999). A cobertura vegetal predominante determina qual a quantidade e qualidade da matéria orgânica aportada, o que tem implicações sobre a dinâmica de decomposição e ciclagem de nutrientes, bem como sobre a fauna do solo (Santos et al, 2008). Em menor

escala, a posição na encosta pode ter efeito sobre a estrutura da vegetação e as propriedades do solo (Santos et al., 2009), o que pode influenciar na distribuição espacial da fauna de solo.

Pontos de monitoramento conjunto

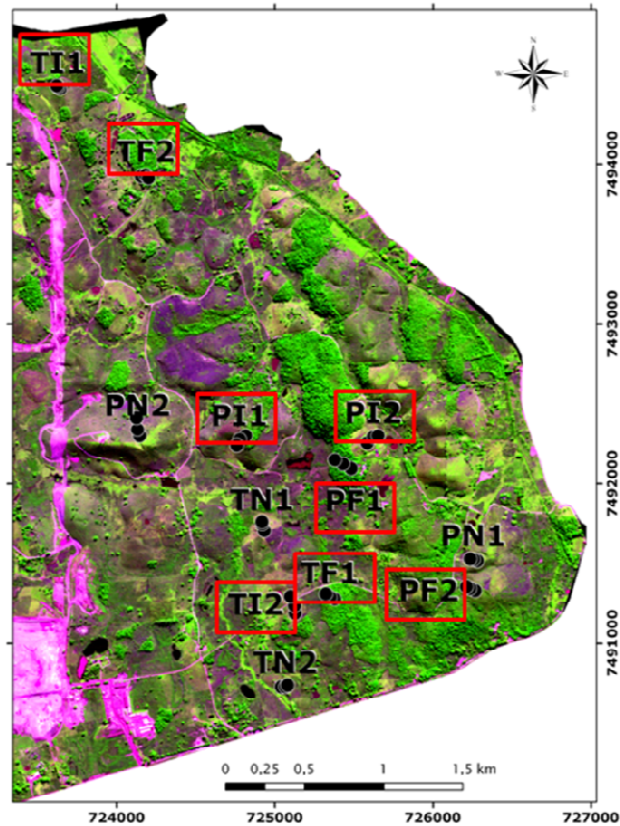


Figura 7. Localização dos pontos amostrais na paisagem estudada
Fonte: Fidalgo et al., 2012

3.3. Caracterização dos Solos na Área de Estudo

As classes de solos predominantes na área estudada são: Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Amarelos, Cambissolos Háplicos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Amarelos, a descrição das unidades de mapeamento é feita na Tabela 3. Algumas características físicas, físico-hídricas e químicas desses perfis estão apresentadas na Tabela 4. Porém serão apresentados dados apenas do horizonte A dos perfis, pois corresponde ao horizonte com maior influência sobre a fauna de solo. Estes dados foram gentilmente cedidos pelo pesquisador Dr. Gustavo Ribas Curcio, da Embrapa Florestas.

Tabela 3. Descrição das legendas e classes de solos encontradas nas áreas estudadas

Áreas	Compartimento geopedológico	Cobertura Vegetal	Posição na encosta	Classes de Solos
PF1S	Proterozóico	Floresta Secundária	Terço Superior	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico
PF1M	Proterozóico	Floresta Secundária	Terço Médio	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico
PF1I	Proterozóico	Floresta Secundária	Terço Inferior	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico
PF2S	Proterozóico	Floresta Secundária	Terço Superior	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
PF2M	Proterozóico	Floresta Secundária	Terço Médio	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico argissólico
PF2I	Proterozóico	Floresta Secundária	Terço Inferior	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
TF1S	Terciário	Floresta Secundária	Terço Superior	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico com plintita
TF1M	Terciário	Floresta Secundária	Terço Médio	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico
TF1I	Terciário	Floresta Secundária	Terço Inferior	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico
TF2S	Terciário	Floresta Secundária	Terço Superior	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico
TF2M	Terciário	Floresta Secundária	Terço Médio	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico
TF2I	Terciário	Floresta Secundária	Terço Inferior	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso
PI1S	Proterozóico	Pastagens	Terço Superior	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
PI1M	Proterozóico	Pastagens	Terço Médio	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
PI1I	Proterozóico	Pastagens	Terço Inferior	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
PI2S	Proterozóico	Pastagens	Terço Superior	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico argilúvico
PI2M	Proterozóico	Pastagens	Terço Médio	ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico
PI2I	Proterozóico	Pastagens	Terço Inferior	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico
TI1S	Terciário	Pastagens	Terço Superior	ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso Típico
TI1M	Terciário	Pastagens	Terço Médio	Não Classificado(NC)
TI1I	Terciário	Pastagens	Terço Inferior	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso Típico
TI2S	Terciário	Pastagens	Terço Superior	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico
TI2M	Terciário	Pastagens	Terço Médio	ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico
TI2I	Terciário	Pastagens	Terço Inferior	LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico

Tabela 4. Características físicas, físico-hídricas e químicas dos horizontes superficiais, obtidas a partir de amostras de perfis de solo, em cada um dos terços da encosta estudados*.

Áreas	NºPerfil	Horiz	Espessura (cm)	g.kg ⁻¹		Fragmentos Florestais					
				Areia	Argila	Densidade do solo (g.cm ⁻³)	Valor V%	pH (CaCl ₂)	Corg (g.Kg ⁻¹)	H ₂ O disponível cm ³ .cm ⁻³	Porosidade total
PF1S	15	A	0 – 23	424	450	1,12	6	3,4	9,6	0,048	0,563
PF1M	16	A	0 – 15	529	350	1,06	8	3,4	7,8	0,04	0,645
PF1I	17	A	0 – 21	461,5	400	1,1	8	3,5	4,2	0,037	0,591
PF2S	38	Ap	0 -15	533	300	1,25	9	3,5	14,3	0,046	0,509
PF2M	37	Ap	0 -10	493,5	400	1,4	9	3,8	15,3	0,061	0,448
PF2I	36	Ap	0 -13	568	325	1,16	19	4	18,2	0,083	0,553
TF1S	12	Ap	0 - 23	708	225	1,49	13	3,7	4,2	0,048	0,482
TF1M	13	Ap	0 - 16	652,5	300	1,53	10	3,7	9,6	0,044	0,447
TF1I	14	Ap	0 – 15	616	300	1,56	8	3,5	6	0,038	0,435
TF2S	26	Ap	0 – 23	559	350	1,2	7	3,4	16,5	0,065	0,504
TF2M	25	Ap	0 - 24	550	400	1,27	5	3,7	15,3	0,051	0,53
TF2I	24	Ap	0 - 15	425,5	550	1,17	5	3,6	13,3	0,035	0,584
Pastagens											
PI1S	4	Ap	0 – 21	582,5	325	1,5	15	3,9	16,2	0,306	0,5
PI1M	5	Ap	0 - 13	513	400	1,44	17	3,7	34,2	0,052	0,525
PI1I	6	A	0 – 18	362,5	600	1,42	10	3,7	19,2	0,034	0,487
PI2S	44	Ap	0 – 21	527,5	375	1,31	8	3,8	11,5	0,049	0,532
PI2M	43	Ap	0 – 26	489,5	350	1,33	5	3,7	12,4	0,068	0,557
PI2I	42	Ap	0 – 13	316,5	500	1,36	3	3,6	9,6	0,049	0,514
TI1S	52	Ap	0 – 18	691	200	1,28	14	3,9	20,2	0,045	0,54
TI1M	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
TI1I	54	Ap	0 -22	513,5	275	1,52	5	3,5	12,4	0,052	0,495
TI2S	32	Ap	0 – 16	546	325	1,38	7	3,5	18,2	0,028	0,499
TI2M	31	Ap	0 – 16	574	250,5	1,54	8	3,6	13,3	0,055	0,46
TI2I	30	Ap	0 – 23	598,5	300	1,57	7	3,5	10,5	0,062	0,443

NC= Não Classificado; *- Dados cedidos pelos pesquisadores: Gustavo Ribas Curcio, Renato Antonio Dedecek e João Bosco Vasconcellos Gomes.

3.4. Caracterização da Vegetação das Áreas de Estudo

No compartimento identificado como Proterozóico foram selecionadas quatro áreas, sendo elas: dois fragmentos florestais em diferentes estágios de regeneração: Proterozóico floresta 1 (PF1) e Proterozóico floresta 2 (PF2), e duas pastagens com *Brachiaria decumbens*, conforme descrito na Tabela 3. As duas áreas de floresta do compartimento Proterozóico são distintas, apresentando-se em estágios de regeneração diferenciados.

O fragmento PF1 apresenta o maior número de espécies, além de possuir número de indivíduos e diversidade relativamente elevados, apresentando estrutura mais complexa que os demais fragmentos estudados (Tabela 5, Figura 8).



Figura 8. Perspectiva externa do fragmento PF1

Fonte: Annete Bonnet

Segundo levantamento florístico realizado por Uhlmann et al (2012) a maioria dos indivíduos no fragmento PF1 pertence a uma espécie de palmeira de baixo porte (*Attalea humilis*), representando 45% dos indivíduos amostrados. Outras duas espécies (*Astrocaryum aculeatissimum* e *Cupania* sp 2) totalizam 28% dos indivíduos, o que significa que cerca de 70 % do fragmento é composto por indivíduos de três espécies, sendo esta uma característica comum em áreas alteradas.

As demais espécies encontradas apresentam valores inexpressivos de indivíduos, sendo algumas características de ambientes perturbados, tais como *Cydistax antisiphiliticae* e *Citharexylum solanaceum*, ou então espécies de sub-bosque (como *Siparuna guianensis* e *Guarea guidonea*), além de algumas de maior porte comumente associadas a ambientes mais evoluídos na sucessão florestal (tais como *Machaerium stipitatum* e *Nectandra oppositifolia*).

No fragmento PF2 a maior parte dos indivíduos encontrados pertence à espécie *Gochnatia polymorpha*, popularmente conhecida como Cambará, diferenciando-se do fragmento PF1, com uma estrutura mais simplificada, baixa diversidade e pequeno número de espécies. Trata-se de floresta de baixo porte, constituída por basicamente um único estrato, quase que exclusivamente dominado pelo cambará (Figura 9) (Uhlmann et al.,2012).

De todos os indivíduos amostrados quase 75% são representados por *Gochnatia polymorpha*, espécie com características típicas de pioneiras, ou seja, ampla dispersão de sementes e rápido crescimento, o que confere habilidade na ocupação de espaços vazios ou alterados (Oliveira, 1994).



Figura 9. Aspecto externo do fragmento PF2

Fonte. Alexandre Uhlmann

Além dos fragmentos florestais foram selecionadas duas pastagens no mesmo compartimento: Proterozóico pastagem 1 (PI1) e o Proterozóico pastagem 2 (PI2) com predomínio de *Brachiaria decumbens*, e que atualmente encontram-se sem uso econômico.

No compartimento do Terciário, também foram selecionadas quatro áreas, dois fragmentos florestais e duas pastagens. Os fragmentos amostrados no Terciário (TF1 e TF2) estão localizados em encostas mais suaves e que alcançam menor amplitude altimétrica e, talvez por isso, tenham sido mais intensivamente afetados pela ação antrópica. Ambos são fragmentos bastante empobrecidos, estrutural e floristicamente.

No fragmento TF1, a maioria dos indivíduos foi das espécies *Gochnatia polymorpha* e *Attalea humilis*. Trata-se de floresta baixa e aberta com predomínio de espécies pioneiras como o próprio cambará, além de *Piptadenia gonoacantha*, *Cybistax antisyphilitica* e *Cordia trichoclada* (Figura 10) (Uhlmann et al., 2012).

No entanto, apesar de, assim como no fragmento PF2, ter sido registrada elevada expressão numérica do cambará, este fragmento do compartimento Terciário possui número pouco maior de espécies, o que provavelmente está relacionado ao maior grau de evolução estrutural (Tabela 5).

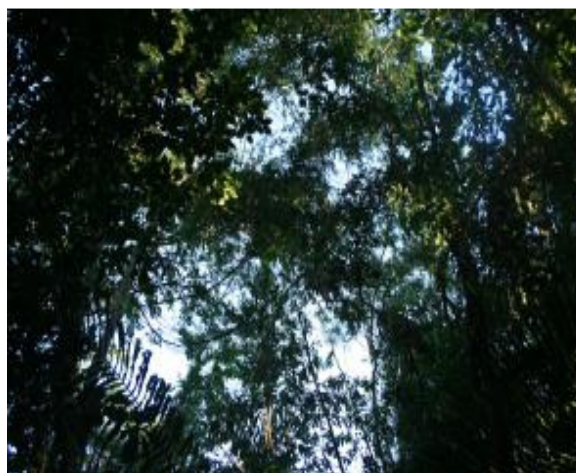


Figura 10. Aspecto interno do fragmento TF1(A); Grande quantidade de lianas e árvores de pequeno porte que constituem um dossel aberto (B)

Fonte: Alexandre Uhlmann

O último fragmento, TF2, está localizado na porção norte da paisagem estudada, também no compartimento Terciário. Nesta floresta, há notável desenvolvimento de lianas que se entrelaçam fortemente tornando difícil o desenvolvimento do dossel e sub-bosque. É um fragmento de pequenas dimensões, mas possui diversidade comparável àquela estabelecida no fragmento PF1, embora o número total de indivíduos amostrados seja menor (Tabela 5) (Uhlmann et al., 2012).

Apesar deste fragmento também apresentar sinais evidentes de forte intervenção antrópica e consequente degradação da floresta, não se verificou concentração de indivíduos em uma ou poucas espécies. A densidade de *Attalea humilis* é reduzida, bem como a de *Gochnatia polymorpha*. O número de espécies é relativamente elevado.

Assim como no compartimento Proterozóico, também foram amostradas duas pastagens no Terciário, a TI1 e TI2. Nesse caso, é frequente a *Brachiaria humidicola*, formando espesso tapete de biomassa aérea.

Tabela 5. Parâmetros gerais indicadores da estrutura das formações florestais

Local	Número de espécies	Diversidade	Nº de indivíduos amostrados
PF1	28	2,39	148
PF2	15	1,11	98
TF1	16	1,63	95
TF2	37	3,17	110

Fonte: Adaptado de Uhlmann et al.; 2012

3.5. Avaliação das Comunidades de Fauna do Solo

Para a amostragem de fauna foram utilizadas duas metodologias, para fauna epígea e a macrofauna do solo. A fauna epígea é composta principalmente por artrópodes da meso e macrofauna, associados ao ambiente da serrapilheira, sendo mais fortemente influenciada pela cobertura do solo (Warren & Zou, 2002; Barros et al., 2003). A macrofauna, por sua vez, é dependente também das características do solo, tais como teor de matéria orgânica e a textura do solo (Silva et al, 2008).

3.5.1. Amostragem da fauna epígea

Em cada transecto foram instaladas seis armadilhas *pitfall*, também conhecidas como armadilhas de queda, que consistem em recipientes plásticos com 9 cm de diâmetro e 11 cm de altura, contendo líquido preservativo (formalina a 4%), que foram enterrados no solo com a borda no nível da superfície (Moldenke, 1994) (Figura 11). As armadilhas foram instaladas com distância de cinco metros entre si, permanecendo no campo por sete dias, em junho de 2010. Posteriormente, as amostras foram levadas ao laboratório, lavadas com água corrente e acondicionadas em frascos com álcool 70% para sua conservação.

Essa metodologia teve como objetivo capturar invertebrados da macro e mesofauna edáfica que colonizam a interface serapilheira-solo, segundo Correia & Oliveira (2000).



Figura 11. Armadilha pitfall instalada no campo

Fonte: Maria Elizabeth F. Correia

3.5.2. Amostragem da macrofauna do solo

Para a macrofauna seguiu-se o mesmo padrão de amostragem, coletando cinco amostras por terço, segundo a metodologia proposta pelo programa Tropical Soil Biological and Fertility (TSBF) descrita por Anderson & Ingram (1993); onde através de um gabarito quadrado de 0,25 m x 0,25 m, os blocos de solo foram retirados na profundidade de 0 – 10 cm e da serrapilheira, conforme ilustrado na Figura 12. A coleta foi feita em maio de 2010.



Figura 12. Metodologia de amostragem da macrofauna do solo (TSBF)

Fonte: Maria Elizabeth F. Correia

Cada amostra foi colocada em uma bandeja e feita a separação manual dos invertebrados, que foram acondicionados em frascos com álcool 70% para conservação a longo prazo. Esta coleta teve como objetivo avaliar a densidade e diversidade de invertebrados do solo, com diâmetro do corpo superior a 2 mm, visíveis a olho nu, presentes na serrapilheira e no solo até 10 cm (Swift et al., 1979).

Posteriormente em laboratório, para os dois métodos de amostragem, os organismos foram identificados em nível de grandes grupos taxonômicos, em geral ordens e classes, de acordo com as descrições fornecidas por Dindal (1990).

Na identificação dos organismos foram feitas distinções entre os estágios de larvas, pupas e adultos, no caso dos indivíduos holometábolos. Os indivíduos pertencentes à ordem Hymenoptera foram separados em duas categorias: família Formicidae e demais Hymenoptera. A ordem Orthoptera foi separada em Blattodea e outros Orthoptera. Foram realizadas distinções entre os indivíduos em estágio de larvas e adultos nas ordens Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Neuroptera, e no caso de pupa para o grupo Lepidoptera. Foram também separadas as diferentes formas vitais dentro dos grupos, já que apresentarem diferenças quanto ao habitat que colonizam ou ao regime alimentar, e conseqüentemente as funções que desempenham nos processos do solo (Correia, 1994).

3.6. Análise dos Dados

3.6.1 Estimativa de abundância e índices ecológicos

Os métodos de armadilhas *pitfall* e de monólitos de solo permitem estimar a abundância e diversidade da fauna de solo, na interface serrapilheira-solo e no solo propriamente dito. No entanto, as peculiaridades de cada método levam a estimativas ligeiramente diferentes.

No caso das armadilhas, os invertebrados são capturados em função da sua mobilidade, resultando em que animais mais ativos são mais intensamente amostrados do que os menos ativos. Além disso, não é possível estimar uma relação entre a quantidade de organismos e uma unidade de espaço. Outro fator importante para a intensidade e diversidade da captura é o tempo de permanência das armadilhas no campo, pois quanto maior o tempo, maior a chance de capturar espécies de menor mobilidade. Dessa forma, a estimativa de abundância dos grupos da fauna epígea é feita em número de indivíduos capturados por armadilha por dia (Ind. arm. dia⁻¹). O cálculo desta estimativa consiste na divisão do valor médio de indivíduos capturados, pelo número de dias que a armadilha permaneceu no campo, que neste estudo foi de sete dias (Aquino et al., 2005).

Na amostragem da macrofauna do solo, a partir de monólitos, o que se amostra na verdade é o solo, do qual são retirados os espécimes da fauna. Neste caso, a unidade de espaço é bem definida, e muito embora seja amostrado um volume de solo (0,25 x 0,25 x 0,30 cm), estima-se a fauna do solo pela área da amostra. Desta forma, obtêm-se a densidade dos grupos da fauna de solo em número de indivíduos por m². Para o cálculo da densidade, multiplica-se o valor médio de indivíduos amostrados por 16, que é o fator de conversão entre a área amostrada (1/16 m²) e o metro quadrado.

Os estimadores de diversidade usados no estudo foram: a riqueza total, a riqueza média, o índice de diversidade de Shannon e o índice de equabilidade de Pielou. Optou-se por considerar a riqueza total como o número de diferentes grupos taxonômicos em cada área de estudo. A riqueza média, por sua vez, foi tomada pelo número médio de diferentes grupos taxonômicos por amostra.

3.6.2. Análises univariadas

As variáveis consideradas nessa análise estatística foram os grupos da fauna de solo, o total de indivíduos em cada área e a riqueza média, ou seja, o número médio de grupos da fauna, tanto para fauna epígea, quanto para a macrofauna do solo.

Para cada variável, procedeu-se a verificação da homogeneidade da variância (teste de Cochran) e da normalidade dos erros (teste de Lilliefors) dos dados obtidos, com auxílio do programa estatístico Sistema para Análises Estatísticas (SAEG 8.1), da Fundação Arthur Bernardes, da Universidade Federal de Viçosa (Ribeiro Júnior, 2001). Após foi aplicada a análise de variância assumindo-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, onde as áreas foram consideradas parcelas e os terços da encosta subparcelas. Após detectar diferenças estatísticas significativas aplicou-se o teste de t de Bonferroni, ao nível de 5 % de probabilidade para comparar entre as áreas e entre os terços, por meio do programa estatístico SISVAR 4.6, da Universidade Federal de Lavras (Ferreira, 2003).

3.6.3. Análises multivariadas

Enquanto que nas análises univariadas, observam-se os padrões de variação de cada grupo da fauna isoladamente, a análise do padrão de variação conjunto da comunidade só é possível através de análises multivariadas (Begon et al., 2006). Para tal, foi aplicada a técnica multivariada de componentes principais, que permitiu diferenciar as áreas com base nos padrões das comunidades da fauna e também verificar qual o grau de influência dos aspectos da paisagem.

Para a análise de componentes principais e os diagramas de ordenação foi usado o pacote estatístico Canoco 4.5 (Ter Braak e Smilauer, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fauna Epígea

4.1.1 Abundância total, riquezas (média e total) e índices ecológicos nos fragmentos florestais

A abundância total (n° ind.arm.dia⁻¹) da fauna epígea nos fragmentos florestais variou entre 13,4 a 25 ind.arm.dia⁻¹, com a maior média observada no TF1 e a menor no PF2. Já na comparação entre os terços a abundância variou de 16,2 a 20 ind.arm.dia⁻¹, sendo as maiores médias no terço médio e as menores no terço superior. Não foi observada diferença significativa entre os fragmentos, os terços e a interação fragmento x terço, embora exista uma tendência de maior valor no TF1 em relação aos demais fragmentos e no terço médio em relação aos demais terços (Tabela 6).

Em relação à riqueza média, também não houve diferença entre as áreas e entre os terços em geral; embora para algumas situações, a interação fragmento x terço tenha apresentado diferenças significativas. O terço médio do fragmento PF2, quando comparado ao mesmo terço dos demais fragmentos, apresentou uma riqueza média menor; pois em uma de suas repetições não foram encontrados organismos, diminuindo o valor médio de grupos por ponto amostral (Tabela 6).

Tabela 6. Abundância total e riqueza da fauna epígea nos fragmentos florestais dos diferentes compartimentos geopedológicos.

Abundância Total (ind.arm.dia ⁻¹)				
Terços				
Fragmentos Florestais	Superior	Médio	Inferior	Média
PF1	15,2 Aa	23,2 Aa	12,2 Aa	16,8 A
PF2	14,7 Aa	12,8 Aa	12,7 Aa	13,4 A
TF1	18,8 Aa	27,3 Aa	28,8 Aa	25,0A
TF2	16,0 Aa	16,7 Aa	19,0 Aa	17,2 A
Média	16,2 a	20,0 a	18,1 a	
Riqueza Média				
Terços				
Fragmentos Florestais	Superior	Médio	Inferior	Média
PF1	13,17 Aa	13,33 Aa	11 Aa	12,5 A
PF2	12,17 Aa	8,67 Ba	10,33 Aa	10,39 A
TF1	11,83 Aa	12,33 ABa	11,33 Aa	11,83 A
TF2	10,83 Aa	10,5 ABa	11,83 Aa	11,06 A
Média	12 a	11,21 a	11,12 a	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam as áreas dentro de cada terço e minúsculas comparam os terços em cada área.

Para a riqueza total, TF1 e PF1 apresentaram os maiores valores, com 26 grupos taxonômicos (sendo 24 grupos de organismos adultos e 2 de larvas em TF1 e 23 grupos de indivíduos adultos e 3 de larvas em PF1), seguidos pelos fragmentos TF2 e PF2 com 25 grupos taxonômicos (sendo 22 grupos adultos e

3 grupos de larvas) e 24 grupos taxonômicos (22 grupos adultos e 2 grupos de larvas) (Tabela 7).

Tabela 7. Índices ecológicos da fauna epígea nos diferentes fragmentos florestais

Fragmentos Florestais	Riqueza Total	Índice de Shannon	Índice de Pielou
PF1	26 [♦]	2,72	0,57
PF2	24	2,41	0,53
TF1	26	2,25	0,47
TF2	25	2,25	0,49

[♦]Esses valores indicam o número de grupos encontrados nas áreas (somatório das 18 repetições).

Quando se observam os valores dos índices ecológicos, nota-se que o TF1, apesar de possuir a mesma riqueza total de PF1, apresentou menores índices de Shannon e Pielou, isso está relacionado à dominância do grupo Entomobryomorpha, influenciando na abundância total. Cabe ressaltar que foram encontrados grupos com frequência de ocorrência relativamente baixa nessas áreas, como é o caso dos grupos: Gastropoda, Neuroptera, e larvas de Neuroptera. Em contrapartida os maiores índices de Shannon e Pielou foram identificados em PF1, o que coincide com a menor abundância do grupo Entomobryomorpha, e a melhor distribuição e representatividade dos demais grupos taxonômicos (Tabela 7).

O fragmento TF1 (3 hectares), apresenta diversidade relativamente baixa em espécies vegetais, com 17 espécies arbóreas. Enquanto o fragmento PF1 (21 ha) apresenta 31 espécies arbóreas, que, conseqüentemente, oferecem variedade de recursos alimentares e microhabitats favoráveis para esses grupos funcionais. Diversos autores, como Baretta et al. (2003) e Brown et al. (2004) apontam que quanto mais diversa for a cobertura vegetal maior será a quantidade e a qualidade da serrapilheira, favorecendo a diversidade da fauna do solo.

Em relação aos outros fragmentos, o PF2 (10 hectares) apresenta menor diversidade vegetal, com apenas 14 espécies arbóreas, sendo que 75 % dos indivíduos amostrados pertencem à espécie *Gochnatia polymorpha* (Cambará). Isso mostra que esse fragmento fornece, principalmente, um único substrato alimentar, propiciando assim a colonização de determinados grupos em detrimento de outros (Baretta et al., 2003).

Por fim, em TF2, um fragmento pequeno e com apenas 7 hectares, observa-se menor densidade de indivíduos vegetais em relação ao PF1; porém é o fragmento mais diverso da área, com 34 espécies vegetais. Apesar de mais diverso, a ocorrência de grupos foi menor que em PF1. Este resultado pode estar relacionado com o tamanho e a densidade de indivíduos vegetais do fragmento, que por serem menores possuem menor variedade de habitats, podendo levar à competição por recursos alimentares, influenciando na menor taxa de colonização dos grupos da fauna.

Estas diferenças indicam que tanto a diversidade quanto a estrutura da vegetação e o tamanho do fragmento florestal são importantes para a diversidade e estrutura das comunidades de fauna epígea. As interações dos organismos acima do solo, assim como na interface serrapilheira-solo, ocorrem em diferentes escalas temporais, com grande variedade de mecanismos de retroalimentação, positivos e negativos, operando entre as plantas e a biota do solo, e que influenciam fortemente a ciclagem de nutrientes e a sucessão vegetal (Bardgett et al., 2005).

Os grupos da fauna de maior destaque nos fragmentos foram: Acari, Araneae, Coleoptera, Diptera, Entomobryomorpha, Formicidae, Isopoda, Orthoptera, Poduromorpha e Symphypleona. Esses grupos representam em torno de 95% do total dos organismos encontrados. Os 5% restantes foram formados por 23 grupos menos abundantes (Tabela 8).

Tabela 8. Abundância de cada grupo taxonômico coletado por fragmento florestal

Grupos	ind.arm.dia ⁻¹	ind.arm.dia ⁻¹	ind.arm.dia ⁻¹	ind.arm.dia ⁻¹
	PF1	PF2	TF1	TF2
Acari	0,60	0,48	0,87	0,62
Araneae	0,34	0,42	0,34	0,25
Arc'haeognatha	0,01	0,02	0,06	0,09
Auchenorrhyncha	0,08	0,12	0,16	0,10
Blattodea	0,04	0,06	0,02	0,00
Chilopoda	0,03	0,01	0,01	0,00
Coleoptera	0,53	0,13	0,46	0,68
Diplopoda	0,01	0,02	0,02	0,01
Diptera	0,31	0,29	0,26	0,40
Entomobryomorpha	5,38	7,64	14,52	10,93
Formicidae	1,71	1,35	1,67	1,23
Gastropoda	0,00	0,00	0,01	0,00
Heteroptera	0,00	0,06	0,02	0,00
Hymenoptera	0,11	0,12	0,00	0,15
Isopoda	0,17	0,25	0,17	0,10
Isoptera	0,00	0,06	0,03	0,02
Larvas Coleoptera	0,07	0,01	0,00	0,06
Larvas Diptera	0,17	0,10	0,06	0,02
Larvas Lepidoptera	0,02	0,00	0,00	0,04
Larvas Neuroptera	0,00	0,00	0,01	0,00
Lepidoptera	0,00	0,01	0,00	0,00
Neuroptera	0,00	0,00	0,01	0,00
Opilionida	0,02	0,01	0,01	0,01
Orthoptera	0,21	0,14	1,02	0,63
Poduromorpha	5,71	1,40	3,40	0,94
Pseudoscorpionida	0,02	0,00	0,02	0,08
Psocoptera	0,02	0,00	0,02	0,05
Pupa Lepidoptera	0,00	0,00	0,00	0,01
Sternorrhyncha	0,14	0,11	0,10	0,09
Symphyla	0,02	0,00	0,00	0,00
Symphypleona	1,09	0,44	1,66	0,52
Thysanoptera	0,02	0,05	0,06	0,18
Thysanura	0,04	0,00	0,00	0,01
Total	16,87	13,30	24,98	17,20

A proporção de ocorrência dos principais grupos taxonômicos variou em função do fragmento, conforme mostra a **Figura 13**. No fragmento PF1 foi de: Poduromorpha (34%), Entomobryomorpha (32%), Formicidae (10%), Symphypleona (6,4%), Acari (3,5%), Coleoptera (3,1%), Araneae (2,0%), Diptera (1,8%), Orthoptera (1,2%), Isopoda (1%) e outros grupos (5%).

Para o fragmento PF2 foi de: Entomobryomorpha (58%), Poduromorpha (11%), Formicidae (10%), Acari (4%), Symphypleona (4%), Araneae (3%), Diptera (2%), Isopoda (2%), Orthoptera (1%) e outros grupos (5%).

No fragmento TF1 foi de: Entomobryomorpha (58%), Poduromorpha (14%), Formicidae (6,7%), Symphypleona (6,6%), Orthoptera (4%), Acari (3,5%), Coleoptera (2%), Araneae (1,4%), Diptera (1%) Isopoda (0,8%) e outros grupos (2%).

E por fim o fragmento TF2 com as seguintes composições: Entomobryomorpha (63,5%), Formicidae (7%), Poduromorpha (5,5%), Coleoptera (4%), Orthoptera (3,7%), Acari (3,6%), Symphypleona (3%), Diptera (2,3%), Araneae (1,4%), Isopoda (0,5%) e outros grupos (5,5%).

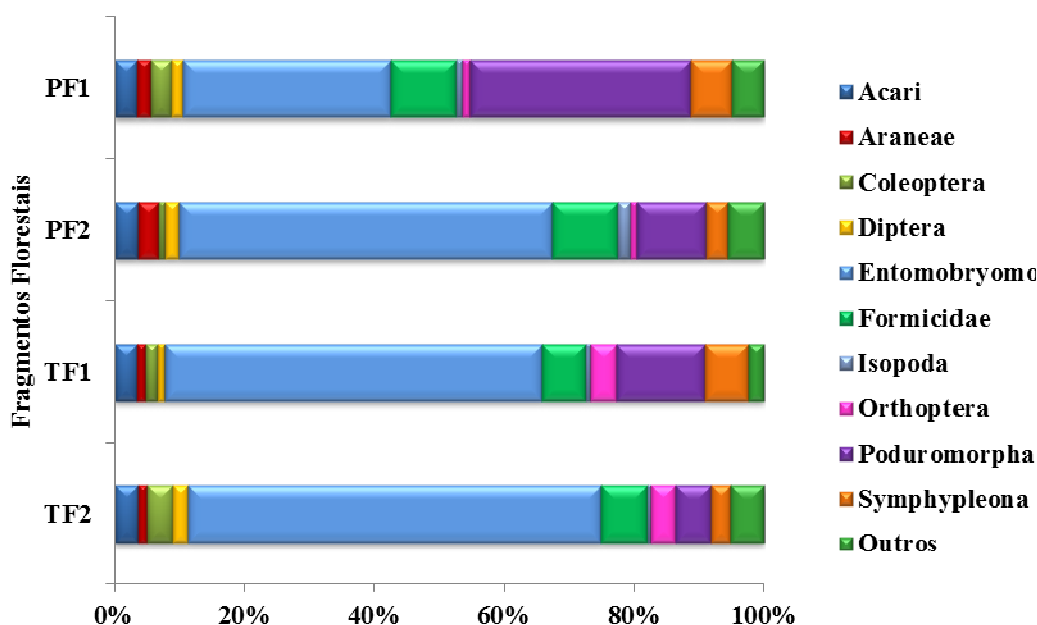


Figura 13. Composição relativa dos principais grupos da fauna epigea nos fragmentos florestais.

Em termos de funcionalidade dos grupos, nos quatro fragmentos houve variação entre os indivíduos encontrados. Embora, tenham sido encontrados saprófagos, predadores, micrófagos, fitófagos e engenheiros do ecossistema em todos os fragmentos (Tabela 9).

Tabela 9. Diferentes grupos funcionais encontrados nos fragmentos florestais

Engenheiros do Ecossistema	Predadores	Saprófagos	Micrófagos	Fitófagos	Outros
Formicidae	Araneae	Archaeognata	Entomobryomorpha	Auchenorrhyncha	Acari
Isoptera	Chilopoda	Blattodea	Poduromorpha	Heteroptera	C. minhoca
Oligochaeta	L. de Neuroptera	Diplopoda	Symphypleona	L. Lepidoptera	Coleoptera
	Neuroptera	Gastropoda		Lepidoptera	Diptera
	Opilionida	Isopoda		Orthoptera	Hymenoptera
	Pseudoscorpionida	L. de Diptera		Sternorrhyncha	L. Coleoptera
		Psocoptera		Thysanoptera	P.Lepidoptera
		Symphylla			
		Thysanura			

Os micrófagos, representados pelos colêmbolos (Entomobryomorpha, Poduromorpha e Symphypleona), são o grupo funcional mais abundante, representando em torno de 71 a 78% do total de indivíduos encontrados nos fragmentos. Os demais grupos ocorreram em menor frequência como: os engenheiros do ecossistema, em grande maioria o grupo Formicidae (variando de 6,8 a 10,6%); os predadores em sua maioria pelo grupo Araneae (em média 1,59% a 3,3%); os saprófagos, basicamente Isopoda (variando de 1,4 a 3,5%); os fitófagos sendo o Orthoptera o grupo mais representativo (variando de 2,8 a 6%); e os outros grupos representando de 7,7 a 11,2% do total de indivíduos coletados (**Figura 14**).

A captura de grandes quantidades de colêmbolos é relativamente comum quando se usa o método de armadilhas *pitfall*. No entanto, essa dominância pode ser acentuada em ambientes em regeneração ou em que há adição considerável de material orgânico ao solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Moraes (2005), Martins (2009) e Moreira (2010).

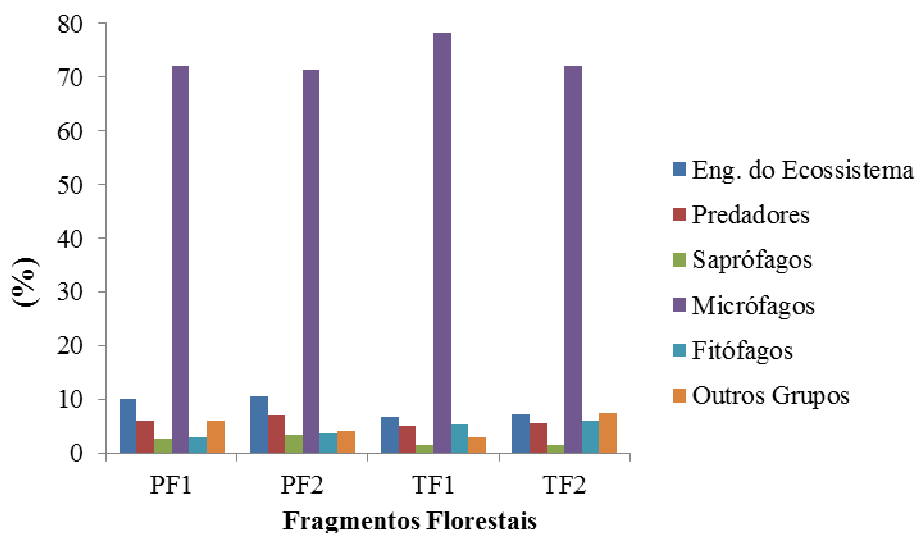


Figura 14. Percentual de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais.

4.1.2 Variações na abundância dos grupos taxonômicos

Foram realizadas análises estatísticas para contrastar a abundância individual dos grupos taxonômicos. Porém somente os grupos Araneae, Entomobryomorpha, Poduromorpha, Symphypleona, Orthoptera e Coleoptera apresentaram diferenças significativas.

O grupo Araneae não apresentou diferenças nas médias entre os fragmentos e entre os terços, porém quando se avalia a interação fragmento x terço, observa-se diferença entre os fragmentos nos seus terços superiores; no qual o fragmento PF2 foi semelhante ao PF1, superando TF1 e TF2. Comparando os terços dentro dos fragmentos, observa-se que no PF2 o terço superior superou o médio e o inferior, apresentando maior abundância de aranhas (Tabela 10). A presença desses predadores pode estar relacionada à estrutura da vegetação que influencia na composição da serrapilheira e a disponibilidade de recursos alimentares (Ziesche e Roth, 2008). A serrapilheira pode influenciar na abundância de aranhas por aumentar a disponibilidade de presas, diminuir flutuações microclimáticas, manter umidade

e disponibilizar abrigo para refúgio contra predação (Uetz, 1975). Apesar do fragmento PF2, apresentar alto nível de perturbação e baixa diversidade, neste ocorreu, assim como em PF1 a colonização preferencial por esse grupo de predadores, mostrando que os organismos edáficos não estão dependentes somente da estrutura vegetal acima do solo e sim da composição e altura de sua serrapilheira como fonte alimentar e abrigo.

Também foi encontrada, assim como nos demais, grande quantidade de presas, sendo as mais abundantes os colêmbolos; que segundo Wise (2004) constituem uma fonte alimentar potencial para as aranhas. Em pesquisa de Barros et al. (2003), os predadores apareceram em baixa abundância em um sistema agroflorestal com poucos indivíduos de ácaros e colêmbolos. No presente estudo, a alta abundância da classe Collembola pode ter favorecido o surgimento de predadores.

Esses fatores indicam que esse fragmento possa estar em fase inicial de estabelecimento de cadeia trófica um pouco mais complexa, que pode levar a habitat mais estável no futuro. Outro fator que pode ter ocasionado maior abundância nesses fragmentos é a alta concentração de organismos jovens no momento da amostragem.

Como a identificação dos indivíduos foi feita em nível de grandes grupos, não se sabe quais as espécies de aranhas. Porém, segundo Wise (1993) e Foelix (1996) a maioria das espécies de aranhas é sensível a diversos fatores abióticos, como umidade, temperatura, ventos e luminosidade. Peres (2001) verificou que uma determinada espécie de aranha (*Priscula sp.*) tem preferência por áreas de mata, mas também a encontrou em áreas de clareira onde as condições são de baixa umidade, elevadas temperaturas e intensa luminosidade.

A classe Collembola foi caracterizada nas ordens: Entomobryomorpha, Poduromorpha e Symphypleona. Entomobryomorpha e Symphypleona apresentaram diferenças significativas entre os fragmentos. Em relação ao Entomobryomorpha observa-se que os fragmentos PF2, TF1 e TF2 superaram o PF1. No caso do Symphypleona, os fragmentos PF1 e TF1 apresentaram maiores abundâncias.

A ordem Entomobryomorpha apresentou dominância em relação às outras ordens de Collembola e aos demais grupos funcionais. Os colêmbolos não toleram o excesso de água, porém os grupos que vivem nas camadas internas do solo são mais influenciados pelo alagamento (Eisenbeis e Wichard, 1987), como no caso do Poduromorpha. Já os grupos que vivem na superfície, como o Entomobryomorpha, não estão tão sujeitos a este efeito. Tal comportamento pode explicar a maior abundância destes grupos, já que a coleta foi realizada na época seca. No PF1, ocorreu melhor distribuição dos indivíduos entre os grupos, expressando menor dominância desse grupo em relação aos demais, com isso sua abundância em relação aos demais fragmentos foi menor.

Já na interação fragmento x terço, todas as ordens apresentaram diferenças significativas. Comparando os fragmentos entre si, houve diferença nos terços médios e inferiores (Tabela 10).

Entomobryomorpha e Poduromorpha apresentaram diferenças nos terços médios. Os fragmentos TF1 e TF2 tiveram maior abundância em relação aos terços médios dos fragmentos PF1 e PF2 para a ordem Entomobryomorpha; enquanto Poduromorpha apresentou a maior abundância no PF1 em relação aos demais fragmentos. Nos terços inferiores PF1 apresentou menor abundância de Entomobryomorpha e TF1 apresentou maior abundância de Symphypleona. Comparando os terços nos fragmentos, observam-se diferenças somente no fragmento TF1 para Entomobryomorpha e Symphypleona no qual, a menor

abundância de tais ordens foi estimada para o terço superior. Para Poduromorpha houve diferenças no PF1, onde o terço médio, por sua vez, apresentou maior abundância (Tabela 10).

Além de numericamente dominantes, os Colembolla são adaptados a praticamente todos os habitats terrestres, vivendo preferencialmente em ambientes úmidos (Deharveng et al., 2008). Eles têm preferência por serrapilheira, pela diversidade de fungos dos quais se alimentam (Maraun, 2003). Nesse estudo não foi diferente, estes invertebrados apresentaram preferências pelos terços médios e inferiores, possivelmente pelo maior estoque de serrapilheira e condições hídricas favoráveis ao seu desenvolvimento.

Estes animais são muito importantes para o ecossistema, pois são a base alimentar de uma grande variedade de outros organismos, além de regularem a comunidade microbiana, pois se alimentam de fungos, assim favorecendo a diversidade do ecossistema. Sendo assim, as alterações na sua população refletem-se diretamente sobre os demais níveis tróficos da cadeia alimentar (Rovedder et al., 2001).

O grupo Orthoptera apresentou diferenças somente na interação fragmento x terço, no fragmento TF1; onde o terço inferior apresentou menor abundância em relação aos terços superior e médio do mesmo fragmento (Tabela 10). Esses resultados discordam de Barbosa et al. (2005), que estudando a atividade de herbívoros em fragmento de Mata Atlântica encontrou maior abundância desse grupo em áreas de borda e interior do fragmento.

Essa variação é possível, pois nesse grupo existem espécies que colonizam ambientes abertos, necessitando da energia solar para elevar a temperatura de seu corpo, e outras que vivem em ambientes fechados, tais como as que colonizam a serrapilheira no interior das florestas, com maior umidade e menores temperatura e luminosidade (Silveira Neto, 1976). Sendo assim, as diferentes espécies de Orthoptera apresentam preferências específicas por determinados ambientes, em decorrência de suas exigências fisiológicas (Guido, 2001).

Grilos são insetos comumente encontrados em florestas tropicais e podem responder muito rapidamente a perturbações físicas em seu hábitat (Sperber et al. 2007) e a impactos ambientais em escala local (Hoffmann et al. 2002).

O grupo Coleoptera também apresentou diferenças entre os fragmentos, sendo PF2 o de menor abundância. Por esse fragmento apresentar menor tamanho, diversidade vegetal e estar em estágio inicial de sucessão, pode ter influenciado na menor taxa de colonização desse grupo. Reis (2006) encontrou maior atividade deste grupo em área de floresta primária e em reflorestamentos mais antigos, ou seja, áreas melhor estruturadas, indicando a importância deste grupo como indicador do estabelecimento de sistemas florestais.

Houve diferenças entre os terços, sendo o terço superior o de maior abundância. Em relação à interação fragmento x terço, para os fragmentos só houve diferença no terço superior, onde PF2 apresentou a menor abundância. Entretanto quando se observa a distribuição desses organismos entre os terços dos fragmentos, somente o fragmento TF2 apresentou diferença, sendo o terço superior o de maior abundância (Tabela 10). Esses invertebrados preferem ambientes bem drenados, embora possam viver em condições adversas (Ekschmitt et al., 1997), justificando assim a maior abundância nos terços superiores, com maior teor de umidade.

Tabela 10. Distribuição da abundância total por grupo da fauna epígea, expressa em número de indivíduos. armadilha.dia⁻¹ encontrados nos fragmentos florestais

Terços				
Fragmentos Florestais	Superior	Médio	Inferior	Média
Araneae				
PF1	0,43 ABa	0,36 Aa	0,24 Aa	0,34 A
PF2	0,69 Aa	0,31 Ab	0,26 Ab	0,42 A
TF1	0,29 Ba	0,45 Aa	0,29 Aa	0,34 A
TF2	0,24 Ba	0,29 Aa	0,21 Aa	0,25 A
Média	0,41 a	0,35 a	0,25 a	
Entomobryomorpha				
PF1	7,02 Aa	5,64 Ba	3,48 Ba	5,38 B
PF2	8,50 Aa	7,69 Ba	6,74 ABa	7,64 AB
TF1	6,76 Ab	19,95 Aa	16,86 Aab	14,52 A
TF2	9,14 Aa	10,45 ABa	13,19 ABa	10,93 AB
Média	7,85 a	10,93 a	10,07 a	
Poduomorpha				
PF1	1,93 Ab	12,26 Aa	2,93 Ab	5,71 A
PF2	1,74 Aa	1,19 Ba	1,29 Aa	1,40 A
TF1	4,07 Aa	1,31 Ba	4,83 Aa	3,40 A
TF2	0,62 Aa	1,31 Ba	0,90 Aa	0,94 A
Média	2,09 a	4,01 a	2,49 a	
Symphyleona				
PF1	1,12 Aa	1,12 Aa	1,02 Ba	1,09 AB
PF2	0,50 Aa	0,26 Aa	0,57 Ba	0,44 B
TF1	0,79 Ab	1,62 Aab	2,57 Aa	1,66 A
TF2	0,50 Aa	0,86 Aa	0,21 Ba	0,52 B
Média	0,73 a	0,96 a	1,09 a	
Orthoptera				
PF1	0,14 Aa	0,26 Aa	0,21 Aa	0,20 A
PF2	0,07 Aa	0,02 Aa	0,33 Aa	0,14 A
TF1	2,79 Aa	0,21 Aab	0,07 Ab	1,02 A
TF2	0,57 Aa	0,60 Aa	0,74 Aa	0,63 A
Média	0,89 a	0,27 a	0,34 a	
Coleoptera				
PF1	0,79 ABa	0,52 Aa	0,29 Aa	0,53 A
PF2	0,12 Ba	0,10 Aa	0,17 Aa	0,13 B
TF1	0,60 ABa	0,40 Aa	0,38 Aa	0,46 AB
TF2	1,24 Aa	0,38 Ab	0,43 Ab	0,68 A
Média	0,68 a	0,35 b	0,32 b	

Letras maiúsculas comparam as áreas dentro de cada terço e minúsculas comparam os terços em cada área

Segundo Coleman e Crossley (1996) os Coleópteros apresentam variações quanto à forma, tamanho, distribuição e podem exercer diferentes funções, podendo ser predadores, fitófagos ou saprófagos. Porém muitas famílias desta ordem de insetos estão associadas ao processo de decomposição, exercendo a função de predadores da fauna detritívora. Por isso normalmente são registrados em grandes proporções em áreas florestais.

Em virtude disto, é importante monitorar a fauna de besouros, pois esta pode ser uma ferramenta útil para avaliar não só a qualidade como o próprio funcionamento do ecossistema (Aguiar-Menezes e Aquino, 2005). Porém, diante do vasto número de espécies de Coleópteros conhecidos, sendo inclusive o grupo de animais com maior quantidade de espécies descritas, seria recomendável realizar estudos detalhados, para entender o seu comportamento nas áreas analisadas.

4.1.3. Abundância total, riquezas (média e total) e índices ecológicos nas pastagens

A abundância total da fauna epígea variou de 16,1 a 18,4 ind.arm.dia⁻¹ entre as diferentes pastagens, em PI2 e TII, respectivamente. Entre os terços a abundância variou de 16,7 a 18,3 ind.arm.dia⁻¹, nos terços inferior e médio, respectivamente; porém, não apresentando diferenças significativas entre pastagens e entre seus terços. Em relação a interação pastagem x terço foram observadas diferenças significativas tanto na comparação entre áreas em cada terço e entre os diferentes terços dentro das áreas. Comparando o terço superior nas diferentes áreas, observa-se que TII apresentou maior abundância em relação ao terço superior das outras pastagens. Os terços médio e inferior de todas as pastagens não apresentaram diferenças (Tabela 11).

A pastagem TII é constituída por extenso tapete da gramínea *Brachiaria humidicola*, formando vasta camada de biomassa viva, além de grande quantidade de raízes mortas, fornecendo alimento e abrigo e condições microclimáticas adequadas para a maioria dos invertebrados do solo. Segundo Barros (2002), a cobertura vegetal exerce forte influência sobre os organismos do solo, influenciando os diferentes grupos taxonômicos que irão colonizar determinado ambiente. Observando a Tabela 4 nota-se pequeno incremento de carbono orgânico no terço superior de TII, o que pode ter influenciado na maior atividade dos grupos da fauna.

Silva et al. (2008) afirmam que as gramíneas apresentam sistema radicular extenso e em constante renovação, o que melhora a estrutura do solo e promove a deposição de grande quantidade de resíduos orgânicos, os quais, mantidos na superfície, protegem o solo contra as intempéries.

Na comparação entre os três terços dentro de cada área, somente a pastagem TI2 não apresentou diferenças. Nas pastagens PI1 e PI2 o terço superior apresentou menores abundâncias. Isso pode estar relacionado pelo fato de os terços médios e inferiores dessas áreas apresentarem incremento nas quantidades de argila, carbono orgânico e água disponível (Tabela 4). Em contrapartida TII apresentou maior abundância em seu terço superior, e como já foi dito, houve pequeno incremento de carbono orgânico nesse terço (Tabela 4), o que pode ter levado a maior abundância (Tabela 11). Segundo Decaens et al., (1998) as condições do solo, como o pH, conteúdo de nutrientes e matéria orgânica, e a estrutura da vegetação determinam a diversidade de microhabitats e as condições de vida dos invertebrados também influenciam esses organismos.

Observando a riqueza média nota-se que as pastagens apresentaram diferenças entre si, sendo a pastagem PI2 a de menor quantidade de grupos por amostra. Na comparação entre terços não houve diferença. Na interação pastagem x terço, observam-se diferenças entre as pastagens e entre seus terços. A pastagem PI2 apresentou menor riqueza média em todos os terços. Quando se observam os terços

dentro de cada pastagem, somente a PI2 foi diferente, sendo o terço médio o de menor número de grupos por amostra (Tabela 11).

A pastagem PI2 é composta por *Brachiaria decumbens*, gramínea que possui a mesma capacidade de produção de biomassa da *Brachiaria humidicola*, também formando tapetes de biomassa. Apesar da mesma capacidade de produção, essa gramínea exige solos mais férteis (Alcantra e Bufarah, 1999). Portanto a menor quantidade de carbono orgânico nessa pastagem pode estar relacionada à menor produção de biomassa, que pode ter conduzido a menor colonização de grupos da fauna.

Tabela 11. Abundância total e riqueza da fauna epígea, expressa em número de indivíduos. armadilha.dia⁻¹ encontrados nas pastagens nos diferentes compartimentos geopedológicos

Abundância Total (nº ind.arm.dia ⁻¹)				
Pastagens	Terços			Média
	Superior	Médio	Inferior	
PI1	13,6 Bb	22,3 Aa	18,2 Aab	18,0 A
PI2	12,4 Bb	15,5 Aab	20,5 Aa	16,1 A
TI1	27,1 Aa	15,0 Ab	13,2 Ab	18,4 A
TI2	14,8 Ba	20,5 Aa	14,8 Aa	16,7 A
Média	17 a	18,3 a	16,7 a	
Riqueza Média				
Pastagens	Terços			Média
	Superior	Médio	Inferior	
PI1	12 Aa	12,3 Aa	11 Aa	11,8 A
PI2	9,7 Ba	7,7 Bb	8,3 Bab	8,6 B
TI1	10,8 ABa	10,5 Aa	10,7 Aa	10,7 A
TI2	10,5 ABa	10,5 Aa	10,7 Aa	10,6 A
Média	10,7 a	10,2 a	10,2 a	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam as áreas dentro de cada terço e minúsculas comparam os terços em cada área.

Em relação à riqueza total, a pastagem PI1 apresentou a maior riqueza, seguida pelas TI1 e TI2 com 20 grupos taxonômicos e PI2 com 18 grupos (Tabela 12).

Tabela 12. Índices ecológicos da fauna epígea nas diferentes pastagens

Pastagem	Riqueza Total	Índice de Shannon	Índice de Pielou
PI1	24 [♦]	2,43	0,53
PI2	18	2,10	0,50
TI1	20	2,53	0,59
TI2	20	2,67	0,62

[♦] Esses valores indicam o número de grupos encontrados nas áreas (somatório das 18 repetições)

Observando os índices ecológicos, nota-se que na pastagem TI2 apesar da menor riqueza total que em PI1 são maiores os índices de Shannon e Pielou, indicando que essa área apresenta melhor distribuição da abundância dos organismos entre os grupos (**Tabela 12**). Essa pastagem apresentou a menor abundância do grupo Formicidae, enquanto nas demais, uma média de 50 % dos organismos

encontrados foram formigas, ou seja, ocorreu dominância desse grupo, por isso os índices foram menores.

Os grupos da fauna epígea de maior destaque nas pastagens foram: Acari, Araneae, Coleoptera, Diptera, Entomobryomorpha, Formicidae, Isopoda, Orthoptera, Poduromorpha e Symphypleona. Esses grupos representaram em torno de 96,5% do total dos organismos. A parcela de 3,5% restantes foi formada pelos 16 grupos menos abundantes (Tabela 13).

Tabela 13. Abundância de cada grupo coletado por área de pastagem

Grupos	ind.arm.dia ⁻¹	ind.arm.dia ⁻¹	ind.arm.dia ⁻¹	ind.arm.dia ⁻¹
	PI1	PI2	TI1	TI2
Acari	2,72	1,80	1,85	2,77
Araneae	0,76	0,23	1,06	0,63
Auchenorrhyncha	0,25	0,14	0,21	0,17
Blattodea	0,06	0,02	0,02	0,03
Coleoptera	0,21	0,05	0,07	0,03
Diplopoda	0,03	0,05	0,10	0,03
Diptera	0,51	0,22	0,77	0,30
Entomobryomorpha	1,35	2,85	0,89	3,35
Formicidae	9,79	8,67	9,17	4,37
Heteroptera	0,01	0,01	0,04	0,01
Hymenoptera	0,40	0,13	0,20	0,30
Isopoda	0,25	0,00	0,01	0,02
Isoptera	0,01	0,00	0,00	0,00
Larvas Coleoptera	0,02	0,01	0,10	0,02
Larvas Diptera	0,02	0,00	0,00	0,02
Larvas Lepidoptera	0,00	0,00	0,01	0,01
Larvas Neuroptera	0,01	0,01	0,00	0,00
Opilionida	0,01	0,01	0,00	0,00
Orthoptera	0,41	0,02	0,26	0,17
Poduromorpha	0,87	1,63	2,51	4,13
Sternorrhyncha	0,02	0,00	0,04	0,04
Symphyla	0,01	0,00	0,01	0,00
Symphypleona	0,29	0,20	1,09	0,25
Thysanoptera	0,03	0,06	0,05	0,08
Thysanura	0,01	0,00	0,00	0,00
Total	18,06	16,11	18,44	16,74

A proporção de ocorrência dos principais grupos taxonômicos variou em função da área de pastagem, conforme mostra a **Figura 15**.

Na pastagem PI1 a proporção foi de: Formicidae (54%), Acari (16%), Entomobryomorpha (7,5%), Poduromorpha (4,8%), Araneae (4,2%), Diptera (2,8%), Orthoptera (2,3%), Hymenoptera (2,3%), Symphypleona (1,6%), Auchenorrhyncha (1,5%) e outros grupos taxonômicos (3%).

Para a pastagem PI2 foi de: Formicidae (54%), Entomobryomorpha (18%), Acari (11%), Poduromorpha (10%), Araneae (1,4%), Diptera (1,4%), Symphypleona

(1,2%), Auchenorrhyncha (0,9%), Hymenoptera (0,8%), Orthoptera (0,3%) e outros grupos taxonômicos (1%).

Na pastagem TI1 foi de: Formicidae (50%), Poduromorpha (13,5%), Acari (10%), Symphypleona (6%), Araneae (5,8%), Entomobryomorpha (4,8%), Diptera (4,2%), Orthoptera (1,5%), Auchenorrhyncha (1,2%), Hymenoptera (1%) e outros grupos (2%).

E por fim a pastagem TI2 com: Formicidae (26%), Poduromorpha (24,6%), Entomobryomorpha (20%), Acari (16,5%), Araneae (3,8%), Diptera (1,8%), Hymenoptera (1,8%), Symphypleona (1,5%), Auchenorrhyncha (1%), Orthoptera (1%) e outros grupos (2%).

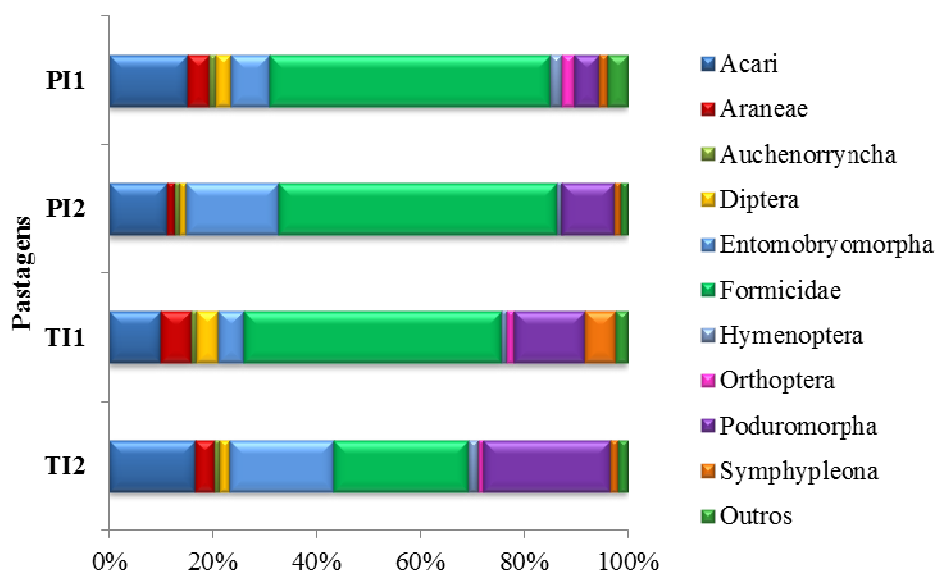


Figura 15. Composição relativa dos principais grupos da fauna epigea nas áreas de pastagens

Em termos de funcionalidade dos grupos, nos quatro fragmentos houve variação entre os indivíduos. Porém, foram encontrados saprófagos, predadores, micrófagos, fitófagos e engenheiros do ecossistema, em todas as pastagens. Os diferentes grupos nas áreas de pastagens estão listados na Tabela 14.

Tabela 14. Diferentes grupos encontrados nas áreas de pastagens

Engenheiros do Ecossistema	Predadores	Saprófagos	Micrófagos	Fitófagos	Outros
Formicidae	Araneae	Blattodea	Entomobryomorpha	Auchenorrhyncha	Acari
Isoptera	L. de Neuroptera	Diplopoda	Poduromorpha	Heteroptera	Coleoptera
Oligochaeta	Opilionida	Isopoda	Symphypleona	L. Lepidoptera	Diptera
		L. de Diptera		Orthoptera	Hymenoptera
		Symphyla		Sternorrhyncha	L. Coleoptera
		Thysanura		Thysanoptera	

Os engenheiros do ecossistema, representados em maioria pelo grupo Formicidae, foram o mais abundante, representando de 26 a 54% do total dos organismos. Em seguida, os Micrófagos, representados pelos colêmbolos, com

abundância de 14 a 46%. Os predadores, basicamente Acari e Araneae, representaram 12,7 e 20% dos organismos; os fitófagos, em maioria o grupo Orthoptera, variando entre 1,4 e 4%; os saprófagos, em grande parte de Isopoda, variando de 0,4 a 2,1%; e os outros grupos representando 2,6 a 6,4% dos indivíduos coletados, como ilustrado na **Figura 16**.

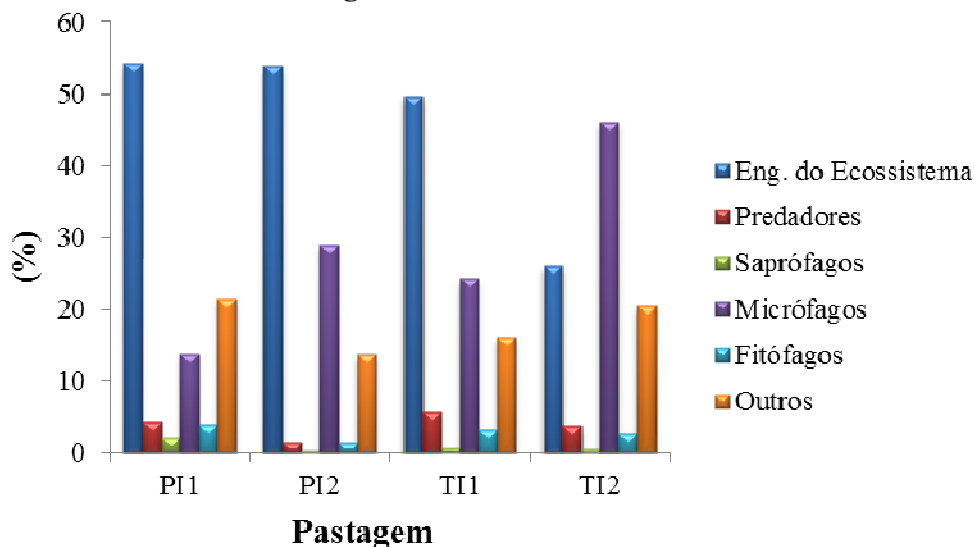


Figura 16. Abundância de indivíduos coletados para os diferentes grupos funcionais

4.1.4. Variações na abundância dos grupos taxonômicos

Foram realizadas análises estatísticas para abundância individual dos grupos taxonômicos; onde apenas os grupos: Formicidae, Acari, Araneae, Entomobryomorpha, Poduromorpha, Symphypleona, Orthoptera, Diptera e Coleoptera (Tabela 15) apresentaram diferenças.

O grupo Formicidae apresentou diferenças entre as pastagens, sendo TI2 a área que com menor abundância (Tabela 15). Isso pode ser explicado pela dominância desse grupo sobre os demais nas outras pastagens. Como houve melhor distribuição dos organismos entre os grupos nessa área a atividade de formigas foi menor. A ocorrência de formigas está relacionada ao uso e manejo da terra, sendo que as práticas para seu controle antes do abandono das áreas podem ter resultado na menor ocorrência atual. A presença de formigas em grande quantidade nas pastagens PI1, PI2 e TI1, pode estar relacionada com sua adaptabilidade ao meio, à variedade de preferências alimentares e ao hábito de vida colonial; dessa forma a tendência desses organismos serem coletados em agregados com elevado número de organismos (Menezes et al., 2009). Entre os invertebrados, esse grupo é um dos principais e é capaz de colonizar ambientes terrestres que oferecem poucos recursos para seu desenvolvimento, como por exemplo, nas pastagens; embora tenham preferência por ambientes com mais recursos (Melo et al., 2009).

As formigas ocupam papel ecológico chave nos ecossistemas tropicais. São insetos sociais, que atuam como consumidores primários e decompositores, participando na ciclagem de nutrientes contidos em plantas mortas e nesses materiais abrem galerias, facilitando a entrada de fungos e microrganismos, acelerando assim o processo de decomposição (Melo et al., 2009).

Entre os terços não houve diferença; já na interação pastagem x terço, as áreas e os terços apresentaram diferenças. O terço superior da TI1 superou o terço

superior das demais pastagens. Já o terço médio apresentou menor abundância na pastagem TI2 em relação ao terço médio das outras pastagens. No terço inferior não houve diferença (Tabela 15).

Na comparação entre terços dentro das pastagens, somente PI1 e TI1 apresentaram diferenças. Na PI1 o terço superior mostrou menor abundância em relação ao terço médio e inferior, e na TI1 ocorreu o inverso, o terço superior apresentou maior abundância de formigas. A maior atividade de formigas pode estar relacionada à quantidade de recursos oferecidos pelas pastagens, ou seja, maior quantidade de biomassa e concentração de raízes. Houve incremento no teor de carbono orgânico e na quantidade de argila nos terços médio e inferior em PI1, que podem ter influenciado para a maior colonização de formigas nesses terços. Da mesma maneira ocorreu em TI1, porém o incremento de carbono foi no terço superior, fazendo com que a abundância de formigas nesse terço superasse os terços médio e inferior. As comunidades de formigas apresentam grande adaptabilidade em relação ao meio em que se encontram, tanto em áreas desprovidas de nutrientes como em áreas com maior biodiversidade (Melo et al., 2009). Estudos feitos em distintos ecossistemas têm indicado que ambientes com maior biomassa vegetal têm maior número de espécies (Fonseca e Diehl, 2004).

O grupo Acari não apresentou diferença entre pastagens e entre terços. Já na interação houve diferenças. No terço médio, PI1 e TI2 apresentaram maior abundância e a menor em PI2 e TI1. No terço inferior a PI1 superou as demais áreas (Tabela 15). O teor de carbono orgânico nesse terços foi maior que nos demais, favorecendo a ocorrência desses organismos. Segundo Sautter e Santos (1994) o grupo Acari tem preferência por habitats com grande quantidade de matéria orgânica, pois a saprofia é uma das características dos ácaros oribatídeos. Além disso, várias espécies apresentam habilidades de dispersão sendo os primeiros colonizadores de áreas perturbadas. Outros grupos de ácaros podem exercer atividade predatória, bem como alimentar-se de microrganismos, controlando as populações da microbiota do solo.

Morais et al. (2010), estudando a mesofauna do solo em diferentes sistemas de uso da terra no Alto Rio Solimões, AM, encontraram abundância de Acari em área de pastagem, o que foi relacionado a sua adaptação mais fácil em ambientes alterados.

O grupo Araneae apresentou diferenças entre as pastagens, sendo a PI2 a de menor abundância, e PI1 e TI1 as de maior abundância. O que é atribuído à abundância de ácaros e colêmbolos nessas áreas, que são considerados fontes potenciais de alimento desse grupo. Em pesquisa por Barros et al. (2003), os predadores apareceram em baixa abundância em sistema agroflorestal com poucos indivíduos dos grupos de ácaros e colêmbolos. Segundo Menezes (2008), a presença do grupo Araneae (de predadores), a alta riqueza de grupos e a não dominância de grupos, são bons indicadores da complexidade e equilíbrio do ecossistema. Também foram observadas diferenças nas médias dos terços, sendo o terço médio o de menor abundância.

Na interação pastagem x terço, houve diferença no terço superior e médio. O terço superior e médio da PI2 apresentou menor abundância em relação aos mesmos terços das demais áreas. Em relação aos terços dentro das áreas, PI1 e TI1 apresentaram diferenças entre seus terços. Na PI1, o terço inferior foi o menos abundante em relação ao médio e o superior. Na TI1, o terço médio e o inferior apresentaram menor abundância (Tabela 15). Isso pode estar relacionado a algum fator abiótico como temperatura, vento, intensidade luminosa (Wise, 1993; Foelix, 1996).

Os Collembola apresentaram diferenças entre as áreas e nas interações. A ordem Entomobryomorpha teve maior abundância nas áreas PI2 e TI2. Poduromorpha foi mais abundante nas TI2 e TI1, e Symphypleona na TI1. Isso pode estar relacionado à disponibilidade de carbono orgânico e à quantidade de água disponível nessas áreas (Tabela 4). Mussury et al. (2002) verificaram aumento na população de colêmbolos devido ao maior teor de matéria orgânica no solo, principalmente os Entomobryomorpha. Além disso, as populações de colêmbolos podem ser drasticamente alteradas se a umidade e aeração do solo forem reduzidas (Sautter, 1991). Bellini e Zeppelini (2009) afirmam que os colêmbolos estão intimamente relacionados à interface serrapilheira-solo, já que se alimentam de fungos, e são fundamentais no processo de ciclagem de nutrientes.

Observando as interações, o grupo Entomobryomorpha apresentou menor abundância no terço médio da área TI1. Infelizmente, o solo no terço médio dessa área não foi caracterizado; porém a menor abundância de Entomobryomorpha pode estar ligada aos teores de carbono orgânico. No terço inferior, as áreas TI1 e PI1 tiveram menor abundância. Em relação aos terços dentro de cada área, somente PI2 apresentou diferença, sendo o terço superior o menos abundante, comparado ao médio e inferior dessa área. Esse fato pode estar relacionado à quantidade de água disponível no solo.

Poduromorpha apresentou diferenças nos terços médios das áreas, sendo PI1 e PI2 as de menor abundância. Os demais terços não apresentaram diferenças. Observando os terços dentro das áreas, somente TI2 apresentou diferença, sendo o terço superior o de menor abundância. Symphypleona apresentou diferenças no terço superior das áreas, sendo a área TI1 a mais abundante. Os terços dentro de cada área não mostraram diferenças (Tabela 15).

Os grupos Orthoptera e Diptera apresentaram diferenças entre áreas, sendo PI1 e TI1 as com maior abundância desses grupos. Os terços não apresentaram diferenças.

Na interação pastagem x terço, para o grupo Orthoptera houve diferença no terço médio das áreas, sendo PI1 a de maior abundância. Em relação aos terços dentro de cada área, somente PI1 apresentou diferença, sendo o terço inferior o de menor abundância. Já para o grupo Diptera, somente foi encontrada diferenças de abundância no terço inferior das áreas, com maior abundância em TI1 e PI1. Os dípteros não têm uma única funcionalidade no solo, mas provavelmente eles contribuem na manutenção do equilíbrio ecológico, atuando como predador de outros organismos, como saprófagos, ou ainda na decomposição de resíduos vegetais (Frouz, 1999) (Tabela 15).

Tabela 15. Distribuição da abundância, expressa em número de indivíduos. armadilha. dia⁻¹ dos grupos mais importantes da fauna epígea nas pastagens

Pastagens	Superior	Médio	Inferior	Média
Formicidae				
PI1	5,95 Bb	13,93Aa	9,48 Aab	9,79 A
PI2	5,88 Ba	9,45 ABa	10,67 Aa	8,67 AB
TI1	15,33 Aa	6,90 ABb	5,29 Ab	9,17 A
TI2	4,62 Ba	5,00 Ba	3,50 Aa	4,37 B
Média	7,95 a	8,82 a	7,23 a	

Tabela 15. Distribuição da abundância, expressa em número de indivíduos. armadilha. dia⁻¹ dos grupos mais importantes da fauna epígea nas pastagens

Pastagens	Superior	Médio	Inferior	Média
Acari				
PI1	2,02 Ab	2,14 ABb	4,00 Aa	2,72 A
PI2	2,52 Aa	1,10 Ba	1,79 Ba	1,80 A
TI1	2,90 Aa	1,38 Bab	1,26 Bb	1,85 A
TI2	3,29 Aa	3,86 Aa	1,17 Bb	2,77 A
Média	2,68 a	2,12 a	2,05 a	
Araneae				
PI1	1,14 ABa	0,79 Aab	0,36 Ab	0,76 AB
PI2	0,14 Ca	0,07 Ba	0,48 Aa	0,23 C
TI1	1,64 Aa	0,74 ABb	0,81 Ab	1,06 A
TI2	0,69 BCa	0,55 ABa	0,67 Aa	0,64 B
Média	0,90 a	0,54 b	0,58 ab	
Entomobryomorpha				
PI1	1,38 Aa	1,57 ABa	1,10 Ba	1,35 B
PI2	1,90 Ab	2,36 ABab	4,29 Aa	2,85 A
TI1	1,10 Aa	0,55 Ba	1,02 Ba	0,89 B
TI2	2,64 Aa	3,38 Aa	4,02 Aa	3,35 A
Média	1,75 a	1,96 a	2,61 a	
Poduromorpha				
PI1	0,93 Aa	0,86 Ba	0,83 Aa	0,87 B
PI2	0,71 Aa	1,76 Ba	2,40 Aa	1,62 B
TI1	2,67 Aa	2,93 ABa	1,93 Aa	2,51 AB
TI2	2,05 Ab	6,21 Aa	4,12 Aab	4,13 A
Média	1,59 a	2,94 a	2,32 a	
Symphyleona				
PI1	0,02 Ba	0,48 Aa	0,36 Aa	0,29 B
PI2	0,33 Ba	0,21 Aa	0,05 Aa	0,20 B
TI1	1,45 Aa	0,95 Aa	0,86 Aa	1,09 A
TI2	0,24 Ba	0,29 Aa	0,24 Aa	0,25 B
Média	0,51 a	0,48 a	0,37 a	
Orthoptera				
PI1	0,33 Aab	0,67 Aa	0,24 Ab	0,41 A
PI2	0,02 Aa	0,00 Ba	0,05 Aa	0,02 C
TI1	0,10 Aa	0,26 Ba	0,43 Aa	0,26 AB
TI2	0,17 Aa	0,21 Ba	0,12 Aa	0,17 BC
Média	0,15 a	0,29 a	0,21 a	
Diptera				
	Superior	Médio	Inferior	Média
PI1	0,52 Aa	0,62 Aa	0,38 ABa	0,51 AB
PI2	0,26 Aa	0,19 Aa	0,21 Ba	0,22 B
TI1	0,76 Aa	0,71 Aa	0,83 Aa	0,77 A
TI2	0,40 Aa	0,29 Aa	0,21 Ba	0,30 AB
Média	0,48 a	0,45 a	0,41 a	
Coleoptera				
PI1	0,09 Aa	0,19 Aa	0,36 Aa	0,21 A
PI2	0,00 Aa	0,02 Aa	0,12 ABa	0,05 A
TI1	0,16 Aa	0,02 Aa	0,02 Ba	0,07 A
TI2	0,02 Aa	0,00 Aa	0,07 ABa	0,03 A
Média	0,07 a	0,06 a	0,14 a	

Letras maiúsculas comparam as áreas dentro de cada terço e minúsculas comparam os terços dentro de cada área.

O grupo Coleoptera só apresentou diferença na interação pastagem x terço, no terço inferior das áreas, sendo TI1 a de menor abundância. Esses animais possuem

diferentes funções ecológicas no ecossistema, podendo ser predadores, fitófagos e saprófagos, estando intimamente associados ao processo de decomposição, e exercendo a função de predadores da fauna detritívora (Merlim, 2005).

Os coleópteros são representados por diferentes famílias no solo, com distintos hábitos alimentares. Dentre os predadores estão os estafilínídeos (Staphylinidae) que podem ser bastante numerosos no solo. Larvas de diversas famílias (Scarabeidae, Lucanidae, Elateridae, Curculionidae, Chrysomelidae, Cerambycidae entre outras) são conhecidas por habitar o solo ou a superfície, alimentando-se de raízes e material vegetal em decomposição, tanto foliar quanto lenhoso (Jeffery et al., 2010). Desta forma, a ocorrência de quantidades significativas de coleópteros associados ao ambiente do solo é sempre um indicativo de elevada atividade biológica.

4.2. Macrofauna do Solo

4.2.1 Densidade, riquezas (média e total) e índices ecológicos nos fragmentos florestais

A densidade total da macrofauna do solo (ind. m⁻²) entre os fragmentos florestais variou entre 983 e 3800 ind. m⁻², no PF2 e no TF2, respectivamente. Entre os terços a densidade variou de 762 a 3399 ind.m⁻², no terço médio e superior, respectivamente; porém, não apresentando diferenças significativas em nenhuma das combinações testadas, ou seja, entre áreas, entre terços e na interação fragmento x terço (Tabela 16).

Em relação à riqueza média houve diferenças entre os fragmentos e na interação fragmento x terço. O fragmento PF2 apresentou a menor riqueza média assim como uma menor riqueza total em relação aos demais fragmentos estudados (Tabela 16).

Tabela 16. Densidade total (indivíduos.m⁻²) e riqueza média da macrofauna do solo encontradas nos fragmentos florestais

Densidade Total (Ind.m⁻²)				
Terços				
Áreas	Superior	Médio	Inferior	Média
PF1	928 Aa	864 Aa	2592 Aa	1461 A
PF2	877 Aa	1200 Aa	874 Aa	983 A
TF1	2058 Aa	595 Aa	1088 Aa	1247 A
TF2	9734 Aa	390 Aa	1277 Aa	3800 A
Média	3399 a	762 a	1458 a	
Riqueza Média				
Terços				
Áreas	Superior	Médio	Inferior	Média
PF1	11,2 Aa	11,2 Aa	9,6 Aa	10,7 A
PF2	5,2 Bb	7,4 Bab	9,4 Aa	7,3 B
TF1	9,2 Aa	7,8 ABa	9,0 Aa	8,7 AB
TF2	9,8 Aa	8,6 ABa	11,8 Aa	10,1 A
Média	8,8 a	8,7 a	9,9 a	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam as áreas dentro de cada terço e minúsculas comparam os terços em cada área.

Na interação, observam-se diferenças no terço superior e médio dos fragmentos, sendo PF2 o que apresentou menor riqueza média, quando comparado aos mesmos terços dos demais fragmentos. O terço inferior não apresentou diferença. Observando os terços dentro de cada área, notam-se diferenças somente no PF2, sendo o terço superior o de menor número de grupos por ponto amostral.

A riqueza total dos fragmentos foi de 27 grupos taxonômicos em TF1 e TF2, enquanto que no PF1 ocorreram 24 grupos e no PF2 18 grupos taxonômicos (**Tabela 17**). Apesar de o fragmento PF2 ter apresentado menor densidade, e menores valores de riqueza média e total, seus índices de Shannon e Pielou foram os maiores quando comparados às demais áreas, o que pode estar relacionado à menor quantidade de insetos sociais, nesse caso formigas e cupins, ao contrário das outras áreas, que esses organismos foram dominantes, influenciando assim no número total de indivíduos (**Tabela 17**). Nesse caso, o componente da equabilidade contribuiu mais para o valor do índice de Shannon do que a riqueza. Principalmente em sistemas perturbados, o índice de Shannon pode não estimar adequadamente a diversidade sendo mais eficiente utilizar como estimadores a riqueza e a equabilidade em interpretação conjunta (Melo, 2008).

Tabela 17. Índices ecológicos da macrofauna do solo nos fragmentos florestais

Fragmento Florestal	Riqueza total	Índice de Shanon	Índice de Pielou
PF1	24 [♦]	2,17	0,47
PF2	18	2,54	0,61
TF1	27	2,47	0,52
TF2	27	1,76	0,37

[♦] Esses valores indicam o número de grupos encontrados nas áreas (18 repetições)

Os grupos da macrofauna de maior destaque nos fragmentos florestais foram: Araneae, Chilopoda, Diplopoda, Diplura, Coleoptera, Formicidae, Isopoda, Isoptera, Oligochaeta, Pseudoscorpionida e Symphyla, representando em torno de 95% dos organismos encontrados. Os 5 % restantes são representados por 22 grupos menos frequentes, porém cabe destacar que 2,9% desses organismos, são representados por formas jovens, como casulos de minhocas, e Larvas de Coleoptera e Formicidae (Tabela 18).

A proporção de ocorrência dos principais grupos taxonômicos variou em função dos fragmentos florestais, conforme mostra a Figura 17. No fragmento PF1 a proporção foi de: Isoptera (57%), Formicidae (21,4%), Oligochaeta (6,3%), Chilopoda (2,4%), Isopoda (2%), Araneae (2%), Coleoptera (1,5%), Pseudoscorpionida (1,5%), Diplopoda (1,4%), Larvas de Coleoptera (1%) e outros grupos taxonômicos (3,5%).

Para o fragmento PF2 a proporção foi de: Isoptera (39%), Formicidae (20%), Isopoda (16,5%), Oligochaeta (14%), Araneae (3%), Larvas de Coleoptera (1,5%), Chilopoda (0,7%), Diplopoda (0,6%), Coleoptera (0,5%), Pseudoscorpionida (0,2%) e outros grupos taxonômicos (4%).

No fragmento TF1 foi de: Isoptera (39,5%), Formicidae (33,5%), Oligochaeta (8,5%), Isopoda (4%), Chilopoda (4%), Araneae (2,3%), Coleoptera (1%), Pseudoscorpionida (0,8%), Diplopoda (0,8%), Larvas de Coleoptera (0,6%) e outros grupos taxonômicos (5%).

E por fim o fragmento TF2, com a seguinte proporção: Formicidae (53%), Isoptera (37%), Isopoda (1,8%), Oligochaeta (1,5%), Chilopoda (1%), Larvas de Coleoptera (0,9%), Araneae (0,8%), Pseudoscorpionida (0,6%), Diplopoda (0,2%), Coleoptera (0,2%) e outros grupos taxonômicos (4%).

Tabela 18. Densidade expressa em indivíduos. m⁻² de cada grupo taxonômico coletado por fragmento

Grupos	Ind.m ⁻²		Ind.m ⁻²	
	PF1	PF2	TF1	TF2
Araneae	27,7	20,3	28,8	29,9
Archaeognatha	0,0	0,0	1,1	0,0
Auchenorrhyncha	1,1	0,0	0,0	1,1
Blattodea	5,3	14,9	0,0	5,3
Chilopoda	35,2	6,4	51,2	44,8
Coleoptera	22,4	4,3	12,8	2,1
Diplopoda	20,3	5,3	8,5	6,4
Diplura	6,4	5,3	2,1	18,1
Diptera	0,0	0,0	1,1	0,0
Formicidae	312,5	193,1	416,0	1997,9
Gastropoda	2,1	2,1	1,1	2,1
Heteroptera	1,1	0,0	2,1	3,2
Hymenoptera	2,1	0,0	0,0	0,0
Isopoda	30,9	162,1	53,3	67,2
Isoptera	829,9	381,9	490,7	1389,9
Larvas Coleoptera	14,9	14,9	7,5	35,2
Larvas Diptera	0,0	1,1	2,1	10,7
Larvas Lepidoptera	2,1	3,2	6,4	0,0
Larvas Formicidae	1,1	0,0	0,0	70,4
Larvas Trichoptera	0,0	0,0	0,0	1,1
Neuroptera	0,0	0,0	0,0	1,1
Oligochaeta	91,7	137,6	106,7	56,5
Opilionida	1,1	0,0	1,1	1,1
Orthoptera	1,1	1,1	3,2	4,3
Pseudoscorpionida	21,3	2,1	8,5	22,4
Pupa Coleoptera	0,0	0,0	3,2	0,0
Scorpionida	0,0	0,0	1,1	0,0
Symphyla	3,2	10,7	13,9	3,2
Thysanoptera	0,0	0,0	2,1	0,0
Thysanura	1,1	0,0	1,1	1,1
Total	1435	966	1226	3775

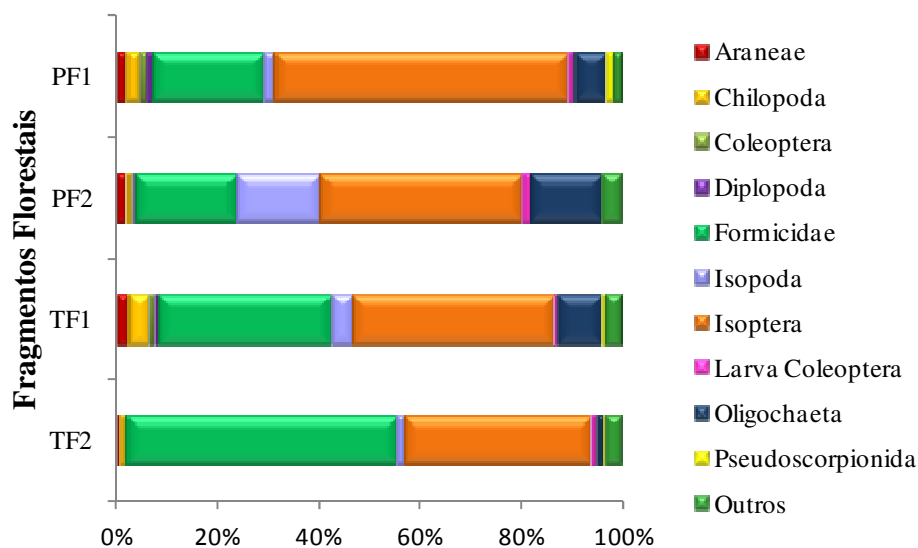


Figura 17. Composição relativa dos principais grupos da macrofauna nos fragmentos florestais

Em termos de funcionalidade dos grupos, nos quatro fragmentos houve variação entre os indivíduos, apesar de terem ocorrido saprófagos, predadores, fitófagos e engenheiros do ecossistema em todos os fragmentos (**Tabela 19**).

Tabela 19. Diferentes grupos encontrados nos fragmentos florestais

Engenheiros do Ecossistema	Predadores	Saprófagos	Fitófagos	Outros
Formicidae	Araneae	Archaeognata	Auchenorrhyncha	Casulo Minhoca
Isoptera	Chilopoda	Blattodea	Heteroptera	Coleoptera
Oligochaeta	Neuroptera	Diplopoda	L. Lepidoptera	Diptera
	Opilionida	Gastropoda	Orthoptera	Hymenoptera
	Pseudoscorpionida	Isopoda	Thysanoptera	L. Coleoptera
	Scorpionida	Larvas Diptera		L. Formicidae
	Diplura	Symphyla		L. Trichoptera
		Thysanura		P. Coleoptera

Os Engenheiros do Ecossistema, representado pelos cupins, formigas e minhocas foi o grupo funcional mais abundante nos fragmentos florestais, representando de 72,5% a 90,6% dos organismos coletados nas áreas; com a menor frequência no PF2 e a maior no TF2. Em seguida, os saprófagos representando 2,5% a 20% dos organismos coletados, com menor frequência no TF2 e maior no PF2. Os predadores variaram de 3,2 a 7,7% dos indivíduos e os fitófagos de 0,2 a 1,1% (**Figura 18**).

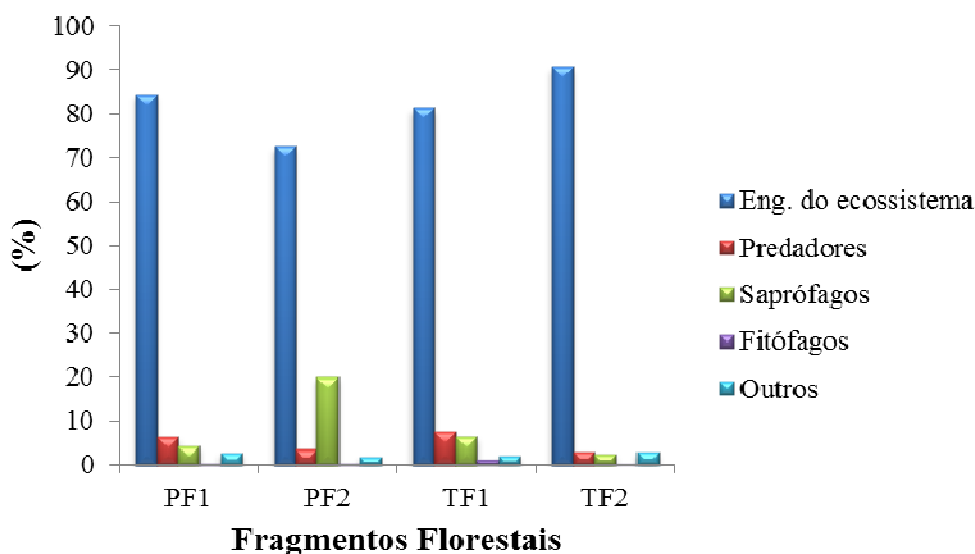


Figura 18. Densidade de indivíduos coletados nos diferentes grupos funcionais

4.2.2. Variações na abundância dos grupos taxonômicos

Nas análises estatísticas para a densidade individual dos grupos taxonômicos apresentaram diferenças significativas os seguintes: Formicidae, Oligochaeta, Araneae, Chilopoda, Pseudoscorpinida, Isopoda, Coleoptera e Larvas de Coleoptera (Tabela 20).

O grupo Formicidae não apresentou diferenças entre fragmentos e terços, porém na interação fragmento x terço houve variações. Observando as áreas dentro de cada terço, houve diferença nos terços superiores dos fragmentos, sendo PF2 o de menor densidade em relação aos demais fragmentos. Observando os terços dentro de cada área, somente TF1 apresentou diferenças, sendo o terço médio o de menor densidade, em relação aos terços superior e inferior (**Tabela 20**). Como o fragmento PF2 apresenta o menor número de espécies vegetais, conseqüentemente tem menor diversidade de serrapilheira, ou seja, menor diversidade de alimento para os organismos. Supõe-se que essas características influenciaram na densidade de formigas no terço superior dessa área em comparação aos terços superiores das demais áreas. Segundo Della Lúcia e Araújo (1993), as formigas preferem explorar áreas que oferecem alimento de alta qualidade.

A presença de formigas em grande densidade em todos os fragmentos, além da diversidade de alimento, pode ter relação com a sua adaptabilidade ao meio, à variedade dos hábitos alimentares e ao hábito de vida colonial, além da tendência de serem amostrados em grande número de indivíduos (Menezes et al., 2009).

O grupo Oligochaeta apresentou diferenças entre áreas, entre terços e na interação fragmento x terço. O fragmento TF2 apresentou a menor densidade em relação aos demais, porém não se observou relação com o carbono orgânico do solo ou com a quantidade de nutrientes no solo. Todavia esse fragmento contém teor de argila maior em relação aos demais. Segundo Lee (1985), as minhocas podem ser raras ou ausentes em solos com textura grosseira ou com alto conteúdo de argila.

Embora tenha ocorrido em menores densidades nesse fragmento, esse grupo é considerado um dos mais importantes no solo, criando galerias através da ingestão de terra e resíduos vegetais, alterando a agregação das partículas do solo (Lavelle, 1996) e, dessa forma, facilitando vários processos no solo, como a infiltração de água e ar.

Em relação à média dos terços, o terço superior apresentou a menor densidade, o que pode estar relacionado ao seu baixo teor de umidade, já que funciona como a clareira de um fragmento, com maior incidência de luz elevando a temperatura e reduzindo a umidade e, portanto, a densidade desses organismos. Segundo Lavelle (1983), a umidade é uma variável de suma importância na densidade deste grupo.

Na interação fragmento x terço, observam-se diferenças nos terços superior e médio, em que TF2 apresentou as menores densidades. Observando os terços dentro de cada área, somente TF1 e TF2 apresentaram diferenças, sendo o terço superior das duas áreas o de menor densidade, comparado aos terços médio e inferior (**Tabela 20**).

O grupo Araneae, apresentou diferenças somente na interação fragmento x terço. Comparando as áreas dentro de cada terço, o terço superior e médio apresentaram diferenças, sendo TF1 e TF2 os fragmentos de maiores densidades no terço superior, enquanto no terço médio os fragmentos TF1 e TF2 apresentaram as menores.

Comparando os terços dentro de cada área, observam-se diferenças nos fragmentos PF1, PF2 e TF1. No PF1, a maior densidade de aranhas foi encontrada no terço médio. No PF2, no terço médio e inferior. Em contrapartida no TF1 as menores densidades foram encontradas nesse terços, sendo o terço superior o de maior número de ind.m⁻². Esse fato pode estar relacionado à quantidade de alimento disponível. Além da quantidade de serrapilheira, funcionando como abrigo para esses e diversos outros organismos. Segundo Wise (1993), a disponibilidade de presas influencia na densidade na comunidade de aranhas (**Tabela 20**).

O grupo Chilopoda apresentou diferenças entre os fragmentos e na interação fragmento x terço. Comparando os fragmentos, PF2 foi o de menor densidade em relação aos demais. Na interação, houve diferença no terço superior dos fragmentos, sendo PF2 o de menor densidade nesse terço. Observando os terços dentro de cada fragmento somente TF2 foi diferente, e o terço médio foi o de menor densidade (**Tabela 20**).

O grupo Pseudoscorpionida ocorreu de maneira diferenciada entre os fragmentos e na interação fragmento x terço. O fragmento PF2 apresentou a menor densidade quando comparada aos demais fragmentos. Na interação, houve variação entre os terços somente no fragmento TF1, sendo o terço superior o de maior densidade (**Tabela 20**).

Para ambos predadores, Chilopoda e Pseudoscorpionida o PF2 foi o que apresentou a menor densidade desses grupos, podendo estar relacionado com o fato, de esse fragmento possuir menor diversidade vegetal e a cobertura do solo com praticamente um tipo de substrato. Segundo Moreira (2010), ambientes com maior quantidade de recursos alimentares e as condições microclimáticas influenciam na taxa de colonização de determinados grupos da fauna do solo. Além disso, Merlim (2005) afirma que a presença de predadores está relacionada com a estabilidade dos sistemas, indicando a recuperação do ecossistema ao qual estão associados, já que os mesmos estão no topo da cadeia trófica.

O grupo Isopoda apresentou diferenças entre fragmentos e na interação fragmento x terço. Comparando os fragmentos, o PF2 apresentou maior densidade de Isopoda em relação aos demais. Na interação houve variação somente no terço médio dos fragmentos, sendo TF2 o fragmento de menor densidade (**Tabela 20**).

Como esse fragmento está localizado próximo a um curso d'água e apresenta incremento de carbono orgânico no solo torna-se ambiente atrativo para esses

organismos, já que estão associados a maior quantidade de matéria orgânica e são extremamente dependentes de umidade. O que foi observado por Correia et al (2001), em estudo na região sudeste do Brasil, onde a densidade desses organismos foi maior em ambiente mais úmidos.

Segundo Caseiro et al. (2000), este grupo atua essencialmente como saprófago contribuindo significativamente para a fragmentação da serrapilheira e o incremento da colonização microbiana, regulando etapa fundamental do processo de decomposição.

O grupo Coleoptera apresentou diferença entre os fragmentos e na interação fragmento x terço. Observando os fragmentos, PF1 e TF1 superaram PF2 e TF2. Isso pode ser atribuído à quantidade de alimento e à qualidade da serrapilheira existente. Segundo Coleman & Crossley (1996), o grupo Coleoptera apresenta diversidade de funções nos ecossistemas, podendo ser predador, saprófago ou fitófago, dependendo da espécie, e por isso estão relacionados a ambientes mais desenvolvidos.

Na interação, observa-se diferença nos terços superior e inferior dos fragmentos, sendo que no terço superior não ocorreu Coleoptera no PF2 e no terço inferior não ocorreu no TF2 (**Tabela 20**). Esses fragmentos além de serem pequenos, podem ter apresentado condições que inibiram a colonização desse grupo, tais como a quantidade de recursos alimentares, o tipo de solo e o microclima (Kromp, 1999; Kimberling et al., 2001; Niemelä e Kotze, 2001).

Para as larvas de Coleoptera, houve diferença nas médias entre os terços e na interação fragmento x terço. A média dos terços inferiores superaram a média dos terços superiores e médios dos fragmentos. Na interação houve diferença entre os fragmentos no terço inferior, sendo TF1 o de menor densidade nesse terço em relação os demais fragmentos. Comparando os terços dentro das áreas, houve diferença nos fragmentos PF2 e TF2. No PF2 o terço inferior apresentou maiores densidades em relação ao superior e médio. No TF2 o terço superior foi o de menor densidade (**Tabela 20**). Isso pode estar relacionado ao terço inferior das áreas estar próximo à borda do fragmento, tendo maior influência de fatores externos e estando mais exposto à radiação solar, reduzindo a densidade de larvas.

Segundo Kuhnelt (1961) as Larvas de Coleoptera, se movem para camadas mais profundas com objetivo de se protegerem não só do superaquecimento, mas também da maior ocorrência de predadores nas camadas superficiais do solo.

Tabela 20. Distribuição da densidade total por grupo da macrofauna encontrados nos fragmentos florestais

Fragmentos	Superior	Médio	Inferior	Média
Formicidae				
PF1	531Aa	349 Aa	58 Aa	312 A
PF2	74 Ba	470 Aa	35 Aa	193 A
TF1	394 Aab	70 Ab	784 Aa	416 A
TF2	5859 Aa	48 Aa	86 Aa	1998 A
Média	1714 a	234 a	241 a	
Oligochaeta				
PF1	99 ABa	70 ABa	106 Aa	92 A
PF2	144 Aa	109 ABa	160 Aa	138 A
TF1	32 BCb	205 Aa	83 Aab	107 A
TF2	19 Cb	51 Bab	99 Aa	56 B
Média	74 b	109 ab	112 a	

Tabela 20. Distribuição da densidade total por grupo da macrofauna encontrados nos fragmentos florestais

Fragmentos	Superior	Médio	Inferior	Média
Araneae				
PF1	19 Bb	51 Aa	13 Ab	28 A
PF2	10 Bb	35 ABa	16 Aab	20A
TF1	48 Aa	19 Bb	19 Ab	29 A
TF2	32 ABa	19 Ba	38 Aa	30 A
Média	27 a	31a	22 a	
Chilopoda				
PF1	29 ABa	38 Aa	38 Aa	35 AB
PF2	0 Ba	3 Aa	16 Aa	6 B
TF1	74 Aa	42 Aa	38 Aa	51 A
TF2	67 Aa	16 Ab	51 Aab	45 A
Média	42 a	25 a	36 a	
Pseudoscorpionida				
PF1	13 Aa	38 Aa	12 Aa	21A
PF2	3 Aa	3 Aa	0 Aa	2 B
TF1	26 Aa	0 Ab	0 Ab	8 AB
TF2	22 Aa	6 Aa	38 Aa	22 A
Média	16 a	12 a	13 a	
Isopoda				
PF1	51 Aa	29 ABa	13 Aa	31 B
PF2	83 Aa	211 Aa	192 Aa	162 A
TF1	45 Aa	80 ABa	35 Aa	53 B
TF2	83 Aa	38 Ba	80 Aa	67 B
Média	66 a	90 a	80 a	
Coleoptera				
PF1	19 ABa	22 Aa	26 Aa	22 A
PF2	0 Ba	10 Aa	3 ABa	4 B
TF1	26 Aa	3 Ab	10 ABab	13 AB
TF2	6 ABa	0 Aa	0 Ba	2 B
Média	13 a	9 a	10 a	
Larvas de Coleoptera				
PF1	13 Aa	13 Aa	19 ABa	15 A
PF2	3 Ab	3 Ab	38 ABa	15 A
TF1	6 Aa	13 Aa	3 Ba	7 A
TF2	9 Ab	16 Aab	80 Aa	35 A
Média	8 b	11 b	35 a	

4.2.3. Densidade total, riquezas (média e total) e índices ecológicos nas pastagens

A densidade total da macrofauna nas pastagens variou de 468 a 1655 ind. m⁻², em PI2 e TI2, respectivamente, sem diferenças entre as áreas. Entre as médias das áreas dentro de cada terço, a menor densidade foi observada no terço médio com 452 ind. m⁻². Na interação pastagem x terço não foram observadas diferenças (**Tabela 21**). De modo geral, os valores de densidade são menores que os dos fragmentos florestais.

Quando se observa a riqueza média, nota-se diferença entre as áreas, sendo PI2 a de menor riqueza média. Comparando as médias dos terços, o terço médio apresentou menor número de grupos por amostra. Enquanto que na interação pastagem x terço houve diferenças entre os fragmentos nos terços superiores e inferiores, sendo PI2 a área com a menor riqueza média nos dois terços. Já quando se observa os terços dentro de cada área, nota-se diferença somente na área PI1, onde o terço médio apresentou menor número de grupos por ponto amostral (Tabela 21). A menor densidade e riqueza média no PF2 podem estar relacionadas à quantidade de recursos e condições microclimáticas, que exercem forte influência sobre a comunidade da fauna do solo (Barros, 2003).

Em relação à riqueza total PI1 e TI2 apresentaram maior valores, com 16 grupos taxonômicos (sendo 13 grupos de organismos adultos e 3 de jovens) seguidos pela TI1 com 14 grupos taxonômicos (sendo 11 grupos de organismos adultos e 3 de larvas) e por fim PI2 com 12 grupos taxonômicos (sendo 9 grupos de organismos adultos e 3 de larvas) (Tabelas 22 e 23). Quando comparado aos fragmentos florestais, observa-se que a riqueza foi bem menor nas pastagens.

Tabela 21. Densidade total e riqueza da macrofauna do solo encontrados nas pastagens nos diferentes compartimentos geopedológicos

Densidade (Ind. m ⁻²)				
Terços				
Áreas	Superior	Médio	Inferior	Média dos terços nas áreas
PI1	666 Aa	899 Aa	2112 Aa	1226 A
PI2	678 Aa	288 Aa	438 Aa	468 A
TI1	1306 Aa	323 Aa	669 Aa	766 A
TI2	4221 Aa	301 Aa	445 Aa	1655 A
Média das áreas nos terços	1718 a	453 b	916 ab	
Riqueza Média				
Terços				
Áreas	Superior	Médio	Inferior	Média dos terços nas áreas
PI1	8 Aa	4 Ab	6 Aab	6 A
PI2	4 Ba	3 Aa	2 Ba	3 B
TI1	5 ABa	4 Aa	5 ABa	4 AB
TI2	7 ABa	5 Aa	3 ABa	5 AB
Média das áreas nos terços	6 a	4 b	4 ab	

Quando se observam os valores dos índices ecológicos nota-se que apesar de TI2 possuir o mesmo número de grupos que PI1, os índices de Shanon e Pielou foram maiores, indicando a melhor distribuição dos organismos nos grupos nessa área. Observa-se na **Tabela 22** a dominância de alguns grupos nas outras áreas, como os grupos sociais Formicidae e Isoptera, além de grande densidade de Oligochaeta.

Os menores índices foram observados na PI2, onde 55% dos organismos encontrados foram minhocas, exercendo forte dominância sobre os demais grupos. Esse fato pode estar relacionado à grande quantidade de biomassa vegetal que as pastagens produzem, criando ambiente favorável a colonização desses grupos.

Tabela 22. Índices ecológicos da macrofauna nas diferentes pastagens

Pastagens	Riqueza total	Índice de Sahnnon	Índice de Pielou
PI1	16	2,18	0,55
PI2	12	1,87	0,52
TI1	14	2,25	0,59
TI2	16	2,43	0,61

A alta densidade de cupins pode estar relacionada ao hábito colonial desses organismos (Menezes et al., 2009), ao sistema radicular da pastagem e à constante adição de material orgânico (vegetal e animal) ao solo (Lavelle e Spain, 2001). Assim como acontece com as minhocas, segundo Chan (2001), a quantidade de raízes em constante renovação e os exsudados radiculares aumenta a disponibilidade de matéria orgânica no solo, favorecendo o desenvolvimento e o estabelecimento desses organismos. Brown et al. (2004) também encontraram elevadas densidades de minhocas em áreas de pastagens em ambientes tropicais.

Os grupos da macrofauna de maior frequência nas pastagens foram: Diplopoda, Formicidae, Isoptera, Larvas de Coleoptera e Oligochaeta, representando em média 80 % do total de organismos. Sendo os 20 % restantes distribuídos entre 15 grupos com menores densidades. Cabe ressaltar que foi encontrada grande quantidade de organismos na forma jovem, principalmente casulos de minhocas e larvas de Formicidae. A grande quantidade de larvas de Formicidae na pastagem PI2 indica que alguma das amostras foi coletada próxima a formigueiro (Tabela 23).

A proporção de ocorrência dos principais grupos taxonômicos variou em função das áreas de pastagens, conforme mostra **Figura 19**. Na pastagem PI1 a proporção foi de: Isoptera (37%), Formicidae (28%), Oligochaeta (28%), Larvas de Coleoptera (2,5%), Isopoda (1,3%), Diplopoda (1,2%), Coleoptera (0,3%), Blattodea (0,2%), Araneae (0,2%) e outros grupos taxonômicos (1,3%).

Para a pastagem PI2, a proporção foi a seguinte: Oligochaeta (56%), Formicidae (25%), Isoptera (12,5%), Diplopoda (1,8%), Coleoptera (1,4%), Larvas de Coleoptera (1,4%), Araneae (0,5%), Isopoda (0,5%), Blattodea (0,5%), Larvas de Diptera (0%) e outros grupos taxonômicos (0,4%).

Na pastagem TI1, foi de: Formicidae (40%), Oligochaeta (28%), Isoptera (20%), Larvas de Coleoptera (4%), Coleoptera (2%), Araneae (0,5%), Blattodea (0,3%), Diplopoda (0,1%), Larvas de Diptera (0,1%), Isopoda (0%) e outros grupos taxonômicos (5%).

E na pastagem PI2, Formicidae (37,5%), Isoptera (17,5%), Larvas de Diptera (13%), Oligochaeta (5%), Larvas de Coleoptera (2%), Isopoda (0,6%), Blattodea (0,6%), Araneae (0,5%), Diplopoda (0,4%), Coleoptera (0,3%) e outros grupos taxonômicos (22,6%).

Tabela 23. Densidade, expressa em indivíduos. m⁻² de cada grupo taxonômico coletado por área de pastagem

Grupos	Ind. m ⁻²	Ind. m ⁻²	Ind. m ⁻²	Ind. m ⁻²
	PI1	PI2	TI1	TI2
Araneae	2,13	2,13	4,27	8,53
Auchenorrhyncha	2,13	0,00	0,00	0,00
Blattodea	2,13	2,13	2,13	9,60
Chilopoda	5,33	2,13	0,00	0,00
Coleoptera	3,20	6,40	12,80	4,27
Diplopoda	13,87	8,53	1,07	6,40
Diplura	0,00	0,00	2,13	0,00
Formicidae	336,00	114,13	297,60	614,40
Gastropoda	0,00	0,00	0,00	0,00
Heteroptera	5,33	0,00	1,07	1,07
Hymenoptera	0,00	0,00	0,00	1,07
Isopoda	14,93	2,13	0,00	10,67
Isoptera	436,27	57,60	154,67	289,07
Larvas Coleoptera	29,87	6,40	33,07	33,07
Larvas Diptera	0,00	0,00	1,07	219,73
Oligochaeta	326,40	258,13	210,13	78,93
Orthoptera	3,20	0,00	0,00	1,07
Pupa Coleoptera	1,07	0,00	0,00	0,00
Symphyla	0,00	1,07	3,20	3,20
Total	1181,87	460,80	723,20	1281,07

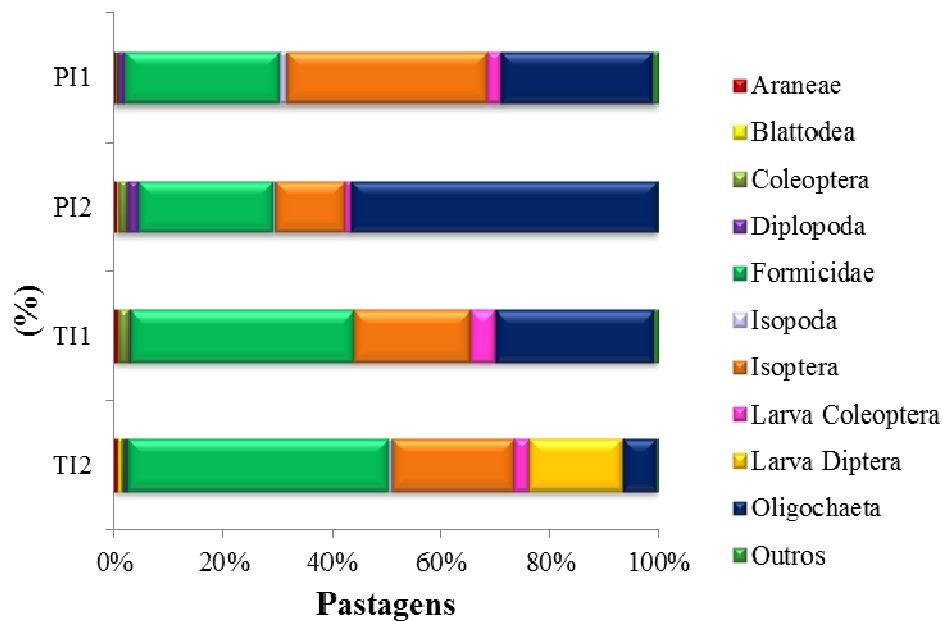


Figura 19. Composição relativa dos principais grupos da macrofauna do solo nas pastagens

Em termos de funcionalidade dos grupos, nas quatro pastagens foram encontrados indivíduos que se enquadram em diferentes funcionalidades, sendo estas: Engenheiros do Ecossistema, predadores, saprófagos, fitófagos e outros grupos (Tabela 24).

Tabela 24. Diferentes grupos encontrados nas áreas de pastagem

Engenheiros do ecossistema	Predadores	Saprófagos	Fitófagos	Outros
Formicidae	Araneae	Blattodea	Auchenorrhyncha	Casulo Minhoca
Isoptera	Chilopoda	Diplopoda	Heteroptera	Coleoptera
Oligochaeta	Diplura	Gastropoda	Orthoptera	Hymenoptera
		Isopoda		Larvas de Coleoptera
		Larvas de Diptera		Pupa de Coleoptera
		Symphyla		

Os engenheiros do ecossistema representam de 77% a 93% dos indivíduos nas áreas, sendo a menor frequência encontrada na TI2 e a maior na PI1. Os demais grupos foram menos frequentes como: os saprófagos, com frequência entre 1,0 e 19% dos indivíduos; e a menor frequência ocorreu na TI1 e a maior na TI2. Os predadores variaram de 0,6 a 0,9 % e os fitófagos variaram de 0 a 0,9% (Figura 20).

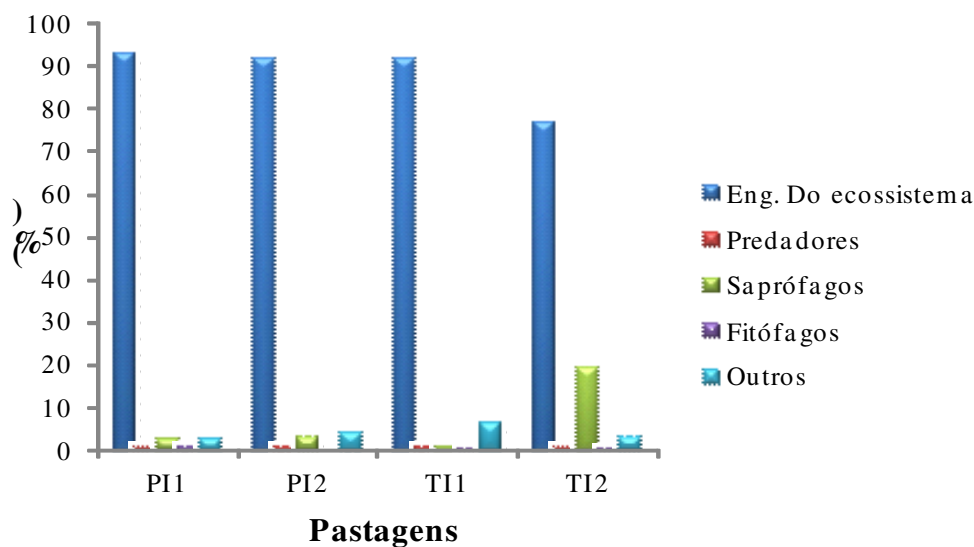


Figura 20. Densidade de indivíduos coletados distribuídos nos grupos funcionais

4.2.4. Variações na densidade dos grupos taxonômicos nas pastagens

As análises estatísticas para contrastar a densidade individual dos grupos taxonômicos mostraram diferenças significativas para os grupos: Formicidae, Oligochaeta, Chilopoda, Diplopoda e Larvas de Coleoptera (Tabela 25).

O grupo Formicidae apresentou diferença na média entre os terços e na interação pastagem x terço. Comparando as médias dos terços, observa-se menor densidade no terço médio em relação aos terços superiores e inferiores de todas as áreas. Na interação, houve diferença nos terços médios e inferiores. Comparando os terços médios de todas as pastagens, PI2 apresentou a menor densidade, ou melhor, não foram encontrados indivíduos do grupo Formicidae nesse terço dessa área, o que

influenciou o resultado das médias dos terços. Nos terços inferiores, a menor densidade também foi encontrada na PI2. Na comparação entre terços dentro de cada área, não foram encontradas diferenças (Tabela 25). O grupo Formicidae esteve presente em todas as áreas, mostrando a grande adaptabilidade desse grupo a diferentes habitats, porém na área PI2 se fez ausente no terço médio, o que talvez pode ser atribuído a menor disponibilidade de recursos alimentares, fazendo com que as mesmas migrassem para outros terços.

Esse grupo é abundante na maioria dos ecossistemas terrestres e é facilmente amostrado (Wilson, 1987; Hoffmann et al, 2000), além de ter uma dinâmica comunitária pelo hábito social (Menezes et al., 2009). Devido a isso, em diversos estudos o grupo Formicidae apresentou elevadas densidades (Menezes et al., 2008; Martins, 2009; Klenk, 2010). Além disso, as formigas são importantes nos processos de decomposição (Lavelle e Spain, 2001), auxiliando na ciclagem de nutrientes alocados em plantas mortas. Constroem galerias nos solos e com isso redistribuem partículas, nutrientes e matéria orgânica ao longo do perfil, influenciando também na porosidade e aeração dos solos, melhorando a infiltração de água (Bruyn, 1999).

O grupo Oligochaeta apresentou diferenças entre áreas, sendo TI2 a pastagem de menor densidade de minhocas. Na comparação entre as médias dos terços não houve diferença significativa. Já na comparação, interação pastagem x terço ocorreram variações, onde os terços médios e inferiores apresentaram diferenças. Comparando os terços médios, TI2 apresentou a menor densidade. Nos terços inferiores foram encontradas menores densidades na pastagem TI1 (Tabela 25).

Como as minhocas estão intimamente associadas à decomposição das raízes das pastagens, a menor densidade desse grupo nessas áreas pode estar relacionada a esse fato. Comparando os terços dentro de cada área, observa-se diferença somente na pastagem TI1, com menor densidade no terço inferior. Segundo Chan (2001) a presença de cobertura vegetal, matéria orgânica em decomposição e sistema radicular extenso e de grande densidade aumentam a densidade de minhocas.

Os grupos Diplopoda e Larvas de Coleoptera apresentaram diferenças somente na interação pastagem x terço, nos terços superiores. Para o grupo Diplopoda a pastagem TI1 apresentou a menor densidade, ou melhor, não ocorreram indivíduos desse grupo nesse terço dessa área (Tabela 25). Isso pode ser atribuído ao baixo teor de argila nesse terço na pastagem TI1, pois segundo Ekschmitt et al (1997) a densidade de diplópodes geralmente é maior em solos argilosos, onde a cobertura vegetal e a umidade asseguram uma maior quantidade de alimento.

Já o grupo Larvas de Coleoptera, apresentou menor densidade na pastagem PI2. Isso pode estar atribuído ao fato desse terço estar exposto a maior luminosidade e temperatura, fazendo com que esses organismos migrem para camadas mais profundas do solo ou outros terços da paisagem. Segundo Kuhnelt (1961) as larvas de Coleoptera se movem para camadas mais profundas para proteção.

Tabela 25. Distribuição da Densidade total por grupo da macrofauna encontrados nas pastagens

Áreas	Superior	Médio	Inferior	Média
Formicidae				
PI1	195 Aa	422 Aa	390 Aa	336 A
PI2	307 Aa	0 Ba	35 Ba	114 A
TI1	477 Aa	58 ABa	358 Aa	298 A
TI2	1533 Aa	122 ABa	189 ABa	614 A
Média	628 a	150 b	243 ab	
Oligochaeta				
PI1	237 Aa	384 Aa	358 Aa	326 A
PI2	147 Aa	253 Aa	374 Aa	258 A
TI1	352 Aa	221 ABab	58 Bb	210 AB
TI2	83 Aa	80 Ba	74 ABa	79 B
Média	205 a	234 a	216 a	
Diplopoda				
PI1	16 ABa	22 Aa	3 Aa	14 A
PI2	19 Aa	6 Aa	0 Aa	8 A
TI1	0 Ba	0 Aa	3 Aa	1 A
TI2	3 ABa	16 Aa	0 Aa	6 A
Média	10 a	11 a	1,5 a	
Larvas de Coleoptera				
PI1	35 ABa	19 Aa	35 Aa	30 A
PI2	3 Ba	6 Aa	10 Aa	6 A
TI1	42 ABa	13 Aa	45 Aa	33 A
TI2	54 Aa	26 Aa	19 Aa	33 A
Média	34 a	16 a	27 a	

4.3. Avaliação Multivariada das Comunidades de Fauna Edáfica

Para correlacionar os dados de fauna edáfica com as variáveis ambientais da paisagem foi utilizada a técnica de análise multivariada de componentes principais, a fim de verificar o grau de influência dos fatores da paisagem (compartimento geopedológico, cobertura vegetal e posição na encosta) sobre a variabilidade dos dados, tanto de fauna epígea quanto de macrofauna do solo.

De acordo com a análise de componentes principais (PCA) realizada considerando os grupos da fauna epígea e os fatores da paisagem, a variabilidade dos dados foi explicada em 65,6% na CP1 e 11,2% pela CP2, totalizando 76,8% da variabilidade total destas variáveis. Observa-se, portanto que a PCA foi eficiente para mostrar a diferença que cada variável da paisagem analisada impõe sobre a fauna epígea.

Observa-se na **Figura 21**, ao longo do CP1 (eixo principal), que a pastagem (G) está na faixa da direita com valores positivos, enquanto que a floresta (F) está na faixa da esquerda com valores negativos, estando completamente opostas, mostrando que essa variável exerceu forte influência sobre a comunidade da fauna epígea.

Constatou-se maior correlação dos grupos Hymenoptera, Acari, Araneae e Formicidae com a cobertura de pastagem (G). A ordem Entomobryomorpha, por sua vez, apresentou maior correlação com a cobertura de floresta (F).

As variáveis do período de formação (compartimento Proterozóico e Terciário) exerceram menor influência sobre a fauna epígea. Os grupos Entomobryomorpha, Coleoptera Psocoptera, Archeognata e Pseudoscorpionida apresentaram maior correlação com o Terciário, sendo melhor explicadas pelas variáveis de solo que serão discutidas posteriormente. Os terços na encosta quase não influenciaram a estrutura da comunidade da fauna epígea.

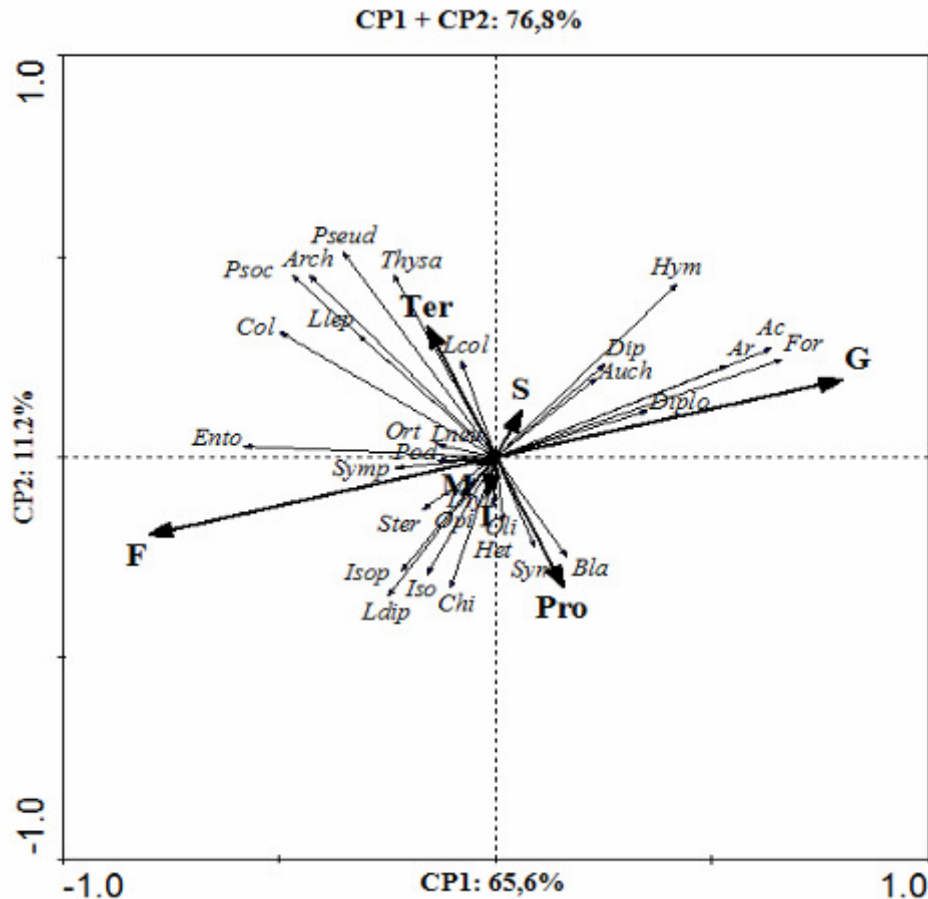


Figura 21. Relação das variáveis de fauna epígea e da paisagem com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2).

Floresta (F), Pastagem (G), Proterozóico (Pro) e Terciário (Ter) e os terços Superior (S), Médio (M) e Inferior (I), atributos da fauna epígea (em itálico na figura), Acari (Ac), Araneae (Ar), Archeognata (Arch), Auchenorrhyncha (Auch), Blattodea (Bla), Chilopoda (Chi), Coleoptera (Col), Diplopoda (Diplo), Diplura (Diplu), Diptera (Dip), Entomobryomorpha (Ento), Formicidae (For), Heteroptera (Het), Hymenoptera (Hym), Isopoda (Iso), Isoptera (Isop), Larva de Coleoptera (LCol), Larva de Diptera (LDip), Larva de Lepidoptera (LLeP), Larva de Neuroptera (LNeu), Oligochaeta (Oli), Opilionida (Opi), Orthoptera (Ort), Poduromorpha (Pod), Pseudoscorpionida (Pseud), Psocoptera (Psoc), Sternorrhyncha (Ster), Symphyla (Sym), Symphyleona (Symph), Thysanoptera (Thysa), Thysanura (Thyu).

Na mesma análise realizada com os grupos da macrofauna e os fatores da paisagem, no eixo 1 (CP1) a floresta se situou na faixa da direita e com valores positivos, enquanto a pastagem ficou na esquerda e com valores negativos, mostrando que são ambientes opostos (**Figura 22**).

Houve maior correlação dos grupos Larvas de Lepidoptera, Chilopoda e Araneae com a floresta (F), e do grupo Oligochaeta na pastagem (G). Para as demais variáveis não foi verificado efeito claro da cobertura vegetal sobre a macrofauna do solo.

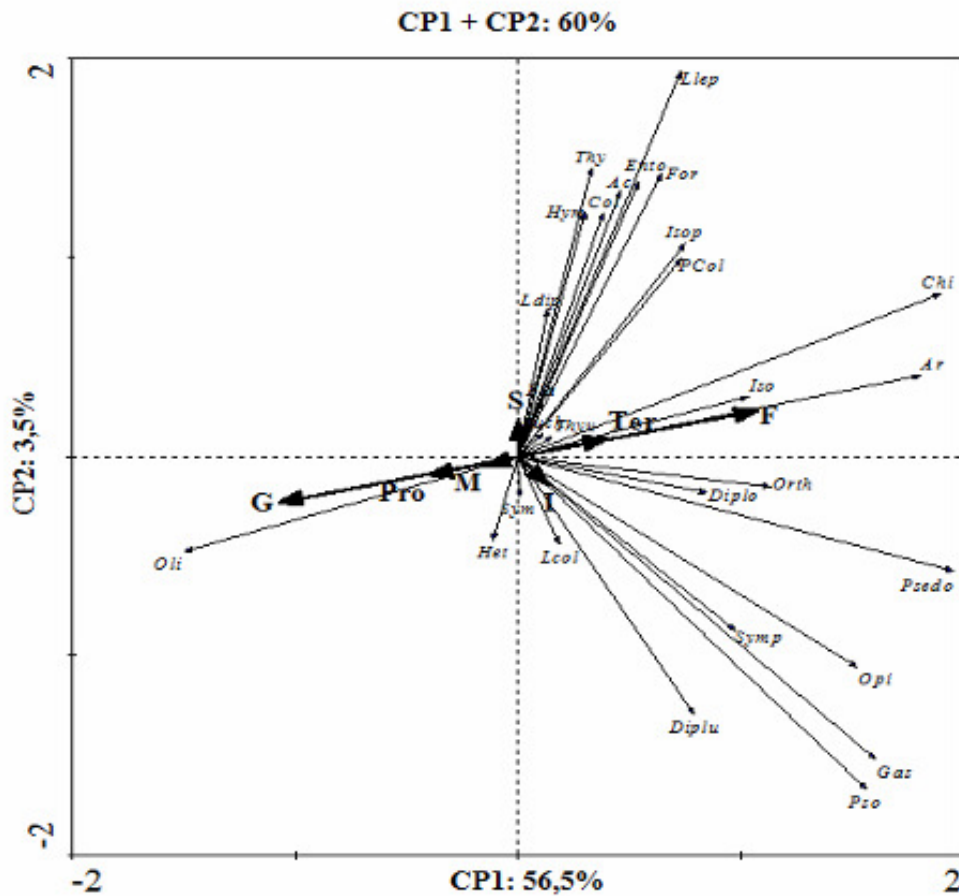


Figura 22. Relação das variáveis da macrofauna do solo e da paisagem com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2).

Floresta (F), Pastagem (G), Proterozóico (Pro) e Terciário (Ter) e os terços Superior (S), Médio (M) e Inferior (I), atributos da macrofauna do solo (em itálico na figura), Araneae (Ar), Auchenorrhyncha (Auch), Blattodea (Bla), Chilopoda (Chi), Coleoptera (Col), Diplopoda (Diplo), Diplura (Diplu), Diptera (Dip), Formicidae (For), Gastropoda (Gas), Heteroptera (Het), Hymenoptera (Hym), Isopoda (Iso), Isoptera (Isop), Larva de Coleoptera (LCol), Larva de Diptera (LDip), Larva de Lepidoptera (LLep), Oligochaeta (Oli), Opilionida (Opi), Orthoptera (Ort), Pseudoscorpionida (Pseud), Psocoptera (Psoc), Symphyla (Sym), Thysanoptera (Thys), Thysanura (Thyu).

Foi observado na Figura 21 e na Figura 22, padrão de composição da fauna edáfica (fauna epígea e macrofauna do solo) em relação às características mais amplas da paisagem, ou seja, o período de formação, a cobertura vegetal do solo e os terços da encosta. O resultado indica que os organismos que vivem no solo ou na interface serrapilheira-solo são relacionados com essas variáveis.

Já que a cobertura vegetal foi fator relevante na colonização dos grupos de fauna do solo, foi feita a mesma análise (PCA) correlacionando a fauna edáfica com as características da vegetação. Foi aplicada somente para os fragmentos florestais, para visualizar se as características da vegetação influenciaram no comportamento dos grupos da fauna.

Para a fauna epígea (**Figura 23**), o grupo Entomobryomorpha teve correlação com o número de espécies vegetais das áreas. O que confirma que esse grupo é sensível à cobertura do solo, sendo influenciado pela diversidade de material vegetal.

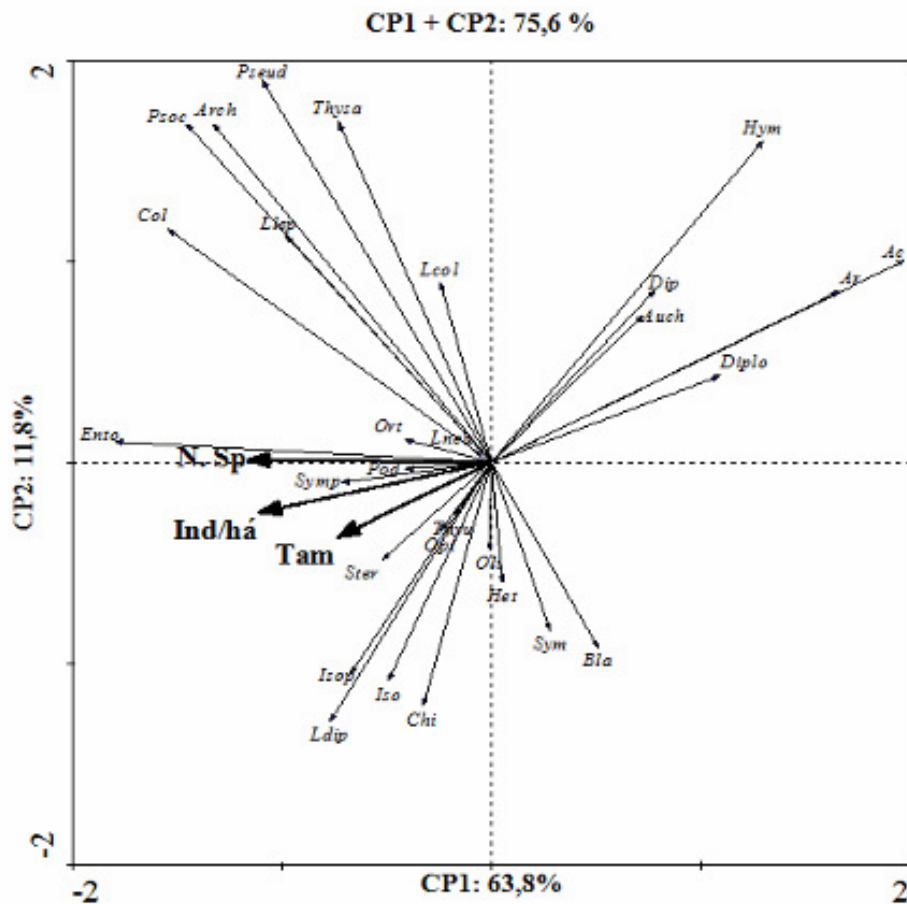


Figura 23. Relação das variáveis de fauna epígea e da vegetação com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2).

Tamanho (Tam), Indivíduos por hectare (Ind/ha), Número de espécies (N. Sp). atributos da fauna epígea (em itálico na figura), Acari (Ac), Araneae (Ar), Archeognata (Arch), Auchenorrhyncha (Auch), Blattodea (Bla), Chilopoda (Chi), Coleoptera (Col), Diplopoda (Diplo), Diplura (Diplu), Diptera (Dip), Entomobryomorpha (Ento), Formicidae (For), Heteroptera (Het), Hymenoptera (Hym), Isopoda (Iso), Isoptera (Isop), Larva de Coleoptera (LCol), Larva de Diptera (LDip), Larva de Lepidoptera (LLep), Larva de Neuroptera (LNeu), Oligochaeta (Oli), Opilionida (Opi), Orthoptera (Ort), Poduromorpha (Pod), Pseudoscorpionida (Pseud), Psocoptera (Psoc), Sternorrhyncha (Ster), Symphyla (Sym), Symphyleona (Symp), Thysanoptera (Thysa), Thysanura (Thyu).

No caso da macrofauna, os grupos Araneae, Chilopoda e Larvas de Lepidoptera se correlacionaram com número de espécies e de indivíduos vegetais.

Os grupos Araneae e Chilopoda são fortemente influenciados pela quantidade e diversidade de cobertura vegetal, pois nesse ambiente de serrapilheira habita a maioria de suas presas. O grupo Oligochaeta como teve maior correlação com a pastagem ficou isolado (**Figura 24**).

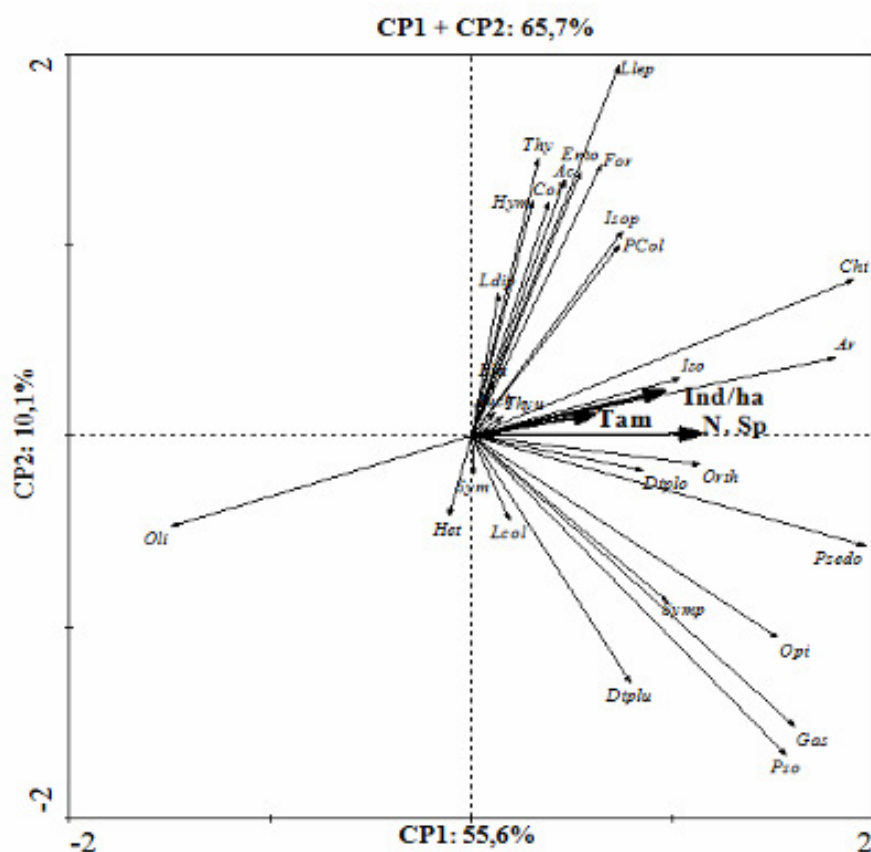


Figura 24. Relação das variáveis da macrofauna do solo e da vegetação com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2)

Tamanho (Tam), Indivíduos por hectare (Ind/ha), Número de espécies (N. Sp), atributos da macrofauna(em itálico na figura), Araneae (Ar), Auchenorrhyncha (Auch), Blattodea (Bla), Chilopoda (Chi), Coleoptera (Col), Diplopoda (Diplo), Diptera (Dip), Formicidae (For), Gastropoda (Gas), Heteroptera (Het), Hymenoptera (Hym), Isopoda (Iso), Isoptera (Isop), Larva de Coleoptera (LCol), Larva de Diptera (LDip), Larva de Lepidoptera (LLep), Oligochaeta (Oli), Opilionida (Opi), Orthoptera (Ort), Pseudoscorpionida (Pseud), Psocoptera (Psoc), Symphyla (Sym), Thysanoptera (Thys), Thysanura (Thyu).

Para melhor explicar a influência do período de formação das áreas, foi realizada a análise de PCA com algumas características dos solos nas áreas.

No caso da fauna epígea, observa-se que os grupos Entomobryomorpha, Coleoptera, Psocoptera, Archeognatha, Pseudoscorpionida e Thysanoptera tiveram correlação com o valor T do solo. Os grupos Diplopoda, Hymenoptera, Acari e Araneae tiveram correlação com o carbono orgânico, a densidade e a saturação por alumínio. Para as demais variáveis não se observa uma relação clara.

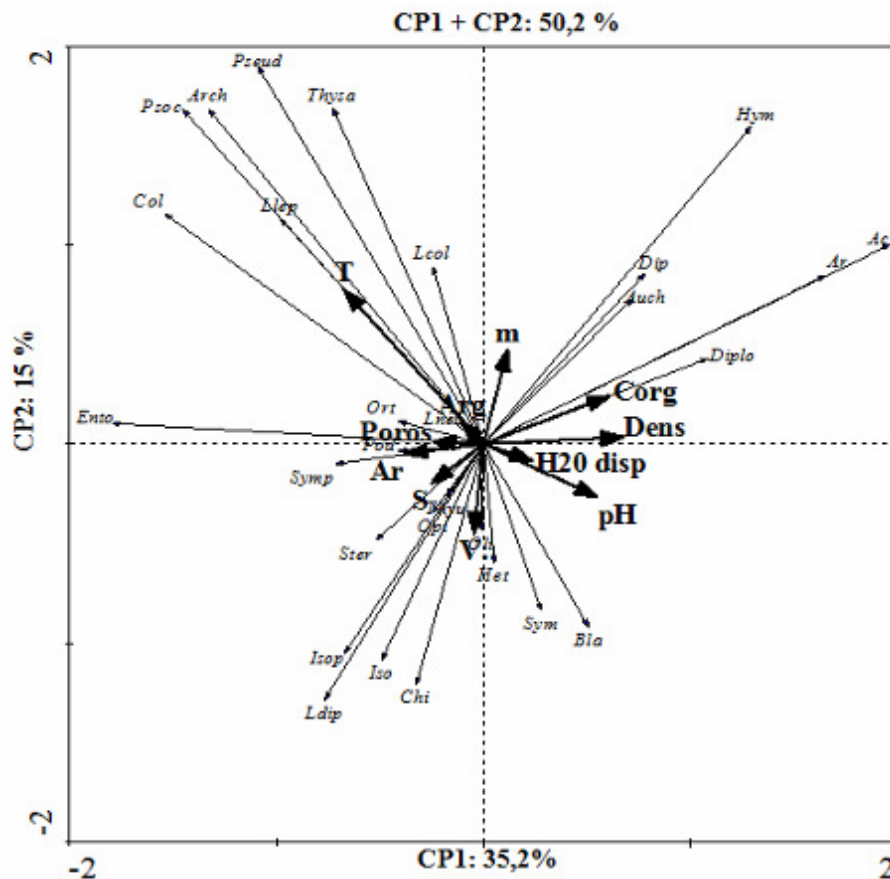


Figura 25. Relação das variáveis de fauna epígea e características do solo com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2)

Areia (Ar), Argila (Arg), Densidade (Dens), Água disponível (H2O disp), Porosidade (Poros), Capacidade de troca (T), Saturação por alumínio (m), Soma de Bases (S), Saturação por bases (V%), Carbono orgânico (Corg), atributos da fauna epígea (em itálico na figura), Acari (Ac), Araneae (Ar), Archeognata (Arch), Auchenorrhyncha (Auch), Blattodea (Bla), Chilopoda (Chi), Coleoptera (Col), Diplopoda (Diplo), Diptera (Dip), Entomobryomorpha (Ento), Formicidae (For), Heteroptera (Het), Hymenoptera (Hym), Isoptera (Iso), Isopoda (Isop), Larva de Coleoptera (LCol), Larva de Diptera (LDip), Larva de Lepidoptera (LLeP), Larva de Neuroptera (LNeu), Oligochaeta (Oli), Opilionida (Opi), Orthoptera (Ort), Poduromorpha (Pod), Pseudoscorpionida (Pseud), Psocoptera (Psoc), Sternorrhyncha (Ster), Symphyla (Sym), Symphypleona (Symp), Thysanoptera (Thysa), Thysanura (Thyu).

Em relação à macrofauna (Figura 24), principalmente os grupos Psocoptera, Gastropoda e Pseudoscorpionida, estão correlacionados com as variáveis argila, porosidade e valor T. Enquanto Araneae, Chilopoda e Larvas de Lepidoptera estão mais associados com a variável areia. E o grupo Oligochaeta está intimamente relacionado às variáveis carbono orgânico, pH e quantidade de água disponível.

A densidade do solo e a porosidade são variáveis inversamente proporcionais, assim, ambas estão representadas em faixas positivas, porém opostas, ou seja, quanto maior a porosidade menor a densidade do solo. Portanto, a influência sobre a vida dos grupos da macrofauna do solo.

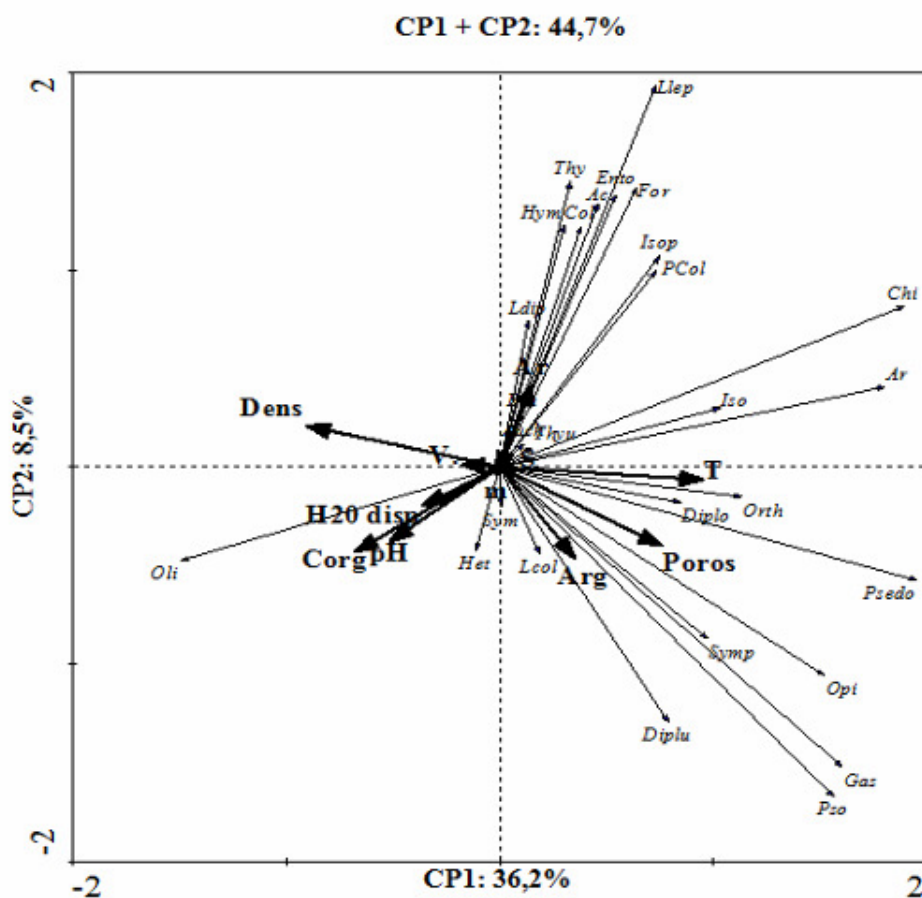


Figura 26. Relação das variáveis de macrofauna do solo e características do solo com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2).

Areia (Ar), Argila (Arg), Densidade (Dens), Água disponível (H2O disp), Porosidade (Poros), Capacidade de troca (T), Saturação por alumínio (m), Soma de Bases (S), Saturação por bases (V%), Carbono orgânico (Corg), atributos da fauna epígea (em itálico na figura), Araneae (Ar), Auchenorrhyncha (Auch), Blattodea (Bla), Chilopoda (Chi), Coleoptera (Col), Diplopoda (Diplo), Diplura (Diplu), Diptera (Dip), Formicidae (For), Gastropoda (Gas), Heteroptera (Het), Hymenoptera (Hym), Isopoda (Iso), Isoptera (Isop), Larva de Coleoptera (LCol), Larva de Diptera (LDip), Larva de Lepidoptera (LLeq), Oligochaeta (Oli), Opilionida (Opi), Orthoptera (Ort), Pseudoscorpionida (Pseud), Psocoptera (Psoc), Symphyla (Sym), Thysanoptera (Thys), Thysanura (Thy).

Visto a influência de todas essas variáveis e sua correlação com os grupos da fauna edáfica, foi realizada a última análise com todas as áreas estudadas, para observar que grupos taxonômicos estiveram associados às áreas de fragmento ou as de pastagem (**Figura 27**).

Observa-se na **Figura 27**, que o fragmento TF2 se apresentou isolado dos demais, e os grupos da fauna epígea correlacionados ao mesmo foram: Entomobryomorpha, Coleoptera, Psocoptera, Archeognatha, Pseudoscorpionida e Thysanoptera. Os demais fragmentos se apresentaram no mesmo plano, ou seja, sem diferenças entre eles. Os grupos com maior correlação com estes fragmentos foram: Larvas de Diptera, Chilopoda, Isopoda e Isoptera.

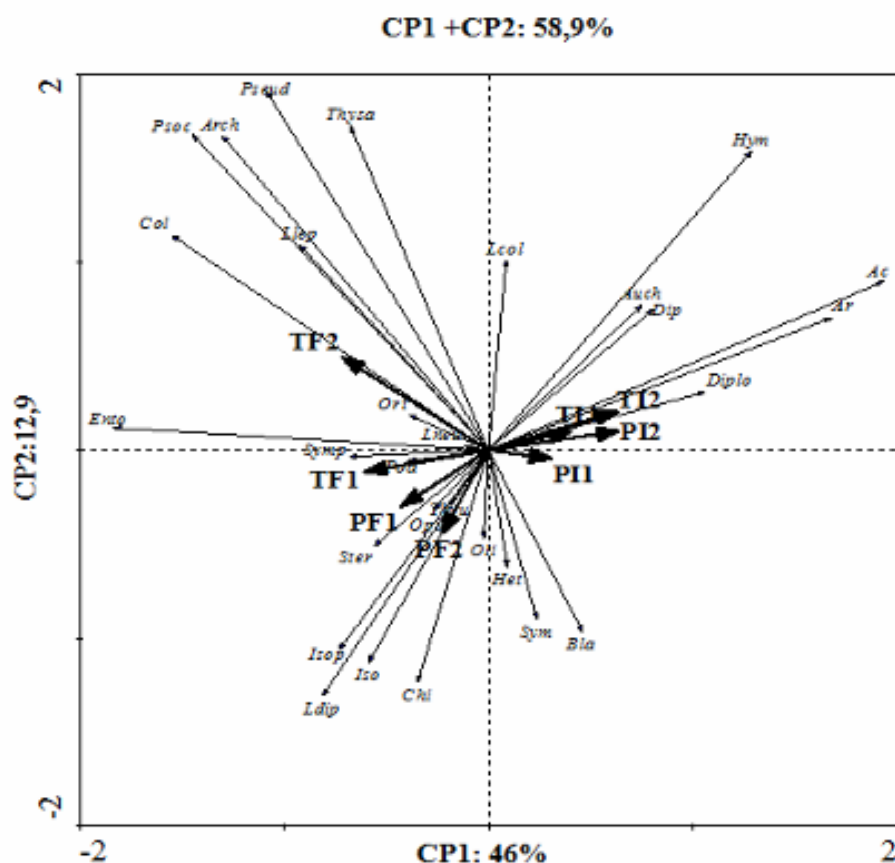


Figura 27. Relação das variáveis da fauna epígea e as áreas de estudo com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2), atributos da fauna epígea (em itálico na figura).

Acari (Ac), Araneae (Ar), Archeognata (Arch), Auchenorrhyncha (Auch), Blattodea (Bla), Chilopoda (Chi), Coleoptera (Col), Diplopoda (Diplo), Diptera (Dip), Entomobryomorpha (Ento), Formicidae (For), Heteroptera (Het), Hymenoptera (Hym), Isopoda (Iso), Isoptera (Isop), Larva de Coleoptera (LCol), Larva de Diptera (LDip), Larva de Lepidoptera (LLep), Larva de Neuroptera (LNeu), Oligochaeta (Oli), Opilionida (Opi), Orthoptera (Ort), Poduromorpha (Pod), Pseudoscorpionida (Pseud), Psocoptera (Psoc), Sternorrhyncha (Ster), Symphyla (Sym), Symphyleona (Symp), Thysanoptera (Thysa), Thysanura (Thyu).

Em relação à macrofauna (Figura 28), o grupo Oligochaeta teve correlação com todas as áreas de pastagem. Já os fragmentos florestais mostram várias correlações. Assim como para a fauna epígea, o fragmento TF2 apresentou-se isolado dos demais. Os grupos de maior correlação com esse fragmento foram Psocoptera, Gastropoda e Pseudoscorpionida, e em menor proporção Opilionida e Diplura. Os demais fragmentos apresentaram o mesmo comportamento para a fauna epígea, estiveram juntos em um mesmo plano, sem diferenças evidentes. Os grupos de maior correlação com esses fragmentos foram: Chilopoda, Formicidae, Isoptera, Larvas de Lepidoptera e Araneae.

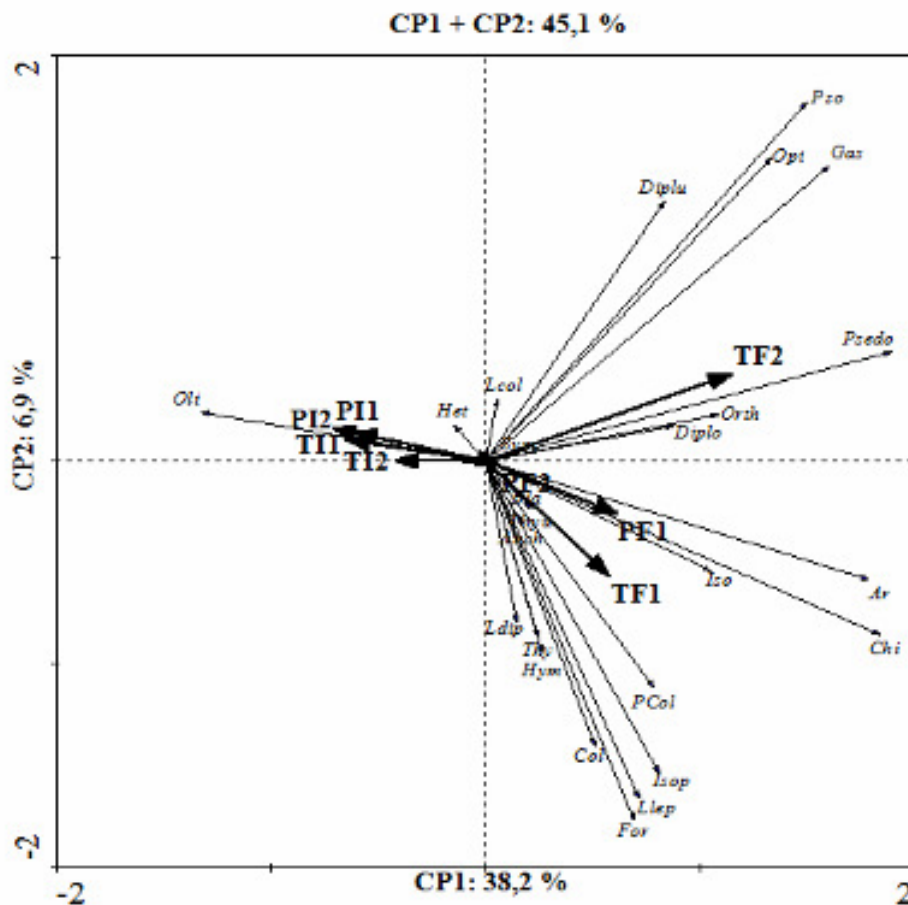


Figura 28. Relação das variáveis da macrofauna do solo e as áreas de estudo com os componentes principais 1 e 2 (CP 1 e CP 2), atributos da fauna epígea (em itálico na figura)

Acari (Ac), Araneae (Ar), Archeognata (Arch), Auchenorrhyncha (Auch), Blattodea (Bla), Chilopoda (Chi), Coleoptera (Col), Diplopoda (Diplo), Diptera (Dip), Entomobryomorpha (Ento), Formicidae (For), Heteroptera (Het), Hymenoptera (Hym), Isopoda (Iso), Isoptera (Isop), Larva de Coleoptera (LCol), Larva de Diptera (LDip), Larva de Lepidoptera (LLep), Larva de Neuroptera (LNeu), Oligochaeta (Oli), Opilionida (Opi), Orthoptera (Ort), Poduromorpha (Pod), Pseudoscorpionida (Pseud), Psocoptera (Psoc), Sternorrhyncha (Ster), Symphyla (Sym), Symphypleona (Symp), Thysanoptera (Thysa), Thysanura (Thyu).

5 CONCLUSÕES

De maneira geral, os resultados indicam que a cobertura vegetal exerce forte influência sobre a estrutura da comunidade da fauna do solo. Foi observada maior abundância, densidade e riqueza total nas áreas dos fragmentos florestais.

Apesar da maior quantidade de organismos e riqueza de grupos terem sido encontrados nos fragmentos, quando se observam os grupos separadamente, nota-se preferência de alguns por determinados ambientes. Como exemplo os grupos Oligochaeta e Isoptera nas pastagens e os Colembolla nos fragmentos florestais, o que pode estar relacionado à maior oferta de alimento.

Algumas variáveis do solo influenciaram a ocorrência de grupos da fauna edáfica; porém o fator compartimento geopedológico (Proterozoico ou Terciário) não influenciou a estrutura da comunidade, de forma a se caracterizar como fator relevante para monitoramento de variação da qualidade do solo.

Em função do elevado grau de antropização das áreas avaliadas não foi possível ainda observar diferenças significativas na estrutura das comunidades de fauna edáfica nos diferentes terços da encosta.

Os fragmentos florestais, embora muito antropizados e em estágios iniciais de regeneração, apresentaram melhores condições para a colonização dos grupos de organismos da fauna do solo.

A análise de componentes principais se mostrou um procedimento adequado para separar as áreas de estudo, principalmente quanto a cobertura vegetal; que foi a variável de maior influência sobre a estrutura da comunidade da fauna edáfica.

A fauna do solo se mostrou um bom indicador ambiental, e os resultados sugerem que pode ser aplicado para avaliações de alterações no sistema em pesquisas similares. O detalhamento deste indicador, através da investigação de grupos de fauna em nível de menor grupo taxonômico, pode ser uma alternativa para obter resultados ainda mais expressivos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR-MENEZES, E. M.; AQUINO, A. M. de. Coleoptera terrestre e sua importância nos sistemas agropecuários. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 55 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 206).
- ALCANTRA, P. B. e BUFARAH, G. Plantas Forrageiras: Gramíneas e Leguminosas. São Paulo: Nobel, 1999. 162 p.
- ALMEIDA, F.F.M. de. The system of continental rifts bordering the Santos basin, Brazil. In: ALMEIDA, F.F.M. de (ed.) Continental Margins of Atlantic Type. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 48 (suplemento): 1976. p.15-26.
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. Tropical Soil Biological And Fertility: A handbook of methods. 2. ed. CAB International, Wallingford, Estados Unidos, 1993. 221p.
- ARAÚJO, A. S. F; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, jul./set. 2007.
- ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M., (Eds) Biologia dos solos dos cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p.363-443.
- BARBOSA, V. S.; LEAL, I. R.; IANNUZZI, L.; CORTEZ, J. A. Distribution Pattern of Herbivorous Insects in a Remnant of Brazilian Atlantic Forest. Neotropical Entomology v. 34, n.5, p.701-711, Set./Out. 2005.
- BARETTA, D. ; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, Al. L. ; WILDNER, L. P. ;MIQUELLUTI, D. J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.2 (1): 97-106, 2003.
- BARNES, R.D. 1984. Zoologia dos Vertebrados. São Paulo. Livraria Rocca. 4ª Ed.1179p.
- BARROS, E.; NEVES, A.; BLANCHART, E.; FERNANDES, E. C. M.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P. Development of the soil macrofauna community under silvopastoral and agrosilvicultural systems in Amazonia. Pedobiologia, v. 47, n. 3, p. 273-280, 2003.
- BARROS, E.; PASHANASI, B.; CONSTANTINO, R.; LAVELLE, P. Effects of land use system on the soil macrofauna in Western Brazilian Amazônia. Biology and Fertility of Soils, v. 35, p. 338-347, 2002.
- BITAR, O.Y & ORTEGA, R.D. Gestão Ambiental. In: OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds.). Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. cap. 32, p.499-508.
- BOUNI, C. Indicateurs de développement durable: l'enjeu d'organiser une information hétérogène pour préparer une décision multicritère. In: Colloque International sur Indicateurs de Développement Durable. 1996. Abbay de Fontevraud. Annales... [S.l.: s.n.], 1996

- BRIONES, M. J. I.; INESON, P.; PIEARCE, T. G. Effects of climate change on soil fauna; responses of enchytraeides, Diptera larvae and tardigrades in a transplant experiment. *Applied Soil Ecology*, v. 6, p. 117-134, 1997.
- BROWN, G. G.; MORENO, A. G.; BAROIS, I.; FRAGOSO, C.; ROJAS, P.; HERNADEZ, B.; PATRON, J.C. Soil macrofauna in SE Mexican pastures and the effect of conversion from native to introduced pastures. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.103, n. 02, p. 313-327, 2004.
- BROWN, G.G. Diversidade e função da macrofauna no sistema edáfico agrícola. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Londrina, Anais..., (palestra 23) p.56 Londrina, 2001.
- BRUYN, L.A.L. de. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.74, n. 1-3, p.425-441, jun. 1999.
- CASEIRO, I.; SANTOS, S.; SOUSA, J.P.; NOGUEIRA, A.J. A; SOARES, A. M.V.M. Optimization of culture conditions of *Porcellio dilatatus* (Crustacea, Isopoda) for laboratory test development. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 47, p. 285-291, 2000.
- CHAER, G.M.; TÓTOLA, M.R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma plantios eucalipto sobre indicadores qualidade solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.1381-1396, 2007.
- CHAN, K.Y. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity – implications for functioning in soils. *Soil & Tillage Research*, v. 57, p. 179-191, 2001.
- COLLI, G. R.; ACCACIO, G. M.; ANTONINI, Y.; CONSTANTINO, R.; FRANCESCHINELLI, E. V.; LAPS, R. R.; SCARIOT, A.; VIEIRA, M. V.; WIEDERHECKER, H. C. A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese. In: *Fragmentação dos ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. RAMBALDI, D. M. & OLIVEIRA, D. A. S. (eds.) Ministério do Meio Ambiente: Brasília. 2003. p. 312-324.
- CORREIA, M. E. F.; LIMA, D. A.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; TAVARES, S. R. L. Comunidades da macrofauna do solo em áreas de floresta secundária de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro. In: V Congresso Brasileiro de Ecologia do Brasil, UFRGS, Porto Alegre, CD, 2001.
- CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. Fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 2000, 46p. (Embrapa Agrobiologia, Documentos, 112)
- CORREIA, M. E. F. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. *Seropédica: Embrapa Agroecologia*. 18p. (Documento 156), 1997.
- CORREIA, M.E.F. Organização da comunidade de macroartrópodos edáficos em um ecossistema de Mata Atlântica de Tabuleiros, Linhares (ES). 1994. 76p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. 1994.
- COSTA, C.; VANIN, S. A.; CASARI-CHEN, S. A. Larvas de Coleoptera do Brasil. São Paulo: Museu De Zoologia, Universidade de São Paulo: Fapesp, 1988, 282p.

- DEAN, W. With broadax and firebrand: The Destruction of the Brazilian Atlantic Forest. University of California Press, Berkeley. 482p. 1995.
- DECAENS, T.; DUTOIT, T.; ALARD, D.; LAVELLE, P. Factors influencing soil macrofaunal communities in post-pastoral successions of Western France. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 9, p.361-367, 1998.
- DECAËNS, T.; JIMÉNEZ, J. J.; GIOIA, C.; MEASEY, G. J.; LAVELLE, P. The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology* v.42, p.23-38, 2006.
- DEHARVENG, L.; D'HAESE, C.; BEDOS, A. Global diversity of springtails (Collembola; Hexapoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, v. 595, p.329-338, 2008.
- DELLA LÚCIA, T. M. C.; Araújo, M. S. Fundação e estabelecimento de formigueiros. In: DELLA LÚCIA, T. M. C. (Ed). *As formigas cortadeiras*. Viçosa: Folha de Viçosa, 1993, p. 60-83.
- DEPONTI, C.M; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J.L.B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Porto Alegre, v.3, n.4, 2002.
- DINDAL, D. *Soil biology guide*. Ed. John Wiley and Sons. New York, 1990, 1348p.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining And Assessing Soil Quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.) *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: Soil Society of America, p.3-21. (SSSA Special Publication, 35). 1994.
- DORAN, J. W.; ZEISS, M.R. Soil health and global sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v.15, p.3-11, 2000.
- DORAN, J.W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 88, p. 119-127, 2002.
- DORAN, J.W. Soil quality and sustainability. In: Comissão do “V Inventory, Genesis, Morphology and Classification of Soils” no XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Rio de Janeiro, RJ. 1997, 19p.
- EGGLETON, P.; TAYASU, I. Feeding groups, lifetypes and the global ecology of termites. *Ecological Research*, v.16, p. 941-960, 2001.
- EISENBEIS, G.; WICHARD, W. *Atlas on the biology of soil arthropods*. Berlin: Springer, 1987, 437p.
- EKSCHIMIT, K.; WOLTERS, V.; WEBER, M. Spiders, Carabids and Staphylinids: the ecological potential of predatory macroarthropods. In: BENCKISER, G. (Ed). *Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes and agricultural production*, New York: Marcel Dekker, 1997, p. 307-362.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* v.34: p.487-515, ago. 2003.
- FARIA, B. F. Anéis de crescimento como indicadores de contaminação ambiental : O uso da técnica de fluorescência de raios X por reflexão total com radiação síncrotron (SR-TXRF). 2007. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Ambiente). Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Arquitetura Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas.

FARIA, G.H.O. Análise do Modelo DPSIR para Subsidiar o Processo do Programa de Gestão Ambiental do INCT-APA. 2011. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). Universidade do Vale do Itajaí. SC, 2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR 4.6. Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003.

FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; CORREIA, M. E. F.; RESENDE, A. S.; CURCIO, G. R.; CHAER, G. M.; BONNET, A. Estratégia metodológica para o monitoramento. In: Monitoramento da revegetação do Comperj: etapa inicial. Embrapa, 2012 (no prelo).

FIOTEC. Disponível em: http://www.fiotec.fiocruz.br/institucional/index.php?option=com_content&view=article&id=1263:restauracao-ecologica-de-344-hectares-da-mata-atlantica. Acesso em 12/02/2012.

FLORENTINE, S. K. & WESTBROOKE, M. E. Restoration on abandoned tropical pasturelands- do we know enough? *Journal for Nature Conservation*, v.12, n. 2, p.85-94, out. 2004.

FOELIX, R.F. *Biology of spiders*. London: Harvard University Press, 1996, 267 p.

FONSECA, R.C. & DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de eucalyptus spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.48, n.1, p. 95-100, mar. 2004.

FONSECA, G.A.B. 1985. The vanishing Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, London, 34 (1): 17-34.

FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J. (Coord). Indicadores biológicos e bioquímicos de qualidade do solo: manual técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 21).

FROUZ, J. Use of soil dwelling Diptera (Insecta Diptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.74, n.1, p. 167-186, jun. 1999.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Relatório de atividades 2010. São Paulo, 2010. 100p. Disponível em: <http://www.sosma.org.br/pages/who/RelatorioSOSMA-2010.pdf>. Acesso em 05 set. 2011.

FURLEY, T. H; OLIVEIRA FILHO, A. C.; Biomonitoring of heavy metals and organo- chlorinated compounds in a pulp mill effluent using introduced mussels. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, v. 3, n. 4, p. 499-508, 2000.

GEHLHAUSEN, S.M., SCHWARTZ, M.W. & AUGSPURGER, C.K. Vegetation and microclimatic edge effects in two mixed-mesophytic forest fragments. *Plant Ecology*, v. 147, p.21–35, 2000.

GANDOLFI, S.; JOLY, C. A; RODRIGUES, R. R. Permeability x Impermeability: Canopy Trees as Biodiversity Filters. *Scientia Agrícola (USP. Impresso)*, Piracicaba (SP), v. 64, n. 4, p. 433-438, 2007.

GUIDO, M.; GIANELLE, D. Distribution patterns of four Orthoptera species in relation to microhabitat heterogeneity in an ecotonal area. *Acta Oecologica*, v. 22, p.175–185, 2001.

- HATCHUEL, G.; POQUET, G. Indicateurs sur la qualité de vie urbaine et sur l'environnement. Paris: Credoc, 1992. 58p. (Document Intermédiaire).
- HOFFMANN, B. D.; LOWE, L. M.; GRIFFITHS A. D. Reduction in cricket (Orthoptera: Ensifera) populations along a gradient of sulphur dioxide from mining emissions in northern Australia. *Australian Journal of Entomology*, v. 41, p. 182-186, 2002.
- HOFFMANN, B. D.; GRIFFITHS, A. D.; ANDERSEN, A. N. Responses of ant communities to dry sulfur deposition from mining emissions in semi-arid tropical Australia, with implications for the use of functional groups. *Austral Ecology*, v. 25, p. 653–663, 2000.
- HOLL, K. D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate and soil. *Biotropica*, v. 31, p. 229-242, 1999.
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). A Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ineaf.rj.gov.br/mata/conteudo.asp>. Acesso em 05 set. 2011.
- JEFFERY, S.; GARDI, C.; JONES, A.; MONTANARELLA, L.; MARMO, L.; MIKO, L.; RITZ, K.; PERES, G.; ROMBKE, J.; VAN DER PUTTEN, W. H. European atlas of soil biodiversity. European Union, 2010. p. 104-105.
- JONES C.G., LAWTON J.H., SHACHAK M. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, Copenhagen, v. 69, p. 373-386, 1994.
- KAIMOWITZ, D. Las causas subjacentes de la deforestacion en el tropico. In: GUARIGUATA, M. R. & KATTAN, G. H. (eds.). *Ecologia y Conservacion de Bosques Neotropicales*. 1ª ed. México: Ediciones Lur, 2002, 597p.
- KIMBERLING, D.N.; KARR, J.R.; FORE, L.S. Measuring human disturbance using terrestrial invertebrates in the shrub-steppe of eastern Washington (USA). *Ecological Indicators*, v.1, n.2, p. 63-81, 2001.
- KLENK, L. A. Macrofauna invertebrada edáfica em pastagem com pastoreio rotativo sob diferentes preparos orgânicos em condições subtropicais no sul do Brasil, 2010. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- KÖPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 1948, 479p.
- KORMAN, V. Proposta de integração das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP), 2003. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- KROLL, F.; MÜLLER F.; BELL S.; R HAASE D.; HELMINEN V.; KABISCH N.; PIORR, A.; SCHWARZ N.; STROHBACH M.; TAYLOR T.; ZUIN, A. Indicator Framework for Evaluating Impacts of Land Use Changes. *Sustainability Impact Assessment*. 2009.
- KROMP, B. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.74, n.1-3, p.187- 228, 1999.

- KÜHNELT, W. Soil biology: with special reference to the animal kingdom. London: Faber and Faber, 1961, 397 p.
- LAMB, D.; ERSKINE, P.D.; PARROTTA, J.A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, Washington, v. 310, p. 1628–1632, 2005.
- LAURANCE, W.F. 2009. Conserving the hottest of the hotspots. *Biological Conservation*. 142(6):1137.
- LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International*, nº 33, 14 p., Jul, 1996.
- LAVELLE, P. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem functions. *Advances in Ecological Research*, v. 27, p.93–132, 1997.
- LAVELLE, P. The soil fauna of tropical savannas. The community structure. In: BOURLIÈRE, F. (Ed.). *Tropical savannas*. Amsterdam: E. S. P. C., 1983. p.477-484.
- LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P. & ROSSIC, J.P. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, v. 42, p. 3-15, 2006.
- LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. *Soil ecology*. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 2001, 654p.
- LEE, K. E. *Earthworms: Their ecology and relationships with soils and land use*. Sydney: Academic Press.,1985, p. 4-59.
- LEWINSOHN, T. M.; FREITAS, A. V. L.; PRADO, P. I. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. *Megadiversidade*. Belo Horizonte (MG): *Conservação Internacional*, v. 1, n .1, 2005, p. 62-69.
- LIN, T., XUE, X., and LU, C. 2007. “Analysis of Coastal Wetland Changes Using the“DPSIR” Model: A Case Study in Xiamen, China.”*Coastal Management* , 35:289–303.
- LIMA, S. S. de; AQUINO, A. M. de ; LEITE, L. F. C; SILVA, P. H. S. da; CASTRO, A. A. J. F.; OLIVEIRA, F. das C. Diversidade da macrofauna edáfica em agroflorestas de diferentes estádios sucessionais. *Revista Brasileira de Agroecologia*. v.2, n.2, p. 1029-1033, out. 2007.
- LIMA, J. S. O biomonitoramento como ferramenta complementar na avaliação de impactos ambientais: Discutindo conceitos. *EcoTerra Brasil*. Junho, 2000. Disponível em <http://www.ecoterrabrasil.com.br/home/index.php?pg=temas&tipo=temas&cd=92>. Acesso em 15/06/2012.
- LONGINO, J. I.; CODDINGTON, J. A.; COLWELL, R. K. The Ant Fauna of a Tropical Rainforest: Estimating Species Richness Three Different Ways. *Ecology*, v. 83, n. 3, p. 689-702, 2002.
- LOPES, A. V.; GIRÃO, L. C; SANTOS, B. A.; PERES, C. A. TABARELLI, M. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic forest fragments. *Biological Conservation*, v.142, p.1154–1165, 2009.
- MARTINS, E. M. Fauna do solo e fungos micorrízicos arbusculares em um corredor agroflorestal. 2009. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Curso de

Pós-Graduação em Agronomia Ciência do Solo. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MARAUN, M.; MARTENS, H.; MIGGE, S; THEENHAUS, A.; SCHEU, S. Adding to 'to enigma of soil animal diversity': fungal feeders and saprophagous soil invertebrates prefer similar food substrates. *European Journal of Soil Biology*, v. 39, p. 85-95, 2003.

MELO, F.V; BROWN, G.G; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J.N.C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W; ZANETTI, R. Importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. *Boletim Informativo da SBCS*, p. 38-43, jan-abr., 2009.

MENEZES, C. E. G. Integridade da paisagem, manejo e atributos do solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral-RJ. 2008. 175p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia Ciência do Solo. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MENEZES, C. E. G.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. De; ZANETTI, R. Macrofauna edáfica em estágios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ), *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 33, p. 1647-1656, 2009.

MERLIM, A. de O. Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. 2005, 89 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Piracicaba.

METZGER, J.P., 2009. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation* 142, 1138–1140.

MITCHELL, G. Problems and Fundamentals of Sustainable Development Indicators 1997. Disponível em: <http://www.lec.leeds.ac.uk/people/gordon.html> (Acesso em 13/06/12).

MOLDENKE, A. R. Arthropods. In: WEAVER, R.W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A. (Eds.). *Methods Of Soil Analysis: Microbiological And Biochemical Properties*. Part 2. Madison: Sssa, 1994. p.517-542.

MORAES, L. F. D. Indicadores da Restauração de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ. 2005, 128 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia Ciência do Solo. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MORAIS, J. W de.; OLIVEIRA, V. S dos.; DAMBROS, C. S de.; TAPIA-CORAL, S. C.; ACIOLI, A. N. S. Mesofauna do Solo em Diferentes Sistemas de Uso da Terra no Alto Rio Solimões, AM. *Neotropical Entomology*, v.39, n.2, p.145-152, 2010.

MOREIRA, J. F. Fauna do solo como bioindicador no processo de revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto de Trombetas, PA. 2010, 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia Ciência do Solo. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MORELLATO, L.P.C. and HADDAD, C.F.B. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, v.32, p.786-792, 2000.

- MUSSURY, R. M.; SCALON, S, de P. Q.; SILVA, S. V.; SOLIGO, R. V. Study of Acari and Collembolas population in four cultivation systems Dourados, MS. Brazilian Archives Of Biology and Technology, Curitiba , v. 45 , n. 3, p. 257-263, 2002.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B., KENT, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858.
- NEVES, R.L.S. Avaliação da contaminação de óleo no ambiente estuarino da Baía de Guanabara (RJ) pela determinação fluorimétrica de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) na bÍlis de peixes Mugil liza. 2006. 120p. Dissertação (Mestrado em Química) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO). RJ, 2006.
- NIEMELÄ, J. & J. KOTZE. 2001. Assessing anthropogenic impacts on biodiversity using carabids: a global network. In: International Congress of Entomology, 21, 2000, Foz de Iguaçu, PR.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídio para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. *Cerne*, v. 1. n. 1, p. 64-72, 1994.
- OLIVEIRA, R.R. Mata Atlântica, Paleoterritórios e História ambiental. *Ambiente e Sociedade*. Campinas, v. 10, n.2, p.11-23, 2007.
- OUÉDRAOGO, E.; MANDO, A.; BRUSSAARD, L. Soil macrofaunal-mediated organic resource disappearance in semi-arid West Africa. *Applied Soil Ecology*, v.27, p. 259–267, 2004.
- PAOLETTI, M.G., BRESSAN, M., 1996. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. *Crit. Rev. Plant Sci.* 15 (1), 21–62.
- PARKER, M.; NALLY, R. M. Habitat loss and the habitat fragmentation threshold: an experimental evaluation of impacts on richness and total abundances using grassland invertebrates. *Biological Conservation*, v. 105, p.217–229, 2002.
- PAULA, S, N, C. Biomonitoramento como instrumento de detecção de contaminantes ambientais. 2010. Monografia (Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental) Curso de MBA em Planejamento e Gestão Ambiental. Universidade Veiga de Almeida.
- PERES, M.C.L. Estudo das comunidades de aranhas (Araneae: Arachnida) em clareiras naturais e floresta madura de Floresta Atlântica - Parque Estadual de Dois Irmãos 2001, 31 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- PINTO, L.P. & BRITO, M.C.W. de. Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução. In: GALINDO-LEAL, C & CÂMARA, I. G. orgs. Mata Atlântica biodiversidade, ameaças e perspectivas. São Paulo : Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005, p. 3-11. Disponível em: <www.conservation.org.br>. Acesso em: 10/09/2011.
- PINTO, P.L, HIROTA, M, CALMON, M, RODRIGUES, R.R, ROCHA, R. Introdução: A Mata Atlântica. In: RODRIGUES, R. R, SANTIN, P. H. Pacto pela

restauração da Mata Atlântica. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo, 2009. 256 p.

PRIMAVESI, A. Manejo Ecológico do Solo. São Paulo: Nobel, 2002, p.139 -163.

RAMBALDI, D.M., MAGNANINI, A., ILHA, A., LARDOSA, E., FIGUEIREDO, P., OLIVEIRA, R.F., A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. São Paulo, Fevereiro de 2003, 32p.

RAMOS, N. P; LUCHIARI JUNIOR, A. Monitoramento ambiental. Disponível em www.agencia.cnptia.embrapa.br. Acessado em 05/03/2012.

RANTALAINEN, M.-L., FRITZE, H., HAIMI, J., PENNANEN, T.; SETÄLÄ, H. Colonisation of newly established habitats by soil decomposer organisms: the effect of habitat corridors in relation to colonisation distance and habitat size. *Applied Soil Ecology*, v.28, p. 67–77, 2005.

REIS, L.L. Monitoramento da recuperação ambiental de áreas de mineração de bauxita na floresta nacional de Saracá-Taquera, Porto Trombetas (PA). 2006, 159p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia Ciência do Solo. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica.

RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLANTICA. DMA – Conceitos e abrangências. Disponível em: http://www.rbma.org.br/anuario/mata_02_dma.asp. Acesso em 10 jun. 2011.

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F., HIROTA, M.M. 2009. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142, 1141–1153.

RIBEIRO JUNIOR, J. I. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G.; ARONSON, J.; BARRETO, T.E.; VIDAL, C.Y.; BRANCALION, P.H.S. . Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. *Forest Ecology and Management*, p. 1605-1613, 2010.

RODRIGUES, R.R., LIMA, R.A.F., GANDOLFI, S., NAVE, A.G., 2009. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experiences in the Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation* 142, 1242–1251.

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: ESALQ, LERF; Instituto BioAtlântica, 2009.

ROVEDDER, A. P.; VENTURINI, S.; SPAGNOLLO, E.; ANTONIOLLI, Z. I. Colêmbolos como indicadores biológicos em solos areníticos da região sudeste do Rio Grande do Sul. Dep. de Solos, CCR/UFSM. Santa Maria, 2001.

SAUTER, K. D.; SANTOS, H. R. dos. Avaliação da estrutura da população da mesofauna edáfica, em diferentes regimes de reabilitação de um solo degradado pela mineração do xisto. *Revista de Ciências Agrárias*, Curitiba, v. 13, n. 1/2, p. 31-34, 1994.

SAUTER, K. D.; Insetos bioindicadores na recuperação de solos. *Ciência Hoje*, v. 12, n.72, p. 20-21, 1991.

- SILVA, R. F.; AQUINO, A. M. De; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. De F.. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado, *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 30, p.725-731, 2008.
- SILVA, J.M.C. e TABARELLI, M., 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404: 72-74.
- SILVEIRA NETO, S., NAKANO, O., BARBIN, D., VILA NOVA, N.A. 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 419 p.
- SNYDER, B.A. & HENDRIX, P.F. Current and potential roles of soil macroinvertebrates (earthworms, millipedes and isopods) in ecological restoration. *Rest. Ecol*, v.16, p. 629-636, 2008.
- SPERBER, C. F.; SOARES, L. G. S.; PEREIRA, M. R. Litter disturbance and trap spatial positioning affects number of captured individuals and genera of crickets (Orthoptera: Grylloidea). *Journal of Orthoptera Research*, v.16, n.1, p.1-7, 2007.
- SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessment of soil quality. *Geoderma*, Amsterdam, v. 114, n. 3/4, p. 143-144, 2003.
- ST-LAURENT, M.-H.; DUSSAULT, C.; FERRON, J.; GAGNON, R.,. Dissecting habitat loss and fragmentation effects following logging in boreal forest: Conservation perspectives from landscape simulations. *Biological Conservation*, v.142, p. 2240-2249, 2009.
- SWIFT, M.J.; HEAL, O.W. & ANDERSON, J.M. Decomposition in terrestrial ecosystems. University of California Press, Berkeley, 1979. 372 p.
- TABARELLI, M., PINTO, L.P., SILVA, J.M.C., HIROTA, M., BEDÊ, L., 2005. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology* 19, 695–700.
- TSCHERNING, K.; HELMING K.; KRIPPNER B.; SIEBER S.; GOMEZ, S. P. Does research applying the DPSIR framework support decision making? *Land Use Policy* v. 29, p.102– 110, 2012.
- UETZ, G.W. Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spiders (Araneae) in deciduous forests litter. *Environmental Entomology*, v.4, p.719-724, 1975.
- UHLMANN, A.; BONNET, A.; CURCIO, G. R.; SILVA, A. P de; GONÇALVES, F. L. A.; RESENDE, A. S. A cobertura vegetal das florestas e das pastagens. In: Monitoramento da revegetação do Comperj: etapa inicial. Embrapa, 2012 (no prelo).
- VASCONCELOS, H. L.; VILHENA, J.M.S.; MAGNUSSON, W. E.; ALBERNAZ, A. L. K. M. Long-term effects of forest fragmentation on Amazonian ant communities. *Journal of Biogeography*, v. 33, p. 1348–1356, 2006.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.
- WARREN, M. W.; ZOU, X. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 170, p. 161-171, 2002.

WILSON, E.O. Causes of ecological success: the case of the ants. *Journal of Animal Ecology*, v. 56, p. 1-9, 1987.

WINK, C.; GUEDES, J.V.C.; FAGUNDES, C.K.; ROVEDDER, A.P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 4, n.1, p. 60-71, 2005.

WISE, D.H. *Spiders in ecological webs*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

WISE, D.H. Wandering spiders limit densities of a major microbi-detritivore in the forest-floor food web. *Pedobiologia*, v. 48, p. 181–188, 2004.

ZEPPELINI, D.; BELLINI, B. C.; CREÃO-DUARTE, A. J.; HERNÁNDEZ, M. I. M. Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. *Biodivers. Conserv.*, n. 18, p. 1161-1170, 2009.

ZIESCHE, T.M.; ROTH, M. Influence of environmental parameters on small-scale distribution of soil-dwelling spiders in forests: What makes the difference, tree species or microhabitat? *Forest Ecology and Management*, v. 255, p. 738-752, 2008.