

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**LUIS FELIPE WILLE ZARZYCKI**

**INFLUÊNCIA DO CONTROLE MECÂNICO DE EROSÃO SOBRE A FAUNA  
EDÁFICA**

**DOIS VIZINHOS-PR**

**2023**

**LUIS FELIPE WILLE ZARZYCKI**

**INFLUÊNCIA DO CONTROLE MECÂNICO DE EROSÃO SOBRE A FAUNA  
EDÁFICA**

**INFLUENCE OF MECHANICAL EROSION CONTROL ON EDAPHIC FAUNA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Dinéia Tessaro

**DOIS VIZINHOS-PR  
2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**LUIS FELIPE WILLE ZARZYCKI**

**INFLUÊNCIA DO CONTROLE MECÂNICO DE EROSÃO SOBRE A FAUNA  
EDÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 29 de junho de 2023

---

Jéssica Camile da Silva  
Mestre em Ciências Agrárias  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Lucas da Silva Domingues  
Doutor em Agronomia  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Dinéia Tessaro  
Doutora em Engenharia Agrícola  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**DOIS VIZINHOS-PR**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família, em especial minha mãe Rozélis Margari Wille e ao meu pai Wilson Alex Pereira Zarzycki, pela educação, valores e carinho que recebi desde o meu nascimento. A minha irmã Gabriele Wille Zarzycki pelo apoio e companheirismo em todas as etapas. Obrigado por sempre acreditarem em mim, me inspirarem em vocês e sempre terei orgulho em ser seu filho e irmão. Agradeço a meus amigos Jefferson Eduardo Dall’alba, Emanuel Weiss Pires, Gustavo Gomes Borges da Silva e Daniel Pasqualon que em todas as circunstâncias estiveram ao meu lado.

A UTFPR Campus Dois Vizinhos, bem como todo o corpo docente do curso de Bacharelado em Agronomia, funcionários e terceirizados que possibilitam a realização das atividades científicas e teóricas.

A minha orientadora, Dinéia Tessaro, a qual tenho enorme admiração, por todos os ensinamentos, apoio e conselhos recebidos desde 2018.

E de forma geral a todos que de alguma maneira, me auxiliaram nesta etapa.

## RESUMO

A expansão das áreas agrícolas e a agricultura de forma intensiva em conjunto com a utilização de técnicas de manejo convencionais contribuem para a degradação e instabilidade do ecossistema solo, aumentando os processos erosivos, reduzindo a fertilidade e disponibilidade de matéria orgânica e, conseqüentemente, impactando a comunidade de organismos edáficos, os quais apresentam alta sensibilidade a modificações realizadas no meio, sendo considerados ótimos bioindicadores de qualidade do solo. Neste sentido, o presente trabalho objetivou caracterizar a fauna edáfica em área de plantio direto com e sem controle mecânico de erosão. As áreas de estudo estão localizadas na fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, sendo divididas em: Área de plantio direto com controle de erosão (PDC) e Área de plantio direto sem controle de erosão (PDS). A amostragem da fauna edáfica foi realizada por meio da instalação de 32 armadilhas do tipo *Pitfall-Traps* por área, totalizando 64 pontos amostrais. Após sete dias a campo as armadilhas foram retiradas e os organismos amostrados classificados ao menor nível taxonômico possível. Os dados biológicos foram avaliados quanto a abundância de organismos, riqueza de grupos e índices ecológicos. Os dados de abundância e riqueza foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e à análise de variância (ANOVA). Por não apresentarem normalidade os dados foram transformados para  $\log(X)$ , seguido da comparação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software Rbio. A análise de componentes principais (ACP) e os índices ecológicos de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (C) e equitabilidade de Pielou (J) foram obtidos através do software PAST. Como resultado verificou-se similaridade entre as áreas, em decorrência do sistema de plantio direto, não havendo diferenças estatísticas relacionadas ao fator controle mecânico de erosão sob a composição, diversidade e abundância da fauna edáfica.

**Palavras-chaves:** biologia do solo, erosão, plantio direto, terraços.

## ABSTRACT

The expansion of agricultural areas and intensive agriculture together with the use of conventional management techniques contribute to the degradation and instability of the soil ecosystem, increasing erosive processes, reducing fertility and availability of organic matter and consequently impacting the community of edaphic organisms, which are highly sensitive to changes in the environment, being considered excellent bioindicators of soil quality. In this sense, the present work objective to characterize the edaphic fauna in no-tillage areas with and without mechanical erosion control. The study areas are located on the experimental farm of the Federal Technological University of Paraná, Dois Vizinhos campus, and are divided into: No-tillage area with erosion control (PDC); No-tillage area without erosion control (PDS). The edaphic fauna will be sampled by installing 32 pitfall-traps per area, totaling 64 sampling points. After seven days in the field, the traps will be removed and the organisms sampled will be classified at the lowest possible taxonomic level. Biological data were evaluated for organism abundance, group richness and ecological indices. Abundance and richness data were submitted to the Shapiro-Wilk normality test and analysis of variance (ANOVA). Because they did not show normality, the data were transformed into  $\log(X)$ , followed by comparison using the Tukey test at 5% probability using the Rbio software. Principal component analysis (PCA) and ecological indices of Shannon diversity (H), Simpson dominance (C) and Pielou evenness (J) were obtained using the PAST software. As a result, there was similarity between the areas, due to the no-tillage system, with no statistical differences related to the mechanical erosion control factor under the composition, diversity and abundance of soil fauna.

**Keywords:** soil biology, erosion, no-tillage system, terracing.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. JUSTIFICATIVA .....	9
3. OBJETIVOS .....	10
3.1 OBJETIVO GERAL .....	10
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
4.1 MANEJO DO SOLO E SEUS EFEITOS SOB A FAUNA EDÁFICA .....	11
4.2.1 MESOFAUNA.....	13
4.2.2 MACROFAUNA .....	14
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
5.1 AMOSTRAGEM E ANÁLISE DA FAUNA EDÁFICA .....	16
5.1.2 ANÁLISE DOS DADOS .....	17
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
7. CONCLUSÃO .....	24
REFERÊNCIAS.....	25

## 1. INTRODUÇÃO

A exploração dos recursos naturais de forma desequilibrada tem promovido grandes mudanças ao meio ambiente levando à redução dos padrões de fertilidade natural e de matéria orgânica do solo com alterações na comunidade e atividade biológica (LONGO et al., 2011; SANTOS, 2018), interferindo na abundância e diversidade da biota do solo, afetando os serviços do ecossistema a curto e a longo prazo (CROTTY et al., 2015), resultando na redução da qualidade do solo, inclusive na sua perda (TESFAHUNEGB, 2016). Neste sentido, o manejo inadequado do solo conduz à degradação do ambiente edáfico e, por conseguinte, o detrimento de sua funcionalidade nos sistemas biológicos (MENANDRO et al., 2019).

Diante disso, o emprego de técnicas de manejo que apresentam como princípio a manutenção da sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas tem ganhado visibilidade crescente nos últimos anos (SALOMÃO et al., 2020). Sistemas de manejo que promovem o mínimo revolvimento do solo, como o plantio direto associado a técnicas de conservação, que mantem ou melhoram o equilíbrio de sua fertilidade (KARLEN et al., 2013), estruturação física e atividade biológica e aumentam a qualidade do solo (SILVA et al., 2010; VEZZANI & MIELNICZUK, 2011). Desse modo, o estudo dos organismos edáficos contribui para a determinação dos melhores sistemas de uso e manejo visando a melhoria de suas propriedades (COSTA & DRESCHER, 2018).

A atividade destes organismos está diretamente ligada ao uso e manejo dos diferentes agroecossistemas, pois exercem papéis determinantes nos processos biológicos do solo, como ciclagem de nutrientes, dinâmica de decomposição da matéria orgânica, melhoria de atributos físicos como agregação, porosidade e taxa de infiltração de água, dispersão de sementes e tratamento de resíduos, pela decomposição ou degradação de pesticidas (BARETTA et al., 2014; BROWN et al., 2015; ORGIAZZI et al., 2016). Além disso, estudos como de Remelli et al. (2019) evidenciam a importância da fauna edáfica como agentes bioindicadores, contribuindo para a avaliação das condições do solo e sendo fundamentais para o funcionamento do ecossistema.

De modo geral, a abundância e riqueza da fauna edáfica atua como indicativo de qualidade do solo e sustentabilidade do sistema, pois diversos grupos de organismos são sensíveis às mudanças ocasionadas no ambiente, apresentando



respostas mais rápidas em relação aos demais atributos edáficos, tornando-se um excelente bioindicador (BARETTA et al., 2014). Porém, em sua grande maioria, as pesquisas referem-se exclusivamente aos parâmetros físicos e químicos do solo em diferentes sistemas de manejo do solo. Além disso, existe a escassez de trabalhos que utilizem a avaliação dos parâmetros biológicos no sistema de plantio direto em áreas com e sem o controle mecânico de erosão. Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar a influência do controle mecânico de erosão sobre a composição da fauna edáfica em áreas de plantio direto.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Dados atuais do Censo Agropecuário do IBGE indicam que 76,5% dos 5 milhões de hectares plantados no estado do Paraná estão sob sistema plantio direto (SPD) (FUENTES-LANILLO et al., 2021), sendo este o maior percentual de terras em SPD no país. O estado do Paraná tradicionalmente está entre os maiores produtores de grãos do Brasil, e o solo tem sido o suporte da economia paranaense já que a agropecuária é responsável pela soma de 33,86% do PIB do estado (IPARDES, 2020). Portanto, a continuação das atividades agropecuárias e a sustentabilidade dos sistemas de produção dependem da preservação da qualidade dos solos.

A região sudoeste do Paraná é caracterizada pela alta irregularidade no relevo das áreas, sendo altamente suscetível a processos erosivos. Dessa forma, o cultivo sob plantio direto com boa cobertura de palhada e a utilização de práticas de conservação do solo são fatores fundamentais para a manutenção da qualidade física, química e biológica do solo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Caracterizar a composição da fauna edáfica em área de plantio direto com e sem controle mecânico de erosão.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar a influência da ausência de controle de erosão sobre a abundância, uniformidade e diversidade na população de organismos edáficos;

Analisar a diversidade da fauna do solo como bioindicadores de alterações no solo.

## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 MANEJO DO SOLO E SEUS EFEITOS SOB A FAUNA EDÁFICA**

A preocupação com os recursos naturais tem se tornado constante, principalmente no que se refere ao setor agropecuário, onde suas atividades representam uma das formas mais intensivas de uso do solo (GOMES et al., 2015). O setor agrícola sofre de forma frequente com o crescimento na perda de solos, por meio do escoamento superficial de sedimentos, resultante de precipitações intensas nas lavouras, promovendo a desestruturação de parte do perfil do solo e provocando a perda de nutrientes e matéria orgânica presentes no mesmo, conseqüentemente ocorrem alterações na morfologia da área de plantio promovidas pelas ações das intensas chuvas, além de contaminar as bacias hidrográficas (SALOMÃO et al., 2020).

Além disso, a adoção de práticas de cultivo inadequadas pode causar transformações no solo, tendo como resultado direto processos erosivos, deslocamento dos horizontes superficiais, baixos índices de material orgânico, redução dos níveis de fertilidade, poluição, degradação física do solo e o declínio gradativo da diversidade biológica do solo em diferentes sistemas naturais e artificiais (EMMERSON et al., 2016; GUERRA et al., 2020; ORGIAZZI et al., 2016). Neste sentido, a agricultura conservacionista (AC) exerce um importante papel, visto que compreende práticas que diminuem ou limitam o revolvimento do solo e evitam a queima de resíduos, a fim de conservar uma cobertura vegetal superficial satisfatória ao longo de todo ano a exemplo do Sistema de Plantio Direto (SPD).

Os principais objetivos do plantio direto são: preservar e aumentar os teores de matéria orgânica superficial, melhorar as características químicas e biológicas do solo, proteger e evitar a desestruturação do solo pelas gotas de chuva e conseqüente erosão hídrica. Além disso, a implantação de terraços em nível é considerada uma importante prática agrícola auxiliar do plantio direto, a fim de manter a cobertura do solo e evitar processos de erosão, podendo diminuir o deslocamento de sedimentos em até 79% (LONDERO et al., 2018). No entanto, dependendo da quantidade de palha, inclinação do terreno e precipitação o uso de terraços é o principal método utilizado para conter a erosão. (DAI et al., 2020; WEI et al., 2017).

As modificações do ecossistema resultam em mudanças nos atributos biológicos do solo, podendo ocorrer em curto, médio ou longo prazo, essas mudanças afetam diretamente ou indiretamente os organismos edáficos e microrganismos, não

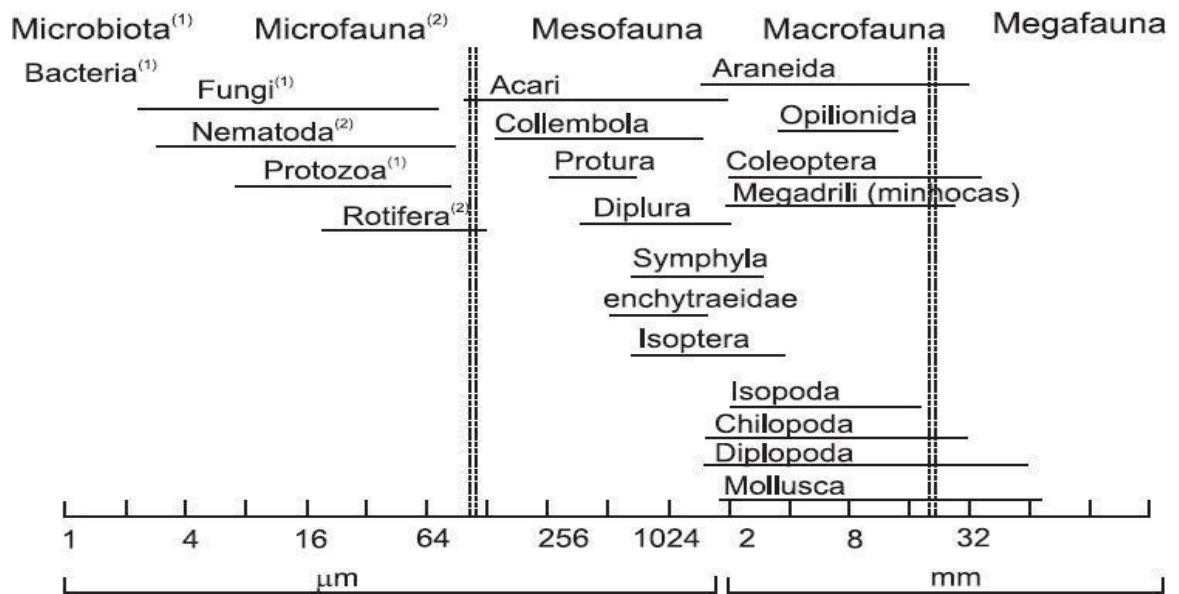
apenas pelas alterações nas propriedades do solo, mas também por meio da ação direta dessas práticas (GONGALSKY et al., 2016). Trabalhos como de Coyle et al. (2017) ressaltam que a fauna edáfica pode refletir e influenciar as condições do meio ambiente, mostrando-se como um ótimo indicador biológico de qualidade do solo, e podendo ser empregada na comparação entre sistemas de manejo e usos do solo (JEREZ-VALLE et al., 2014). Neste contexto, estes organismos são capazes de evidenciar características físico-químicas e estruturais do ambiente em que se encontram, contribuindo diretamente na avaliação de diferentes sistemas de produção agrícola (HUBER & MORSELLI, 2011).

## **4.2 FAUNA EDÁFICA**

Fauna edáfica refere-se aos invertebrados que permanecem durante todo o seu ciclo de vida ou parte dele no solo (BARETTA et al., 2011). Tais organismos representam um componente essencial para a avaliação da organização e funcionamento do ecossistema solo, sendo capazes de influenciar nas características físicas, químicas e biológicas, promovendo melhorias na agregação, porosidade, permeabilidade, descompactação, mineralização de resíduos orgânicos, ciclagem de nutrientes, decomposição de material vegetal, e incorporação de material orgânico no perfil do solo (REMELLI et al., 2019; BARTZ, 2012).

A composição da fauna edáfica está associada a inúmeros fatores biológicos, que respondem as condições edafoclimáticas (KORASAKI et al., 2013) e, especialmente, a temperatura do solo e precipitação pluvial, sendo fatores que podem influenciar nos padrões de diversidade e distribuição de muitos grupos edáficos (ALMEIDA et al., 2015). Neste sentido, a fauna do solo pode ser classificada conforme sua mobilidade, hábitos, táxons, tamanho e funções que desempenham no solo. Contudo, a metodologia mais utilizada pelos pesquisadores classifica os grupos pertencentes a biota do solo de acordo com o seu tamanho corporal, sendo três principais grupos: A microfauna que é representada por organismos microscópicos, com diâmetro corporal menor que 0,2 mm, mesofauna representada por invertebrados com diâmetro corporal de 0,2-2,0 mm e macrofauna composta por invertebrados com diâmetro corporal maior que 2,0 mm. (SWIFT et al., 1979; BARETTA et al., 2011). (Figura 1).

Figura 1 – Classificação da biota do solo através do diâmetro corporal.



Fonte: Swift et al., (1979); Baretta et al., (2011).

#### 4.2.1 MESOFAUNA

A mesofauna é representada por invertebrados com tamanho reduzido, sendo composta por pseudoescorpiões, enquiteídeos, ácaros, colêmbolos, proturos, diplura, pauropoda, sínfilos, aranhas, e outros pequenos artrópodes (Brown et al., 2015). Estes organismos podem ser encontrados em maior quantidade nas camadas de 0 a 15 cm de profundidade do solo, dificilmente encontrados nas camadas mais profundas, pois a compactação do solo dificulta sua locomoção além de possuir pouco alimento para estas espécies (BERNARDI et al., 2017).

Os grupos Acari e Collembola são os organismos da mesofauna do solo numericamente mais representativos (BARRETA, 2011; BERNARDI et al., 2017) e com importantes funções, influenciando diretamente na fertilidade do solo, por meio da estimulação da atividade microbiana, decomposição de material orgânico, humificação, regulação na população de fungos, reciclagem de nutrientes sobretudo na mineralização de fósforo e nitrogênio (SOCARRÁS, 2013). Além disso, a elevada sensibilidade da comunidade desses artrópodes frente às alterações no ambiente pode ser extremamente útil no monitoramento de áreas degradadas (MOREIRA et al., 2013).

#### **4.2.2 MACROFAUNA**

A macrofauna é representada por organismos que possuem tamanho superior a 2 mm de diâmetro corporal sendo constituída por uma ampla diversidade de organismos (BARRETA, 2011), representados pelos besouros, formigas, minhocas, cupins, piolhos-de-cobra, centopeias, baratas, tesourinhas, grilos, gafanhotos, caracóis, percevejos, tatuzinhos, cigarras, larvas de moscas, lagartas, aranhas, opiliões, escorpiões, traças, entre outros invertebrados de tamanho médio (KORASAKI et al, 2017). Na macrofauna os grupos mais representativos e estudados são as minhocas, cupins, formigas e besouros (MOREIRA et al., 2010).

Em consequência de suas características, a macrofauna promove inúmeras atividades ambientais relacionadas aos processos do solo, como: mineralização de nutrientes, humificação do material orgânico, fixação de nitrogênio, auxilia na circulação de água e entrada de ar, desnitrificação e, modificando as populações e atividades de microrganismos, além de influenciar na disponibilização de nutrientes assimiláveis pelas plantas (fonte?). De acordo com Baretta (2011) os componentes desse grupo auxiliam na criação de estruturas específicas que permitem sua movimentação no solo, graças ao seu hábito escavador, promovendo a formação de buracos, galerias e ninhos, além da deposição de coprólitos e fezes, que tem efeito sobre a estrutura e fertilidade do solo denominada bioturbação. Este processo é responsável por algumas propriedades do solo, como aeração, infiltração, drenagem, capacidade de retenção de água, estabilidade de agregados e resistência à erosão (SWIFT et al., 2010; BARRETA, 2011; KORASAKI et al., 2013).

Diante do exposto, as funções e o comportamento, além da densidade e diversidade nas populações dos invertebrados que integram a macrofauna edáfica, possibilitam a sua utilização como indicadores biológicos, e agentes que contribuem para a restauração de ambientes degradados (UEHARA-PRADO et al., 2009).

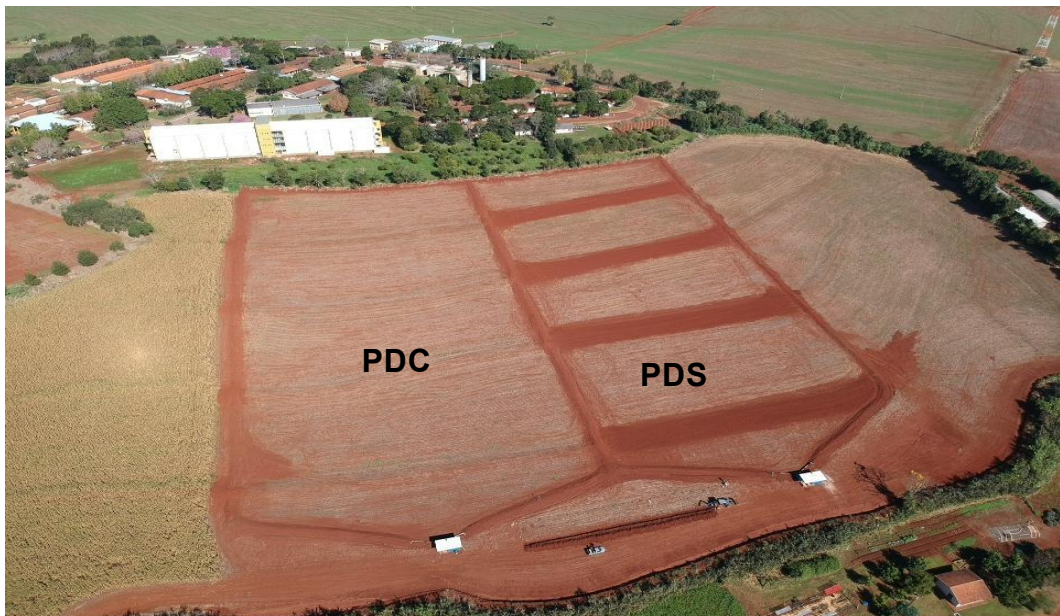
### **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi desenvolvida no município de Dois Vizinhos-Paraná, na fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, (latitude 25°41'50" S; longitude 53°05'56" W), com altitude média de 530 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa (subtropical úmido)

(ALVARES et al., 2013). As áreas utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa são manejadas sob sistema de plantio direto a 20 anos. No ano de 2019 a área passou a ser dividida em 2 unidades com tamanho de 1,9 hectares cada, sendo retirado o terraceamento em uma das mega parcelas (Figura 1), no período onde realizou-se a coleta a área possuía centeio como forma de cobertura de solo (Figura 2) antecedendo a cultura principal da safra 2022-2023.

- I. Área sob sistema de plantio direto com controle mecânico de erosão (PDC);
- II. Área sob sistema de plantio direto sem controle mecânico de erosão (PDS).

**Figura – 1 Vista aérea da área de lavoura dividida em PDC e PDS**



Fonte: Grupo de pesquisa em ciência do solo, (2018)

**Figura – 2 Centeio como cobertura de solo para o sistema plantio direto.**

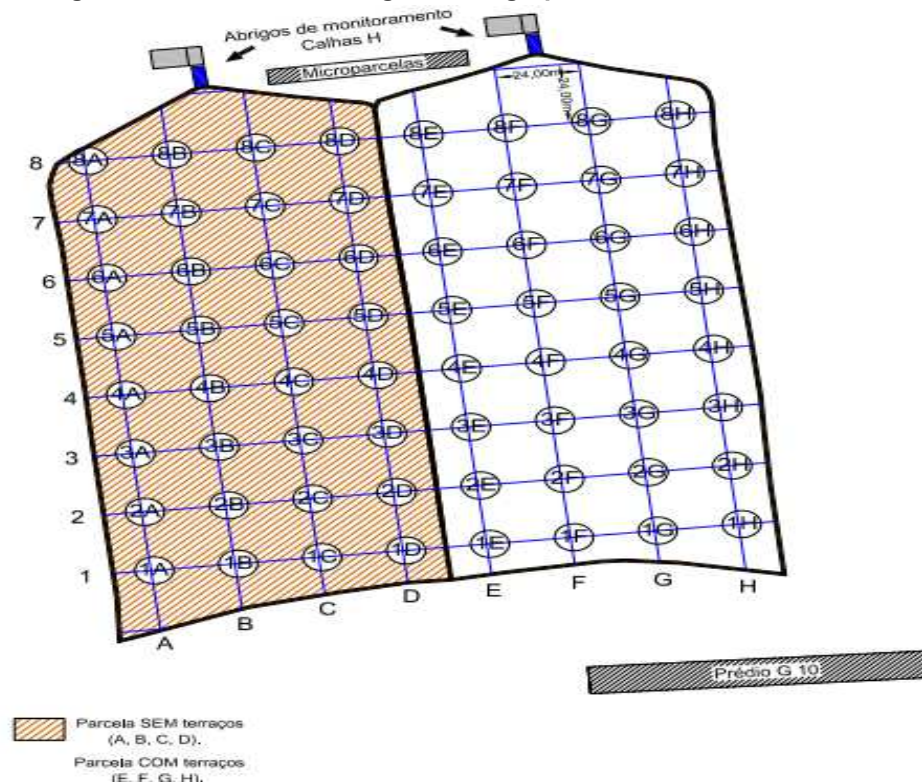


Fonte: Autoria própria, (2022)

## 5.1 AMOSTRAGEM E ANÁLISE DA FAUNA EDÁFICA

A amostragem da fauna edáfica ocorreu em outubro de 2022, por meio da instalação de armadilhas de queda (*Pitfall-traps*), delimitando quatro transectos ao longo de cada parcela experimental. Cada transecto é composto por oito pontos amostrais com espaçamento de 24 metros entre si, totalizando 32 pontos amostrais por área (Figura 3).

Figura 3 – Grid de amostragem – Mega parcelas com e sem terraços.



Fonte: Grupo de pesquisa em Ciência do solo, (2018)

As armadilhas de queda foram compostas por recipientes plásticos com capacidade de 250 mL, preenchidas 1/3 do volume com solução conservante de formol a 4%. As armadilhas foram instaladas com o auxílio de trado holandês, abrindo um orifício no solo com largura e profundidade suficientes para fixar os recipientes plásticos, de forma que a borda esteja nivelada rente à superfície do solo. Para evitar a entrada da água da chuva, tornando a solução conservante inviável e comprometendo a qualidade das amostras, utilizou-se pratos plásticos descartáveis e palitos de madeira fixados ao solo, formando uma “cobertura” (Figura 4).



**Figura 4 – Exemplo da instalação de armadilhas de queda *pitfall-traps* em área de aveia.**



**Fonte: Autorial Própria, (2021)**

As armadilhas permaneceram a campo pelo período de 7 dias, sendo então removidas, levadas ao laboratório de solos da UTFPR-DV e, seu conteúdo lavado individualmente com auxílio de peneira de malha fina 270 Mesh, com posterior armazenagem em solução de álcool 70% e identificação de acordo com a sua respectiva área. O conteúdo proveniente de cada armadilha foi analisado individualmente com o auxílio de lupa binocular e a classificação realizada de acordo com chaves dicotômicas de classificação (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2015), ao menor nível taxonômico possível.

### **5.1.2 ANÁLISE DOS DADOS**

Os dados de abundância e riqueza foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk à análise de variância (ANOVA). Por não apresentarem normalidade, os dados foram transformados por  $\log(X)$ , seguido da comparação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software Rbio (BHERING, 2017). A análise de componentes principais (ACP) e os índices ecológicos de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (C) e equitabilidade de Pielou (J) (ODUM, 2004), foram obtidos através do software PAST Versão 4.03 (HAMMER et al., 2001).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados 8.601 organismos edáficos, distribuídos em 21 grupos taxonômicos. Em relação a abundância e riqueza média, observa-se que não houve diferença estatística significativa entre as áreas (Tabela 1).

A similaridade entre os resultados obtidos nas áreas pode estar diretamente relacionada ao sistema de plantio direto, o qual é adotado em ambas, fornecendo as mesmas condições e permitindo a estruturação e estabilidade da comunidade edáfica. Devido a rotação de culturas, mínimo revolvimento do solo e a cobertura permanente do solo, os quais são os pilares do SPD, o sistema mostrou-se efetivo de forma que não expressou dissemelhança considerável da abundância e riqueza média da fauna edáfica quanto ao fator controle mecânico de erosão. Adicionalmente, desde a instalação do experimento no ano de 2019, não foram registradas chuvas significativas, a exceção do ano de 2022, de modo que o efeito real da presença dos terraços pode estar sendo subestimado pela falta de chuvas ao longo dos anos.

**Tabela – 1 Abundância média e riqueza média de grupos coletados na área de plantio direto com controle de erosão (PDC) e área de plantio direto sem controle de erosão (PDS) no município de Dois Vizinhos, PR.**

<b>Área</b>	<b>Abundância média</b>	<b>Riqueza média</b>
PDC	2,05a	0,89a
PDS	2,11a	0,90a

**Fonte: Autoria própria, 2023.**

De modo geral, a abundância de indivíduos demonstra que o sistema de cultivo e manejo utilizado pode interferir diretamente na comunidade edáfica. Trabalhos realizados por Bartz et al., (2014) e Viana et al. (2022) demonstram resultados semelhantes quanto ao incremento na abundância de organismos edáficos associado ao sistema plantio direto. Neste contexto, o SPD se mostrou benéfico ao estabelecimento da fauna, o que se justifica pela conservação da serrapilheira na superfície do solo que representa habitat e alimento para os organismos edáficos (MELO; SOUZA; SANTOS, 2019). Dessa forma, pode-se considerar que a deposição de serrapilheira, a modificação do material orgânico e a ciclagem dos nutrientes do solo são essenciais para a manutenção do equilíbrio no ecossistema edáfico (DESIE et al., 2020).

O maior valor para riqueza absoluta total de grupos foi encontrado na área PDC, em que foi observada a presença de 19 grupos da fauna edáfica, enquanto na área PDS foram amostrados 18 grupos (Tabela 2). No entanto, a maior abundância total de organismos ocorreu na área PDS com 4.355 indivíduos.

**Tabela 2 – Abundância total dos grupos da fauna edáfica coletados na área de plantio direto com controle de erosão (PDC) e área de plantio direto sem controle de erosão (PDS) no município de Dois Vizinhos, PR.**

<b>Grupos</b>	<b>PDC</b>	<b>PDS</b>	<b>Total</b>
Acari	244	571	815
Araneae	165	174	339
Blattodea	3	6	9
Chilopoda	8	8	16
Coleoptera	659	671	1.330
Collembola	1.916	1.768	3.684
Dermaptera	1	2	3
Diplopoda	0	3	3
Diptera	315	298	613
Formicidae	753	685	1.438
Haplotaxida	1	0	1
Hemiptera	12	28	40
Hymenoptera	51	65	116
Larva	38	36	74
Lepidoptera	1	0	1
Ninfa	12	10	22
Orthoptera	24	9	33
Opiliones	0	1	1
Isopoda	1	0	1
Isoptera	35	19	54
Thyssanoptera	7	1	8
<b>Abundância total</b>	<b>4.246</b>	<b>4.355</b>	<b>8.601</b>
<b>Riqueza total</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>21</b>

Fonte: Autoria própria, (2023).

Entre os grupos mais representativos, destaca-se a maior frequência da classe Collembola (42,8%), seguido pela família Formicidae (16,7%) e ordem Coleoptera (15,4%) (Tabela 2).

A classe Collembola é representada por pequenos artrópodes com ciclo de vida determinado principalmente pela qualidade do solo, em função da sensibilidade que possui em relação as alterações nos atributos químicos, físicos e características naturais de micro-habitat, a população de colêmbolos vem sendo amplamente utilizada como indicadores biológicos de intervenções antrópicas, bem como de qualidade do solo (SANTOS et al., 2018; RIEFF et al., 2014).

Além disso, os organismos da classe Collembola possuem funções detritívoras e fungívoras, se alimentam de detritos vegetais e organismos menores como fungos e bactérias, vivendo especialmente na interface solo/serrapilheira, atuam na fragmentação e decomposição da matéria orgânica, fertilidade do solo, na ciclagem de nutrientes e no controle de microrganismos (MELO et al., 2009; BROWN et al., 2015; OLIVEIRA FILHO & BARETTA, 2016).

A grande família Formicidae obtém destaque pela sua elevada abundância em ecossistemas naturais ou antropizados, de forma geral, não apresentam danos significativos às culturas agrícolas, com exceção de determinadas espécies de formigas, como a saúva (*Atta* spp.) (GRÜRZMACHER et al., 2002). Esses organismos executam importantes funções ligadas a estrutura do solo, atuando na construção de galerias subterrâneas, transportando material orgânico das camadas superficiais do solo para camadas mais profundas, beneficiando o ciclo de nutrientes disponíveis às plantas e outros microrganismos do solo (BOLICO et al., 2012; MOREAU et al., 2006). A prática de construir galerias tem enorme influência no potencial de armazenamento e disposição da água no solo (HATFIELD & STEWART, 1993; VASCONCELOS, 2008).

A relação da família Formicidae com o solo faz com que estes organismos sejam considerados ótimos bioindicadores, pois respondem às alterações das condições ambientais. Dessa forma, apresentam grande potencial de utilização na gestão e manejo agrícola, devido a sua abundância e sensibilidade ao uso da terra (JEŠOVNIK et al. 2019)

Os indivíduos da ordem Coleoptera desempenham a função de fragmentar a serrapilheira, incorporando o material triturado nos horizontes superficiais do solo,

favorecendo a ciclagem dos nutrientes e a atividade da microbiota (SOFO; MININNI; RICCIUTI, 2020). Além disso, este grupo vem sendo associado a qualidade do solo visto que respondem as mudanças de temperatura, adubação, alterações estruturais, uso de herbicidas, e por estarem envolvidos nesses processos os indivíduos da ordem Coleoptera estão diretamente relacionados as características físicas e químicas do solo como umidade e quantidade de nutrientes, além de serem influenciados de forma negativa devido a intensificação de uso e manejo inadequado dos sistemas de produção (FARIAS et al., 2015), demonstrando que os coleópteros são eficientes indicadores de condições ambientais.

Em relação ao índice de dominância de Simpson, o maior valor está associado a área PDC (0,26) contribuindo para que o índice de uniformidade de Pielou seja menor nesta área (0,56) (Tabela 3). Este resultado, está relacionado com a predominância de organismos da classe Collembola em relação aos demais grupos. sendo este um resultado esperado, pois são organismos bastante comuns e abundantes em todo o mundo (Oliveira Filho et al., 2016). Além disso, as áreas de estudo proporcionaram condições satisfatórias de habitat e alimento, considerando que os colêmbolos se alimentam principalmente de microorganismos e fungos associados a matéria orgânica do solo e serrapilheira (ZEPPELINI; BELLINI, 2004).

**Tabela 3 – Dominância de Simpson, diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou para as duas áreas de estudo: plantio direto com controle de erosão (PDC) e plantio direto sem controle de erosão (PDS).**

<b>Índices Ecológicos</b>	<b>PDC</b>	<b>PDS</b>
Simpson	0,26	0,23
Pielou	0,56	0,64
Shannon	1,67	1,74

**Fonte: Autoria Própria, (2023).**

O índice de diversidade de Shannon apresentou maior valor na área PDS (1,74) quando comparado a área PDC (1,67). Os resultados obtidos em relação aos índices ecológicos demonstram que não houve diferenças relevantes dentro das populações da comunidade edáfica em decorrência do efeito gerado pelo controle mecânico de erosão. No entanto, ressaltam novamente que o sistema de plantio direto apresentou os mesmos efeitos em ambas as áreas. Além disso, no período de realização das coletas as áreas apresentavam cobertura vegetal com centeio (Figura 4), que de

forma homogênea proporcionou as mesmas condições de palhada, umidade, temperatura, microclima, habitat e fornecimento de alimento, beneficiando igualmente os organismos edáficos das áreas PDC e PDS. Segundo Kleinpaul *et al.* (2018) o centeio se decompõe de forma lenta e apresenta grande produção de biomassa, dessa forma, contribui para menores índices de processos erosivos, favorecendo a fauna edáfica e elevando a qualidade do solo.

**Figura 4 – Cultura do centeio como cobertura de solo nas áreas de plantio direto com controle mecânico de erosão (PDC) e plantio direto sem controle mecânico de erosão (PDS) na coleta da fauna edáfica em outubro de 2022.**

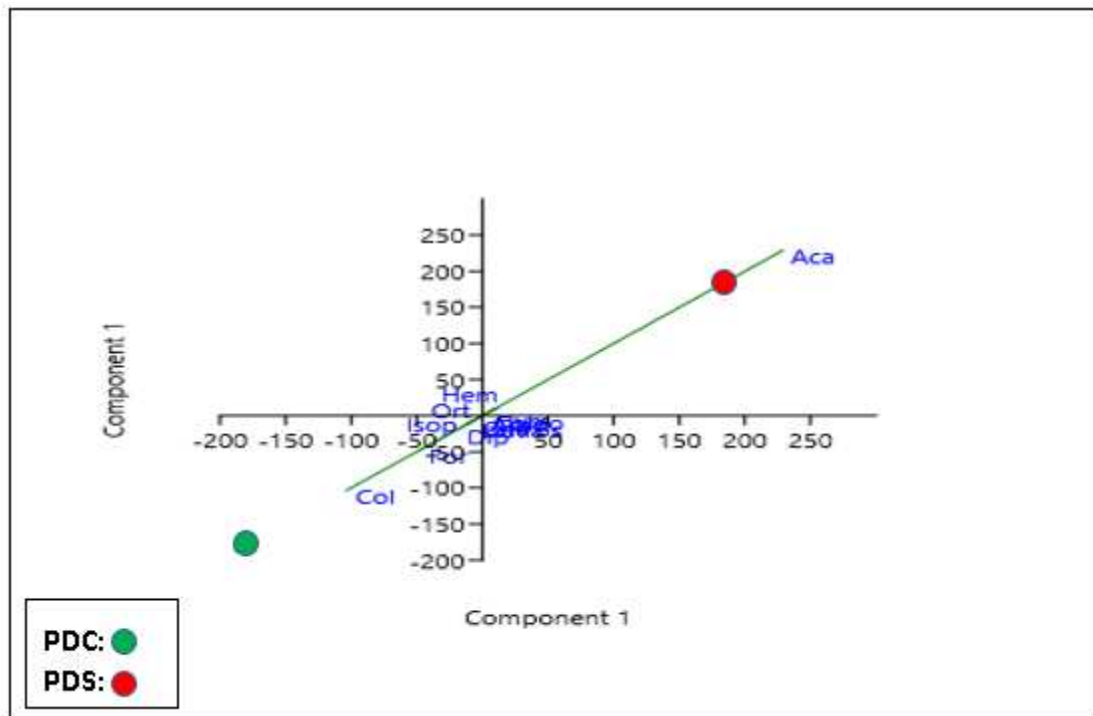


**Fonte: Autoria Própria, 2022.**

Analisando a figura 5, verifica-se a separação clara das áreas de estudo, bem como de alguns grupos edáficos relacionados a elas. Para a área PDC, verifica-se a associação da classe Collembola, enquanto para a área PDS observa-se associação da ordem Acari. Quanto aos demais grupos edáficos, não se observa associação clara com nenhuma das áreas avaliadas.

Segundo Pedro *et al.* (2020) sistemas que possuem a presença de espécies de crescimento rápido e com produção de biomassa elevada, como é o caso do centeio, servem de abrigo para uma enorme diversidade de organismos, principalmente predadores, aumentando a viabilidade de nichos no habitat, favorecendo a relação de (Acari) com a área PDS.

**Figura 5– Análise de componentes principais relacionando os grupos da fauna edáfica coletados nas duas áreas de estudo em outubro/2022. Dois Vizinhos, PR.**



Fonte: A autoria própria, (2023).

Legenda: Aca-Acari, Aran-Araneae, Blatt-Blattodea, Chil-Chilopoda, Cole-Coleoptera, Coll-Collembola, Derma-Dermaptera, Diplo-Diplopoda, Dipt-Diptera, Form-Formicidae, Haplo-Haplotaxida, Hemi-Hemiptera, Hyme-Hymenoptera, Larva-Larva, Lepi-Lepidoptera, Ninfa-Ninfa, Ortho-Orthoptera, Opili-Opiliones, Isopo-Isopoda, Isopt-Isoptera, Thyssa-Thyssanoptera.

## 7. CONCLUSÃO

O sistema de plantio direto influenciou diretamente na similaridade entre as áreas de estudo, visto que ambas apresentaram condições muito próximas, não havendo diferenciação significativa na composição da comunidade edáfica entre as áreas. Dessa forma, o fator controle mecânico de erosão não demonstrou alteração, estando este resultado associado a cobertura do solo.

A área de plantio direto com controle mecânico de erosão apresentou predominância de organismos da classe Collembola, contribuindo para os menores índices de uniformidade e diversidade na área.

A área de plantio direto sem controle mecânico de erosão (PDS) apresentou maior abundância de organismos. No entanto, estatisticamente as áreas não obtiveram diferenças significativas.



## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Marcos Antonio Xavier; SOUTO, Jacob Silva; DE ANDRADE, Alberício Pereira. Sazonalidade da macrofauna edáfica do Curimataú da Paraíba, Brasil Seasonality of Edaphic macrofauna in Paraíba Curimataú, Brazil. *Ambiencia*, v. 11, n. 2, p. 393-407, 2015.

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BARETTA, Dilmar et al. Fauna edáfica e qualidade do solo. *Tópicos em ciência do solo*, v. 7, p. 119-170, 2011.

BARETTA, Dilmar et al. Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, p. 871-879, 2014.

BARTZ, Herbert Arnold et al. Sistema de plantio direto é opção de sustentabilidade. *Revista Visão Agrícola*, v. 10, p. 46-8, 2012.

BARTZ, Marie Luise Carolina et al. The influence of land use systems on soil and surface litter fauna in the western region of Santa Catarina. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, p. 880-887, 2014.

BERNARDI, L. F. de O. et al. Mesofauna. TOMA, M. A.; BOAS, R. C. V.; MOREIRA, F. M. de (Ed.). *Conhecendo a vida do solo*. v.3. Editora UFLA: Lavras, 2017. 32p

BHERING, Leonardo Lopes. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 17, p. 187-190, 2017.

BOLICO, Cristiane Ferras et al. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de duas marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, RS: diversidade, flutuação de abundância e similaridade como indicadores de conservação. 2012.

BROWN, G. G. et al. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. 2015.

COSTA, Lidiane Martins da; DRESCHER, Marta Sandra. Implications of agricultural management on the epigeic fauna and soil physical properties of a clayey Oxisol. **Revista Ceres**, v. 65, p. 443-449, 2018.

COYLE, David R. et al. Soil fauna responses to natural disturbances, invasive species, and global climate change: Current state of the science and a call to action. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 110, p. 116-133, 2017.

CROTTY, F. V. et al. Assessing the impact of agricultural forage crops on soil biodiversity and abundance. **Soil biology and biochemistry**, v. 91, p. 119-126, 2015.

DAI, Wen et al. Integrated edge detection and terrain analysis for agricultural terrace delineation from remote sensing images. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 34, n. 3, p. 484-503, 2020.

DESIE, Ellen et al. Positive feedback loop between earthworms, humus form and soil pH reinforces earthworm abundance in European forests. **Functional Ecology**, v. 34, n. 12, p. 2598-2610, 2020.

EMMERSON, Mark et al. How agricultural intensification affects biodiversity and ecosystem services. In: **Advances in ecological research**. Academic Press, 2016. p. 43-97.

FARIAS, Patrícia Menegaz et al. Response of the copro-necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeinae) assemblage to a range of soil characteristics and livestock management in a tropical landscape. **Journal of Insect Conservation**, v. 19, p. 947-960, 2015.

FUENTES-LLANILLO, Rafael et al. Expansion of no-tillage practice in conservation agriculture in Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 208, p. 104877, 2021.

GOMES, S. S.; GOMES, M. S.; GALLO, A. S.; MERCANTE, F. M.; BATISTOTE, M.; SILVA, R. F. Bioindicadores de qualidade do solo cultivado com milho em sucessão a adubos verdes sob bases agroecológicas. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 114, n. 3, p. 30-37, 2015.

GONGALSKY, K. B.; ZAITSEV, A. S. The role of spatial heterogeneity of the environment in soil fauna recovery after fires. In: **Doklady Earth Sciences**. Pleiades Publishing, 2016. p. 1265-1268.

GRÜRZMACHER, Douglas D.; LOECK, Alci Enimar; MEDEIROS, Ane H. Ocorrência de formigas cortadeiras na região da Depressão central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 32, p. 185-190, 2002.

GUERRA, Carlos A. et al. Global vulnerability of soil ecosystems to erosion. **Landscape ecology**, v. 35, p. 823-842, 2020.

HAMMER, Michael. The superefficient company. **Harvard business review**, v. 79, n. 8, p. 82-93, 2001.

HATFIELD, J.L. & STEWART, B.A. Soil biology: Effects on soil quality. Boca Raton, CRC Press, 1993.169p.

HUBER, A. C. K.; MORSELLI, T. B. G. A. Estudo da mesofauna (ácaros e colêmbolos) no processo da vermicompostagem. **Revista da FZVA**, v. 18, n. 2, p. 12-20, 2011.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. Agronegócio é responsável por 33,9% do PIB paranaense, 2020. Disponível em: <http://www.ipardes.pr.gov.br/Noticia/Agronegocio-e-responsavel-por339-do-PIBparanaense>.

JEREZ-VALLE, Carlos et al. A simple bioindication method to discriminate olive orchard management types using the soil arthropod fauna. **Applied Soil Ecology**, v. 76, p. 42-51, 2014.

JEŠOVNIK, A. et al. Ant fauna of annual and perennial crops. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 17, n. 6, p. 12708-12722, 2019.

KARLEN, Douglas L. et al. Thirty-year tillage effects on crop yield and soil fertility indicators. **Soil and Tillage Research**, v. 130, p. 24-41, 2013.

KLEINPAUL, Jéssica Andiará et al. Modelos de crescimento de cultivares de centeio. 2018.

KORASAKI, V. et al. Macrofauna. TOMA, M. A.; BOAS, R. C. V.; MOREIRA, F. M. de (Ed.). *Conhecendo a vida do solo*. v.2. Editora UFLA: Lavras, 2017. 32p.

KORASAKI, Vanesca; MORAIS, José Wellington de; BRAGA, Rodrigo F. Macrofauna. **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal Lavras: pgs. 121-137**, 2013.

LONDERO, Ana L. et al. Impact of broad-based terraces on water and sediment losses in no-till (paired zero-order) catchments in southern Brazil. **Journal of Soils and Sediments**, v. 18, n. 3, p. 1159-1175, 2018.

LONGO, Regina M.; RIBEIRO, Admilson Írio; MELO, Wanderley José de. Recuperação de solos degradados na exploração mineral de cassiterita: biomassa microbiana e atividade da desidrogenase. **Bragantia**, v. 70, p. 132-138, 2011.

MELO, Fernando Vaz et al. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. 2009.

MELO, Luan Nunes; DE SOUZA, Tancredo Augusto Feitosa; SANTOS, Djail. Cover crop farming system affects macroarthropods community diversity in Regosol of Caatinga, Brazil. **Biologia**, v. 74, p. 1653-1660, 2019.

MENANDRO, Lauren Maine Santos et al. Soil macrofauna responses to sugarcane straw removal for bioenergy production. **Bioenergy Research**, v. 12, n. 4, p. 944-957, 2019.

MOREAU, Corrie S. et al. Phylogeny of the ants: diversification in the age of angiosperms. **science**, v. 312, n. 5770, p. 101-104, 2006.

MOREIRA, F. M. A.; HUISING, E. J.; BIGNELL, David Edward. **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: UFLA, 2010.

MOREIRA, Fátima Maria de Souza et al. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. **Lavras: Ufla**, 2013.

ODUM, E.P. Fundamentos de Ecologia, 7<sup>a</sup> ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2004.

OLIVEIRA FILHO, Luís Carlos luñes; BARETTA, Dilmar. Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos? **Scientia agraria**, v. 17, n. 2, p. 21-40, 2016.

OLIVEIRA FILHO, Luís Carlos luñes et al. Collembola community structure as a tool to assess land use effects on soil quality. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, p. 1-18, 2016.

ORGIAZZI, Alberto et al. **Global soil biodiversity atlas**. European Commission, 2016.

PEDRO, L. et al. The Effect of Cover Crops on the Biodiversity and Abundance of GroundDwelling Arthropods in a Mediterranean Pear Orchard. *Agronomy*, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 580, abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10040580>

REMELLI, Sara et al. Hydrodynamic and soil biodiversity characterization in an active landslide. **Water**, v. 11, n. 9, p. 1882, 2019.

RIEFF, Gleidson Gimenes. Dinâmica dos ácaros e colêmbolos edáficos e seu potencial como bioindicadores da qualidade do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo. 2014.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador et al. A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e154911870-e154911870, 2020.

SANTOS, Carmen Myrella Aparecida dos et al. Processo de reciclagem química de PET em meio alcalino: efeito da concentração do íon hidróxido, da cor do PET e do tempo de reação. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 23, 2018.

SILVA, Adriana Pereira et al. Microbial biomass under various soil-and crop-management systems in short-and long-term experiments in Brazil. **Field Crops Research**, v. 119, n. 1, p. 20-26, 2010.

SOCARRÁS, Ana. Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. **Pastos y Forrajes**, v. 36, n. 1, p. 5-13, 2013.

SOFO, Adriano; MININNI, Alba Nicoletta; RICCIUTI, Patrizia. Soil macrofauna: A key factor for increasing soil fertility and promoting sustainable soil use in fruit orchard agrosystems. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 456, 2020.

SWIFT, M. J. et al. O inventário da diversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais. **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**, 2010.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems, Oxford, Blackwell, 1979, p. 372.

TESFAHUNEGB, Gebreyesus Brhane. Soil quality indicators response to land use and soil management systems in northern Ethiopia's catchment. **Land Degradation & Development**, v. 27, n. 2, p. 438-448, 2016.

TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. Estudo dos Insetos. 2ª.ed. São Paulo: Cengage Learning. 2015.

UEHARA-PRADO, Marcio et al. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1220-1228, 2009.

VASCONCELOS, HERALDO L. et al. Formigas do solo nas florestas da Amazônia: padrões de diversidade e respostas aos distúrbios naturais e antrópicos. **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**, p. 323-343, 2008.

VEZZANI, Fabiane Machado; MIELNICZUK, João. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 213-223, 2011.

VIANA, Enderli et al. Diversidade da fauna edáfica em solos com diferentes sistemas de manejos no norte do Rio Grande do Sul. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e42211528307-e42211528307, 2022.

WEI, Ziquan et al. A small UAV based multi-temporal image registration for dynamic agricultural terrace monitoring. *Remote Sensing*, v. 9, n. 9, p. 904, 2017.

ZEPPELINI, D.F.; BELLINI. B.C. Introdução ao estudo dos Collembola. João Pessoa: Editora da UFPB, 2004. 82 p.