

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

DISSERTAÇÃO

O EFEITO DE PAISAGENS EM MOSAICO SOBRE A COMUNIDADE
DE FAUNA DO SOLO

Fernanda de Lima Camilo

2013



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

**O EFEITO DE PAISAGENS EM MOSAICO SOBRE A
COMUNIDADE DE FAUNA DO SOLO**

FERNANDA DE LIMA CAMILO

Sob a orientação do Professor
André Felipe Nunes-Freitas

E co-orientação da Pesquisadora
Maria Elizabeth Fernandes Correia

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ

Fevereiro de 2013

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

FERNANDA DE LIMA CAMILO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26 / 02 / 2012

André Felipe Nunes-Freitas. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Mariella Camardelli Uzêda. Dra. Embrapa Agrobiologia

Luiz Fernando Duarte de Moraes. Dr. Embrapa Agrobiologia

À vocês que nunca desistiram de acreditar, dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao início de tudo, meus pais, Neide e Paulo, pelas palavras de incentivo, pelas perguntas sobre o trabalho, pelos sorrisos sempre no rosto. Obrigada por tudo...Amo vocês!

À minha irmã, Rafaela, pelas noites de companhia e incentivo, pela indagação: “Isso nunca vai acabar, não?!”. Obrigada pela torcida incondicional. Te amo, mana!

À meu namorado, Alex, agradeço pela preocupação e companheirismo nessa longa caminhada acadêmica. Você é grande parte disso. Obrigada por me fazer acreditar. Consegui, amor!!!! Te amo!

À meus avós, Maria e Vantuil, pelo apoio logístico e alimentício, e pela eterna torcida. Amo vocês!

À meus familiares que, não entendendo muito do que se tratava, quando levava o computador para dar continuidade à dissertação em festas e reuniões de fim de semana, perguntavam: “Acabou o dever?” Agora eu posso responder! “Acabei, meus queridos!”

À todos os meus amigos de graduação, com destaque para os vizinhos Luiz Antônio e Vinícius, obrigada pela luta conjunta, pela convivência incrível, pela amizade eterna.

À meus amigos do laboratório de Ecologia Florestal, em especial a Danilo e Arthur, obrigada pelos momentos impagáveis, seja na Serra dos Órgãos ou na Tijuca... sentirei muitas saudades de nosso trio.

À meus amigos da Fauna do Solo (Robertinho, Rafinha, Eloísa, Khadidja, Miriam, Sandrinha) obrigada pela convivência, pelas risadas, pelas festinhas em cima da hora, pelo apoio. Adoooro vocês!

À meus orientadores André e Beth, pelas sugestões e enooorme paciência.

E, a todos aqueles que, me ajudaram a chegar aqui e merecem um pedacinho dessa página. Obrigada!

RESUMO

CAMILO, Fernanda de Lima. **O efeito de paisagens em mosaico sobre a comunidade de fauna do solo**. 2013. 80p Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

A fragmentação de habitats origina paisagens descontínuas e com diferentes usos em escala global. O bioma Mata Atlântica é um dos *hotspots* brasileiros, o que o torna região prioritária para estudos sobre a biodiversidade, além de sugerir ações para um manejo mais sustentável. A região serrana fluminense mostra-se como um bom modelo para o estudo, pois apresenta um forte histórico de fragmentação causado principalmente pela atividade agropecuária. Para o estudo selecionamos a fauna do solo como um indicador ambiental, a fim de avaliar o padrão da comunidade ao nível da paisagem sobre o efeito do uso e tipo de solo. Os sítios de estudo são os municípios de Bom Jardim e Cachoeiras de Macacu, no Estado do Rio de Janeiro, onde selecionamos áreas de pasto, culturas anuais (aipim, inhame, berinjela, abóbora) e culturas perenes (eucaliptal, bananal e café), além de ecossistemas nativos como áreas-controle. Para a amostragem da fauna utilizamos três armadilhas do tipo *pitfall* em cada uma das áreas, com distância mínima de seis metros. Na análise de redundância (RDA) para o fator uso do solo obtivemos 21,69% e 33,05% de explicação realizando a partição de variância para Cachoeiras de Macacu e Bom Jardim, respectivamente, com valores significativos através do teste de Monte Carlo ($p < 0,01$) em ambas localidades. O RDA realizado para os fatores tipo de solo e altitude apontou 12,65% e 22,5% de contribuição, porém não foram significativos ($p > 0,05$). No escalonamento multidimensional (MDS) obtivemos stress de 0,23 e 0,21 para os dois fatores avaliados. A análise de similaridade apontou diferenças entre os agrupamentos formados nas duas localidades para o uso do solo, destacando a diferença entre áreas de mata e pastos, principalmente. Enquanto que, para tipo de solo não foram encontradas diferenças significativas. Observamos a contribuição dos grupos de fauna do solo através da análise de similaridade percentual, onde pré-selecionamos os potenciais indicadores do mosaico na paisagem. Os grupos selecionados como indicadores para uso de solo foram Auchenorrhyncha e Coleoptera para Bom Jardim e, para Cachoeiras de Macacu selecionamos Thysanoptera. Para o fator tipo de solo, não foram selecionados indicadores em Bom Jardim, e os grupos Orthoptera, Hymenoptera, Sternorrhyncha, Symphyla, Poduromorpha, Heteroptera e Diplopoda foram selecionados para Gleissolo em Cachoeiras de Macacu. De acordo com o índice V notamos diferentes níveis de estimulação e inibição para os grupos da fauna do solo nas diferentes classes de uso do solo, com destaque para os fitógagos que foram favorecidos em geral, e para os ácaros e formigas que foram majoritariamente inibidos. A composição da comunidade apresentou similaridade para os diferentes fatores avaliados, ou seja, a comunidade foi simplificada e tem a presença de grupos pouco especializados.

Palavras chave: fragmentação; invertebrados do solo; matriz de uso agrícola

ABSTRACT

CAMILO, Fernanda de Lima. **Mosaic landscape effect on soil fauna community**. 80p Dissertation (Master Science in Environmental and Forest Science). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

Habitat fragmentation is causing discontinuous landscapes with different uses on a global scale. Atlantic Forest is one of hotspots in Brazil, which makes priority area for biodiversity studies, and suggests actions for more sustainable management. The mountainous region of Rio de Janeiro shows up as a good model for the study because it has a strong history of fragmentation caused mainly by agricultural activities. For the study we selected soil fauna as an environmental indicator aiming to assess the existence of patterns of community composition of soil fauna under the effect of land cover or soil type. The study sites are the municipalities of Bom Jardim and Cachoeiras de Macacu, in Rio de Janeiro, where selected areas of pasture, annual crops (cassava, yams, eggplant, pumpkin, maize) and perennial crops (eucalyptus, banana and coffee), also forest ecosystems as control area. For the sampling we use three pitfall traps in each of the areas, with minimum distance of six meters. In redundancy analysis (RDA) for the land use factor obtained 21.69% and 33.05% of explanation realizing the partition of variance to Cachoeiras de Macacu and Bom Jardim, respectively, with significant values through a Monte Carlo test ($p < 0.01$) in both locations. The RDA performed for the factors soil type and altitude showed 12.65% and 22.5% contribution, however there were not significant ($p > 0.05$). In multidimensional scaling (MDS) obtained stress of 0.23 and 0.21 for the two factors evaluated. Similarity analysis showed differences between the groups formed in both locations for land use, highlighting the difference between forest areas and pastures, mostly. While, for soil type were not significant differences. We note the contribution of soil fauna groups by the analysis of similarity percentual, where pre-selected potential indicators in the landscape mosaic. The groups selected for use as indicators of soil were Auchenorrhyncha and Coleoptera to Bom Jardim, and Cachoeiras de Macacu selected Thysanoptera. For soil type factor, were not selected indicators in Bom Jardim, and groups Orthoptera, Hymenoptera, Sternorrhyncha, Symphyla, Poduromorpha, Heteroptera and Diplopoda were selected for Gleysol in Cachoeiras de Macacu. Also calculate the index V for the community of soil fauna, to try to understand the effect of different types of management on each component group. According to index V we noticed different levels of stimulation and inhibition to the groups of soil fauna in the different classes of land use, especially the phytophagous that were favored in general, and for mites and ants that were mostly inhibited. The community composition showed similarity to the various factors evaluated, ie, the community has been simplified and there is presence of non-specialized groups.

Key words: fragmentation, soil invertebrates, land use matrix

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa esquemático do Estado do Rio de Janeiro, evidenciando os dois municípios onde foi realizado o estudo: (1) Bom Jardim e (2) Cachoeiras de Macacu. VII
- Figura 2.** Localização das microbacias do Pito Aceso (em marrom) situada no município de Bom Jardim, e microbacia do Batatal (em azul), localizada no município de Cachoeiras de Macacu (Imagens cedidas por R.B. Prado, 2012). ..VIII
- Figura 3.** Visão característica da região da microbacia do Pito Aceso do município de Bom Jardim, com áreas com diferentes cultivos de tamanho pequeno e adjacentes. Foto: M.E.F Correia, 2011. IX
- Figura 4.** Propriedade agrícola na microbacia do Pito Aceso, em Bom Jardim, com área queimada, cultivos perenes e anuais, demonstrando o manejo de agricultura itinerante característico desta região. Foto: M.E. F. Correia, 2011.....X
- Figura 5.** Visão do município de Cachoeiras de Macacu, RJ (Disponível em : <http://www.agenda21comperj.com.br/municipios/cachoeiras-de-macacu/noticias>. Visitado em 08/01/2013 às 22:08). XI
- Figura 6.** Armadilha de queda (*pitfall*) utilizada para a captura da fauna do solo epígea (Foto: M.E.F Correia, 2011).....XII
- Figura 7.** Visão geral dos diferentes tipos de cobertura do solo avaliados no estudo em Bom Jardim, RJ. (A) Culturas anuais; (B) Eucaliptal; (C) Pasto; (D) Bananal; (E) Mata inicial; (F) Cafezal; (G) Mata com aproximadamente 70 anos. Fotos: M.E.F. Correia, 2011..... XIV
- Figura 8.** Diagrama de ordenação resultante da análise de redundância entre as variáveis ambientais (classes de uso do solo) e os diferentes grupos que compõem a comunidade, para a microbacia do Pito Aceso, no município de Bom Jardim, RJ. Legenda: acar = Acari; auch = Auchenorrhyncha, blat = Blattodea; chil = Chilopoda; coleo = Coleoptera; dipp = Diplopoda; dipl = Diplura, dipt = Diptera; entom = Entomobryomorpha; form = Formicidae; het = Heteroptera; hyme = Hymenoptera; Isop = Isopoda; ispt = Isoptera; lcole = larvas de Coleoptera; ldip = larvas de Diptera; llepi = larvas de Lepidoptera; lneu = larvas de Neuroptera; orth = Orthoptera, podu = Podurmorpha; pscp = Pseudoscorpionida; psoc = Psocoptera; ster = Sternorrhyncha; symp = Symphyla, sypp = Symphypleona, thysp = Thysanoptera e tric = Trichoptera. XVII
- Figura 9.** Gráfico da análise de escalonamento multidimensional (MDS) para a microbacia do Pito Aceso, no município de Bom Jardim, utilizando como fator o tipo de uso/ cobertura do solo.XVIII
- Figura 10.** Gráfico de representação dos níveis de estimulação e inibição causado pelos diferentes tipos de uso do solo para os grupos componentes da comunidade de fauna do solo na microbacia do Pito Aceso, no município de Bom Jardim, RJ. *Gleba usada como área de referência para o cálculo do Índice V..... XXII
- Figura 11.** Diagrama de ordenação resultante da análise de redundância entre as variáveis ambientais (classes de uso do solo) e os diferentes grupos que compõem a comunidade, para a microbacia do Batatal, RJ. Legenda: acar = Acari; auch = Auchenorrhyncha, blat = Blattodea; chil = Chilopoda; coleo = Coleoptera; dipp = Diplopoda; dipl = Diplura, dipt = Diptera; entom = Entomobryomorpha; form =

Formicidae; het = Heteroptera; hyme = Hymenoptera; Isop = Isopoda; ispt = Isoptera; lcole = larvas de Coleoptera; ldip = larvas de Diptera; llepi = larvas de Lepidoptera; lneu = larvas de Neuroptera; orth = Orthoptera, podu = Podurmorpha; pscp = Pseudoscorpionida; psoc = Psocoptera; ster = Sternorrhyncha; symp = Symphyla, sypp = Symphypleona, thysp = Thysanoptera e tric = Trichoptera. XXIV

Figura 12. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional (MDS) para a microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, utilizando como fator o uso/cobertura do solo.XXV

Figura 13. Gráfico de representação dos níveis de estimulação e inibição causado pelos diferentes tipos de uso do solo para os grupos componentes da comunidade de fauna do solo na microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ.*Gleba usada como área de referência para o cálculo do Índice V.XXVIII

Figura 14. Diagrama de ordenação resultante da análise de redundância entre as variáveis ambientais (tipos de solo e altitude) e os diferentes grupos que compõem a comunidade, para a microbacia do Pito Aceso, no município de Bom Jardim, RJ. Legenda: acar = Acari; aran = Araneae; auch = Auchenorrhyncha, blat = Blattodea; chil = Chilopoda; coleo = Coleoptera; dipp = Diplopoda; dipl = Diplura, dipt = Diptera; entom = Entomobryomorpha; form = Formicidae; het = Heteroptera; hyme = Hymenoptera; Isop = Isopoda; ispt = Isoptera; lcole = larvas de Coleoptera; ldip = larvas de Diptera; llepi = larvas de Lepidoptera; lneu = larvas de Neuroptera; orth = Orthoptera, podu = Podurmorpha; pscp = Pseudoscorpionida; psoc = Psocoptera; ster = Sternorrhyncha; symp = Symphyla, sypp = Symphypleona, thysp = Thysanoptera e tric = Trichoptera. XXIX

Figura 15. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional (MDS) para a microbacia do Pito Aceso, no município de Bom Jardim, utilizando como fator o tipo de solo.XXX

Figura 16. Diagrama de ordenação resultante da análise de redundância entre as variáveis ambientais (tipo de solo e altitude) e os diferentes grupos que compõem a comunidade, para a microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ. Legenda: acar = Acari; aran = Araneae; auch = Auchenorrhyncha, blat = Blattodea; chil = Chilopoda; coleo = Coleoptera; dipp = Diplopoda; dipl = Diplura, dipt = Diptera; entom = Entomobryomorpha; form = Formicidae; het = Heteroptera; hyme = Hymenoptera; Isop = Isopoda; ispt = Isoptera; lcole = larvas de Coleoptera; ldip = larvas de Diptera; llepi = larvas de Lepidoptera; lneu = larvas de Neuroptera; orth = Orthoptera, podu = Podurmorpha; pscp = Pseudoscorpionida; psoc = Psocoptera; ster = Sternorrhyncha; symp = Symphyla, sypp = Symphypleona, thysp = Thysanoptera e tric = Trichoptera.XXXIII

Figura 17. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional (MDS) para a microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, utilizando como fator o tipo de solo.XXXIV

Figura 18. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional comparando a amostragem das duas áreas de estudo. XXXVII

Figura 19. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional para as duas localidades de estudo, utilizando como fator o uso do solo.XXXVIII

Figura 20. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional para as duas localidades de estudo, utilizando como fator o tipo de solo.XXXIX

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Categorias de inibição e estimulação dos grupos de fauna do solo para áreas manejadas e não-manejadas (Adaptado de Wardle, 1995, Correia *et al.*, 2003). ..XV
- Tabela 2.** Número glebas amostradas, de táxons coletados e a abundância para cada um dos usos de solo, nas duas localidades estudadas. XVI
- Tabela 3.** Análise da similaridade entre usos a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea na microbacia do Pito Aceso, município de Bom Jardim, RJ..... XIX
- Tabela 4.** Análise de similaridade percentual, evidenciando os grupos mais dominantes na estruturação da comunidade de fauna do solo epígea, para a microbacia do Pito Aceso, RJ.....XX
- Tabela 5.** Análise de grupos indicadores realizada para o município de Bom Jardim, RJ, utilizando como fator as classes de uso do solo. XXI
- Tabela 6.** Análise da similaridade entre usos a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea na microbacia do Batatal, município de Cachoeiras de Macacu, RJ.XXV
- Tabela 7.** Análise de similaridade percentual, evidenciando os grupos mais dominantes na estruturação da comunidade de fauna do solo, para a microbacia de Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ. XXVI
- Tabela 8.** Análise de grupos indicadores realizada para o município de Cachoeiras de Macacu, RJ, utilizando como fator as classes de uso do solo. XXVII
- Tabela 9.** Análise da similaridade entre os tipos de solo a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea na microbacia do Pito Aceso, município de Bom Jardim, RJ.XXX
- Tabela 10.** Análise de similaridade percentual, evidenciando os grupos mais dominantes na estruturação da comunidade de fauna do solo, para o município de Bom Jardim, RJ. XXXI
- Tabela 11.** Análise de grupos indicadores realizada para a microbacia do Pito Aceso, no município de Bom Jardim, RJ, utilizando como fator os tipos de solo..... XXXII
- Tabela 12.** Análise da similaridade entre os tipos de solo a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea na microbacia do Batatal, município de Cachoeiras de Macacu, RJ.....XXXIV
- Tabela 13.** Análise de similaridade percentual, evidenciando os grupos mais dominantes na estruturação da comunidade de fauna do solo, para a microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ.XXXV
- Tabela 14.** Análise de grupos indicadores realizada para a microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ, utilizando como fator o tipo de solo.XXXVI
- Tabela 15.** Análise da similaridade entre usos do solo a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea nas duas microbacias avaliadas no estudo, nos municípios de Bom Jardim e Cachoeiras de Macacu, RJ.XXXVIII

Tabela 16. Análise da similaridade entre os tipos de solo a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea nas duas microbacias avaliadas no estudo, nos municípios de Bom Jardim e Cachoeiras de Macacu, RJ.XXXIX

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo geral	2
1.2. Objetivos específicos	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Impactos da fragmentação sobre a biodiversidade.....	3
2.2. A fauna do solo como indicador ecológico.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. Área de estudo	7
3.1.2. Cachoeiras de Macacu.....	10
3.2. Amostragem.....	11
3.3. Análise dos dados	13
4. RESULTADOS	16
4.1 Composição da comunidade de fauna do solo.....	16
4.2 Efeitos dos diferentes usos sobre a fauna do solo.....	16
4.2.1 Bom Jardim	16
4.2.2 Cachoeiras de Macacu.....	23
4.3 Efeitos dos diferentes tipos de solo e altitude sobre a fauna do solo.....	29
4.3.1 Bom Jardim	29
4.3.2 Cachoeiras de Macacu.....	31
4.4 Comparações entre as duas localidades	36
5. DISCUSSÃO	40
5.1. Efeito do uso do solo	40
5.2. Efeito da altitude e do tipo de solo	43
5.3. Status da composição de fauna do solo em relação aos tipos de manejo	44
5.3.1 Pasto	44
5.3.2 Eucaliptal.....	45
5.3.3 Cultura Anual	46
5.3.4 Cafezal.....	46
5.3.5 Bananal.....	46
5.3.6 Mata inicial e mata	47
6. CONCLUSÃO	48
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	58

1. INTRODUÇÃO

A atividade agrícola têm levado à redução da cobertura vegetal e fragmentação de florestas, tendo como consequências, perdas sem precedentes de biodiversidade e a degradação dos recursos hídricos.

A Mata Atlântica, bioma constante na lista dos *hotspots* de diversidade biológica (MYERS *et al.*, 2000, MITTERMEIER *et al.*, 2005), têm sofrido desde a época do Brasil colonial, com uma intensa degradação. Tal dano ambiental tem levado à mobilização de esforços e pesquisas nos últimos anos visando desenvolver novas estratégias para conservação da biodiversidade, levando em conta níveis de fragmentação, a importância da composição de diferentes espécies entre áreas núcleo de floresta preservada e outros tipos de vegetação e áreas de entorno, bem como do manejo ecológico do plantio de espécies arbóreas, e do uso de espécies indicadoras, entre outras (METZGER, 2009).

O manejo sustentável do ambiente vem sendo discutido considerando-se as premissas sugeridas pela FAO (1993 *apud* BOUMA, 2002), de que as práticas usadas não devem implicar em perda de produtividade e de qualidade do solo e água, assim como o sistema de manejo alternativo deve ser economicamente viável e socialmente aceitável. No processo histórico de ocupação das terras das regiões de serra e de baixada a leste da Baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro, as atividades agropecuárias ocorrem sem a preocupação conservacionista necessária para a sustentabilidade dos empreendimentos.

A diminuição da vegetação original contribui para o processo erosivo nos morros e encostas da região, depositando quantidades significativas de solo, nutrientes e agroquímicos nas regiões mais baixas e causando problemas de qualidade da água, assoreamento e eutrofização. Esses processos se refletem na paisagem, com alterações na sua estrutura e funcionalidade. A reversão desse quadro requer mudanças no uso da terra e nos sistemas de produção, através do que os agricultores podem também beneficiar-se pelo fornecimento de um melhor conjunto de serviços prestados pelos agroecossistemas, necessários para sustentar a vida – incluindo a produção de alimentos, fibras e energia, mitigação das mudanças climáticas, melhoria do fornecimento de quantidade e qualidade da água e preservação da biodiversidade (FAO, 2007).

Mais e melhores informações científicas sobre os recursos naturais e opções ecologicamente adequadas de uso e manejo da terra, relacionadas ao entendimento da lógica de produção do produtor, podem influenciar na tomada de decisão sobre suas práticas de modo que promovam melhorias ambientais e contribuam para o desenvolvimento sustentável (HOEFLE, 2009). O conhecimento da dinâmica da paisagem e de indicadores da sustentabilidade dos sistemas de produção contribui para a busca de soluções que envolvem o planejamento do uso e ocupação das terras e o emprego de práticas de manejo adequadas - promover e manejar a biodiversidade funcional, empregar práticas conservacionistas, promover a ciclagem de nutrientes e otimizar as relações bióticas.

Os indicadores de qualidade do solo e água são considerados como ferramentas para orientar o planejamento de uso das terras e a avaliação das práticas de manejo utilizadas (SANTANA, 2002). O tipo de indicador escolhido dependerá da função a ser avaliada e da escala de estudo, necessitando conhecer a configuração da paisagem e seus processos. A modelagem da funcionalidade da paisagem integrada aos indicadores permitirá descrever sua dinâmica em termos quantitativos e testar o entendimento dos processos envolvidos.

Nas últimas décadas muito conhecimento tem sido adquirido através do estudo da distribuição e abundância de grupos da fauna do solo em diferentes tipos de paisagens agrícolas (BENNET *et al.*, 2006). Logo, existe uma motivação para que se entenda como a fragmentação afeta as comunidades do habitat original, pois esse tipo de fragmentação com fins agrícolas ou pecuários são observados em larga escala em território brasileiro.

No presente estudo são avaliadas duas áreas da Mata Atlântica com histórico de fragmentação, analisando-se principalmente, como a fragmentação causada por esses dois tipos de uso do solo (pecuária a agricultura) afeta a comunidade da fauna do solo, e também como essa influência se apresenta quando avaliados os diferentes tipos de solo encontrados na região.

1.1 Objetivo geral

Avaliar o grau de influência dos diferentes usos e tipos de solo sobre a estruturação da comunidade de fauna do solo no nível da paisagem.

1.2. Objetivos específicos

- ✓ Avaliar qual uso do solo é mais favorável a comunidade de fauna do solo;
- ✓ Avaliar qual tipo de solo é mais favorável a comunidade de fauna do solo;
- ✓ Selecionar grupos de invertebrados indicadores da fragmentação no nível da paisagem.

1.3. Hipótese

A comunidade de fauna do solo é influenciada pelo tipo e uso de solo em que está inserida, apontando o nível de fragmentação da vegetação da matriz.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Impactos da fragmentação sobre a biodiversidade

O processo de fragmentação dá origem principalmente a dois outros processos, o de perda de habitats e o de isolamento (FORMAN, 1995). Ambos geram consequências a biodiversidade, e conseqüentemente, necessitam ser avaliados. Apenas através de sua avaliação é que medidas conservacionistas ou práticas de manejo de espécies ameaçadas serão propostas, planejadas e executadas.

A utilização da fauna do solo como organismo-alvo para a compreensão do impacto da fragmentação ainda é pouco usual. Grande parte dos trabalhos são focalizados em grupos de vertebrados. Num estudo de Cabrera-Gusmán & Reynoso (2012) realizado na Amazônia com répteis e anfíbios, foi revelado que os atributos que mais afetam a essas comunidades são a ausência de dossel, baixa umidade, camadas de serrapilheira muito rasas, e principalmente a forma do fragmento. Assim como este último, muitos estudos se referem a mudanças micro-climáticas e suas aplicações à área de vida, reprodução e alimentação. Paralelo a estes, existem estudos voltados para o fluxo gênico em decorrência da fragmentação, um exemplo é a formiga *Eciton burchellii* que apontou a importância de florestas maduras para o seu fluxo gênico e para a frequência de adultos e fêmeas em sua população (PÉREZ-ESPONA *et al.*, 2012). Ellis *et al.* (2012) avaliaram quais fatores ambientais podem agir como fontes de estresse fisiológico, e descobriram que espécies podem ser extintas antes mesmo de seu declínio populacional (valores relativos a abundância e distribuição). Enquanto que, outros estudos se baseiam no eixo de atributos ecológicos – capacidade de dispersão, por exemplo - para inferir sobre a capacidade de espécies colonizarem fragmentos maiores ou menores (LU *et al.*, 2012).

Valladares *et al.* (2012) realizaram um estudo onde avaliaram as cadeias tróficas em ambientes fragmentados. E, assim como esperado, as cadeias tornaram-se mais simples, mais restritas à espécies com alta relação, como por exemplo plantas-herbívoros e parasitas-hospedeiros. A investigação dos efeitos da fragmentação sobre as diferentes comunidades que formam um sistema, tornam-se imprescindíveis perante o atual quadro de deflorestamento e extinção em todo o mundo.

2.2. A fauna do solo como indicador ecológico

Os organismos do solo podem ser divididos em três categorias de acordo com seu tamanho corporal e funcionalidade no solo: micropredadores, decompositores (*litter transformers*) e engenheiros do ecossistema (LAVELLE, 1996). Os micropredadores vivem no biofilme de água e, tem importância na regulação da biomassa microbiana e mineralização da matéria orgânica; os decompositores atuam na serrapilheira fragmentando-a através de sua interação com os microorganismos presentes no solo disponibilizados pelos engenheiros do ecossistema; e os engenheiros do ecossistema atuam diretamente na matéria orgânica, transformando-a através de mutualismo com microorganismos presentes em seu trato digestivo, produzindo pelotas fecais (AQUINO, 2005).

A fauna do solo vêm sendo utilizada na última década como indicador biológico de efeitos causados pela fragmentação de habitats (GIBBS & STANTON, 2001, SCHWEIGER *et al.*, 2005, HENDRICKX *et al.*, 2007, PHILPOTT *et al.*, 2008,

UEHARA-PRADO et al, 2009, PÉREZ-BOTE & ROMERO, 2012). Ecólogos buscam responder a questão de como biotas de florestas tropicais conseguem persistir em paisagem modificadas pelo homem, ou como estratégias de manejo serão mais eficientes em melhorar a persistências dessas espécies (GARDNER *et al.*, 2009). Estas avaliações buscam explicar a ocorrência de espécies principalmente através do hábito alimentar ou nível trófico. Porém, como a avaliação de todos os grupos da fauna ao nível de espécies torna-se uma tarefa muito dispendiosa, uma abordagem mais ampla utilizando *taxa* mais altos, como ordens, têm se mostrado eficiente nas inferências, principalmente em relação à paisagens em mosaico de uso agrícola (BIAGGINI *et al.*, 2007). Esta é uma abordagem de rápida compreensão sobre toda a comunidade avaliada.

Cardoso *et al.* (2011) indicaram sete desafios para a conservação de invertebrados: 1) os invertebrados e os serviços ambientais por eles prestados são desconhecidos pelo público em geral, 2) políticos e chefes de Estado não estão preocupados com a conservação de invertebrados, 3) a ciência produzida para invertebrados é escassa, 4) muitas espécies ainda não foram descritas, 5) a distribuição das espécies descritas é praticamente desconhecida, 6) a abundância de espécies e sua variação no espaço e tempo é desconhecida e, 7) a sensibilidade e hábitos de vida das diferentes espécies é pouco conhecida. O estudo indica alternativas para que possamos superar as dificuldades enumeradas, porém a principal é compilar todos os dados produzidos em um índice ou indicador abrangente, que possa ser utilizado em qualquer situação.

Sobre a utilização de insumos químicos, como fungicidas, e seu efeito na composição de grupos de fauna do solo, Förster *et al.* (2006) encontraram um maior efeito na velocidade de decomposição e, conseqüentemente, em organismos decompositores como isópodes, diplópodes e minhocas. Em relação ao efeito de resiliência ao fogo, foi apontado que guildas tróficas são mais significativas para investigações pois, grupos isolados como as formigas não conseguiram explicar esse comportamento de resistência (PRYKE & SAMWAYS, 2012)

Muito tem se discutido sobre a perda dos serviços ambientais e simplificação da biodiversidade ocasionada pelo processo de fragmentação. Os serviços ambientais podem ser considerados como aqueles prestados pela natureza em seu estado mais puro, ou seja, que permitem sua auto-suficiência mesmo em regimes de adversidade, seja de ordem natural ou antrópica. Existem diferentes tipos de serviços prestados como os de regulação (polinização, predação, herbivoria, controle de doenças e pestes agrícolas), de suporte (formação do solo, ciclagem de nutrientes e da água) e, enfim os de provisionamento (alimentos, fibras, combustível), além dos culturais (PODGAISKI *et al.*, 2011). Estes serviços, também chamados de serviços ecossistêmicos, são influenciados diretamente pela biodiversidade, pois são os organismos presentes, sejam eles de espécie vegetal ou animal, que de fato, executarão tais serviços (LOSEY & VAUGHAN, 2006). Devido a estreita relação que a fauna do solo apresenta com os serviços ambientais, muitos estudos tem sido realizados avaliando a influência da paisagem agrícola em mosaicos de diferentes usos do solo sobre a comunidade e sua funcionalidade (LAVELLE *et al.*, 2006, ISAACS *et al.*, 2009, SATTLER *et al.*, 2010). Esta possivelmente será uma abordagem posterior a ser utilizada no proposto estudo.

Indicadores são necessários para que possamos entender um determinado sistema e sua qualidade ambiental, tenha este passado por um impacto ou não. Os indicadores nos permitem de forma rápida e prática apontar o estado químico, biológico ou físico de uma área ou objeto de estudo. A fauna do solo tem sido utilizada como indicador biológico pois, através da composição de seus grupos conseguimos realizar inferências sobre a dinâmica do solo.

O solo caracteriza-se por ser um reservatório faunístico composto de uma grande diversidade de organismos que garantem o biofuncionamento e a sustentação de todo o bioma (JACOBS *et al.*, 2007 *apud* ARAÚJO *et al.*, 2009). Logo, o monitoramento da biodiversidade é fundamental para aferir a eficiência da comunidade edáfica em colonizar diferentes ambientes antropizados. Os organismos do solo são sensíveis às práticas de manejo do solo, aos impactos de origem antrópica, bem como a propriedades inerentes do próprio ecossistema, tais como o clima, o solo e a vegetação. Além disso, esses organismos podem apresentar importante papel na sustentabilidade do sistema, especialmente através dos seus efeitos nos processos do solo (como ciclagem de nutrientes, aeração do solo, decomposição da matéria orgânica), já que a fauna de solo se modifica como um reflexo do padrão de funcionamento do ecossistema (ROZANSKI, 2004). Qualquer indicador de qualidade do solo deve incluir, além das variáveis convencionais (físicas e químicas), atributos biológicos (como os microbiológicos e a macrofauna) do solo para que, em conjunto, possam refletir os processos que atuam na qualidade do solo (BARETTA *et al.*, 2010)

O objetivo dos estudos baseados em bioindicadores é usar os componentes vivos do ambiente em estudo como elementos chave para avaliar as transformações e seus efeitos (PAOLETTI, 1999). Para se conhecer a magnitude dos efeitos impactantes, indicadores de qualidade do solo têm sido largamente utilizados em estudos comparativos (MERLIN, 2005; SANTOS *et al.*, 2008). No caso de mosaicos na paisagem causados por atividades de agricultura e pecuária, os habitats isolados restantes da fragmentação afetam a dinâmica da população de plantas e seus processos básicos ao nível da paisagem, *e.g.* migração e/ou colonização (BAESSLER & KLOTZ, 2006), o que influencia diretamente na comunidade de fauna do solo existente no local (provedora de abrigo e alimento). Outro fator que também tem relevância no novo sistema é o fluxo biogeoquímico, pois o sequestro e estoque de carbono, e as diferentes formas de nitrogênio estão intrinsecamente relacionadas ao tipo de uso do solo (DALE, 1994, GROFFMAN, 1993 *apud* PICKET E CADENASSO, 1995).

A própria fauna de solo melhora significativamente as propriedades físicas e químicas do solo em áreas alteradas. Através da ação mecânica no solo, esses organismos contribuem para a formação de agregados estáveis, que permitem proteger uma parte da matéria orgânica da rápida mineralização (SÁNCHEZ & REINÉS, 2001), sendo importante na mobilidade vertical de nutrientes assimiláveis, favorecendo o sistema radicular das plantas (SILVA *et al.*, 2004). Tal melhoria está relacionada com o tipo de colonização adotado pela fauna de solo, a manutenção de altas densidades e a sua taxa de sobrevivência. Apesar de extremamente dependentes de umidade, são caracteristicamente terrestres, alimentando-se de microorganismos e fragmentando material vegetal em decomposição, contribuindo para a ciclagem de nutrientes (UHLIG, 2005 *apud* RIEFF, 2010) e, também são excelentes organismos para avaliar o impacto da formação de fragmentos florestais, pois são altamente influenciados pela heterogeneidade do hábitat (THOMANZINI & THOMANZINI, 2000).

Zhao *et al.* (2013) observaram a eficiência da utilização dos invertebrados do solo como indicadores, principalmente em nematódeos e ácaros, classificando-os à nível de família ou gênero num estudo que comparava diferentes práticas de manejo. Trabalhos utilizando *taxa* de níveis mais altos geralmente, concentram-se em grupo específicos como Araneae (HOLLAND & REYNOLDS, 2002), Formicidae (MATLOCK & CRUZ, 2003, SCHMIDT & DIEHL, 2008, PHILPOTT *et al.*, 2008), Coleoptera (GIBBS & STANTON, 2001, GORDON *et al.*, 2009), Collembola (SOUSA *et al.*, 2002, PONGE *et al.*, 2003, HERNANDÉZ & VAZ-DE-MELO, 2009, CHAUVAT *et al.*, 2011), Lepidoptera (EKROOS *et al.*, 2010) e buscam tratar do

impacto intraespecífico causado sobre as espécies destes grupos nos diferentes tipos de manejos.

Em outra avaliação do impacto da fragmentação sobre a fauna de coleópteros foi observada que a riqueza e abundância desses organismos também se mostraram um bom indicador de qualidade e idade de fragmentos (CAMERON & LEATHER, 2012).

Infelizmente muitos dos indicadores existentes, principalmente aqueles que levam em consideração abundância e riqueza, não refletem aspectos importantes da biodiversidade, especialmente aqueles significantes para a provisão de serviços ambientais (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2006). Portanto, a construção de indicadores ou até mesmo de um índice que seja aplicável em qualquer lugar do mundo, de fato, facilitaria a criação de políticas e práticas conservacionistas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado em microbacias hidrográficas de dois municípios, um localizado na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, no município de Bom Jardim, RJ (Figura 1), na microbacia do córrego Pito Aceso (500 ha), o outro localizado na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ (ALERJ, 2010, lei complementar 37/2010), na microbacia do rio Batatal (3.700 ha) (Figura 2). Estas duas localidades apresentam remanescentes de Mata Atlântica, assim como um alto grau de fragmentação da cobertura florestal, tornando-se por esta razão, regiões prioritárias para conservação e estudos sobre biodiversidade e fragmentação de habitats.

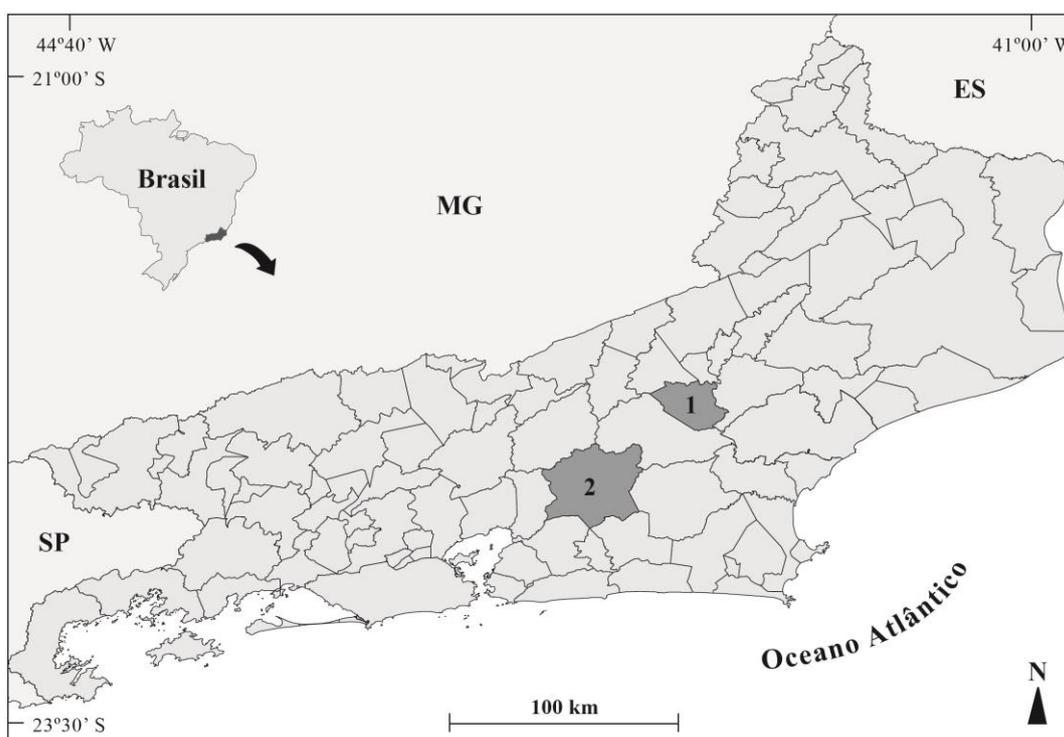


Figura 1. Mapa esquemático do Estado do Rio de Janeiro, evidenciando os dois municípios onde foi realizado o estudo: (1) Bom Jardim e (2) Cachoeiras de Macacu.

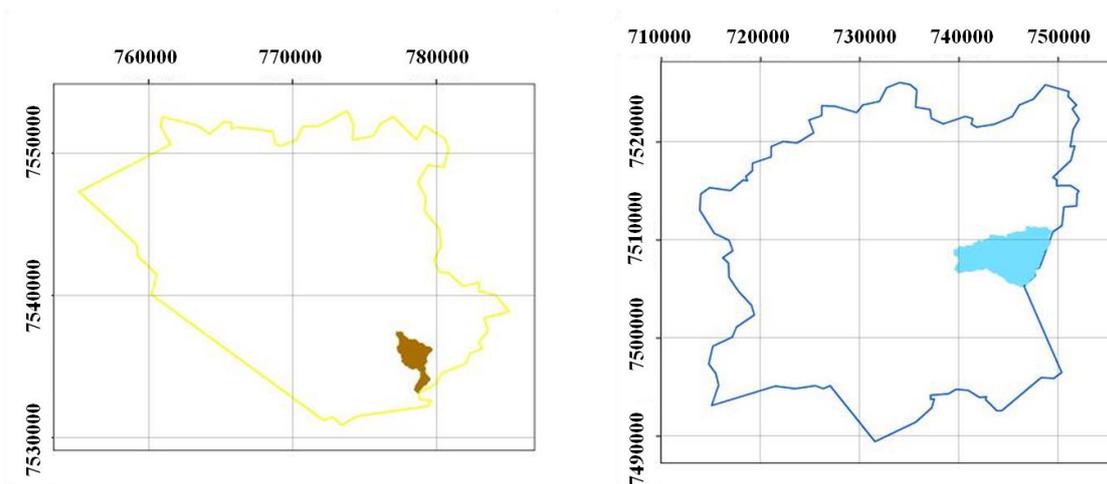


Figura 2. Localização das microbacias do Pito Aceso (em marrom) situada no município de Bom Jardim, e microbacia do Batatal (em azul), localizada no município de Cachoeiras de Macacu (Imagens cedidas por R.B. Prado, 2012).

3.1.1. Bom Jardim

A ocupação do município de Bom Jardim ocorreu entre 1770 e 1776, devido principalmente à atividade do garimpo, realizada nos rios Macuco, Grande e Negro (IBGE, 2007). A partir de 1819 ocorreu a colonização por suíços e alemães através da oferta de sesmarias da Coroa Portuguesa (PREFEITURA DE BOM JARDIM, 2013), que trouxe à região uma nova forma de cultivo, a agricultura migratória, que introduziu a utilização de pousios entre culturas (estágios de descanso do solo, visando o não-esgotamento de suas características agricultáveis) (COUTINHO *et al.*, 2004). A partir dessa colonização houve a ocupação dos vales desses rios, dando início ao processo de fragmentação da vegetação na região. Atualmente, o município divide-se em quatro distritos: Bom Jardim, Banquete, Barra Alegre e São José do Ribeirão (Figura 3).

Atualmente o município é um dos maiores produtores de oleráceas da região, contribuindo também como uma das cidades mais consumidoras de agrotóxicos do país, segundo a EMATER (1998). Além destes, outros tipos de uso do solo comumente encontrados são o cultivo permanente de banana e café, pastagens, pousio florestal com 3 a 5 anos e, áreas em regeneração com mais de 70 anos de idade (MENDES, 2006). O relevo bastante acidentado de seu território (com declividade superior a 45°) (PRADO *et al.*, 2010), característica diagnóstica da região serrana, garante a maior extensão de mata nativa preservada em comparação a outros municípios do Estado.

A bacia do córrego Pito Aceso localiza-se no distrito de Barra Alegre, e encontra-se sob o domínio das Terras Montanhosas, ou seja, áreas que possuem solos mais susceptíveis à erosão (CALDERANO FILHO *et al.*, 2010). As classes de solo de maior ocorrência na unidade morfológica do estado do Rio de Janeiro compreendida pelas Terras Montanhosas são os argissolos vermelho amarelos, os latossolos vermelho amarelos e os cambissolos, respectivamente (MAFRA, 1997).



Figura 3. Visão característica da região da microbacia do Pito Aceso do município de Bom Jardim, com áreas com diferentes cultivos de tamanho pequeno e adjacentes. Foto: M.E.F Correia, 2011.

O clima é do tipo tropical mesotérmico com temperaturas elevadas bem distribuídas o ano todo e pouca ou nenhuma deficiência hídrica (NIMER, 1977; FAPERJ, 1980). O verão é brando, com temperatura média anual de 18 °C e mínima de 13 °C no inverno, sendo junho e julho os meses mais frios. A precipitação média anual, segundo dados da estação meteorológica de Bom Jardim, é de 1536 mm, concentrados no verão (ANA, 2007). O domínio florístico é a floresta ombrófila densa ou floresta tropical perenifólia e subperenifólia, caracterizadas por apresentar vegetação exuberante, com formação densa e espécies arbóreas de grande porte, típicas de clima úmido.

O manejo agrícola na bacia do Pito Aceso, e nas áreas amostradas, é o de agricultura itinerante, em que pequenas glebas em pousio são roçadas e queimadas, sendo cultivadas por até três anos consecutivas e posteriormente deixadas em pousio por até sete anos. Desta forma, as pequenas propriedades caracterizam-se por um mosaico de glebas em cultivo e pousio, pasto e floresta (Figura 4). Em geral, várias culturas tanto anuais quanto perenes são encontradas nas propriedades.



Figura 4. Propriedade agrícola na microbacia do Pito Aceso, em Bom Jardim, com área queimada, cultivos perenes e anuais, demonstrando o manejo de agricultura itinerante característico desta região. Foto: M.E. F. Correia, 2011.

3.1.2. Cachoeiras de Macacu

O município de Cachoeiras de Macacu teve a sua ocupação iniciada no final do século XVI. A colonização ocorreu ao redor da famosa capela de Santo Antônio, onde criaram-se os primeiros polos agrícolas do município. Após inúmeras divisões territoriais, o município configura-se atualmente com três distritos: Cachoeiras de Macacu, Jabuíba e Subaio (Figura 5).

A área de estudo situa-se na bacia do rio Macacu. Em função da grande variação altitudinal, o clima apresenta-se bastante diverso. Em baixas altitudes (que correspondem à base da serra) o clima é quente e úmido, com ausência de estação seca, correspondendo ao tipo Af de Koeppen (1948). Nas cotas altitudinais mais elevadas, o que corresponde às regiões com alta declividade, o clima é frequentemente úmido e mesotérmico, dos tipos Cfa e Cfb, ocorrendo uma diminuição da temperatura à medida que se alcançam maiores altitudes (KURTZ & ARAÚJO, 2000). Na região como um todo a pluviosidade varia entre 2000 a 3000 mm por ano.

O domínio florístico é a floresta ombrófila densa, atualmente em estado de descaracterização, cujos remanescentes mais expressivos ocorrem apenas em regiões de mais elevadas altitudes e de relevo mais acidentado (BIZERRIL, 1998). O tipo de solo predominante na região é o Latossolo, aparecendo frequentemente mesclado a outros tipos de solo (CASTRO, 1999).



Figura 5. Visão do município de Cachoeiras de Macacu, RJ (Disponível em : <http://www.agenda21comperj.com.br/municipios/cachoeiras-de-macacu/noticias>. Visitado em 08/01/2013 às 22:08).

3.2. Amostragem

Para a amostragem dos invertebrados correspondentes a meso e macrofauna do solo utilizamos armadilhas de queda (*pitfall traps*) (MOLDENKE, 1994) (Figura 6). A armadilha foi colocada ao nível do solo a fim de capturar indivíduos epígeos, e como líquido conservante utilizou-se formaldeído a 4%. Dispomos três armadilhas em cada ponto georreferenciado de avaliação, o que designa uma classificação e um tipo de cobertura do solo, ao longo de sete dias no campo. Avaliamos 57 unidades amostrais em Bom Jardim e, 30 unidades amostrais em Cachoeiras de Macacu. Após esse período as armadilhas foram recolhidas e seu conteúdo foi transferido para uma solução de álcool a 70%.

Os indivíduos foram levados ao laboratório de Fauna do Solo da Embrapa Agrobiologia, para triagem e identificação através do microscópio estereoscópio ao nível taxonômico de Classe, Ordem ou Família. Os indivíduos foram acondicionados em microtúbulos ou frascos de vidro, devidamente etiquetados e identificados, e depositados no Laboratório de Fauna do Solo.



Figura 6. Armadilha de queda (*pitfall*) utilizada para a captura da fauna do solo epígea (Foto: M.E.F Correia, 2011).

Para padronizar a avaliação nas microbacias foram definidas unidades pedoambientais. Unidade pedoambiental é o conjunto de características exclusivas de uso de solo e tipo de solo, delimitado numa região monitorada. Foram amostradas no total 57 glebas na bacia do Pito Aceso (Bananal: 2; Cafezal: 7, Eucaliptal: 3, Anuais: 23, Pasto: 14, Mata inicial: 2, Mata:6) e, 28 glebas na bacia do Batatal (Bananal: 5, Anuais: 9, Pasto: 7, Mata inicial: 2, Mata: 5). Os tipos de cobertura de solo foram classificados em categorias (Figura 7):

- a) *Culturas anuais* – glebas com cultivo de feijão, aipim, inhame, abóbora, milho, berinjela, couve-flor, vagem, jiló, em diferentes estágios da cultura (recém-colhido, recém-plantado, recém-queimado).
- b) *Eucaliptal* – cultivo de eucaliptos; glebas exclusivas para a microbacia do Pito Aceso, em Bom Jardim;
- c) *Pasto* – regiões para criação de gado, que poderiam estar em uso ou não, limpas ou sujas.
- d) *Bananal* – plantação de bananas; único tipo de cultura perene encontrada na microbacia do Batatal;
- e) *Mata inicial* – regiões de pousio com poucos anos de sucessão;
- f) *Cafezal*– plantação de café; exclusiva para a microbacia do Pito Aceso, em Bom Jardim.
- g) *Mata* – regiões de pousio com mais de 20 anos de sucessão.

Os tipos de solo encontrados nas classes de uso do solo nos dois sítios de estudo foram classificados como Cambissolo, Latossolo, Gleissolo, Aluvial e Neossolo (estes dois últimos exclusivamente para a microbacia do Batatal, em Cachoeiras de Macacu), segundo o sistema vigente (EMBRAPA, 2006).

3.3. Análise dos dados

Com base nos levantamentos de campo foram geradas matrizes de abundância de espécies X classes de uso do solo e tipo de solo. Para compreender de que forma a comunidade de vertebrados de solo está relacionada às classes de uso do solo e de tipos de solo, realizamos uma análise de redundância (RDA) no programa CANOCO 4.5 (TER BRAAK & SMILAUER, 2002) utilizando as matrizes de abundância. Essa análise avalia possíveis efeitos de variáveis ambientais sobre comunidades biológicas através de partição de variância, permitindo avaliar qual variável ambiental (altitude, uso de solo, tipo de solo) contribui para a estruturação da comunidade em questão, excluindo o efeito das covariáveis apontadas. Utilizamos como covariável o tipo de solo quando analisamos o efeito isolado das classes de uso sobre a comunidade de fauna do solo, e selecionamos, por conseguinte, a classe de uso de solo como covariável quando buscávamos o efeito do tipo de solo sobre a comunidade. Em seguida, foi realizado o teste de Monte Carlo que, através de permutações, aponta as variáveis significativas para avaliação.

Para avaliar como as classes de uso e o tipo de do solo estariam agrupadas segundo a estrutura da comunidade de invertebrados do solo *per se*, utilizamos o método de escalonamento multidimensional não-métrico (MDS) utilizando as matrizes de abundância de organismos, através do programa PRIMER 6.0 (CLARKE & GORLEY, 2006), usando como medida de dissimilaridade a distância Bray-Curtis (MUOTKA *et al.*, 2002). Esse tipo de ordenação é utilizado ecologicamente quando ocorre um grande número de amostras com zeros, retirando-se assim o efeito dos organismos raros ou abundantes.

Posteriormente, para avaliar se os agrupamentos obtidos a partir do MDS formavam grupos coesos, a partir da matriz de similaridade produzida, realizamos a análise de similaridade (ANOSIM). A ANOSIM utiliza a estatística R que se baseia na dissimilaridade entre os grupos e, ainda, entre cada membro de um mesmo grupo, comparando um modelo nulo com a distribuição observada nos dados analisados (CHAUVAT *et al.*, 2011). Ainda testando os grupos formados pelo MDS, realizamos o SIMPER (Análise de Similaridade Percentual) com a finalidade de estabelecer a contribuição, em percentual, de cada grupo de organismos em cada sistema avaliado (CLARKE, 1993). Essa análise aponta quais os grupos que mais contribuíram para a análise de similaridade (BRENNAN *et al.*, 2006). Delimitamos o intervalo de 5 a 15% de contribuição na composição da comunidade para pré-selecionarmos os grupos potencialmente indicadores. Os grupos que se situavam acima desse intervalo foram considerados abundantes, e aqueles situados abaixo foram considerados raros.

Para avaliar se as classes de uso do solo possuíam grupos biológicos indicadores, realizamos uma análise de espécies indicadores (IndVal) através do programa PC-Ord 5.0 (MCCUNE & MEFFORD, 2002). Este método é baseado na comparação de abundâncias relativas e frequências relativas de ocorrência dos grupos de organismos em diferentes conjuntos de sistemas. É realizado através de comparações de um mesmo grupo para os diferentes sistemas, independente da ocorrência dos outros grupos (MUOTKA *et al.*, 2002). Foi realizado para confirmar se os grupos selecionados no SIMPER, de fato, podem ser atribuídos como indicadores dos diferentes sistemas analisados.

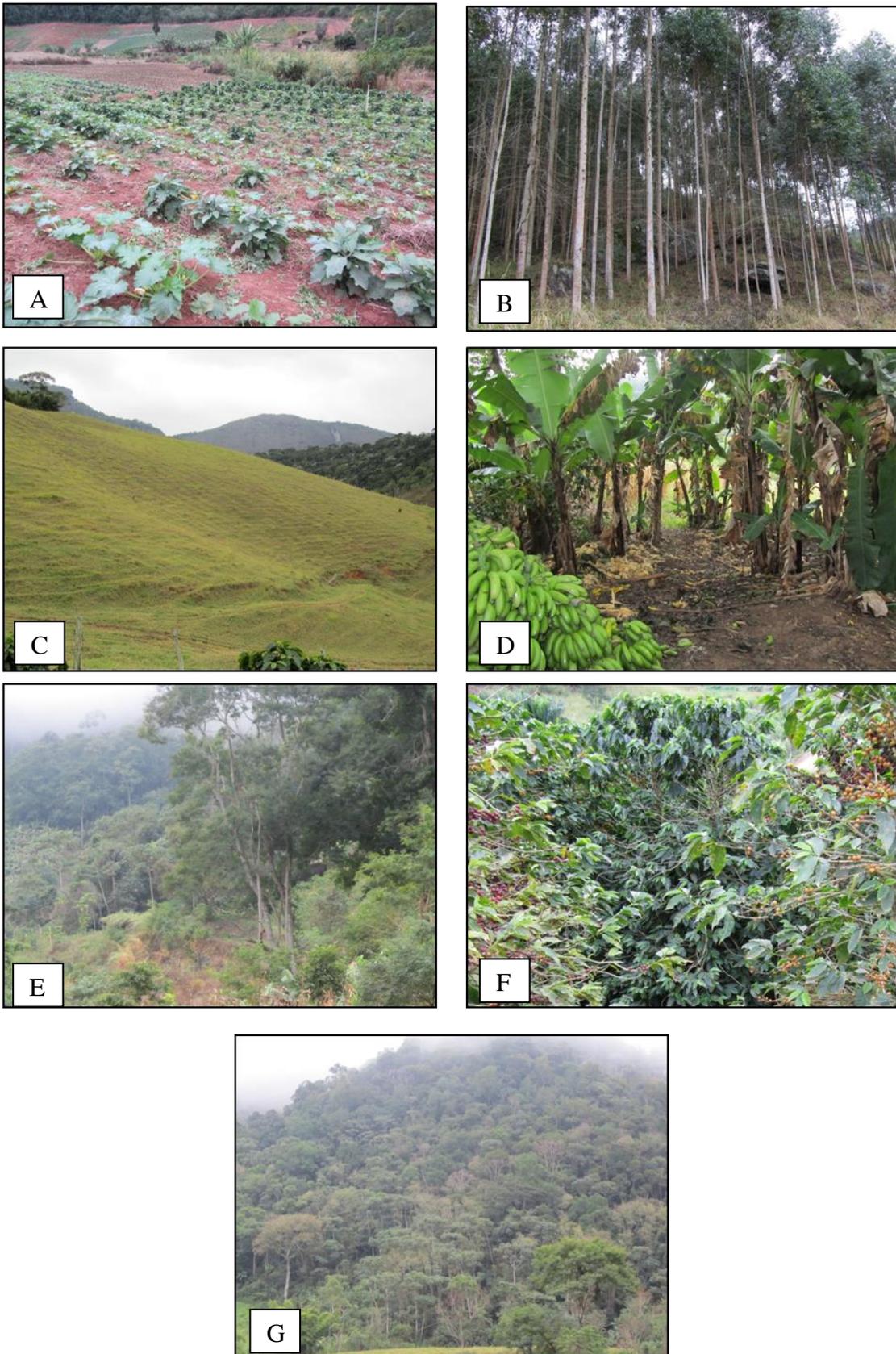


Figura 7. Visão geral dos diferentes tipos de cobertura do solo avaliados no estudo em Bom Jardim, RJ. (A) Culturas anuais; (B) Eucaliptal; (C) Pasto; (D) Bananal; (E) Mata inicial; (F) Cafezal; (G) Mata com aproximadamente 70 anos. Fotos: M.E.F. Correia, 2011.

Além destes, com o propósito de investigar como os grupos da comunidade de fauna do solo foram individualmente influenciados pelos diferentes tipos de perturbação (manejo), calculamos o Índice V (WARDLE, 1995). Este cálculo faz uma comparação entre as abundâncias dos grupos de organismos de áreas manejadas (anuais, café, bananal, eucaliptal, pasto, mata inicial) e áreas não-manejadas (Mata). Os grupos selecionados foram os grupos mais dominantes observados na Análise de Similaridade Percentual e que claramente apresentavam maior contribuição na representação da comunidade. Este índice indica o grau de estimulação ou de inibição apresentado após uma perturbação, varia de -1 a 1 (Tabela 1), e é calculado através da equação:

$$V = \frac{2 dM}{dM \times dC} - 1$$

onde V é o valor de alteração da comunidade, dM é a densidade de organismos da área controle (Mata) e dC é a densidade de organismos dos diferentes tipos de cobertura (Anual, Cafezal, Eucalipto, Bananal, Pasto ou Mata inicial).

Tabela 1. Categorias de inibição e estimulação dos grupos de fauna do solo para áreas manejadas e não-manejadas (Adaptado de WARDLE, 1995, CORREIA *et al.*, 2003).

<i>Categoria</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Índice V</i>
Inibição extrema	IE	$V < -0.67$
Inibição moderada	IM	$-0.33 > V > -0.67$
Inibição leve	IL	$-0.05 > V > -0.33$
Sem alteração	AS	$-0.05 > V > 0.05$
Estimulação leve	EL	$0.05 > V > 0.33$
Estimulação moderada	EM	$0.33 > V > 0.67$
Estimulação extrema	EE	$V > 0.67$

4. RESULTADOS

4.1 Composição da comunidade de fauna do solo

Foram coletados 30 táxons em Bom Jardim, e 29 em Cachoeiras de Macacu, sendo estes distribuídos entre as classes de uso do solo para as diferentes áreas de estudo. As abundâncias totais dos indivíduos coletados foram de 50.952 para Bom Jardim (Anexo A) e 118.497 para Cachoeiras de Macacu (Tabela 2). No anexo A e B encontram-se as abundâncias para todos os grupos de fauna do solo avaliados no estudo.

Tabela 2. Número glebas amostradas, de táxons coletados e a abundância para cada um dos usos de solo, nas duas localidades estudadas.

	Bom Jardim			Cachoeiras de Macacu		
	Número de glebas	Nº de táxons	Abundância Total	Número de glebas	Nº de táxons	Abundância Total
Bananal	2	30	338	5	21	46100
Cafezal	7	27	18028	0	0	0
Eucaliptal	3	23	372	0	0	0
Anuais	23	29	26406	9	24	39058
Pasto	14	23	4519	7	26	26634
Mata inicial	2	25	266	2	22	1404
Mata	6	25	1023	5	29	5301
Total	57	30	50952	28	29	118497

4.2 Efeitos dos diferentes usos sobre a fauna do solo

4.2.1 Bom Jardim

A análise de redundância possibilitou a observação de quais variáveis ambientais mais influenciavam a comunidade de fauna do solo e, até mesmo evidenciar relações específicas entre as classes de uso do solo e os grupos de fauna do solo. Foi encontrado um valor de 21,69% de explicação do fator cobertura do solo, realizando o método da partição de variância, onde o valor dos eixos das covariáveis é retirado (Figura 8). O gráfico aponta para a oposição entre as áreas de mata e os cultivos anuais, cafezal e eucaliptal, assim como para pasto e bananal. Podemos destacar algumas relações entre organismos e usos onde, nos bananais, o único grupo associado a tal cobertura foi Pseudocorpionida. Os grupos Isopoda, Chilopoda e Blattodea pareceram relacionar-se mais com as áreas de mata, enquanto Pscopotera e Isoptera mostraram-se mais característicos das matas em estágio menos avançado. As classes Anual, Cafezal e Bananal apontaram tendências semelhantes, compartilhando os grupos Thysanoptera, Formicidae, Auchenorrhyncha, Sternorrhyncha, além de Collembola (Poduromorpha e

influência das áreas adjacentes comentadas anteriormente (Figura 9). Ainda nesta análise foi possível observar agrupamentos entre as áreas com menor dinâmica na vegetação como Bananal, Mata e Café. Outro agrupamento que foi representado de forma difusa é o uso de cultura Anual, formada pelos mais diferentes tipos de cultivo e, principalmente, em distintos momentos da cultura. As glebas de Eucaliptal também não formaram um agrupamento verdadeiro, possivelmente devido ao baixo número de réplicas (no nosso caso, apenas três glebas), fato que não possibilitou a realização da análise de forma eficiente.

Ao avaliarmos a hipótese de que as classes de uso/cobertura do solo apresentam diferenças significativas na composição de organismos da fauna do solo, as amostras realizadas no pasto diferiram daquelas coletadas nos eucaliptais ($p = 2,6\%$), matas ($p = 0,1\%$), bananais ($p = 0,5\%$) e cafezais ($p = 0,6\%$), entre as amostras das matas e os eucaliptais ($p = 2,4\%$) e bananais ($p = 0,5\%$) e entre as plantações anuais e os bananais ($p = 4,5\%$) (Tabela 3).

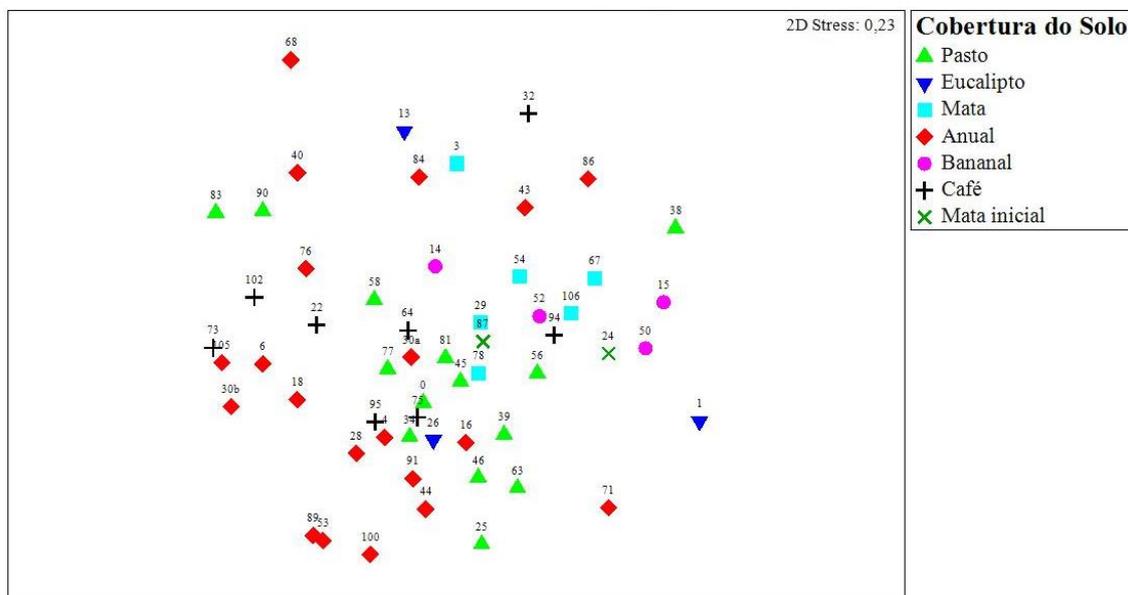


Figura 9. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional (MDS) para a microbacia do Pito Aceso, no município de Bom Jardim, utilizando como fator o tipo de uso/ cobertura do solo.

Tabela 3. Análise da similaridade entre usos a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea na microbacia do Pito Aceso, município de Bom Jardim, RJ.

Grupos de pareamento	R	p (%)
Pasto X Eucalipto	0,452	2,6*
Pasto X Mata	0,512	0,1*
Pasto X Anual	0,057	12,3
Pasto X Bananal	0,44	0,5*
Pasto X Cafezal	0,282	0,6*
Pasto X Mata inicial	0,378	8,3
Eucalipto X Mata	0,568	2,4*
Eucalipto X Anual	0,211	11,3
Eucalipto X Bananal	0,333	8,6
Eucalipto X Cafezal	0,183	15,2
Eucalipto X Mata inicial	0,0	60
Mata X Anual	0,159	7,7
Mata X Bananal	0,571	0,5*
Mata X Cafezal	0,195	5,7*
Mata X Mata inicial	0,156	35,7
Anual X Bananal	0,266	4,5*
Anual X Cafezal	-0,014	50,8
Anual X Mata inicial	0,131	25,1
Bananal X Cafezal	0,153	17,8
Bananal X Mata inicial	-0,143	80
Cafezal X Mata inicial	-0,03	44,4

* Valores significativos a 5% de probabilidade.

A dominância dos grupos de fauna do solo foi equivalente em todas as classes de usos de solo, ou seja, os grupos de organismos que eram componentes em cada um dos usos do solo, também faziam parte dos outros usos avaliados, salvo poucos grupos de organismos que, devido à baixa abundância foram considerados raros. Os grupos de organismos da comunidade de fauna do solo que, por conta de sua alta contribuição (dominância), não serão considerados como indicadores são: Acari, Entomobryomorpha, Formicidae.

Aqueles grupos que obedeceram ao intervalo pré-estabelecido de 5 a 15% de contribuição na composição da comunidade foram Araneae, Auchenorrhyncha, Coleoptera, Diptera, Heteroptera, Hymenoptera e Orthoptera (Tabela 4).

Os grupos selecionados para a análise de indicadores encontram-se dentro daqueles pré-selecionados anteriormente para ambos os fatores avaliados, uso do solo e tipo de solo. Para Bom Jardim, assim como previsto na análise de similaridade para as classes de uso do solo, Auchenorrhyncha mostrou-se indicador de áreas de culturas anuais ($p = 0,0325$, Valor Indicador Observado (VIO) = 39,1) e Coleoptera também apresentou significância ao indicar as áreas de mata inicial ($p < 0,01$, VIO = 34,8) (Tabela 5).

Tabela 4. Análise de similaridade percentual, evidenciando os grupos mais dominantes na estruturação da comunidade de fauna do solo epígea, para a microbacia do Pito Aceso, RJ.

Grupos	Pasto	Cafezal	Eucalipto	Bananal	Anual	Mata inicial	Mata
Acari	11,90	17,25	9,10	15,26	15,38	20,43	10,80
Araneae	5,65	6,10	12,52	4,72	4,77	5,24	5,59
Auchenorrhyncha	5,12	--	5,00	--	5,47	--	--
Coleoptera	4,58	8,33	2,18	13,71	6,56	19,46	11,85
Diplopoda	--	--	--	3,54	--	--	--
Diptera	--	5,56	4,12	--	4,48	--	8,78
Entomobryomorpha	27,14	20,44	23,35	15,46	21,20	14,22	13,59
Formicidae	26,64	19,44	25,89	29,66	19,54	24,28	18,89
Heteroptera	--	--	4,12	5,84	--	--	4,02
Hymenoptera	5,80	5,74	--	--	5,36	--	5,70
Isopoda	--	--	--	--	--	--	3,13
Coleoptera (larvas)	--	2,76	--	--	--	5,24	--
Diptera (larvas)	--	--	--	--	--	--	3,08
Orthoptera	--	--	4,69	2,12	--	5,24	5,55
Poduromorpha	--	2,87	--	--	3,79	--	--
Sternorrhyncha	3,36	--	--	--	4,99	--	--
Symphyleona	--	2,06	--	--	--	--	--
Similaridade Média	64,77	58,23	51,43	61,97	56,25	67,56	67,68

Apresentando um panorama mais geral do que o observado na análise de espécies indicadoras, onde apenas poucos grupos de organismos foram analisados, o índice V demonstrou o impacto dos diferentes manejos (classes de uso do solo) para os grupos componentes mais dominantes na comunidade avaliada (Figura 10) (Anexo C).

As áreas de pastagem apresentaram o maior número de grupos estimulados pelo manejo em comparação às áreas de mata, tomadas como área-controle, como observamos na tabela 6 referente ao índice V calculado para Bom Jardim. Os grupos que apresentaram estimulação em pastagens foram Auchenorrhyncha, Diplopoda, Diptera, Entomobryomorpha, Hymenoptera, larvas de Diptera, Sternorrhyncha e Symphyleona. Em contraste, neste mesmo sistema de manejo, Acari e Orthoptera apresentaram índices de inibição severa em grande parte das amostras.

Para a classe de uso do solo Eucalipto, os efeitos do manejo sobre os grupos da fauna de solo foram intermediários, apontando Entomobryomorpha, Hymenoptera e Symphyleona como grupos mais estimulados neste sistema. Em contraposição, os efeitos da simplificação ambiental foram extremamente deletérios para Formicidae, Isopoda e Orthoptera.

Os sistemas de culturas anuais favoreceram os aumentos populacionais dos colêmbolos (Entomobryomorpha e Symphyleona) e Hymenoptera. Em contrapartida, aqueles que apresentaram inibição extrema foram Acari, Formicidae e Orthoptera. O mesmo padrão de grupos pode ser atribuído para as áreas de Mata Inicial, onde há o início da sucessão ecológica através do pousio florestal, porém já é possível perceber a inibição de grupos pioneiros como em Acari e Entomobryomorpha.

A classe de uso do solo Cafezal apresentou índices de estimulação e inibição medianos quando comparados com as demais classes de uso do solo. Dentre os grupos biológicos que o índice V indicou como os que sofrem maior inibição estão Acari, Formicidae, Isopoda e Orthoptera (Tabela 6). É opostos a essa situação, apresentando

alguns níveis de estimulação estão Auchenorrhyncha, Diplopoda, Entomobryomorpha, Hymenoptera, Sternorrhyncha e Symphypleona. Aqui observamos um maior incremento de grupos, possivelmente devido à baixa dinâmica do sistema que é considerada uma cultura perene. Esta tendência também pode ser visualizada no uso do solo Bananal, onde Auchenorrhyncha, Diplopoda, Diptera, Hymenoptera, Sternorrhyncha e Symphypleona também tiveram um aumento nas abundâncias, em relação à área controle, apontando para um incremento na diversidade funcional de grupos, onde há organismos generalistas, mas também organismos de hábito alimentar mais específico.

Tabela 5. Análise de grupos indicadores realizada para o município de Bom Jardim, RJ, utilizando como fator as classes de uso do solo.

Grupos	Valor Máximo no Grupo	VIO	Média ± DV	p
Auchenorrhyncha	Anual	39.1	24.9 ± 6.19	0.0325*
Coleoptera	Mata inicial	34.8	21.6 ± 3.70	0.0032**
Acari	Anual	26.7	25.4 ± 5.63	0.3320
Araneae	Eucaliptal	22.8	22.8 ± 4.81	0.3989
Blattodea	Mata inicial	23.9	18.7 ± 10.61	0.2241
Chilopoda	Bananal	18.7	16.6 ± 11.22	0.3154
Diplopoda	Cafezal	30.1	24.9 ± 11.33	0.2411
Diplura	Cafezal	12.5	12.2 ± 10.54	0.3990
Diptera	Mata	37.0	29.8 ± 10.03	0.1870
Entomobryomorpha	Anual	58.3	51.4 ± 13.18	0.2924
Formicidae	Anual	25.2	24.6 ± 5.40	0.3433
Heteroptera	Mata inicial	26.5	23.4 ± 7.58	0.2659
Hymenoptera	Anual	21.2	22.1 ± 4.00	0.5401
Isopoda	Mata	36.8	21.3 ± 10.11	0.0885
Isoptera	Mata	17.9	19.5 ± 11.71	0.4201
Coleoptera (Larvas)	Anual	28.8	27.7 ± 11.01	0.3494
Diptera (Larvas)	Mata	26.9	21.0 ± 10.13	0.1892
Lepidoptera (Larvas)	Mata	25.7	21.3 ± 9.08	0.2269
Neuroptera (Larvas)	Cafezal	12.1	18.0 ± 11.18	0.6776
Orthoptera	Mata	31.1	25.1 ± 7.93	0.1925
Poduromorpha	Cafezal	43.4	31.3 ± 14.59	0.1592
Pseudoscorpionidae	Bananal	8.6	15.3 ± 10.95	0.7080
Psocoptera	Eucaliptal	22.6	19.4 ± 9.06	0.2586
Sternorrhyncha	Anual	35.3	28.3 ± 10.45	0.2117
Symphyla	Cafezal	16.1	20.7 ± 10.43	0.5935
Symphypleona	Cafezal	54.5	28.4 ± 14.78	0.0576
Thysanoptera	Anual	29.1	27.3 ± 12.17	0.3213
Trichoptera	Eucaliptal	23.0	17.5 ± 10.19	0.2146

* 5% de significância (p < 0.05), ** 1% de significância (p < 0.01).

4.2.2 Cachoeiras de Macacu

A análise de redundância evidenciou como as diferentes classes de uso do solo podem estar relacionadas à composição de grupos da comunidade de fauna do solo. Podemos apontar principalmente para a diferença das áreas de mata e mata inicial entre as demais classes de uso. Através da partição de variância, e conseqüentemente, eliminação dos autovetores covariantes, destacamos as relações entre os grupos Isoptera e Auchenorrhyncha para as áreas de pasto; larvas de Neuroptera, Poduromorpha e Gastropoda para os bananais; larvas de Diptera, Pseudoscorpionida e Diptera para mata inicial, Trichoptera, Araneae, Chilopoda, Orthoptera e Heteroptera para as áreas de culturas anuais e, para as áreas de mata apontamos os grupos de invertebrados Isopoda, Blattodea, Psocoptera, Thysanoptera e Coleoptera (Figura 11). Os autovetores apontaram para uma contribuição de 33,05% de explicação da comunidade pelos fatores analisados, e o teste de Monte Carlo corroborou essa contribuição das classes de usos do solo apresentando valores significativos ($p < 0,01$).

Em contraste ao encontrado na seção anterior, na análise de escalonamento multidimensional para Cachoeiras de Macacu o padrão de agrupamentos difusos de Bom Jardim deu lugar àqueles visualmente mais coesos, o que reflete a diferença na paisagem onde, não há um mosaico propriamente dito, pois suas áreas de uso apresentam maiores dimensões (Figura 12). Nesta análise houve separação em dois grupos formados pela combinação das classes: anuais e pasto, e bananal e mata. O grupo formado por bananal e mata tem uma dinâmica parecida, onde há sombra, abrigos, e cobertura foliar ao longo do ano para os diferentes tipos de organismos. Por outro lado, a mata inicial apresenta-se entre esses dois grupos, como uma área de transição, pois é originada do pousio de quaisquer um dos tipos dos usos encontrados na região - ou seja, pela cessão das atividades produtivas na área e possibilidade de sucessão vegetal durante alguns anos.

Em Cachoeiras de Macacu, as maiores diferenças na composição da fauna do solo ocorreram entre as áreas de mata, que diferiram significativamente dos pastos ($p = 1,1\%$), dos bananais ($p = 0,8\%$) e das culturas iniciais ($p = 2,2\%$) (Tabela 7). Os bananais também diferiram significativamente dos pastos ($p = 0,4\%$) e das culturas anuais ($p = 2,2\%$), enquanto as matas em estágio inicial de sucessão diferiram das culturas anuais ($p = 2,2\%$) (Tabela 6).

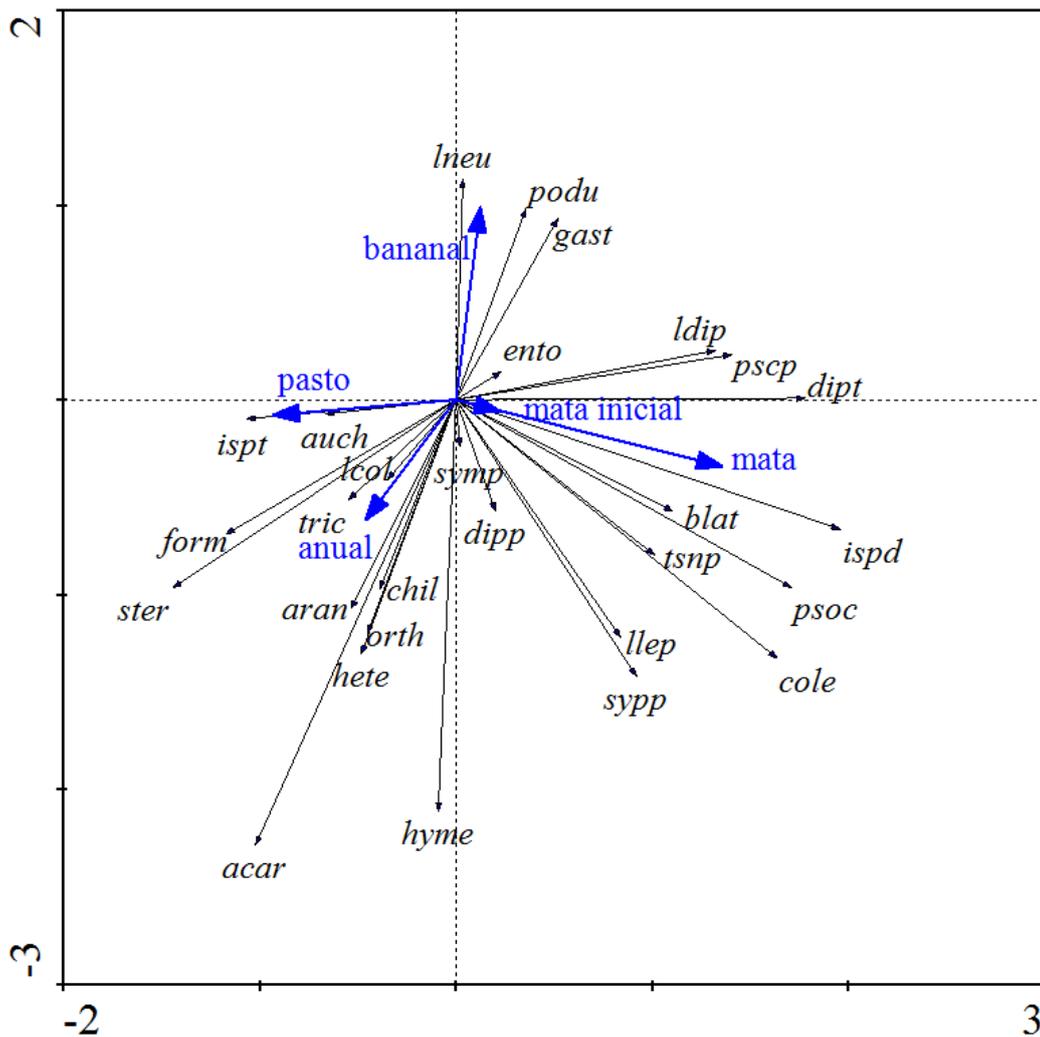


Figura 11. Diagrama de ordenação resultante da análise de redundância entre as variáveis ambientais (classes de uso do solo) e os diferentes grupos que compõem a comunidade, para a microbacia do Batatal, RJ. Legenda: acar = Acari; auch = Auchenorrhyncha, blat = Blattodea; chil = Chilopoda; coleo = Coleoptera; dipp = Diplopoda; dipl = Diplura, dipt = Diptera; entom = Entomobryomorpha; form = Formicidae; het = Heteroptera; hyme = Hymenoptera; Isop = Isopoda; ispt = Isoptera; lecol = larvas de Coleoptera; ldip = larvas de Diptera; llepi = larvas de Lepidoptera; lneu = larvas de Neuroptera; orth = Orthoptera, podu = Podurmorpha; pscp = Pseudoscorpionida; psoc = Psocoptera; ster = Sternorrhyncha; symp = Symphyla, sypp = Symphypleona, thysp = Thysanoptera e tric = Trichoptera.

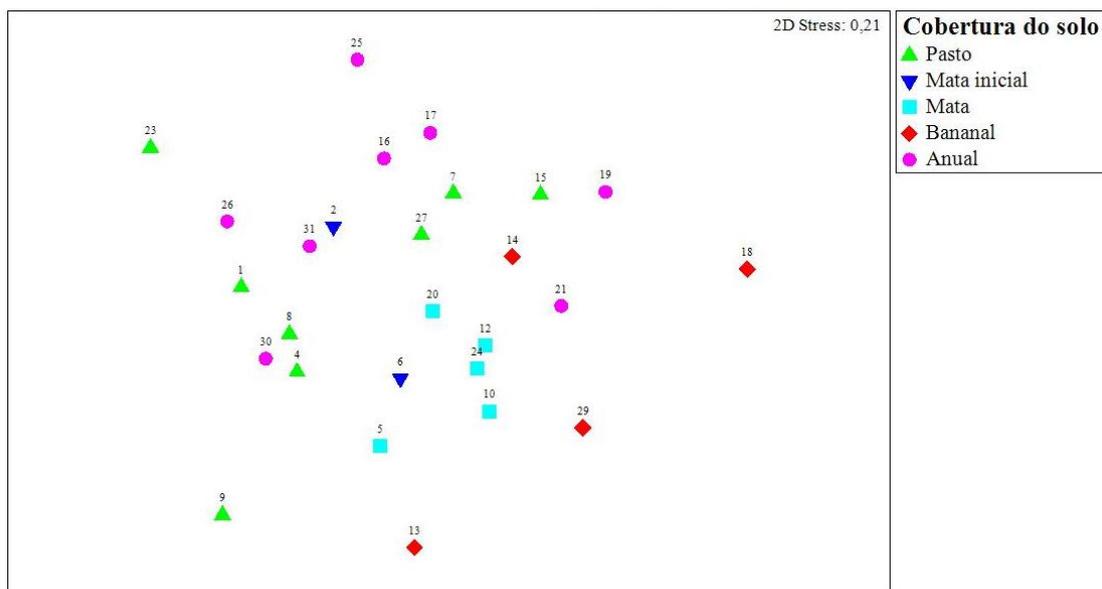


Figura 12. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional (MDS) para a microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, utilizando como fator o uso/cobertura do solo.

Tabela 6. Análise da similaridade entre usos a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea na microbacia do Batatal, município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

Grupos de pareamento	R	P (%)
Pasto X Mata inicial	0,164	31,1
Pasto X Mata	0,389	1,1*
Pasto X Bananal	0,449	0,4*
Pasto X Anual	0,03	32,9
Mata inicial X Mata	0,236	19
Mata inicial X Bananal	0,143	40
Mata inicial X Anual	0,305	2,2*
Mata X Bananal	0,431	0,8*
Mata X Anual	0,305	2,2*
Bananal X Anual	0,338	2,2*

* Valores significantes a 5% de probabilidade.

Os grupos selecionados como indicadores foram: Araneae, Coleoptera, Hymenoptera, Larvas de Diptera, Poduromorpha, Symphypleona e Thysanoptera, respeitando-se o limite de 5 a 15% de contribuição em percentual para a composição da comunidade de fauna do solo (Tabela 7). Ou seja, também houve a redundância na seleção de grupos dominantes para as diferentes classes de usos, o que denota a baixa dissimilaridade entre estes, e logo, a composição de grupos de organismos da fauna do solo bem semelhantes.

Para Cachoeiras de Macacu, alguns grupos apontados como indicadores pela análise de espécies indicadoras apresentaram esse resultado pois estavam presentes exclusivamente em uma classe de uso do solo, o que causou ruído na análise (Tabela 8). Os grupos apontados equivocadamente, devido a este ruído, foram Acari ($p = 0.0458$,

VIO = 43,7), Orthoptera ($p < 0,01$, VIO = 50,0) e Sternorrhyncha ($p < 0,01$, VIO = 55,2) para culturas anuais e, Isopoda ($p < 0,01$, VIO = 76,2) e Psocoptera ($p < 0,01$, VIO = 73,4) para áreas de Mata (Tabela 9). O único grupo esperado e que foi significativo foi Thysanoptera ($p = 0.0462$, VIO = 42,6) para a classe Mata.

O índice V apontou níveis de estimulação e inibição nas diferentes classes de usos do solo equivalentes aos do outro sítio de estudo (Figura 13) (Anexo D). Para o uso Pasto os grupos foram mais abundantes se relacionados à área controle, com destaque para Araneae, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Isopoda, larvas de Diptera, Orthoptera, Symphypleona e Thysanoptera. Grande parte dos grupos componentes da comunidade apresentou níveis de inibição em algum grau: Acari, Auchenorrhyncha, Formicidae, larvas de Trichoptera e Sternorrhyncha, este último com um nível de inibição extrema.

Tabela 7. Análise de similaridade percentual, evidenciando os grupos mais dominantes na estruturação da comunidade de fauna do solo, para a microbacia de Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

Grupos	Pasto	Bananal	Annual	Mata inicial	Mata
Acari	15,91	4,49	14,71	12,14	9,75
Araneae	3,99	5,03	5,15	3,67	3,69
Auchenorrhyncha	4,00	3,52	4,20	--	--
Coleoptera	5,99	9,58	8,98	10,05	9,78
Diplopoda	--	3,37	--	--	--
Diptera	--	3,59	--	4,86	4,80
Entomobryomorpha	15,92	20,48	16,11	14,93	14,77
Formicidae	15,72	13,20	12,44	12,60	10,39
Hymenoptera	4,48	--	5,07	3,17	4,18
Isopoda	--	--	--	--	4,65
Coleoptera (larvas)	--	--	3,49	--	--
Diptera (larvas)	--	4,87	--	5,76	4,15
Trichoptera (larvas)	--	--	--	3,67	--
Orthoptera	2,17	--	3,51	--	--
Poduromorpha	11,30	19,01	8,18	5,76	14,42
Sternorrhyncha	4,01	--	4,09	--	--
Symphypleona	5,08	3,77	6,07	8,74	7,67
Thysanoptera	3,17	--	--	5,49	3,86
Similaridade Média	72,72	69,72	72,31	79,59	80,05

O uso Bananal, por ser um sistema de manejo com pouca dinâmica, pareceu não provocar grandes inibições na comunidade, Diplopoda, Formicidae, Poduromorpha e Sternorrhyncha são os poucos exemplares do efeito inibidor. Dentre os grupos estimulados, destacam-se Acari, Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera e Thysanoptera, apresentando organismos favorecidos por este manejo.

As culturas Anuais apresentaram uma surpreendente estimulação geral, com grupos específicos apontando efeitos inibidores: Acari, Coleoptera e Sternorrhyncha. Em contrapartida, os grupos extremamente estimulados com este uso foram Auchenorrhyncha, Diptera e Isopoda. Outro sistema que apresentou a mesma reação pelos grupos componentes foi Mata Inicial. Neste último, os grupos mais inibidos foram

as larvas de Trichoptera e Sternorrhyncha. Assim como na outra localidade de estudo, onde uma área de vegetação perene apresentou maior proximidade à comunidade apresentada como referência, em Cachoeiras de Macacu é possível apontar as áreas de cultivo de banana como a unidade mais próxima do sistema controle.

Tabela 8. Análise de grupos indicadores realizada para o município de Cachoeiras de Macacu, RJ, utilizando como fator as classes de uso do solo.

Grupos	Valor Máximo no Grupo	Valor Indicador Observado (VIO)	Média ± DP	P
Psocoptera	Mata	73.4	20.4 ± 10.35	0.0008**
Isopoda	Mata	76.2	33.4 ± 10.64	0.0019**
Orthoptera	Anual	50.0	33.8 ± 5.76	0.0078**
Coleoptera	Mata	44.7	33.0 ± 4.25	0.0093**
Sternorrhyncha	Anual	55.2	34.2 ± 7.22	0.0095**
Acari	Anual	43.7	34.4 ± 4.75	0.0458*
Thysanoptera	Mata	42.6	32.3 ± 5.39	0.0462*
Araneae	Pasto	31.7	32.6 ± 3.93	0.5619
Auchenorrhyncha	Anual	32.7	33.8 ± 4.72	0.5419
Blattodea	Mata	20.0	14.8 ± 3.23	0.1863
Chilopoda	Anual	22.0	19.8 ± 9.84	0.3605
Diplopoda	Bananal	24.3	31.3 ± 6.75	0.8619
Diptera	Mata	41.9	32.7 ± 5.15	0.0575
Entomobryomorpha	Bananal	58.3	54.5 ± 5.26	0.2522
Formicidae	Pasto	36.2	33.5 ± 4.06	0.2323
Heteroptera	Anual	39.8	30.7 ± 7.00	0.1091
Hymenoptera	Anual	50.0	39.7 ± 7.97	0.1203
Isoptera	Pasto	42.8	22.6 ± 10.59	0.0593
Coleoptera (larvas)	Anual	43.4	38.7 ± 7.51	0.2388
Diptera (larvas)	Mata	41.0	35.8 ± 7.98	0.2344
Lepidoptera (larvas)	Mata	39.6	20.1 ± 9.49	0.0515
Trichoptera (larvas)	Pasto	11.6	16.3 ± 9.29	0.6371
Poduromorpha	Bananal	57.3	53.3 ± 13.16	0.2944
Pseudoscorpionidae	Mata	28.2	15.5 ± 9.12	0.1289
Symphyla	Anual	24.2	23.5 ± 8.79	0.3914
Symphyleona	Anual	31.9	34.4 ± 5.43	0.6292
Trichoptera	Pasto	28.6	14.4 ± 8.32	0.1348
Neuroptera (larvas)	Pasto	28.0	27.4 ± 5.87	0.3662

* 5% de significância (p < 0.05), ** 1% de significância (p < 0.01).

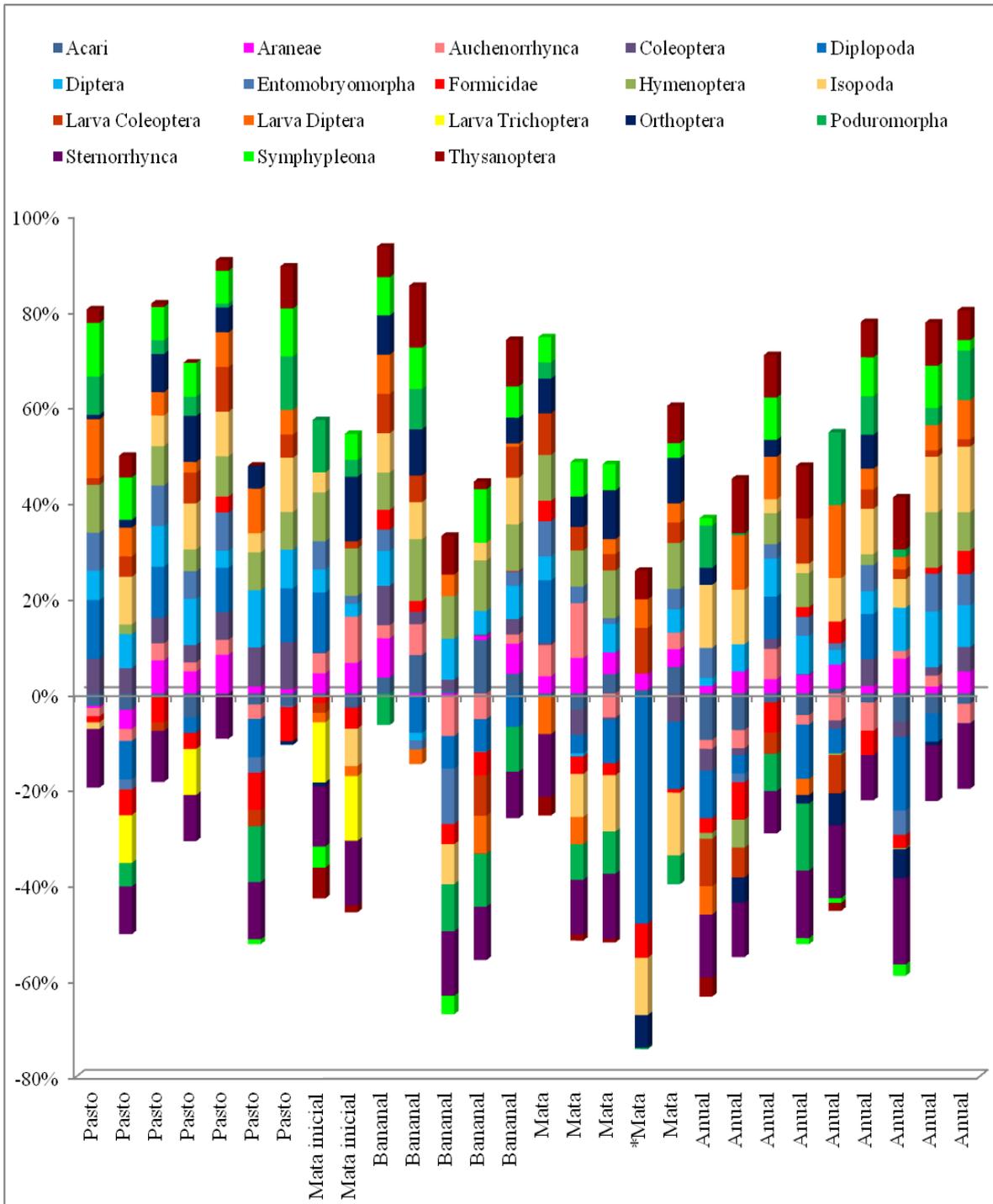


Figura 13. Gráfico de representação dos níveis de estimulação e inibição causado pelos diferentes tipos de uso do solo para os grupos componentes da comunidade de fauna do solo na microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ.*Gleba usada como área de referência para o cálculo do Índice V.

4.3 Efeitos dos diferentes tipos de solo e altitude sobre a fauna do solo

4.3.1 Bom Jardim

A análise de redundância para os tipos de solos e altitude apesar de apontar relações com alguns grupos de fauna do solo através dos autovetores apresentaram um valor de contribuição de apenas 12,65% e, o teste de Monte Carlo apontou valores não significativos, tanto para o primeiro eixo ($p = 0,58$) quanto para todos os eixos canônicos ($p = 0,40$) (Figura 14).

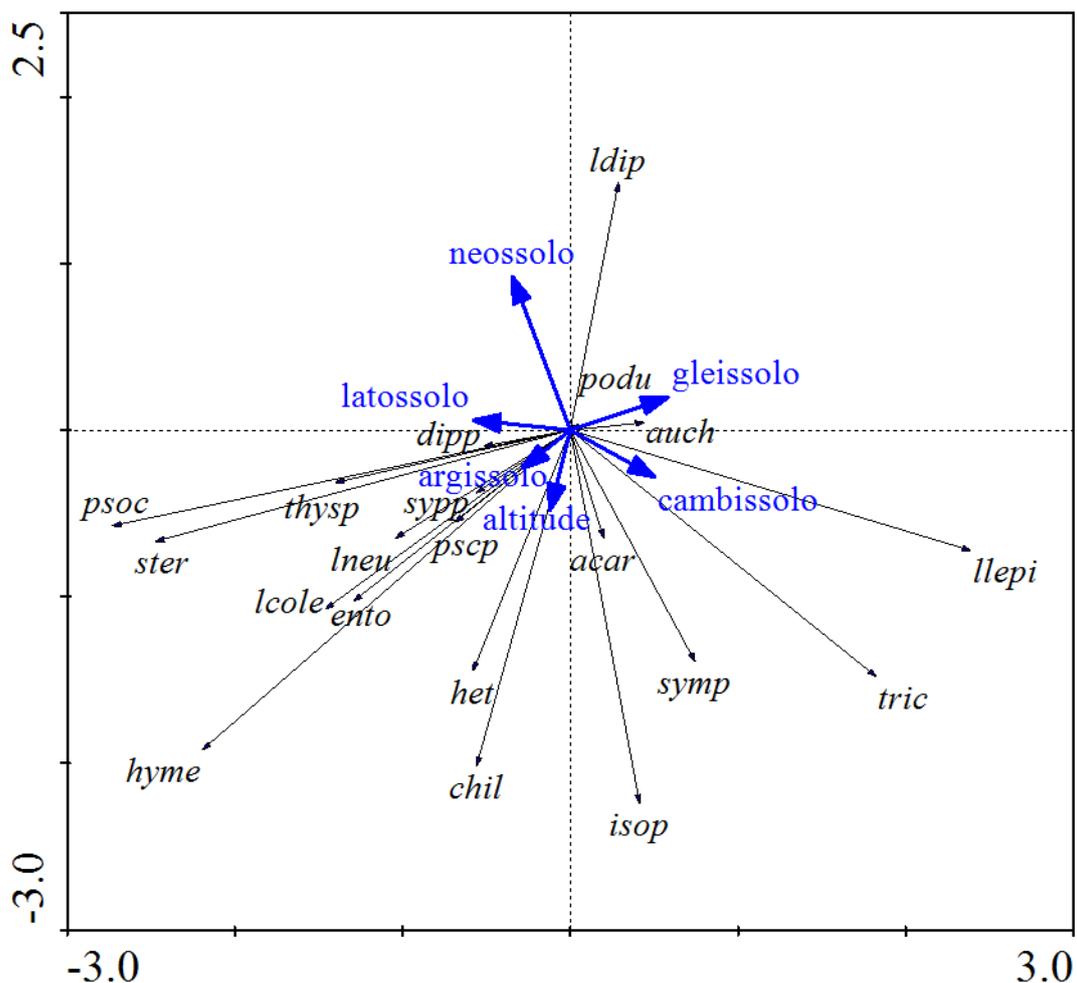


Figura 14. Diagrama de ordenação resultante da análise de redundância entre as variáveis ambientais (tipos de solo e altitude) e os diferentes grupos que compõem a comunidade, para a microbacia do Pito Aceso, no município de Bom Jardim, RJ. Legenda: acar = Acari; aran = Araneae; auch = Auchenorrhyncha, blat = Blattodea; chil = Chilopoda; coleo = Coleoptera; dipp = Diplópoda; dipl = Diplura, dipt = Diptera; entom = Entomobryomorpha; form = Formicidae; het = Heteroptera; hyme = Hymenoptera; Isop = Isopoda; ispt = Isoptera; lcole = larvas de Coleoptera; ldip = larvas de Diptera; llepi = larvas de Lepidoptera; lneu = larvas de Neuroptera; orth = Orthoptera, podu = Podurmorpha; pscp = Pseudoscorpionida; psoc = Psocoptera; ster = Sternorrhyncha; symp = Symphyla, sypp = Symphypleona, thysp = Thysanoptera e tric = Trichoptera.

Os tipos de solo avaliados no estudo não influenciaram significativamente a composição e estrutura da comunidade de fauna do solo para as duas localidades. O agrupamento derivado da análise de escalonamento multidimensional observado para Bom Jardim não apresentou padrões claros, não havendo a presença de agrupamentos (Figura 15), o que foi corroborado pela ANOSIM, que não indicou diferenças significativas na composição da fauna de solo entre os tipos de solos (Tabela 9).

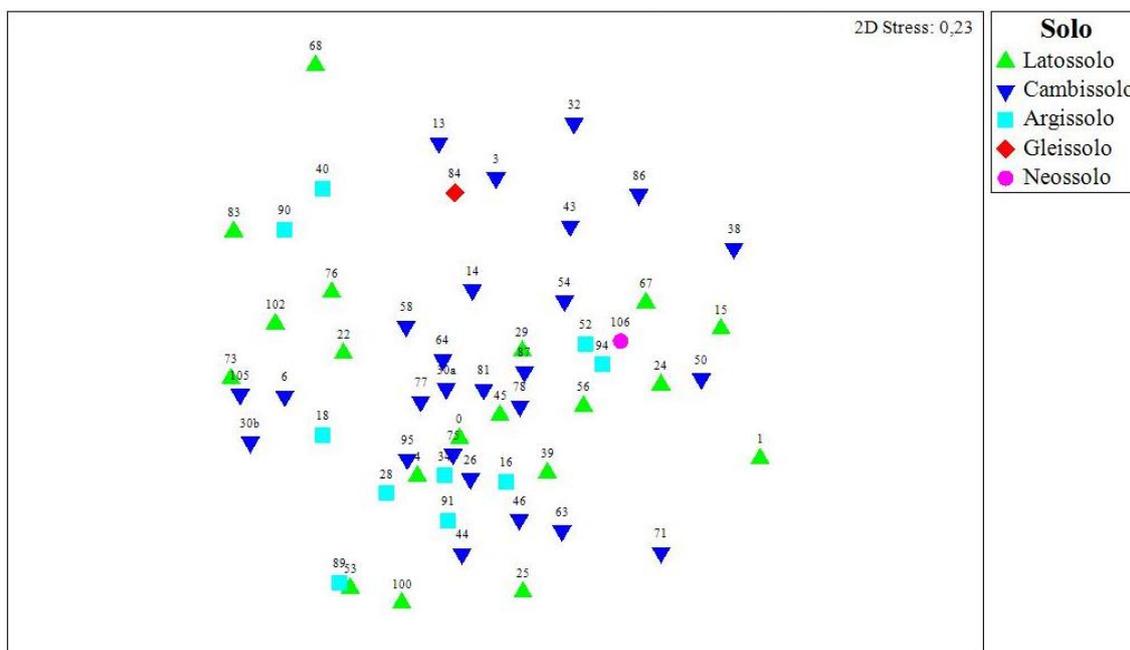


Figura 15. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional (MDS) para a microbacia do Pito Aceso, no município de Bom Jardim, utilizando como fator o tipo de solo.

Tabela 9. Análise da similaridade entre os tipos de solo a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea na microbacia do Pito Aceso, município de Bom Jardim, RJ.

Grupos de pareamento	R	P (%)
Latossolo X Cambissolo	0,001	45,1
Latossolo X Argissolo	-0,096	92,0
Latossolo X Gleissolo	0,142	35,0
Latossolo X Neossolo	-0,101	65,0
Cambissolo X Argissolo	-0,046	67,5
Cambissolo X Gleissolo	0,097	37,0
Cambissolo X Neossolo	-0,121	66,7
Argissolo X Gleissolo	0,204	27,3
Argissolo X Neossolo	0,138	36,4

Os grupos selecionados para a análise de indicadores são: Araneae, Coleoptera, e Hymenoptera, pois apresentaram valores percentuais de ocorrência não considerados raros (contribuições abaixo de 5% na composição da comunidade) (Tabela 10). Para os tipos de solo avaliados não houve nenhum grupo que evidenciou relação significativa

com este fator, ou seja, não foram selecionados grupos indicadores para os tipos de solos avaliados (Tabela 11).

Tabela 10. Análise de similaridade percentual, evidenciando os grupos mais dominantes na estruturação da comunidade de fauna do solo, para o município de Bom Jardim, RJ.

Grupos	Cambissolo	Latossolo	Argissolo	Gleissolo*	Neossolo*
Acari	14,76	12,43	17,15	-	-
Araneae	6,24	5,27	5,49	-	-
Auchenorrhyncha	3,38	3,54	2,88	-	-
Coleoptera	7,29	8,32	6,68	-	-
Diptera	4,17	2,69	4,08	-	-
Entomobryomorpha	21,26	23,28	21,63	-	-
Formicidae	23,11	24,62	22,29	-	-
Heteroptera	2,01	-	-	-	-
Hymenoptera	4,06	5,82	6,70	-	-
Coleoptera (larvas)	-	-	-	-	-
Diptera (larvas)	-	-	-	-	-
Orthoptera	2,19	-	-	-	-
Poduromorpha	-	2,55	-	-	-
Sternorrhyncha	2,29	2,52	4,06	-	-
Symphyleona	-	-	-	-	-
Thysanoptera	-	-	-	-	-
Similaridade Média	57,47	55,18	58,58	-	-

* A análise não foi possível nesse tipo de solo, pois era representado em apenas duas amostras.

4.3.2 Cachoeiras de Macacu

Os tipos de solos não evidenciaram efeitos contribuintes à estruturação da comunidade de invertebrados do solo, e a análise de redundância apesar de apontar autovetores congruentes apresentou a contribuição de apenas 22,5 % para este fator (Figura 16). O teste de Monte Carlo realizado reafirmou a baixa contribuição do tipo de solo para a comunidade, apresentando valores não significativos para o primeiro eixo ($p = 0,36$) e para os demais eixos canônicos calculados ($p = 0,51$).

Assim como em Bom Jardim, os tipos de solo não apresentaram um padrão claro de agrupamento para as amostras de Cachoeira de Macacu, possivelmente pelo maior número de amostras com solo do tipo Cambissolo (Figura 17). Esse resultado foi evidenciado pelo ANOSIM, que também não encontrou diferenças significativas entre os tipos de solo na composição da fauna (Tabela 12).

Tabela 11. Análise de grupos indicadores realizada para a microbacia do Pito Aceso, no município de Bom Jardim, RJ, utilizando como fator os tipos de solo.

Grupos	Valor Máximo no Grupo	Valor Indicador Observado (VIO)	Média ± DP	p
Acari	Argissolo	48.8	40.2 ± 4.90	0.0601
Araneae	Argissolo	42.4	37.5 ± 4.21	0.1294
Auchenorrhyncha	Argissolo	34.7	37.1 ± 5.56	0.6175
Blattodea	Cambissolo	14.3	15.6 ± 6.04	0.5103
Chilopoda	Argissolo	16.9	10.2 ± 5.12	0.1297
Coleoptera	Latossolo	32.1	36.8 ± 3.85	0.9185
Diplopoda	Latossolo	17.5	26.9 ± 7.72	0.9427
Diplura	Latossolo	5.3	5.5 ± 2.24	0.5234
Diptera	Argissolo	48.6	39.8 ± 7.41	0.1310
Entomobryomorpha	Latossolo	70.7	61.6 ± 11.31	0.2479
Formicidae	Latossolo	45.9	40.9 ± 4.13	0.1243
Heteroptera	Latossolo	29.3	31.4 ± 6.09	0.5623
Hymenoptera	Argissolo	44.6	37.1 ± 3.95	0.0507
Isopoda	Cambissolo	13.7	20.2 ± 6.48	0.8888
Isoptera	Latossolo	11.9	14.2 ± 5.84	0.5856
Coleoptera (larvas)	Argissolo	44.0	31.4 ± 7.90	0.0781
Diptera (larvas)	Cambissolo	27.4	20.4 ± 6.61	0.1385
Lepidoptera (larvas)	Cambissolo	32.3	22.7 ± 6.38	0.0848
Neuroptera (larvas)	Argissolo	5.9	13.5 ± 5.85	0.9712
Orthoptera	Cambissolo	31.3	34.0 ± 6.42	0.6105
Poduomorpha	Latossolo	22.4	28.9 ± 9.32	0.7229
Pseudoscorpionidae	Argissolo	8.7	7.9 ± 4.25	0.4228
Psocoptera	Latossolo	13.4	19.5 ± 5.94	0.8917
Sternorrhyncha	Argissolo	41.7	33.1 ± 7.90	0.1396
Symphyla	Cambissolo	20.3	20.2 ± 6.49	0.3994
Symphyleona	Latossolo	28.0	26.4 ± 8.19	0.3596
Thysanoptera	Argissolo	34.5	30.9 ± 8.02	0.2846
Trichoptera	Cambissolo	9.8	12.0 ± 5.32	0.5438

* 5% de significância ($p < 0.05$), ** 1% de significância ($p < 0.01$).

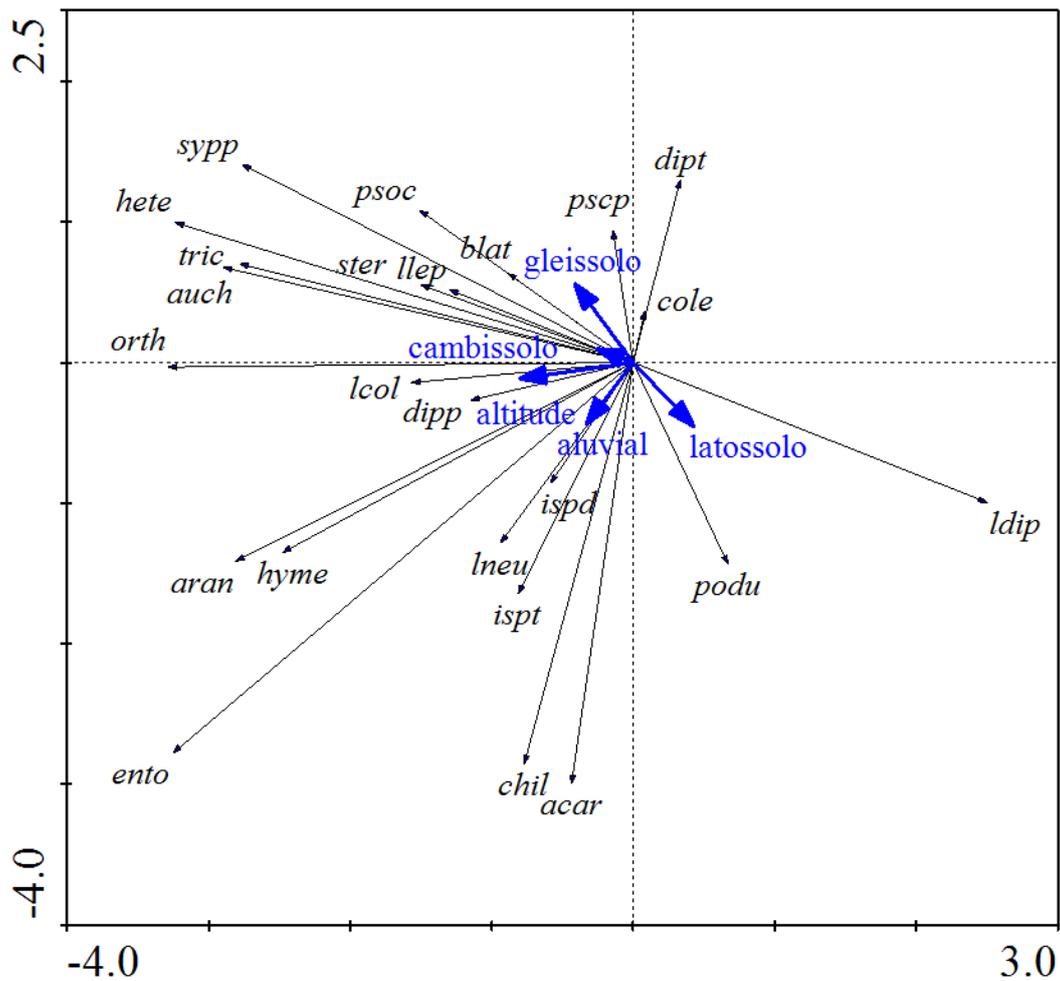


Figura 16. Diagrama de ordenação resultante da análise de redundância entre as variáveis ambientais (tipo de solo e altitude) e os diferentes grupos que compõem a comunidade, para a microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ. Legenda: acar = Acari; aran = Araneae; auch = Auchenorrhyncha, blat = Blattodea; chil = Chilopoda; coleo = Coleoptera; dipp = Diplopoda; dipl = Diplura, dipt = Diptera; entom = Entomobryomorpha; form = Formicidae; het = Heteroptera; hyme = Hymenoptera; Isop = Isopoda; ispt = Isoptera; lcole = larvas de Coleoptera; ldip = larvas de Diptera; llepi = larvas de Lepidoptera; lneu = larvas de Neuroptera; orth = Orthoptera, podu = Podurmorpha; pscp = Pseudoscorpionida; psoc = Psocoptera; ster = Sternorrhyncha; symp = Symphyla, sypp = Symphypleona, thysp = Thysanoptera e tric = Trichoptera.

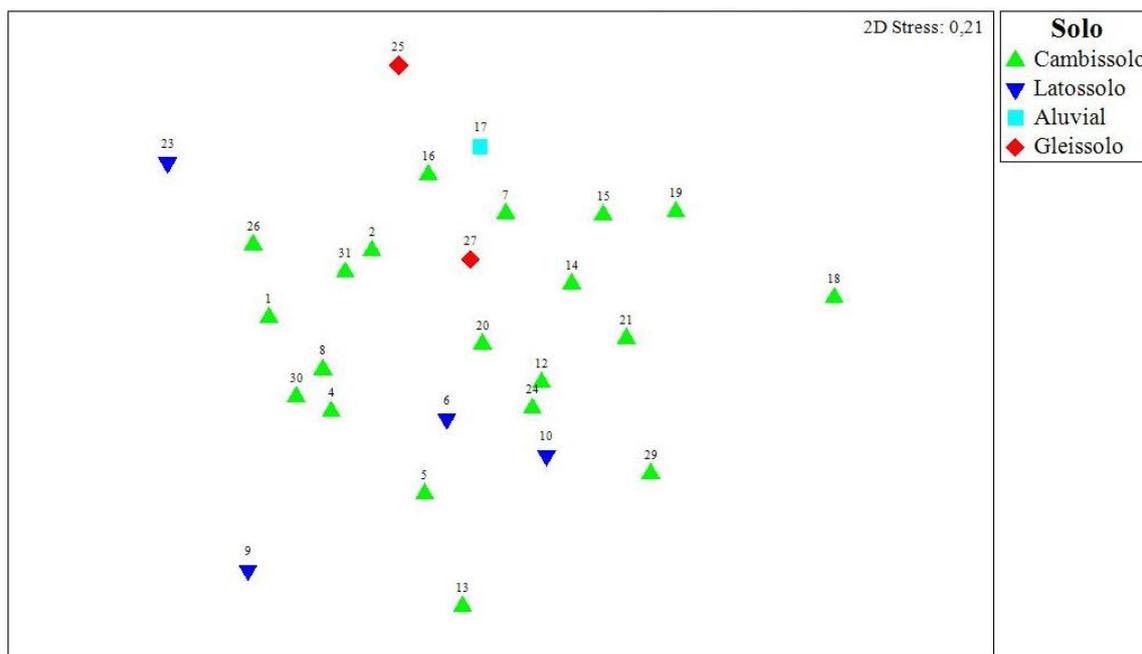


Figura 17. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional (MDS) para a microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, utilizando como fator o tipo de solo.

A análise de similaridade percentual apresentou o mesmo *pool* de grupos de fauna do solo de Bom Jardim. Os grupos selecionados como indicadores, devido à contribuição em percentual maior que 5% (para pelo menos um dos tipos de solo), foram: Araneae, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Orthoptera, Poduromorpha e Symphypleona (Tabela 13).

Tabela 12. Análise da similaridade entre os tipos de solo a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea na microbacia do Batatal, município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

Grupos de pareamento	R	P
Cambissolo X Latossolo	0,146	15,4
Cambissolo X Aluvial	0,019	42,9
Cambissolo X Gleissolo	-0,02	51,1
Latossolo X Aluvial	0,0	60,0
Latossolo X Gleissolo	0,179	26,7
Aluvial X Gleissolo	0,0	66,7

Tabela 13. Análise de similaridade percentual, evidenciando os grupos mais dominantes na estruturação da comunidade de fauna do solo, para a microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

Grupos	Cambissolo	Latossolo	Aluvial*	Gleissolo
Acari	11,45	17,59	--	10,30
Araneae	5,06	1,97	--	3,72
Auchenorrhyncha	3,59	--	--	3,72
Coleoptera	8,40	6,42	--	9,90
Diptera	2,56	5,33	--	3,72
Entomobryomorpha	16,47	17,87	--	16,28
Formicidae	13,39	16,03	--	8,68
Heteroptera	--	--	--	2,87
Hymenoptera	3,23	4,15	--	9,01
Coleoptera (larvas)	2,53	--	--	--
Diptera (larvas)	88,62	3,06	--	--
Orthoptera	--	--	--	5,87
Poduromorpha	13,42	9,63	--	--
Sternorrhyncha	2,59	--	--	7,04
Symphyleona	5,67	6,18	--	11,03
Thysanoptera	--	3,55	--	--
Similaridade Média	71,94	68,74	--	81,68

* A análise não foi possível nesse tipo de solo, pois era representado em apenas duas amostras.

Em relação aos tipos de solo, assim como ocorreu para Bom Jardim, alguns grupos de organismos não esperados foram evidenciados como indicadores de tipos de solos. Exemplos dessa indicação equivocada foram os grupos Diplopoda ($p < 0,01$, VIO = 63,2), Heteroptera ($p = 0.037$, VIO = 63,7), Sternorrhyncha ($p = 0.0182$, VIO = 72,3) e Symphyla ($p = 0.0282$, VIO = 73,7) para o tipo Gleissolo (Tabela 14). O grupo Hymenoptera ($p < 0,01$, VIO = 70,6) efetivou a pré-seleção como indicador apontando relação significativa com o tipo Gleissolo, além de Orthoptera ($p < 0,01$, VIO = 69,6) também para o mesmo tipo de solo.

Vale lembrar que para realizar as análises das classes de uso e tipo de solo, este deveriam estar representados por pelo menos duas amostras. Por esta razão, os tipos de solo Neossolo e Gleissolo encontrados em Bom Jardim foram excluídos da análise, da mesma forma que o tipo de solo Aluvial em Cachoeiras de Macacu.

Tabela 14. Análise de grupos indicadores realizada para a microbacia do Batatal, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ, utilizando como fator o tipo de solo.

Grupos	Valor Máximo no Grupo	Valor Indicador Observado (VIO)	Média ± DP	<i>p</i>
Orthoptera	Gleissolo	69.6	44.6 ± 8.56	0.0043**
Hymenoptera	Gleissolo	70.6	47.7 ± 9.29	0.0088**
Sternorrhyncha	Gleissolo	72.3	46.7 ± 11.19	0.0182*
Symphyla	Gleissolo	73.7	34.7 ± 15.23	0.0282*
Poduromorpha	Cambissolo	93.3	71.7 ± 14.78	0.0326*
Heteroptera	Gleissolo	63.7	42.0 ± 11.16	0.0387*
Diplopoda	Gleissolo	63.2	42.2 ± 11.29	0.0447*
Acari	Latossolo	33.9	43.5 ± 7.70	0.9811
Araneae	Cambissolo	43.9	42.4 ± 6.51	0.3242
Auchenorrhyncha	Gleissolo	45.6	46.0 ± 7.69	0.4728
Blattodea	Cambissolo	4.8	11.2 ± 13.17	1.000
Chilopoda	Latossolo	11.7	23.8 ± 13.40	1.000
Coleoptera	Gleissolo	43.3	44.3 ± 6.71	0.5006
Diptera	Latossolo	41.4	44.1 ± 7.84	0.5929
Entomobryomorpha	Gleissolo	41.8	56.0 ± 13.47	0.8943
Formicidae	Latossolo	43.9	45.0 ± 6.14	0.5224
Isopoda	Latossolo	30.6	46.8 ± 15.01	0.8681
Isoptera	Cambissolo	14.6	29.6 ± 14.65	1.0000
Coleoptera (larvas)	Gleissolo	52.5	51.6 ± 10.36	0.4303
Diptera (larvas)	Latossolo	45.1	47.9 ± 10.90	0.5485
Lepidoptera (larvas)	Cambissolo	28.6	28.3 ± 14.40	0.4930
Trichoptera (larvas)	Latossolo	18.6	24.7 ± 13.23	0.8324
Pseudoscorpionidae	Cambissolo	14.3	22.6 ± 13.00	1.0000
Psocoptera	Cambissolo	23.8	25.7 ± 14.15	0.5825
Symphyleona	Gleissolo	61.6	47.9 ± 9.21	0.0834
Thysanoptera	Latossolo	35.6	45.4 ± 8.96	0.8763
Trichoptera	Cambissolo	14.3	22.4 ± 12.76	1.0000
Neuroptera (larvas)	Latossolo	39.7	39.3 ± 9.48	0.5518

* 5% de significância ($p < 0.05$), ** 1% de significância ($p < 0.01$).

4.4 Comparações entre as duas localidades

Ao compararmos as duas localidades estudadas em termos de composição da fauna do solo, a ordenação pelo método de NMDS ordenou as duas localidades, formando dois grupos distintos, que diferiram na composição da fauna do solo segundo o ANOSIM ($R = 0,253$, $p = 0,2\%$) (Figura 18).

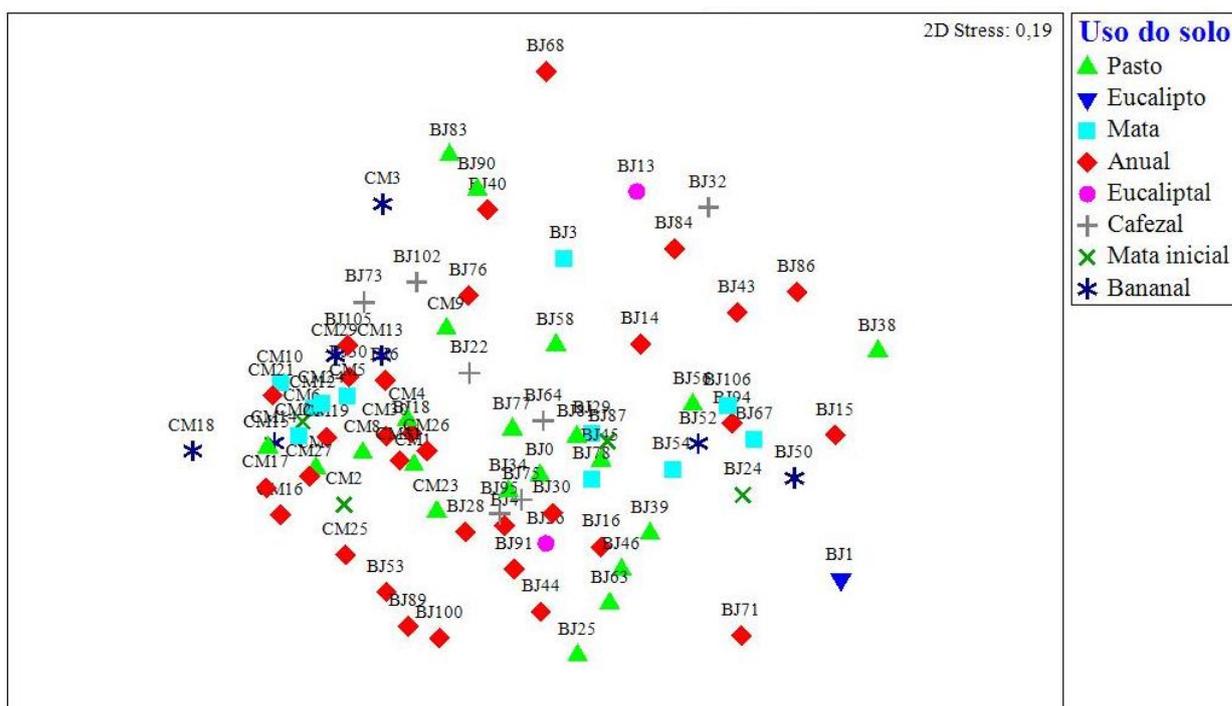


Figura 19. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional para as duas localidades de estudo, utilizando como fator o uso do solo.

Tabela 15. Análise da similaridade entre usos do solo a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea nas duas microbacias avaliadas no estudo, nos municípios de Bom Jardim e Cachoeiras de Macacu, RJ.

Grupos de pareamento	R	p (%)
Pasto X Eucalipto	0,452	2,6*
Pasto X Mata	0,51	0,01*
Pasto X Anual	0,078	6,0
Pasto X Bananal	0,436	0,2*
Pasto X Cafezal	0,306	0,8*
Pasto X Mata inicial	0,357	5,9
Eucalipto X Mata	0,568	2,4*
Eucalipto X Anual	0,238	9,3
Eucalipto X Bananal	0,333	8,6
Eucalipto X Cafezal	0,067	34,2
Eucalipto X Mata inicial	0,0	60,0
Mata X Anual	0,192	3,3*
Mata X Bananal	0,445	0,01*
Mata X Cafezal	0,224	3,3*
Mata X Mata inicial	0,188	19,6
Anual X Bananal	0,309	0,8*
Anual X Cafezal	0,037	32,7
Anual X Mata inicial	0,149	20,3
Bananal X Cafezal	0,106	22,1
Bananal X Mata inicial	-0,031	60,3
Cafezal X Mata inicial	-0,084	52,8

* 5% de significância ($p < 0.05$), ** 1% de significância ($p < 0.01$).

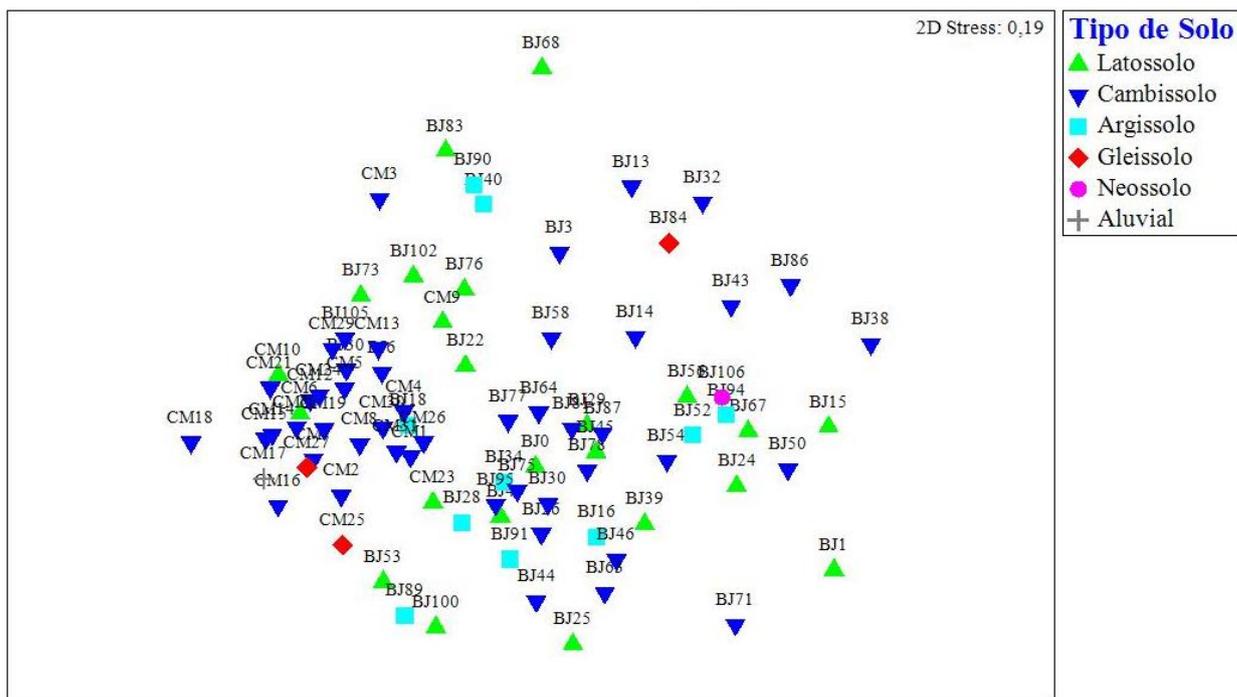


Figura 20. Gráfico da análise de escalonamento multidimensional para as duas localidades de estudo, utilizando como fator o tipo de solo.

Tabela 16. Análise da similaridade entre os tipos de solo a partir da composição e abundância de grupos da fauna do solo epígea nas duas microbacias avaliadas no estudo, nos municípios de Bom Jardim e Cachoeiras de Macacu, RJ.

Grupos de pareamento	R	P
Latossolo X Cambissolo	0,031	26,7
Latossolo X Argissolo	-0,096	92,4
Latossolo X Gleissolo	0,145	27,7
Latossolo X Neossolo	-0,101	65,0
Latossolo X Aluvial	13,0	60,0
Cambissolo X Argissolo	-0,046	68,9
Cambissolo X Gleissolo	0,0	46,6
Cambissolo X Neossolo	-0,121	66,7
Cambissolo X Aluvial	-0,014	40,9
Argissolo X Gleissolo	0,204	36,4
Argissolo X Neossolo	0,138	36,4
Gleissolo X Aluvial	0,0	66,7

5. DISCUSSÃO

5.1. Efeito do uso do solo

As análises realizadas com o objetivo de selecionar indicadores mostraram que as microbacias do Pito Aceso e Batatal formam mosaicos de usos de solo que impossibilita a formação de comunidades completamente distintas para cada um dos diferentes tipos de manejo. As análises de redundância e a ordenação multidimensional pareceram não explicitar de forma clara padrões da comunidade de fauna do solo para os diferentes usos. Porém, para ambas localidades de estudo, análises que avaliaram as dissimilaridades entre cada par de usos de solo apontaram diferenças entre agrupamentos específicos. Glebas de pasto diferiram de mata, eucaliptal, bananal e cafezal (este último apenas em Bom Jardim) com valores significativos, o que já era esperado devido a suas características e fisionomias vegetais distintas. Glebas de mata diferiram de todas classes de uso do solo exceto mata inicial, enquanto os eucaliptais apresentaram diferenças apenas para mata. Outro pareamento significativo foram as glebas de cultura anual, que não apresentaram diferença apenas para pasto, sendo todas as outras distintas. Por sua vez, as glebas de mata inicial não mostraram diferenças em nenhum dos pareamentos.

Pastos possuem cobertura vegetal predominantemente formada por gramíneas, o que ocasiona uma limitação da oferta de recursos vegetais aos organismos, tornando o ambiente pouco diverso e pobre em nutrientes. Os impactos característicos nas propriedades do solo (pisoteamento causado pelo gado) e na ciclagem de nutrientes (através do *input* de fezes e urina) foram relatados como fatores de distúrbio na comunidade de invertebrados (SCHON *et al.*, 2012), causando um filtro ambiental que favorece grupos que possuem ciclos de vida mais curtos. Estudos que avaliaram a transformação de áreas naturais em pastos apontam para o decréscimo da riqueza de invertebrados neste tipo de manejo, devido à substituição de espécies epígeas por monopopulações de colonizadores exóticos que se aproveitam dos nichos vagos, impedindo o restabelecimento de comunidades nativas (DECAËNS *et al.*, 2004). Antagonicamente, áreas de pastagens na Nova Zelândia foram relatadas como sistemas com grande abundância de invertebrados do solo, desde que haja oferta de nutrientes, mesmo que de fertilizantes sintéticos (SCHON *et al.*, 2010). Com o objetivo de observar o impacto promovido pela sua dinâmica sobre a comunidade, estudos avaliaram a redução da atividade do pastoreio sobre a heterogeneidade vegetal, originando folhas longas (não consumidas) e curtas (já consumidas), e consequentemente, aumentando a oferta de habitats e nichos para os diferentes grupos de invertebrados do solo, onde foi encontrado 35% de aumento na abundância dos grupos se comparadas às áreas sem redução (ESCHÉN *et al.*, 2012).

Uma das classes de uso do solo que possui diferenças com as demais são os cafezais. Áreas de cultivo de café tem recebido atenção devido a sua aparente capacidade de proteger a biodiversidade, possivelmente devido à manutenção das características micro-climáticas de ambientes naturais, como o dossel denso, que promove sombreamento e, consequentemente, temperaturas mais amenas e regulação da umidade (PHILPOTT *et al.*, 2008). Neste mesmo estudo, através da comparação de áreas de cultivo sombreadas e não-sombreadas com florestas não foram encontrados valores significativos quanto à abundância de formigas. Gordon *et al.* (2009) identificaram o mesmo padrão de simplificação da comunidade de coleópteros, ocorrendo uma diminuição da diversidade em áreas com menor porção de

sombreamento em relação a áreas de floresta. Possivelmente, o que provocou a distinção desse uso do solo foi a estrutura da vegetação com fisionomia arbustiva e sombreada, completamente distinta das áreas pastoris.

Outra classe que apresentou diferença entre os pareamentos foi cultura anual. As culturas anuais avaliadas apresentavam características peculiares como os momentos da cultura em estágios distintos (recém-plantado, recém-colhido), além da alta dinâmica como adubação, roçadas e capinas. Cultivos mudam a retenção hídrica do solo, temperatura, aeração, e o grau de mistura de resíduos de culturas com a matriz do solo revolvido (KADIVKO, 2001). Estes sistemas são conhecidos por sua biodiversidade reduzida, principalmente ocasionada pela utilização de insumos químicos e preparo do solo. Holland & Reynolds (2002) realizaram uma comparação entre os coleópteros carabídeos de áreas aradas e não-aradas, e encontraram um decréscimo na diversidade de espécies desse grupo em áreas aradas. Um outro estudo realizado com espécies de lepidópteros também apontou para a homogeneização da comunidade em áreas agrícolas, onde os grupos especialistas são substituídos por grupos generalistas (EKROOS *et al.*, 2010). Além disso, o revolvimento do solo e a troca de culturas provoca a recolonização das áreas a cada nova colheita, tornando um ambiente extremamente adverso e, por esta razão, com poucas espécies resistentes a estas condições. A fisionomia herbácea, na maioria das culturas possivelmente as difere das demais classes de uso do solo.

Os eucaliptais e os bananais são sistemas limitados, principalmente quanto à oferta de serrapilheira. Por serem monocultivos, só apresentam um tipo de espécie vegetal em seus sistemas, provocando uma simplificação da fisionomia arbórea destas áreas. Uma característica peculiar dos eucaliptais são os compostos químicos que os tornam menos palatáveis para os invertebrados decompositores do solo (Isopoda e Diplopoda, principalmente). Esses compostos inibem a atuação da microfauna (bactérias e fungos), precursores da decomposição vegetal, tornando menos intensa a atividade dos isópodes e diplópodes, que atuam na decomposição tardia do material vegetal (GRAÇA *et al.*, 2002). Adicionalmente, estes compostos também podem ter efeitos alelopáticos que diminuem o efeito da microfauna mesmo com o avançar do processo de decomposição (FACELLI *et al.*, 1999), explicando a ausência do sub-bosque nesses sistemas. Estes fatos corroboram o estudo realizado por Câmara *et al.* (2012), onde a transformação de florestas em cultivos de eucalipto reportaram a um impacto negativo, reforçando essa diferença encontrada na análise. Os bananais, por sua vez, apresentam folhas longas que fornecem sombra e regulação da temperatura do solo e, além disso fornecem frutos e flores, o que aumenta a oferta de alimento para os diferentes tipos de organismos, e propicia uma maior ocorrência de diferentes grupos. Poucos estudos revelam o impacto desse tipo de cultivo em comunidades de invertebrados, sendo mais comumente relacionados a invertebrados aquáticos com valor de indicadores ambientais (CORBI *et al.*, 2013). Matlock e Cruz (2003) observaram em cultivos de banana comparado a outros tipos de plantação, que a abundância de formigas (Hymenoptera, Formicidae) era menor pois, em bananais tradicionais há a utilização de insumos químicos organofosforados que ocasionam a baixa frequência do grupo.

As áreas de mata inicial não diferiram das áreas de mata, principalmente devido a sua origem, que é a mesma proveniente do pousio, porém encontram-se teoricamente em momentos sucessionais distintos. As análises mostraram frequentemente o agrupamento destes dois tipos de uso que, através da similaridade, confirmaram seu agrupamento. Esses dois tipos de uso apresentam estruturas arbóreas e herbáceas que possibilitam a oferta de uma diversidade de habitats, e logo, suportam uma diversidade

de nichos. Suas condições micro-climáticas parecem ser muito similares, e por esta razão, suas comunidades não são consideradas diferentes, pois parecem oferecer o mesmo *pool* de condições ambientais.

Os grupos apontados como maiores contribuintes em percentual para a composição de fauna do solo foram, basicamente, os mesmos para as diferentes classes de uso do solo, para ambas localidades de estudo. Estes grupos apresentam diversidade de níveis tróficos: predadores (Araneae, Coleoptera, larvas de Dipetera e colêmbolos), herbívoros (Hymenoptera e Orthoptera) e fitófagos (Auchenorrhyncha, Diptera, Thysanoptera e Heteroptera), mas alguns destes não obedecem ao critério estabelecido de contribuição em percentual da análise, e não serão avaliados nesse estudo que visa a seleção de indicadores ecológicos. A ocorrência em apenas uma classe de uso do solo, ou em apenas uma amostra, faz com que ocorra um ruído na análise de espécies indicadoras, uma limitação desta que precisa ser corrigida antes da eleição de indicadores biológicos em qualquer estudo. Portanto, os selecionados, de forma viável, com a análise de espécies indicadoras foram Auchenorrhyncha e Coleoptera para a microbacia do Pito Aceso, em Bom Jardim e, os grupos Coleoptera e Thysanoptera para a microbacia do Batatal, em Cachoeiras de Macacu.

Com relação à composição da fauna do solo, Auchenorrhyncha foi designado como grupo indicador em áreas de culturas anuais, para a microbacia do Pito Aceso, em Bom Jardim, porque seu hábito alimentar faz com que esse grupo se torne mais abundante nesse tipo de uso de solo, já que a oferta de alimento é maior (biomassa vegetal). No tipo de uso do solo de culturas anuais, geralmente são cultivadas hortaliças, que possuem porções vegetais menos lignificadas, o que favorece com que a característica de fitófago (sugadores de seiva vegetal) seja preponderante nessas áreas. (KÓROSI *et al.*, 2012). Outro fato que consolida a indicação do grupo para áreas de culturas anuais é por serem conhecidos como pragas agrícolas (principalmente a família Cercopidae), o que justifica sua grande ocorrência nesta classe de uso / cobertura vegetal (CRUZ *et al.*, 2009). Estudos têm sido realizados com a finalidade de indicar quais são as principais espécies de auquenorrincos que atuam como vetores de doenças de importância agrícola, realizados principalmente na Europa e América do Norte (GIUSTOLIN *et al.*, 2009; WILSON *et al.*, 2005, MARIÑO-CÁRDENAS *et al.*, 2010).

Coleoptera, um grupo muito diversificado e formado por uma variedade de famílias e espécies, mostrou-se indicador de áreas de mata inicial (microbacia do Pito Aceso, em Bom Jardim) e mata (microbacia do Batatal, em Cachoeiras de Macacu), principalmente devido à diferença da estruturação do sistema, que se torna mais complexo e dinâmico, oferecendo um maior número de espécies vegetais (com diferentes estratégias de colonização e/ou reprodução de acordo com o estágio sucessional da área) e, conseqüentemente, uma maior provisão de habitats, nichos e oferta de recursos alimentares. Muito tem se discutido sobre a importância do estudo de coleópteros em níveis taxonômicos mais baixos, conferindo maior precisão com relação à importância ecológica deste grupo que apresenta os mais diversos hábitos alimentares (predadores, herbívoros e fungívoros (GORDON *et al.*, 2009). Pode ser encontrado nos mais variados ambientes, porém estudos recentes demonstram que o filtro ambiental provocado pelo impacto antrópico tem conseqüências como a simplificação da biodiversidade do grupo.

O único grupo apontado de forma adequada como indicador para a microbacia do Batatal, em Cachoeiras de Macacu, foi Thysanoptera, em áreas de mata. Os organismos deste grupo, vulgarmente conhecidos como tripes, apresentam uma diversidade de hábitos alimentares, e comumente têm ocorrência mais frequente em áreas de sistemas mais estruturados. Algumas espécies estão envolvidas com o processo

de polinização, porém são mais conhecidas como vetores de doenças de interesse agrícola (REITZ, 2009; DÍAZ-MONTANO *et al.*, 2012). Áreas de mata, como já mencionado anteriormente, apresentam uma variedade maior de condições, tanto ambientais quanto biológicas. A sua maior ocorrência em ambientes mais complexos, já que é uma praga agrícola - e logo, mais relacionada às áreas de cultivo - pode ter se dado devido ao maior equilíbrio na oferta de predadores e inimigos naturais.

5.2. Efeito da altitude e do tipo de solo

Em todas as análises realizadas, a altitude não se mostrou como um fator que moldasse a comunidade de fauna de solo. A análise de redundância mostrou a pouca influência que este fator tem sobre a comunidade, através de sua pouca contribuição conjuntamente com os tipos de solo, além de seu autovetor de tamanho pequeno (indicando seu pequeno grau de contribuição) para ambas as localidades. Os invertebrados do solo não são influenciados diretamente por este fator, já que estes parecem ser mais dependentes da composição da serrapilheira (LEAKER & PROCTOR, 1987; OLSON, 1994), sendo esta última, sim, influenciada pela altitude quando analisamos sua fitofisionomia em um gradiente altitudinal. Devido a isto, a altitude não foi incluída nas análises subsequentes, já que encontramos comunidades pouco dissimilares em todos os fatores ambientais avaliados com maiores níveis de contribuição.

Para os tipos de solo não foram encontradas diferenças em nenhuma das análises realizadas para Bom Jardim. Esse fato pode ser devido à metodologia de *pitfall traps* aplicada para a captura dos organismos, direcionada para uma comunidade menos dependente do solo, pois a fauna do solo em questão é a epígea, vivente na interface serrapilheira-solo (MOLDENKE, 1994; SABU *et al.*, 2011). Portanto, a influência do solo para estes organismos, que não apresentam dependência específica para o tipo de solo em nenhum momento de seu ciclo de vida já era esperada. Essa independência foi afirmada na análise de redundância, e no escalonamento multidimensional, assim como na análise de similaridade, onde não foram apontadas dissimilaridades significativas. Outro fator que possivelmente afetou a falta de padrão foi o desbalanceamento na amostragem de cada tipo de solo, pois houve predominância do tipo cambissolo. A ausência de pelo menos duas amostras representativas de cada tipo de solo para que as permutações fossem realizadas nas análises, fez com que houvesse um número menor de variáveis do que o esperado para as duas localidades. Por esta razão, gleissolo e neossolo foram excluídos da análise de similaridade percentual para Bom Jardim; assim como o solo aluvial para Cachoeiras de Macacu.

Os grupos considerados como maiores contribuintes através da análise de similaridade percentual, para Bom Jardim, foram grupos que apresentam comportamentos dependentes do solo para oferta de abrigos (Araneae, Coleoptera e Hymenoptera). Além destes, alguns grupos exclusivamente pré-selecionados para Cachoeiras de Macacu (Diptera, Podurmomorpha e Symphypleona) não apresentaram relação clara com o tipo de solo em seu ciclo de vida. Enquanto que, o grupo Orthoptera também pré-selecionado para Cachoeiras de Macacu, apresenta hábitos comportamentais dependentes do solo, como seu desenvolvimento para fase adulta e procura por abrigos.

O fator mais determinante para a comunidade de fauna do solo é o *input* de nutrientes (principalmente carbono e nitrogênio) e não, especificamente, do tipo de solo e de sua formação pedológica, para a estruturação da comunidade epígea. Outros grupos

da fauna que vivem enterrados (endogéicos) e realizam todo o seu desenvolvimento no solo, propriamente dito, como os nematoides, são influenciados pelo tipo de solo, com correlação negativa com a porcentagem de argila e, possivelmente, a manutenção hídrica e térmica que este coloide proporciona (KUNG *et al.* 1990). A influência do tipo solo sobre a sua comunidade biológica é pouco conhecida e discutida, e esse quadro se agrava quando avaliamos a fauna epígea.

Dentre os grupos pré-selecionados como potenciais indicadores de tipos de solo para Bom Jardim, nenhum apresentou relação específica com o solo. Grande parte dos grupos selecionados para Cachoeiras de Macacu foram apontados como indicadores do tipo gleissolo (Orthoptera, Hymenoptera, Sternorrhyncha, Symphyla, Heteroptera e Diplopoda), e apenas Podurmorpha para os cambissolos. Aqueles relacionados aos gleissolos apresentam favorecimento devido ao teor de carbono existente neste tipo de solo e a presença de nutrientes. Enquanto que os colêmbolos relacionados ao cambissolo foram selecionados devido a sua ausência ou baixas contribuições nos demais tipos avaliados, e amostrados em menor escala, o que causou um erro na análise.

Gleissolos são solos ricos em nutrientes e com características de solos alagáveis. Foram revelados em estudo no norte do país como solos de grande capacidade de trocas catiônicas, o que reflete na disponibilidade de matéria orgânica e logo, possibilidade de colonização pela fauna do solo (LOPES *et al.*, 2006). Os grupos observados como indicadores desse tipo de solo podem estar relacionados diretamente à esta disponibilidade de nutrientes (principalmente carbono) e, conseqüentemente, à vegetação associada. A baixa frequência de trabalhos discutindo a especificidade de grupos epígeos da fauna do solo em relação aos tipos de solo classificados de acordo com o sistema vigente torna difícil a tarefa de realizar inferências sobre essa interação, e ainda mais urgente a realização de trabalhos nessa linha.

Outro fator que pode ter influenciado a inexpressividade dos tipos de solo foi a escolha empírica do tipo de cultura a ser cultivado pelos agricultores já levando em consideração o solo propício para tal atividade. Por exemplo, não amostramos todos os tipos de anuais em todos os tipos de solos avaliados para comparar a colonização da fauna nas diferentes combinações. Este limitante faz com que não ocorram réplicas que representem fidedignamente a influência *per se* dos tipos de solos e suas características pedológicas. Ou seja, a escolha empírica de qual cultura a ser cultivada devido às características já conhecidas do solo, tira o efeito do fator avaliado nesta seção.

5.3. Status da composição de fauna do solo em relação aos tipos de manejo

O índice V apontou como a fauna do solo, na sua totalidade de grupos amostrados, reagiu sobre o impacto dos diferentes tipos de manejo empregados. Níveis de estimulação e inibição foram apontados para os diferentes grupos num mesmo tipo de manejo e, abordaremos as causas ecológicas destes diferentes níveis de favorecimento.

5.3.1 Pasto

As pastagens apresentaram alguns grupos em comum favorecidos por este tipo de manejo para as duas localidades (Diptera, Hymenoptera, larvas de Diptera e Symphypleona). Todos esses grupos apresentam pouca especificidade de habitat podendo ser observados nos mais distintos ambientes, tanto perturbados como naturais.

Ou seja, sua estimulação é resultante em concomitância com a inibição de outros grupos mais sensíveis à interferência antrópica. São organismos que vivem essencialmente na serrapilheira, ou nas camadas mais superficiais de solo, sofrendo pouca influência do tipo de cultivo ou vegetação disponível. Outros grupos exclusivos de Bom Jardim (Auchenorrhyncha e Sternorrhyncha) são fitófagos provenientes de cultivos das adjacências, apresentando em algumas famílias especificidade por espécies de gramíneas. Por outro lado, aqueles exclusivos para Cachoeiras de Macacu (Araneae, Coleoptera, Isopoda, Orthoptera e Thysanoptera), devido à diversidade de hábito alimentar, apontam para uma forte influência de áreas de mata em áreas limítrofes, já que apenas gramíneas não supririam as necessidades alimentares destes grupos. O grupo Araneae, assim como Chilopoda desempenha a função de controle biológico nessas áreas, equilibrando as populações de pragas agrícolas (LANG *et al.*, 1999). Além disso, as próprias fezes dos animais podem fornecer condições (matéria orgânica e umidade) favoráveis à ocorrência de organismos – como por exemplo Coleoptera e Isopoda -, originando “ilhas de fertilidade” nas áreas de pastagens (LENZI, 2012).

Em contraste, os pastos apresentaram alguns poucos grupos suprimidos neste manejo. Dentre os grupos severamente inibidos em Bom Jardim temos Orthoptera e Acari, sendo este último também para Cachoeiras de Macacu. Ácaros são organismos pioneiros na colonização, com boa adaptação a perturbações, mas extremamente dependentes da disponibilidade de matéria orgânica (nutrientes) (SAUTTER & SANTOS, 2004). Estudos mostram baixas ocorrências de ácaros Oribatida em pastagens devido à mudança da porosidade do solo, já que com o manejo, os poros tornam-se inabitáveis (SCHON *et al.*, 2010) e estes invertebrados tem como característica ciclos de vida longos (SCHON *et al.*, 2012). Os pastos que suprimem sua ocorrência não permitem a deposição de matéria orgânica, ou, além disso, possuem altas abundâncias de outros organismos pioneiros e menos específicos, como os colêmbolos. O outro grupo, Orthoptera, foi inibido devido às limitadas condições de habitat, e desfavoráveis condições micro-climáticas presentes neste tipo de manejo. São ambientes pobres em nutrientes e, portanto, desfavoráveis para grupos de ambientes mais complexos. Porém, os ortópteros foram retratados em alguns trabalhos como pragas ocasionais, causando desfolhamento de culturas (GARCIA *et al.*, 2012). Enquanto que, daqueles inibidos em Cachoeiras de Macacu, alguns grupos (Auchenorrhyncha e Sternorrhyncha) podem apresentar especificidade com algumas espécies de gramíneas, e outros (Formicidae, larvas de Trichoptera) podem ter sido afetados pela presença de inimigos naturais e/ou competidores.

5.3.2 Eucaliptal

Este sistema presente apenas em Bom Jardim apresentou uma comunidade intermediária quanto aos níveis de impacto do manejo. Como grupos mais beneficiados estão organismos pioneiros (Hymenoptera e os colêmbolos Entomobryomoprha e Symphypleona) responsáveis pela colonização de áreas impactadas e, ainda adaptadas à adversidade de condições (BELLINGER *et al.*, 2007). Como esperado, os grupos mais limitados são aqueles que dependem de uma comunidade vegetal, e principalmente de serrapilheira, mais diversa para se estabelecer (Isopoda e Orthoptera). Isópodes são organismos saprófagos e, que dependem da qualidade da serrapilheira. Especificamente em eucaliptais, a ocorrência é pouco frequente, devido à presença de compostos químicos que são impalatáveis a estes organismos. Os flavonoides presentes nas folhas de muitos vegetais revelaram efeito inibidor da digestão deste grupo (SILVA, 2010).

Já o grupo Formicidae, conhecido por sua característica cosmopolita e resistência a perturbações externas, apresentou algum grau de inibição visto que o índice é uma comparação entre áreas nativas e manejadas. Por esta razão, o maior nível de biodiversidade encontrado em áreas nativas oferece uma maior probabilidade de incremento e favorecimento de grupos da fauna do solo. Em suma, não foram as diferenças de vegetação e nem mesmo as mudanças micro-climáticas do monocultivo de eucaliptos que provocaram tal reação do grupo, mas sim a baixa diversidade dos eucaliptais *per se* que influenciou a inibição de formigas.

5.3.3 Cultura Anual

Em Bom Jardim observamos a mesma tendência dos eucaliptais quando os grupos mais estimulados são os pioneiros e generalistas (os colêmbolos Entomobryomorpha e Symphypleona, além de Hymenoptera). E esse fato se afirma pois devido à grande dinâmica destas áreas - onde pelo menos duas vezes ao ano o solo é queimado, revolvido e as espécies cultiváveis são replantadas - a cada interferência no sistema, esses grupos atingem suas condições ótimas de colonização, e tornam-se mais abundantes e favorecidos, já que tais condições são limitantes a outros grupos da fauna. Já em Cachoeiras de Macacu, os grupos beneficiados (Auchenorrhyncha e Diptera) apresentam relação específica com esse tipo de cultivo, sendo vulgarmente conhecidos como pragas agrícolas. Os auquenorrincos da família Cecropidae são apontados como pragas de culturas de interesse econômico e, por esta razão, tem sua frequência explicada nestas áreas. E, os dípteros também conhecidos por suas doenças de interesse agrícola - *eg. Liryomiza spp.*, conhecida como mosca-mineradora - causam grandes prejuízos e, por esta razão, também tem sua ocorrência explicada (GOMES *et al.*, 2009)

5.3.4 Cafezal

A classe de uso de solo é exclusivamente representada na localidade de Bom Jardim. E, apresenta como grupos favorecidos pelo tipo de cultivo organismos de importância econômica (Auchenorrhyncha e Sternorrhyncha), de importância funcional (Diplopoda) e generalistas (Entomobryomorpha, Hymenoptera e Symphypleona). Os auquenorrincos e esternorrincos, já citados anteriormente, são reconhecidos pelo prejuízo econômico que causam. Seu hábito alimentar, fitófago, faz com que haja facilidade em tornar-se vetor de doenças causadas por vírus e bactérias. Alguns trabalhos discutem a relação espécie-específica de algumas espécies da família Cicadellidae (Auchenorrhyncha) e Coccidae (Sternorrhyncha) com espécies de café (MARIÑO-CÁRDENAS *et al.*, 2010, MACCAGNAN & MARTINELLI, 2011; ROSADO *et al.*, 2009). Os diplópodes, conhecidos como organismos detritívoros e decompositores de matéria orgânica, são favorecidos por este tipo de cultivo onde há diferentes condições micro-climáticas e, ainda, serrapilheira de alta qualidade e valor nutritivo (baixa relação C/N).

5.3.5 Bananal

As áreas de cultivo de banana das duas localidades diferiram em relação aos grupos que apresentaram benefícios com o manejo, sendo aqueles prejudicados a

minoria. Isto pode ser decorrente do grande mosaico de pequenas áreas em Bom Jardim, e de áreas mais extensas de Cachoeiras de Macacu, onde o fator que determinará a comunidade será o grau de influência das áreas adjacentes (matriz de uso agrícola). Em Bom Jardim, dentre os beneficiados encontramos organismos fitófagos ou herbívoros de uma maneira geral (Auchenorrhyncha, Hymenoptera, Sternorrhyncha), decompositores (Diplopoda), predadores (Diptera) e generalistas (Symphypleona). E, na outra localidade de Cachoeiras de Macacu, encontramos tanto grupos provenientes de ambientes mais estruturados (Coleoptera, Orthoptera e Thysanoptera) quanto de comportamentos mais generalistas (Acari e Hymenoptera). A ocorrência de organismos provenientes de sistemas mais estruturados infere sobre o fluxo de organismos de áreas mais complexas tanto em biodiversidade quanto em processos ecológicos com o seu entorno, o que incrementa a comunidade local.

5.3.6 Mata inicial e mata

A mata inicial, já descrita anteriormente, baseia-se no pousio de áreas anteriormente utilizadas para fins agropecuários. Ou seja, ela é originada do fim do tipo de manejo realizado anteriormente, e tem como característica diagnóstica o início do processo de sucessão vegetal. A mata inicial apresenta diferentes efeitos nas comunidades das duas áreas de estudo. Para ambas as localidades, a mata inicial aproxima-se dos padrões de efeito positivo do manejo observados para as culturas anuais. Por outro lado, os efeitos deletérios encontrados para Bom Jardim atuaram sobre os grupos Acari e Entomobryomorpha, enquanto que, em Cachoeiras de Macacu, atuaram sobre Trichoptera e Sternorrhyncha. A baixa frequência de ácaros e colêmbolos é consequência do próprio processo de sucessão vegetal, concomitante ao de sucessão ecológica, onde à medida que a comunidade vegetal se torna complexa, os organismos associados também o fazem. Ou seja, como o ambiente deixou de ser um sistema em processo inicial de colonização, aqueles organismos pertencentes a esta fase não serão tão ocorrentes como antes, pois seu momento sucessional já aconteceu. Por esta razão, organismos pioneiros generalistas tornar-se-ão menos frequentes, e em alguns casos até mesmo inibidos pela diversidade crescente, que adiciona nichos e habitats àquele sistema. E, os grupos Trichoptera e Sternorrhyncha podem ter sido inibidos pela presença de inimigos naturais e/ou competidores, já que o processo de sucessão vegetal teve seu início.

A mata, também descrita anteriormente, é caracterizada pelo pousio de áreas produtivas realizada há mais de 20 anos, ou seja, não são áreas originais de floresta. Teoricamente, acredita-se que o processo de sucessão vegetal já tenha atingido maiores níveis de estruturação de toda a comunidade, se comparado à mata inicial – que tem a mesma origem. Para o cálculo do índice V, utilizamos as abundâncias deste sistema como área-controle, e portanto, não discutiremos sobre a ocorrência de grupos de fauna do solo. Porém, avaliamos qual dos tipos de manejo nas duas localidades era o menos deletério, levando em conta que os níveis encontrados nas áreas de mata eram os ideais. Não encontramos grandes discrepâncias quanto ao grau de efeito do manejo nos mais distintos sistemas, o que revela que ocorreu uma simplificação da biodiversidade. Ou seja, as manchas de diferentes usos na paisagem resultam em manchas descontínuas que possuem basicamente a mesma composição (HENDRICKX *et al.*, 2007). Em Bom Jardim, o cultivo do café é o sistema que mais se aproxima desses níveis aqui preconizados como ideais. E, em Cachoeiras de Macacu, o bananal é o sistema mais próximo dos pousios mais antigos.

A discussão desta seção teve como objetivo mostrar que, apesar das mais diferentes dinâmicas de manejo e intervenções externas (uso de agrotóxicos e adubos químicos), e das distintas localizações das áreas de estudo, a fragmentação de habitats é um processo tão degradante que até as espécies mais ajustáveis – levando em consideração tamanho, área de vida, oferta de alimento e recursos de invertebrados do solo - sofrem os efeitos da perda da biodiversidade decorrente desse processo.

6. CONCLUSÃO

- O uso do solo determinou a estrutura da comunidade da fauna epígea, enquanto o tipo de solo não demonstrou uma influência importante.
- A fragmentação da paisagem causa um efeito simplificador na comunidade pois, apesar das distintas variáveis ambientais, os grupos que compõem a comunidade nos diferentes tipos de uso são similares. Ou seja, mesmo após 70 anos (idade da mata mais antiga) as comunidades não apresentaram um nível de especialização que as distinguisse.
- Como as áreas avaliadas apresentam composição de grupos de fauna do solo similares, indicamos como o tipo de uso do solo mais próximo das condições da mata com estágio mais avançado de sucessão, as áreas de cafezais (na microbacia do Pito Aceso) e bananais (na microbacia do Batatal), principalmente devido à característica perene das culturas e suas fisionomias arbóreas.
- Os indicadores ambientais selecionados para as duas localidades podem ser melhor avaliados se aprofundarmos o nível taxonômico, revelando se realmente são espécies com especificidade de condições exclusivas destas áreas.
- A criação de grupos funcionais a fim de revelar a importância das diferentes interações no nível de paisagem funcionaria como um bom indicador biológico, apontando os serviços ambientais prestados pela comunidade de fauna do solo e suas interações.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comunidade de fauna do solo aponta para uma homogeneização de grupos da fauna do solo nos mais distintos usos e tipos de solo e, até mesmo em diferentes localidades. Este fato significa que, a fragmentação é tão excludente para essa comunidade que mesmo os manejos distintos determinaram os organismos de forma muito similar. A fragmentação atua como um filtro ambiental difícil de ser vencido, já que até mesmo áreas com 70 anos num processo contínuo de sucessão vegetal (e ecológica) não conseguiram mostrar um incremento de sua comunidade e de seus processos ecológicos, ou seja, a biodiversidade foi simplificada. A simplificação da biodiversidade provocada por este filtro ambiental faz com que áreas nativas sejam questionadas sobre sua real diversidade biológica, e aponta para um estudo urgente de como os processos ecológicos estão sendo perdidos.

Conseguimos inferir como, ao nível taxonômico de ordens de invertebrados do solo, cada organismo de acordo com seus hábitos (principalmente alimentares) poderia ter sucesso ou não em ambientes antropizados, e o porquê de sua ocorrência e abundância. Estudos dessa natureza são importantes para gerar um panorama geral de como a comunidade avaliada foi afetada pelo impacto ambiental. Eles fazem parte de uma visão mais ampla que, por consequência, oferece subsídios para a escolha de grupos-alvo potencialmente indicadores e, logo, importantes para investigações à níveis taxonômicos mais baixos. E, principalmente, para a conscientização dos agricultores acerca da adoção de técnicas e manejos mais conservativos e sustentáveis do ponto de vista ambiental.

Mas, para a realização de inferências sobre a saúde ambiental de fragmentos, ou até mesmo paisagens, sugerimos a utilização de grupos funcionais, e conseqüentemente, dos serviços ecossistêmicos em que atuam. Apenas com essa abordagem mais ecológica e mais profunda poderemos alcançar um nível mais elaborado de entendimento sobre conseqüências da perda da biodiversidade. E, apenas a partir desta nova leitura da importância da diversidade biológica e de suas interações é que poderemos buscar soluções e estratégias para um desenvolvimento mais consciente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. Agencia Nacional de Águas. Hidro Sistema de Informações Hidrológicas. Brasília: Superintendência de Informações Hidrológicas (SIH), 2007. Disponível em:<www.ana.gov.br>. Acesso em: 23 dezembro de 2012.
- AQUINO, A. M. Fauna do solo e sua inserção na regulação funcional do agroecossistema. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Ed.). Processos biológicos nos sistemas solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, p. 47-75, 2005
- ARAÚJO, K. D.; DANTAS, R.T.; ANDRADE, A.P.; PARENTE, H.N.; CORREIA, K.G.; PAZERA JR, E. 2009. Levantamento da macrofauna invertebrada do solo em área de caatinga no semiárido da Paraíba. Revista Geo-Ambiente on-line, n.13, julho-dezembro 2009.
- BAESSLER C., KLOTZ S. Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years. Agriculture, Ecosystems and Environment. v. 115, p. 43-50, 2006.
- BARETTA, D.; BROWN, G.; CARDOSO, E.J.B.N. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com araucaria angustifolia. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), n. 2, p. 135-150, 2010
- BELLINGER, P.F.; CHRISTIANSEN, K.A. & JANSSENS, F. Checklist of the Collembola of the world. Disponível em: < <http://www.collembola.org>>.
- BENNET, A.F.; RADFORD, J.Q.; HASLEM, A. Properties of land mosaics: Implications for nature conservation in agricultural environments. Biological Conservation v. 133, p. 250 – 254, 2006.
- BIAGINNI, M.; CONSORTI, R.; DAPPORTO, L.; DELLACASA, M.; PAGETTI, E.; CORTI, C. The taxonomic level order as a possible tool for rapid assessment of Arthropod diversity in agricultural landscapes. Agriculture, Ecosystems and Environment v. 122, p.183–191, 2007.
- BIZERRIL, C.R.S.F. Relação Entre Geomorfologia Fluvial e Biodiversidade e sua Aplicação no Processo de Avaliação Ambiental. Brazilian Archives of Biology and Technology, v.41, n.1, p.67-81, 1998.
- BOUMA, J. Land quality indicators of sustainable management across scales. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.88, p.129-136, 2002.
- BRENNAN, K.E.C.; ASHBY, L.; MAJER, J.D.; MOIR, M.L.; KOCH, J.M. Simplifying assessment of forest management practices for invertebrates: How effective are higher taxon and habitat surrogates for spiders following prescribed burning? Forest Ecology and Management v. 231, p.138–154, 2006.
- CABRERA-GUSMÁN, E.; REYNOSO, V.H. Amphibian and reptile communities of rainforest fragments: minimum patch size to support high richness and abundance. Biodiversity Conservation, v.21, p.3243–3265, 2012.
- CALDERANO-FILHO, POLIVANOV, H.; GUERRA, A.J.T; CHAGAS, C.S; JÚNIOR, W.C.; CALDERANO, S.B. Estudo Geo-ambiental do Município de Bom Jardim – RJ, com Suporte de Geotecnologias: Subsídios ao Planejamento De Paisagens Rurais Montanhosas. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 22, n.1, p. 55-73, 2010.

- CÂMARA, R.; CORREIA, M.E.F.; VILLELA, D.M. Effects of Eucalyptus plantations on soil arthropods communities in a Brazilian Atlantic Forest Conservation unit. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 445-455, 2012.
- CARDOSO, P.; ERWIN, T.L.; BORGES, P.A.V.; NEW, T.R. The seven impediments in invertebrate conservation and how to overcome them. *Biological Conservation*, v. 144, p. 2647–2655, 2011.
- CHAUVAT, M.; TRAP, J.; PEREZ, G.; DELPORTE, P.; AUBERT, M. Assemblages of Collembola across a 130-year chronosequence of beech forest. *Soil Organisms*, Volume 83 (3) P 515-418, 2011.
- CLARKE, KR, GORLEY, RN, PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth, 2006.
- CLARKE, KR. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* v. 18, p.117-143, 1993.
- CORBI, J.J.; KLEINE, P.; TRIVINHO-STIXINO, S. Are quatic insect species sensitive to banana plant cultivation? *Ecologica Indicators*, v. 25, p. 156-161, 2013.
- CORREIA, M. E. F. Distribuição, preferência alimentar e transformação de serapilheira por diplópodes em sistemas florestais. 2003. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- COUTINHO, H. L. C. *et al.* Dinâmica da diversidade microbiana e da qualidade do solo em um sistema de agricultura migratória na Região Serrana Fluminense. In: Resende, A. S. de.; Campello, E. F. C. (Org.). Seminário sobre agricultura migratória na Região Serrana do Rio de Janeiro. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, p. 86, 2004.
- CRUZ, I.; SILVA, I.F.; PAULA, C.S.; FIGEURÊDO, M.L.C.; GONTIJO-NETO, M.M.; SILVA, R.B. Damage Of The Spittlebug *Deois Flavopicta* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) to maize In Intercropping System With Brachiaria Grass. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.8, n.2, p. 117-130, 2009.
- DALE, V.H. Effects of land use change on atmospheric CO₂ concentrations: Southeast Asia as a case study. V.H. Dale Ed. (Springer-Verlag, New York, 1994), p. 1-14, 1994.
- DECAËNS, T., JIMÉNEZ, J.J. Earthworm communities under an agricultural intensification gradient in Colombia. *Plant Soil* v. 240, p.133-143, 2002.
- DÍAZ-MONTANO, J.; FAIL, J.; DEUSTCHLANDER, M.; NAULT, B.A.; SHELTON, A.M. Characterization of resistance, evaluation of the attractiveness of plant odors, and effect of leaf color on different onion cultivars to onion thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 105, n.2, p. 632-641, 2012.
- EKROOS, J.; HELIÖLÄ, J.; KUUSSAARI, M. 2010. Homogenization of lepidopteran communities in intensively cultivated agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, v. 47, p. 459–467, 2010.
- ELLIS, R.D.; MCWORTHER, T.J.; MARON, M. Integrating landscape ecology and conservation physiology. *Landscape Ecology*, v. 27, p.1–12, 2012.
- ESCHÉN, R.; BROOK, A.J.; MACZEY, N.; BRADBURY, A.; MAYO, A.; WATTS, P.; BUCKINGHAM, D.; WHEELER, K.; PEACH, W.J. Effects of reduced grazing intensity on pasture vegetation and invertebrates. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 151, p. 53– 60, 2012.

- FAO. The state of food and agriculture – Paying farmers for environmental services. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, pp. 222 (FAO Agriculture Series, v. 38), 2007.
- FACELLI, J.M.; WILLIAMS, R.; FRICKER, R.; LADD, B. Establishment and growth of seedlings of *Eucalyptus obliqua*: Interactive effects of litter, water, and pathogens. *Australian Journal of Ecology* v. 24, p. 484–494, 1999.
- FORMAN, R.T.T. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- FÖRSTER, B.; GARCIA, M.; FANCIMARI, O.; RÖMBKE, J. Effects of carbendazim and lambda-cyhalothrin on soil invertebrates and leaf litter decomposition in semi-field and field tests under tropical conditions (Amazônia, Brazil). *European Journal of Soil Biology*, v. 42, p.S171–S179, 2006.
- GARCIA, F.R.M.; NARDI, N.; COSTA, M.K.M.; BRESCOVIT, A.D. Ocorrência de artrópodes em lavoura de milho (*Zea mays*) no município de Arvoredo, SC. *Bioikos*, PUC-Campinas, v. 18, n.1, p. 21-28, 2004.
- GARDNER, T., BARLOW, J.; CHAZDON, R.; EWERS, R.M.; HARVEY, C.A.; PERES, C.A.; SODHI, N.S. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, v. 12, p. 561–582, 2009.
- GRAÇA, M.A.S.; PÓZO, J. CANHOTO, C.; ELOSEGI, A. Effects of *Eucalyptus* plantations on detritus, decomposers, and detritivores in streams. *The Scientific World JOURNAL*, v. 2, p. 1173–1185, 2002.
- GIUSTOLIN, T.A.; LOPES, J.R.S.; QUERINO, R.B.; CAVICHIOLI, R.R.; ZANOL, K.; AZEVEDO-FILHO, W.S.; MENDES, M.A. Diversidade de Hemiptera Auchenorrhyncha em citros, café e fragmento de floresta nativa do Estado de São Paulo. *Neotropical Entomology*, v. 38, n. 6, p.:834-84, 2009.
- GIBBS, J.P., STANTON, J.E. Habitat fragmentation and arthropod community change: carrion beetles, phoretic mites, and flies. *Ecological Applications* 11:79-85, 2001.
- GORDON, C.E.; MCGILL, B.; IBARRA-NUÑEZ, G.; GREENBERG, R.; PERFECTTO, I. Simplification of a coffee foliage-dwelling beetle community under low-shade management. *Basic and Applied Ecology*, v. 10, p. 246–254, 2009.
- GROFFMAN, P.M.; ZAK, D.R.; CHRISTENSEN, S.; MOSIER, A.R.; TIEDJE, J.M. Early spring nitrogen dynamics in a temperate forest landscape. *Ecology* v.74, p.1579 - 1585, 1993.
- HENDRICKX, F.; MAELFAIT, J.; VAN WINGERDEN, W.; SCHWEIGER, O.; SPEELMANS, M.; AVIRON, S.; AUGENSTEIN, I.; BILLETER, R.; BAILEY, D.; BUKACEK, R.; BUREL, F.; DIEKÖTTER, T.; DIRKSEN, J.; HERZOG, F.; LIIRA, J.; ROUBALOVA, M.; VANDOMME, V.; BUGTER, R. How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, v. 44, p. 340–351, 2007.
- HERNANDÉZ, M.I.M.; VÁZ-DE-MELO, F.Z. Seasonal and spatial species richness variation of dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae s. str.) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.53, n.4, p. 607–613, 2009.
- HOEFLE, S.W. Enchanted (and Disenchanted) Amazonia: environmental ethics and cultural identity in northern Brazil. *Ethics, Place and Environment* v.12, n.1, p.107-130, 2009.

- HOLLAND, J.M. & REYNOLDS, C. J.M. The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. *Pedobiologia*, v. **47**, p. 181–191, 2003.
- ISAACS, R.; TUELL, J.; FIEDLER, A.; GARDINER, M.; LANDIS, D. Maximizing arthropod-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. *Front. Ecol. Environ.* v.7, n.4, p.193-203, 2009.
- JACOBS, L. E.; ELTZ, F. L. F.; ROCHA, M. R.; GUTH, P. L.; HILCKMAN, C. Diversidade da fauna edáfica em campo nativo, cultura de cobertura milho + feijão de porco sob plantio direto e solo descoberto. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, SBCS. CD-ROM, 2007.
- KLADIVKO, E.J. Tillage systems and soil ecology. *Soil & Tillage Research*, v.61, p.61-76, 2001.
- KORÖSI, A.; BATARY, P.; OROSZ, A.; REDEI, D.; BALDI, A. Effects of grazing, vegetation structure and landscape complexity on grassland leafhoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha) and true bugs (Hemiptera: Heteroptera) in Hungary. *Insect Conservation and Diversity*, v. 5, p. 57–66, 2012.
- KUNG, S.P.; GAUGLER, R.; KAYA, H.K. Soil Type and Entomopathogenic Nematode Persistence. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 55, p. 401-406, 1990.
- KURTZ, B.C.; ARAÚJO, D.S.D. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 51(78/115): 69-112., 2000
- LANG, A.; FILSER, J.; HENSCHER, J.. Predation by ground beetles and wolf spiders on herbivorous insects in a maize crop. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 72 : p. 189 – 199, 1999
- LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P.; ROSSI, J.P. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, v. 42, p. S3–S15, 2006.
- LAVELLE, P. Diversity of Soil Fauna and Ecosystem Function. *Biology International*, v. 33, p. 3 – 16, 1996
- LENZI, A. A vida ativa do solo. *Rev. Bras. de Agroecologia*, v.7, n. 1, p. 187-195, 2012.
- LOPES, E.L.N.; FERNANDES, A.R.; GRIMALDI, C.; RUIVO, M.L.P.; RODRIGUES, T.E.; SARRAZIN, M. Características químicas de um Gleissolo sob diferentes sistemas de uso nas margens do rio Guamá, Belém, Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, Belém, v. 1, n. 1, p. 127-137, 2006.
- LOSEY, J.E.; VAUGHAN, M. The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects, *BioScience*, 56(4):311-323. 2006.
- LU, N.; JIA, C.; LLOYD, H.; SUN, Y. Species-specific habitat fragmentation assessment, considering the ecological niche requirements and dispersal capability. *Biological Conservation*, v. 152, p.102–109, 2012.
- MACCAGNAN, D.H.B; MARTINELLI, N.M. Description and Key to the Fith-Instars of Some Cicadas (Hemiptera: Cicadidae) Associated with Coff ee Plants in Brazil. *Neotrop Entomol*, v. 40, n.4, p. 445-451, 2011.

- MCCUNE, B., MEFFORD, M.J. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, 2011.
- MAFRA, N. M. C. Esquema metodológico para la planificación de usos del suelo en zonas tropicales húmedas: aplicación a la región norte del estado do Rio de Janeiro, Brasil. Tese (Doutorado) - Faculdade de Farmácia, Universidade de Valência. Valência, 1997.
- MARIÑO-CARDENAS, Y., ZAPATA, M.; BRODBECK, B.D.; MCKAMEY, S.; ANDERSEN, P.C. Biodiversity of potential vectors (Insecta: Hemiptera: Auchenorrhyncha) of *Xylella fastidiosa*. Wells et al. in coffee plants in Puerto Rico. *J. of Agric. of Puerto Rico* 94:147-164, 2010.
- MATLOCK, R.B, CRUZ DE LA, R. Ants as Indicators of Pesticide Impacts in Banana. *Environ. Entomol.*, v. 32, n. 4, p. 816 – 829, 2003.
- MENDES, C. A. R. Erosão superficial em encosta íngreme sob cultivo perene e com pousio no Município de Bom Jardim – RJ. 237 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
- MERLIM, A.O. Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. 89f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.
- METZGER, J.P. Conservation issues in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, v. 142, p. 1138-1140, 2009.
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Reports. 2005.
- MITTERMEIER, R.A., GIL, R.P., HOFFMAN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J. & FONSECA, G.A.B. 2005. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions, 2. ed. University of Chicago Press, Boston.
- 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*. Madison: SSSA. Part 2. p.517- 542, 1994.
- MUOTKA, T.; PAAVOLA, R.; HAAPALA, A.; NOVIKMEC. M.; LAASONEN, P. Long-term recovery of stream habitat structure and benthic invertebrate communities from in-stream restoration. *Biological Conservation*, v. 105, p. 243–253, 2002.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858, 2000.
- NIMER, E. Clima. In: IBGE. *Geografia do Brasil. Região Sudeste*. Rio de Janeiro: IBGE, v. 3, p. 51 – 89, 1977.
- OLSON, D.M. The distribution of leaf litter invertebrates along a Neotropical altitudinal gradient. *Journal of Tropical Ecology*, v. 10, p 129-150, 1994.
- PAOLETTI, M. G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 74, p. 1-18, 1999.
- PÉREZ-BOTE, J.L.; ROMERO, A.J. Epigeic soil arthropod abundance under different agricultural land uses. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v. 10, n.1, p. 55-61, 2012.

- PÉREZ-ESPONA, S.; MCLEOD, J.E.; FRANKS, N.R. Landscape genetics of a top neotropical predator. *Molecular Ecology*, v.21, p. 5969–5985, 2012.
- PHILPOTT, S.M.; ARENDT, W.J.; ARMBRECHT, I.; BICHER, P.; DIESTCH, T.V.; GORDON, C.; GREENBERG, R.; PERFECTO, I.; REYNOSO-SANTOS, R.; SOTO-PINTO, L.; TEJEDA-CRUZ, C.; WILLIAMS-LINERA, G.; VALENZUELA, J.; ZOLOTOFF, J.M. Biodiversity Loss in Latin American Coffee Landscapes: Review of the Evidence on Ants, Birds, and Trees. *Conservation Biology*, v. 22, n. 5, p. 1093–1105, 2008.
- PICKETT, S.T.A., CADENASSO, M.L., GROVE, J.M. Biocomplexity in coupled natural-human systems: A multidimensional framework. *Ecosystems*, v. 8, p. 225-232, 2005.
- PODGAISKI, L.R.; MENDONÇA, M.S.; PILLAR, V.D. O uso de Atributos Funcionais de Invertebrados terrestres na Ecologia: o que, como e por quê? *Oecologia Australis* 15(4): 835-853, 2011.
- PONGE, J.F.; GILLET, S.; DUBS, F.; FEDOROFF, E.; HAESE, L.; SOUSA, J.P.; LAVELLE, P. Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 35, p. 813–826, 2003.
- PRADO, RB; BARCELLOS, T.B.C.; REGO, L.F.G.; DONNAGEMMA, G.K.; TURETTA, A.P.D. Mapeamento e caracterização do padrão de uso e cobertura da terra na microbacia do córrego Pito Aceso, Bom Jardim – RJ, utilizando imagens orbitais de alta resolução. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* n. 150, Dezembro de 2010.
- PRYKE, J.S.; SAMWAYS, M. Differential resilience of invertebrates to fire. *Austral Ecology*, v. 37, 460–469, 2012.
- REITZ, S.R. 2009. Biology and Ecology of the Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae): The Making of a Pest. *Florida Entomologist*, v. 92, n.1, p.7-13, 2009.
- RIEFF, G.G. Monitoramento de ácaros e colêmbolos como potenciais indicadores biológicos de qualidade do solo. 59p, 2010.
- ROSADO, J.F.; CAMPELO, D.A.V.; PICANÇO, M.C.; BENEVENUTE, J.S.; SILVA, G.T.; SOUZA JÚNIOR, R.C. Fatores de Mortalidade Natural de *Coccus Viridis* em Cafeeiro na Estação Chuvosa De 2005. VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2009.
- ROZANSKI, A.; SANTOS, J.C.P.; ALVES, M. V.; HAWERRTH, F. J.; TASCA, F.A. . Mesofauna edáfica em áreas de campo nativo, mata de araucária e florestas de pinus em diferentes estágios de desenvolvimento. FERTBIO, Resumo Expandido (CD-ROM), Lages-SC, 2004.
- SABU, T.K., SHIJU, R.T., VINOD, K.V., NITHYA, S. 2011. A comparison of the pitfall trap, Winkler extractor and Berlese funnel for sampling ground-dwelling arthropods in tropical montane cloud forests. *Journal of Insect Science* v. 11, p. 28, 2011 (online: insectscience.org/11.28)
- SÁNCHEZ, S.; REINÉS, M. Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. *Pastos y Forrajes*, v.24, p.191-202, 2001.
- SANTANA, D.P. Qualidade do solo: uma visão holística. *Boletim Informativo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, v.27: p.15-18, 2002.

- SANTOS, G.G.; SILVEIRA, P.M.; MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BALBINO, L.C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.1, p.115-122, 2008. Doi:10.1590/S0100-204X2008000100015.)
- SATTLER, T.; DUELLI, P.; OBRIST, M.K.; ARLETTAZ, R.; MORETTI, M. Response of arthropod species richness and functional groups to urban habitat structure and management. *Landscape Ecology*, v. 25, p. 941–954, 2010.
- SCHMIDT, F. & DIEHL, E. What is the Effect of Soil Use on Ant Communities? *Neotropical Entomology*, v. 37, n.4, p. 381-388, 2008.
- SCHON, N.L. MACKAY, G.W.; MINOR, M.A. Vulnerability of soil invertebrate communities to the influences of livestock in three grasslands. *Applied Soil Ecology*, v. 53, p. 98– 107, 2012.
- SCHON, N.L.; MACKAY, A.D.; YEATES, G.W.; MINOR, M.A. Separating the effects of defoliation and dairy cow treading pressure on the abundance and diversity of soil invertebrates in pastures. *Applied Soil Ecology*, v. 46, p. 209–221, 2010.
- SCHWEIGWER, O.; MAELFAIT, J.P.; VAN WINGERDEN, W.; HENDRICKX, F.; BILLETER, R.; SPEELMANS, M.; AUGENSTEIN, I.; AUKEMA, B.; AVIRON, S.; BAILEY, D.; BURACEK, R.; BUREL, F.; DIEKÖTTER, T.; DIRKSEN, J.; FRENZEL, M.; HERZOG, F.; LIIRA, J.; ROUBALOVA, M.; BUGTER, R. Quantifying the impact of environmental factors on arthropod communities in agricultural landscapes across organizational levels and spatial scales. *Journal of Applied Ecology*, v. 42, p. 1129–1139, 2005.
- SILVA, D.C.K. Consumo alimentar de *Balloniscus sellowii* (Brandt, 1833) (Crustacea: Isopoda; Oniscidea) e a relação com a concentração de flavonoides. Monografia de Bacharel - Universidade Federal do Rio Grande de Sul, Porto Alegre, 2010.
- SILVA, R. F. DA; AQUINO, A. M. DE; MERCANTE, F. M.; CORREIA, M. E. F.; GUIMARÃES, M. DE F.; LAVELLE, P. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes coberturas vegetais em sistema plantio direto no cerrado. In: FERTBIO, Lages, Anais... Lages, SBCS. CD-ROM, 2004.
- SOUSA, J.P.; GAMA, M.M.; PINTO, C.; KEATING, A.; CALHÔA, F.; LEMOS, M.; CASTRO, C.; LUZ, T.; LEITÃO, P.; DIAS, S. Effects of land-use on Collembola diversity patterns in a Mediterranean landscape. *Pedobiologia*, v. 48, p. 609—622, 2004.
- TER BRAAK, C. J. F. AND ŠMILAUER, P. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power (Ithaca NY, USA), 500 pp, 2002.
- THOMANZINI, M. J.; THOMANZINI, A.P. B. W. Rio Branco: EMBRAPA A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas Acre, 21p. Circular Técnica, 57, 2000.
- UEHARA-PRADO, M.; FERNANDES, J.O.; BELLO, A.M.; MACHADO, G.; SANTOS, A.J.; VAZ-DE-MELLO, A.Z.; FREITAS, A.V.L. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A primary approach im Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v.142, n. 6, p. 1220-1228, 2009.
- VALLADARES, G.; CAGNOLO, L.; SALVO, A. Forest fragmentation leads to food web contraction. *Oikos*, v. 121, p. 299–305, 2012.

WARDLE, D. A. Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. **Advances in Ecological Research** v. 26, p. 105-185, 1995.

WILSON, W.S. Keys to the families of Fulgoromorpha with emphasis on Planthoppers of potential economic importance in the Southeastern United States (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Florida Entomologist*, v. 88, n. 4, p.464-481, 2005.

ZHAO, J.; SHAO, Y.; WANG, X.; NEHER, D.A.; XU, G.; LI, Z.; FU, S. Sentinel soil invertebrate taxa as bioindicators for forest management practices. *Ecological Indicators* v. 24, p. 236–239, 2013.

ANEXOS

Anexo A. Tabela de abundâncias dos grupos componentes de fauna do solo e fatores ambientais avaliados no estudo para o município de Bom Jardim.

Amostra	Altitude (m)	Uso/Cobertura	Classificação do Solo	Acari	Araneae	Arachnognata	Auchenorrhyncha	Blattodea	Chilopoda	Coleoptera	Dermaptera	Diplopoda	Diplura	Diptera	Entomobryomorpha	Formicidae	Gastropoda	Heteroptera	Hymenoptera	Isopoda	Isoptera	Coleoptera (larva)	Diptera (larva)	Lepidoptera (larva)	Neuroptera (larva)	Formicidae (larva)	Lepidoptera	Opilionida	Orthoptera	Poduromorpha	Pseudoscorpionida	Psocoptera	Sternorrhyncha	Symphyla	Symphyleona	Thysanoptera	Thysanura	Tricoptera
0	710	Pasto	Latossolo	37	3	0	2	0	0	7	0	2	0	0	79	136	0	2	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	2	0	0
1	958	Eucalipto	Latossolo	0	8	0	1	0	0	2	0	1	0	2	9	22	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	2
3	730	Mata	Cambissolo	8	4	0	0	4	0	12	0	1	0	12	23	10	0	2	3	7	0	0	3	0	0	0	0	0	20	14	0	0	0	1	5	2	0	0
4	758	Anual - Aipim	Latossolo	50	7	0	6	0	0	9	0	5	0	1	43	66	0	1	6	0	1	2	1	2	1	0	0	0	2	0	0	3	67	0	0	3	0	0
6	711	Anual - couve-flor	Cambissolo	54	11	0	9	0	0	18	0	0	0	9	565	53	0	2	4	0	0	0	6	5	1	0	0	0	1	1223	0	1	3	1	0	1	0	1
13	825	Eucaliptal	Cambissolo	27	3	0	2	1	0	0	0	0	0	1	26	13	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	0	3	0	0	10	0	0	0	
14	834	Bananal	Cambissolo	18	4	0	3	0	0	6	0	3	0	0	13	24	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	0	0	12	0	0	0	0	1
15	936	Bananal	Latossolo	3	1	0	0	0	0	13	0	0	0	0	13	21	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
16	0	Anual - inhame/capim	Argissolo	5	12	0	3	0	0	9	0	0	0	4	44	34	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	43	0	0	0	0	0
18	627	Anual - aipim	Argissolo	72	10	0	10	0	0	11	0	1	0	3	88	52	0	4	12	0	0	1	1	0	0	0	0	0	100	0	0	12	0	2	4	0	0	
22	705	Cafezal	Latossolo	88	2	0	1	0	0	15	0	2	1	5	83	48	1	0	5	3	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	297	0	0	0	
24	937	Mata inicial	Latossolo	19	3	0	0	6	0	17	0	0	0	0	9	37	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
25	878	Pasto	Latossolo	0	3	0	3	0	0	0	0	2	0	3	74	104	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	1	1	4	0	0
26	800	Eucaliptal	Cambissolo	34	11	0	3	2	0	5	0	0	0	1	87	30	0	3	10	1	2	0	0	3	0	0	0	0	7	0	0	2	9	8	0	1	0	1

71	0	Anual - aipim/couve-flor/feijão	Cambissolo	0	6	0	1	0	0	2	0	4	0	0	31	54	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	2	0	0					
73	710	Cafezal	Latossolo	30	5	0	3	0	0	7	0	3	0	2	86	7	0	2	13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	616	0	0	68	1	6	0	0	0	
75	775	Cafezal	Cambissolo	68	5	0	0	0	0	11	0	0	0	3	254	44	0	4	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
76	732	Anual - abóbora	Latossolo	41	0	0	1	0	0	5	0	0	0	10	39	198	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	302	0	0	0	0	0	0	0	0	
77	900	Pasto	Cambissolo	16	6	0	8	0	0	2	0	2	0	2	97	46	0	2	5	0	0	1	1	1	0	0	0	0	6	12	0	0	2	0	0	4	0	0	
78	805	Mata	Cambissolo	12	8	0	1	2	1	8	0	0	0	20	275	33	0	4	4	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
81	795	Pasto	Cambissolo	18	5	0	2	0	0	4	0	0	0	5	31	45	0	9	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	5	2	0	0	
83	694	Pasto	Latossolo	5	1	0	2	0	0	2	0	1	0	0	24	16	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1555	0	0	2	0	0	1	0	0	0	
84	681	Anual - beringela	Gleissolo	18	3	0	6	0	0	0	0	0	0	4	12	11	0	0	2	1	0	2	0	4	0	0	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0	1	
86	0	Anual - milho/feijão	Cambissolo	6	1	0	2	0	0	7	0	0	0	31	6	20	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
87	868	Mata inicial	Cambissolo	19	2	0	1	0	0	27	0	0	0	2	49	29	0	7	4	1	0	2	9	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
89	752	Anual - aipim	Argissolo	0	27	0	1	0	1	14	0	13	0	1	72	81	0	6	16	8	8	7	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	112	2	0	0	0	0	
90	796	Pasto	Argissolo	18	1	0	4	0	0	1	0	0	0	1	33	21	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	510	6	0	1	0	0	0	0	0	0	
91	782	Anual - aipim	Argissolo	25	8	0	1	1	0	0	0	6	0	2	128	88	0	0	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	12	4	0	1	0	1	
94	788	Cafezal	Argissolo	13	1	0	0	0	0	6	0	0	0	1	15	28	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	
95	0	Cafezal	Cambissolo	66	7	0	0	1	0	9	0	28	0	10	78	43	0	4	6	1	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	1	0	0	
100	938	Anual - aipim	Latossolo	6	6	0	15	0	0	7	0	0	0	3	4270	121	0	13	4	0	0	21	1	1	0	0	0	0	8	0	0	1	40	0	0	1	0	0	
102	728	Cafezal	Latossolo	14	4	0	0	0	0	11	0	0	0	2	38	40	1	2	5	0	0	2	1	0	0	0	0	1	15474	0	3	0	1	2	2	0	0	0	
105	725	Anual - aipim	Cambissolo	67	4	0	1	1	0	23	0	1	0	0	148	21	0	1	4	0	0	14	0	1	0	0	0	0	1	5214	0	1	6	0	8	3	0	0	0
106	0	Mata	Neossolo	12	1	0	1	0	0	6	0	0	0	1	17	32	0	1	2	1	13	1	7	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Anexo B. Tabela de abundâncias dos grupos componentes de fauna do solo e fatores ambientais avaliados no estudo para o município de Bom Jardim.

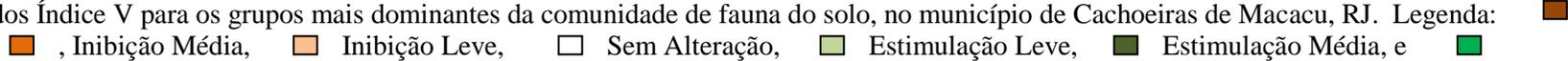
Amostra	Altitude (m)	Uso/Cobertura	Classificação do Solo	Acari	Araneae	Archaegnata	Auchenorryncha	Blattodea	Chilopoda	Coleoptera	Dermaptera	Diplopoda	Diplura	Diptera	Entonobryomorpha	Formicidae	Gastropoda	Heteroptera	Hymenoptera	Isopoda	Isoptera	Coleoptera (larva)	Diptera (larva)	Lepidoptera (larva)	Trichoptera (larva)	Formicidae (larva)	Lepidoptera	Opilionida	Orthoptera	Poduromorpha	Pseudoscorpionida	Psocoptera	Sternorryncha	Symphyla	Symphyleona	Thysanoptera	Thysanura	Trichoptera	Coleoptera (ninf)	Formicidae (pupa)	Lepidoptera (pupa)	Neuroptera (larva)	Amphipoda
1	235	Pasto	Cambissolo	104	15	0	8	0	0	11	0	0	0	6	94	82	0	7	4	5	1	4	0	0	0	0	0	0	6	34	0	1	14	0	3	5	0	1	1	0	0	1	0
2	220	Mata inicial	Cambissolo	74	7	0	3	0	0	41	0	0	0	8	159	84	0	4	4	2	0	7	11	0	5	0	0	0	8	11	0	0	5	4	137	25	0	1	0	0	1	1	0
3	198	Bananal	Cambissolo	29	0	0	3	0	0	0	0	1	0	1	132	22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1421	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	
4	6	Pasto	Cambissolo	76	3	0	3	0	0	14	0	0	0	2	52	206	0	1	5	1	0	7	3	0	0	0	0	0	1	92	0	0	9	0	14	7	0	0	0	0	0	1	0
5	10	Mata	Cambissolo	75	8	0	2	0	0	39	0	0	0	8	123	34	0	0	6	4	0	1	32	1	0	0	0	0	2	94	2	1	1	0	28	15	0	0	0	0	1	0	2
6	6	Mata inicial	Latossolo	101	5	0	1	0	0	44	0	1	0	2	341	130	2	0	6	15	0	4	11	0	5	0	0	0	94	0	0	2	0	28	10	0	0	0	1	0	1	0	
7	136	Pasto	Cambissolo	138	33	0	10	0	0	13	0	9	0	3	682	221	0	1	6	0	6	2	2	0	3	0	0	0	5	472	0	0	15	0	4	3	0	0	0	0	0	1	0
8	64	Pasto	Cambissolo	211	5	0	4	0	0	19	0	2	0	0	110	139	0	0	4	0	1	1	5	0	1	0	0	0	66	0	0	19	0	10	8	0	1	0	0	0	1	0	
9	68	Pasto	Latossolo	70	1	0	3	0	0	10	0	0	0	8	34	32	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	2	134	0	0	2	0	10	5	0	0	0	0	0	1	0	
10	141	Mata	Latossolo	124	3	0	0	0	1	115	0	2	0	0	233	131	0	2	8	33	0	2	24	0	0	0	0	3	2	757	0	0	1	0	15	10	0	0	0	0	0	1	0
12	165	Mata	Cambissolo	37	7	0	13	0	0	45	0	5	0	7	367	97	1	3	6	55	1	3	5	0	0	0	0	0	1	750	0	1	2	0	28	9	0	0	0	0	0	1	0
13	165	Bananal	Cambissolo	16	15	0	2	0	0	28	0	4	0	3	587	47	0	0	0	1	0	2	13	0	0	0	0	0	1	34	2	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	1	0
14	215	Bananal	Cambissolo	62	15	0	26	0	0	30	0	3	0	4	582	128	0	5	8	17	0	5	4	0	0	0	0	0	7	1026	0	0	4	1	119	2	0	0	0	0	0	1	0

Anexo C. Tabela dos Índice V para os grupos mais dominantes da comunidade de fauna do solo, no município de Bom Jardim, RJ. Legenda: ■ Inibição Extrema, ■ Inibição Média, ■ Inibição Leve, □ Sem Alteração, ■ Estimulação Leve, ■ Estimulação Média, e ■ Estimulação Extrema.

Ponto	Cobertura	Solo	Acari	Araneae	Auchenorrhyncha	Coleoptera	Diplopoda	Diptera	Entomobryomorph a	Formicidae	Heteroptera	Hymenoptera	Isopoda	Coleoptera (larva)	Diptera (larva)	Otrhoptera	Podurmomorpha	Sternorrhyncha	Symphyleona
0	Pasto	Latossolo	-1,00	-0,51	0,45	-0,61	0,50	0,07	1,00	0,00	-0,33	1,00	-1,00	-0,11	1,00	-1,00	0,00	0,33	0,55
25	Pasto	Latossolo	0,00	1,00	0,45	-0,52	0,50	1,00	1,00	0,00	-0,50	0,74	-1,00	0,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	0,58
34	Pasto	Argissolo	-1,00	-0,74	0,14	-0,61	0,50	0,33	-0,60	0,00	1,00	0,74	0,00	-0,11	1,00	-1,00	0,00	1,00	0,19
38	Pasto	Cambissolo	-1,00	0,71	0,78	0,40	0,50	0,78	1,00	0,00	-0,33	0,90	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	0,88
39	Pasto	Latossolo	0,00	0,04	0,33	-0,58	1,00	0,60	1,00	0,00	-0,67	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,61
45	Pasto	Latossolo	0,00	0,04	0,60	-0,33	0,50	0,00	1,00	0,00	-0,71	0,90	-1,00	-0,27	1,00	-1,00	0,00	0,60	0,63
46	Pasto	Cambissolo	0,00	0,09	0,60	-0,35	1,00	0,78	1,00	0,00	-0,50	1,00	-1,00	0,33	1,00	-1,00	0,00	1,00	0,52
56	Pasto	Latossolo	0,00	-0,29	0,33	-0,27	0,50	0,45	1,00	-1,00	0,00	1,00	0,00	0,33	1,00	-1,00	0,00	1,00	0,93
58	Pasto	Cambissolo	0,00	-0,11	0,60	-0,08	0,50	0,60	1,00	-1,00	-0,78	0,90	0,00	-0,20	1,00	-1,00	0,00	1,00	0,79
63	Pasto	Cambissolo	-1,00	0,60	0,23	0,40	0,50	0,00	-0,80	0,00	0,00	0,82	0,00	1,00	0,00	-1,00	0,00	1,00	0,45
77	Pasto	Cambissolo	-1,00	-0,14	0,14	-0,16	-0,33	0,60	0,00	-1,00	-0,78	0,82	-1,00	-0,11	1,00	-1,00	0,00	0,33	0,48
81	Pasto	Cambissolo	-1,00	-0,20	0,23	-0,15	0,50	0,33	1,00	0,00	-0,33	0,60	0,00	-0,38	1,00	-1,00	-1,00	-0,38	0,80
83	Pasto	Latossolo	-1,00	0,41	0,78	0,35	1,00	0,60	1,00	-1,00	-0,33	1,00	-1,00	0,33	1,00	-1,00	0,00	1,00	0,84
90	Pasto	Argissolo	-1,00	-0,20	0,78	0,22	1,00	0,78	1,00	-1,00	-0,60	0,90	0,00	0,33	1,00	0,00	0,00	1,00	0,79
1	Eucalipto	Latossolo	0,00	1,00	0,00	0,20	-0,33	0,60	1,00	0,00	0,00	0,82	-1,00	0,60	1,00	0,00	0,00	0,60	0,94
13	Eucalipto	Cambissolo	0,00	-0,38	0,45	0,43	1,00	1,00	1,00	-1,00	-0,33	0,90	0,00	1,00	1,00	0,00	-1,00	0,60	0,83
26	Eucalipto	Cambissolo	0,00	-0,48	-0,16	0,05	-0,40	0,23	1,00	0,00	-0,50	0,90	0,00	-0,43	0,00	-1,00	0,00	0,14	0,52
3	Mata	Cambissolo	0,00	0,20	0,33	0,53	-0,74	-0,20	-0,50	-1,00	1,00	0,25	-1,00	0,14	-0,75	-1,00	-1,00	0,33	0,85

Ponto	Cobertura	Solo	Acari	Araneae	Auchenorrhyncha	Coleoptera	Diplopoda	Diptera	Entomobryomorph ^a	Formicidae	Heteroptera	Hymenoptera	Isopoda	Coleoptera (larva)	Diptera (larva)	Otrhoptera	Podurmomorpha	Sternorrhyncha	Symphyleona
29	Mata	Latossolo	-1,00	0,00	0,07	-0,28	0,00	-0,38	-0,75	0,00	-0,50	0,21	0,00	0,14	-0,75	0,00	-1,00	0,00	0,80
67	Mata	Latossolo	0,00	0,60	0,60	0,08	-0,14	-0,27	1,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	-0,71	0,00	0,00	0,33	0,90
54	Mata	Cambissolo	-1,00	-0,62	0,00	-0,01	-0,57	-0,11	-0,33	0,00	0,00	0,60	0,00	0,14	1,00	0,00	0,00	0,33	0,98
78	Mata	Cambissolo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
106	Mata	Neossolo	-1,00	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,08	0,00	0,60	-0,86	0,00	-1,00	1,00	0,79
4	Anual	Latossolo	-1,00	-0,61	0,07	-0,33	0,20	-0,06	0,00	0,00	-0,71	0,90	-1,00	-0,20	1,00	-1,00	0,00	0,60	0,73
6	Anual	Cambissolo	0,00	-0,64	-0,16	-0,23	0,50	-0,38	-0,71	-1,00	-0,80	0,38	0,00	0,00	1,00	-1,00	0,00	0,33	-0,35
14	Anual	Cambissolo	0,00	-0,20	0,33	0,16	0,50	0,14	1,00	-1,00	-0,50	1,00	-1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,33	0,91
15	Anual	Latossolo	0,00	0,60	0,78	0,22	0,50	-0,24	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,60	1,00	0,00	-1,00	0,14	0,91
16	Anual	Argissolo	0,00	0,41	-0,20	-0,01	-0,14	-0,06	1,00	0,00	-0,50	0,67	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,72
18	Anual	Argissolo	-1,00	-0,71	-0,11	-0,22	1,00	-0,16	0,00	-1,00	-0,82	0,74	-1,00	-0,50	1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,52
28	Anual	Argissolo	-1,00	-0,51	-0,24	-0,35	-0,25	-0,20	1,00	-1,00	-0,60	0,82	0,00	0,60	1,00	-1,00	0,00	1,00	0,45
301	Anual	Cambissolo	-1,00	-0,14	1,00	-0,08	-0,14	-0,43	-0,33	0,00	-0,33	0,60	0,00	0,33	0,00	0,00	-1,00	1,00	0,67
302	Anual	Cambissolo	0,00	-0,88	-0,30	-0,42	-0,63	0,00	1,00	-1,00	-0,80	0,90	-1,00	-0,11	0,00	0,00	-1,00	0,60	0,56
40	Anual	Argissolo	-1,00	-0,84	1,00	0,35	1,00	0,14	1,00	-1,00	-0,91	-0,55	0,00	0,33	1,00	-1,00	0,00	1,00	0,83
43	Anual	Cambissolo	0,00	-0,49	1,00	0,53	0,50	0,07	1,00	0,00	-0,50	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,94
44	Anual	Cambissolo	-1,00	0,33	-0,06	-0,48	1,00	0,78	0,00	0,00	-0,86	1,00	0,00	-0,47	1,00	-1,00	0,00	0,60	0,73
53	Anual	Latossolo	-1,00	-0,64	-0,27	-0,82	0,00	-0,33	1,00	0,00	-0,60	0,82	-1,00	-0,50	1,00	-1,00	0,00	-0,20	-0,77
68	Anual	Latossolo	0,00	-0,55	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	-1,00	-0,60	-0,02	-1,00	0,60	1,00	0,00	0,00	0,60	0,83
71	Anual	Cambissolo	0,00	1,00	0,14	-0,24	0,50	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	-1,00	0,60	1,00	-1,00	0,00	1,00	0,80
76	Anual	Latossolo	0,00	-0,55	1,00	-0,71	0,50	0,23	1,00	-1,00	0,00	0,33	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	0,75
84	Anual	Gleissolo	-1,00	-0,20	0,45	0,50	1,00	1,00	1,00	-1,00	-0,71	0,67	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,92

Ponto	Cobertura	Solo	Acari	Araneae	Auchenorrhyncha	Coleoptera	Diplopoda	Diptera	Entomobryomorph a	Formicidae	Heteroptera	Hymenoptera	Isopoda	Coleoptera (larva)	Diptera (larva)	Otrhoptera	Podurmomorpha	Sternorrhyncha	Symphyleona
86	Anual	Cambissolo	0,00	0,33	0,78	0,25	1,00	0,07	1,00	-1,00	-0,33	-0,22	0,00	0,60	1,00	-1,00	0,00	0,60	0,96
89	Anual	Argissolo	-1,00	-0,82	-0,54	-0,42	0,20	-0,27	1,00	0,00	0,00	0,90	-1,00	-0,60	-0,78	0,00	0,00	-0,20	0,59
91	Anual	Argissolo	-1,00	-0,35	0,00	-0,45	-0,14	1,00	1,00	0,00	0,00	0,82	-1,00	-0,38	1,00	-1,00	0,00	1,00	0,36
94	Anual	Argissolo	-1,00	-0,04	0,78	0,08	0,20	0,14	1,00	0,00	1,00	0,90	0,00	-0,11	1,00	0,00	0,00	1,00	0,90
100	Anual	Latossolo	-1,00	0,33	0,14	-0,57	-0,45	0,07	0,00	0,00	-0,88	0,74	0,00	0,00	1,00	-1,00	0,00	-0,53	-0,88
105	Anual	Cambissolo	-1,00	-0,70	0,33	0,22	0,50	-0,48	1,00	-1,00	0,00	1,00	-1,00	0,00	1,00	-1,00	-1,00	0,60	0,30
22	Cafezal	Latossolo	-1,00	-0,76	0,60	-0,19	1,00	-0,30	1,00	-1,00	0,00	0,60	-1,00	-0,11	-0,50	0,00	-1,00	1,00	0,54
32	Cafezal	Cambissolo	-1,00	0,41	0,33	0,40	1,00	1,00	0,00	-1,00	0,00	0,54	-1,00	0,14	1,00	-1,00	-1,00	0,60	0,95
64	Cafezal	Cambissolo	-1,00	-0,59	0,00	-0,16	1,00	0,07	-0,50	-1,00	0,00	0,43	-1,00	0,60	-0,67	0,00	-1,00	0,60	0,71
73	Cafezal	Latossolo	0,00	-0,43	0,23	0,65	1,00	0,07	1,00	-1,00	-0,50	0,82	-1,00	-0,53	1,00	0,00	-1,00	0,33	0,52
75	Cafezal	Cambissolo	-1,00	-0,70	0,23	-0,14	0,20	-0,16	1,00	0,00	1,00	0,74	0,00	0,60	-0,33	0,00	0,00	0,00	0,04
95	Cafezal	Cambissolo	-1,00	-0,69	0,07	-0,13	1,00	-0,06	1,00	0,00	1,00	0,33	-1,00	-0,20	0,00	-1,00	0,00	0,00	0,56
102	Cafezal	Latossolo	-1,00	-0,08	0,33	-0,10	0,50	-0,16	0,00	-1,00	1,00	0,82	0,00	-0,11	1,00	-1,00	-1,00	0,33	0,76
24	Mata inicial	Latossolo	-1,00	-0,23	0,45	-0,06	-0,54	-0,36	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,94
87	Mata inicial	Cambissolo	-1,00	-0,23	0,60	0,06	0,20	-0,54	-0,80	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,27	0,70
50	Bananal	Cambissolo	0,00	-0,17	0,78	-0,15	0,20	0,23	0,00	0,00	1,00	0,74	-1,00	1,00	0,00	-1,00	0,00	0,60	0,98
52	Bananal	Argissolo	-1,00	0,09	0,45	0,03	1,00	0,23	1,00	0,00	-0,33	0,74	-1,00	-0,27	-0,60	0,00	0,00	0,14	0,92

Anexo D. Tabela dos Índice V para os grupos mais dominantes da comunidade de fauna do solo, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ. Legenda:  Inibição Extrema, Inibição Média, Inibição Leve, Sem Alteração, Estimulação Leve, Estimulação Média, e Estimulação Extrema.

Pontos	Cobertura	Solo	Acari	Araneae	Auchenorrhyncha	Coleoptera	Diplopoda	Diptera	Entomobryomorpha	Formicidae	Hymenoptera	Isopoda	Coleoptera (larva)	Diptera (larva)	Trichoptera (larva)	Orthoptera	Poduromorpha	Sternorrhyncha	Symphyleona	Thysanoptera
1	Pasto	Cambissolo	-0,21	-0,03	-0,14	0,58	1,00	0,50	0,65	-0,10	0,81	-0,11	0,11	1,00	0,00	0,08	0,65	-1,00	0,91	0,23
7	Pasto	Cambissolo	-0,34	-0,40	-0,25	0,53	-0,80	0,71	-0,22	-0,54	0,20	1,00	0,43	0,60	-1,00	0,17	-0,49	-1,00	0,89	0,46
4	Pasto	Cambissolo	-0,06	0,65	0,33	0,50	1,00	0,80	0,79	-0,51	0,77	0,60	-0,17	0,46	0,00	0,75	0,27	-1,00	0,65	0,07
8	Pasto	Cambissolo	-0,51	0,47	0,20	0,38	-0,34	1,00	0,60	-0,35	0,47	1,00	0,67	0,23	-1,00	1,00	0,42	-1,00	0,74	0,00
9	Pasto	Cambissolo	-0,01	0,87	0,33	0,62	1,00	0,38	0,86	0,35	0,90	1,00	1,00	0,78	0,00	0,56	0,09	-1,00	0,74	0,23
15	Pasto	Latossolo	-0,19	0,12	-0,25	0,68	-0,67	1,00	-0,27	-0,65	0,66	0,33	-0,28	0,78	0,00	0,40	-0,97	-1,00	-0,08	0,00
23	Pasto	Cambissolo	-0,22	0,08	0,00	0,87	1,00	0,71	-0,03	-0,63	0,70	1,00	0,43	0,46	0,00	-0,07	0,99	0,00	0,89	0,78
2	Mata inicial	Cambissolo	-0,04	0,33	0,33	0,01	1,00	0,38	0,47	-0,11	0,81	0,33	-0,17	-0,16	-1,00	-0,07	0,87	-1,00	-0,35	-0,51
6	Mata inicial	Latossolo	-0,20	0,47	0,71	-0,02	-0,01	0,20	0,12	-0,32	0,73	-0,58	0,11	-0,16	-1,00	1,00	0,26	-1,00	0,40	-0,11
3	Perene	Latossolo	0,40	1,00	0,33	1,00	-0,01	0,89	0,54	0,51	0,95	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	-0,80	0,00	0,97	0,78
13	Perene	Cambissolo	0,62	-0,03	0,50	0,20	-0,60	-0,12	-0,15	0,17	1,00	0,60	0,43	-0,24	0,00	0,75	0,65	0,00	0,67	1,00
14	Perene	Cambissolo	0,05	-0,03	-0,63	0,17	-0,50	0,64	-0,86	-0,31	0,66	-0,62	0,00	0,33	0,00	0,00	-0,73	-1,00	-0,29	0,60
18	Perene	Cambissolo	1,00	0,08	-0,48	0,02	-0,60	0,44	-0,02	-0,44	0,95	0,33	-0,76	-0,71	0,00	0,00	-0,99	-1,00	1,00	0,14
29	Perene	Cambissolo	0,42	0,65	0,20	0,33	-0,72	0,71	0,30	0,01	1,00	1,00	0,67	0,07	0,00	0,56	-0,96	-1,00	0,67	1,00
5	Mata	Cambissolo	-0,05	0,27	0,50	0,04	1,00	0,38	0,56	0,33	0,73	0,00	0,67	-0,60	0,00	0,56	0,26	-1,00	0,40	-0,30
10	Mata	Aluvial	-0,29	0,65	1,00	-0,46	-0,34	-0,05	0,31	-0,32	0,66	-0,78	0,43	-0,50	0,00	0,56	-0,65	-1,00	0,63	-0,11
12	Mata	Cambissolo	0,30	0,33	-0,37	-0,03	-0,67	0,44	0,09	-0,18	0,73	-0,86	0,25	0,23	0,00	0,75	-0,65	-1,00	0,40	-0,06

Pontos	Cobertura	Solo	Acari	Araneae	Auchenorrhyncha	Coleoptera	Diplopoda	Diptera	Entomobryomorpha	Formicidae	Hymenoptera	Isopoda	Coleoptera (larva)	Diptera (larva)	Trichoptera (larva)	Orthoptera	Poduromorpha	Sternorrhyncha	Symphyleona	Thysanoptera
20	Mata	Cambissolo	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	Mata	Cambissolo	0,32	0,22	0,20	-0,34	-0,82	0,29	0,25	-0,04	0,56	-0,77	0,25	0,23	0,00	0,56	-0,35	0,00	0,18	0,46
16	Anual	Cambissolo	-0,73	0,12	-0,14	-0,35	-0,75	0,13	0,48	-0,23	-0,09	1,00	-0,76	-0,45	0,00	0,27	0,67	-1,00	0,12	-0,30
17	Anual	Latossolo	-0,67	0,40	-0,33	-0,13	-0,34	0,50	-0,16	-0,68	-0,51	1,00	-0,54	1,00	0,00	-0,46	0,04	-1,00	0,00	1,00
19	Anual	Cambissolo	-0,20	0,33	0,71	0,24	1,00	0,89	0,34	-0,72	0,73	0,33	-0,50	1,00	0,00	0,40	-0,88	-1,00	1,00	1,00
21	Anual	Gleissolo	-0,32	0,27	-0,14	0,01	-0,80	0,57	0,28	0,14	0,50	0,14	0,67	-0,24	0,00	-0,13	-0,99	-1,00	-0,09	0,78
25	Anual	Cambissolo	0,06	0,33	-0,37	-0,12	-0,34	0,20	0,09	0,30	-0,02	0,60	-0,52	1,00	0,00	-0,44	1,00	-1,00	-0,06	-0,11
26	Anual	Gleissolo	-0,20	0,17	-0,63	0,58	1,00	0,50	0,58	-0,54	0,24	1,00	0,43	0,46	0,00	0,75	0,85	-1,00	0,86	0,78
27	Anual	Cambissolo	-0,33	0,40	0,09	-0,18	-0,85	0,50	-0,28	-0,15	-0,01	0,33	0,11	0,14	0,00	-0,33	0,09	-1,00	-0,13	0,60
30	Anual	Cambissolo	-0,36	0,12	0,20	0,15	-0,50	1,00	0,68	0,11	1,00	1,00	0,11	0,46	0,00	-0,07	0,31	-1,00	0,76	0,78
31	Anual	Cambissolo	-0,16	0,33	-0,29	0,38	-0,01	0,64	0,48	0,35	0,59	1,00	0,11	0,60	0,00	0,00	0,76	-1,00	0,16	0,46