



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* – ESPECIALIZAÇÃO EM
PRODUÇÃO VEGETAL

INARA DE SOUZA STOCKMANN

ATIVIDADE ALIMENTAR DOS ORGANISMOS DO SOLO EM ÁREAS
SUBMETIDAS AO PLANTIO DIRETO COM E SEM O CONTROLE MECÂNICO DE
EROSÃO

CHAPECÓ, 2022

INARA DE SOUZA STOCKMANN

**ATIVIDADE ALIMENTAR DOS ORGANISMOS DO SOLO EM ÁREAS
SUBMETIDAS AO PLANTIO DIRETO COM E SEM O CONTROLE MECÂNICO DE
EROSÃO**

Artigo apresentado ao curso de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Especialista em Produção Vegetal.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 22/07/2022.

Documento assinado digitalmente
 PAULO ROGER LOPES ALVES
Data: 08/08/2022 09:28:44-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Professor Dr. Paulo Roger Lopes Alves-
Orientador

Documento assinado digitalmente
 VANESSA NEUMANN SILVA
Data: 08/08/2022 08:05:16-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Professora Dra. Vanessa Neumann Silva
Co-orientadora - Presidente da banca

Prof. Dr. Marco Aurélio Tramontin da Silva
Avaliador - UFFS

Prof. Dr. Jorge Luis Mattias
Avaliador - UFFS

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Stockmann, Inara de Souza

Atividade alimentar dos organismos do solo em áreas submetidas ao plantio direto com e sem o controle mecânico de erosão / Inara de Souza Stockmann. -- 2022. 27 f.:il.

Orientador: Doutor Paulo Roger Lopes Alves

Co-orientadora: Doutora Vanessa Neumann Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Especialização em Produção Vegetal, Chapecó, SC, 2022.

1. Biologia do solo. 2. Agricultura. I. Alves, Paulo Roger Lopes, orient. II. Silva, Vanessa Neumann, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

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

**ATIVIDADE ALIMENTAR DOS ORGANISMOS DO SOLO EM ÁREAS
SUBMETIDAS AO PLANTIO DIRETO COM E SEM O CONTROLE MECÂNICO DE
EROSÃO**

Inara de Souza Stockmann^{1*}; Dinéia Tessaro²; Vanessa Neumann da Silva³

Paulo Roger Lopes Alves⁴

¹ Aluna do curso de Especialização em Produção Vegetal, *Campus* Chapecó, da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, Chapecó, Brasil. E-mail: inarastockmann@hotmail.com

² Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Dois Vizinhos, UTFPR, Dois Vizinhos, Brasil. E-mail: dtessaro@utfpr.edu.br

³ Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Chapecó, da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, Chapecó, Brasil. E-mail: vanessa.neumann@uffs.edu.br

⁴ Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Chapecó, da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, Chapecó, Brasil. E-mail: paulo.alves@uffs.edu.br

* Autora para correspondência

ATIVIDADE ALIMENTAR DOS ORGANISMOS DO SOLO EM ÁREAS SUBMETIDAS AO PLANTIO DIRETO COM E SEM O CONTROLE MECÂNICO DE EROSÃO

Resumo

O solo é o hábitat para inúmeros organismos e também é base para a produção agrícola, contudo, os diferentes manejos agrícolas podem ocasionar alterações nesse ecossistema, pois podem alterar parâmetros físicos, químicos e biológicos. Nesse sentido, a adoção de práticas mais sustentáveis, como, por exemplo, o sistema de plantio direto e o uso de controle de erosão tendem a melhorar as características e amenizar esses impactos. Objetivou-se avaliar o efeito do controle mecânico da erosão sobre a atividade alimentar de organismos do solo em áreas submetidas ao sistema plantio direto. O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Dois Vizinhos, em três áreas distintas: Unidade de Ensino e Pesquisa Floresta Nativa (FLN) – utilizada como referência; área de plantio direto com controle de erosão (PDC) e área de plantio direto sem o controle mecânico de erosão (PDS). A atividade alimentar dos organismos de solo foi determinada pelo “*Bait-lamina test*”, que consiste na avaliação do consumo alimentar desses organismos a partir da inserção de *bait-laminas* no solo. A avaliação do consumo se deu após sete (áreas agrícolas) e 21 dias (todas as áreas) da implementação do experimento, sendo o percentual de consumo médio e nas diferentes profundidades do solo calculados para cada tratamento. Em cada período de avaliação, também se realizou a determinação de umidade do solo nas áreas de amostragem. Após sete dias, a percentagem média da atividade alimentar foi maior na área PDC, comparada à PDS. Após 21 dias, a maior atividade foi observada na área de referência, seguida por PDC>PDS. A maior atividade em FLN pode ser consequência das condições encontradas nesse ambiente, visto que a cobertura vegetal, fator importante para a atividade dos organismos do solo, é observada de forma mais efetiva nessa área do que nas áreas agrícolas. Nas diferentes profundidades observou-se um consumo estável. A umidade do solo apresentou-se maior também na área de referência, seguido da área de PDC, sendo que a umidade do solo é um fator importante na atividade dos organismos do solo.

Conclui-se que os diferentes tipos de manejo empregados nas áreas podem influenciar no consumo alimentar dos organismos do solo.

Palavras-chave: Invertebrados do solo; *bait-lamina*; agricultura.

FOOD ACTIVITY OF SOIL ORGANISMS IN AREAS SUBMITTED TO DIRECT PLANTING WITH AND WITHOUT MECHANICAL EROSION CONTROL

ABSTRACT

Soil is the habitat for numerous organisms and is also the basis for agricultural production, however, different agricultural management can cause changes in this ecosystem, as they can change physical, chemical and biological parameters. In this sense, the adoption of more sustainable practices, such as, for example, the no-tillage system and the use of erosion control tend to improve the characteristics and mitigate these impacts. The objective was to evaluate the effect of mechanical erosion control on the feeding activity of soil organisms in areas submitted to the no-tillage system. The experiment was conducted at the Federal Technological University of Paraná, Dois Vizinhos *Campus*, in three different areas: Native Forest Teaching and Research Unit (FLN) – used as a reference-; no-till area with erosion control (PDC) and no-till area without mechanical erosion control (PDS). The feeding activity of soil organisms was determined by the “Bait-lamina test”, which consists of evaluating the food consumption of these organisms from the insertion of bait-lamina in the soil. The evaluation of consumption took place after seven (agricultural areas) and 21 days (all areas) of the implementation of the experiment, with the percentage of average consumption and in the different soil depths calculated for each treatment. In each evaluation period, the determination of soil moisture in the sampling areas was also carried out. After seven days, the average percentage of feeding activity was higher in the PDC area, compared to the PDS. After 21 days, the highest activity was observed in the reference area, followed by PDC>PDS. The greater activity in FLN may be a consequence of the conditions found in this environment, since vegetation cover, an important factor for the activity of soil organisms, is observed more effectively in this area than in agricultural areas. At different depths, a stable

consumption was observed. Soil moisture was also higher in the reference area followed by the PDC area, and soil moisture is an important factor in the activity of soil organisms. It is concluded that the different types of management used in the areas can influence the food consumption of soil organisms.

Keywords: Soil invertebrates; bait-lamina; agriculture.

1 INTRODUÇÃO

O solo é um ecossistema dinâmico, considerado um dos principais reservatórios biológicos, atuando como reservatório de água, suporte do sistema agrícola, entre outros (CARDOSO *et al.*, 2016).

Esse reservatório biológico é habitado por inúmeros organismos, sejam eles microrganismos ou invertebrados edáficos, e alguns destes são tidos como indicadores de qualidade do solo, baseado na sensibilidade que esses organismos possuem. Os mesmos desempenham diversas funções em prol da atividade biológica do solo, como atuação na ciclagem de nutrientes, decomposição e fragmentação de materiais vegetais, processos que direta ou indiretamente auxiliam no desenvolvimento vegetal, componente fundamental nos sistemas agrícolas (GÓES *et al.*, 2021; CANEI *et al.*, 2018).

As respostas originadas pelos invertebrados do solo são influenciadas pelo ambiente em que estão e, portanto, eles podem auxiliar na avaliação de perturbações geradas, principalmente em áreas predominantemente agrícolas que passam por constantes ações antrópicas no sistema edáfico. Neste contexto, práticas como a adoção do sistema de plantio direto (SPD) e uso de controle de erosão são manejos que podem influenciar no desenvolvimento e comportamento desses organismos de solo. Essas são práticas cada vez mais frequentes, pois contribuem para melhor estruturação do solo e, conseqüentemente, atuam no desenvolvimento da vida nesse ecossistema. A manutenção da cobertura vegetal garante condições benéficas ao solo, portanto, qualquer processo que modifique a taxa de aporte e qualidade desta cobertura poderá causar alterações em condições como, temperatura, umidade, luminosidade e condições físico-químicas do solo,

influenciando diretamente na riqueza e abundância dos invertebrados edáficos (NOVAK *et al.*, 2021; BIANCHI *et al.*, 2017; PANACHUKI *et al.*, 2006).

O SPD constitui uma prática conservacionista que contribui na garantia da estabilidade dos agregados do solo, minimizando as perdas de solo nas lavouras, através dos seus fundamentos como o não revolvimento do solo, rotação de culturas e a cobertura permanente do solo, propiciada pela conhecida palhada (SALOMÃO *et al.*, 2020).

A erosão é um problema ambiental global, que além da perda de solo e nutrientes, está associada a inundações, assoreamentos e poluição de recursos hídricos. Neste sentido, o uso de recursos para o controle mecânico de erosão tende a ser benéfico aos sistemas produtivos (SILVA *et al.*, 2018; DUARTE *et al.*, 2020; PANACHUKI *et al.*, 2006). Várias são as práticas usadas no intuito de controlar a erosão, normalmente divididas em práticas edáficas, vegetativas e mecânicas. As práticas mecânicas são estruturas artificiais para a redução da energia do escoamento da água, como é o exemplo do terraceamento, que é uma prática amplamente difundida e utilizada em áreas agrícolas (GRIEBELER *et al.*, 2005).

O controle mecânico de erosão por meio do terraceamento consiste em construir estruturas, os chamados terraços, eficientes no controle de erosão hídrica, pois têm como finalidade reduzir o comprimento e a declividade do terreno, reduzindo, conseqüentemente, o volume e velocidade da água, disciplinando o fluxo de escoamento superficial, promovendo a infiltração e o armazenamento de água no solo (BACK *et al.*, 2021).

As perdas de solo comprometem a estabilidade da produção agrícola, pois podem provocar além dos danos a esse ecossistema, perdas de nutrientes e fertilizantes, ocasionando danos econômicos e ambientais, sendo estes impactos iniciados com alterações nas características básicas do solo (FERNANDES, 2018). Com isso, aliando o sistema de plantio direto com o uso de terraceamento, tende-se a contribuir para não ocorrência desses processos de perdas de solo em áreas de cultivo agrícolas (ALMEIDA *et al.*, 2016).

Para os invertebrados edáficos, a remoção de camadas e perdas do solo podem significar modificação da composição das comunidades que habitam determinados espaços no solo e, conseqüentemente, podem influenciar a atividade

desses organismos do solo. No estudo de Puga *et al.*, (2018), que visou compreender a resposta da comunidade de invertebrados em uma área submetida ao plantio direto e práticas para evitar as perdas de solo, verificou que tais manejos influenciaram no desenvolvimento e atividade da fauna edáfica.

O uso de ferramentas que possibilitem a avaliação da atividade desses organismos do solo é importante, pois permite a tomada de decisões para a preservação dos solos agrícolas. Um exemplo é o *bait-lamina test*, o qual tem sido utilizado para comparar práticas de manejo de terras agrícolas, práticas florestais, poluição de solo, entre outros (VOROBICHIK *et al.*, 2020; NIEMEYER *et al.*, 2018; FURUKORI *et al.*, 2021; ALVES *et al.*, 2020). Os resultados do teste permitem tirar conclusões sobre a saúde do solo, sendo um dos poucos métodos disponíveis para estimar a atividade funcional de organismos do solo (VOROBICHIK *et al.*, 2021).

Por exemplo, a avaliação de solos poluídos, descrita por Vorobeichik *et al.*, (2020), onde os autores verificaram que o efeito sobre a atividade dos organismos em solos fortemente poluídos por metais pesados é semelhante a outros impactos antropogênicos, pontuando também a importância do parâmetro tempo para o *bait-lamina test*. Outros autores (Furukori *et al.*, 2021) estudaram os impactos das queimadas e distúrbios causados por herbicidas, nos organismos edáficos e decomposição da matéria orgânica, em diques de arrozais. Os autores mediram os impactos na taxa de decomposição da matéria orgânica pelo *bait-lamina test*. Embora essa taxa de decomposição não se apresentou significativa, os autores observaram aumentos na taxa de decomposição da matéria orgânica com o passar do tempo (FURUKORI *et al.*, 2021).

É possível também, a partir do *bait-lamina test*, avaliar manejos comumente utilizados na produção agrícola, com aqueles utilizados na pretensão de fornecer recursos para o desenvolvimento dos vegetais, como é o caso dos dejetos de animais, exceto quando não utilizados de forma adequada. Segundo Alves *et al.*, (2020), o método pode ser uma alternativa para avaliar qualidade de solos agrícolas que recebem uma quantia considerável de dejetos de animais. Os resultados desses autores demonstraram que o uso do dejetos líquido de suíno, dependendo da estação do ano, pode estimular ou não a atividade alimentar dos organismos do solo (ALVES *et al.*, 2020).

Destaca-se que ainda não foram encontrados estudos sobre o uso da *bait-lamina test* para avaliar os efeitos das práticas de contenção de erosão sobre a atividade alimentar da fauna do solo. Por outro lado, alguns estudos utilizaram o teste para comparar sistemas agrícolas sob diferentes manejos, o que possibilita avaliar qualidade do solo em relação à função de suporte a esses organismos que habitam o solo (NIVA *et al.*, 2021; TAO *et al.*, 2016; PESSOTTO *et al.*, 2020).

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito do terraceamento do solo sobre atividade alimentar dos organismos do solo em áreas submetidas ao sistema de plantio direto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área experimental

O estudo foi conduzido na fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* de Dois Vizinhos (UTFPR) localizada no município de Dois Vizinhos, região sudoeste do estado do Paraná. O solo na região é classificado como Nitossolo e o relevo da área experimental é predominantemente ondulado a íngreme, e clima característico é o subtropical (Cfa).

Durante as atividades experimentais, as condições climáticas da área variaram em períodos com temperatura mínima de 13 °C e máxima 31 °C, a precipitação média de 31,45 mm e 22,5 mm, nos meses de março e abril de 2022, respectivamente, conforme os dados do grupo de estudos em biometeorologia da UTFPR *Campus* Dois Vizinhos.

O experimento foi instalado em dois diferentes talhões da área experimental de cultivo agrícola, sendo: um talhão sob sistema de plantio direto com controle de erosão (PDC), e uma área sem controle de erosão (PDS). Juntas, as áreas correspondem a uma área de 38.460,00 m². O sistema de plantio direto nessas áreas experimentais foi implementado há cerca de 20 anos. Foi utilizado uma terceira área, como referência, que se refere a uma área de Unidade de Ensino e Pesquisa de Floresta Nativa (FLN), cuja formação é de vegetação de ecótono entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, localizada no *Campus* (ZARZYCKI *et al.*, 2020).

2.2. Avaliação da atividade alimentar da fauna do solo

Para avaliar a atividade alimentar da fauna do solo, utilizou-se o método *bait-laminas test*, sendo que o trabalho seguiu as instruções regulamentadas conforme a ISO 18311 (International Organization for Standardization - ISO, 2016), que especifica a técnica utilizada para determinar os efeitos dos impactos antropogênicos nas condições ambientais sobre a atividade alimentar dos organismos edáficos no campo. Esta técnica também pode ser utilizada no monitoramento da qualidade biológica do solo, sendo que não se deve utilizar esse recurso para avaliações em solos muito rasos, pois o processo possivelmente venha a ser inviabilizado. O método consiste no uso de *bait-laminas* fabricadas e comercializadas pela empresa alemã Terra Protecta GmbH (NIVA *et al.*, 2021).

As *bait-laminas* (Figura 1A) consistem em lâminas de PVC com um tamanho de 120 mm de comprimento, 6 mm de largura e 1 mm de espessura, com 16 perfurações no intervalo de 5 mm cada. As perfurações são responsáveis por fornecer os resultados para o estudo, isso porque os orifícios recebem um preenchimento (Figura 1B) com um material utilizado como isca. As *bait-laminas* contendo as iscas foram disponibilizadas para consumo pelos organismos do solo, possibilitando a avaliação do mesmo após um período de exposição. O substrato dessas iscas foi pré-fabricado pelo mesmo fabricante das lâminas, e é constituído de 70% de celulose, 25% de farelo de trigo fino e 5% de carvão ativado (ALVES *et al.*, 2020).

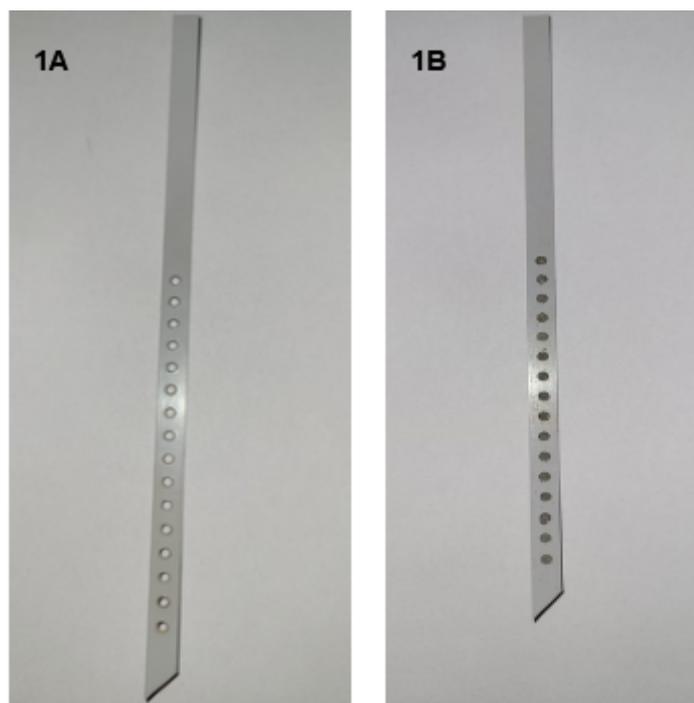


Figura 1. Representação de uma *bait-lamina* vazia (A) e preenchida (B). Fonte: Autora.

Para o preparo das *bait-laminas*, para posterior inserção no solo, o material das iscas foi umedecido até formar uma massa úmida, que serviu para preencher as perfurações ao longo da lâmina. Esse procedimento foi realizado cuidadosamente, de modo a evitar o excesso de umidade, que pode danificar ou prejudicar a qualidade da isca, pois no campo o material deve chegar intacto e com todos os orifícios preenchidos.

O delineamento experimental de aplicação das lâminas nas áreas de lavoura foi de 8 pontos com 16 lâminas por área (com ou sem terraceamento). Em cada área, a distância entre pontos foi de aproximadamente 25 metros na linha e 50 metros entre linhas, respeitando a presença dos terraços nas áreas PDC. Entre as lâminas, adotou-se um espaçamento de aproximadamente 10 cm × 10 cm. Na área de referência, adotou-se 8 pontos de aproximadamente 10 metros entre pontos e 8 lâminas com espaçamento de 10 cm entre si.

As *bait-laminas* foram inseridas verticalmente no solo (Figura 2A), em uma profundidade de 8 cm (Figura 2B).

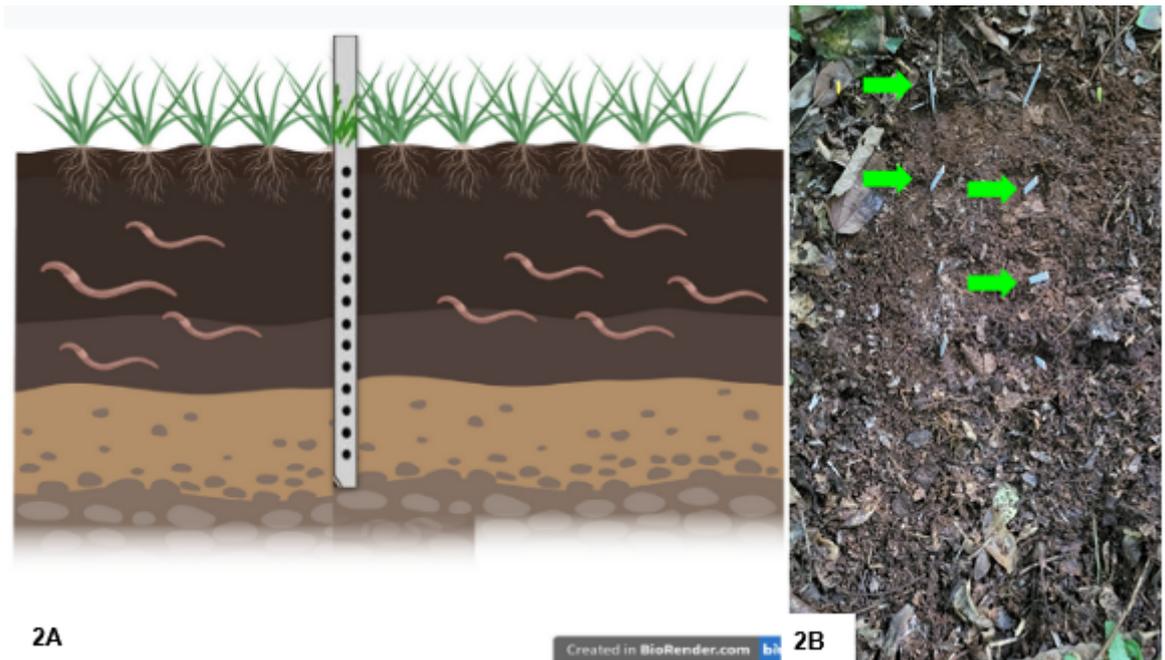


Figura 2. A) Ilustração *Bait-lamina* inserida de forma vertical no solo. Fonte: Biorender. B) Fotografia das *Bait-laminas* inseridas verticalmente a campo. Fonte: Autora.

As avaliações das lâminas nas áreas (PDC) e (PDS), ocorreram aos sete e 21 dias após a implantação, retirando 8 lâminas por avaliação. Na área de referência (FLN) a avaliação ocorreu aos 21 dias. Para quantificar a atividade alimentar, o consumo do material presente em cada um dos 16 orifícios das lâminas, foi realizada uma inspeção visual no momento de retirada das *bait-laminas* do solo, pois uma avaliação posterior à retirada do material do campo poderia inferir erroneamente no resultado, já que as iscas devem permanecer com a situação real de campo, sejam consumidas ou não. Foram atribuídas notas de consumo para cada orifício da lâmina, sendo essas: 0 - quando nada foi consumido, 1 - quando o material havia sido parcialmente consumido, e 2 - quando o material “isca” havia sido totalmente consumido (Figura 3). A avaliação dos orifícios foi realizada de forma vertical, da mesma forma que foi inserida no solo, onde o primeiro orifício correspondia a parte superficial do solo.



Figura 3. *Bait-lamina* conforme avaliação: nada consumido (0), parcialmente consumido (1), totalmente consumido (2). Fonte: Autora.

2.3 Determinação de umidade do solo

Em cada momento de avaliação das *bait-laminas*, realizou-se também determinação de umidade do solo nos pontos de coleta. Foram coletadas amostras de solo em cada um dos oito pontos por área, considerando uma profundidade de amostragem de 0-10 cm. Essas coletas ocorreram em conjunto às atividades a campo, e o solo coletado foi acondicionado em sacos plásticos.

No laboratório de solos localizado na UTFPR *Campus* Dois Vizinhos, o solo foi devidamente pesado, considerando a metodologia proposta por Caputo (2017). Dessa forma, pesou-se 30 g de solo em recipientes de alumínio. A pesagem foi realizada em balança de precisão. Após a pesagem, o solo foi levado para estufa a 105 °C onde permaneceu por 24 horas. Passado o período de secagem, o solo foi novamente pesado.

Valores de peso inicial e peso final foram devidamente registrados para possibilitar os cálculos de determinação da umidade.

Realizou-se o cálculo do percentual de umidade por ponto de estudo seguindo a metodologia descrita por Caputo (2017), em que considera umidade (h), massa de água (Ma) e massa da parte sólida (Ms), conforme a seguinte equação:

$$h (\%) = Ma / Ms . 100$$

2.4 Análise dos dados

Para os dados obtidos a partir do *bait-lamina test*, realizou-se cálculos das percentagens médias de consumo pelas áreas de estudo, os quais consideraram a somatória de consumo em todos os pontos entre as áreas de estudo em função do consumo total de todas as *bait-laminas*, se estas estivessem totalmente consumidas. Ainda, foi realizada a soma dos consumos por pontos e o percentual médio de consumo em função da profundidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as três áreas de estudo e os três níveis de consumo alimentar dos organismos do solo (sem consumo, parcialmente consumido e totalmente consumido), foi possível observar que, após sete dias, o consumo por áreas de estudo foi menor do que quando comparado aos 21 dias em PDC e PDS (tabela 1).

Tabela 01. Soma do consumo por área. Fonte: Autora.

Área de estudo	Soma do consumo 7 dias	Soma de consumo 21 dias
PDC	323	848
PDS	265	633
FLN	-	1266

Com base nisso, foi possível verificar os percentuais para consumo médio nessas áreas. Para a avaliação dos sete dias, o consumo médio da área PDC representou 16,75% e para a área PDS 12,94%. Para as avaliações que ocorreram aos 21 dias de experimento para PDC, verificou-se um percentual de 41,41% e para a área PDS 30,91%. Além disso, verificou-se que a área de mata (FLN) apresentou o maior percentual de consumo no *bait-lamina test* (61,82%), seguido da área de lavoura com terraço (PDC) e, por último a área de lavoura sem terraço (Figura 4).

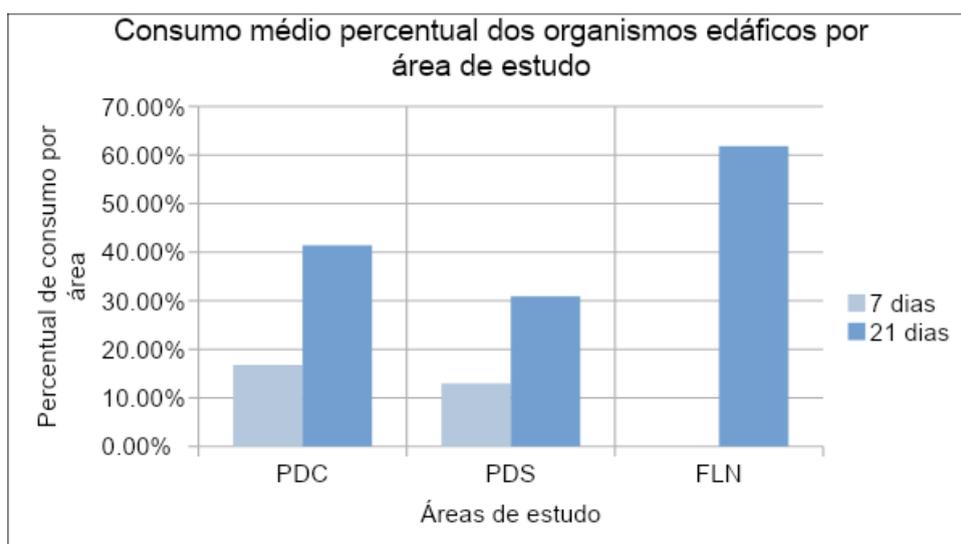


Figura 4. Representação gráfica do consumo médio percentual dos organismos edáficos após 7 e 21 dias da inserção das *bait-laminas* nas áreas de estudo. Fonte: Autora.

A característica do maior consumo alimentar por organismos do solo na área de FLN pode ser um reflexo das condições que o local propicia ao ecossistema solo, pois pode-se considerar que área de mata nativa é um sistema com maior disponibilidade de alimento e maior quantidade de material orgânico. Outros estudos, destacam que solos com essas características atraem um maior número de decompositores, contribuindo no estabelecimento de grupos de organismos nessas áreas (GÓES *et al.*, 2021). O tempo maior de estabelecimento de vegetação, também é um indicativo que pode contribuir para uma atividade mais elevada de organismos em uma determinada área, assim como a permanente cobertura vegetal, verificada na Floresta Ombrófila Mista, contribui para a conservação da biodiversidade edáfica (CORREIA *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.*, 2020).

É possível visualizar que na área PDC houve um maior percentual de consumo, quando comparado a área de plantio direto sem o controle mecânico de erosão (PDS). Isso provavelmente é uma resposta indireta da presença do sistema de controle de erosão, uma vez que os impactos do processo erosivo, conforme descrito por Fernandes (2018), iniciam com alterações das características físicas, químicas e biológicas do solo. Dessa forma, pode-se visualizar que as comunidades de organismos que habitam o solo, bem como, sua atividade alimentar, tendem a ser prejudicadas em um processo erosivo (FERNANDES, 2018). As diferenças pouco expressivas no consumo entre as áreas de lavoura (com e sem o controle mecânico de erosão), correspondentes a 3,81% na avaliação aos 7 dias e 10,5% na avaliação aos 21 dias, respectivamente (Figura 4), podem ser explicadas pela presença do sistema de plantio direto bem estabelecido em ambas as áreas, já que o mesmo é adotado a aproximadamente 20 anos.

Visto que a área de plantio direto sem o controle mecânico de erosão está suscetível a problemas na infiltração e absorção da água, e a área de plantio direto com o controle de erosão está aliando duas importantes práticas conservacionistas, os ganhos possuem um potencial progressivo ao ecossistema solo e a todos que dependem dele. Conforme sugerido por Turetta *et al.*, (2020), as áreas em que se aplicam o sistema de plantio direto e terraços possuem um tempo de secagem mais lento, assim como, apresentam solos com menores temperaturas (TURETTA *et al.*,

2020). A umidade do solo que foi verificada na data de implantação das *bait-lamina* se no momento das demais avaliações permitiram observar que a umidade do solo foi maior na área de mata, seguido pela área com controle mecânico de erosão, enquanto os menores valores de umidade do solo foram observados na área PDS (Figura 5).

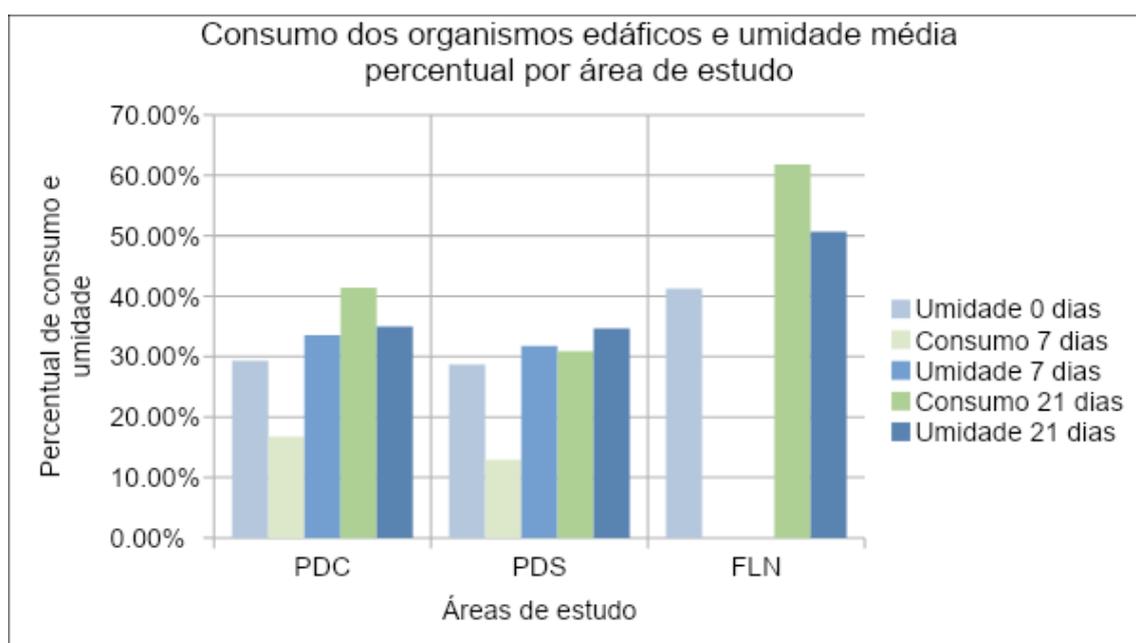


Figura 5. Ilustração gráfica do consumo dos organismos edáficos e do percentual da umidade média da área de estudo. Fonte: Autora.

Esta também pode ser uma das razões para as diferenças no consumo alimentar médio entre as áreas com e sem o controle mecânico de erosão. De acordo com Comparsi *et al.* (2021), há a relação da umidade do solo com a presença de organismos do solo. Esses autores observaram que a abundância de invertebrados do solo, em áreas de bordadura, foi menor que em áreas centrais, as quais também possuíam a maior umidade do solo e menor temperatura, ou seja, parâmetros de presença de água e variações de calor inferem sobre a atividade dos invertebrados do solo (COMPARSI *et al.*, 2021).

Conforme a disposição das *bait-laminas* no solo, é possível relacionar a profundidade e as taxas de consumo em cada uma das perfurações das lâminas, as quais correspondem a profundidade do solo em função da extensão da *bait-lamina* (Figura 6). Como as áreas de estudo são distintas e envolvem discussões sobre

perdas de solo e atividade de invertebrados do solo, verificar essas médias de consumo por profundidade podem transmitir referências sobre o comportamento da fauna edáfica nas áreas de estudo.

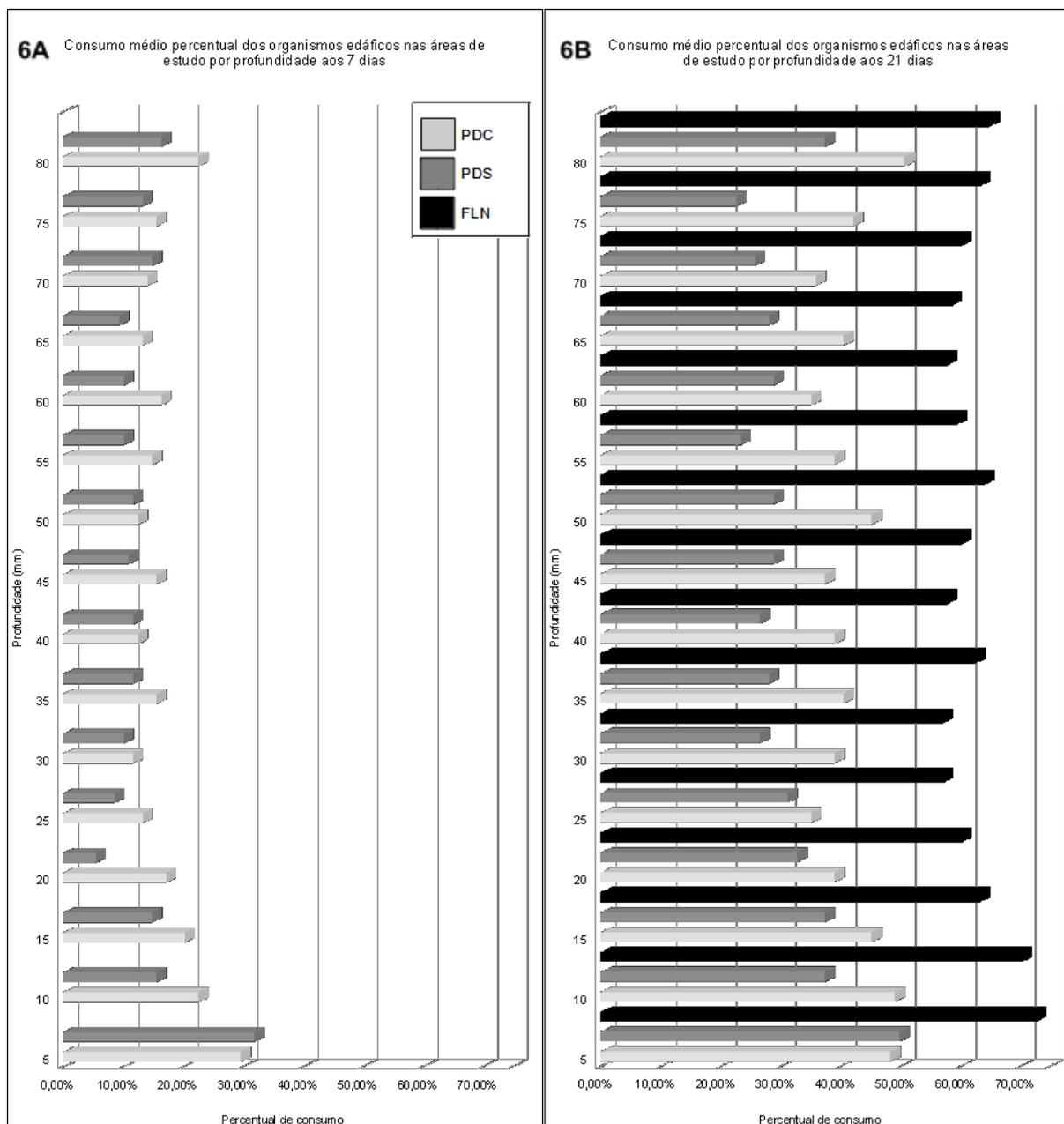


Figura 6. Representação gráfica da média de consumo por profundidade do solo, consumo aos 7 dias (A), consumo aos 21 dias (B). Fonte: Autora.

Conforme exposto na Figura 6, as áreas de lavoura (PDC e PDS) apresentaram um maior consumo nas camadas superficiais entre 5 e 10 mm aos 7 dias, sendo que esse consumo se elevou em função do tempo de experimento e

estabilizou-se em função da profundidade. A área de referência (FLN), apresentou o consumo similar nas diferentes profundidades. Os sistemas produtivos possuem como um bom indicativo para consumos superficiais a presença da serrapilheira, juntamente da decomposição de materiais vegetais, já a floresta nativa, além de possuir a presença de material orgânico relativamente contínuo, possui a área radicular muito bem estabelecida pela composição vegetal, sendo essa região um importante reservatório biológico do solo (SILVA *et al.*, 2022; CARDOSO *et al.*, 2016).

Para as áreas de manejos agrícolas, o trabalho desenvolvido por Podgaiski *et al.*, (2011), realizado também entre os meses de fevereiro e abril de 2010, comparando áreas conservacionistas de pastagens, verificou maior atividade alimentar dos organismos do solo nas camadas superficiais do solo, assim como, o maior tempo de exposição das lâminas a campo resultou no aumento na taxa de consumo (PODGAISKI *et al.*, 2011).

Além disso, existem estudos que apontam que a atividade biológica em relação a profundidade pode apresentar-se estável, pois estações do ano, principalmente verão, desempenham influência sobre os resultados (CEZIMBRA *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2022).

Portanto, para as práticas desempenhadas sobre as áreas de estudo, maiores consumos nas camadas superficiais do solo demonstram que a presença da cobertura vegetal, propiciada pelo sistema de plantio direto é benéfica não somente para proteção do solo, mas também para os organismos que habitam o solo. Conseqüentemente, visto esses consumos em superfície caso ocorram processos erosivos na ausência do terraceamento, esses organismos que habitam essas camadas do solo podem ser afetados. Ou seja, diversas interações que tornam o solo mais propício ao aporte da produção agrícola podem ser prejudicadas, já que esses organismos atuam nas mais diversas funções benéficas ao ecossistema solo e para a agricultura (SILVA *et al.*, 2021).

4 CONCLUSÃO

Com base no exposto, conclui-se que a área de floresta nativa (FLN), apresentou um melhor desempenho quanto à atividade alimentar dos invertebrados do solo, comparado aos sistemas de cultivo agrícola, com ou sem terraceamento. Quando realizada a comparação entre as áreas de lavoura, verificou-se que os componentes do sistema de plantio direto e controle de erosão podem beneficiar a atividade dos organismos de solo, visto que maiores percentagens de atividade alimentar foram observadas no sistema mais conservacionista (PDC). Isto pode estar relacionado à umidade do solo, que também foi maior no sistema PDC. O uso de parâmetros químicos pode ser considerado para a complementação destas evidências em estudos futuros, tendo em vista que juntamente com os parâmetros físicos, interferem na atividade biológica do solo.

Agradecimentos

Agradeço a Deus e aos meus pais, Silvana de Souza Stockmann e Laudir Roque Stockmann pela compreensão e pelo apoio durante essa importante etapa da minha vida. Agradeço ao meu namorado André Luiz Hofer, pelo apoio e suporte durante a realização da especialização, principalmente pelo auxílio e disponibilidade durante a execução do TCC.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS e aos professores que possibilitaram obter e aprimorar conhecimentos com qualidade, bem como, aos colegas da especialização que dividiram essa caminhada.

Agradeço ao orientador Professor Dr. Paulo Roger Lopes Alves, pelo apoio e auxílio durante as atividades da especialização e desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso;

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná-*Campus* Dois Vizinhos, onde foram desenvolvidos os experimentos para a realização do trabalho de conclusão de curso. Em especial, agradeço à Professora Dra. Dinéia Tessaro, por auxiliar e apoiar a execução do trabalho, bem como os demais professores da

UTFPR-DV que possibilitaram a realização do trabalho nas dependências da Universidade.

Agradeço aos colegas da UTFPR-DV que participaram direta ou indiretamente das atividades a campo e laboratório, em especial aos colegas Luis Felipe Wille Zarzycki, Erivelton Tolfo e Jéssica Camile da Silva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, W. S.; CARVALHO, D. F.; PANACHUKI, E.; VALIM, W. C.; RODRIGUES, S. A.; VARELLA, C. A. A. Erosão hídricas em diferentes sistemas de cultivos e níveis de cobertura de solo. **SOLOS E AMBIENTE Pesq. agropec. bras.** 51 (9), Set 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/ZNdjdrBQLdSqzfdKqPsS5vQ/?lang=pt>

ALVES, P. R. L.; CASSOL, P. B.; SEGANFREDO, M. A.; SPAGNOLLO, E. Contribuição da fauna do solos para os serviços ambientais. In: MIRANDA, C. R. de; MONTICELLI, C. J.; MATTHIENSEN, A.; SEGANFREDO, M. A. Produção intensiva de animais e serviços ambientais: Estratégias e Indicadores. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2020. p. 164-182. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 211).

Avaliação do potencial de prestação de serviços ambientais em sistema plantio direto (SPD) / Ana Paula Dias Turetta. [et al.]. – Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2020. E-book. – (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 213).

BIANCHI, M. O.; SCORIZA, R. N.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C.; CORREIA, M. E. F.; SILVA, E. M. R. Soil Macrofauna as indicators in Tree Legume Revegetation. **Floresta e Ambiente.** 2017. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.085714>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/floram/a/Cv6GYMMgpmjJyTPLpbGY8PJ/?lang=pt> >.

CANEI, A. D.; HERNÁNDEZ, A. G.; MORALES, D. M. L.; SILVA, E. P. da; SOUZA, L. F.; LOSS, A.; LOURENZI, C. R.; REIS, M. S. dos; SOARES, C. R. F. S. ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS E ESTRUTURA DE COMUNIDADES BACTERIANAS COMO INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO EM PLANTIOS FLORESTAIS NA MATA ATLÂNTICA. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 1405–1417, 2018. DOI: 10.5902/1980509835049. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/35049>.

CAPUTO, Homero Pinto; CAPUTO, Armando Negreiros; Mecânica dos solos e suas aplicações. 7. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: LTC, 2017. Disponível em: <https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/1036Apostila_Umidade_dos_solos_15816259409124_1036.pdf >.

CARDOSO, E. J. B.N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2. ed. Piracicaba: Dibd/esalq/usp, 2016. 221 p. Disponível em: <<http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/109/92/461-1>>.

CEZIMBRA, J. C.; BIANCHETTO, R.; BESTER, G. F. B.; FILHO, L. E. N. C.; FONTANIVE, D. E.; SILVA, D. M. Atividade biológica do solo cultivado com pastagens sob diferentes sistemas de manejo com o uso de *Bait-lamina*. **IX Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Junho de 2019.

CORREIA, M. E. F.; MOREIRA, J. F.; REIS, L. L.; RODRIGUES, K. M.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M.; CHAER, G. M.; RESENDE, A. S. Fauna edáfica no processo de revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas, Pará. **Ciênc. Florest.** Oct-Dec 2020. <https://doi.org/10.5902/1980509839276>.

DUARTE, M. L.; SILVA FILHO, E. P. da; BRITO, W. B. M.; SILVA, T. A. da. DETERMINAÇÃO DA ERODIBILIDADE DO SOLO POR MEIO DE DOIS MÉTODOS INDIRETOS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO SUL DO ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 21, n. 2, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i2.1533. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1533>

FERNANDES, A. M. F. Qualidade do sistema plantio direto e sua relação com a erosão do solo e o meio ambiente. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ. Cruz Alta, 2018.

FURUKORI, N.; YAMADA, K.; KOSUKE, H. Impacts of Burning and Herbicide Disturbances on Soil Animals and Organic Matter Decomposition in Terraced Paddy Field Levees in Japanese Satoyama. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**. v. 22, ed. 1, p. 270-280. Oct 2021. DOI: 10.1007/s42729-021-00646-2.

GEBIOMET - Grupo de Estudos em Biometeorologia- UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: < <http://www.gebiomet.com.br/> >. Acesso em: 30 de junho de 2022.

GÓES, Q. R.; FREITAS, L. R.; LORENTZ, L. H.; VIEIRA, F. C. B.; WEBER, M. A. Análise da fauna edáfica em diferentes usos do solo no Bioma Pampa. **Ciência Florestal**. Jan-Mar 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832130>

GRIEBELER, N. P.; PRUSKI, F. F.; TEIXEIRA, A. F.; SILVA, D. D. Model to design level terracing systems. **Engenharia de Água e Solo**. Dezembro/2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000300015>. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/eagri/a/yPCYKgdFVmv9sjxtjdMFHLN/?lang=pt> >.

MONTOIA COMPARSI, D.; CERVIGNI FELTRIN, B.; SILVEIRA BONACAZATA SANTOS, M.; FERREIRA SAPATEIRO, M.; HENRIQUE RAGONHA, F. ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO, DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DA FAUNA EDÁFICA OCASIONADAS PELO EFEITO DE BORDA EM UM FRAGMENTO

URBANO DE MATA ATLÂNTICA. **Arquivos do Mudi**, v. 25, n. 2, p. 71-90, 13 ago. 2021.

NIEMEYER, J. C.; PECH, T. M. Do recommended doses of glyphosate-based herbicide affect soil invertebrates? Field and laboratory screening test to risk assessment **Chemosphere**. Volume 198, May 2018, p. 154-160.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.01.127>. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653518301449> >.

NIVA, C. C.; PULROLNIK, K.; MARCHÃO, R. L.; CARVALHO, A.; MACHADO, C. T. T.; PEREIRA, C. D.; MALAQUIAS, J. V. M.; VILELA, L.; ROMBKE, J. Método bait-lamina para a avaliação da atividade alimentar de invertebrados edáficos: eficiência, limitações e adaptações para seu uso. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. 39 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN on-line 2176-5081, 392). Disponível em:
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1142449/1/Doc392.pdf> >.

NOVAK, E.; CARVALHO, L. A.; SANTIAGO, E. F.; FERREIRA, F. S.; MAESTRE, M. R. Composição química do solo em diferentes condições ambientais. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 1063–1085, 2021. DOI: 10.5902/1980509828995. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/28995>.

PANACHUKI, E.; SOBRINHO, T. A. VITORINO, A. C. T.; CARVALHO, D. F.; URCHEI, M. A. Parâmetros físicos do solo e erosão hídrica sob chuva simulada, em área de integração agricultura-pecuária. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** 10 (2), Jun 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000200003>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/LCDZVsgycGzbb3BSrdsqx7B/?lang=pt>

PEREIRA, J. M.; BARRETA, D.; FILHO, L. C. I. O.; BARRETA, C. R. D. M.; CARDOSO, E. J. B. N. Fauna edáfica e suas relações com atributos químicos, físicos e microbiológicos em Florestal de Araucária. **Ciência florestal**. Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 242-257, jan/mar. 2020. Disponível:
<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/31377/23372>

PESSOTTO, M. D. F.; SANTANA, N. A.; JACQUES, R. J. S.; FREIBERG, J. A.; NASCIMENTOMACHADO, D. do; PIAZZA, E. M.; ROSA NETO, L.; ANTONIOLLI, Z. I. Relação do uso do solo com a diversidade e a atividade da fauna edáfica. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 397-402, 2020.

PODGAISKI, L. R.; SILVEIRA, F. S.; MENDONÇA JR, M. Avaliação da atividade alimentar dos invertebrados de Solo em Campos do Sul do Brasil—*bait-lamina test*. **EntomoBrasilis**, v. 4, n. 3, p. 108-113, 2011.

PUGA, J. R. L.; OLIVEIRA, M. J. S.; BASTOS, A. C.; GONÇALVES, F.; KEIZER, J. J.; ABRANTES, N. J. C. Influência da utilização de uma cobertura orgânica no restabelecimento a médio-longo prazo das comunidades de invertebrados do solo

em áreas aridas de eucalipto. **CAPTAR Ciência e ambiente para todos**. Vol 7. n. 1. 2018.

SALOMÃO, P. E. A.; KRIEBEL, W.; SANTOS, A. A. dos; MARTINS, A. C. E. The Importance of Straw No-Tillage System for Soil Restructuring and Organic Matter Restoration. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. e154911870, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i1.1870. Disponível em: < <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1870> >.

SILVA, A. M. M.; CARDOSO, E. L. B. N. Sustentabilidade Ambiental e os Serviços Ecosistêmicos. In: CARDOSO, E. L. B. N. A sustentabilidade ambiental da agricultura e de florestas tropicais: uma visão científica, ecológica, política e social. 1 ed. p. 161. Curitiba: Appris, 2021.

SILVA, S. I. A. da; SOUZA, T.; LUCENA, E. O. de; LAURINDO, L. K.; SANTOS, D. Influência de sistemas de cultivo sobre a comunidade da fauna edáfica no nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 829–855, 2022. DOI: 10.5902/1980509855320. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/55320> >.

SILVA, T. A.; DUARTE, M. L. COSTA, H. S. Erodibility of a Yellow Latosol (LA) under pasture and SAF in the southern region of Amazonas, Brazil by two Indirect Methods. In: 21 st World Congress of Soil Science - Soil erosion modeling: Global Alliance. Anais. Rio de Janeiro, Brazil: SBCS. v. 2, 2018. p. 544, ISBN 9788586504273.

TAO, H. H.; SLADE, E. M.; WILLIS, K. J.; CALIMAN, J. P.; SNADDON, J. L. Effects of soil management practices on soil fauna feeding activity in an Indonesian oil palm plantation. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 218, p. 133-140, 2016.

VOROBICHNIK, E. L.; BERGMAN, I. E. Bait-lamina test for assessment of polluted soils: Rough vs. Precise scales. **Ecological Indicators**. Volume 122, 2021,107277, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107277>. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20312176> >.

VOROBICHNIK, E. L.; BERGMAN, I. E. Bait-lamina test in the Assessment of polluted soils: Choice of Exposure Duration. **Russian Journal of Ecology**. 51, p. 430–439 (2020). Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1134/S1067413620050136>>.

ZARZYCKI, L. F. W.; TESSARO, D.; SILVA, J. C.; KUBIAK, K. L.; COSTA, M. G. A.; COSTA, F. Fauna edáfica em sistema de plantio direto com e sem controle mecânico de erosão. **XXXV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR**. Toledo, 2020.

Anexos

Anexo 1: Normas submetidas ao artigo conforme as normas presentes no manual de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2021. Pois o periódico em que será submetido o artigo não foi definido.

– Normas do manual para artigos:

- São recomendados dois padrões de fontes para redação de artigo elaborado, Arial ou Times New Roman. Fonte tamanho 10: para citações com mais de três linhas, notas de rodapé, indicação da fonte de tabelas e ilustrações, numeração de página. Fonte tamanho 12: para o restante do texto, incluindo títulos de tabelas e ilustrações. O alinhamento é o corpo do texto justificado, texto alinhado à esquerda (títulos dos elementos textuais, da introdução à conclusão e a lista de referências), centralizado títulos sem indicações numéricas, títulos de ilustrações e tabelas e fontes das ilustrações. Espaço simples para citações com mais de três linhas, notas de rodapé, referências, texto interno de quadros e tabelas, fontes de notas de ilustrações. O espaço de 1,5 entre linhas para o restante do texto, incluindo títulos de seções primárias e subseções;
- A disposição dos parágrafos obedece às seguintes orientações, o parágrafo deve apresentar um recuo de 1,25 cm a partir da margem esquerda, na primeira linha e as citações com mais de três linhas devem apresentar recuo de 4 cm a partir da margem esquerda;
- As margens do anverso (frente) da página devem ser configuradas em: 3 cm para as margens esquerda e superior e 2 cm para as margens direita e inferior. As margens do verso da página devem ser configuradas em: 3 cm para as margens superior e direita e 2 cm para as margens inferior esquerda;
- As siglas, quando mencionadas pela primeira vez no texto, devem ser indicadas pelo nome completo, seguido da própria sigla entre parênteses. Quando houver grande quantidade de siglas no trabalho, recomenda-se a elaboração de uma lista de siglas;

- Equações e fórmulas de acordo com a ABNT NBR 14724;
- O título e subtítulo (se houver), escritos na língua do texto, devem estar localizados na parte superior da primeira folha do artigo e são diferenciados tipograficamente ou separados por dois-pontos e utilizam-se letras maiúsculas para redação. Se o autor optar por mencionar o título em outro idioma, deve inseri-lo logo abaixo do título no idioma do texto, com espaçamento de 1,5 entre linhas. Cada revista estabelece seus próprios projetos gráficos e editoriais. O autor que tiver o interesse em publicar seu artigo deve atentar-se para essas especificações e adequar a apresentação do texto conforme as diretrizes editoriais da revista.
- O nome do autor deve aparecer de forma direta (nome e sobrenome), podendo ser abreviado; é posicionado a dois espaços simples abaixo do título, sem destaque tipográfico. Para mais de um autor, os nomes podem aparecer na mesma linha, separados por vírgula, ou em linhas distintas. O currículo do autor e as informações sobre vínculo institucional e endereço eletrônico devem ser mencionados em nota de rodapé, na página de abertura, empregando um sistema de chamada próprio.
- Resumo deve ser elaborado de acordo com a ABNT NBR 6028, o resumo é uma apresentação concisa dos pontos relevantes de um documento. Para elaborar o resumo, deve-se observar as seguintes orientações da NBR 6028, O resumo em língua vernácula e estrangeira são obrigatórios nos trabalhos acadêmicos, com 150 a 500 palavras, o resumo em outro idioma, se houver, deve suceder o resumo no idioma do documento, as palavras-chave devem ser posicionadas a um espaço de 1,5 do resumo; recomenda-se de três a cinco palavras, separadas entre si por ponto e vírgula e escritas com letras minúsculas (com exceção de nomes próprios, siglas e palavras que gramaticalmente iniciam com letras maiúsculas), o termo “Palavras-chave” não deve ter destaque tipográfico.
- As referências devem ser elaboradas de acordo com a NBR 6023, de 2018 (com norma corrigida em 2020). A lista de referências inicia com a palavra

“REFERÊNCIAS”, que não é antecedida de numeração de seção. Deve ser escrita em letras maiúsculas, fonte tamanho 12, em negrito, e alinhamento centralizado. As referências, por sua vez, são alinhadas à margem esquerda do texto, com espaço entre linhas simples e deve-se deixar um espaço simples entre uma referência e outra, para separá-las. A ordenação da lista pode ser em ordem alfabética ou em ordem numérica.