



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ELIZABETE KRETSCHMER

**FAUNA EPÍGEA EM FRAGMENTO DE MATA NATIVA E ÁREA AGRÍCOLA NO
MUNICÍPIO DE DOUTOR MAURÍCIO CARDOSO/RS**

CERRO LARGO

2016

ELIZABETE KRETSCHMER

**FAUNA EPÍGEA EM FRAGMENTO DE MATA NATIVA E ÁREA AGRÍCOLA NO
MUNICÍPIO DE DOUTOR MAURÍCIO CARDOSO/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Ciências Biológicas – Licenciatura, do *Campus* Cerro Largo da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do respectivo título de Graduação.
Prof. Daniel Joner Daroit

CERRO LARGO - RS

2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Kretschmer, Elizabete

FAUNA EPIGEICA EM FRAGMENTO DE MATA NATIVA E ÁREA
AGRÍCOLA NO MUNICÍPIO DE DOUTOR MAURÍCIO CARDOSO/RS/
Elizabete Kretschmer. -- 2016.

43 f.

Orientador: Daniel Joner Daroit.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Licenciatura em ciências Biológicas , Cerro Largo, RS,
2016.

1. biota do solo. 2. fauna epígea. 3. manejo do solo.
I. Daroit, Daniel Joner, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ELIZABETE KRETSCHMER

**AVALIAÇÃO DA FAUNA EPÍGEA EM FRAGMENTO DE MATA E EM ÁREA
AGRÍCOLA NO MUNICÍPIO DE DOUTOR MAURÍCIO CARDOSO/RS**

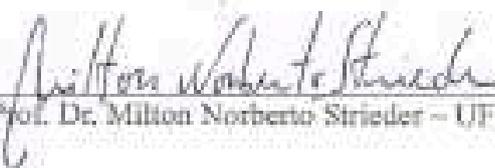
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciada em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Joner Daroit

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 29/11/2016

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Daniel Joner Daroit - UFPS


Prof. Dr. Milton Norberto Strieder - UFPS

Prof. Dr. Rodrigo Ferreira da Silva -UFPSM (POR: PARCER)

RESUMO

A fauna invertebrada desempenha importantes funções na dinâmica de processos relacionados à fertilidade e estruturação dos solos. Processos mediados biologicamente são fundamentais para a manutenção dos ecossistemas terrestres. A fauna é, ao mesmo tempo, importante para o resultado da qualidade do solo. Diversos fatores, naturais e/ou antrópicos, podem alterar a abundância e diversidade da fauna epígea. A conversão de áreas nativas para a agricultura representa uma forma de alteração dos ecossistemas que pode afetar a fauna. Este estudo visou realizar levantamento da fauna em área rural do município de Doutor Maurício Cardoso/RS. Os indivíduos da fauna epígea foram coletados com armadilhas de queda do tipo Provid a partir de distintas áreas (fragmento de mata nativa, área agrícola e área de borda), em três períodos diferentes (10/04, 04/06 e 20/08/2016/16). Nestas amostragens, 14.335 indivíduos foram coletados, pertencentes a 16 grupos. Na área de mata, a frequência relativa dos grupos foi Collembola (62,4%) > Acari (12,1%) > Hymenoptera (8,5%) > Coleoptera (5,9%) > Diptera (4,2%) > Araneae (3,7%) > outros. Na 1ª coleta, Coleoptera foi o grupo mais abundante (33%); na 2ª e 3ª coletas sua frequência foi reduzida (2,4-2,7%). Menor frequência (26,3%) foi observada para Collembola na 1ª coleta, com incremento na 2ª e 3ª coletas (53-59%); frequências de Araneae, Hymenoptera e Acari demonstraram pouca variação entre coletas na área de mata. Na área de borda observou-se predomínio de Collembola (72%), Hymenoptera (9,9%) e Acari (8,5%). A predominância de Collembola deveu-se ao expressivo aumento de sua distribuição ocorrido na 3ª coleta (82%); Hymenoptera representou 36,5% dos indivíduos na 1ª coleta e apenas 5% na 3ª coleta; analogamente, a frequência de Acari diminuiu de 15,7% na 1ª coleta para 7,3% na 3ª coleta, e perfil similar foi observado para Araneae. Na área agrícola, Collembola representou 59,6% dos indivíduos, devido à elevada atividade deste grupo na 3ª coleta; Acari (17,3%), Araneae (6,3%), Diptera (4,8%), Hymenoptera (4,8%) e Coleoptera (4,3%) foram grupos representativos. Os índices de diversidade de Shannon (H) foram similares na 1ª coleta, sendo que a área agrícola apresentou os maiores valores; comportamento similar foi observado na 2ª coleta. Contudo, o índice H na 3ª coleta foi maior na área de mata, com reduções nas áreas de borda e agrícola, possivelmente pelo aumento explosivo da população de Collembola nestas últimas áreas. Os índices de dominância de Simpson (D) obtidos na 1ª e 2ª coletas indicaram menores valores na área agrícola; em todas as áreas, observou-se tendência de incremento na dominância da 1ª para a 3ª coleta. Índices D totais indicaram menor dominância na área de mata. Índices de equitabilidade de Pielou sugeriram maior homogeneidade na área agrícola na 1ª e 2ª coletas. Na área de mata, o índice de Pielou apresentou-se relativamente estável entre as coletas, com maior valor total do que nas outras áreas, indicando maior uniformidade. A área de mata apresentou-se mais estável em termos de abundância, frequência relativa, diversidade, dominância e equitabilidade, enquanto que o manejo e a sazonalidade causaram maiores variações nas áreas de borda e agrícola.

Palavras-chave: biota do solo; fauna epígea; manejo do solo; sazonalidade; índices ecológicos.

ABSTRACT

The invertebrate fauna performs important functions in the dynamics of process related to soil fertility and structure. Biologically mediated processes are fundamental for terrestrial ecosystems maintenance. Soil fauna is, at the same time, important for and the result of soil quality. Various factors, natural and/or anthropic, might modify the abundance and diversity of epigeic fauna. Conversion of native areas for agriculture represents a means of ecosystem modification that could affect soil fauna. This study aimed to survey soil fauna in the rural area of Doutor Maurício Cardoso county, Rio Grande do Sul state, Brazil. Individual of the epigeic fauna were collected using Provid pitfall traps from three distinct areas (native forest fragment, an agricultural area, and forest-agriculture edge area), in three different periods (04/10, 06/04 and 08/20/2016). From the samplings, 14,335 individuals were collected, belonging to 16 groups. In the native forest, relative frequencies of the groups were Collembola (62.4%) > Acari (12.1%) > Hymenoptera (8.5%) > Coleoptera (5.9%) > Diptera (4.2%) > Araneae (3.7%) > others. During the first sampling, Coleoptera was the most abundant group (33%); on the second and third samplings, its frequency was reduced (2.4-2.7%). Lower frequency (26.3%) was observed for Collembola on the first sampling, which increased on the second and third samplings (53-59%); frequencies of Araneae, Hymenoptera and Acari demonstrated few variations between sampling periods in the forest area. In the forest-agriculture edge, a predominance of Collembola (72%), Hymenoptera (9.9%) and Acari (8.5%) was observed. Collembola prevalence was due to their expressive increase at the third sampling (82%); Hymenoptera represented 36.5% of the individuals on the first sampling, but only 5% in the third sampling; analogously, Acari frequency diminished from 15.7% on the first sampling to 7.3% on the third sampling, and similar profile was observed for Araneae. In the agriculture area, Collembola represented 59.6% of the collected individuals, owing to its increased activity at the third sampling; Acari (17.3%), Araneae (6.3%, Diptera (4.8%), Hymenoptera (4.8%) and Coleoptera (4.3%) were the representative groups. Shannon diversity indices (H) were similar in the first sampling, and the agriculture area displayed the higher values; similar behavior was observed in the second sampling. However, H indices in the third sampling were higher in the forest area, with reductions in the agriculture and forest-agriculture edge, possible due to the explosive increase on Collembola population in these later areas. Simpson dominance indices (D) obtained in the first and second samplings indicated lower values in the agriculture area; in all areas, an increasing trend on D values were observed from the first to the third sampling. Total D-indices indicated lower dominance in the forest area. Pielou evenness indices suggest higher homogeneity in the agriculture area during the first and second samplings. In the forest area, Pielou indices were relatively stable over the sampling periods, with higher total values than the other two areas, indicating a higher uniformity. The forest area was more stable in terms of abundance, relative frequency, diversity, dominance and evenness, while soil management and seasonality caused greater variations in the agricultural and forest-agriculture areas.

Keywords: soil biota; epigeic fauna; soil management; seasonality; ecological indices.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
2.1 Área de estudo	12
2.2 Coleta da fauna epígea.....	14
2.3 Contagem e identificação de indivíduos coletados	16
2.4 Análise dos dados	16
3 RESULTADOS	17
4 DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÃO.....	35

1 INTRODUÇÃO

Solos são corpos naturais da superfície terrestre, dinâmicos e heterogêneos, constituídos por frações minerais e orgânicas, água, ar e seres vivos, que diferem entre si em relação à natureza física, química e biológica, sendo influenciados por aspectos climáticos, temporais e pela própria atividade de organismos vivos (EMBRAPA, 2006). De forma mais ampla, os solos, constituindo a pedosfera, são integradores da natureza que atuam em nível global, mediando a ciclagem dos elementos e a transferência de energia, interagindo com a hidrosfera, atmosfera, litosfera e biosfera (COLEMAN et al., 2004).

Desta forma, os solos são os controladores dos ecossistemas terrestres e componentes fundamentais para a sustentação e manutenção da vida no planeta. Os processos que ocorrem nos solos apresentam impactos sobre a produtividade, integridade e funcionamento dos ecossistemas, bem como sobre os numerosos serviços ecossistêmicos ao bem-estar humano (PARRON; GARCIA, 2015).

Além de servir de substrato para a diversidade vegetal, que sustenta a maioria das relações tróficas, o solo é o habitat de inúmeros organismos, incluindo microrganismos e a fauna do solo, abrigando assim enorme biodiversidade. Esta biodiversidade é essencial para o funcionamento e manutenção dos ecossistemas terrestres, visto que os processos que ocorrem no solo, em sua maior parte, são realizados e/ou mediados pela atividade da biota (JEFFERY et al., 2010).

Em última análise, representantes de todos os níveis tróficos dependem do solo como fonte de nutrientes, dependendo dos organismos do solo para liberar e reciclar nutrientes através de diversos processos, como é o caso da decomposição de materiais orgânicos. A microbiota (bactérias e fungos) é a principal responsável pelo catabolismo do material orgânico e processos de mineralização e imobilização de nutrientes no solo, podendo afetar a estrutura do solo através da produção de compostos orgânicos e pela atuação mecânica de hifas (AQUINO; CORREIA, 2005).

A fauna do solo, termo utilizado para referenciar a comunidade invertebrada dos solos, pode ser classificada de diferentes formas; entretanto, a classificação conforme o diâmetro corporal em microfauna, mesofauna e macrofauna é uma das mais utilizadas. Esta classificação está relacionada aos (micro)hábitats ocupados, uma vez que apresenta alguma relação com o tamanho do tubo digestivo e aparelho bucal e também considera aspectos da mobilidade, hábitos alimentares e função que estes organismos desempenham no solo (COLEMAN et al., 2004).

A microfauna do solo é constituída por organismos cujo diâmetro corporal varia de aproximadamente 4 a 100 μm , representada particularmente por protozoários e nematoides. Estes organismos habitam filmes d'água no solo, alimentam-se basicamente da microbiota, regulando assim populações de bactérias e fungos e, com isso, afetando a ciclagem de nutrientes no solo. Na mesofauna são alocados organismos com diâmetro corporal de 100 μm a 2 mm, como ácaros e colêmbolos (referidos como microartrópodes), e enquitreídeos (minhocas brancas). Habitam e movimentam-se através dos poros do solo e na interface solo-serapilheira, alimentando-se de representantes da microbiota e microfauna associados ao material orgânico em decomposição, mas atuando de forma restrita na fragmentação de material vegetal (CORREIA; OLIVEIRA, 2000; SILVA; AMARAL, 2013).

Na macrofauna estão alocados organismos com diâmetro corporal entre 2 e 20 mm. Neste grupo enquadram-se grande parte dos aracnídeos, hexápodes, anelídeos, entre outros invertebrados, usualmente de elevada mobilidade. Entre suas principais funções destacam-se a fragmentação de detritos vegetais e a capacidade de criar seus próprios espaços no solo (túneis, galerias, ninhos). Através destas atividades, a macrofauna promove a mistura de partículas minerais e orgânicas, incorporando e redistribuindo o material orgânico no solo de forma a disponibilizar maior quantidade de recursos à microbiota, atuando também na modificação da estrutura do solo pelo processo de bioturbação (COLEMAN; WALL, 2007).

A mesofauna e macrofauna realizam funções detritívoras e predatórias tanto no interior quanto na superfície do solo, produzindo material fecal e criando bioporos. Estas atividades estão associadas a processos de ciclagem de nutrientes, humificação, revolvimento do solo, que afetam, entre outros, o movimento e armazenagem de água no solo, e também a proliferação e crescimento de raízes (CORREIA, 2002; AQUINO; CORREIA, 2005; MELO et al., 2009).

Os efeitos dos representantes da fauna sobre os processos do solo ocorrem em diferentes escalas de espaço e tempo. Neste contexto, três níveis de participação são sugeridos, particularmente com base na organização das teias alimentares no solo. As microteias alimentares incluem grupos microbianos e seus predadores da microfauna (protozoários e nematoides); os transformadores da serapilheira envolvem a mesofauna e grupos da macrofauna que fragmentam detritos, otimizando a disponibilidade destes materiais para microrganismos; e os engenheiros dos ecossistemas, que incluem minhocas, térmitas, formigas e alguns coleópteros, que alteram a estrutura e influenciam nos fluxos de energia e nutrientes no solo (COLEMAN et al., 2004).

Pela heterogeneidade dos solos, diferentes arenas de atividade biológica relevante podem ser estabelecidas, como a detritosfera, que envolve os detritos orgânicos e serapilheira na superfície do solo, a drilosfera, ou seja, a área de solo influenciada pela atuação de minhocas, e a rizosfera, que representa a zona do solo sob a influência de raízes (CORREIA, 2002; COLEMAN; WALL, 2007).

As atividades da fauna do solo podem ser entendidas como facilitadoras da atividade e diversidade microbianas nos solos e, com isso, a fauna desempenha ações importantes para qualidade dos solos. Considerando estas atuações, a fauna contribui para a manutenção da qualidade, estrutura e fertilidade dos solos que, em última análise, sustentam a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas agrícolas (AQUINO; CORREIA, 2005).

Os seres vivos e o meio abiótico estão umbilicalmente associados, interagindo entre si. Estas interações, por sua vez, determinam a biodiversidade, relações tróficas e os ciclos biogeoquímicos em diferentes ambientes. A composição e estrutura da fauna edáfica são reflexo das características físicas, químicas e biológicas dos solos. Portanto, a abundância e diversidade da fauna são afetadas por diversos fatores do próprio solo, como o tipo, estrutura e matéria orgânica; do tipo de vegetação e, com isso, exsudatos radiculares, detritos vegetais e a cobertura do solo e por fatores climáticos (BROWN et al., 2015).

Intervenções antrópicas que afetem estes fatores podem alterar a fauna do solo. Dentre as atividades humanas que podem afetar os solos está a conversão de áreas naturais em áreas agrícolas, sendo que as modificações impostas pelo homem podem causar instabilidades que levam a efeitos negativos na perspectiva da sustentabilidade ambiental. Conforme o tipo e intensidade dos impactos promovidos ao ambiente, práticas agrícolas podem ter efeitos diferenciados sobre populações da fauna do solo, aumentando, diminuindo ou não influenciando a diversidade de organismos edáficos (BARETTA et al., 2011).

As atividades agrícolas podem apresentar efeitos diretos e indiretos sobre a fauna do solo. Os efeitos diretos podem ser exemplificados pela ação mecânica (abrasão, esmagamento) provocada pela aração do solo e também pelo efeito do uso de pesticidas; os efeitos indiretos referem-se a modificações na disponibilidade de habitats e recursos alimentares (BROWN et al., 2015). Assim, dois tipos de diversidade biológica podem ser considerados em sistemas agrícolas. O primeiro é a biodiversidade planejada, determinada pelas espécies vegetais alocadas na área e a forma de manejo do solo. O segundo tipo, denominado biodiversidade associada, depende do primeiro, ou seja, é a diversidade capaz de se desenvolver nas condições estabelecidas pelo manejo do solo (AQUINO; CORREIA, 2005).

A redução da biodiversidade pode resultar em diminuição tanto da diversidade funcional quanto da redundância funcional, podendo assim afetar relações e funções ecológicas desempenhadas pela fauna do solo, influenciando propriedades do ecossistema como a estabilidade e a resiliência (BROWN et al., 2015). Práticas da agricultura convencional, como a retirada da serapilheira, modificações estruturais relacionadas ao revolvimento e à compactação do solo pelo uso de implementos agrícolas, e monocultivos, usualmente tendem a sustentar uma menor diversidade da fauna do solo (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

Contudo, práticas conservacionistas como o plantio direto, caracterizado pelo não revolvimento do solo e manutenção de cobertura no solo, podem afetar positivamente as populações da fauna edáfica. De fato, o desenvolvimento destas práticas de manejo é, em grande parte, resultado do entendimento que os solos são recursos não renováveis e que a biota dos solos atua como mediadora de sua fertilidade química, física e biológica (ALVES et al., 2006; BARETTA et al., 2006).

A sensibilidade frente a diferentes formas de manejo agrícola faz com que a fauna do solo seja investigada visando entender o funcionamento do próprio solo, identificando estratégias que maximizem a atuação benéfica destes organismos (CORREIA; OLIVEIRA, 2000; CALVI et al., 2010). Assim, o monitoramento da fauna do solo pode ser útil na avaliação da qualidade ambiental, tanto em ecossistemas naturais quanto de produção agrícola (BARETTA et al., 2011; FERNANDES et al., 2011; NUNES et al., 2012). Usualmente, a primeira etapa para reconhecer a diversidade da fauna do solo consiste em coletar espécimes (SILVA; AMARAL, 2013). Contudo, não há método único capaz de amostrar, de maneira eficiente e simultânea, a microfauna, mesofauna e macrofauna do solo (MOÇO et al., 2005).

A fauna epígea, ou seja, aquela composta por animais que vivem na interface solo-serapilheira (detritosfera), é especialmente sensível a perturbações antrópicas, como o revolvimento do solo, a aplicação de agrotóxicos, a retirada dos resíduos orgânicos superficiais e alterações do microclima próximo do solo (CORREIA; OLIVEIRA, 2000; SILVA et al., 2012). Neste sentido, a mesofauna e a macrofauna epígeas vêm sendo amplamente utilizadas como bioindicadoras, uma vez que podem ser coletadas com métodos de baixo custo e de fácil aplicação, como representado pelas armadilhas de queda (BARETTA et al., 2011; SILVA; AMARAL, 2013). Este método indica a atividade da fauna que atua principalmente na superfície do solo, mas não necessariamente as densidades destas populações (AQUINO; CORREIA, 2005; ARAÚJO et al., 2010).

Ainda, considerando a elevada complexidade da fauna, o conhecimento acerca da totalidade da comunidade edáfica é virtualmente inviável do ponto de vista prático. No entanto, é possível avaliar porções da comunidade edáfica, determinando a composição de organismos a nível de grandes grupos taxonômicos (Classe, Ordem) em uma determinada fração do habitat. Esta abordagem torna-se importante quando o estudo objetiva a realização de comparações da fauna entre diferentes épocas do ano em uma comunidade, ou entre comunidades e sistemas de manejo. Desta forma, o interesse majoritário não recai sobre a composição exata da comunidade, mas sobre as modificações provocadas por algum componente do ambiente (CORREIA; OLIVEIRA, 2000; MOÇO et al., 2005).

Mesmo sendo um recurso fundamental, ainda há pouca consciência sobre a importância da conservação do solo e de sua biota, o que pode contribuir para processos de degradação (VILAS BOAS; MOREIRA, 2012). Neste contexto, este estudo visou realizar levantamento da fauna epígea em área rural do município de Doutor Maurício Cardoso/RS, procurando relacionar a diversidade encontrada com as condições ambientais, particularmente em fragmento de mata nativa e em área agrícola. Considerando a escassez de estudos sobre este tema na região investigada, esta pesquisa justifica-se no intuito de avaliar possíveis efeitos da intervenção humana sobre a fauna do solo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O município de Doutor Maurício Cardoso/RS, localizado na Mesorregião Noroeste Rio-grandense, possui 252,69 km² de área e o clima é classificado como subtropical, úmido, com verões quentes e chuvas regularmente distribuídas. Tem na agropecuária o principal setor de atividade econômica, onde predomina o sistema familiar de produção em propriedades que variam de pequeno, médio a grande porte. O manejo agrícola é mecanizado em praticamente todo município, apenas em algumas propriedades, onde o relevo não favorece a mecanização, se encontram pequenos produtores que utilizam tração animal.

A área foco deste estudo localiza-se na zona rural do município nas coordenadas 27°29'53,27" S e 54°20'28,04" O. Duas subáreas, A e B, foram delimitadas (Figura 1), sendo a subárea A correspondente a um fragmento de mata nativa do tipo floresta estacional decidual, e a subárea B representando uma área agrícola. A subárea A possui o formato e tamanho representados na figura 1 desde 1976, quando o local de vegetação nativa foi

reduzido, com utilização de fogo, e preparado para o cultivo. Na subárea B a produção agrícola vem sendo realizada com máquinas há aproximadamente 30 anos; os cultivos majoritários são milho e soja, podendo eventualmente ter sido alternada entre milho e trigo. O relevo apresenta pouco declive, e o solo é caracterizado como um Latossolo Vermelho.

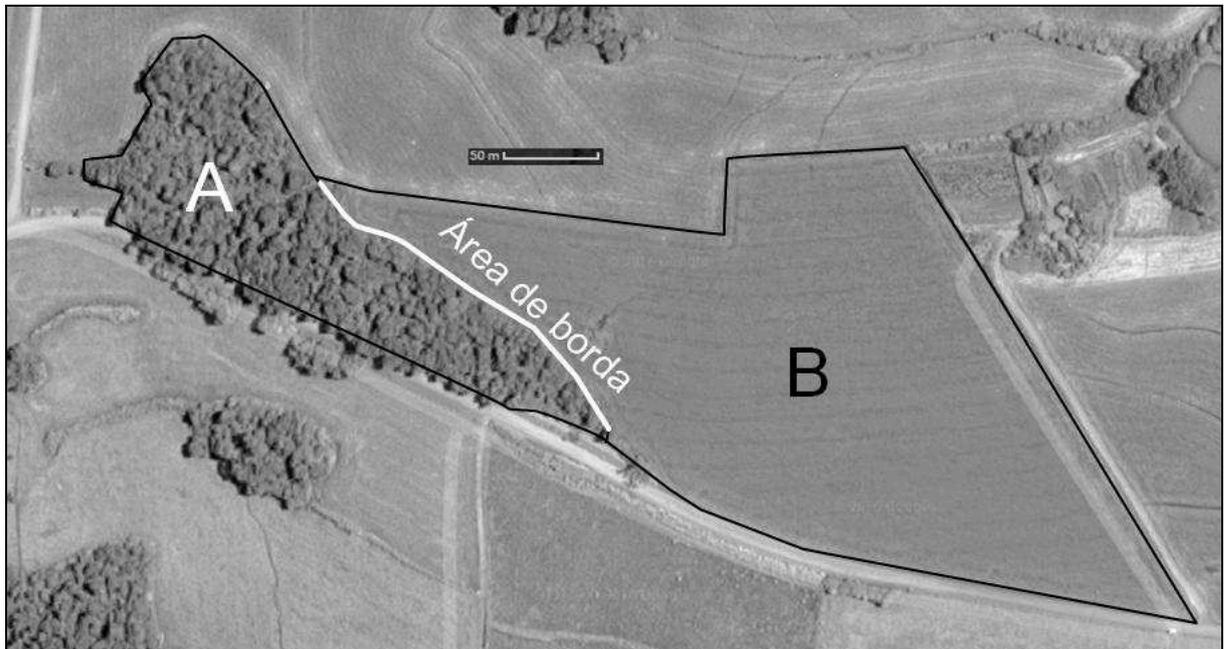


Figura 1: Delimitação da área de estudo. Subárea A: fragmento de mata nativa; Subárea B: área agrícola. (Fonte: Adaptada de Google Earth, 2016).

Na subárea B a semeadura da soja (*Glycine max*; Brasmax Classe RR), em sistema de plantio direto foi feito em 10/01/2016, juntamente com aplicação de adubo químico na formulação NPK: 10-20-10. Foi realizada dessecação química e aplicação de herbicida para plantas de folhas estreitas no dia 30/01/2016. Em 14/02/2016, 11/03/2016 e em 29/03/2016 foram aplicados fungicidas, inseticidas e adubo foliar; no dia 19/04/2016 foram aplicados somente fungicidas e inseticidas.

Após a colheita da soja foi realizada dessecação química e aplicação de herbicida em 15/07/2016. O plantio do milho (*Zea mays*; variedade) foi realizado em 31/07/2016, com sementes tratadas com fungicida/inseticida. No início do desenvolvimento das plantas foi realizada adição de óxidos de cálcio e de magnésio (calcário dolomítico) e adubação química (NPK: 12-30-20). Ainda, foi realizada aplicação de herbicida/desseccante glifosato em 27/08/2016, após a retirada das armadilhas, e adubação de cobertura (ureia) em 01/09/2016. 26/09 Sphere max fungicida. Tanto na cultura da soja quanto na do milho, a aplicação de agroquímicos seguiu orientações específicas dos fabricantes.

2.2 Coleta da fauna epígea

Armadilhas de queda do tipo Provid (Figura 2) foram empregadas visando amostrar indivíduos da mesofauna e macrofauna epígeas. Estas armadilhas, adaptadas a partir do modelo idealizado por Antonioli et al. (2006), foram confeccionadas com garrafas PET de 2 L. Nas garrafas, todas de mesmo tamanho e formato, foram confeccionadas quatro aberturas na forma de janelas (6×6 cm), feitas a 20 cm de altura a partir da base da garrafa (Figura 3), de forma a não influenciar na quantidade de indivíduos a ser coletados.

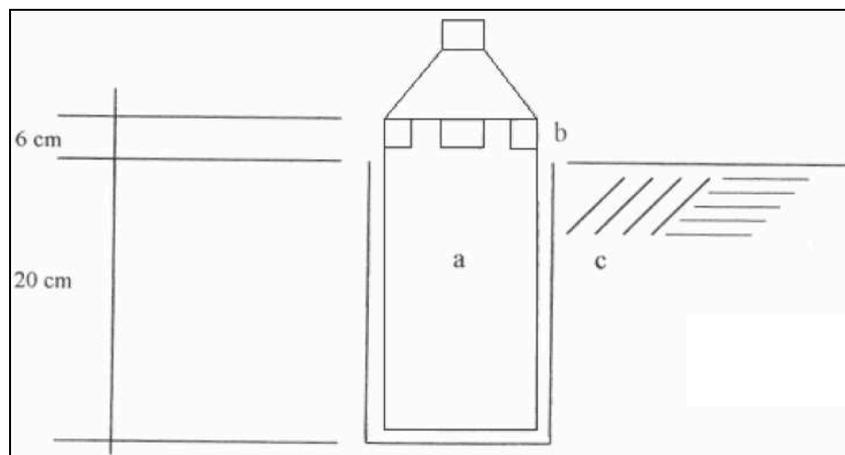


Figura 2: Armadilha Provid. (a) garrafa PET de 2 litros; (b) aberturas laterais; (c) trincheira (solo). Fonte: adaptada de Antonioli et al. (2006).

Em cada subárea (A e B), foi traçada uma linha reta (transecto) que serviu de guia para a distribuição das armadilhas, respeitando-se uma distância de 10 m entre cada armadilha na sua respectiva subárea, distância esta considerada ideal segundo Aquino et al. (2006). Nas subáreas A e B foram instaladas 7 armadilhas, e na área de borda 5. Método similar foi utilizado para instalar as armadilhas na área de borda, exceto pelo fato de as armadilhas terem sido distribuídas seguindo o desenho da margem da área de mata.



Figura 3: Armadilha instalada na subárea A (destaque para o solo e serapilheira repostos até a borda da armadilha). Fonte: Kretschmer, 2016.

Para a instalação, buracos foram escavados no solo e as armadilhas foram enterradas alocadas nos buracos de modo que as bordas inferiores das janelas ficassem ao nível da superfície do solo, não fornecendo obstáculo para queda de indivíduos da fauna. A serapilheira também foi cuidadosamente recolocada, de forma a minimizar diferenças com o solo não revolvido/escavado. A cada armadilha foram adicionados 300 mL de solução de formol na concentração de 2% (v/v), e as armadilhas permaneceram a campo por sete dias.

As armadilhas foram instaladas nos dias 10/04/2016, 04/06/2016 e 20/08/2016, visando avaliar possíveis efeitos de condições climáticas sobre a abundância e diversidade da fauna.

Neste sentido, abaixo são apresentadas características climáticas e da área agrícola (subárea B) nos três períodos de coleta:

- 1ª coleta (10 a 17/04): armadilhas instaladas após período chuvoso; temperaturas mínima e máxima registradas de 20,1 °C e 34,3 °C, respectivamente; temperatura média durante a permanência das armadilhas a campo de 26,1 °C; temperatura média mensal de 25 °C; precipitação mensal total de 260,3 mm; sem precipitação no período a campo; subárea B com cultura de soja estabelecida, plantas com aproximadamente 70 cm de altura, no início do desenvolvimento das vagens.
- 2ª coleta (04 a 11/06): temperaturas mínima e máxima de 1,5 °C e 19,4 °C, respectivamente; temperatura média durante a permanência das armadilhas a campo de 10,2 °C; temperatura média mensal de 11,5 °C; precipitação mensal total de 27

mm; ocorrência de geada durante a permanência das armadilhas a campo, mas sem chuvas neste período; subárea B após colheita da soja, sem retirada da palhada e sem revolvimento do solo.

- 3ª coleta (20 a 27/08): temperaturas mínima e máxima de 2,0 °C e 31,4 °C; temperatura média durante a permanência das armadilhas a campo de 18,1 °C; temperatura média mensal de 25,8 °C; precipitação média mensal de 174 mm; não houve precipitação no período de permanência das armadilhas a campo; subárea B após o plantio de milho, com plantas de 10-30 cm de altura.
- Antes da colocação das armadilhas foram aplicados Glifosato para dessecação, tratamento na semente com inseticida e fungicida, mais adubação com Oxifertil.

Transcorrido o período de permanência de sete dias, as armadilhas foram cuidadosamente retiradas e transportadas ao Laboratório de Microbiologia da UFFS – *Campus Cerro Largo*.

2.3 Contagem e identificação de indivíduos coletados

No laboratório, o conteúdo de cada armadilha foi colocado em placas de Petri e analisado utilizando estereomicroscópio binocular. As análises realizadas envolveram a contagem e a identificação dos indivíduos coletados a nível de grupo. O termo grupo se refere a níveis taxonômicos (Classe ou Ordem) ou estágio do desenvolvimento (formas imaturas como larvas, por exemplo) (CUNHA NETO et al., 2012). Para a identificação de indivíduos adultos foram utilizadas chaves de classificação disponíveis em Gallo et al. (2002).

2.4 Análise dos dados

Os resultados foram compilados em tabelas conforme a área e período de coleta, sendo utilizados para cálculos de abundância e riqueza de grupos, além dos índices de diversidade de Shannon, dominância de Simpson e equitabilidade de Pielou (AQUINO; CORREIA, 2005). O Índice de Diversidade de Shannon (H) considera a riqueza de grupos e sua abundância relativa, sendo calculado pela seguinte fórmula:

$$H = -\sum (p_i \times \log p_i)$$

onde p_i é a abundância relativa do grupo i , estimada como n_i/N , onde n_i é o número de indivíduos do grupo i e N é o número total de indivíduos. Este índice avalia o nível de incerteza em prever a qual grupo pertencerá um indivíduo, escolhido ao acaso, a partir de uma amostra com S grupos (riqueza total) e N indivíduos. Quanto menor o valor de H , menor o grau de incerteza e, logo, a diversidade é baixa. Portanto, a diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor de H (URAMOTO et al., 2005).

O Índice de Dominância de Simpson (D) reflete a probabilidade de dois indivíduos, escolhidos ao acaso, pertencerem ao mesmo grupo. O índice é definido pela seguinte equação:

$$D = \sum p_i^2$$

Os valores de D variam de 0 a 1 e, quanto mais altos, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade (URAMOTO et al., 2005).

O Índice de Equitabilidade de Pielou (e) é um índice de uniformidade, que se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre os grupos, sendo definido pela equação:

$$e = H / \log S$$

onde H é o Índice de Shannon e S é a riqueza total (número de grupos). Este índice varia de 0 a 1, sendo que valores mais próximos de zero sugerem comunidades mais heterogêneas (menor uniformidade), enquanto que valores tendendo a 1 sugerem maior homogeneidade (maior uniformidade), indicando que todas os grupos são igualmente abundantes (CATANOZI, 2011; BARETTA et al., 2011).

3 RESULTADOS

A partir da abordagem experimental utilizada, e considerando todas as amostragens realizadas, foi contabilizado um total de 14.335 indivíduos da fauna epígea, pertencentes a 16 grupos, foram coletados. Predominaram Collembola (62,4%), Acari (12,1%), Hymenoptera (8,6%), Coleoptera (5,9%), Diptera (4,2%) e Araneae (3,7%), indicando a maior atividade destes grupos. Os demais grupos amostrados (Orthoptera, Dermaptera, Oligochaeta, Diplopoda, Hemiptera, Chilopoda, Opiliones, Blattodea, Lepidoptera, Embioptera, Isoptera e Formas imaturas) corresponderam a 3,1% dos indivíduos coletados (Tabela 1).

Tabela 1: Número médio de indivíduos por armadilha e frequência relativa de representantes da fauna epígea coletados nas diferentes áreas avaliadas, no município de Doutor Maurício Cardoso/RS, durante as campanhas amostrais realizadas. Coleta 1: 10 a 17/04/2016; Coleta 2: 04 a 11/06/2016; Coleta 3: 20 a 27/08/2016.

GRUPO	ÁREA DE MATA NATIVA						ÁREA DE BORDA						ÁREA AGRÍCOLA					
	Coleta 1		Coleta 2		Coleta 3		Coleta 1		Coleta 2		Coleta 3		Coleta 1		Coleta 2		Coleta 3	
	I/A ^a	FR (%) ^b	I/A	FR (%)	I/A	FR (%)	I/A	FR (%)	I/A	FR (%)	I/A	FR (%)	I/A	FR (%)	I/A	FR (%)	I/A	FR (%)
Collembola	73,50	26,30	27,8	53,57	98,14	59,22	36,00	24,70	35,60	37,79	884,80	82,15	33,71	20,38	14,7	30,12	446,4	72,45
Hymenoptera	33,00	11,81	5,71	10,99	17,57	10,60	53,25	36,53	22,20	23,57	54,80	5,09	25,14	15,20	10,1	20,76	4,57	0,74
Acari	39,00	13,95	6,00	11,54	19,00	11,46	23,00	15,78	10,00	10,61	78,80	7,32	11,43	6,91	7,71	15,79	125,0	20,29
Araneae	10,50	3,76	3,00	5,77	6,57	3,97	7,50	5,15	5,20	5,52	12,80	1,19	47,00	28,41	1,71	3,51	4,00	0,65
Coleoptera	93,00	33,27	1,28	2,47	4,57	2,76	9,75	6,69	1,40	1,49	10,60	0,98	29,29	17,70	2,86	5,85	3,86	0,63
Orthoptera	3,50	1,25	0,29	0,55	0,86	0,52	1,75	1,20	0	0	0,20	0,02	4,71	2,85	0,14	0,29	0,71	0,12
Dermaptera	6,50	2,32	0,14	0,27	3,00	1,81	2,00	1,37	0	0	1,20	0,11	3,14	1,90	0	0	0,14	0,02
Diptera	10,50	3,76	4,86	9,34	12,14	7,33	4,75	3,26	18,60	19,75	20,20	1,88	7,43	4,49	8,29	16,96	24,43	3,96
Formas imaturas	8,50	3,04	2,28	4,40	3,86	2,33	3,50	2,40	0,60	0,64	7,80	0,72	2,71	1,64	3,14	6,43	6,29	1,02
Oligochaeta	0,50	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diplopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0,09	0	0	0	0
Hemiptera	0,50	0,18	0	0	0	0	4,25	2,92	0,20	0,21	0,20	0,02	0,71	0,43	0,14	0,29	0,71	0,12
Blattodea	0	0	0,29	0,55	0	0	0	0	0,40	0,42	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepidoptera	0,50	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0,04	0	0	0	0	0	0
Embioptera	0	0	0,29	0,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,20	0,48	0	0	0	0	0	0
Total	279,5	100,00	52,0	100,00	165,7	100,0	145,75	100,00	94,20	100,0	1077,0	100,0	165,4	100,0	48,8	100,0	616,1	100,0
Riqueza média	10,50		7,00		8,28		8,75		6,20		8,00		9,28		6,86		7,86	
Riqueza total	12		11		9		10		9		12		11		9		10	

^a I/A: indivíduos por armadilha (ind arm⁻¹)

^b FR (%): frequência relativa (%) dos indivíduos coletados por área e por campanha amostral.

A partir da Tabela 1 é possível identificar que o número de indivíduos de um mesmo grupo variou de acordo com as áreas avaliadas e com os períodos de coleta. Na área de mata, a ordem decrescente de frequência relativa dos grupos, considerando as três coletas, foi Collembola (62,4%) > Acari (12,1%) > Hymenoptera (8,5%) > Coleoptera (5,9%) > Diptera (4,2%) > Araneae (3,7%) > outros. No entanto, diferenças nas frequências relativas dos grupos foram observadas comparando as três coletas. Na primeira coleta, Coleoptera foi o grupo mais abundante na mata nativa, sendo coletados 93 indivíduos por armadilha (ind arm^{-1}) que corresponderam a 33% dos indivíduos amostrados; no entanto, na 2ª e 3ª coletas a frequência foi drasticamente reduzida (2,4-2,7%).

Comportamento inverso foi observado para Collembola, ou seja, menor frequência (26,3%) foi observada na primeira coleta, com incremento substancial nas coletas 2 e 3 (53-59%) (Tabela 1). Para o grupo Diptera, maior frequência foi notada na 2ª coleta em comparação às outras duas amostragens. Grupos como Araneae, Hymenoptera e Acari demonstraram frequências com pouca variação entre as épocas de coleta.

Quanto à área de borda, considerando todas as coletas, observou-se predomínio de Collembola (72,6%), seguido de Hymenoptera (9,9%) e Acari (8,5%). A predominância de Collembola deveu-se ao expressivo aumento de sua distribuição ocorrido na 3ª coleta (884,8 ind arm^{-1}), quando este grupo respondeu por 82% dos indivíduos coletados (Tabela 1). De forma contrária, o grupo Hymenoptera representou 36,5% dos indivíduos coletados na 1ª campanha, correspondendo a apenas 5% dos espécimes amostrados na 3ª coleta. De forma análoga, a frequência relativa de Acari decresceu de 15,7% na 1ª coleta para 7,3% na 3ª coleta, e perfil similar foi observado para Araneae.

Considerando as três coletas na área agrícola, o grupo Collembola também sobressaiu em relação aos demais, representando 59,6% dos indivíduos coletados. Em grande parte, esta predominância foi devida ao aumento de atividade deste grupo na 3ª coleta. Os grupos Acari (17,3%), Araneae (6,3%), Diptera (4,8%), Hymenoptera (4,8%) e Coleoptera (4,3%) também mereceram destaque. Comparando as épocas de coleta, a frequência de Collembola aumentou de 20,3% na 1ª coleta, para 72,4% na 3ª coleta. Por outro lado, os grupos Hymenoptera, Acarina e Coleoptera, por exemplo, apresentaram as maiores frequências na 1ª coleta e as menores frequências relativas na 3ª coleta, enquanto que Diptera demonstrou pico de atividade na 3ª coleta.

Na área agrícola, a primeira coleta demonstrou maior frequência relativa de Araneae (28,4%), que decresceu para 0,65% na 3ª coleta; comportamento similar foi reportado para o grupo Coleoptera. O grupo Hymenoptera, que apresentou aumento na frequência relativa da

1ª coleta (15,2%) para a 2ª coleta (20,7%), foi virtualmente ausente na 3ª coleta (0,7%). Quanto aos grupos Acari e Collembola, comportamento distinto foi observado, visto que a frequência relativa destes grupos aumentou da 1ª para a 3ª coleta. Particularmente, Collembola representaram 20,3%, 30,1% e 72,4% dos indivíduos coletados na 1ª, 2ª e 3ª coletas, respectivamente; já o grupo Acari correspondeu a 6,9%, 15,7% e 20,2% dos indivíduos coletados nas campanhas 1, 2 e 3, respectivamente.

Durante a 1ª coleta, a área de mata apresentou maior atividade de indivíduos da mesofauna e macrofauna epígea ($279,5 \text{ ind arm}^{-1}$), enquanto que na área de borda e na área agrícola a distribuição foi de $145,7 \text{ ind arm}^{-1}$ e $165,4 \text{ ind arm}^{-1}$, respectivamente. Além disso, a 1ª coleta na área de mata revelou maior riqueza média e maior riqueza total de grupos quando comparadas às áreas de borda e agrícola. Considerando os grupos predominantes nesta 1ª coleta, as frequências relativas de Coleoptera e Collembola foram maiores na área de mata, de Hymenoptera na área de borda, e de Araneae na área agrícola. Embora a distribuição de Acari e Diptera tenha sido maior na área de mata, a maior frequência relativa de Acari foi observada na área de borda e a de Diptera na área agrícola.

Na 2ª coleta, a atividade da fauna epígea na área de mata ($52,0 \text{ ind arm}^{-1}$) mostrou-se similar àquela na área agrícola ($48,8 \text{ ind arm}^{-1}$), enquanto que a maior atividade foi observada na área de borda ($94,2 \text{ ind arm}^{-1}$). Contudo, novamente a riqueza média e a riqueza absoluta de grupos foram maiores na área de mata do que nas outras áreas. A distribuição de Collembola (ind arm^{-1}) foi mais elevada na área de borda; contudo, a maior frequência relativa ocorreu na área de mata. Hymenoptera e Diptera apresentaram maior atividade e frequência na área de borda, Coleoptera foram mais abundantes na área agrícola, enquanto que Acari apresentou distribuição similar entre as áreas na 2ª coleta.

Ainda na 2ª coleta, o número total de indivíduos por armadilha decresceu nas três áreas avaliadas em relação à 1ª coleta. Este comportamento refletiu o perfil de diminuição de atividade observado para a maioria dos grupos, exceção feita a Diptera na área de borda e área agrícola, e Formas imaturas na área agrícola. A baixa precipitação e, especialmente as baixas temperaturas registradas, inclusive com ocorrência de geada, podem ter sido as causas deste comportamento.

Na 3ª coleta, a área de mata permaneceu com número intermediário e relativamente estável de distribuição da fauna epígea ($165,4 \text{ ind arm}^{-1}$) em comparação à 1ª e 2ª coletas nesta área, contrastando com o incremento da atividade da fauna nas áreas de borda ($1.077,0 \text{ ind arm}^{-1}$) e agrícola ($616,1 \text{ ind arm}^{-1}$). Com o aumento de temperatura e pluviosidade,

observados na 3ª coleta, os números de indivíduos (total e por grupo) tenderam a aumentar em relação à 2ª coleta.

Os resultados da 3ª coleta para a área de borda e área agrícola foram devidos, em grande parte, ao aumento explosivo da atividade de Collembola e Acari (Tabela 1). De fato, Collembola foram coletados em densidades de 884,8 ind arm⁻¹ e 446,4 ind arm⁻¹ nas áreas de borda e agrícola, respectivamente. Quanto aos ácaros, 78,8 ind arm⁻¹ e 125 ind arm⁻¹ foram coletados nas áreas de borda e agrícola, respectivamente. Mais indivíduos pertencentes a Hymenoptera, Coleoptera e Araneae foram obtidos, na 3ª coleta, em área de borda, embora os valores de frequência relativa tenham sido maiores na área de mata. A riqueza absoluta de grupos foi maior na área de borda e menor na área de mata; contudo, a riqueza média foi superior na área de mata, em comparação às outras áreas na 3ª campanha de coleta.

A partir dos indivíduos coletados e identificados foram calculados índices ecológicos. A Tabela 2 apresenta os índices de diversidade de Shannon (H) para as diferentes coletas realizadas em áreas distintas. Na 1ª coleta, os índices H nas diferentes áreas foram similares, com a área agrícola apresentando os maiores valores. Comportamento similar foi observado na 2ª coleta. Contudo, o índice H na terceira coleta foi maior na área de mata, com elevadas reduções nas áreas de borda e agrícola. Dentro de cada área, embora os valores de H tenham apresentado tendência de diminuição da 1ª para a 3ª coleta, a área de mata apresentou o mais elevado e mais estável índice H. Considerando a totalidade de espécimes, maiores índices H foram calculados para a área de mata.

Tabela 2: Índices de diversidade de Shannon (H) calculados para as diferentes áreas amostrais nos três períodos de coleta.

Área amostral	Coleta			Total
	1ª	2ª	3ª	
Mata	1,773	1,543	1,402	1,741
Área agrícola	1,872	1,774	0,850	1,346
Área de borda	1,754	1,557	0,752	1,041

Os valores de D obtidos na 1ª e 2ª coletas indicam menor dominância de grupos na área agrícola; contudo, na 3ª coleta, a área de mata apresentou os menores valores de D. Em todas as áreas, observou-se tendência de incremento na dominância da 1ª para a 3ª coleta e, índices D totais indicaram menor dominância na área de mata (Tabela 3). Pela análise da Tabela 4, os índices de Pielou sugerem maiores homogeneidades na área agrícola na 1ª e 2ª

coletas. Na 3ª coleta, a área de mata apresentou maior uniformidade em comparação às áreas de borda e agrícola. Na área de mata, o índice de Pielou apresentou-se relativamente estável entre as coletas, com valor total maior que nas outras duas áreas. No entanto, na área de borda e na área agrícola, os índices de Pielou na 3ª coleta foram menores do que nas duas primeiras, indicando maior heterogeneidade.

Tabela 3: Índices de Dominância de Simpson (D) calculados para as diferentes áreas amostrais nos três períodos de coleta.

Área amostral	Coleta			Total
	1ª	2ª	3ª	
Mata	0,217	0,327	0,383	0,236
Área agrícola	0,185	0,196	0,568	0,396
Área de borda	0,229	0,252	0,683	0,546

Tabela 4: Índices de Equitabilidade de Pielou (e) calculados para as diferentes áreas amostrais nos três períodos de coleta.

Área amostral	Coleta			Total
	1ª	2ª	3ª	
Mata	0,713	0,643	0,638	0,659
Área agrícola	0,780	0,807	0,369	0,561
Área de borda	0,762	0,709	0,302	0,406

4 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo são corroborados por avaliações realizadas em diferentes áreas. Colêmbolos e formigas (Hymenoptera) foram os indivíduos mais abundantes coletados em estudo da fauna edáfica em três diferentes coberturas florestais (floresta secundária, plantio de sabiá, plantio de andiroba) no estado do Rio de Janeiro (FERNANDES et al., 2011). Os grupos Hymenoptera (formigas) e Collembola foram os dominantes em diferentes áreas de plantio de café e em área de mata nativa em diferentes propriedades rurais no estado do Tocantins (SILVA et al., 2012). Em 14 propriedades rurais de Agudo (RS), os grupos da fauna epígea de maior ocorrência foram Hymenoptera (34%), Coleoptera (21%),

Collembola (19%), Diptera (9%), Isoptera (7%) e Orthoptera (4%) (GIRACCA et al., 2003). Em solos do Cerrado sob diferentes manejos, os grupos predominantes foram Collembola (48,6%), Hymenoptera (30,7%), Coleoptera (9,4%) e Acari (2,2%) (OLIVEIRA et al., 2010).

No município de Silveira Martins (RS), estudo realizado com cinco usos do solo (campo nativo, florestamento de eucalipto, pomar de pessegueiros, bananeiras e citros) indicou que os grupos mais abundantes foram Collembola e Hymenoptera, sendo que o campo nativo apresentou maior densidade de representantes da fauna epígea (SILVA et al., 2015). Em estudo realizado em diversas áreas, incluindo campo nativo, plantio de eucalipto ou pinus, e agricultura sob plantio direto, houve predominância dos grupos Hymenoptera, Collembola e Acarina, e as riquezas médias nas diferentes áreas variaram de 7,3 a 10,0 grupos (ANTONIOLLI et al., 2006). Em solo no município de Frederico Westphalen (RS), a população de Collembola foi predominante, seguida por Hymenoptera. Quando o solo foi submetido a diferentes culturas de cobertura (nabo, ervilhaca, aveia preta e consórcios destas), foi reportado predomínio de Collembola, Acari e Hymenoptera (SILVA et al., 2013). Os grupos Hymenoptera (formigas) e Collembola foram os mais abundantes em áreas de voçoroca em processo de recuperação com plantios de leguminosas arbóreas, e também em área de floresta secundária, no estado do Rio de Janeiro (RODRIGUES et al., 2016).

Como observado por Baretta et al. (2003) e também no presente estudo (Tabela 1), embora armadilhas de solo sejam adequadas para estudar organismos da superfície do solo, estes instrumentos costumam demonstrar baixa eficiência para a coleta de Oligochaeta.

Cada grupo biótico apresenta significância no solo, estando envolvido na manutenção da qualidade do solo, entendida como o grau ou extensão em que esta matriz pode promover a atividade biológica (vegetal, animal, microbiana), mediar o fluxo de água através do ambiente, e manter a qualidade ambiental atuando como “tampão” que assimila resíduos orgânicos e atua na dissipação de contaminantes (COLEMAN et al., 2004).

Colêmbolos estão amplamente distribuídos, ocorrendo especialmente nas porções superiores e na superfície do solo (BARETTA et al., 2011). São usualmente beneficiados pela presença de cobertura verde e matéria orgânica em decomposição, com preferência por locais úmidos (MELO et al., 2009). Sua dieta baseia-se em fungos associados à vegetação em decomposição, com a ingestão ocasional de materiais fecais e de resíduos de animais e plantas, contribuindo indiretamente para processos de decomposição da matéria orgânica. A dominância do grupo Collembola demonstra a importância desses organismos na ciclagem de nutrientes e decomposição de material orgânico na interface solo-serapilheira (FERNANDES et al., 2011).

Ácaros, representantes da mesofauna, também são comuns no solo. A resistência de ácaros à dessecação e a extremos de temperatura permite que colonizem praticamente todos os solos (BARETTA et al., 2011). Apresentam hábitos alimentares usualmente fungívoros, detritívoros, ou ambos; ainda, há representantes predadores. Ácaros parecem afetar de forma indireta a decomposição da serapilheira e dinâmica de nutrientes em solo florestal, através do consumo de populações microbianas ou fragmentação de detritos vegetais. Os principais ácaros de solo costumam apresentar uma ou duas gerações por ano (COLEMAN, 2004).

Os ácaros e colêmbolos influenciam indiretamente a ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo através de estímulos à atividade microbiana e da distribuição de esporos de fungos (BARETTA et al., 2011). Também, apresentam pouco ou nenhum efeito na estrutura do solo. Seus hábitos alimentares associam a microbiota e a microfauna à mesofauna; a acaroa e colêmbolos, por sua vez, são presas de aranhas, besouros, formigas, entre outros, conectando a mesofauna à macrofauna (COLEMAN, 2004).

As formigas formam, provavelmente, o principal grupo de insetos de solo, apresentando impacto significativo nos ecossistemas. Dependendo da espécie, podem ser predadoras, saprófagas (detritívoras), onívoras, fitófagas ou fungívoras. As formigas realizam importantes funções, como a movimentação de solo, que melhora a aeração e infiltração de água, a fragmentação e incorporação de material orgânico ao solo, que afeta a decomposição e contribui para a fertilidade do solo (CALVI et al., 2010; SILVA et al., 2012).

Coleoptera podem ser predadores, fitófagos, saprófagos, coprófagos, sendo particularmente abundantes em ecossistemas tropicais (MELO et al., 2009). Atuam na redução de excretas e resíduos animais, podendo fragmentar e incorporar resíduos orgânicos ao solo em diferentes profundidades. Desta forma, podem atuar na bioturbação e estruturação do solo e na dinâmica na decomposição de materiais orgânicos (BARETTA et al., 2011). Neste grupo, os carabídeos estão entre os insetos frequentemente capturados por armadilhas de queda em agroecossistemas (COLEMAN et al., 2004).

Aranhas (Araneae) possuem grande adaptabilidade a diferentes condições ambientais, são predadoras da maioria dos artrópodes na superfície do solo, e esta atividade pode ter efeito regulador sobre populações da fauna edáfica (BARETTA et al., 2011). Diferentes representantes exibem estratégias de caça que variam da perseguição a presas, até a confecção de teias. Diversas espécies habitam a superfície do solo, e algumas são comumente encontradas em agroecossistemas, embora usualmente em menor quantidade que em solos florestais. Embora aranhas de solo sejam comumente coletadas em armadilhas de queda, a sua elevada mobilidade entre áreas de floresta e áreas agrícolas torna complicada a mensuração de

populações. Ainda, o impacto das aranhas nos ecossistemas não é bem conhecido (COLEMAN et al., 2004).

Dípteros geralmente são residentes temporários do solo, visto que formas adultas costumam viver na superfície do solo ou no estrato arbóreo. Os dípteros de solo enquadram-se em algumas categorias alimentares, incluindo os detritívoros, predadores, fungívoros, entre outras. Como os adultos costumam possuir asas, apresentam elevada capacidade de colonização de ambientes, podendo atravessar habitats desfavoráveis (CORREIA, 2002). Em muitos estudos, dípteros são classificados como organismos não-edáficos (BARETTA et al., 2006), mas usualmente podem ser considerados insetos edáficos, ao menos em algum estágio de suas vidas (COLEMAN et al., 2004). A presença de Diptera adultos pode estar relacionada ao uso do solo como abrigo temporário, e menos provavelmente como matriz para obtenção de alimento. Alguns Diptera podem utilizar matéria orgânica em decomposição como recurso alimentar, mas este grupo não costuma exercer atividade direta sobre o solo (CALVI et al., 2010; MACHADO et al., 2015).

No presente estudo, a 2ª coleta apresentou as menores temperaturas e menor precipitação, que tenderam a resultar em menor abundância dos principais grupos da fauna epígea e em menor riqueza de grupos em relação às coletas 1 e 2 (Tabela 1). Diversos estudos também relatam variações na abundância e diversidade de representantes da fauna edáfica de acordo com as áreas avaliadas e com os períodos de coleta (ROVEDDER et al., 2004; MOÇO et al., 2005; SILVA et al., 2012; ABREU et al., 2014). Diversos fatores podem influenciar a atividade e diversidade da fauna de solo, como aqueles do próprio solo (tipo, composição, textura e estrutura), do relevo, da vegetação (fisionomia e cobertura), climáticos (precipitação, temperatura) e do histórico de uso e ocupação (MELO et al., 2009). Alguns grupos da fauna são mais sensíveis do que outros em resposta a modificações e manejo do solo e condições climáticas, que fornecem ambientes mais ou menos favoráveis à sobrevivência destes organismos (BARTZ et al., 2014). Particularmente, variações sazonais podem apresentar elevada influência sobre a comunidade edáfica (CUNHA NETO et al., 2012). A sazonalidade pluviométrica pode afetar populações da fauna, uma vez que a água é um dos principais fatores limitantes para a atividade de diversos grupos, como Colembola (ROVEDDER et al., 2004).

Fernandes et al. (2011), avaliando a fauna edáfica em diferentes coberturas florestais (floresta secundária, plantio de sabiá, plantio de andiroba) no estado do Rio de Janeiro, observaram que a maior atividade da fauna ocorreu no verão, período de maior umidade do solo, em comparação ao outono e inverno (menor umidade do solo). Nestas três estações, a

riqueza média foi maior na floresta secundária. Estes autores sugerem que o aumento da temperatura e umidade favoreceu a atividade da fauna em função do incremento dos grupos de maior mobilidade, como os colêmbolos. Por outro lado, baixas temperaturas tenderam a reduzir a atividade da fauna devido à migração de indivíduos para camadas inferiores do solo ou redução do número de indivíduos de maior mobilidade.

Em campo nativo no sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, coleta da fauna realizada no mês de fevereiro (verão), a abundância relativa dos grupos foi maior comparada àquela observada em coleta realizada em maio (outono); exceção foi relatada ao grupo Diptera, cuja maior abundância ocorreu em maio (ROVEDDER et al., 2009). Predominância dos grupos Collembola e Hymenoptera foi relatada em diferentes ambientes, como mata nativa e áreas agrícolas, na região central do Rio Grande do Sul. Maiores abundâncias de organismos da fauna foram observadas no mês de novembro, que apresentou temperaturas mais amenas e menor incidência de chuvas quando comparado ao mês de fevereiro. Contudo, a maior diversidade foi relatada no mês de fevereiro, acompanhada de menor dominância (LUDWIG et al., 2012).

Similarmente ao presente trabalho, Bartz et al. (2014) observaram predomínio dos grupos Collembola, Acari, Hymenoptera (formigas) e Coleoptera em área com floresta natural e área de plantio direto na região oeste do estado de Santa Catarina. Especificamente, cerca de 80% (frequência relativa) da fauna coletada com armadilhas de queda foi representada por Collembola em área de plantio direto durante o inverno (agosto). Nesta mesma área, embora os colêmbolos tenham sido predominantes, sua frequência relativa diminuiu no verão (dezembro); para Acari e Hymenoptera (formigas), as frequências relativas foram menores no inverno e maiores no verão. Em área de floresta nativa, Collembola respondeu a cerca de 50% da frequência relativa de espécimes coletados no inverno; no verão, a frequência de Collembola foi menor do que a de Hymenoptera (formigas). Coleoptera apresentaram menor frequência relativa na área agrícola em relação à floresta nativa, independentemente da época (inverno/verão) (BARTZ et al., 2014).

Na Tabela 1 pode ser observada tendência de maior abundância de Coleoptera na 1ª coleta, com temperaturas mais elevadas e após período chuvoso. As densidades de escarabeídeos (Coleoptera), avaliadas no estado do Paraná por Ronqui e Lopes (2006), foram maiores na primavera e verão, em capturas que também coincidiram com período chuvoso. Teixeira et al. (2009) observaram, de maneira geral, que representantes de Coleoptera são mais abundantes em período de maiores temperaturas. A maior concentração de carabídeos (Coleoptera), em áreas de fragmento florestal e em áreas de reflorestamento de mata ciliar, foi

coletada no período de dezembro a fevereiro, estação correspondente ao verão para a região estudada (QUINTEIRO et al., 2012). Adultos emergem no final da primavera ou início do verão, permitindo que as atividades de reprodução ocorram em condições ideais de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, e esta estação também pode indicar maior abundância de recursos alimentares. Alguns representantes deste grupo passam o período de inverno como larvas no solo (RONQUI; LOPES, 2006).

A fauna do solo foi amostrada por Cunha Neto et al. (2012) em cinco tipos de vegetação, incluindo floresta secundária, pastagem, eucalipto e leguminosas arbóreas, no estado de Minas Gerais. A abundância da fauna na floresta secundária foi maior na época chuvosa do que na época seca; entretanto, comportamento inverso foi observado nas outras áreas avaliadas. A fauna foi mais abundante e também apresentou maior riqueza na floresta secundária em época seca. Em época chuvosa, diferenças na abundância não foram observadas, enquanto que a riqueza foi maior em plantio de mimosa (*Mimosa artemisiana*) (CUNHA NETO et al., 2012).

Abreu et al. (2014) observaram predominância de Hymenoptera (formigas) e Araneae e baixa frequência relativa de Collembola e Acari durante o período seco em solo cultivado com cana-de-açúcar no estado do Piauí. No período chuvoso, estes autores relataram aumento da frequência de Collembola e Acari, e diminuição daquela de formigas e aranhas. Colêmbolos, particularmente, são sensíveis a variações de umidade, preferindo locais úmidos. Assim, a chuva pode contribuir com condições e microambientes mais favoráveis para a atividade da biota, resultando em maior riqueza de grupos (MOÇO et al., 2005). Maior número de indivíduos da fauna, em período chuvoso, pode ocorrer pela melhoria das condições de umidade nos microambientes (ABREU et al., 2014).

Florestas naturais podem demonstrar maior riqueza de grupos comparados a sistemas de manejo devido, entre outros, ao maior conteúdo e diversidade de matéria orgânica (ALVES et al., 2006). Geralmente, uma vegetação mais diversificada tende a resultar em serapilheira mais heterogênea, o que pode sustentar maior diversidade da fauna do solo, como sugerem os índices ecológicos totais observados na área de mata (Tabelas 2-4). Em ambientes florestais, a atividade e diversidade da fauna edáfica podem ser influenciadas por estágios sucessionais. Como relatado por Machado et al. (2015), em floresta estacional semidecidual no estado do Rio de Janeiro, estágios mais avançados de sucessão tenderam a atuar positivamente sobre a atividade e riqueza da fauna edáfica.

Os diferentes usos do solo podem influenciar a ocorrência de organismos no solo, sendo que houve variação entre as épocas de coleta no número total de indivíduos e na

frequência de cada ordem (Tabela 1). A substituição de sistemas nativos por sistemas agrícolas/silviculturistas pode afetar a fauna devido a mudanças de habitat e limitação de nichos (NUNES et al., 2012). Práticas agrícolas e de silvicultura podem aumentar, limitar ou manter o tamanho das populações e sua diversidade (SILVA et al., 2012), e o uso continuado do solo, com repetição de práticas agrícolas na mesma área, pode alterar o equilíbrio e a diversidade da fauna edáfica (LUDWIG et al., 2012).

Diversidade, riqueza e abundância de artrópodes edáficos, em geral, apresentaram-se superiores em área de mata nativa do que em monocultura de *Pinus elliottii* no município de Jaguari (RS), indicando que habitats complexos podem criar oportunidades de instalação e sobrevivência de maior número de organismos distintos devido à capacidade de suporte do meio (COPATTI; DAUDT, 2009). Estudo realizado no estado do Rio de Janeiro indicou que valores de densidade e riqueza da fauna edáfica foram superiores em coberturas de floresta natural quando comparadas a coberturas de eucalipto ou pastagem (MOÇO et al., 2005). Maiores índices de diversidade (H) foram encontrados por Ludwig et al. (2012) em área de mata nativa quando comparada a áreas agrícolas, sugerindo que a mata oferece maior diversificação de nichos, menor incidência de radiação solar e maior proteção contra fatores abióticos adversos.

Sistemas de produção de forragem (capins e leguminosas arbustivas) apresentaram maior número de indivíduos da fauna do solo, em dois períodos (seco e chuvoso), quando comparados com ambiente de mata (Mata dos Cocais), no Piauí. A mata mostrou, contudo, maior diversidade e equitabilidade nos dois períodos avaliados. Também cabe ressaltar o índice de equitabilidade foi aumentado em todas as áreas no período chuvoso, indicando maior uniformidade de grupos em relação ao período seco. Em período de baixa umidade, as condições do meio podem ficar limitadas a poucos grupos mais adaptados a estresses hídricos, induzindo a predominância de alguns grupos em detrimento de outros, diminuindo a uniformidade (NUNES et al., 2012).

No estado do Rio Grande do Norte, áreas adjacentes representando pastagem, plantio de eucalipto, e fragmento de floresta ombrófila densa, foram amostradas quanto à fauna do solo. Os números médios de indivíduos coletados e a riqueza total de grupos foram maiores na área de eucalipto e menores na área de pastagem; contudo, a riqueza média, a diversidade e a equitabilidade apresentaram tendência de maiores valores na área de floresta. Fato recorrente em todas as áreas foi a maior frequência relativa do grupo Hymenoptera, que representou 75,0% na área com eucaliptos, 69,8% na pastagem, e 48,3% na área de floresta (SILVA et al., 2014a), indicando maior adaptabilidade às condições do meio (SILVA et al.,

2014b). Nesta última área, apesar da dominância de Hymenoptera, houve significativa participação dos grupos Araneae, Diptera (não edáfico) e Orthoptera (SILVA et al., 2014a).

Diferenças na abundância de indivíduos da fauna epigeica foram reportadas por Bartz et al. (2014) entre as estações de inverno (menor abundância) e verão (maior abundância). Em cada época de coleta, a densidade de espécimes coletados foi maior em área de plantio do que em floresta nativa. Quanto à riqueza, tanto no inverno quanto no verão, 17 grupos da fauna edáfica foram observados na área nativa; contudo, em área de plantio sem aração, o inverno apresentou 16 grupos, e 14 grupos foram coletados no verão. Nestas duas épocas, índices de diversidade (H) e uniformidade (e) foram maiores na área de floresta nativa em comparação à área de plantio direto (BARTZ et al., 2014).

Índices de diversidade e uniformidade em área de floresta secundária, embora não tenham sido os mais elevados entre todas as áreas avaliadas (acácia, mimosa, eucalipto, pastagem), mantiveram-se estáveis na floresta entre as épocas seca e chuvosa; contudo, variações mais acentuadas ocorreram nas outras áreas, com tendência de maior diversidade e uniformidade na época seca (CUNHA NETO et al., 2012).

Córdova et al. (2009) avaliaram a diversidade da fauna edáfica em áreas de reflorestamento com pinus, campo nativo, e fragmento de floresta de araucária, no município de Campo Belo do Sul (SC), durante períodos de seca e de alta umidade. Destacou-se a abundância dos grupos Acari, Collembola, Araneae, Coleoptera, Scorpionida e Hymenoptera. Particularmente, os ácaros predominaram em todas as áreas, com frequências relativas superiores a 60% dos indivíduos coletados. Os índices de diversidade foram maiores no campo nativo do que no fragmento de mata de araucária, indicando a primeira área como mais favorável à comunidade edáfica. No campo nativo, estes índices foram maiores na época chuvosa em comparação com época seca; por outro lado, a diversidade na floresta de araucária praticamente não foi alterada entre épocas. Os autores relatam que a diversidade na floresta de araucária foi menor do que a esperada, sugerindo que esta área, por tratar-se de pequeno fragmento de floresta (tamanho não indicado), sofre com considerável efeito de borda que foi refletido de forma negativa sobre a riqueza de grupos da fauna, mas de forma positiva sobre a equitabilidade (CÓRDOVA et al., 2009).

Menezes et al. (2009) relataram que os organismos mais abundantes da fauna edáfica, em área de mata nativa e sistema de produção diversificada (pomar), no município de Morro Redondo (RS), foram ácaros, colêmbolos e formigas. Embora tenha sido verificada maior abundância de representantes da fauna edáfica no sistema de produção, não foram observadas diferenças nos índices biológicos entre as áreas, indicando o baixo impacto do manejo

empregado no sistema produtivo. Assim, áreas estruturalmente complexas podem não necessariamente revelar maior diversidade de grupos do que nas áreas menos complexas (SILVA et al., 2012). Resultados obtidos por Moço et al. (2005) indicaram que a alta densidade de fauna em florestas nativas pode reduzir a diversidade, visto que há possibilidade de algum grupo predominar. Isso pode reduzir a equitabilidade, uma vez que a diversidade de grupos relaciona-se à riqueza e distribuição de indivíduos entre grupos (equitabilidade).

Quanto aos sistemas de uso do solo, aqueles que promovem menores impactos tendem a resultar em melhores condições para o desenvolvimento de maior diversidade (BARTZ et al., 2014). Entre estes sistemas está o plantio direto, cujas características incluem o não revolvimento (ou revolvimento mínimo) do solo, que auxilia na criação e manutenção de habitats, a cobertura constante do solo, representada por materiais frescos e em diferentes estágios de decomposição, e a rotação/sucessão de culturas, que podem criar condições mais favoráveis, como menores variações microclimáticas e maiores teores de material orgânico, para o desenvolvimento de organismos edáficos, em comparação a sistemas convencionais de manejo que incorporam os resíduos orgânicos ao solo (ANTONIOLLI et al., 2006; NUNES et al., 2012; ABREU et al., 2014; BARETTA et al., 2003, 2014). Tal estratégia diminui processos erosivos, e a matéria orgânica é gradativamente fragmentada, decomposta e estabilizada através da interação entre a fauna do solo e a microbiota (PEREIRA et al., 2013).

Silva et al. (2006) observaram que a macrofauna edáfica foi menos afetada por práticas mais conservacionistas de manejo dos solos, como o plantio direto, que retêm a matéria orgânica do solo. Alves et al. (2006) indicam que a ausência de preparo e a abundância de cobertura vegetal no plantio direto resultaram em maior atividade e riqueza da fauna edáfica em comparação ao preparo convencional do solo; fato demonstrado também pelos índices mais elevados de diversidade e equitabilidade, bem como menor dominância, nas áreas de plantio direto. Nestas áreas foi observada predominância dos grupos Acari > Hymenoptera > Collembola > Coleoptera ~ Diptera (ALVES et al., 2006).

Silva et al. (2012) avaliaram a fauna do solo em áreas de plantio de café sob três tipos de manejo (convencional, agroecológico, agroflorestal) e em uma área de mata. Utilizando armadilhas de queda, o número de indivíduos capturados, diversidade e equitabilidade tenderam a serem superiores na época chuvosa em relação à época seca. Em cada época (chuvosa ou seca) os índices de diversidade e equitabilidade foram semelhantes entre as áreas, com tendência de maiores valores para a área de mata (SILVA et al., 2012). Trabalho realizado no Mato Grosso do Sul avaliou a macrofauna de solo em diferentes sistemas agrícolas (sistema convencional, plantio direto, pastagem contínua, integração

lavoura/pecuária) e em vegetação nativa. Entre todos os sistemas, a vegetação nativa apresentou maior densidade total e diversidade de grupos, por ser um ambiente mais favorável em termos de variedade de microhabitats e oferta de recursos (SILVA et al., 2006).

O impacto de três sistemas de manejo do solo (convencional, mínimo e plantio direto) para produção de tabaco sobre a fauna do solo foi avaliado por Drescher et al. (2011) no município de Agudo (RS). Ainda, foram avaliadas uma área de reconversão da fumicultura para a vitivinicultura e uma área de mata nativa. O plantio direto apresentou maior número total de organismos, e a riqueza de grupos entre áreas foi pouco variável (11-15). Os sistemas de cultivo apresentaram maiores índices de diversidade de Shannon (1,18-1,60) e a mata nativa valor intermediário (1,33). A presença ou ausência de revolvimento do solo e a rotação com culturas de cobertura foram os fatores que mais influenciaram as populações de fauna epigeica (DRESCHER et al., 2011).

Contudo, a abundância e densidade da fauna, avaliadas em solos do oeste do estado de Santa Catarina, foram pouco influenciadas por diferentes sistemas agrícolas (plantio convencional ou semeadura direta com adição de esterco líquido suíno, e pastagens) em comparação com área de Mata Atlântica. Tais efeitos foram atribuídos às condições de fertilidade do solo e à adoção de rotação de culturas, através da qual é proporcionado o aporte contínuo e diversificado de biomassa ao solo. Nas diferentes áreas observou-se predominância de Collembola, Diptera e Hymenoptera, sendo que o número de grupos (riqueza) encontrados variou de 9 a 12, com pequenas oscilações entre tratamentos, como evidenciado pelos índices de Shannon, Simpson e Pielou (BARETTA et al., 2003). Os resultados na 1ª coleta para as diferentes áreas avaliadas (Tabela 1) vão ao encontro destes resultados.

De forma similar, Oliveira et al. (2010) observaram que o manejo de solo do Cerrado através de plantio direto resultou em maior abundância de indivíduos em relação à área de vegetação nativa. Especificamente, Collembola, Hymenoptera e Coleoptera apresentaram maior frequência relativa na área de plantio direto do que na área nativa; exceção foi o grupo Acari, que demonstrou maior atividade na área nativa do que no plantio direto, enquanto que Araneae apresentou frequência similar entre áreas nativa e de plantio direto. Nestas condições, sugeriu-se que, no geral, a maior abundância de fauna epígea em sistemas contrastantes de uso do solo indica que os distúrbios provocados no preparo do solo não foram limitantes para o estabelecimento destes organismos (OLIVEIRA et al., 2010).

Já em estudo conduzido em Lages (SC), Baretta et al. (2006) identificaram que a abundância e diversidade da fauna edáfica foram sensíveis frente a diferentes formas de manejo do solo. Estes efeitos podem resultar do revolvimento do solo, quantidade e qualidade

da biomassa vegetal, cobertura do solo, rotação/sucessão de culturas, aplicação de agroquímicos, condições edafoclimáticas, entre outros. Contudo, independentemente do tipo de manejo, os grupos Collembola, Acarina e Hymenoptera foram predominantes, representando mais de 90% da frequência relativa da fauna coletada. A diversidade da fauna edáfica foi maior, e a dominância menor, nos tratamentos com menor perturbação do solo associados à sucessão de culturas (trigo no outono e soja na primavera), fato relacionado às condições mais favoráveis, como a permanência de restos culturais sobre o solo e maior disponibilidade de alimento para a fauna, além do maior teor de matéria orgânica, menor amplitude térmica e maior umidade do solo nos sistemas conservacionistas (BARETTA et al., 2006).

A biomassa vegetal serve, direta ou indiretamente, de alimento para a fauna do solo. Assim, a fauna epígea, auxiliar no processo de decomposição da matéria orgânica, pode responder de forma diferenciada tanto à quantidade do material vegetal quanto à qualidade, representada, entre outros, pela relação C/N (RODRIGUES et al., 2016). Por exemplo, vegetais com baixa relação carbono/nitrogênio (C/N) podem prover serapilheira de maior qualidade (CUNHA NETO et al., 2012; NUNES et al., 2012).

Neste sentido, coberturas com leguminosas tendem a favorecer maior número de organismos epigeicos, bem como um maior número de grupos, pois a disponibilidade de ambientes favoráveis é maior (GIRACCA et al., 2003). Maior densidade da fauna foi observada por Santos et al. (2008) em áreas com cultivo de leguminosas de cobertura em comparação com áreas com cultivo de gramíneas, sendo que tal preferência pode estar relacionada à baixa relação C/N das leguminosas. Coberturas de leguminosas, com matéria orgânica fresca e em decomposição, podem promover rápida colonização pela fauna do solo por oferecer condições mais propícias ao desenvolvimento destes organismos, podendo esperar-se maior número de grupos. Além da perspectiva de recurso alimentar, coberturas vegetais também promovem menores temperaturas e maior retenção de umidade na superfície do solo. Em estudo realizado com diferentes leguminosas de cobertura na Amazônia, Canto (1995) observou predomínio de Collembola, Acari e Hymenoptera (formigas).

Na 2ª coleta, já havia ocorrido a colheita da soja, com a palhada permanecendo sobre o solo. Poderia ser esperado aumento na atividade da fauna, mas efeito contrário foi observado (Tabela 1). Assim, a diminuição na abundância de representantes da fauna epígea, ocorrida na 2ª coleta em todas as áreas, foi possivelmente devida à baixa precipitação e, particularmente, as baixas temperaturas registradas.

Fato notável foi o aumento populacional de Collembola, e também de Acari, na 3ª coleta nas áreas de borda e agrícola, o que não foi observado no mesmo período na área de mata (Tabela 1). Os resíduos da cultura da soja, que permaneceram no solo devido à colheita, juntamente com maiores precipitações e temperaturas mais elevadas, podem ter influenciado o incremento das populações de Collembola e Acari nas áreas de borda e agrícola.

A maior precipitação e a serapilheira podem contribuir com a formação de diferentes microssítios, que podem afetar a dinâmica de alguns grupos e mesmo de toda a comunidade. O acúmulo de serapilheira e umidade podem reduzir variações microclimáticas no solo, que por sua vez podem favorecer a colonização e desenvolvimento de diversos grupos. No entanto, os sítios formados não necessariamente favorecem todos os grupos da fauna, sendo que poucos podem se beneficiar das condições impostas pelos fatores ecológicos que ocorrem no habitat, aumentando assim sua atividade e, possivelmente, sua dominância (MACHADO et al., 2015).

Colêmbolos são considerados oportunistas, uma vez que suas populações podem crescer rapidamente em condições adequadas. Estes organismos são sensíveis a baixas umidades, podendo migrar, reduzir taxas de reprodução e apresentar altas taxas de mortalidade (SAUTTER et al., 1999; CÓRDOVA et al., 2009). Diferentes famílias de Collembola podem apresentar picos populacionais em épocas diferentes, afetados inclusive pelo tipo de manejo do solo. Em solos do Paraná, com diferentes formas de manejo, picos populacionais de diferentes famílias de colêmbolos tenderam a ocorrer no verão e/ou inverno. No ecossistema natural, picos populacionais também podem ocorrer nestas estações, dependendo da família avaliada, enquanto para outras famílias há flutuações populacionais regulares (SAUTTER et al., 1999).

Frequentemente, os colêmbolos respondem a perturbações no solo, sendo que explosões populacionais podem ocorrer em sistemas agrícolas após aração ou cultivos (COLEMAN et al., 2004). Além da nova cobertura vegetal morta ter provido, potencialmente, mais microhabitats e recursos alimentares, a estreita relação C/N do resíduo vegetal pode ter promovido a rápida colonização pela microbiota, como os fungos que servem de alimento aos colêmbolos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Por sua vez, fatores relacionados ao tipo de cobertura morta e às condições de menor variação (micro)climática podem ter controlado a densidade de colêmbolos na área de mata (BARETTA et al., 2011).

Após cultivos, as populações de alguns grupos de ácaros podem aumentar dramaticamente. De fato, ciclos populacionais de ácaros em agroecossistemas são usualmente iniciados pela colheita e procedimentos de cultivo, que mudam o perfil de aporte de resíduos

no solo (COLEMAN et al., 2004). Maior número de ácaros oribatídeos, em diferentes sistemas de plantio direto, tendeu a ocorrer onde a cobertura morta foi constituída de resíduos de leguminosas, que possui baixa relação C/N (MUSSURY et al., 2002). Alguns nutrientes, especialmente o nitrogênio, apresentaram relação positiva com o número total de artrópodes edáficos, especialmente ácaros (CANTO, 1995). Em florestas, populações de ácaros em florestas podem apresentar picos de atividade com início na primavera e continuando em meses de verão; para espécies com duas gerações por ano, o meio do outono também pode apresentar picos populacionais (COLEMAN et al., 2004).

A menor diversidade (Tabela 2), maior dominância (Tabela 3) e menor equitabilidade (Tabela 4), observadas especialmente na 3ª coleta nas áreas de borda e agrícola, podem ser devidas à predominância de Collembola (Tabela 1). Ludwig et al. (2012) também observaram que, em área com elevada ocorrência de colêmbolos, o índice de Shannon foi menor que em áreas onde tal predominância não ocorreu. Segundo Silva et al. (2015), a diminuição das populações de Collembola e Hymenoptera, embora predominantes em uma área de pomar de pessegueiros, ocasionou menor dominância, resultando em maior diversidade nesta área quando comparada a áreas de campo nativo, florestamento de eucalipto, bananeiras e citros.

Ainda, como observado no presente estudo, o aumento na frequência de alguns grupos pode resultar em menor equitabilidade, levando a uma menor diversidade (CUNHA NETO et al., 2012). O aumento da densidade e a redução da riqueza da fauna edáfica contribuem para a redução da equitabilidade e, conseqüentemente, do índice de Shannon. Por outro lado, a diminuição da densidade e aumento da riqueza favorecem o incremento da equitabilidade entre grupos (MOÇO et al., 2005). Embora uma área de mata nativa tenha exibido maior riqueza em relação a áreas de fumiçultura, a distribuição dos organismos nos grupos não foi tão proporcional, resultando em menor diversidade e equitabilidade (DRESCHER et al., 2011).

Formigas também podem apresentar preferência pelo forrageamento a partir de plantas leguminosas (SANTOS et al., 2008). A maior frequência relativa de Hymenoptera (formigas) em áreas com pouca ou baixa diversidade de vegetação, como nas áreas de borda e agrícola, pode estar associada à facilidade de mobilidade entre ambientes, utilizando áreas com menor competição por espaços e menor presença de predadores, mas com fontes de alimento mais distantes (BARETTA et al., 2011).

Em avaliação de fauna em centro de mata e em borda de mata-lavoura, não foi observado efeito de borda, isto é, não ocorreram diferenças significativas para riqueza de famílias ou número de indivíduos da fauna entre os ambientes (COPATTI; GASPARETTO,

2012). Estes autores relataram que, devido às dimensões reduzidas do fragmento de mata, a distância do centro de mata à borda pode não ter sido suficiente para a observação de diferenças, considerando o fluxo constante de insetos entre áreas adjacentes. No entanto, na área de borda foi verificada tendência de maior abundância de formigas do que em área de centro de mata, e tendência similar foi observada para coleópteros e dípteros. No presente estudo, comportamento similar foi indicado para Hymenoptera (Tabela 1). Muitas espécies parecem preferir locais de borda devido à menor predação e/ou incremento de recursos (COPATTI; GASPARETTO, 2012).

Formigas são usualmente resilientes no solo, apresentando habilidade de sobreviver em condições de oscilações climáticas e regimes de perturbação do solo (CORREIA, 2002). Leal et al. (1993) não observaram relação direta entre a diversidade de formigas e a complexidade estrutural de diferentes áreas de mata e área de borda. No presente estudo, Hymenoptera foi o grupo menos afetado pelas condições de menor precipitação e menor temperatura (2ª coleta) nas áreas de borda e agrícola (Tabela 1).

Neste sentido, a densidade de escarabeídeos (Coleoptera), formigas e aranhas pode aumentar com práticas agrícolas que reduzem a movimentação do solo; ainda, alguns grupos de formigas podem ser favorecidos pela menor precipitação, enquanto que aranhas aparentemente sofrem menor influência deste fator (CIVIDANES, 2002).

Em suma, a área de mata apresentou-se mais estável em termos de abundância, frequência relativa, estabilidade, dominância e equitabilidade (Tabelas 1-4). Os efeitos do manejo e da sazonalidade indicaram maiores variações nas áreas de borda e agrícola. Uma maior diversidade pode estar relacionada ao incremento na redundância funcional. A maior estabilidade do (agro)ecossistema pode afetar positivamente a qualidade do solo através do incremento da resistência do ambiente a perturbações e capacidade de regeneração do sistema (CUNHA NETO et al., 2012).

5 CONSIDERAÇÕES

A partir da coleta e identificação de indivíduos invertebrados em área de mata, área de borda e área de plantio, foi possível avaliar a frequência e diversidade da fauna epígea. O levantamento realizado pode contribuir para o conhecimento desta fauna em diferentes condições de manejo do solo.

Além de potenciais efeitos sazonais, as ações antrópicas apresentaram efeito sobre a fauna epígea, uma vez que na área de mata, com mesmas condições de temperatura e pluviosidade das demais áreas, os índices ecológicos mantiveram-se mais estáveis em todas as coletas realizadas. O plantio, as mudanças na cobertura, a disponibilidade de serapilheira e as demais interferências do manejo, afetaram a quantidade e diversidade de indivíduos, causando variações na frequência dos grupos coletados.

A heterogeneidade dos solos, formas de manejo e efeitos climáticos e sazonais, indica que há muitos aspectos a serem pesquisados e descritos, como as relações tróficas entre os animais edáficos e tipos de cobertura vegetal, que costumam ser dinâmicas no espaço e tempo. São escassas as informações sobre a fauna associada aos cultivos realizados no Rio Grande do Sul, bem como levantamentos de representantes da fauna em fragmentos preservados de Mata Atlântica. Este trabalho poderá servir de incentivo para que, ao longo do tempo, possam ser diagnosticados parâmetros relacionados ao estado de equilíbrio ecológico.

As avaliações realizadas podem nortear ações de preservação e melhoramento das condições ambientais, uma vez que o conhecimento é fundamental para a valorização da fauna e da flora nativa, bem como a preservação da mesma.

Tais informações embasam o entendimento dos processos do solo em ambientes naturais e antropizados, incluindo o reconhecimento da causa de desequilíbrios que acabam por ser prejudiciais para a própria produção agrícola. Assim, poderá contribuir para sustentabilidade ambiental, considerando como parte integrante também os ambientes agrícolas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. R. L.; LIMA, S. S.; OLIVEIRA, N. C. R.; LEITE, L. F. C. Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 44, 409-416, 2014.
- ALVES, M. V.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 5, 33-43, 2006.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal** 16, 407-417, 2006.
- AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F. **Invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo**. Seropédica: Embrapa Agroecologia, 2005. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 201).
- AQUINO, A. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; QUEIROZ, J. M. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“pitfall-traps”). Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. (Embrapa Agrobiologia. Circular técnica, 18).
- ARAÚJO, C. C.; NOMELINI, Q. S. S.; PEREIRA, J. M.; LIPORACCI, H. S. N.; KATAGUIRI, V. S. Comparação da abundância de invertebrados de solo por meio da estimação intervalar encontrados em diferentes ambientes na cidade de Ituiutaba – MG. **Bioscience Journal** 26, 817-823, 2010.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L.; WILDNER, L. P.; MIQUELLUTI, D. J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste Catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 2, 97-106, 2003.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; BERTOL, I.; ALVES, M. V.; MANFOI, A. F.; BARETTA, C. R. D. M. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 5, 108-117, 2006.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos em Ciência do Solo** 7, 119-170, 2011.
- BARETTA, D.; BARTZ, M. L. C.; FACHINI, I.; ANSELMINI, R.; ZORTÉA, T.; BARETTA, C. R. D. M. Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. **Revista Ciência Agronômica** 45, 871-879, 2014.

BARTZ, M. L.C.; BROWN, G. G.; ORSO, R.; MAFRA, A. L.; BARETTA, D. The influence of land use systems on soil and surface litter fauna in the western region of Santa Catarina. **Revista Ciência Agronômica** 45, 880-887, 2014.

BROWN, G. G.; NIVA, C. C.; ZAGATTO, M. R. G.; FERREIRA, S. A.; NADOLNY, H. S.; CARDOSO, G. B. X.; SANTOS, A.; MARTINEZ, G. A.; PASINI, A.; BARTZ, M. L. C.; SAUTTER, K. D.; THOMAZINI, M. J.; BARETTA, D.; SILVA, E.; ANTONIOLLI, Z. I.; DECAËNS, T.; LAVELLE, P. M.; SOUSA, J. P.; CARVALHO, F. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Eds.) **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: EMBRAPA, 2015. Cap. 10, p. 122-154.

CALVI, G. P.; PEREIRA, M. G.; ESPÍNDULA JUNIOR, A.; MACHADO, D. L. Composição da fauna edáfica em duas áreas de floresta em Santa Maria de Jetibá-ES, Brasil. **Acta Agronômica** 59, 37-45, 2010.

CANTO, A. C. Alterações da mesofauna do solo causadas pelo uso de cobertura com plantas leguminosas na Amazônia Central. **Revista da Universidade do Amazonas. Série: Ciências Agrárias** 4/5, 79-94, 1995/1996.

CATANOZI, G. Importância dos aspectos ecológicos na análise quali-quantitativa da macrofauna edáfica. **Revista da Universidade Ibirapuera** 1, 42-52, 2011.

CIVIDANES, F. J. Efeitos do sistema de plantio e da consorciação soja-milho sobre artrópodes capturados no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 37, 15-23, 2002.

COLEMAN, D. C.; CROSSLEY JR., D. A.; HENDRIX, P. F. **Fundamentals of soil ecology**. 2. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2004.

COLEMAN, D. C.; WALL, D. H. Fauna: the engine for microbial activity and transport. In: Paul, E. A. (Ed.) **Soil microbiology, ecology, and biochemistry**. 3. ed. Oxford: Academic Press, 2007.

COPATTI, C. E.; DAUDT, C. R. Diversidade de artrópodes na serapilheira em fragmentos de mata nativa e *Pinus elliottii* (Engelm. Var elliottii). **Ciência e Natura** 31, 95-113, 2009.

COPATTI, C. E.; GASPARETTO, F. M. Diversidade de insetos em diferentes tipos de borda em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Biociências** 18, 32-40, 2012.

CÓRDOVA, M.; CHAVES, C. L.; MANFREDI-COIMBRA, S. Fauna do solo x vegetação: estudo comparativo da diversidade edáfica em áreas de vegetação nativa e povoamentos de *Pinus* sp. **Geoambiente On-line** 12, 30-41, 2009.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. **Fauna de solo**: aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 112).

CORREIA, M. E. F. **Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna de solo e de grupos chave de invertebrados como bioindicadores do manejo de ecossistemas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 157).

CUNHA NETO, F. V.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; LELES, P. S. S. Soil fauna as an indicator of soil quality in forest stands, pasture and secondary forest. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36, 1407-1417, 2012.

DRESCHER, M. S.; ROVEDDER, A. P. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; DRESCHER, G. L. Fauna epigeica em sistemas de produção de *Nicotiana tabacum* L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 35, 1499-1507, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 2006.

FERNANDES, M. M.; MAGALHÃES, L. M. S.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; BRITO, R. J.; MOURA, M. R. Influência de diferentes coberturas florestais na fauna do solo na Flona Mário Xavier, no município de Seropédica, RJ. **Floresta** 41, 533-540, 2011.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S. F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira de Agrociência** 9, 257-261, 2003.

JEFFERY, S.; GARDI, C.; JONES, A.; MONTANARELLA, L.; MARMO, L.; MIKO, L.; RITZ, K.; PERES, G.; RÖMBKE, J.; VAN DER PUTTEN, W. H. (Eds.). **European atlas of soil biodiversity**. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2010.

LEAL, I. R.; FERREIRA, S. O.; FREITAS, A. V. L. Diversidade de formigas de solo em um gradiente sucessional de Mata Atlântica, ES, Brasil. **Biotemas** 6, 42-53, 1993.

LUDWIG, R. L.; PIZZANI, R.; SCHAEFER, P. E.; GOULART, R. Z.; LOVATO, T. Efeito de diferentes sistemas de uso do solo na diversidade da fauna edáfica na região central do Rio Grande do Sul. **Enciclopédia Biosfera** 8, 485-495, 2012.

MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; DINIZ, A. R.; MENEZES, C. E. G. Fauna edáfica na dinâmica sucessional da Mata Atlântica em floresta estacional semidecidual na bacia do rio Paraíba do Sul - RJ. **Ciência Florestal** 25, 91-106, 2015.

MELO, F. V.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W.; ZANETT, R. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como biondicadores. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo** 34, 38-43, 2009.

MENEZES, A. J. E. A.; SILVA, C. M.; PERLEBERG, T. D.; MACHADO, A. M. B.; MORSELLI, T. B. G. A. Estudo da fauna edáfica em dois ecossistemas no município de Morro Redondo, RS, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Viçosa: SBCS; Fortaleza: UFC, 2009.

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** 29, 555-564, 2005.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2006.

MUSSURY, R. M.; SCALON, S. P. Q.; SILVA, S. V.; SOLIGO, V. R. Study of Acari and Collembola populations in four cultivation systems in Dourados - MS. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 45, 257-264, 2002.

NUNES, L. A. P. L.; SILVA, D. I. B.; ARAÚJO, A. S. F.; LEITE, L. F. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica** 43, 30-37, 2012.

OLIVEIRA, C. M.; RESCK, D. V. S.; FRIZZAS, M. R. **Artrópodes epígeos: dinâmica populacional e influência do sistema de preparo do solo e rotação de culturas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. (Embrapa Cerrados, Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 273).

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R. Serviços ambientais: conceitos, classificação, indicadores e aspectos correlatos. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Eds.) **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: EMBRAPA, 2015. Cap. 1, p. 29-35.

PEREIRA, M. F. S.; NOVO JÚNIOR, J.; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F.; BEZERRA NETO, F.; PINTO, J. R. S. Ciclagem do carbono do solo nos sistemas de plantio direto e convencional. **Agropecuária Científica no Semiárido** 8, 21- 32, 2013.

QUINTEIRO, T.; LOPES, J.; MARTINS, I. C. F. Diversidade de Carabidae (Coleoptera) amostrados em áreas de reflorestamento de mata ciliar e fragmento florestal, no estado do Paraná. **EntomoBrasilis** 5, 217-222, 2012.

RODRIGUES, K. M.; CORREIA, M. E. F.; RESENDE, A. S.; CAMILO, F. L.; CAMPELO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; DECHEN, S. C. F. Fauna do solo ao longo do processo de sucessão ecológica em voçoroca revegetada no município de Pinheiral – RJ. **Ciência Florestal** 26, 355-364, 2016.

RONQUI, D. C.; LOPES, J. Composição e diversidade de Scarabaeoidea (Coleoptera) atraídos por armadilha de luz em área rural no norte do Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia** 96, 103-108, 2006.

ROVEDDER, A. P.; ANTONIOLLI, Z. I.; SPAGNOLLO, E.; VENTURINI, S. F. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 3, 87-96, 2004.

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** 39, 1061-1068, 2009.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 43, 115-122, 2008.

SAUTTER, K. D.; SANTOS, H. R.; RIBEIRO JR., P. J. Comparação das comunidades de Entomobryidae e Isotomidae (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** 16, 117-124, 1999.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 41, 697-704, 2006.

SILVA, J.; JUCKSCH, I.; TAVARES, R. C. Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agroecologia** 7, 112-125, 2012.

SILVA, L. N.; AMARAL, A. A. Amostragem da mesofauna e macrofauna de solo com armadilha de queda. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 8 (ed. especial), 108-115, 2013.

SILVA, R. F.; CORASSA, G. M.; BERTOLLO, G. M.; SANTI, A. L.; STEFFEN, R. B. Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 43, 130-137, 2013.

SILVA, A. C. F.; NÓBREGA, C. C.; ARAÚJO, L. H. B.; PINTO, M. G. C.; SANTANA, J. A. S. Macrofauna edáfica em três diferentes usos do solo. **Enciclopédia Biosfera** 10, 2131-2137, 2014a.

SILVA, A. C. F.; NÓBREGA, C. C.; ARAÚJO, L. H. B.; GUEDES, V. H. F.; SANTANA, J. A. S. Macrofauna edáfica em resposta à adubação orgânica em três diferentes plantios florestais. **Enciclopédia Biosfera** 10, 2123-2130, 2014b.

SILVA, D. A. A.; SILVA, D. M.; JACQUES, R. J. S.; ANTONIOLLI, Z. I. Bioindicadores de qualidade edáfica em diferentes usos do solo. **Enciclopédia Biosfera** 11, 3728-3736, 2015.

TEIXEIRA, C. C. L.; HOFFMANN, M.; SILVA-FILHO, G. Comunidade de Coleoptera de solo em remanescente de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica** 9, 91-95, 2009.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology** 34, 33-39, 2005.

VILAS BOAS, R. C.; MOREIRA, F. M. S. Microbiologia do solo no Ensino Médio de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36, 295-306, 2012.