

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

**MONITORAMENTO DE ÁCAROS E COLÊMBOLOS COMO POTENCIAIS
INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO**

Gleudson Gimenes Rieff
(Dissertação)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

**MONITORAMENTO DE ÁCAROS E COLÊMBOLOS COMO POTENCIAIS
INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO**

GLEIDSON GIMENES RIEFF
Biólogo (FUNDASUL)

Dissertação apresentada como
um dos requisitos para obtenção do
grau de Mestre em Ciência do Solo

Porto Alegre (RS) Brasil
Março de 2010

A Deus, por ter me guiado durante minha existência

e

A minha namorada Juliana, pelo companheirismo nesta caminhada e
pelo amor e apoio nas horas difíceis.
Aos meus pais, Célio e Maria, e aos meus irmãos,
Gleberson e Maria Grazieli, que mesmo às vezes distantes,
não deixaram de torcer e de me apoiar para continuar sempre em frente,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Em especial ao Professor Enilson Luiz Saccol de Sá, pela orientação, amizade e incentivo durante todo o processo da realização do trabalho e, principalmente, pela confiança e pelos ensinamentos transmitidos com muita paciência.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela oportunidade para realização do curso de Pós-Graduação em nível de mestrado.

À CAPES e ao Programa REUNI pelo auxílio financeiro.

Aos meus colegas do Laboratório de Microbiologia do Solo da UFRGS e ao bolsista André Schönhofen Nunes pelo apoio na realização dos trabalhos e pelos desenhos das famílias de ácaros e colêmbolos.

Ao amigo, Benjamim Dias Osório Filho, por ter me recebido quando cheguei neste laboratório e ao Márcio Silveira sempre disposto para nos levar até a Estação Experimental Agronomia da UFRGS para as coletas de solos mensais.

Aos meus colegas da pós-graduação pela convivência, amizade e também pelas distrações nos finais das aulas.

Ao Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, do Instituto Biológico de Campinas, pelas explicações e auxílio nas identificações das famílias de ácaros e por ter me recebido no seu laboratório em Campinas.

Ao secretário do PPG Ciência do Solo, Jader Amaro, pela atenção e auxílio nas resoluções de problemas e por ser um exemplo de profissional.

MONITORAMENTO DE ÁCAROS E COLÊMBOLOS COMO POTENCIAIS INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO¹

Autor: Gleidson Gimenes Rieff

Orientador: Enilson Luiz Saccol de Sá

RESUMO

A avaliação das populações de ácaros e colêmbolos edáficos tem recebido atenção com vistas ao uso como indicadores biológicos da qualidade do solo devido às importantes funções desempenhadas por estes no solo. A análise do número, frequência e diversidade destes grupos em áreas sob cultivo agrícola, em comparação com áreas sob vegetações nativas podem indicar alterações ocorridas no solo. Com base nesta hipótese, este trabalho buscou avaliar qualitativa e quantitativamente a população de ácaros e colêmbolos presentes em uma área com o cultivo de *Eucalyptus sp*, uma área de mata nativa e outra de campo nativo, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul – RS. Para isso, foram coletadas mensalmente, no período de janeiro a setembro de 2009, amostras de solo de três áreas. As amostras foram coletadas utilizando-se cilindros metálicos com 7,0 cm de diâmetro e 7,5 cm de altura, que eram introduzidos no solo e depois retirados, eram envoltos em filme plástico de PVC e transportados em caixas de isopor até o laboratório de microbiologia da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Para a extração dos ácaros e colêmbolos das amostras utilizou-se o método do funil de Berlese-Tullgren adaptado. Após eram recolhidos em frascos de vidro com líquido preservante (70% álcool e 1% glicerol). Após 168 horas de extração, todos os espécimes foram contados e identificados com auxílio de lupa e microscópio. Durante o período do estudo, nas três áreas foram capturados 1.314 ácaros e colêmbolos. O solo de área sob mata nativa apresentou o maior número de ácaros e colêmbolos em comparação com as demais áreas, mostrando que as diferentes coberturas vegetais podem influenciar na presença de indivíduos. Nas condições deste trabalho, a flutuação populacional de ácaros da família Oribatidae não foi afetada pelas diferentes coberturas vegetais do solo estudado não sendo um bom indicador da qualidade biológica do solo. A flutuação populacional dos ácaros das famílias Eupodidae e Pachygnathidae e dos colêmbolos da família Hypogastruridae podem ser indicados como bioindicadores de qualidade do solo.

Palavras-chave: Bioindicadores, mesofauna, Eupodidae e Hypogastruridae.

¹ Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (59p) Março de 2010.

MONITORING MITES AND SPRINGTAILS POTENCIAL AS BIOLOGICAL INDICATORS OF SOIL QUALITY¹

Author: Gleidson Gimenes Rieff
Adviser Enilson Luiz Saccol de Sá

ABSTRACT

The study of populations of mites and springtails edaphic has received attention in order to use as biological indicators of soil quality because of the important functions performed by them in the ground. The analysis of the number, frequency and diversity of these groups in areas under cultivation, compared with areas under native vegetation may indicate changes in the soil. Based on this hypothesis, this study sought to evaluate qualitatively and quantitatively the population of mites and springtails present in an area with growing *Eucalyptus* spp, a native forest and other native grassland, located at the Agronomic Experimental Station of UFRGS, Eldorado do Sul - RS. To do so, were collected monthly between January to September 2009, soil samples from three areas. Samples were collected using a metal cylinder with diameter 7.0 cm and 7.5 cm in height, which were introduced into the soil and once removed, were wrapped in PVC film and transported in coolers to the laboratory of Microbiology, Faculty of Agronomy. For the extraction of mites and springtails of the samples used the method of the Berlese-Tullgren funnel adapted. After they were collected in glass bottles with liquid preservative (70% alcohol and 1% glycerol). After 168 hours of extraction, all specimens were identified and counted with a magnifying glass and microscope. During the study period, three areas were captured 1314 mites and springtails. The land area under forest had the largest number of mites and springtails in comparison with other areas, showing that the different vegetation cover may influence the presence of individuals. In the present conditions, the population fluctuations of the mite family Oribatidae was not affected by different vegetation covers the soil studied was not a good indicator of soil biological quality. The mite population fluctuation of families and Eupodidae Pachygnathidae and Collembola family Hypogastruridae can be displayed as bioindicators of soil quality.

Keywords: Bioindicators, mesofauna, Eupodidae e Hypogastruridae.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1 Potencial de uso da mesofauna como bioindicadora na avaliação da qualidade do solo.....	05
2.1.1 Ácaros edáficos.....	07
2.1.2 Colêmbolos edáficos.....	09
2.2 Uso de ácaros e colêmbolos como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com eucalipto.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Caracterização das áreas de estudo.....	14
3.1.1 Temperatura (°C) e precipitação pluviométrica (mm) da região onde estão localizadas as áreas em estudo	15
3.1.2 Atributos químicos do solo das áreas de eucalipto, campo nativo e mata nativa.....	16
3.2 Delineamento experimental.....	17
3.3 Coletas e preparo das amostras para as análises da mesofauna.....	18
3.3.1 Método de extração de ácaros e colêmbolos das amostras de solo.....	18
3.3.2 Método de contagem de ácaros e colêmbolos capturados	20
3.3.3 Identificação das famílias.....	21
3.4. Análise de variância.....	22
3.5. Análise da diversidade pelo índice de Shannon-Wiener (H').....	22
3.6. Análise de componentes principais (ACP).....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Flutuação populacional de ácaros e colêmbolos.....	28
4.2 Famílias de ácaros e colêmbolos identificados nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa.....	29
4.3 Índice de Shannon-Wiener (H).....	36
4.4 Análise de Componentes Principais (ACP).....	38
4.5 Potencial de uso da flutuação populacional de famílias de ácaros e colêmbolos como bioindicadores de qualidade do solo.....	40
4.5.1 Ácaros da família Eupodidae.....	40
4.5.2 Ácaros da família Oribatidae.....	42
4.5.3 Ácaros da família Pachygnathidae.....	44
4.5.4 Colêmbolos da família Hypogastruridae.....	45
5. CONCLUSÕES	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
7. APÊNDICES	57

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
01 Coordenadas geográficas das áreas sob cultivo de eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS em Eldorado do Sul - RS.....	15
02 Características químicas das amostras de solo coletadas na camada de 0 – 20 cm, nas áreas de eucalipto, campo nativo e mata nativa na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.....	17
03 Número de ácaros extraídos das amostras de solos, que foram coletadas nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, no período de janeiro a setembro de 2009, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.....	25
04 Número de colêmbolos extraídos das amostras de solos coletadas nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, no período de janeiro a setembro de 2009, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.....	26
05 Números de colêmbolos identificados em famílias capturados das amostras de solos, coletadas no período de janeiro a setembro de 2009, na camada de 0 a 7,5 cm de profundidade, nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.....	33
06 Número de ácaros identificados por família extraídos das amostras de solo, coletadas no período de janeiro a setembro de 2009, nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa localizada na EEA, UFRGS, Eldorado do Sul.....	35
07 Índice de diversidade de Shannon (H) referentes às famílias de ácaros e colêmbolos capturados em áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, coletados de janeiro a setembro de 2009.....	37

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
01 Localização da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, dentro do Município de Eldorado do Sul – RS.....	14
02 Foto das áreas amostrais localizadas na EEA, (A): área de mata nativa, (B): área de eucalipto e (C): área de campo nativo.....	15
03 Desenho do esquema utilizado para amostragens de solo. PR: Ponto de referência, R1: repetição 1, R2: repetição 2, R3: repetição 3 e R4: repetição 4.....	17
04 Aparelho extrator de ácaros e colêmbolos das amostras de solos pelo método de funil de Berlese-Tullgren.....	19
05 Desenho esquemático das lâminas utilizadas para a fixação, identificação e armazenamento na Coleção de Ácaros e Colêmbolos do Solo, onde o “X” representa o local onde será posicionado a espécie.....	21
06 Número total de ácaros e colêmbolos capturados nas amostras de solo da camada de 0 a 7,5 cm de profundidade, no período de janeiro a setembro de 2009, nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.....	29
07 Ácaros não identificados capturados nas amostras de solo coletadas durante o período de janeiro a setembro de 2009, nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa. Legenda: NI 1= não identificado 1, capturado na área sob campo nativo; NI 2 = não identificado 2, capturado nas áreas sob eucalipto e mata nativa e NI 3 = não identificado 3, capturado nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa.....	30
08 Relação entre o componente principal 1 (CP 1) e o componente principal 2 (CP 2), discriminando as áreas sob eucalipto, sob campo nativo, sob mata nativa e as famílias de ácaros e colêmbolos.....	39
09 Foto (a) e desenho esquemático (b) do ácaro da família Eupodidae capturado nas amostras de solo coletadas nas áreas estudadas. Legenda: (1) quelíceras com dígitos pequenos e (2) Fêmur IV bem dilatado e perna I e IV geralmente a mais longa que o corpo.....	41

- 10 Flutuação populacional de ácaros da família Eupodidae, em amostras de solo coletadas de 0 a 7,5 cm de profundidade no período de janeiro a setembro 2009, nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS..... 41
- 11 Foto (a) e desenho esquemático (b) do ácaro da família Oribatidae capturado nas amostras de solo nas áreas de eucalipto, campo nativo e mata nativa. Legenda: (1) apresenta par de setas sensoriais e (2) corpo marrom, coberto pela carapaça rígida..... 42
- 12 Flutuação populacional de ácaros da família Oribatidae, em amostras de solo coletadas de 0 a 7,5 cm de profundidade, no período de janeiro a setembro 2009, nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS..... 43
- 13 Foto (a) e desenho esquemático (b) de ácaros da família Pachygnathidae capturados nas amostras de solo nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa. Legenda: (1) corpo recoberto por setas pilosas e (2) arredondado e com coloração "leitosa"..... 44
- 14 Flutuação populacional de ácaros da família *Pachygnathidae*, em amostras de solo coletadas de 0 a 7,5 cm de profundidade, no período de janeiro a setembro 2009, nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS..... 45
- 15 Foto (a) e desenho esquemático (b) de colêmbolo da família Hypogastruridae capturado nas amostras de solo das áreas de eucalipto, campo nativo e mata nativa. Legenda: (1) corpo alongado; (2) abdômen com ausência de fúrcula..... 46
- 16 Flutuação populacional de colêmbolos da família Hypogastruridae, em amostras de solo coletadas de 0 a 7,5 cm de profundidade, no período de janeiro a setembro 2009, nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS..... 47

1. INTRODUÇÃO

Os indicadores biológicos ou chamados bioindicadores são importantes ferramentas de avaliação da qualidade do solo. Entre os potenciais bioindicadores, esta o monitoramento das populações de ácaros e colêmbolos, que fazem parte da mesofauna do solo, que têm sido os mais utilizados.

Algumas práticas agrícolas, como o monocultivo e o preparo convencional, têm ocasionado alteração da diversidade biológica do solo. Uma das atividades que tem aumentado nos últimos anos é o cultivo do eucalipto com a utilização de novas áreas para este fim. No Rio Grande do Sul, áreas de campo nativo têm sido utilizadas para o cultivo do eucalipto, ocorrendo a substituição da vegetação nativa e causando alterações biológicas no solo.

Um das alternativas para diminuição do impacto na diversidade biológica do solo é o emprego de práticas agrícolas conservacionistas. Estas atividades agrícolas aliadas com a sustentabilidade agrícola, vêm ganhando destaque nas pesquisas científicas. Com isso, estimula o desenvolvimento de trabalhos que buscam técnicas de manejo com baixo impacto ambiental. No entanto, todas as atividades agrícolas, mesmo as que usam práticas conservacionistas, apresentam maior ou menor capacidade de dano ambiental, considerando-se a diversidade da biota do solo. Em vista disso, o monitoramento da qualidade do solo tem crescido em importância.

A avaliação da população de ácaros e colêmbolos edáficos tem recebido mais atenção quando o tema se refere a indicadores biológicos do solo. A partir da análise do número, frequência e diversidade destes grupos em áreas de cultivo agrícola, quando comparados com as populações encontradas em áreas de vegetação nativa podem indicar alterações ocorridas no solo. Com base nesta hipótese, este trabalho buscou estimar a população de ácaros e

colêmbolos em áreas com o cultivo de *Eucalyptus sp.*, campo nativo e mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica (EEA), da UFRGS e comparar a diversidade destes organismos entre áreas.

Os objetivos específicos deste trabalho foram os seguintes: 1) Analisar quantitativamente e qualitativamente as populações de ácaros e colêmbolos presentes no solo das áreas de eucalipto, campo nativo e mata nativa; 2) Identificar os ácaros e colêmbolos predominantes em solos de áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa; e, 3) Avaliar quais as famílias de ácaros e colêmbolos que apresentam potencial para serem utilizadas como bioindicador de qualidade do solo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A qualidade do solo pode ser definida como a capacidade de funcionamento do solo dentro do ecossistema, promovendo a saúde das plantas e dos animais e mantendo a diversidade biológica (Doran & Parkin, 1994). Segundo Araújo & Monteiro (2007), este termo também pode ser definido como uma função em comum, a sustentabilidade da produtividade agrícola aliada com a saúde ambiental.

Na década de 70, a qualidade do solo era relacionada diretamente à fertilidade. Entretanto, a percepção de qualidade evoluiu num entendimento mais amplo, percebendo que não basta o solo apresentar alta fertilidade, mas deve também possuir boa estruturação para abrigar uma alta diversidade de organismos (Zilli et al., 2003).

O manejo convencional do solo, sem a avaliação prévia de seu potencial e limitações, tem ocasionado degradação dos recursos naturais, fundamentais para a sobrevivência do homem. Na busca pela sustentabilidade agrícola, torna-se importante o desenvolvimento de critérios de avaliação e o estabelecimento de metodologias de monitoramento do efeito das atividades humanas com o objetivo de reorientá-las (Leonardo, 2003).

A questão de como avaliar a perda de qualidade de um determinado solo em função do manejo agrícola é antiga, controversa e pertinente (Zilli et al., 2003). Segundo Baretta, (2007) o uso de indicadores de qualidade do solo em conjunto com a análise estatística multivariada pode auxiliar o pesquisador na interpretação dos resultados. Estes indicadores devem ser vistos como uma ferramenta de informação que personificam um aspecto particular do objeto de interesse que queremos avaliar (Leonardo, 2003), e que são capazes de refletir o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema e podem

ser classificados em três principais tipos de indicadores: os indicadores físicos, os químicos e os biológicos (Araújo & Monteiro 2007).

Diversas pesquisas têm relatado a importância dos indicadores biológicos para a avaliação de diversas das atividades no solo (Assis Junior et al., 2003; Zilli et al., 2003; Baretta et al., 2008). Os bioindicadores possuem a capacidade de fornecer respostas rápidas às mudanças na qualidade do solo, tais características não são observadas nos indicadores químicos ou/e físicos (Araújo & Monteiro 2007).

Entre os bioindicadores, está o uso de atributos biológicos que têm sido amplamente discutidos na literatura (Anderson, 2003; Moreira & Siqueira, 2006; Franchini et al., 2007), como a atividade e a biomassa microbiana (D'Andréa et al., 2002). A atividade biológica do solo pode ser monitorada pela medição das reações químicas, ou subprodutos, catalisados pelos microrganismos, resultantes da respiração que pode ser medida pelo consumo de O₂ ou produção de CO₂, produção de ATP e pela atividade enzimática (Moreira & Siqueira, 2006).

Os bioindicadores também podem ser definidos pela diversidade biológica, que é medida pela variabilidade entre os organismos vivos, a qual é atribuída à diversidade de espécies que ocupam os vários nichos ecológicos (Hoffmann et al., 2009). Porém o maior potencial de avaliação da qualidade do solo está na análise da diversidade da fauna do solo, que apresenta resposta mais rápida do que outros atributos do solo, servindo, como bioindicador mais sensíveis às alterações ecológicas (Baretta et al., 2003). Além disso, organismos da biota do solo, de certa forma, são fáceis de serem observados, pois os métodos de avaliação são baseados na identificação e contagem dos indivíduos (Zilli et al., 2003).

A fauna do solo, que além de instrumento avaliador, também desempenha funções importantes no solo, como a formação de galerias que modificam a porosidade no solo e contribui com a aeração e permeabilidade, também é responsável pela liberação dos componentes inorgânicos, mineralização (Ducatti, 2002). A fauna é responsável pela degradação da matéria orgânica, uma das funções mais importantes e essenciais para a manutenção dos ecossistemas florestais. O termo fauna do solo compreende uma grande variedade de organismos que habitam o solo e são, às vezes,

denominados invertebrados do solo (Araújo & Ribeiro, 2005), podendo ser classificados pelo tamanho. A microfauna compreende organismos com o tamanho corporal de 4 à 100 μ m, a mesofauna organismos com o tamanho de 100 μ m à 2mm e a macrofauna com diâmetro corporal de 2mm à 20mm. (Correia & Andrade, 1999; Ducatti, 2002).

A mesofauna contribui para a mineralização de nutrientes no solo, a partir da fragmentação da matéria orgânica, aumentando a área superficial do material e facilitando a ação dos microrganismos (Seadsted, 1984). Outra importante característica da mesofauna é funcionar como bioindicador da alteração nos ecossistemas, devido à sensibilidade às mudanças ambientais (Van Straalen, 1998). Dentre todos os bioindicadores da qualidade do solo, a mesofauna é a mais estudada, principalmente em ambientes florestais (Ducatti, 2002). No entanto, o uso dos microartrópodes para análises da qualidade do solo é importante e viável, desde que sejam adotados critérios de avaliação como: densidade, diversidade e flutuação populacional (Stork & Eggleton, 1992).

2.1 Potencial do uso da mesofauna como bioindicadora na avaliação da qualidade do solo

O estudo da mesofauna tem sido direcionado para avaliação da influência de práticas agrícolas sobre as unidades taxonômicas da mesofauna como um todo, particularmente a grupos numericamente mais representativos como ácaros e os colêmbolos (Lopes Assad, 1997).

A mesofauna é composta por ácaros, colêmbolos e alguns insetos (Poggiani et al., 1996; Lins et al., 2007; Hoffmann et al., 2009) e estima-se que estes indivíduos representem cerca de 95% de todos os microartrópodes do solo (Seastedt, 1984), sendo que os ácaros e colêmbolos, considerados em conjunto, constituem de 72 a 97% do número total de indivíduos da fauna dos artrópodes edáficos (Singh & Pillai, 1975). Estes grupos de organismos se movimentam pelos poros do solo e pela interface entre a serapilheira e o solo (Moço et al., 2005), influenciando nos processos de decomposição, por meio de escavações e transporte do material mineral e orgânico. Apesar de

extremamente dependentes de umidade, são caracteristicamente terrestres, alimentando-se de microrganismos e fragmentando material vegetal em decomposição, contribuindo para a ciclagem de nutrientes (Uhlig, 2005).

Os ácaros e os colêmbolos edáficos se localizam na camada superficial do solo e também em profundidade, se distribuindo em todo o perfil do solo (Silva, 2002). Dependendo da localização no solo, diferentes métodos de extração destes microartrópodes são utilizados, sendo o mais indicado para a contagem do número de indivíduos em cada amostra de solo o uso do Funil de Berlese-Tullgren (Ducatti, 2002).

Para a identificação do potencial bioindicador da mesofauna no solo devem ser conhecidos, além da localização no solo, os fatores que influenciam na biodiversidade como a qualidade e quantidade da serrapilheira, que além de servir como abrigo para determinadas espécies, às vezes, pode aumentar a diversidade da mesofauna (Leivas & Fischer 2008).

A monocultura pode ter efeito negativo, reduzindo a diversidade da mesofauna do solo, devido ao fornecimento de um único tipo de resíduo orgânico, que pode favorecer determinadas espécies de ácaros e colêmbolos e desestabilizar a estrutura biológica do solo (Ferreira & Marques, 1998). Os sistemas convencionais podem causar a perda de matéria orgânica e erosão, reduzindo a diversidade da mesofauna do solo (Mussury et al., 2002; Araújo e Monteiro, 2007). A perda da biodiversidade do solo pode ser causada por fatores naturais e antrópicos (Silva, 2002) e, dependendo do tipo do impacto, as relações dos diferentes grupos de organismos podem ser negativas, positivas ou neutras (Ducatti, 2002). A mesofauna é um importante bioindicador de alterações ambientais, em locais que sofreram ação humana, podendo indicar o nível de degradação e/ou o estágio de recuperação destas áreas (Ducatti, 2002; Leivas & Fisher, 2008).

A população de ácaros no solo varia de acordo com diversos fatores como matéria orgânica, cobertura do solo, espécies vegetais cultivadas e microclima, entre outros. Já os colêmbolos requerem, além disso, umidade no solo entre 40 a 70 % (Mello & Ligo 1999; Silva et al., 2007) e a distribuição destes grupos de ácaros depende das características de cada um, como preferência alimentar, níveis de resistência a intempéries, biologia reprodutiva e habilidade de dispersão (Hoffmann et al., 2009).

Para um maior entendimento do papel mesofauna como bioindicadora da alteração no solo, a identificação de ácaros e colêmbolos em famílias aliada à análise estatística multivariada, como a análise de componentes principais (ACP), pode facilitar a interpretação contida em um conjunto de dados (Baretta, 2007). Outro método estatístico de avaliação da mesofauna do solo que alguns autores buscam mensurar é o índice de diversidade de Shannon (Moço et al., 2005; Hoffmann et al., 2009; Rovedder et al., 2009).

Os ácaros e colêmbolos são as maiores populações da mesofauna do solo (Steffen et al., 2007). Por este motivo, torna-se indispensável identificar e avaliar o comportamento individual destes grupos. Este tipo de informação é muito importante quando objetivo é avaliar a sustentabilidade de agroecossistemas, podendo ser um dado integrante na construção de um indicador de sustentabilidade como qualidade do solo (Silva et al., 2007).

2.1.1 Ácaros edáficos

Os ácaros pertencem ao filo Arthropoda, subfilo Chelicerata, classe Arachnida e subclasse Acari (Mineiro & Moraes, 2001; Moraes & Fletchnann, 2008). Estes indivíduos podem representar grande parte da mesofauna presente no solo, chegando a 78 % em áreas de matas e 84,7% nos locais de pastagens (Teixeira & Schubart, 1988), estando presentes em maiores quantidades nas camadas mais superficiais do solo (Freire 2007), cuja composição e distribuição dos ácaros no solo podem variar de acordo com a estação do ano (Coleman & Crossley Jr, 1995).

As subordens de ácaros mais comuns no solo são Crysptostigmata, Mesostigmata, Prostigmata, Astigmata e Ixodida, e outras duas ordens são mais raras: os Notostigmata e Holotryrida (Krantz, 1970). De modo geral, o corpo dos ácaros apresenta forma muito variada e com grandes diferenças morfológicas de um grupo para o outro, sendo esta marcante diversidade acompanhada de grande variedade comportamental no solo (Uhlig, 2005).

Os ácaros da subordem Astigmata, principalmente a família Acaridae, são muito comuns em substrato com elevada concentração de

matéria orgânica e, em grandes populações, podem causar danos às raízes das plantas cultivadas (Freire, 2007). Na subordem Crysptostigmata se encontram os ácaros oribatídeos, que estão distribuídos na maioria dos ambientes terrestres e associados à matéria orgânica (Behan-Pelletier, 1999). Nesta subordem já foram encontrados e classificados mais de 10.000 espécies, cerca da metade são habitantes do solo (Uhlig, 2005). Os oribatídeos apresentam um tamanho corporal de 0,2 a 1,2 mm (Coleman & Crossley, 1996; Paschoal, 1995). São dotados de escudo protetor, que envolve todo o corpo deste microartropodes no estágio adulto, sendo um dos principais decompositores da matéria orgânica sendo a maioria microfitófaga, nutrindo-se de fungos e algas (Uhlig, 2005). Estes ácaros são classificados como decompositores secundários, desempenhando um papel importante no solo e atuando principalmente na fragmentação de restos orgânicos, aumentando a área superficial destes resíduos para a ação de outros microrganismos decompositores (Oliveira, 1999).

A subordem Mesostigmata se caracteriza por incluir ácaros com tamanho médio de 0,2 a 2 mm (Ducatti, 2002; Uhlig, 2005). O Gamasida é representado por um extenso número de indivíduos, distribuídos em todo mundo, e associados à matéria orgânica. Também têm sido observados como parasitas em plantas e animais (Paschoal, 1996). Muitos ácaros representantes da subordem Mesostigmatas são predadores de nematóides e de outros microartrópodes, alguns são fungívoros, Ameroseiidae e Uropodidae, e outros são fitófagos, alguns membros da família Phytoseiidae, mas para outros ácaros das famílias Halolaelapidae, Ologamasidae e Zerconidae, os hábitos alimentares permanecem desconhecidos (Mineiro & Moraes, 2001).

A família de ácaros Phytoseiidae (subordem Mesostigmata), se destaca entre os ácaros predadores e são considerados inimigos naturais de ácaros fitófagos (Pereira et al., 2003; Mineiro & Sato 2008). Outra família que faz parte de Mesostigmata é Ascidae (Silva, 2002), sendo encontrada no solo e representando um grupo bem sucedido e de alta plasticidade, ou seja, passaram por alto grau de especiação (Lindquist & Evans 1965). Ascidae tem ampla distribuição no solo e muitos representantes têm sido encontrados em quase todos os continentes, exceto na Antártica (Mineiro & Moraes, 2001).

A subordem Prostigmata é formada por ácaros que apresentam a estrutura cuticular menos dura e rígida, quando comparados com aos Mesostigmata (Ducatti, 2002; Uhlig, 2005). A alimentação dos ácaros desta ordem é heterogênea com algumas espécies especializadas que se alimentam de fungos, sendo consideradas oportunistas e reproduzindo-se rapidamente após qualquer distúrbio no solo. Outros grupos podem ser predadores e parasitas (Coleman & Crossley Jr., 1995).

Os ácaros oribatídeos apresentam potencial de uso como indicadores de alterações no solo. Este fato foi confirmado Van Straalen (1998), que desenvolveu um sistema de bioindicação de acidez do solo, a partir das análises dos números de oribatídeos capturados e comparados com o valor do pH do solo da área amostrada. De acordo com Behan-Pelletier (1999), com as observações na diversidade dos ácaros oribatídeos podemos verificar as alterações ambientais, devido ao rápido declínio populacional destes ácaros quando o solo é alterado, esta característica deste grupo permite a sua utilização para detectar áreas degradadas.

A população de oribatídeos podem reduzir acentuadamente em áreas de matas fragmentadas, este fato foi observado por Duarte (2004), além de redução no total destes microartrópodes, houve um aumento da abundância de grupos mais tolerantes aos efeitos da fragmentação.

A partir do entendimento das populações de ácaros, se pode analisar o comportamento de cada família, e indicar quais são as espécies com potencial para uso como bioindicador de alteração no solo

2.1.2 Colêmbolos edáficos

Os colêmbolos são pequenos artrópodes com tamanho corporal que pode variar de 0,2 a 3 mm (Pinho et al., 2007). Apresentam três pares de pernas, diferindo dos ácaros que apresentam quatro pares. Os colêmbolos não possuem asas, mas as antenas são encontradas em todas as espécies deste grupo. A maioria são reconhecidos e caracterizados por apresentarem no abdômen uma estrutura chamada de “furca” (Bellinger et al., 2009).

Os colêmbolos são ovíparos produzindo ovos lisos e esféricos que são depositados individualmente ou em grupos, e o ciclo de vida médio é de dois meses, podendo estender-se a cinco e, em alguns casos, até dez meses de vida (Hale, 1971). A maior parte deste grupo é altamente especializada na predação de fungos, bactérias, actinomicetos e algas do solo (Canhos, 1998).

Como na maioria dos outros grupos de artrópodes, a taxonomia dos colêmbolos também se baseia na morfologia externa (Deharveng, 2004), com observações da forma da cabeça, forma e tamanho das antenas, da pigmentação no corpo e nos olhos e a posição dos pelos (Sautter et al., 1999; Azpiazu et al., 2004).

Em 2004, foi publicada uma lista com mais 7.000 espécies de colêmbolos (Deharveng, 2004), com a maioria das espécies registradas em regiões que apresentam o clima temperado (Bellini & Zeppelini, 2009). No Brasil, já foram identificadas um total de 199 espécies de colêmbolos, distribuídas em 19 famílias e 80 gêneros (Ribeiro-Troian et al., 2009).

Os colêmbolos são divididos em quatro grupos, Entomobryomorpha e Poduromorpha (apresentam o corpo alongado) e os outros dois grupos Symphypleona e Neelipleona (que apresentam corpo globoso com fusão de tegumentos) (Pinho et al., 2007).

Estes indivíduos podem habitar diversos lugares, mas estão intimamente relacionados ao solo, já que se alimentam principalmente de fungos, sendo importantes na ciclagem de nutrientes (Bellini & Zeppelini, 2009). Podem ser utilizados como indicadores de qualidade do solo, devido à sensibilidade de algumas espécies a alterações ambientais (Bellinger et al., 2009). Outro fator que pode alterar a população de colêmbolos no solo é a quantidade de matéria orgânica. Este fato foi confirmado por Mussury et al. (2002), que verificaram que todas as populações de colêmbolos aumentaram devido ao maior teor de matéria orgânica do solo, principalmente os colêmbolos da família Entomobryidae, mostrando uma maior relação com o teor de matéria orgânica do solo.

Uma das funções dos colêmbolos no solo está no processo de decomposição, fragmentando a matéria orgânica e também regulando as populações microbianas (Baretta, 2007). O uso do colêmbolos como bioindicadores de qualidade do solo é amplamente conhecido. Desta forma, a

análise das famílias de colêmbolos pode ser importante para avaliar e monitorar as áreas perturbadas por atividade humanas, assim como desenvolver estratégias de uso e conservação do solo (Ribeiro-Troian et al., 2009).

Na Europa, desde 1999, uma linha de pesquisa vem sendo desenvolvida com a utilização do colêmbolo *Folsonia candida*, na padronização de riscos ambientais, monitoramento de poluentes no solo (Crouau et al., 2002). Em outro estudo com a mesma espécie, os colêmbolos mostraram-se resistentes à aplicação de biopesticidas (os fungos entomopatogênicos o *Beauveria bassiana* e o *Metarhizium anisopliae*) em bioensaios (Broza et al., 2001).

No Brasil, um teste usando colêmbolos como bioindicadores da aplicação de herbicidas foi desenvolvido por Lins et al. (2007), que observaram a flutuação populacional dos colêmbolos diante da presença de três herbicidas (Glyphosate, 2,4-D, Atrazine e Nicosulfuron). Os autores observaram que os tratamentos com 2,4-D e Atrazina reduziram as populações de colêmbolos, mostrando a sensibilidade deste grupo a determinados herbicidas. Larsen et al. (2004), verificaram que as populações de colêmbolos são sensíveis à ambiente com solo compactado, mostrando redução no número de indivíduos.

Os colêmbolos apresentam diferentes graus de sensibilidade aos fatores ambientais. Sautter et al. (1999), verificaram que os colêmbolos da família Onychiuridae, em áreas de plantio convencional e direto, são mais sensíveis à falta de chuva, esta sensibilidade foi maior na área com plantio convencional. O uso de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais atua diretamente sobre a população da mesofauna do solo, devido as alterações e permanência dos resíduos orgânicos na superfície do solo (Hoffmann et al., 2009).

Com base nas características da mesofauna do solo, em especial os ácaros e os colêmbolos podem contribuir para a avaliação do grau de sustentabilidade de uma prática, sendo utilizados como indicadores de alterações no solo.

2.2 Uso de ácaros e colêmbolos como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com eucalipto

No Brasil, tem aumentado a área de cultivo do eucalipto, expandindo-se para além daquelas regiões tradicionais (Santana et al., 2008). O eucalipto tem sido a principal espécie utilizada nos programas de reflorestamento e, quase sempre, questiona-se sobre as mudanças que podem promover no solo (Gama-Rodrigues, et al., 2008).

O manejo intensivo do solo, a monocultura e o uso de pesticidas e fertilizantes tornaram-se práticas comuns para o aumento da produção agrícola (Araújo & Monteiro, 2007), ocasionando alterações nos atributos físicos, químicos e modificando as diversidades biológicas do solo.

Há tempos vem sendo analisado, a influência do cultivo de eucalipto na fauna do solo. Curry-Lindhal (1972) salientou que áreas com eucaliptos podem ser biologicamente pobres, devido principalmente à pequena variedade de produtos vegetais. Segundo Ferreira & Marques (1998), para avaliar o impacto do eucalipto no solo, se pode utilizar a análise da diversidade de colêmbolos, como bioindicador de alterações no solo

Ácaros e colêmbolos apresentam diferentes sensibilidades a áreas com eucalipto, sendo este fato observado por Vallejo et al. (1987), que encontraram uma abundância de ácaros com 67,9% e os colêmbolos com 17,8% do total da fauna capturada. Ferreira & Marques (1998) também registraram maior abundância de ácaros (36,7%) do que os colêmbolos com apenas 1,7%. Em matas nativas, Duarte et al. (2007), também verificaram diferença populacional entre ácaros e colêmbolos, em fragmentos de áreas de matas nativas, sendo o grupo dos ácaros mais expressivo do que os colêmbolos. Também notaram que estes grupos estiveram relacionados ao clima da região, sendo que em baixas temperaturas ocasionaram amostras de solo com menor número de indivíduos do que as demais.

Em áreas de eucalipto a maior diversidade e quantidade de organismos da mesofauna do solo estão concentradas nas camadas mais superficiais, cerca de 97,7% da mesofauna do solo estão presentes nos primeiros 10 cm de solo (Soares & Costa 1991), mas um baixo número de colêmbolos na áreas de eucaliptos são observados em relação a outros grupos

da mesofauna, mostrando sua sensibilidade diante a este local (Ferreira & Marques 1998).

Parte-se do pressuposto de que os ácaros e colêmbolos, em áreas com eucalipto, podem indicar os níveis de alteração no solo, de degradação ou de recuperação de determinadas áreas. Com base no conhecimento da dinâmica das famílias de ácaros e colêmbolos do solo, dos fatores que afetam os números populacionais de cada um e a distribuição no solo se pode elaborar estratégias de amostragens de solo em áreas de eucalipto e determinar quais são os grupos ou famílias que se deve analisar com maior atenção, na busca de bioindicadores.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com a extração de solo de áreas com cultivo de eucalipto, campo nativo e mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, situada no município de Eldorado do Sul, distante 70 km de Porto Alegre (Figura 1).



FIGURA 1 Localização da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, dentro do Município de Eldorado do Sul - RS.

3.1 Caracterização das áreas de estudo

Os locais utilizados neste estudo foram georeferenciados e as áreas de campo nativo e de mata nativa foram os locais de referência mais próximas da área de eucalipto (Tabela 1)

TABELA 1. Coordenadas geográficas das áreas sob cultivo de eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS em Eldorado do Sul - RS.

Locais	Coordenadas
Área sob Eucalipto	30°05'20.28" Sul e 51°41'16.37" Oeste
Área sob Campo Nativo	30°05'25.87" Sul e 51° 41'09.48" Oeste
Área sob Mata Nativa	30°05'23.77" Sul e 51°41' 36.44" Oeste

A área selecionada com eucalipto apresenta o monocultivo de *Eucalyptus sp* há mais de 15 anos. As áreas de campo nativo e de mata nativa foram utilizadas como locais de referências por não possuírem histórico de intervenção humana. Todos os locais utilizados neste estudo estão apresentadas na figura 2.



FIGURA 2. Foto das áreas amostrais localizadas na EEA, (A): área de mata nativa, (B): área de eucalipto e (C): área de campo nativo.

3.1.1 Temperatura (°C) e precipitação pluviométrica (mm) da região onde estão localizadas as áreas em estudo

A região onde estão localizadas as áreas apresenta o clima segundo a classificação de Köppen, como subtropical úmido de verão quente do tipo fundamental Cfa, que é predominante no Sul do Brasil (Forsthofer et al., 2006). A precipitação pluvial média anual é de 1.445 mm e a média anual de

evapotranspiração de referência (Penman) de 1.210 mm (Bergamaschi et al., 2004). Este clima é característico do estado Rio Grande do Sul, do litoral de Santa Catarina e das Bacias dos rios Uruguai e Paraná que se caracterizam por apresentar temperaturas superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco.

A temperatura média observada durante o período amostral foi de 17,1°C, com as médias mensais mais baixas ocorrendo nos meses de junho e julho (10,2°C), e as mais altas no mês de janeiro (22,6°C) e fevereiro (23,6°C). A precipitação pluviométrica média mensal variou de 2,1 mm em julho a 361,1 mm em setembro (Apêndice 1). Os dados climáticos foram obtidos com o Departamento de Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia - UFRGS, com o auxílio do Prof. Homero Bergamaschi.

3.1.2 Atributos químicos do solo das áreas de eucalipto, campo nativo e mata nativa

Os solos da área de eucalipto e de campo nativo são rasos, imperfeitamente drenados e ocupam um relevo suave ondulado; já o solo de área de mata nativa é imperfeitamente drenado, ocupando um relevo praticamente plano e encontra-se a Oeste da Estação Experimental (Mello et al., 1966). O solo das áreas sob eucalipto e campo nativo foi classificado como Plintossolo Argilúvico Distrófico e o solo da área de mata nativa como Argissolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 2005)

Para caracterização química do solo das áreas estudadas, foram retiradas 20 sub-amostras de solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade com auxílio de um trado, formando-se uma amostra composta com 500 g de solo colocando-se em recipientes identificados.

A análise química das amostras foi realizada no Laboratório de Análise de Solo e da Água do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Foram realizados conforme descrito em Tedesco et al. (1995). A caracterização química dos solos é apresentada na tabela 2.

TABELA 2. Características químicas das amostras de solo coletadas na camada de 0 – 20 cm, nas áreas de eucalipto, campo nativo e mata nativa na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.

Áreas	pH	P	K	M.O.	Al +H	Al	Ca	Mg	CTC
		mg/dm ³		%	-----cmol _c /dm ³ -----			%	
Eucalipto	4,8	5,8	79	1,3	12,3	1,4	0,7	0,6	13,8
Campo Nativo	5,4	4,9	59	2,3	5,5	0,2	2,8	1,5	9,9
Mata Nativa	5,0	2,5	144	2,6	6,9	0,9	1,6	1,0	22,7

Legenda: P (Fósforo); K (Potássio); M.O. (Matéria Orgânica) Al (Alumínio); Ca (Cálcio); Mg (Magnésio) e CTC (Capacidade de Trocas de Cátions).

3.2 Delineamento experimental

Para que as amostragens de solos fossem realizadas sempre nos mesmos locais, desenvolveu-se um esquema experimental que consistia da coleta em quatro pontos, equivalentes aos quatro vértices de um quadrado com 15 metros de lado e distante 15 metros de um ponto georeferenciado (Figura 3).

O mesmo esquema foi utilizado para amostragem de solo nas três áreas. Foi empregado para possibilitar a comparação entre as amostras das mesmas áreas ao longo do tempo. Foram coletadas, mensalmente, quatro amostras de solo em cada área.

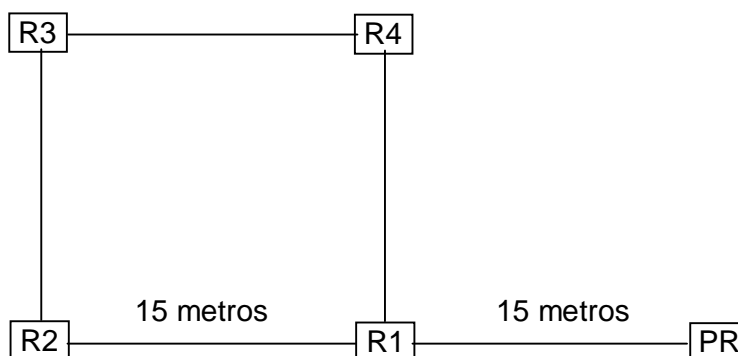


FIGURA 3. Desenho do esquema utilizado para amostragens de solo. PR: Ponto de referência, R1: repetição 1, R2: repetição 2, R3: repetição 3 e R4: repetição 4.

3.3 Coletas e preparo das amostras para as análises da mesofauna

Para a avaliação das famílias de ácaros e colêmbolos da mesofauna edáfica, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 7,5 cm, utilizando-se para isso um cilindro metálico com 7 cm de diâmetro e 7,5 cm de altura, com um volume de 288,48 cm³, e que apresentava uma das bordas chanfrada para facilitar a penetração no solo. Também foi utilizado um martelo pedológico especial, desenhado para amostragens de solo em cilindros, usado para introduzir o recipiente coletor no solo.

Para a amostragem, removia-se a camada de serrapilheira, quando presente, ou folhas da vegetação, colocava-se o cilindro com a parte chanfrada em contato com o solo e aplicavam-se diversos golpes com o martelo até a penetração total do cilindro no solo. Após, retirava-se o cilindro com o uso de uma enxada e enrolava-se cuidadosamente em filme plástico, identificava-se a amostra com etiquetas e com dados referentes ao local. Para o transporte das amostras foram utilizadas caixas de isopor para evitar perda de umidade e variações de temperatura.

3.3.1 Método de extração de ácaros e colêmbolos das amostras de solo

Os cilindros com os solos foram encaminhados para o Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Solos da UFRGS, onde foram analisadas as amostras de solo.

A extração dos ácaros e colêmbolos presentes nas amostras foram realizadas imediatamente após a coleta, utilizando-se o método de Berlese-Tullgren modificado (Oliveira, 1999), que consiste de um funil com um suporte na parte superior para encaixar as amostras, e na parte de baixo para encaixar um recipiente coletor, onde eram armazenados os organismos coletados (Figura 4).

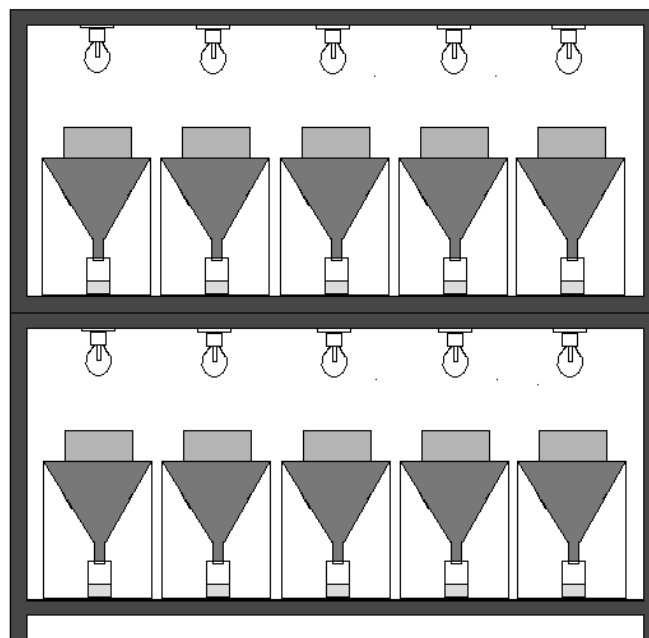


FIGURA 4. Aparelho extrator de ácaros e colêmbolos das amostras de solos pelo método de funil de Berlese-Tullgren.

As amostras foram colocadas em um extrator que consistia de uma estante metálica equipada com um suporte contendo duas linhas paralelas com 6 lâmpadas elétricas de 25 W e controladas com um “dimmer” que modulava a intensidade luminosa e o calor fornecido pelas lâmpadas (Figura 4). A luz e o calor produzidos pelas lâmpadas sobre a amostra de solo e a secagem progressiva do solo forçavam o deslocamento dos organismos para baixo, caindo no funil e sendo o destino final o frasco coletor. O equipamento permitia a extração de 36 amostras, concomitantemente, e, para facilitar a retirada de um maior número de indivíduos, as amostras de solo foram invertidas segundo Edwards & Fletcher, (1971) passado a camada superior do solo, que apresenta maior atividade de organismos para baixo

Na parte de baixo de cada cilindro foi colocada uma tela de malha de 2 mm. Cada funil apresentava um recipiente coletor (Vidro 100 mL) contendo 20 mL de uma solução (70% Álcool e 1% de Glicerina) que servia como líquido conservante dos organismos capturados. As amostras permaneceram no extrator por 168 horas, tomando-se o cuidado para que a temperatura na superfície da amostra não ultrapassasse 40°C, para que não formasse uma

frente de secagem muito forte e impedisse que os organismos que se movimentam mais lentamente conseguissem fugir desta condição desfavorável em direção ao funil coletor.

Em seguida, os frascos coletores foram identificados com dados de local e mês de coleta e o conteúdo com espécimes foram transferidos para placas de Petri para a realização da triagem e da contagem dos indivíduos de diferentes grupos de mesofauna.

3.3.2 Método de contagem de ácaros e colêmbolos capturados

As amostras dos frascos com os organismos eram visualizadas em placa de Petri em um microscópio estereoscópio, (Carlzeiss Jena) com aumento de 40 vezes.

Após a visualização, os ácaros e os colêmbolos eram capturados com auxílio de um pincel e colocados em lâminas de microscopia. Estas eram devidamente numeradas e identificadas com dados referentes aos locais, com o nome do coletor, o ano e o mês que foi desenvolvida a coleta, seguindo as normas para serem encaminhadas para a coleção (Figura 5).

Para fixar os indivíduos nas lâminas, colocou-se na parte central uma gota de “meio de Hoyer” (Moraes & Fletchmann, 2008), composto de Goma Arábica, Hidrato de Cloral e Glicerina. Usando-se um pincel ou agulha histológica sob a lupa, os espécimes foram posicionados na parte central da lâmina e tomou-se o cuidado para que os indivíduos ficassem com parte a dorsal do corpo voltada para cima. Desta forma, a identificação das espécies não era prejudicada.

Após um período de dois a cinco minutos de secagem, as lâminas eram cobertas por uma lamínula e colocadas em estufa com temperatura controlada (40°C) por 48 horas, com o término do período de secagem elas eram seladas com verniz cristal.

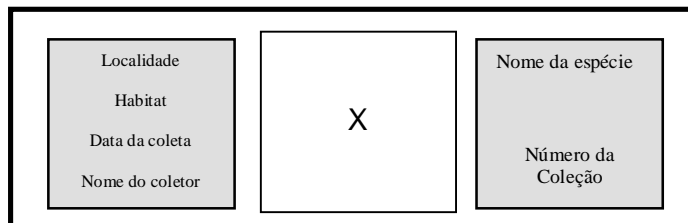


FIGURA 5. Desenho esquemático das lâminas utilizadas para a fixação, identificação e armazenamento na Coleção de Ácaros e Colêmbolos do Solo, onde o “X” representa o local onde será posicionado a espécie.

3.3.3 Identificação das famílias

As lâminas secas e seladas foram utilizadas para a identificação em microscópio de contraste de fase (Microscópio Olympus BX 41), onde eram observadas as características principais para a classificação das famílias ácaros e colêmbolos.

As famílias de colêmbolos foram classificadas com o auxílio de literatura específica (Azpiazu et al., 2004; Bellinger et al., 2009) e foram observadas algumas características: corpo alongado ou globular, tórax e abdômen com segmentos fundidos ou distintos, presença ou ausência de olhos (pigmentados ou sem pigmentação) e morfologia da cabeça (hipognata ou prognata).

Para a identificação dos ácaros foi utilizada a chave elaborada por Mineiro & Moraes (2001), e também as lâminas com espécimes de ácaros da coleção, cedidas pelo Acarologista Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro do Instituto Biológico de Campinas, SP. As características observadas foram: a morfologia externa do corpo, presença de placas protetoras no corpo, presença de quelíceras e análise de peças bucais, posição e tipo de setas, quatro pares de pernas com seis artículos (coxa, trocanter, fêmur, genu, tíbia e tarso), dentro de todas as observações associadas a taxonomia a posição dos estigmas (associados ao sistema respiratório).

Após a identificação das famílias de ácaros e colêmbolos, as lâminas com os espécimes identificadas depositadas na “Coleção de Ácaros e

Colêmbolos do Solo” do Laboratório de Microbiologia do Solo, Departamento do Solo, Faculdade de Agronomia da UFRGS.

3.4 Análise de variância

O número de ácaros e colêmbolos registrado neste trabalho foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias de cada atributo dentro de cada local foram comparadas entre si utilizando-se o teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, sendo os dados transformados pela $\sqrt{x+0,5}$. Para estas análises foi utilizado o programa SISVAR (Ferreira, 2000).

3.5 Análise da diversidade pelo índice de Shannon-Wiener (H')

Analisou-se a abundância das famílias encontradas em todo o período do estudo, para o teste de diversidade foi utilizado o índice de Shannon que expressa a uniformidade dos valores de importância com a análise de todas as espécies (famílias) das amostras, obtido com o programa estatístico PAST (Hammer et al., 2009).

O índice de diversidade de Shannon (H) foi obtido pela fórmula por: $H = - \sum p_i \times \log p_i$, sendo $p_i = n_i/N$; n_i = densidade de cada grupo; e $N = \sum$ da densidade de todos os grupos (Moreno, 2001; Souto et al., 2008).

3.6 Análise de componentes principais (ACP)

Foi realizada a análise estatística multivariada através da distribuição das famílias de ácaros e colêmbolos em cada área, com o uso da análise de componentes principais, a qual consiste em transformar um conjunto original de variáveis em um conjunto de dimensão equivalente, para isto utilizou-se o programa estatístico INFOSTAT.

Com os valores totais de cada família obteve-se a distribuição das espécies em cada local, este tipo de análise facilita a compreensão dos resultados e mostra a similaridade das espécies encontradas em cada local.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram coletados 1.299 ácaros e colêmbolos (844 ácaros e 455 colêmbolos), sendo 24,25% em eucalipto, 19,86% no campo nativo e 55,89% na mata nativa. Os maiores números de ácaros e colêmbolos foram capturados nas amostras da área sob mata nativa e os menores nas da área sob campo nativo.

O número de ácaros foi mais alto do que os colêmbolos. É provável que os grupos dos ácaros sejam resistentes às condições de elevadas temperaturas e adaptados a grandes variações no regime hídrico no solo, sendo encontrados em maiores quantidade que os colêmbolos, que podem ser considerados um grupo intermediário (Souto et al., 2008).

Em todas as amostragens mensais realizadas no período de janeiro a setembro de 2009, foram capturados indivíduos do grupo dos ácaros, cujos números são mostrados na Tabela 3. Já para o grupo dos colêmbolos, se pode observar na Tabela 4 que o número de indivíduos capturados foi baixo e que em muitas amostras de solo da área sob campo nativo nenhum colêmbolo foi capturado.

Em relação ao colêmbolos capturados nas amostras de solo, observou-se que o maior número de colêmbolos foi capturado nas amostras da área sob mata nativa em todos os meses, sendo o maior número de colêmbolos (15,7 indivíduos) capturados nas amostras coletadas em fevereiro (Tabela 4 e 6). O maior número de ácaros foi capturado nas amostras coletadas em setembro na área sob mata nativa (Tabela 3 e 6), já o menor número foi capturado na amostragem coletada em junho na área sob campo nativo.

TABELA 3. Número de ácaros extraídos das amostras de solos, que foram coletadas nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, no período de janeiro a setembro de 2009, localizadas na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS.

Ácaros do solo									
Meses das coletas									
Euca- lipto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Am 1	4	13	5	4	4	4	5	10	8
Am 2	5	6	6	3	4	9	7	9	9
Am 3	8	6	10	5	5	4	8	7	8
Am 4	6	8	7	4	4	4	9	10	9
Médias	5,7 a	8,2 a	7,0 b	4,0 a	4,2 a	5,2 b	7,2 b	9,0 a	8,5 b
Campo nativo									
Am 1	7	13	5	5	4	3	3	7	6
Am 2	9	9	7	5	4	4	3	4	7
Am 3	12	10	6	6	2	4	5	5	6
Am 4	12	10	6	4	5	4	4	4	4
Médias	10 a	10,5 a	6 b	4,2 a	5,5 a	3,7 b	4,0 c	5,0 b	5,7 c
Mata nativa									
Am 1	11	11	12	5	11	13	12	12	12
Am 2	25	13	13	6	7	12	11	11	14
Am 3	6	14	13	8	5	9	10	11	15
Am 4	8	11	12	4	6	10	13	11	16
Médias	12,5 a	12,2 a	12,5 a	5,7 a	7,2 a	11 a	11,5 a	11,2 a	14 a
CV(%)	23,9	11,4	8,1	8,3	12,9	12,5	7,1	6,9	7,7

Legenda: Am 1 = Amostra 1; Am 2 = Amostra 2; Am 3 = Amostra 3; Am 4 = Amostra 4. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%).

Resultados semelhantes foram observados por Moço et al. (2005) que encontraram maior valores de densidade e riqueza da mesofauna nas áreas de floresta preservada e não preservada, superiores aos indivíduos encontrados na área de eucalipto e de pasto, tanto no solo quanto na serapilheira. Souto et al. (2008), observando as frequências de ácaros e

colêmbolos do solo no semi-árido da Paraíba (em uma área localizada Fazenda Tamanduá no município de Santa Terezinha), encontrou ácaros em maior quantidade representando 40,3 %, do que os colêmbolos com apenas 8,9 % do total de indivíduos capturados em todo o período amostral.

TABELA 4. Número de colêmbolos extraídos das amostras de solos coletadas nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, no período de janeiro a setembro de 2009, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.

Colêmbolos do solo									
Meses das coletas									
Euca- lipto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Am 1	1	1	6	2	3	4	1	2	2
Am 2	2	1	2	1	3	1	2	2	1
Am 3	3	3	1	2	1	4	2	1	2
Am 4	1	2	7	1	4	2	1	2	2
Médias	1,7 b	1,7 b	4,0 a	1,5 b	2,7 b	2,7 b	1,5 a	1,7 b	1,7 b
Campo nativo									
Am 1	0	0	2	1	1	1	0	0	1
Am 2	1	1	2	2	1	1	0	1	2
Am 3	1	0	1	2	2	0	6	1	4
Am 4	0	0	0	1	1	0	1	3	4
Médias	0,5 b	0,2 b	1,2 a	1,5 b	1,2 b	0,5 b	1,7 a	1,2 b	2,7 b
Mata nativa									
Am 1	10	17	3	4	7	8	2	10	9
Am 2	23	29	6	6	8	12	7	9	8
Am 3	11	3	7	5	5	9	5	10	9
Am 4	12	14	4	5	6	10	22	10	8
Médias	14,0 a	15,7 a	5,0 a	5,0 a	6,5 a	9,7 a	9,0 a	9,7 a	8,5 a
CV(%)	22,8	54,0	45,6	26,9	19,5	25,3	63,2	24,4	15,2

Legenda: Am 1 = Amostra 1; Am 2 = Amostra 2; Am 3 = Amostra 3; Am 4 = Amostra 4. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%).

O presente trabalho também observou maior número de ácaros em relação aos colêmbolos nas amostras de solo em todas as áreas amostradas. Do total de indivíduos capturados nas três áreas, os ácaros foram representados por 65% e os colêmbolos em 35% do total capturados em todo período amostral.

Pela análise estatística dos dados observou-se que os dados referentes ao número de ácaros capturados nas amostras de solos nas áreas estudadas, apresentaram baixo coeficiente de variação (Tabela 3). Já para os colêmbolos, observou-se um maior coeficiente de variação nas coletas realizadas nos meses de fevereiro, março e julho de 2009, possivelmente devido ao fato de que nestas amostras os indivíduos foram capturados em altas quantidades na área sob mata nativa e foram ausentes nas amostras da área sob campo nativo (Tabela 4).

Embora as características químicas do solo (Apêndice 2) das áreas sob eucalipto e sob campo nativo apresentem diferenças, principalmente em relação à acidez e ao teor de nutrientes, sendo o solo sob eucalipto mais ácido e com menor teor de nutrientes e matéria orgânica, não se observaram diferenças no número de ácaros e colêmbolos coletados no período do estudo (Tabelas 4 e 5).

Observou-se também que o número de indivíduos do grupo dos ácaros e colêmbolos extraídos nas amostras da área sob mata nativa foram maiores do que aqueles presentes nas amostras das demais áreas. Ferreira & Marques (1998), utilizando o mesmo método de amostragem e captura de ácaros e colêmbolos do solo, mas por um período mais curto, obtiveram quantidade de colêmbolos nas áreas de mata nativa de 9 indivíduos e na área de eucalipto com 1 indivíduo. Estes valores foram inferiores aos encontrados neste trabalho.

Esses resultados estão de acordo com as observações realizadas em outros trabalhos (Chauvat et al., 2003; Sousa et al., 2004) que afirmam que as florestas nativas apresentam a maior diversidade de colêmbolos, devido ao fato de apresentar maior heterogeneidade no seu hábitat contribuindo para uma fauna mais diversa. Além disso, tais condições são possíveis pela maior variedade e disponibilidade de material orgânico presente na serapilheira que

fornece uma maior diversidade de itens alimentares e possibilidade de refúgios contra predadores (Vallejo et al. 1987).

4.1 Flutuação populacional de ácaros e colêmbolos

A distribuição do número total de ácaros e colêmbolos coletados mensalmente de solo das três áreas (Figura 6) permitem observar a flutuação destas populações, durante o período de janeiro a setembro de 2009.

Pode-se observar que a partir de fevereiro ocorreu redução no número de ácaros e colêmbolos capturados nas áreas sob mata nativa e campo nativo e a partir de março nas amostras de solo da área sob eucalipto. O menor número de ácaros e colêmbolos foram capturados nas coletas realizadas em abril. Esta flutuação na população de ácaros e colêmbolos provavelmente estão relacionadas com a redução da precipitação pluviométrica, registrada na Estação Experimental Agronômica da UFRGS até o mês de abril (Apêndice 1). Posteriormente, a partir de abril, ocorreu um aumento no número de indivíduos capturados nas amostras de todas as áreas estudadas (Figura 6), possivelmente devido ao aumento no índice pluviométrico e da temperatura a partir do mês de julho de 2009 (Apêndice 1).

Observações semelhantes foram realizadas por Souto et al., (2008) que também verificaram redução no número de ácaros e colêmbolos em meses com baixos índices pluviométricos. Segundo Ducatti (2002), a exposição de ácaros a temperaturas mais elevadas e as perdas de umidade no solo, são responsáveis pela maior variação na densidade e presença dos ácaros no solo.

A maior quantidade de ácaros e colêmbolos foi registrada na área de mata nativa, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro de 2009 (Figura 6). Estes resultados se assemelham aos valores observados por Corrêa Neto et al. (2001), onde a maior concentração de indivíduos foi observada em área de mata no período do verão em comparação com o número capturado em área sob eucalipto.

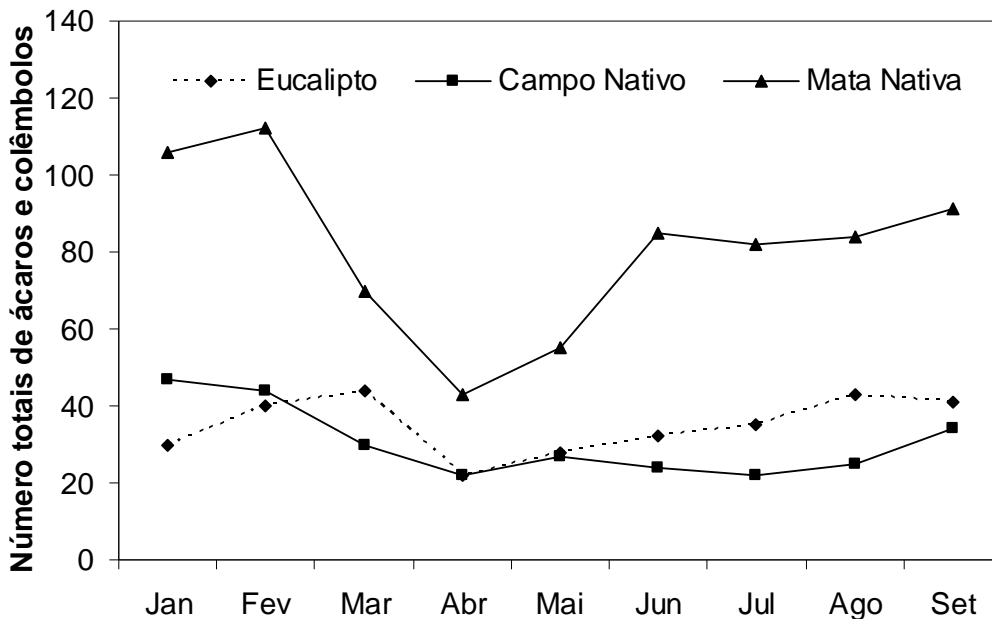


FIGURA 6. Número total de ácaros e colêmbolos capturados nas amostras de solo da camada de 0 a 7,5 cm de profundidade, no período de janeiro a setembro de 2009, nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.

A flutuação populacional dos indivíduos da mesofauna é influenciada por fatores abióticos cujo efeito é difícil de ser avaliado isoladamente devido à interação entre estes (Mussury et al., 2008). Além disso, a distribuição da população da mesofauna do solo também está ligada a fatores edáficos, ambientais, de umidade e teor de matéria orgânica do solo (Melo & Ligo 1999).

4.2 Famílias de ácaros e colêmbolos identificados nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa

Durante todo o período experimental foram coletadas 108 amostras de solo, das quais foram extraídos 861 ácaros e 457 colêmbolos. Estes, após a triagem, foram identificados em famílias. Os indivíduos com características similares foram distribuídos em cinco famílias de colêmbolos (Tabela 5) e 12 de ácaros (Tabela 6).

Entre os ácaros capturados, os exemplares foram classificados em cinco subordens: Astigmata (Acaridae), Mesostigmata (Ascidae, Uropodidae e Mesostigmata sp1) Prostigmata (Cunaxidae, Eriophyidae, Eupodidae, Penthelodidae, Pachygnathidae, Tarsonemidae e Prostigmata sp2), Oribatida (Galumnidae e Oribatidae) e a subclasse Acarina (família Phytoseiidae). Em alguns exemplares de ácaros, a ausência de características morfológicas com importância taxonômica ou presença de características morfológicas muito distintas das que são utilizadas para a classificação, não permitiram que estes indivíduos fossem claramente identificados em famílias subordens ou ordens, com base no material bibliográfico de referência utilizado, sendo, então, denominados como NI, não identificados (Figura 7).

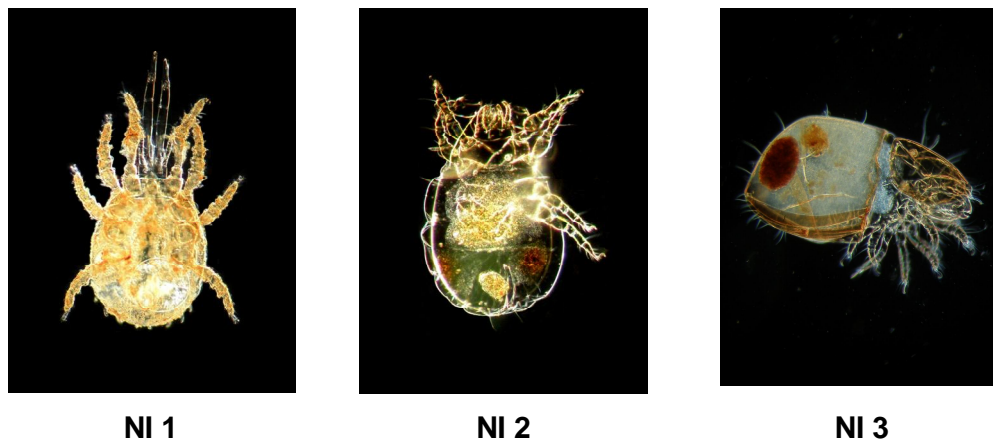


FIGURA 7. Ácaros não identificados capturados nas amostras de solo coletadas durante o período de janeiro a setembro de 2009, nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa. Legenda: NI 1= não identificado 1, capturado na área sob campo nativo; NI 2 = não identificado 2, capturado nas áreas sob eucalipto e mata nativa e NI 3 = não identificado 3, capturado nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa.

Os colêmbolos foram identificados como pertencentes a cinco famílias: Entomobryidae, Hypogastruridae, Onychiuridae, Poduridae e Symphyleonidae de acordo com as características descritas em Azpiazu et al., (2004) e Bellinger et al., (2009). Entre os colêmbolos capturados nas amostras coletadas na área sob eucalipto, foram identificados indivíduos pertencentes a todas as cinco famílias encontradas durante o período de estudo. No entanto, não foram encontrados representantes de todas as famílias em todas as amostragens mensais (Tabela 5). Ao contrário, observou-se a presença de

representantes de duas a três famílias diferentes em cada amostragem mensal. Os resultados obtidos na identificação dos colêmbolos, capturados neste trabalho, se assemelham aos obtidos por Baretta (2007), que observou que a presença ou ausência das famílias de colêmbolos nas amostras foi bastante variada.

Os colêmbolos da família Hypogastruridae foram encontrados nas amostras de solo na área de eucalipto nos meses de março, abril e maio. Observa-se que nas amostragens coletadas nesta área nos meses de julho, agosto e setembro não foram encontrados indivíduos das famílias Entomobryidae, Hypogastruridae e Onychiuridae. Provavelmente os colêmbolos destas três famílias podem ter sido afetados, nesta área, pelas temperaturas mais baixas ocorridas no período (Apêndice 1). Segundo Ponge et al. (2003), outra causa da ausência ou presença de determinadas famílias de colêmbolos está relacionada com a cobertura vegetal do solo, que pode influenciar na variabilidade e na distribuição dos colêmbolos edáficos.

Observou-se que nas amostras da área sob campo nativo os membros da família de colêmbolos Symphypleonidae foram capturados em baixo número e apenas nas coletas realizadas nos meses de março, abril e maio, diferentemente do que foi observado nas amostras coletadas sob eucalipto e mata nativa onde foram capturados em maior número nos meses de julho a setembro (Tabela 5). Aparentemente, as condições ambientais da área sob campo nativo não favorecem o desenvolvimento de grandes populações de colêmbolos da família Symphypleonidae. Tem sido observado que alterações na distribuição das famílias de colêmbolos podem estar relacionadas à estrutura da cobertura vegetal e ao acúmulo de matéria orgânica encontrados em áreas sob eucalipto (Sautter et al., 1998; Mussury et al., 2002; Ponge et al., 2003). Também Rovedder et al. (2009) observaram que as coberturas vegetais de áreas de campo nativo podem não propiciar condições adequadas para aumento no número de indivíduos do grupo dos colêmbolos.

A temperatura também parece ter influenciado na população de colêmbolos na área sob campo nativo nos meses de janeiro e fevereiro, período mais quente, o que justificaria a captura de baixo número de colêmbolos nas amostras coletadas nestes meses nas áreas sob eucalipto e

sob campo nativo (Tabela 5). No entanto, o mesmo não foi observado nas amostras coletadas nestes meses na área sob mata nativa. É possível que exista um efeito da cobertura vegetal na sobrevivência da população de colêmbolos nos meses mais quentes. Já foram relatadas reduções na diversidade de colêmbolos em áreas onde houve retirada de árvores, originando um ambiente mais susceptível às mudanças de temperatura e a perdas de umidade, já que os colêmbolos são sensíveis à dessecação e perdas de água no solo (Mussury et al., 2008).

Observou-se que maior número de colêmbolos foi capturado nas amostras da área sob mata nativa, em comparação com os resultados obtidos nas amostras das áreas sob eucalipto e sob campo nativo (Tabela 5). Estes resultados provavelmente são devidos às diferenças na cobertura vegetal entre as áreas estudadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira & Marques (1998), que também observaram maior número de colêmbolos em área sob na mata nativa comparada com área sob eucalipto. No interior da mata, a vegetação mais adensada e a superfície do solo coberta por folhas, são fatores que protegem e contribuem para o maior número de organismos (Gomes et al., 2007). Nas amostras coletadas na área sob mata nativa, colêmbolos das famílias Entomobryidae e Onychiuridae, foram capturados em todos os meses das coletas, observando-se apenas a diminuição do número de indivíduos capturados nos meses de março, abril e maio (Tabela 5).

As amostras da área sob mata nativa apresentaram a maior riqueza de famílias de colêmbolos, principalmente nos meses de fevereiro, junho, julho e agosto, tendo sido identificados colêmbolos de cinco famílias. O mesmo não foi observado nas amostras das outras duas áreas (Tabela 5).

TABELA 5. Números de colêmbolos identificados em famílias capturados das amostras de solos, coletadas no período de janeiro a setembro de 2009, na camada de 0 a 7,5 cm de profundidade, nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS.

	Área sob Eucalipto									Área sob Campo Nativo									Área sob Mata Nativa								
	Ja	Fe	Ma	Ab	Mi	Ju	Jl	Ag	Se	Ja	Fe	Ma	Ab	Mi	Ju	Jl	Ag	Se	Ja	Fe	Ma	Ab	Mi	Ju	Jl	Ag	Se
Colêmbolos																											
Entomobryidae	3	-	10	3	7	4	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	5	14	10	8	9	16	3	10	7
Hypogastruridae	-	-	3	3	2	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	1	2	5	-	32	4	7	5	3	5	5	5
Onychiuridae	4	2	-	-	2	2	-	-	-	1	-	1	1	1	2	1	2	51	12	6	5	6	11	2	5	10	
Poduridae	-	5	-	-	-	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	5	3	4	-	3	-	-	-	6	10	4	-
Symphyleonidae	-	-	3	-	-	5	4	6	5	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-	2	-	-	6	5	16	15	12
Nº de colêmbolos	7	7	16	6	11	11	6	7	7	2	1	5	6	5	2	7	5	11	56	63	20	20	26	39	36	39	34
Riqueza⁽¹⁾	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	1	3	4	4	1	3	2	3	2	5	3	3	4	5	5	5	4

⁽¹⁾ Riqueza: número de diferentes famílias de colêmbolos capturadas nas amostragens mensais. Legenda: Ja = Janeiro, Fe = Fevereiro, Ma= Março, Ab= Abril, Mi= Maio, Ju= Junho, Jl= Julho, Ag= Agosto e Se= Setembro.

A classificação dos ácaros capturados nas amostras de cada área (Tabela 6) mostrou que os membros da família Oribatidae foram encontrados em todas as amostras mensais. Já os das famílias Eupodidae foram capturados em todas as amostras das áreas sob campo nativo e mata nativa (Tabela 6).

Nas amostras de solo coletadas na área sob eucalipto observou-se que, membros das famílias Oribatidae e Pachygnathidae foram capturados em quase todas as amostras (Tabela 6). Já os ácaros pertencentes à Ascidae, Phytoseiidae, Tarsonemidae e Uropodidae foram encontrados apenas em poucas amostras de solo da área sob eucalipto. Também se observou que, nas amostras desta área, Ascidae foi capturada nas amostragens de janeiro e março e Acaridae em julho, agosto e setembro (Tabela 6). Resultados semelhantes foram observados por Teixeira & Schubart (1988), que relacionaram estas famílias de ácaros com áreas de pastagens.

Nas amostras da área de campo nativo, os ácaros da família Acaridae foram capturados em todo o período estudado, sendo o maior número obtido nas amostras coletadas em janeiro (Tabela 6). Também é interessante notar que ácaros das famílias Ascidae e Pachygnathidae foram capturados em todas as amostragens mensais, exceto nas coletadas de junho e julho (Tabela 6), meses com menor temperatura (Apêndice 1), o que poderia indicar sensibilidade à baixa temperatura em área sob vegetação de campo nativo.

No entanto, a influência de outros fatores, relacionados ao suprimento alimentar ou às interações com populações de predadores, não pode ser descartada, uma vez que o número de ácaros da família Pachygnathidae, capturados em área sob campo nativo, mostra que esta população praticamente se desenvolve de forma semelhante em solo sob eucalipto, e quase não é encontrada em solos sob ambiente de mata nativa (Tabela 6). Já membros da família Galumnidae praticamente não foram capturados nas amostras das áreas de campo nativo e mata nativa, sendo observados em baixos números nas amostras da área sob eucalipto (Tabela 6). Provavelmente, além do tipo de cobertura do solo, pode haver influência da profundidade em que as amostras de solo foram coletadas.

TABELA 6. Número de ácaros identificados por família extraídos das amostras de solo, coletadas no período de janeiro a setembro de 2009, nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa localizada na EEA, UFRGS, Eldorado do Sul.

	Área sob Eucalipto									Área sob Campo Nativo									Área sob Mata Nativa								
	Já	Fe	Ma	Ab	Mi	Ju	Jl	Ag	Se	Ja	Fe	Ma	Ab	Mi	Ju	Jl	Ag	Se	Já	Fe	Ma	Ab	Mi	Ju	Jl	Ag	Se
Ácaros																											
Acaridae	-	-	-	-	-	-	2	3	2	18	1	2	3	1	5	9	2	2	1	-	-	-	-	2	1	3	2
Ascidae	2	-	1	-	-	-	-	-	-	8	5	5	4	1	-	-	2	2	10	7	10	-	6	1	-	-	7
Cunaxidae	-	-	6	3	3	-	-	-	-	7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3	8	5	5	-	-	-	-
Eriophyidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Eupodidae	-	-	4	-	-	-	15	14	10	2	6	1	5	5	8	3	8	9	15	3	9	7	5	28	25	20	25
Galumnidae	-	-	2	-	-	3	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Mesostigmata sp.	-	-	1	-	-	-	-	5	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	2	-	-	2	-	-	15
Oribatidae	8	15	13	10	8	11	7	8	6	1	20	7	5	5	1	2	4	7	13	16	20	9	10	8	5	9	8
Pachygnathidae	13	12	1	3	4	5	-	4	5	2	8	6	3	3	-	-	4	3	-	20	-	-	-	-	-	-	-
Phytoseiidae	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Penthalodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarsonemidae	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uropodidae	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prostigmata sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Não identificados																											
NI 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NI 2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	13	-
NI 3	-	-	-	-	2	1	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	2	3	2	-	-	-
Nº de ácaros	23	33	28	16	17	21	29	36	34	40	42	24	20	15	15	15	20	23	50	49	50	23	29	44	46	45	57
Riqueza⁽¹⁾	3	4	7	3	4	5	7	7	7	7	6	6	5	5	4	4	5	5	9	5	6	4	5	7	5	4	5

⁽¹⁾ Riqueza: Número de diferentes famílias de ácaros capturadas nas amostragens mensais.

Ácaros da família Acaridae, Oribatidae e Eupodidae foram registrados nas amostras de campo nativo em todo o período estudado (Tabela 6). Já os ácaros das famílias Eupodidae e Oribatidae foram capturados em todos os meses e em maior número nas amostras de solo de mata nativa, sendo que este fato não foi observado nas amostras das outras duas áreas estudadas. Observações semelhantes em área sob mata nativa foram feitas por Uhlig, (2005) em estudo com amostras de solo em florestas com diferentes estágios de regeneração, onde a maior densidade de ácaros, principalmente da família Oribatidae, foi registrada nas amostras que apresentavam estágios de recuperação mais avançado. Também Hoffmann et al. (2009) mostraram que áreas de matas nativas apresentam uma ampla riqueza de espécies da mesofauna, principalmente de ácaros.

Os ácaros das famílias Eriophyidae, Galumnidae, Phytoseiidae, Penthelodidae, Tarsonemidae, Prostigmata sp e não identificados NI 1 foram capturados em número muito baixo e presente em poucas amostragens no período estudado (Tabela 6), o que poderia indicar que a captura destes ácaros nas amostras de solo poderia ser devido ao acaso. Esta situação parecer ser comum com algumas famílias. Ferreira & Marques (1998) também observaram que alguns ácaros, que não foram classificados, mas foram denominados de “sp”, foram encontrados em poucas amostras e apenas um indivíduo.

4.3 Índice de Shannon-Wiener (H)

O índice de Shannon, que indica a diversidade de ácaros e colêmbolos capturados nas amostras de solo das três áreas de estudo, foi calculado a partir da análise do número de indivíduos representantes de cada família de ácaros e colêmbolos, e é mostrado na Tabela 7.

Em relação à diversidade das famílias capturadas nas amostras de solo, observou-se que na área sob mata nativa, os valores de Shannon (H) variaram pouco, de 1,7 a 2,5, em comparação com os índices calculados para as amostras das áreas sob eucalipto, que variaram de 1,1 a 2,2 e campo nativo, de 1,6 a 3,0 (Tabela 7). De acordo com Vallejo et al. (1987), a maior diversidade de ácaros e colêmbolos em áreas de mata pode ser devida à presença de maior variedade de espécies vegetais, o que representaria a

formação de serrapilheira mais diversa sobre o solo fornecendo ampla diversidade de itens alimentares e servindo de refúgio para alguns ácaros e colêmbolos contra seus predadores.

TABELA 7. Índice de diversidade de Shannon (H) referentes às famílias de ácaros e colêmbolos capturados em áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, coletados de janeiro a setembro de 2009.

Áreas de estudo/ Meses analisados	Índice de Shannon-Wiener (H)								
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Eucalipto	1,46	1,67	2,35	1,19	2,14	2,15	2,04	2,11	2,29
Campo Nativo	1,81	1,69	3,04	2,70	2,68	1,97	1,84	2,13	2,37
Mata Nativa	1,76	2,12	2,10	2,12	2,51	2,23	2,06	2,18	2,19

Na área sob eucalipto o menor valor do índice de Shannon foi obtido nas amostras coletadas no mês de abril (Tabela 7), provavelmente devido à baixa precipitação pluviométrica que ocorreu no período (Apêndice 1). Souto et al., (2008) também observaram que o baixo índice de Shannon da mesofauna esteve relacionado com o menor índice pluviométrico.

Além do regime de chuvas, outro fator, como o teor de matéria orgânica do solo, pode ter grande influência sobre a diversidade da mesofauna (Hoffmann et al., 2009). Neste trabalho, observou-se que o teor de matéria orgânica no solo sob eucalipto foi de 1,3%, sob campo nativo foi de 2,3% e sob mata nativa de 2,6% (Apêndice 2). Estas diferenças no teor de matéria orgânica provavelmente estão relacionadas com as diferentes coberturas vegetais das áreas estudadas. No entanto, apesar das diferentes coberturas vegetais e teores de matéria orgânica dos solos, comparando-se o índice de diversidade de Shannon calculado para as três áreas estudadas, observou-se que ocorreu maior variação apenas nas amostragens realizadas nos meses de março, abril e maio (Tabela 7), sendo muito semelhante nos demais meses. Desta forma, não foi possível se estabelecer uma relação entre o índice de diversidade e o teor de matéria orgânica dos solos das áreas estudadas. Resultados diferentes foram obtidos por Corrêa Neto et al. (2003) em estudo

que buscou relacionar a quantidade de material orgânico na área de eucalipto com a diversidade de organismos da mesofauna. Os autores observaram que o índice de Shannon variou mais em função do teor de serapilheira do que da temperatura do mês de coleta e constataram que, quanto maior o teor de material orgânico maior, a diversidade da mesofauna.

Provavelmente outros fatores, como diferentes ciclos biológicos dos componentes da mesofauna edáfica, suprimento alimentar e interrelações com predadores, possam ter afetado o número de indivíduos capturados nas amostras de solo e o índice de diversidade de Shannon calculado para os meses de março, abril e maio (Tabela 7).

4.4 Análise de Componentes Principais (ACP)

Os dados referentes ao número total de ácaros e colêmbolos de cada família capturados em todo período do estudo foram submetidos à análise estatística multivariada, cujo gráfico é apresentado na Figura 8. Para a realização desta análise, foram desconsiderados os valores correspondentes aos ácaros das famílias Eriophyidae, Phytoseiidae, Penthalodidae e Tarsonemidae, os identificados ao nível de ordem, Prostigmata sp2, e o ácaro não identificado, NI 1, os quais foram capturados em números muito baixos, provavelmente devido ao acaso (Tabela 6). Na Figura 8, pode-se observar que as variações observadas nos resultados de identificação e contagem dos indivíduos da mesofauna, permitem a separação das três áreas estudadas, eucalipto, campo nativo e mata nativa.

A variabilidade dos dados da abundância das famílias de ácaros e colêmbolos encontradas nas três áreas foram explicadas em 100%, considerando-se todas as informações contidas nas amostras, com a variação do componente principal 1 (CP1) explicando 76,4 % das variações e a do componente principal 2 (CP2) 23,6% (Figura 8).

Pode-se observar que as variações no número total de colêmbolos das famílias Entomobryidae, Onychiuridae e Symphypleonidae influenciaram mais nos resultados na área sob mata nativa, que também apresentou maior

diversidade (Figura 8). Os colêmbolos parecem se concentrar em áreas sob mata (Sousa et al., 2004).

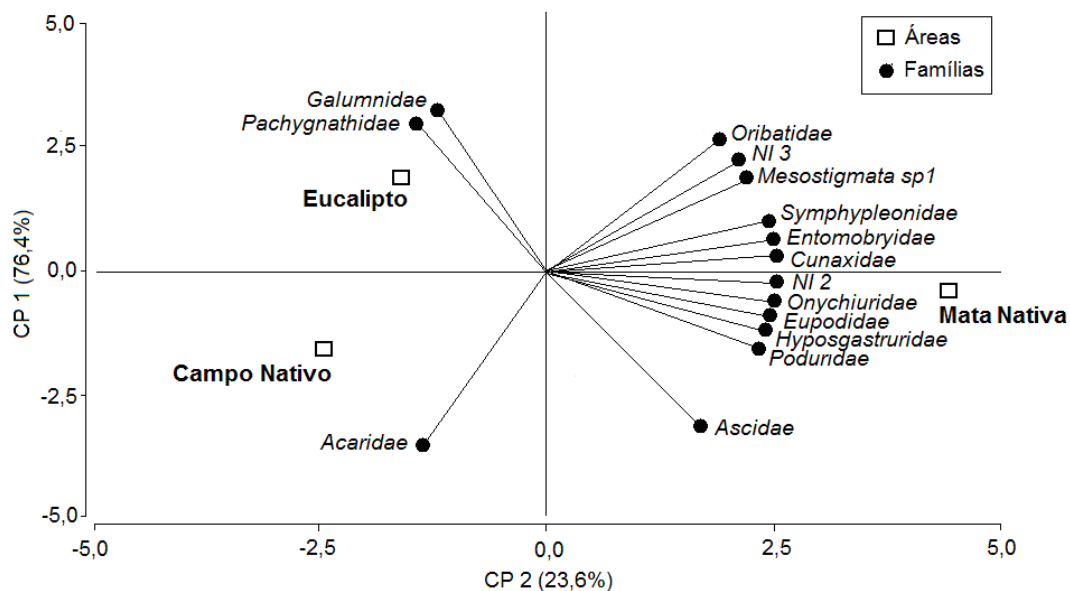


FIGURA 8. Relação entre o componente principal 1 (CP 1) e o componente principal 2 (CP 2), discriminando as áreas sob eucalipto, sob campo nativo, sob mata nativa e as famílias de ácaros e colêmbolos.

As variações na população de colêmbolos da família Hypogastroiridae também foram relacionadas com a área sob mata nativa, embora esta família de colembolos tenha sido mais afetada na área sob eucalipto. A quantidade de ácaros representantes da família Acaridae apresentou uma maior associação com a área sob campo nativo e já a família Ascidae com as áreas campo e mata nativa, já a quantidade de ácaros da família Oribatidae, encontrados nas amostras de solo, foram mais associadas com as áreas sob eucalipto e mata nativa (Figura 8).

A análise multivariada permite a observação das diferenças nas distribuições nas famílias de ácaros e colêmbolos em cada local. Estas informações mostram que as áreas sob eucalipto apresentam alterações na composição e riqueza da população de ácaros e colêmbolos, componentes da mesofauna do solo, A alteração da cobertura vegetal de mata nativa para campo nativo ou para cultivo de eucalipto pode ser prejudicial ou favorecer algumas famílias de ácaros e colêmbolos do solo, e, portanto, possibilita que a

flutuação populacional de ácaros e colêmbolos de determinada família possa ser utilizada como bioindicador de qualidade do solo.

4.5 Potencial de uso de famílias de ácaros e colêmbolos como bioindicadores de qualidade do solo

Os resultados das análises da flutuação populacional dos ácaros e colêmbolos, identificados neste trabalho, em amostras de solo submetidas à diferentes usos e coberturas vegetais, possibilitam o emprego de tais análises como bioindicadores de qualidade do solo. O emprego de avaliações populacionais de componentes da mesofauna como bioindicador de qualidade de solo tem crescido nos últimos anos (Baretta, 2007).

No entanto, para que se possa realizar a análise da flutuação populacional de determinado ácaro ou colêmbolo capturado em amostras de solo, se faz necessário que este seja identificado, de forma a permitir a separação e contagem dos microartrópodes em estudo dentre todos os componentes da mesofauna edáfica que são capturados nas amostras de solo. Sendo assim, a facilidade de identificação destas famílias, com base em características morfológicas de fácil visualização e reconhecimento parece ser condição essencial para possibilitar a utilização como bioindicador de qualidade do solo.

Com base na facilidade de identificação e nas características da flutuação populacional dos ácaros e colêmbolos que foram estudados neste trabalho, avaliou-se o monitoramento da população dos ácaros das famílias Eupodidae, Pachygnathidae e Oribatidae e dos colêmbolos da família Hypogastruridae como bioindicadores de qualidade do solo.

4.5.1 Ácaros da família Eupodidae

Os ácaros da família Eupodidae (Figura 9a) são facilmente identificados devido às características corporais e por apresentarem quelíceras com dígitos pequenos, fêmur do quarto par de pernas bem dilatado e o primeiro

e quarto pares de pernas mais longos do que o corpo (Figura 9b). Estas características permitem diferenciá-los dos ácaros das demais famílias.

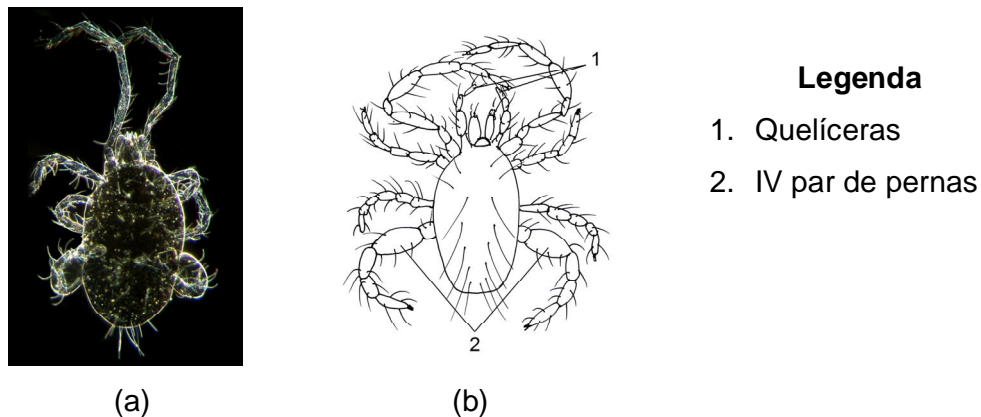


FIGURA 9. Foto (a) e desenho esquemático (b) do ácaro da família *Eupodidae* capturado nas amostras de solo coletadas nas áreas estudadas. Legenda: (1) quelíceras com dígitos pequenos e (2) Fêmur IV bem dilatado e perna I e IV geralmente a mais longa que o corpo.

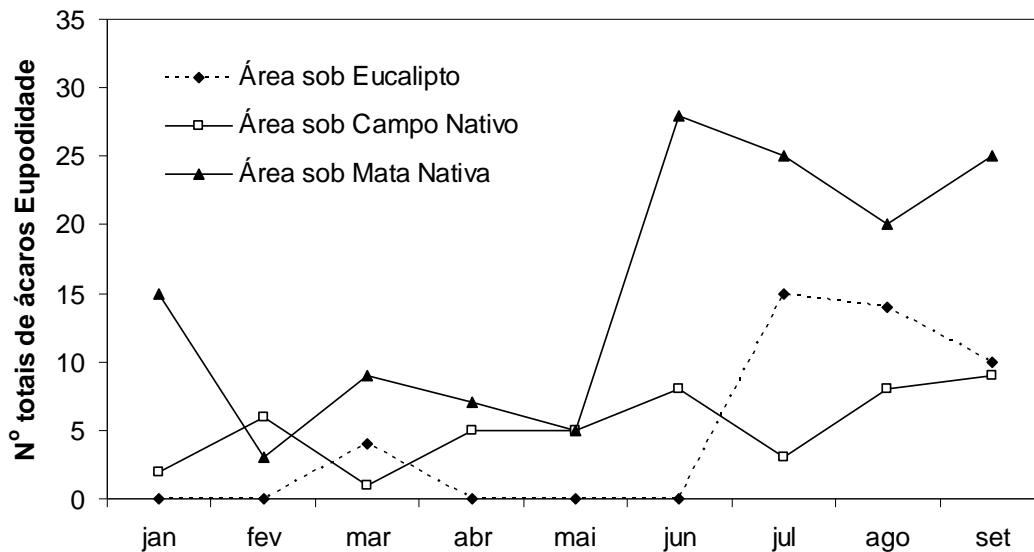


FIGURA 10. Flutuação populacional de ácaros da família *Eupodidae*, em amostras de solo coletadas de 0 a 7,5 cm de profundidade no período de janeiro a setembro 2009, nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.

Além da facilidade na identificação, a população destes ácaros foi afetada pelo cultivo de eucalipto. Na Figura 10 se pode observar que a população de ácaros da família Eupodidae foi reduzida no solo de área sob cultivo de eucalipto, em comparação com a população observada em solos de áreas sob campo nativo e mata nativa, localizadas próximas da área com *Eucalyptus sp.*

4.5.2 Ácaros da família Oribatidae

Os ácaros da família Oribatidae (Figura 11a) também apresentam características facilmente distinguíveis, apresentando distribuição de setas sobre o corpo bem característico (Figura 11b). São de coloração escura e revestida por um rígido exoesqueleto. Diversos trabalhos têm utilizado o monitoramento da população de ácaros edáficos como bioindicadores de alteração ambientais (Melo & Igo, 1999; Silva et al., 2007; Hoffmann et al., 2009) e os ácaros oribatídeos são os mais utilizados (Franklin et al., 2007; Mussury et al., 2002).

Neste trabalho, observou-se que a flutuação populacional dos ácaros da família Oribatidae (Figura 12) foi muito semelhante na área sob eucalipto, campo nativo e mata nativa, mostrando variações semelhantes ao longo do período do estudo, provavelmente refletindo efeitos climáticos.

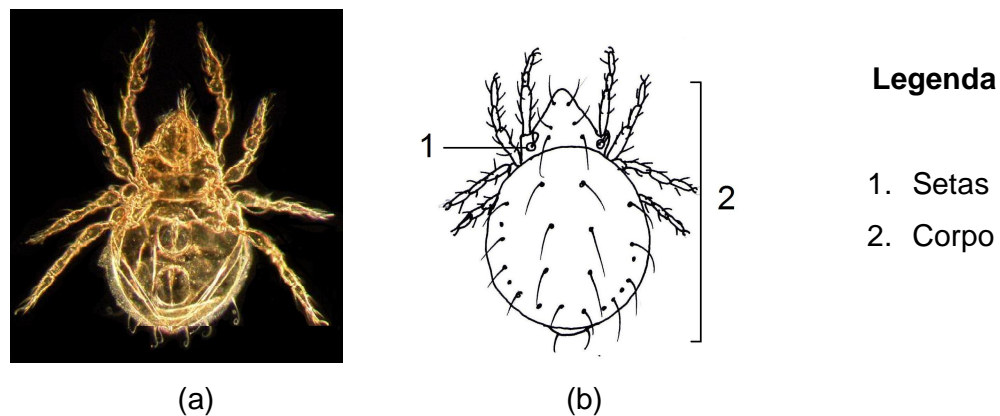


FIGURA 11. Foto (a) e desenho esquemático (b) do ácaro da família Oribatidae capturado nas amostras de solo nas áreas de eucalipto, campo nativo e mata nativa. Legenda: (1) apresenta par de setas sensoriais e (2) corpo marrom, coberto pela carapaça rígida.

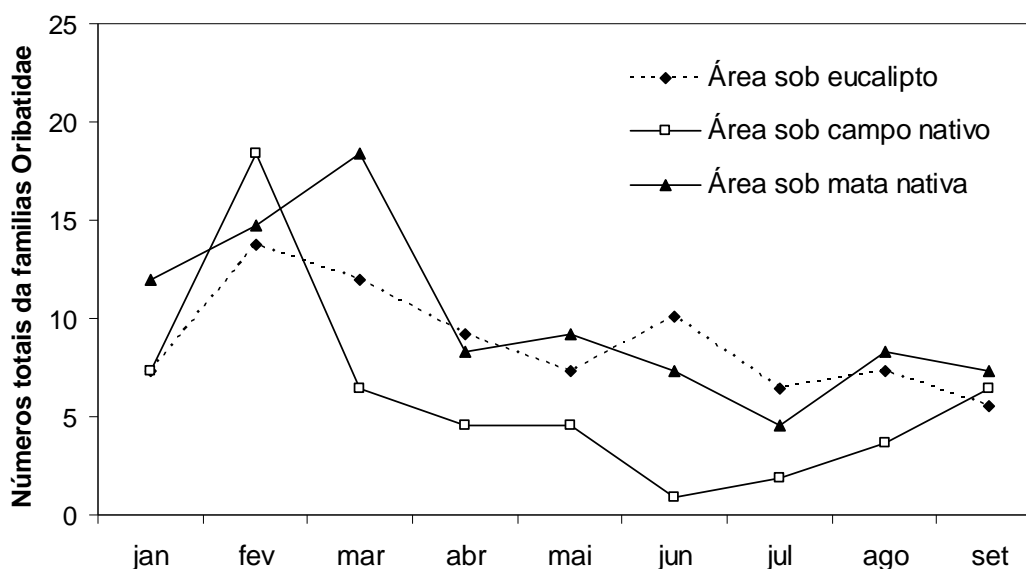


FIGURA 12. Flutuação populacional de ácaros da família Oribatidae, em amostras de solo coletadas de 0 a 7,5 cm de profundidade, no período de janeiro a setembro 2009, nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.

Resultados semelhantes foram obtidos por Mussury et al. (2008) em estudo conduzido em três fragmentos florestais em Dourados. Os autores também observaram maior quantidade de ácaros da família Oribatidae em comparação com as demais espécies de ácaros, mostrando a sua ampla distribuição no solo. Provavelmente esta característica dos ácaros da família Oribatidae seja a razão da dificuldade no uso destes ácaros como bioindicadores. Behan-Pelletier (1999) sugere que os ácaros oribatídeos seriam um bioindicador mais eficaz se utilizados com a identificação ao nível de espécies e não de família.

Devido à ampla distribuição dos ácaros desta família e por apresentar flutuação populacional semelhante (Figura 12) em solos com diferentes coberturas vegetais, o uso da flutuação populacional de ácaros desta família não seria recomendável.

4.5.3 Ácaros da família Pachygnathidae

Outro grupo de ácaros que apresenta potencial para ser utilizado como bioindicador de qualidade do solo são os pertencentes à família Pachygnathidae (Figura 13a), os quais, neste trabalho, foram o segundo grupo de ácaros registrados em maior número nas amostras de solo coletadas na área sob eucalipto em quase todo o período do estudo, exceto nas amostras coletadas no mês de julho (Tabela 6), e fortemente relacionado à área confirmando este fato também nas análises de componentes principais (Figura 8). Este grupo de ácaros também é facilmente identificado com base nas características morfológicas, que apresenta corpo recoberto por setas pilosas, arredondado e com coloração leitosa (Figura 13b).

Analisando-se a flutuação populacional deste grupo de ácaros (Figura 14), observou-se que somente foram encontrados nas amostras coletadas na área sob mata nativa no mês de fevereiro, desaparecendo das amostras coletadas nos demais meses do período de estudo. Já nas amostras da área sob campo nativo, a flutuação populacional foi semelhante ao observado para a área sob eucalipto (Figura 14), porém o número de indivíduos capturados deste grupo de ácaros foi menor do que o obtido nas amostras de solo da área sob eucalipto.

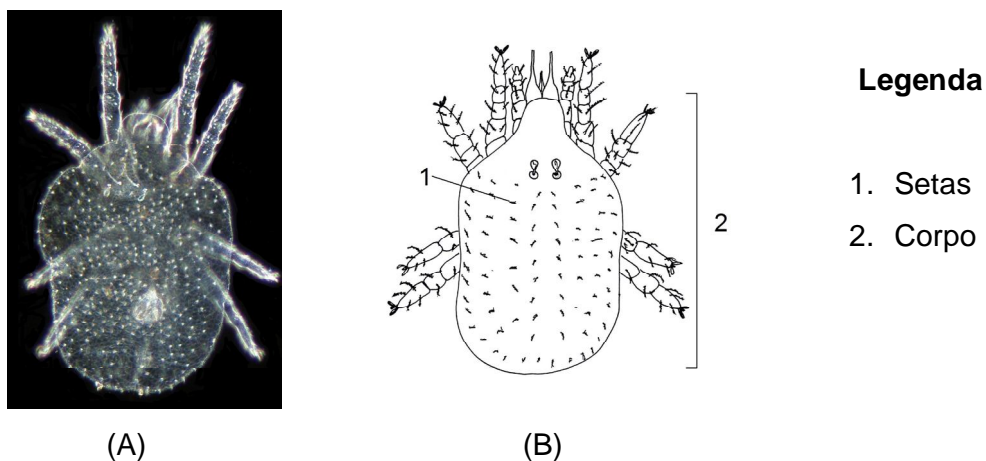


FIGURA 13. Foto (a) e desenho esquemático (b) de ácaros da família Pachygnathidae capturados nas amostras de solo nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa. Legenda: (1) corpo recoberto por setas pilosas e (2) arredondado e com coloração “leitosa”

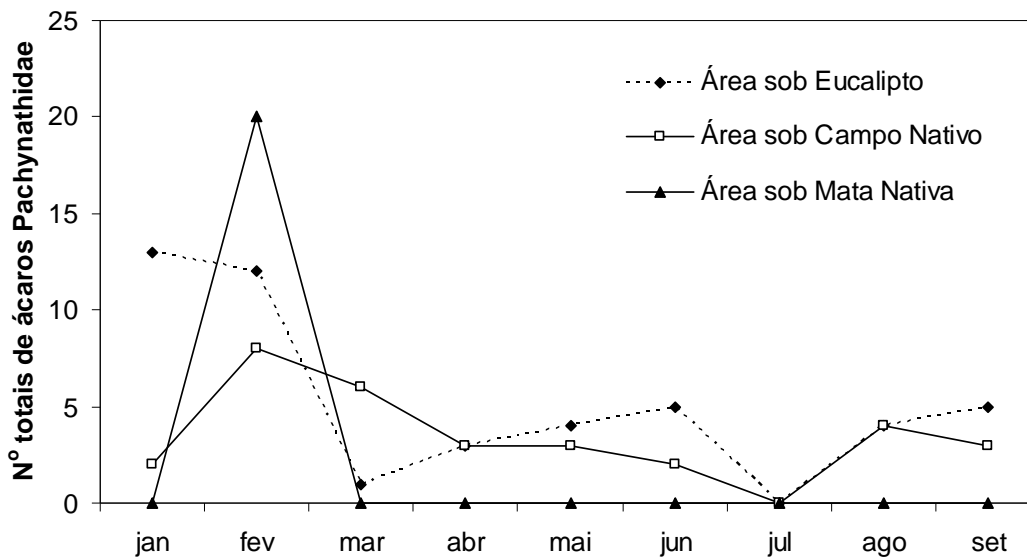


FIGURA 14. Flutuação populacional de ácaros da família Pachygnathidae, em amostras de solo coletadas de 0 a 7,5 cm de profundidade, no período de janeiro a setembro 2009, nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.

Também se pode observar na figura 14 que o número total de indivíduos deste grupo de ácaros mostrou resultados contraditórios nas amostras das diferentes áreas, se avaliados em amostragens realizadas em um único mês, sendo necessária a avaliação da flutuação populacional, com amostragens de solo coletadas com maior frequência no período de estudo, como o que foi realizado neste trabalho. Em função da facilidade de identificação dos ácaros da família Pachygnathidae, e sendo realizado um estudo de flutuação da população, este grupo de ácaros poderia ser utilizado como bioindicador de qualidade do solo pois, aparentemente foram estimulados pela presença da cobertura vegetal de eucalipto.

4.5.4 Colêmbolos da família Hypogastruridae

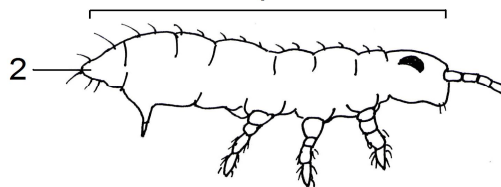
Todos os espécimes de colêmbolos capturados nas amostras de solos das áreas estudadas no período de janeiro a setembro de 2009 foram classificados em nível de família (Tabela 5).

A flutuação populacional (presença e número) de colêmbolos das cinco famílias identificadas neste trabalho (Entomobryidae, Hypogastruridae, Onychiuridae, Poduridae e Symphyleonidae) foi analisada nas amostras de solos coletadas nas três áreas estudadas. Entre estas famílias, os colêmbolos pertencentes à família Hypogastruridae (Figura 15a) mostrou potencial para ser utilizada como bioindicador de qualidade do solo, uma vez que é de fácil identificação devido à sua morfologia corporal característica: corpo alongado com pelos curtos e abdômen sem projeções laterais e com ausência de fúrcula (Figura 15b).



(a)

1



(b)

Legenda

1. Corpo
2. Abdômen

FIGURA 15. Foto (a) e desenho esquemático (b) de colêmbolo da família Hypogastruridae capturado nas amostras de solo das áreas de eucalipto, campo nativo e mata nativa. Legenda: (1) corpo alongado; (2) abdômen com ausência de fúrcula.

Avaliando-se a flutuação populacional dos colêmbolos da família Hypogastruridae, observou-se que estes foram afetados negativamente pelas condições do solo da área sob cultivo de eucalipto em comparação com a flutuação populacional destes observada nas amostras de solo das áreas sob campo nativo e mata nativa (Figura 16), como é mostrado nas análises de componentes principais (Figura 8). Desta forma, o monitoramento deste grupo de colêmbolos pode ser utilizado como um bioindicador da qualidade biológica do solo.

A informação disponível na literatura sobre o comportamento e a biologia das diferentes famílias de colêmbolos e suas interações com plantas e com os demais componentes da biota do solo ainda é escassa. No entanto, nos últimos anos tem crescido a publicação de trabalhos com colêmbolos, principalmente os que buscam utilizá-los como bioindicador (Duarte 2004; Hoffman et al., 2004).

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a qualidade biológica de um solo pode ser avaliada analisando-se a flutuação populacional de ácaros e colêmbolos, pois são componentes importantes da qualidade biológica do solo (Silva et al., 2007). Neste trabalho, notou-se a importância da realização de diversas amostragens ao longo do ano e da identificação dos ácaros e colêmbolos capturados de forma a se evitar que fatores sazonais, como temperatura e regime de chuvas, possam mascarar efeitos causados pela cobertura vegetal sobre a mesofauna edáfica e prejudicar o uso do monitoramento como bioindicador de qualidade do solo

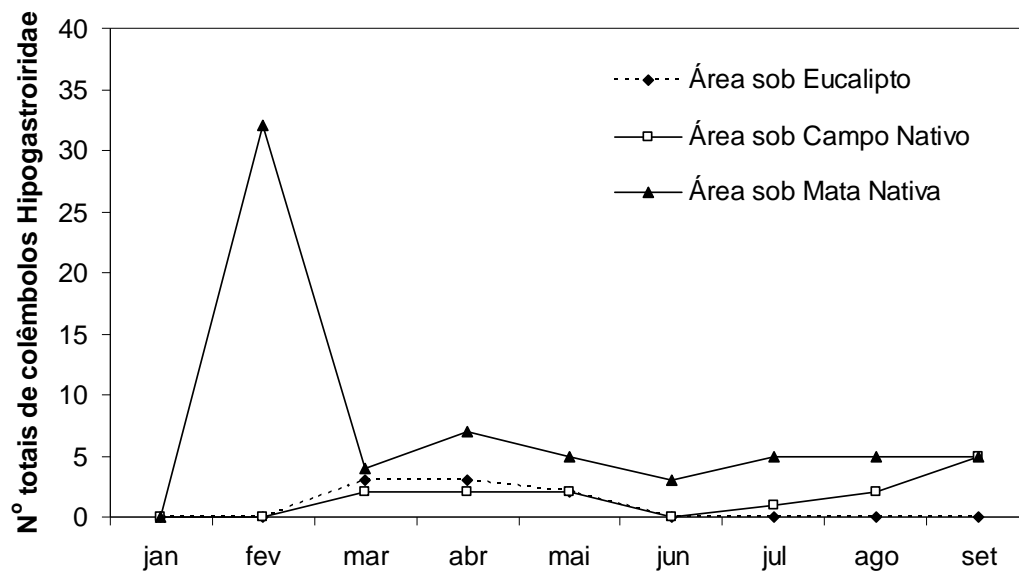


FIGURA 16. Flutuação populacional de colêmbolos da família Hypogastruridae, em amostras de solo coletadas de 0 a 7,5 cm de profundidade, no período de janeiro a setembro 2009, nas áreas sob eucalipto, sob campo nativo e sob mata nativa, localizadas na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS.

5. CONCLUSÕES

O solo da área sob cobertura vegetal de mata nativa apresenta maior número de ácaros e colêmbolos em comparação aos solos sob campo nativo e eucalipto.

O ácaro predominante em todo período amostral nas áreas de eucalipto e campo nativo, foi o ácaro da família Oribatidae. Na área sob mata nativa foi a família de ácaros Eupodidae.

A família Oribatidae não é um bom indicador da qualidade biológica do solo, pois nas condições deste trabalho, esta população não foi afetada pelas diferentes coberturas vegetais das áreas estudadas.

Os ácaros das famílias Eupodidae e Pachygnathidae e os colêmbolos da família Hypogastruridae podem ser utilizados como bioindicadores de qualidade do solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, T. H. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 98, p. 285-293, 2003.

ARAÚJO, E. A. de; RIBEIRO, G. A. Impactos do fogo sobre a entomofauna do solo em ecossistemas florestais. **Natureza & Desenvolvimento**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 75-85, 2005.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

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

AZPIAZU, M. D.; CAIRO, V. G.; PALACIOS-VARGAS, J G.; SÁNCHEZ, J. L. Clave dicotómica para la determinación de los colémbolos de cuba (Hexapoda: Collembola). **Boln Sociedad Entomológica Aragonesa – SEA**, Espanha, n 34, p. 73-83, 2004.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; MAFRA, A.L.; WILDNER, L.P.; MIQUELLUTI, D.J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Florianópolis, v. 2, p. 97-106, 2003.

BARETTA, D.; FERREIRA, C. S.; SOUSA, J. P.; CARDOSO, E. J. B. N. Colémbolos (hexapoda: collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com Araucaria angustifolia, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p. 2693-2699, 2008.

BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como bioindicadores de qualidade ambiental em áreas com Araucaria angustifolia no Estado de São Paulo**. Piracicaba. 2007. 158f. Tese (Doutorado) – Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura, “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BEHAN-PELLETIER, V. M. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 411-423, 1999.

BELLINI B. C.; ZEPPELINI, D. Registros da fauna de Collembola (Arthropoda, Hexapoda) no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n.3, p. 386-390, 2009.

BELLINGER, P.F.; CHRISTIANSEN, K.A.; JANSSENS, F. **Checklist of the Collembola of the world**. Disponível em: < <http://www.collembola.org>>. Acesso em: 18 nov. 2009.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F. HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.831-839, 2004.

BROZA, M.; PEREIRA, R. M.; STIMAC J. L. The nonsusceptibility of soil Collembola to insect pathogens and their potential as scavengers of microbial pesticides. **Pedobiologia**, Göttingen, Germany, v. 45, p. 523-534, 2001.

CHAUVAT, M.; ZAITSEV, A.S.; WOLTERS, V. Successional changes of Collembola and soil microbiota during forest rotation. **Oecologia**, Heidelberg v.137. p.269-276, 2003.

CANHOS, V. P. Grupo de Trabalho Temático: Microrganismos e Biodiversidade de Solos BDT. In: ESTRATÉGIA Nacional de Diversidade Biológica. Campinas: Unicamp, 1998.

COLEMAN, D.C.; CROSSLEY, D. A. Jr. **Fundamentals of soil ecology**. San Diego, 1995. 205p.

CORRÊA NETO, T. DE A.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. F.; DOS ANJOS, L. H. C. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n.1, p.70 - 75, 2001.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre : Genesis, 1999. p. 197-225.

CURRY-LINDHAL, K. **Ecologia: conservar para sobreviver**. São Paulo : Cultrix, 1972. 390p.

CROUAU, Y.; GISCLARD, C.; PEROTTI, P. The use of *Folsomia candida* (Collembola, Isotomidae) in bioassays of waste. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.19, p.65-70, 2002.

D'ANDREA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 913-923, 2002

DEHARVENG L. Recent advances in Collembola systematics. **Pedobiologia**, Göttingen, Germany, v.48, p. 415-433, 2004.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B., Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison : SSSAJ, 1994. p.3-22. (Publication Number 35)

DUARTE, M. M. Abundância de microartrópodes do solo em fragmentos de mata com araucária no sul do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 94, n. 2, p.163-169, 2004.

DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais em áreas reflorestadas com a espécie da mata atlântica**. 2002. 70f. Dissertação (Mestrado - Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura, "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema brasileiro de classificação do solo**. Rio de Janeiro, 2005. 374p.

EDWARDS, C.A.;K.E. FLETCHER. A comparison of extraction methods for terrestrial arthropods, p.150-80. In: PHILLIPSON, J. (ed.) **Methods of study in quantitative soil ecology: population, production and energy flow**. Oxford : Blackwell Scientific Publications, 1971. 297p. (IBP Handbook, 18).

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 2000. 145 p.

FERREIRA, R. L.; MARQUES, M. M. G. S. M.. A Fauna de artrópodes de serrapilheira de áreas de monocultura com *Eucalyptus sp.* e mata secundária heterogênea. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 395-403, 1998.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. S. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.399-407, 2006.

FRANCINI, J. C.; CRSPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation system in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 92, n. 1, p. 18 - 29, 2007

FRANKLIN, E.; SANTOS, E. M. R.; ALBUQUERQUE, M. I. C. Edaphic and arboricolous oribatid mites (Acari; Oribatida) in tropical environments: changes in the distribution of higher level taxonomic groups in the communities of species. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 67, n.3, p. 447-458, 2007.

FREIRE, R. A. P. **Ácaros predadores do Estado de São Paulo, com ênfase em Laelapidae (Acari: Mesostigmatas), com o potencial de uso no controle de pragas de solo**. 2007. 289f. Tese (Doutorado - Ciência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da ; BARROS, N. F. de ; VIANA, A. P.; SANTOS, G. de A. Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações de eucalipto, em diferentes sítios da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.1489-1499, 2008.

GOMES, A. A.; MUSSURY, R. M.; SCALON, S. de P. Q.; WATTHIER, F.; CUNHA, K. A. A.; FILHO, H. S. Avaliação do impacto da fragmentação de florestas nativas sobre a mesofauna edáfica na região de Dourados-MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 612-618, 2007.

HALE, W. G. Colembolos. In: BURGESS, A.; RAW, F. (Eds.). **Biologia del suelo**. Barcelona: Omega, 1971. p. 463-477.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T. ; RYAN, P. D. PAST - Palaeontological Statistics, ver. 1.69, June, 2007. Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>. Acesso: 16 nov. 2009.

HOFFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. DO S. V.; DINIZ, A. A.; ARAÚJO, L. H. A. ; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em areia, Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga** , Mossoró, v.22, n3, p 121-125, 2009.

KRANTZ, G.W.. **A manual of acarology**. Oregon: O.S.U. Book Stores, 1970. 335p.

LARSEN, T.; SCHJØNNING, P.; AXELSEN J. The impact of soil compaction on euedaphic Collembola. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 26, p. 273–281, 2004.

LEIVAS, F. W. T.; FISCHER, M. L. Avaliação da composição de invertebrados terrestres em uma área rural localizada no município de Campina Grande do Sul, Paraná, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n.1, p. 65-73, 2008.

LEONARDO, H. C. L. **Indicadores de qualidade do solo e água para a avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio passo cue, região oeste do Estado do Paraná**. 2003. 121f. Dissertação (Mestrado - Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LINDQUIST, E.E.; EVANS, G.O. Taxonomic concepts in the Ascidae, with a modified setal nomenclature for the idiosoma of the Gamasina (Acarina: Mesostigmata). **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, [Ottawa], v. 47, p. 1-64, 1965.

LINS, V. S.; SANTOS, H. R. ; GONÇALVES M. C. The effect of the glyphosate, 2,4-d, atrazine e nicosulfuron herbicides upon the edaphic collembola (arthropoda: ellipura) in a no tillage system. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 261-267, 2007.

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

MELLO, de O.; LEMOS, R. C. de; ABRÃO, P. U. R.; AZOLIN, M. A. D.; SANTOS, M. da C. L. dos; CARVALHO, A. P. de. **Levantamento em série dos solos do centro agrônômico**. Porto Alegre : [s.n.], 1966. v. 8, n ¼, 1966. 155p.

MELO, L. A. S.; LIGO, M. A. V. Amostragem de solo e uso de "litterbags" na avaliação populacional de microartrópodos edáficos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 523-528, 1999.

MINEIRO, J. L. C.; SATO, M. E. Ácaros plantícolas e edáficos em agroecossistema cafeeiro. **Biológico**, São Paulo, v.70, n.1, Divulgação Técnica, p.25-28, 2008.

MINEIRO, J. L. C.; MORAES, G. J. Gamasida (Arachnida: Acari) Edáficos de Piracicaba, Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 379-385. 2001.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES E. F.; GAMA-RODRIGUES A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 555-564, 2005.

MORAES, G. J. ; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008. v. 1, 288 p.

MORENO, C.E. **Métodos para medir la biodiversidad. M & T- Manuales y Tesis SEA**. Zaragoza : Cited : Unesco & SEA, 2001. v. 1, 84p.

MOREIRA, F.M. de S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2.ed. atual. e ampl. Lavras: Ufla, 2006. 729p.

MUSSURY, R. M.; SCALON, S. DE P. Q.; GOMES, A. A.; BATISTA, M. R.; SCALON FILHO, H. Flutuação populacional da mesofauna em fragmentos de mata na região de Dourados MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 645-650, 2008.

MUSSURY, R. M.; SCALON, S. de P. Q.; SILVA, S. V.; SOLIGO, R. V. Study of Acari and Collembolas population in four cultivation systems Dourados, MS. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 257-263, 2002.

OLIVEIRA, A. R. **Efeito do *Baculovirus anticarsia* sobre Oribatida edáficos (Arachnida: Acari) na cultura da soja**. 1999. 69f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PASCHOAL, A.D. **Fundamentos de zoologia agrícola e parasitologia: animais do meio rural e sua importância**. Piracicaba: DECALQ, 1996. 98p.

PEREIRA, J. A.; TORRES L.M.; ESPINHA I. G. Ácaros fitoseídeos (Acari Phytoseiidae) associados à vinha no norte interior de Portugal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 27, p. 66-73, 2003.

PINHO, R. S. O.; MELO JUNIOR, E. S.; SANTOS, L. A.; FERES, S. J. C.; LIMA JUNIOR, C. A. Gênero Hypogastrura (Bourlet, 1939) (Hexapoda, Collembola, Poduridae) no litoral norte da ilha São Luiz, Maranhão, Brasil – perspectivas de bioindicador. **do VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**, 8., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2007.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E. de; CUNHA, G. C. da. **Práticas de Ecologia Florestal**. Piracicaba : IPEF, 1996. p. 1-44 (Documentos Florestais, 16)

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 and Biochemistry**. Oxford, v. 35, p. 813-826, 2003.

RIBEIRO-TROIAN, V. R.; BALDISSERA R.; HARTZ, S. M. Effects of understory structure on the abundance, richness and diversity of Collembola (Arthropoda) in Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 340-345, 2009.

ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F.; DRESCHER, M. S.; SCHENATO, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1061-1068, 2009.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; LEITE, H. G.; COMERFORD, N. B.; NOVAIS, R. F. Estimativa de biomassa de plantas de eucalipto no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 697-706, 2008.

SAUTTER, K. D.; SANTOS, H. R. dos ; RIBEIRO JÚNIOR, P. J. Comparação das comunidades de Sminthuroidea e Onychiuridae (Collembola) entre plantio direto em três níveis de fertilidade, plantio convencional e um ecossistema natural (campo nativo) em Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, n. 16, v. 1, p. 125-131, 1999.

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

SILVA, J.; CASALINHO, H.; VERONA, L.; SCHWENGBER, J. Avaliação da mesofauna (colêmbolos e ácaros) do solo em agroecossistemas de base familiar no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2 n. 2, p. 539- 542, 2007.

SILVA, E. S. **Ácaros (Arthropoda: Acari) edáficos da mata atlântica e cerrado do estado São Paulo, com ênfase na superfamília Rhodacariodea**. 2002. 86f. Dissertação(Mestrado - Ciências) - Escola Superior de Agricultura, "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SINGH, J.; PILLAI, K.S. A study of Soil microarthropod communities in same fields. **Revue d'ecologie et de biologie du sol**, Paris, v.12, n.3, p. 579-590, 1975.

SOARES, M.I.J.; COSTA, E.C. Fauna em áreas de *Eucalyptus* spp. e *Pinus elliottii*, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 29-43, 1991.

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**, Göttingen, Germany, v. 48, p. 609-622, 2004.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P. de M.; SANTOS, R. V.; ALVES A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 151-160, 2008.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. ;STEFFEN G. P. K. Avaliação de substratos para reprodução de colêmbolos nativos em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 265-269, 2007.

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

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p.

TEIXEIRA L.B.; SCHUBART, H.O.R. **Mesofauna do solo em áreas de floresta e pastagem na Amazônia Central**. Belém : EMBRAPA.CPATU, 1988. P.1-16 (Boletim de pesquisa. EMBRAPA. CPATU, 95).

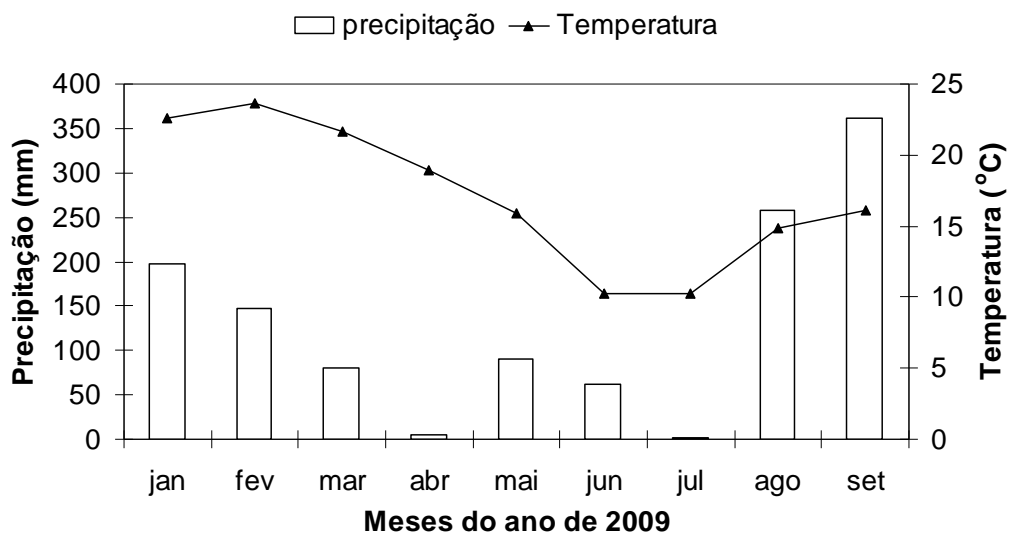
UHLIG, V. M. **Caracterização da mesofauna edáfica em áreas de regeneração natural da floresta ombrófila densa submontana, no município de Antonina, Paraná.** 2005. 112f. Dissertação (Mestrado - Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VALLEJO, L. R.; FONSECA, C. L. da; GONÇALVES, D. R. P. Estudo comparativo da mesofauna do solo entre áreas de *Eucaliptus citriodora* e mata secundária heterogênea. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.47, n.3, p.363-370, 1987.

VAN STRAALLEN, N. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 9, p. 429-437, 1998.

ZILLI, J. E.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. da COSTA; NEVES, M. C. P. diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 391-411, 2003.

7. APÊNDICES



APÊNDICE 1. Precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas (°C) médias mensais ocorridas no período de janeiro a setembro de 2009, nas três áreas de estudos localizadas na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.

APÊNDICE 2. Características químicas das amostras dos solos coletadas na camada de 0 – 20 cm, nas áreas sob eucalipto, campo nativo e mata nativa na Estação Experimental Agronômica da UFRGS.

Áreas	pH	P	K	M.O.	Al +H	Al	Ca	Mg	CTC
		mg/dm ³		%	-----cmol _c /dm ³ -----			%	
Eucalipto	4,8	5,8	79	1,3	12,3	1,4	0,7	0,6	13,8
Campo Nativo	5,4	4,9	59	2,3	5,5	0,2	2,8	1,5	9,9
Mata Nativa	5,0	2,5	144	2,6	6,9	0,9	1,6	1,0	22,7

Legenda: P (Fósforo); K (Potássio); M.O. (Matéria Orgânica) Al (Alumínio); Ca (Cálcio); Mg (Magnésio) e CTC (Capacidade de Troca de Cátions).