UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
***CAMPUS* CERRO LARGO**
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MATEUS AUGUSTO BACKES

DIVERSIDADE DA MACROFAUNA EPIEDÁFICA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA ÁREA EXPERIMENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – CAMPUS CERRO LARGO

CERRO LARGO
2017

MATEUS AUGUSTO BACKES

DIVERSIDADE DA MACROFAUNA EPIEDÁFICA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA ÁREA EXPERIMENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – CAMPUS CERRO LARGO

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul

Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2017

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Backes, Mateus Augusto
Diversidade da macrofauna epiedáfica em diferentes usos do solo na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Cerro Largo/ Mateus Augusto Backes. -- 2017.
37 f.:il.

Orientador: Renan Costa Beber Vieira .
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia , Cerro Largo, RS, 2017.

1. Biota. 2. Engenheiros do solo. 3. Diversidade. I. , Renan Costa Beber Vieira, 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).

MATEUS AUGUSTO BACKES

DIVERSIDADE DA MACROFAUNA EPIEDÁFICA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA ÁREA EXPERIMENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – CAMPUS CERRO LARGO

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia – com Ênfase em Agroecologia, da Universidade Federal da Fronteira Sul

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 06/12/2017.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Renan Costa Beber Vieira - UFFS

Profº. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser - UFFS

Eng. Agr. Nilson Rauber Zimmermann

AGRADECIMENTOS

Chega-se ao fim mais uma fase importante de minha vida. Torna-se difícil agradecer a todas as pessoas que de algum modo me apoiaram nesta caminhada extensa e árdua que foi o período da graduação, portanto, fica a todos o meu mais puro e singelo agradecimento.

Dedico esse trabalho aos meus pais Nelmo e Ivânia M. K. Backes, que se dedicaram ao máximo e, que por diversas vezes abriram mão de seus sonhos para que pudessem me proporcionar uma boa educação. Aos meus irmãos Tiago Alberto e Lucas Henrique, que embora estando longe, sempre me apoiaram e deram a maior força para que eu pudesse seguir em frente.

Agradeço a todos aos meus amigos, mas principalmente aos meus amigos Cleiton L. Wilhelm e Lucas Warpechowski, que sempre estiveram presentes tanto nos momentos de descontração e alegria (jantas, festas, etc.), mas também nos momentos sérios e difíceis (finais de semestre, provas, trabalhos, etc.) que passamos no decorrer deste período. Deixo ainda um agradecimento todo especial ao colega e amigo Cleiton L. W., que também me ajudou na confecção e instalação do material utilizado em meu TCC (Trabalho de conclusão de curso).

Agradeço ao meu orientador professor Dr. Renan Costa Beber Vieira por ter aceitado minha proposta de trabalho e ter acreditado no meu potencial. Pelas ideias sugeridas para engrandecer o meu trabalho, pelos conselhos (que não foram poucos) enfim, por toda sua dedicação e tempo investido para que esse meu sonho viesse a se tornar realidade.

Agradeço também a todos os professores que sempre fizeram e deram o seu melhor para que pudessem ministrar e tornar suas aulas as mais interessantes e dinâmicas possíveis.

Por fim, agradeço a Deus por me proporcionar a todos esses momentos incríveis e acima de tudo, por ter me dado uma família maravilhosa, unida e batalhadora a qual tenho o maior orgulho de fazer parte.

RESUMO

A macrofauna é composta por organismos com diâmetro corporal acima de 2 mm (besouros, aranhas, minhocas, entre outros) e compõe um grupo de organismos do solo de suma importância, no qual os indivíduos atuam na degradação dos restos culturais e formação de galerias, contribuindo na aeração e estrutura do solo, além de incorporar a material orgânico em profundidade. O presente levantamento foi realizado durante o ano agrícola 2017/2018, na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, localizada no município de Cerro Largo, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Seu objetivo foi avaliar o efeito da ação humana gerada pela agricultura sobre a diversidade e a abundância de organismos pertencentes à macrofauna de invertebrados do solo, em áreas de mata nativa (M), pousio (P), área com sistema de plantio convencional (SPC) e área com sistema plantio direto (SPD), buscando-se saber qual sistema/manejo mais se aproxima do natural (mata nativa). A ordem Hymenoptera apresentou o maior número de indivíduos tanto na primeira quanto na segunda coleta, seguida pelas ordens Coleoptera, Diptera e Hemiptera. Nas duas épocas de coletas as áreas de mata nativa e com sistema de plantio direto apresentaram maior riqueza de ordens, porém uma menor abundância, quando comparadas ao pousio e ao SPC. Com base nos dados obtidos, concluiu-se que o sistema de plantio direto (SPD) obteve os melhores resultados, pois foi o sistema de produção agrícola que teve a maior diversidade de táxons, a menor dominância entre os táxons e a melhor distribuição dos indivíduos entre os táxons, demonstrando que, quando bem manejado, é a melhor forma de se exploração agrícola de uma área, tendo-se uma maior proximidade do ambiente natural.

Palavras-chave: (biota, engenheiros do solo, diversidade)

ABSTRACT

The macrofauna is composed by organisms whose body diameter is over 2mm (bugs, spiders, earthworms, and others) and make up an important set of ground organisms, in which the individuals act on degradation of cultural remains and creation of galleries, contributing to soil's aeration and structure, besides incorporating deep organic material. The present data collection took place during the agricultural year of 2017/2018 at the experimental area of Universidade Federal da Fronteira Sul, in Cerro Largo, northwest of Rio Grande do Sul state. Its goal was to evaluate human effects of agriculture over the diversity and abundance of organisms in the macrofauna of soil invertebrates in native forests (M), fallow areas (P), and conventional and direct planting system areas (SPC and SPD), where we looked for which system/handling better approaches the natural one (native forest). The order Hymenoptera presented the largest number of individuals in both the first and second collections, followed by the orders Coleoptera, Diptera and Hemiptera. During both collections, the native forest and direct planting system areas presented greater order richness, although less abundance when compared to fallow and conventional planting system areas. Based on the collected data, we conclude that the direct planting system showed the better results, since it was the production system which obtained the largest taxon diversity, the less dominance between taxons, and the best individuals distribution between taxons, showing that, when well handled, it is the best way of agricultural exploration, having the greatest proximity to the natural environment.

KEYWORDS: (biota, soil engineers, diversity)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem aérea da área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul campus Cerro Largo/RS, demonstrando os locais de estudo. 20
Figura 2: Provid instalado a campo. 22
Figura 3: Precipitação e temperatura média durante os meses de agosto (a) e outubro (b). O intervalo entre linhas refere-se ao período de amostragem no campo. 23
Figura 4: Frequência de abundâncias relativas dos principais táxons avaliados nos diferentes sistemas na época de coleta 1 (a) e coleta 2 (B). Táxons com frequência menor ou igual a 10 % foi agrupado em “Outros”.....27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Abundância de indivíduos e riqueza de ordens da macrofauna de invertebrados em área de mata nativa (M), área de pousio (P), área com sistema de plantio convencional (SPC) e em área com sistema de plantio direto (SPD) para as duas épocas de coletas. Valores médios de 5 repetições.....26
Tabela 2: Média da matéria seca da parte aera (MSPA), serrapilheira e umidade do solo nas duas épocas de coletas no sistema convencional (SPC), sistema de plantio direto (SPD), pousio (P) e mata nativa (M). 29
Tabela 3: Análise estatística dos sistemas de produção para os índices de diversidade Shannon (H), dominância de Simpson (1-D) e equitabilidade de Pielou (J) nas duas épocas de coletas. * Pousio (P); Sistema de plantio convencional (SPC); Mata nativa (M) e Sistema plantio direto (SPD).....30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 10
2 OBJETIVOS..... 12
2.1 OJETIVO GERAL..... 12
2.2 OBJETIVO ESPECIFÍCO..... 12
3 REFERENCIAL TEÓRICO..... 13
3.1 IMPORTÂNCIA DA MACROFAUNA INVERTEBRADA PARA O SOLO..... 13
3.2 BIOINDICADORES E QUALIDADE AMBIENTAL DO SOLO..... 14
3.3 MACROFAUNA EPIEDÁFICA NOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO..... 15
4 MATERIAIS E MÉTODOS..... 20
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 25
6 CONCLUSÕES..... 31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 32

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que o ecossistema é composto não só por fatores bióticos, mas também por fatores abióticos. Dentro do ecossistema, tudo e todos os elementos, sejam eles vivos ou não, interagem entre si, formando uma sociedade inter-relacionada.

O solo pode ser caracterizado como uma estrutura mineral orgânica, que serve de aporte tanto para a vida vegetal, quanto para a vida animal. Pesquisas relacionadas à área indicam que aproximadamente 0,206% do solo agricultável é ocupado por organismos edáficos (micro, meso e macrofauna).

Desde o início da agricultura observa-se um crescimento exponencial da produção, de modo a suprir a necessidade de alimentos para a população humana e, para que essa produção não fosse perdida, desenvolveu-se até os dias atuais, diversos defensivos químicos, para evitar o ataque de pragas. Tais produtos possuem variados teores de toxicidade, o que pode acarretar em uma drástica diminuição de seres vivos que habitam o solo, dentre eles, a macrofauna específica da área.

Sabendo que os defensivos químicos utilizados no controle das pragas agrícolas vêm sendo utilizados de maneira não esporádica e com doses cada vez mais exageradas, pode ocorrer que ao longo do tempo, esses seres vivos vão criando resistência aos produtos utilizados, o que acarreta na necessidade de criação de produtos com um maior poder toxicológico, de forma a conter o ataque dessas pragas, consequentemente pondo em risco toda a fauna nativa, tanto aquática quanto terrestre.

Tendo em vista que todos os elementos constituintes do ecossistema interagem entre si, no momento em que uma espécie cria resistência, ou então, em que determinada espécie é erradicada ou reduzida a um número muito abaixo do natural, é então o momento em que se observa a ocorrência de um desequilíbrio no ecossistema.

A presença ou não de tais organismos pode ser afetada devido à forma com que técnicas agrícolas são empregadas. Práticas que visam revolver o solo para incorporar o material orgânico causam um rápido aumento dos microrganismos do solo e uma drástica redução da fauna, além de aumentar a liberação de carbono para o meio ambiente. Esse fenômeno ocorre enquanto ainda há material orgânico

(resíduos de culturas) no solo, assim que o mesmo vai diminuindo, ocorre novamente à redução dos microrganismos. Tal prática proporciona uma rápida degradação do material orgânico e liberação dos nutrientes, conduzindo à criação de um sistema instável com picos de alta disponibilidade de nutrientes.

Práticas que visam manter uma cobertura do solo, seja ela viva ou morta, como é o caso do sistema plantio direto, proporcionam um sistema estável de liberação de nutrientes, proporcionando condições de desenvolvimento equilibrado de microrganismos, micro, meso e macrofauna, que agem em conjunto para realizar um processo de decomposição do material orgânico de forma mais lenta, porém contínua, regulando assim a liberação dos nutrientes e diminuindo a liberação de carbono para o ambiente.

A microfauna do solo é capaz de multiplicar-se rapidamente e, é compreendida por seres vivos que podem ser vistos apenas com o auxílio de microscópicos, como é o caso dos nematoides, protozoários, dentre outros. A mesofauna tem reprodução consideravelmente de média duração e, é compreendida por seres vivos também com tamanhos reduzidos, porém podem ser vistos a olho nu ou com auxílio de lupas, como é o caso principalmente dos colêmbolos e ácaros. Estes grupos são compreendidos por seres de até 0,2 mm (microfauna) e de 0,2 até 2,0 mm (mesofauna) de tamanho (SWIFT et al.,1979), e desempenham um papel importante na ciclagem dos nutrientes presentes no solo.

Já a macrofauna não possui uma reprodução relativamente rápida, entretanto, os indivíduos que fazem parte desse grupo são maiores e vivem por mais tempo. São componentes da biota do solo com tamanho >2,0 mm (SWIFT et al.,1979), atuando como os primeiros degradadores dos restos culturais e também podem ser considerados como os “engenheiros do solo”, pois constroem galerias no mesmo, utilizadas para locomoção, além ainda, de descompactar o solo e incorporar a material orgânico até mesmo em camadas mais profundas do solo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Sabendo que a floresta nativa é o ambiente de condições naturais da fauna e que as áreas agrícolas são áreas que sofreram a ação antrópica, esse levantamento tem por objetivo avaliar o efeito da ação humana gerada pela agricultura na diversidade e a abundância de organismos pertencentes à macrofauna de invertebrados do solo, em diferentes sistemas de uso, a fim de saber qual sistema/manejo mais se aproxima do natural (mata nativa).

2.2 OBJETIVO ESPECIFÍCO

Avaliar a diversidade e abundância dos organismos pertencentes à macrofauna invertebrada do solo intra-sistemas e inter-sistemas de cultivo, em duas épocas do ano.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 IMPORTÂNCIA DA MACROFAUNA INVERTEBRADA PARA O SOLO

Os grupos que compõe a biota do solo podem ser classificados de acordo com seu hábito alimentar, mobilidade, função que desempenham no solo e, principalmente, pelo seu tamanho, onde os organismos pertencentes a macrofauna possuem diâmetro corporal >2,0 mm (SWIFT et al.,1979). Fazem parte desse grupo vários organismos, como as minhocas, centopeias, cupins, formigas, aracnídeos, coleópteros em estado larval e adulto, diplópodes, isópodes, entre outros (LAVELLE & SPAIN, 2001).

A macrofauna tem fundamental importância para a manutenção da qualidade do solo, já que promovem a redistribuição dos nutrientes e da matéria orgânica através da realização de atividades biodinâmicas. Ademais, participam diretamente do equilíbrio do ecossistema, ao ocupar níveis tróficos da cadeia alimentar (PORTILHO et al., 2012).

Algumas características como a densidade e a diversidade das populações de invertebrados da macrofauna podem demonstrar as condições nas quais o solo se encontra e seus níveis de equilíbrio ou perturbação (BROWN, 1997). Sendo assim, infere-se a importância da investigação da situação em que a macrofauna se encontra para avaliar, dessa forma, quais são as condições ambientais e a qualidade do solo da área em estudo.

Além disso, esse tipo de fauna demonstra grande sensibilidade frente a modificações ocorridas no ambiente, tanto as biológicas, físicas e químicas, como as resultantes das práticas de manejo do solo e de cultivo empregadas. Por conseguinte, dependendo do tipo e da intensidade do impacto promovido à área em questão, observa-se a progressiva redução ou aumento na quantidade e diversidade populacional de organismos edáficos, ou ainda, a substituição da diversidade natural, por organismos exóticos oportunistas e altamente adaptados a distúrbios (ROVEDDER et al., 2009).

Segundo Silva et al. (2006), práticas agrícolas de manejo do solo inadequadas provocam impacto e resultam em redução na densidade e riqueza dos organismos da macrofauna do solo.

A abundância e riqueza de espécies dos grupos taxonômicos da macrofauna edáfica varia com a época de coleta, e são favorecidas na época chuvosa, além

disso, os sistemas de manejo e de preparo do solo também podem afetar a estrutura dos grupos taxonômicos dominantes da macrofauna edáfica (LIMA et al., 2010).

Lima et al. (2010) observa ainda que os sistemas agroflorestais propiciam melhores características químicas do solo e aumentos na abundância e riqueza de espécies da macrofauna invertebrada do solo.

Lavelle (1996) comenta em seus estudos, que a diversidade de invertebrados edáficos resulta na produção de estruturas, cuja abundância e qualidade são fundamentais para a conservação e dinâmica da matéria orgânica do solo, ciclagem de nutrientes e manutenção de propriedades físicas, essenciais para a sustentabilidade da produção primária. Portanto, reduções na sua abundância, tal como ocorrer em solos que apresentam progressivo processo de arenização, são prejudiciais à manutenção do ecossistema, mesmo com um nível elevado de adaptação por parte dos organismos.

3.2 BIOINDICADORES E QUALIDADE AMBIENTAL DO SOLO

De acordo com Pompeo (2016), estudar as modificações nas comunidades da macrofauna do solo pode ajudar a compreender melhor e medir as consequências das perturbações impostas na paisagem devido ação antrópica.

A manutenção de uma cobertura florística mais diversa na superfície do solo aumenta a umidade e diminui as oscilações térmicas (COCHRAN et al., 1994). Contudo, a diversidade da macrofauna do solo depende de muitos outros fatores, como tipo de manejo, disponibilidade de fontes de alimento, teor de matéria orgânica e umidade do solo (KLADIVKO, 2001), ficando os invertebrados mais suscetíveis às mudanças microclimáticas do hábitat.

Segundo afirma Barbieri (2009), na agricultura o uso intensivo do solo, a aplicação de fertilizantes inorgânicos e controle químico de pragas se estabeleceram as principais práticas de cultivo para a produção agrícola, acarretando riscos ao equilíbrio dos ecossistemas.

Alguns grupos da macrofauna do ecossistema do solo têm sido amplamente usados como bioindicadores de distúrbios ambientais, bem como da qualidade do solo (PAOLETTI & BRESSAN, 1996; PAOLETTI, 1999; BARETTA et al., 2007). O uso de bioindicadores no monitoramento de ecossistemas apresenta grande potencial de aplicação na avaliação de impactos causados aos mais diversos ecossistemas (MAJER & DELABIE, 1999).

Através de análises indicativas de como os organismos que estão inseridos numa determinada área reagem, como se relacionam com as outras espécies e com o meio onde estão inseridos, é possível avaliar os impactos gerados pelo uso e manejo, e assim, definir estratégias que guiem o processo de restauração dessas áreas degradadas (GREEN et al., 2005).

A fauna edáfica é um indicador eficiente da influência da presença ou ausência de cobertura vegetal, tendo sido observada a influência gerada pela época de coleta, presença ou ausência de cobertura vegetal, além do tipo de cobertura vegetal encontrada na área em estudo (ROVEDDER et al., 2009).

Baretta et al. (2011), assim como outros autores citados, também afirmam que a fauna edáfica pode ser usada como bioindicadora da qualidade, uma vez que alguns indivíduos mostram-se sensíveis ao uso e manejo do solo, além de envolver medições fáceis e de baixo custo.

Entretanto, o manejo, se realizado de maneira adequada, de áreas degradadas pode melhorar a densidade populacional da fauna do solo, podendo auxiliar na recuperação de solos degradados, aumentado o crescimento das plantas, desde que manejada adequadamente e com aplicação adequada de fertilizantes (HUTSON, 1989).

3.3 MACROFAUNA EPIEDÁFICA NOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Alguns grupos da fauna são responsáveis pela predação de outros invertebrados e outros contribuem diretamente na modificação da estrutura do solo, por meio de sua movimentação pelo perfil (CORREIA & ANDRADE, 2008).

De acordo com Baretta et al. (2011), algumas práticas ligadas ao sistema de preparo convencional do solo, tal como a aração e a gradagem, podem prejudicar a estabilidade da fauna do solo devido a ação mecânica, modificando a estrutura do mesmo e reduzindo a cobertura do solo, intensificando assim, o efeito da radiação solar direta no solo, alterando assim, o microclima do local.

Tendo como objetivo a maximização da produção em um menor período de tempo, a agricultura convencional se utiliza de práticas que podem desestabilizar a dinâmica ecológica dos ecossistemas agrícolas (BARBIERI, 2009).

Sistemas conservacionistas de manejo do solo visam manter uma cobertura no solo com restos culturais e revolver o mesmo somente na linha de semeadura, juntamente com rotações de culturas, ocasiona em uma redução dos impactos sobre

a biodiversidade edáfica, além de poder ocasionar em uma elevação do teor de carbono orgânico total e nutrientes no solo (PAUL et al., 2013).

As alterações causadas pela atividade agrícola podem ocorrer indiretamente, pela melhoria na fertilidade do solo e aumento da qualidade nutricional dos resíduos, que possibilitariam colonização de habitats antes desfavoráveis. Também podem ocorrer diretamente pelo efeito negativo do revolvimento do solo e da aplicação de defensivos agrícolas (MARCHÃO, 2007).

Os Himenópteros que são representados pelas formigas, abelhas e vespas, são importantes indicadores biológicos e de fácil coleta e identificação, além disso, são encontrados em todos os extratos da vegetação, o que permite avaliar as alterações ambientais, indicando o grau de conservação ou de degradação do solo (WINK et al., 2005).

As formigas mostram-se excelentes objetos de estudo na avaliação da qualidade ambiental, já que reagem rapidamente a mudanças ambientais; além disso, são os organismos mais abundantes na maioria dos ecossistemas terrestres, apresentam grande diversidade de espécies e habitats, alta capacidade de dispersão, respondem rapidamente a qualidade e quantidade de recursos disponíveis, tendendo a refletir a natureza do ambiente em que estão inseridas (KASPARI & MAJER, 2000).

Na avaliação de diferentes sistemas de manejo, observa-se menor frequência de formigas no sistema de plantio convencional, o que se atribui ao fato da vegetação possuir menor diversidade, já que as formigas tem predileção por ambientes de mata nativa. Diferentes espécies de formigas têm preferência por variados ambientes, no entanto, algumas espécies oportunistas podem ocorrer em ambientes com pouca vegetação e constantemente perturbados (MATOS et al., 1994). Entretanto, quando a população de uma única espécie de formigas cresce em abundância em áreas degradadas, podem se tornar uma praga, prejudicando as plantações (LOURENTE et al. 2007). O gênero *Solenopsis*, por exemplo, apresenta facilidade em adaptar-se a locais perturbados, com sistemas de plantio com intenso revolvimento do solo (NASCIMENTO; MORINI & BRANDÃO, 2001).

Assim como as formigas, os cupins (ordem Isoptera) são encontrados frequentemente na superfície do solo, podem ocorrer tanto em área de mata nativa, como em áreas que apresentam desmatamento, sendo capazes de manter uma população mais especializada (DECAËNS; MARIANI & LAVELLE, 1999). Estes

organismos têm sido apontados como bioindicadores do estado de degradação do ecossistema, em virtude de sua diversidade taxonômica e ecológica (BROWN JUNIOR, 1991). Somado a isso, observou-se a ocorrência desta ordem em sistemas de manejo, como áreas de pastagem cultivada continuamente, mantidos por longos períodos (CZEPAK; ARAÚJO; FERNANDES, 2003).

Silveira (2016), afirma que os cupins possuem um papel extremamente importante na decomposição de liteiras e na ciclagem de nutrientes. A construção de ninhos e/ou galerias promove a distribuição de nutrientes, influenciando a fertilidade e a estrutura do solo, portanto a eliminação dos cupins de determinada área pode causar a extinção local das espécies que dependem deles para sobreviver (CONSTANTINO & ACIOLI, 2008).

Em áreas agrícolas, os montículos também causam prejuízos, pois inviabilizam áreas potencialmente produtivas, dificultam o trabalho das máquinas e afetam várias culturas. Entretanto, apenas 10 % das espécies descritas se caracterizam como pragas (KORASAKI; MORAIS; BRAGA, 2013). O estabelecimento destes organismos em pastagens degradadas pode estar relacionado com a simbiose com as bactérias fixadoras de N_2 e os protozoários degradadores de celulose presentes nesses ambientes (AQUINO; CORREIA & ALVES, 2008).

Também se pode inferir a importância das aranhas (Ordem Araneae), na regulação de populações da fauna do solo, além da fácil identificação das espécies. São encontradas de acordo com a disponibilidade de alimento, geralmente em áreas com vegetação natural (BARRETA et al., 2011).

Baretta et al. (2011) afirma que o uso de inseticidas e produtos químicos em áreas agricultáveis causa redução na disponibilidade de alimento para as aranhas, e além disso, o efeito de algumas substâncias químicas podem gerar uma redução das mesmas em agro ecossistemas.

Os requisitos para tal utilização residem no fato das aranhas apresentarem naturalmente abundância em muitos ecossistemas terrestres, grande sensibilidade a alterações do ambiente, e uma grande variedade de estilos de vida e especializações ecológicas (NEW, 1999; WISE, 1993).

Práticas de aração, gradagem e colheita mecânica causam alta mortalidade de aranhas, alterando o tamanho e composição da população das mesmas (MARC;

CANARD & YSNEL, 1999). As aranhas são bons indicadores em relação a fatores físicos do ambiente, como alterações no microclima (BARETTA et al., 2011).

No grupo Coleoptera, os besouros são de interesse da pesquisa, pois além de serem facilmente identificados, realizam uma função na redução de excretas e de resíduos de origem animal e vegetal, facilitando a decomposição dos mesmos, promovendo a aeração do solo (COLEMAN & CROSSLEY JR., 1996).

A quantidade de matéria orgânica incorporada ao solo apresenta relação direta com o tamanho dos indivíduos (HORGAN, 2001), o que se associa com um solo de boa qualidade. Marchão et al. (2009) afirmam que observaram alta densidade de organismos considerados engenheiros do solo, como os pertencentes ao grupo dos coleópteros, em sistemas de rotação e plantio direto na região do Cerrado. Embora algumas famílias desta ordem sejam consideradas pragas na agricultura, podem ser benéficas para a fertilidade e a física do solo, principalmente na fase larval (CORREIA & OLIVEIRA, 2005). Além disso, são potenciais bioindicadores da qualidade do solo, pois geralmente estão presente em ambientes naturais e mais conservacionistas, com altos teores de matéria orgânica (BUCHS, 2003).

Estudar a comunidade dos coleópteros representa um excelente foco para elucidar os efeitos das perturbações antrópicas, sobre a biodiversidade e funções do ecossistema, pois mesmo mudanças sutis, poderiam trazer consequências, em longo prazo, para a estrutura e diversidade das florestas e outros sistemas agrícolas (FAVERO; SOUZA; OLIVEIRA, 2011).

Em estudos realizados por Baretta et al. (2011), aplicado diretamente a macrofauna invertebrada, dentre estes, especificamente citando a população de minhocas, o mesmo discute a diversidade de fatores que podem causar a redução de minhocas no ambiente, entre esses fatores, pode-se destacar a: aplicação de pesticidas e até mesmo de alguns herbicidas, o uso intenso dos solos, a redução da matéria orgânica e da cobertura vegetal.

A macrofauna invertebrada do solo influencia diretamente as populações e atividade realizada pelas populações de microrganismos, responsáveis por processos de mineralização e umificação da matéria orgânica do solo e, portanto, exercem influência sobre a disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas (DECAËNS; BUREAU; MARGERIE, 2003). Foi possível observar a ocorrência de um

maior número de minhocas no sistema de plantio direto, do que no sistema de plantio convencional (BARETTA et al., 2011).

A intensidade do uso do solo e o tipo de cobertura vegetal são fatores determinantes sobre a biodiversidade e abundância das comunidades de macroinvertebrados terrestres, estando, portanto, a macrofauna edáfica diretamente influenciada pelos atributos químicos e físicos do solo, sendo esses fatores, limitantes para a dispersão e estabelecimento desses organismos, o que pode explicar variações nos grupos de organismos entre os sistemas de uso do solo (ROSA et al., 2015).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, localizada no município de Cerro Largo na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, durante o ano agrícola de 2017/2018. O clima da região é subtropical possuindo quatro estações definidas, sendo duas estações mais extremas inverno (estação fria) e verão (estação quente) separados por estações intermediário-amenas (primavera e outono). As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. O solo é do tipo Latossolo Vermelho (Embrapa, 1999).

O trabalho foi composto pela avaliação da macrofauna edáfica em área de mata nativa (M), pousio (P), área com cultivo de trigo em sistema de plantio convencional (SPC) e área com o cultivo em consórcio de aveia e ervilhaca e cultivo de milho em sistema plantio direto (SPD) (Figura1).

Figura 1: Imagem aérea da área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul campus Cerro Largo/RS, demonstrando os locais de estudo.

Fonte: GOOGLE EARTH, 2017

Área composta por mata nativa (M) possui vegetação arbórea, arbustiva e herbácea. Ambas nativas e em diferentes estádios de desenvolvimento. A área conta com um tamanho de aproximadamente 20000 m² (vinte mil metros quadrados), encontra-se em área de preservação, onde aparentemente, nunca foi utilizada para a exploração agrícola, podendo assim ser chamada também de mata

virgem. Portanto é considerado um ambiente com todas as condições naturais da região para o desenvolvimento e manutenção da fauna do solo.

Na área em pousio (P) também com tamanho de aproximadamente 20000 m² (vinte mil metros quadrados), encontra-se vegetação herbácea, principalmente gramíneas, perenes e anuais. Nesta área há presença de plantas nativas e exóticas como é o caso do *Sorghum halepense* popular sorgo de alepo, bastante difundida em regiões tropicais. Cerca de duas semanas antes das coletas, tanto na primeira quanto na segunda, havia sido realizada a roçada, onde no momento das coletas, a vegetação estava em período de rebrote.

Na área em sistema de plantio convencional (SPC), cujo tamanho é de 1000 m² (mil metros quadrados) vem sendo aplicado o sistema há dois anos, onde antes da implantação da nova cultura é realizada a aração e gradagem do solo, incorporando totalmente os restos culturais das culturas antecessoras (implantadas e espontâneas). Nesta área foi realizada uma sequência com as culturas da mandioca (Euphorbiaceae), pousio, feijão (Fabaceae) e trigo (Poaceae). No momento das coletas e avaliações da macrofauna a área estava sendo utilizada com o cultivo da cultura do trigo (estágio de desenvolvimento de perfilhamento na primeira coleta e estágio de grão em maturação fisiológica na segunda coleta).

A área em sistema plantio direto (SPD) também possui um tamanho de 1000 m² (mil metros quadrados) e ainda encontra-se em fase de transição do sistema plantio direto, o qual foi implantando há dois anos. Na área vem sendo cultivado plantas de diferentes famílias como, por exemplo, soja (Fabaceae), aveia (Poaceae) dentre outras. No período de coletas e avaliações da macrofauna na área estavam implantadas as culturas de ervilhaca (Fabaceae) e aveia preta (Poaceae), em consórcio, na primeira coleta e a cultura do milho (Poaceae) na segunda coleta.

A avaliação da macrofauna edáfica foi realizada com o uso de armadilhas do tipo Provid. Este tipo de armadilha é construída a partir de uma garrafa PET com capacidade de dois litros, onde são encontradas quatro aberturas na forma de janelas com dimensões de 6 x 4 cm na altura de 20 cm de sua base (ANTONIOLLI et al, 2006) (Figura 2).

As armadilhas foram instaladas a campo por um período de quatro dias, contendo em seu interior 300 ml de álcool 70%, sendo enterradas no solo de modo que os bordos dos frascos ficassem ao nível da superfície do solo (Figura 2).

Figura 2: Provid instalado a campo na área com sistema de plantio direto (SPD).

Fonte: BACKES, 2017

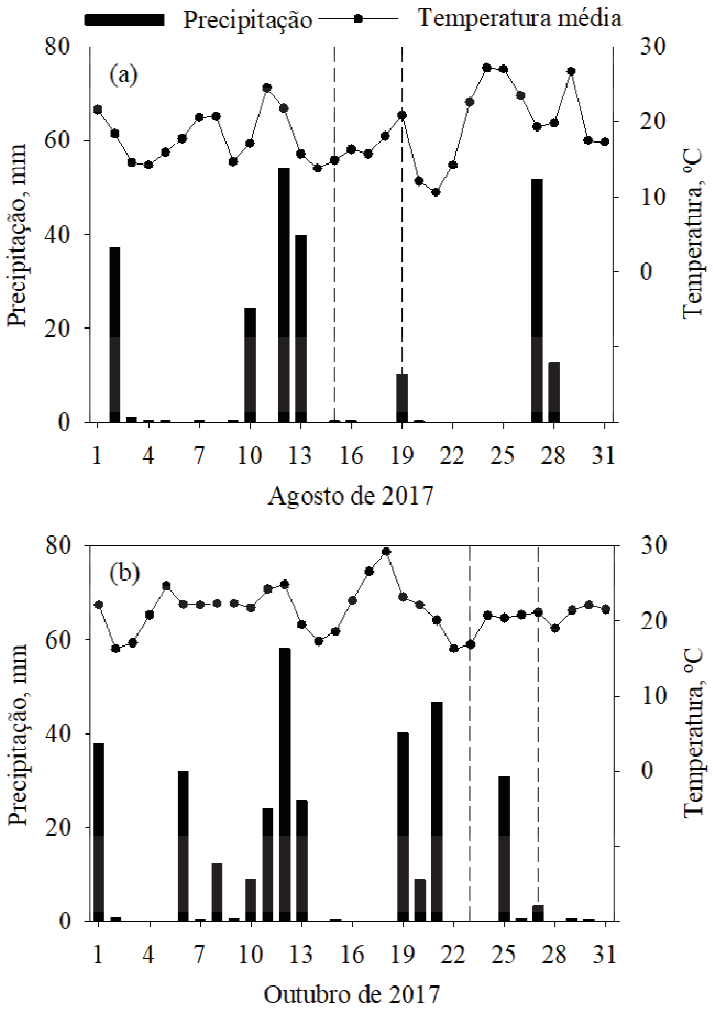
A amostragem foi realizada em duas épocas de coleta, sendo a primeira entre os dias 15 a 19 de agosto e a segunda entre os dias 23 a 27 de outubro. Cinco repetições foram utilizadas por área, totalizando 20 provids para cada época.

Os cinco provids foram dispostos em um transecto em zigue-zague, distanciados 10 m entre repetições e mínimo de 5 m da bordadura, de acordo com a menor área amostrada.

A amostragem de solo foi realizada na camada de 0-10 centímetros no momento de instalação dos provids (3 repetições), a fim de determinar a umidade do solo. Além disso, a avaliação da serrapilheira e da matéria seca da parte aérea (MSPA) também foram realizadas, em um quadrado de 50 x 50 centímetros, ambas com três repetições para cada época de coleta. A MSPA não foi avaliada na área de mata, por se tratar de espécies florestais de grande porte.

Os dados meteorológicos de precipitação e temperatura média durante os períodos de avaliação foram obtidos através da estação meteorológica da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo (Figura 3)

Figura 3: Precipitação e temperatura média durante os meses de agosto (a) e outubro (b). O intervalo entre linhas refere-se ao período de amostragem no campo.



Fonte: BACKES, 2017

Após cada amostragem foi realizada a identificação e contagem em laboratório dos organismos coletados, com base na chave de identificação descrita por Gallo et al. (2002). Para a identificação (em nível de ordem) utilizou-se lupa biocular com capacidade de aumento de 40 X.

Os dados obtidos das duas épocas de coletas foram utilizados para calcular os índices de diversidade de Shannon (H') e abundância, que levam em consideração a riqueza dos táxons da(s) área(s) em estudo; o índice de equitabilidade de Pielou (J), que leva em consideração o padrão de distribuição dos

indivíduos entre os táxons e o índice de dominância de Simpson (1-D), que se refere à dominância de um ou mais táxons do local de estudo.

A diversidade foi expressa através da seguinte fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Onde H'= índice de Shannon; pi = ni/N; ni = densidade de cada grupo e N = número total de ordens.

Para a equitabilidade utilizou-se a fórmula:

$$J = \frac{H'}{H_{max'}}$$

Onde J = índice de Pielou, H' = índice de diversidade de Shannon; Hmax= ln (S) e S = número total de ordens.

Para a dominância utilizou-se a fórmula:

$$D = \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Em que D= índice de dominância de Simpson; ni = número de indivíduos amostrados por ordem e N = número total de indivíduos amostrados.

Os índices de diversidade, dominância e equitabilidade foram submetidos à análise da variância, utilizando o teste de médias de Scott-Knott quando significativo ($p<0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No ano agrícola 2017/2018 foram capturados e identificados 4.556 indivíduos, distribuídos nas duas épocas de coletas, dentro dos quatro sistemas avaliados (mata nativa, pousio, sistema de plantio convencional e sistema plantio direto), onde estes indivíduos estavam distribuídos em 16 ordens (Tabela 1).

A abundância de indivíduos foi maior na segunda coleta (Tabela 1), devido à temperatura média do ar (Figura 3) e umidade do solo (Tabela 2) terem sido mais elevadas na segunda época de coleta, quando comparada a da primeira coleta possibilitando um microclima favorável para a reprodução da fauna.

A ordem Hymenoptera (representada por vespas, abelhas e formigas) foi a que apresentou o maior número de indivíduos tanto na primeira quanto na segunda coleta (Figura 4). Sua maior representatividade foi observada na área de sistema de plantio convencional (Tabela 1), podendo ser um fator que demonstra uma possível degradação da área. Algumas espécies pertencentes a ordem Hymenoptera são frequentemente encontrados em ambientes degradados e com elevada incidência de luz solar (BARETTA et al., 2011). As ordens Coleoptera, Diptera e Hemiptera foram, respectivamente, as ordens que tiveram o maior número de indivíduos após a Hymenoptera.

Rosa et al. (2015), comentam que a maioria dos autores não consideram a ordem Díptera como um grupo edáfico, porem algumas famílias pertencentes a essa ordem, depositam suas larvas em áreas onde há elevada concentração de material orgânico em decomposição, o que explica o fato da mesma ter ocorrido em menor frequência no SPC.

A cobertura vegetal permanente favorece um hábitat adequado à ordem Coleoptera (ROSA et al. 2015). A flutuação do número de indivíduos pertencentes a esta ordem ao longo do ciclo das culturas pode ser atribuída à capacidade dos mesmos em explorar nichos tróficos específicos (FRENCH; ELLIOTT, 1999).

Tabela 1: Abundância de indivíduos e riqueza de ordens da macrofauna de invertebrados em área de mata nativa (M), área de pousio (P), área com sistema de plantio convencional (SPC) e em área com sistema de plantio direto (SPD) para as duas épocas de coletas. Valores médios de 5 repetições.

Ordens	Coleta 1 (Agosto/2017)				Total	Coleta 2 (Outubro/2017)				Total
	P	M	SPC	SPD	coleta 1	P	M	SPC	SPD	coleta 2
Araneae	6,8	7,6	4,4	4,2	23,0	9,4	8,8	10,2	11,0	39,4
Coleoptera	10,8	1,8	10,0	8,8	31,4	22,4	12,8	13,2	18,6	67,0
Dermaptera	0,2	4,2	0,0	0,8	5,2	2,6	1,0	28,4	23,4	55,4
Diplopoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
Diptera	19,8	15,6	3,8	5,2	44,4	16,8	6,4	10,8	17,0	51,0
Haplotaxida	0,2	0,6	0,0	0,8	1,6	0,0	0,6	0,6	0,6	1,8
Hemiptera	9,8	0,4	3,0	11,2	24,4	25,0	7,4	7,8	22,2	62,4
Hymenoptera	42,4	13,6	56,0	23,6	135,6	85,8	22,2	96,2	63,6	267,8
Isopoda	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,2	1,0	0,0	1,6	2,8
Isoptera	0,0	6,4	0,6	1,0	8,0	2,2	0,8	4,8	1,8	9,6
Larvas	0,0	0,8	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepidoptera	0,4	0,6	1,0	0,2	2,2	0,2	0,6	0,0	0,2	1,0
Opilione	1,2	1,4	0,0	1,0	3,6	0,8	7,0	0,6	0,0	8,4
Orthoptera	7,4	1,0	2,6	4,4	15,4	19,2	2,8	8,8	8,4	39,2
Scolopendrida	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,6	1,8
Thysanura	0,0	0,4	0,4	1,0	1,8	2,0	1,6	0,0	1,2	4,8
Abundância	99,0	54,8	81,8	62,2	-	186,6	74,2	181,4	171,2	4556
Riqueza	10,0	14,0	9,0	12,0	-	12,0	14,0	10,0	14,0	16

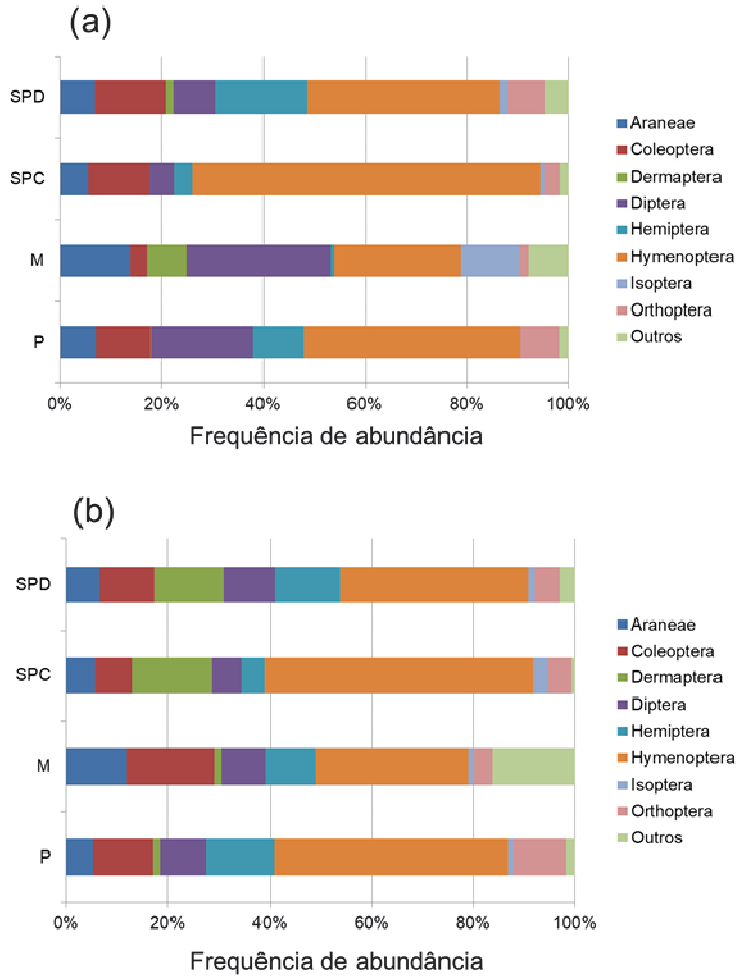
Fonte: BACKES, 2017

A ordem Araneae (representada pelas aranhas) apresentou um número relativamente baixo na primeira coleta no SPD e no SPC. Já na segunda coleta os resultados se inverteram, onde o SPD e o SPC apresentaram maior número de indivíduos dessa ordem do que o P e a M, respectivamente. Tal fato pode ser explicado devido ao aumento ocorrido na totalidade de indivíduos da primeira para a segunda coleta. Barreta et al. (2011) comentam que as aranhas são capazes de viver em vários habitats, possuem grande adaptabilidade ao ambiente, a maior parte possui hábitos noturnos e sua alimentação é basicamente de insetos. Por serem predadoras, as aranhas exercem efeito regulador na comunidade edáfica, onde a

maioria dos artrópodes da serapilheira podem ser suas presas em alguma fase de sua vida (POGGIANI et al., 1996).

A ordem Opilione (representada pelos opiliões), apresentou um número baixo de indivíduos, porém, na área de M foram encontrados em maior quantidade nas duas coletas, o que pode ser resultado de um ambiente menos explorado e com um microclima diferenciado das demais áreas. Na primeira coleta, os opiliões, apenas não foram encontrados no SPC e na segunda coleta no SPD, tal fato pode ser proveniente de estas áreas terem sofrido um manejo de implantação das culturas dias antes das coletas. Além de possuírem uma capacidade de dispersão limitada, os opiliões são muito sensíveis às alterações do ambiente (PINTO-DA-ROCHA & BONALDO, 2006).

Figura 4: Frequência de abundâncias relativas dos principais táxons avaliados nos diferentes sistemas na época de coleta 1 (a) e coleta 2 (B). Táxons com frequência menor ou igual a 10 % foi agrupado em “Outros”.



Fonte: BACKES, 2017

Nas duas épocas de coletas as áreas de mata nativa e com sistema de plantio direto apresentaram maior riqueza de ordens, porém, não apresentaram maior abundância ficando atrás da área de pousio e da área com sistema de plantio convencional (Tabela 1). Por apresentarem uma maior semelhança aos sistemas naturais, os sistemas conservacionistas podem apresentar uma combinação ideal para a biologia do solo, tanto pela oferta de refúgio quanto pela alta disponibilidade de matéria orgânica, sem que ocorram grandes perturbações devido ao manejo intensivo (BARROS et al., 2008; LUIZÃO & SCHUBART, 1987).

Tal fato pode explicar e dar ênfase a importância de se ter um sistema bem manejado, que é o caso do sistema plantio direto, pois foi o sistema que mais se aproximou ao natural representado pela mata nativa onde ocorreu maior número de ordens, mas menor abundância.

Os atributos avaliados de MSPA, serapilheira e umidade do solo demonstraram que a área conduzida por sistema plantio direto (SPD) está mais próxima ao natural (mata nativa), onde se percebe uma maior ocorrência da serapilheira para o SPD, fator importante para a manutenção da fauna durante o período de entressafra das culturas. Nas avaliações da MSPA entre os sistemas de preparo convencional, direto e pousio na primeira coleta, observou-se que esta foi maior na área em sistema plantio direto do que na área em pousio e na área com sistema de plantio convencional. Já na segunda coleta, a área em SPC apresentou MSPA maior do que as áreas em SPD e P (Tabela 2), o que pode ser explicado pelo fato de que a área em SPC apresentava plantas de trigo em estágio de maturação fisiológica dos grãos, enquanto que a área em SPD estava com a cultura do milho em estágio de desenvolvimento vegetativo (V3) e a área em P havia sido roçada recentemente e apresentava plantas em início de rebrote. A umidade do solo foi maior para a área de mata nativa devido ao fato de ser uma área completamente coberta por plantas e apresentar maior quantidade de serrapilheira, proporcionando um microclima diferente que nas demais áreas. Porém, para as demais áreas foi muito parecida podendo ser explicado pelo fato a ter ocorrido precipitação pluvial pouco antes de realizarem-se as coletas das amostras de solo (Figura 4).

Tabela 2: Média da matéria seca da parte aérea (MSPA), serrapilheira e umidade do solo nas duas épocas de coletas no sistema convencional (SPC), sistema de plantio direto (SPD), pousio (P) e mata nativa (M).

Atributos	Coleta 1 (Agosto/2017)				Coleta 2 (Outubro/2017)			
	P	M	SPC	SPD	P	M	SPC	SPD
MSPA (kg ha^{-1})	815	*n.a.	157	2302	984	n.a.	1924	1368
Serrapilheira (kg ha^{-1})	1261	35687	0	1466	755	21375	321	1952
Umidade do solo (%)	21,2	31,9	20,2	20,4	22,6	37,4	21,4	22,3

Fonte: BACKES, 2017

*n.a: Não avaliado.

Houve diferença significativa entre os tratamentos para todos os índices avaliados nas duas épocas de coletas.

Na primeira coleta o índice de Shannon (H'), apresentou uma maior diversidade dos táxons na área com mata nativa que não diferiu estatisticamente da área com SPD e P, respectivamente. Porém, a área com SPC foi o pior sistema, pois apresentou uma diversidade mais baixa. Já na segunda coleta a área de mata também teve a melhor diversidade e não diferiu estatisticamente da área com SPD mas, ambas diferiram das áreas com P e SPC que tiveram os piores índices respectivamente (Tabela 3). Esses resultados podem ser explicados pela maior serapilheira encontrada nos ambientes de mata e PD (Tabela 2), conferindo maior cobertura vegetal no solo além de criar um habitat favorável à fauna de invertebrados, contribuindo para o aumento da disponibilidade de alimentos e ajudando na sustentabilidade ecológica dos sistemas de produção (Silva et al., 2007).

Os índices de Shannon encontrados para a mata estão em conformidade aos encontrados por Silva (2006) em mata nativa sob solo argiloso, variando de 1,82 (inverno) para 1,93 (verão). Em relação aos sistemas de produção e uso do solo, a maior diversidade de organismos em sistemas conservacionistas também foi observada em um Latossolo Paranaense (BROWN et al., 2001), com índices de Shannon de 1,60 em plantio direto e 1,10 em preparo convencional, reforçando a importância dos sistemas de manejo na qualidade do solo.

Para o índice de Simpson (1-D) que mede a dominância dos táxons, na primeira coleta a área de mata nativa apresentou um melhor resultado, mas não diferiu da área com SPD e com P, demonstrando serem ambientes pouco

dominados. Por sua vez, a área com SPC teve o pior resultado, demonstrando ser um ambiente bastante dominado. Na segunda coleta novamente a área de mata nativa apresentou o melhor resultado não diferindo estatisticamente apenas da área em SPD, enquanto que as áreas de P e SPC tiveram os piores resultados, demonstrando serem áreas com forte dominância (Tabela 3). A maior dominância observada no preparo convencional é decorrente principalmente do grande número de Hymenopteras encontrados, os quais representam 68,5% e 53% dos organismos deste sistema de manejo na primeira e segunda coleta, respectivamente.

Conforme Ludwig et al. (2012), o índice de Simpson também é afetado pelos diferentes sistemas de uso do solo, sendo que a menor dominância foi encontrada na mata nativa, na qual também foi observado uma maior diversidade de indivíduos o que, segundo eles, pode estar relacionado a disponibilidade de alimento.

O índice de Pielou (J), que mede o quão bem os indivíduos estão distribuídos dentro dos táxons, demonstrou que a mata nativa, o SPD e o P apresentam uma melhor equitabilidade quando comparadas com a área de SPC, que teve o pior resultado na primeira coleta. Para a segunda coleta, novamente a área com mata nativa e a área com SPD apresentaram a melhor equitabilidade não diferindo estatisticamente entre sí, porém, diferindo estatisticamente das áreas com P e com SPC que tiveram a pior equitabilidade (Tabela 3). Lima et al. (2010), observam que os sistemas que visam manter a cobertura do solo e um bom aporte de restos culturais, apresentaram uma maior equitabilidade além de uma maior riqueza de espécies, seja qual for a época de coleta.

Tabela 3: Análise estatística dos sistemas de produção para os índices de diversidade Shannon (H), dominância de Simpson (1-D) e equitabilidade de Pielou (J) nas duas épocas de coletas. * Pousio (P); Sistema de plantio convencional (SPC); Mata nativa (M) e Sistema plantio direto (SPD).

Sistemas	Coleta 1 (Agosto/2017)			Coleta 2 (Outubro/2017)		
	Shannon	Simpson	Pielou	Shannon	Simpson	Pielou
P	1,56 a	0,73 a	0,79 a	1,63 b	0,72 b	0,73 b
SPC	1,12 b	0,51 b	0,57 b	1,51 b	0,67 b	0,71 b
M	1,82 a	0,79 a	0,81 a	1,90 a	0,81 a	0,85 a
SPD	1,76 a	0,77 a	0,80 a	1,83 a	0,79 a	0,78 a
CV %	11,11	9,31	10,14	8,70	7,85	8,78

Fonte: BACKES, 2017

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos conclui-se que o sistema plantio direto é o sistema de produção agrícola que tem uma maior diversidade de táxons, uma menor dominância entre os táxons e uma melhor distribuição dos indivíduos entre os táxons, em comparação aos sistemas de preparo convencional e pousio.

A adição e manutenção da serrapilheira e matéria seca da parte aérea são fatores importantes para a diversidade de organismos da macrofauna de invertebrados no solo. Desta forma, a mata apresenta os melhores índices de diversidade e o SPD é a melhor forma de se explorar uma área para a produção agrícola, onde se tem uma maior proximidade do ambiente natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Maurício Vicente et al. Macrofauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no Oeste do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, 2008.

ANTONIOLLI, Zaida Inês et al. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, 2006.

AQUINO, AM de; CORREIA, M. E. F.; ALVES, M. V. Diversidade da macrofauna edáfica no Brasil. **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras: UFLA**, p. 143-170, 2008.

BARBIERI, Rafael Forti. Monitoramento da qualidade ambiental de áreas Citrícolas utilizando formigas (Hymenoptera: Formicidae) como bioindicadores. 2009.

BARETTA, D. et al. 2007b. **Earthworm populations sampled using collection methods in Atlantic forests with Araucaria angustifolia**. Scientia Agricola. 64: 384-392.

BARETTA, Dilmar et al. Fauna edáfica e qualidade do solo. **In: Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 7, p. 119-170, 2011.

BARETTA, Dilmar; BROWN, George Gardner; CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira. **Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com Araucaria Angustifolia.** Acta zoológica mexicana, v. 26, n. SPE. 2, p. 135-150, 2010.

BARROS, Eleusa et al. Comunidade da macrofauna do solo na Amazônia brasileira. **MOREIRA, FMS; SIQUEIRA, JO; BRUSSAARD, L. Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**, v. 1, 2008.

BROWN JR, KEITH S. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. **The conservation of insects and their habitats**, v. 349, p. 404, 1991.

BROWN, George G. et al. Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no tillage agroecosystems: A preliminary analysis. In: **International Symposium on Managing biodiversity in agricultural ecosystems**. 2001. p. 8-10.

BROWN, K. S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. **Indicadores ambientais**, v. 1, 1997.p.143-151.

BÜCHS, Wolfgang. Biodiversity and agri-environmental indicators—general scopes and skills with special reference to the habitat level. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 98, n. 1, p. 35-78, 2003.

COCHRAN, Verlan L.; SPARROW, Stephen D.; SPARROW, Elena B. Residue effects on soil micro-and macroorganisms. **Managing agricultural residues**, p. 163-184, 1994.

COLEMAN, David C.; CROSSLEY, D. A.; HENDRIX, Paul F. **Fundamentals of soil ecology**. Academic press, p.205, 2004.

CONSTANTINO, R.; ACIOLI, A. N. S. Diversidade de Cupins (Insecta: Isoptera) no Brasil. **Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros**, p. 278-297, 2008.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, AG de. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênesis**, p. 197-225, 1999.

CORREIA, Maria Elizabeth Fernandes; OLIVEIRA, LCM de. Importância da fauna de solo para a ciclagem de nutrientes. **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, p. 77-99, 2005.

CZEPAK, Cecilia; DE ARAÚJO, Edinon Aguiar; FERNANDES, Paulo Marçal. Ocorrência de espécies de cupins de montículo em pastagens no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 33, n. 1, p. 35-38, 2003.

DA SILVA, Rogério Ferreira et al. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 4, p. 697-704, 2006.

DA SILVA, Rogério Ferreira et al. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 865-871, 2007.

DECAËNS, Thibaud; BUREAU, Fabrice; MARGERIE, Pierre. Earthworm communities in a wet agricultural landscape of the Seine Valley (Upper Normandy, France): The 7th international symposium on earthworm ecology· Cardiff· Wales· 2002. **Pedobiologia**, v. 47, n. 5-6, p. 479-489, 2003.

DECAËNS, Thibaud; MARIANI, Lucero; LAVELLE, Patrick. Soil surface macrofaunal communities associated with earthworm casts in grasslands of the Eastern Plains of Colombia. **Applied Soil Ecology**, v. 13, n. 1, p. 87-100, 1999.

FAVERO, S.; SOUZA, H. A.; OLIVEIRA, A. K. M. Coleoptera (Insecta) as forest fragmentation indicators in the Rio Negro sub-region of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1, p. 291-295, 2011.

FRENCH, B. Wade; ELLIOTT, Norman C. Temporal and spatial distribution of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in grasslands and adjacent wheat fields. **Pedobiologia**, v. 43, n. 1, p. 73-84, 1999.

GONÇALVES DA ROSA, Marcio et al. Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, 2015.

GREEN, Jessica L. et al. Complexity in ecology and conservation: mathematical, statistical, and computational challenges. **AIBS Bulletin**, v. 55, n. 6, p. 501-510, 2005.

HORGAN, Finbarr Gabriel. Burial of bovine dung by coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) from horse and cow grazing sites in El Salvador. **European Journal of Soil Biology**, v. 37, n. 2, p. 103-111, 2001.

HUTSON, B. R. The role of fauna in nutrient turnover. **The role of fauna in reclaimed land**, p. 339-369, 1989

KLADIVKO, Eileen J. Tillage systems and soil ecology. **Soil and Tillage Research**, v. 61, n. 1, p. 61-76, 2001.

LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biol Int**, v. 33, p. 3-16, 1996

LAVELLE, Patrick; SPAIN, A. V. **Soil ecology**. Springer Science & Business Media, 2001

LIMA, Sandra Santana et al. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 3, p. 322-331, 2010.

LUDWIG, Rodrigo Luiz et al. Efeito de diferentes sistemas de uso do solo na diversidade da fauna edáfica na região central do Rio Grande do Sul. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 485-495, 2012.

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Litter production and decomposition in a terra-firme forest of Central Amazonia. **Experientia**, v. 43, n. 3, p. 259-265, 1987.

MAJER, J. D.; DELABIE, J. H. C. Impact of tree isolation on arboreal and ground ant communities in cleared pasture in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insectes sociaux**, v. 46, n. 3, p. 281-290, 1999.

MAJER, Jonathan; KASPARI, M. Using ants to monitor environmental change. p 280, 2000.

MARC, Patrick; CANARD, Alain; YSNEL, Frédéric. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 74, n. 1, p. 229-273, 1999.

MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura-pecuária num latossolo do cerrado: impacto na física, matéria orgânica e macrofauna. 2007. 153p**. 2007. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MARCHÃO, Robélio Leandro et al. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 8, p. 1011-1020, 2009.

MATOS, J. A. et al. Comparação da fauna de formigas de solo em áreas de plantio de Pinus elliottii, com diferentes graus de complexibilidade estrutural (Florianópolis, SC.). **Biotemas**, v. 7, p. 57-64, 1994.

MOREIRA, FMS et al. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. **____. O ecossistema solo. Lavras: UFLA**, p. 13-20, 2013.

NEW, T. R. Untangling the web: spiders and the challenges of invertebrate conservation. **Journal of Insect Conservation**, v. 3, n. 4, p. 251-256, 1999.

NIEDERAUER POMPEO, Pâmela et al. Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) e atributos edáficos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense. **Scientia Agraria**, v. 17, n. 1, 2016.

PAOLETTI, M. G.; BRESSAN, Monica; EDWARDS, C. A. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. **Critical reviews in plant sciences**, v. 15, n. 1, p. 21-62, 1996.

PAOLETTI, Maurizio G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 74, n. 1, p. 1-18, 1999.

PAUL, B. K. et al. Medium-term impact of tillage and residue management on soil aggregate stability, soil carbon and crop productivity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 164, p. 14-22, 2013.

PINHEIRO LOURENTE, Elaine Reis et al. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 1, 2007.

POGGIANI, Fábio; OLIVEIRA, Renata Evangelista de; CUNHA, Girlei Costa da. Práticas de ecologia florestal. v.16, p.1-44, 1996.

PORTILHO, Irzo Isaac Rosa et al. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1310-1320, 2012.

ROVEDDER, Ana Paula Moreira et al. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1051-1058, 2009.

SILVA, M. S. C. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais em Paraty RJ. **Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais em Paraty, RJ**, 2006.

SILVEIRA, Edson Roberto. DIVERSIDADE E PAPEL FUNCIONAL DA MACROFAUNA DO SOLO NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA. **Revista Técnico-Científica**, n. 4, 2016.

SWIFT, Michael John; HEAL, Oliver W.; ANDERSON, Jonathan Michael. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Univ of California Press, 1979.

WINK, Charlote et al. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental= Soilborne insects as indicators of environmental quality. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.

WISE, David H. **Spiders in ecological webs**. Cambridge University Press, p 328, 1993.