



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

MAICON FREIBERGER

**DIVERSIDADE DA MACROFAUNA EPIEDÁFICA EM TIFTON CULTIVADO COM
ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL**

CERRO LARGO
2022

MAICON FREIBERGER

**DIVERSIDADE DA MACROFAUNA EDÁFICA EM TIFTON CULTIVADO COM
ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2.

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira.

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Freiberger, Maicon

DIVERSIDADE DA MACROFAUNA EPIEDÁFICA EM TIFTON CULTIVADO COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL / Maicon Freiberger. -- 2022.

36 f.

Orientador: Doutor Renan Costa Beber Vieira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2022.

I. Vieira, Renan Costa Beber, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

MAICON FREIBERGER

**DIVERSIDADE DA MACROFAUNA EPIEDÁFICA EM TIFTON CULTIVADO COM
ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL**

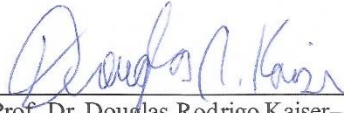
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 22/03/2022.

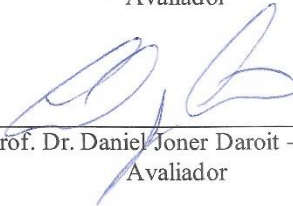
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira – UFFS
Orientador



Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser – UFFS
Avaliador



Prof. Dr. Daniel Joner Daroit – UFFS
Avaliador

RESUMO

A macrofauna edáfica corresponde a organismos com diâmetro corporal acima de 2 mm (formigas, cupins, besouros, aranhas, entre outros), que fazem parte de um grupo de organismos importantes na degradação de restos vegetais e animais (como dejetos de bovinos, aves e suínos), além de contribuírem com a formação de galerias, que melhoram a aeração do solo, taxa de infiltração de água, incorporando material orgânico em profundidade, estruturando o solo. É uma forma de verificar como o manejo da adubação afeta a cultura e o solo, é através da fauna edáfica do solo. O trabalho teve como objetivo avaliar a abundância e diversidade dos organismos pertencentes à macrofauna epiedáfica do solo na cultura do tifton, manejada com adubação orgânica, orgânica mais mineral e somente mineral. O estudo foi realizado em dezembro de 2021, em uma propriedade rural, dividida em três áreas separadas, localizada no município de Caibaté, região noroeste do Rio Grande do Sul. A ordem Hymenoptera, foi a que apresentou a maior abundância, seguida das ordens Coleoptera e Diptera. A Área manejada com adubação orgânica; apresentou menores índices de diversidade de Shannon, dominância de Simpson e equitabilidade de Pielou, não diferindo estatisticamente da área com adubação orgânica mineral. A área onde ocorria apenas a adubação mineral apresentou os melhores índices. Os resultados rejeitaram a hipótese de que a área com adubação orgânica apresentaria maior diversidade da fauna. Entretanto, os resultados possivelmente foram influenciados pelos diferentes manejos dos locais, em que a área com adubação orgânica estava sob alta pressão de pastejo (piquetes) e com baixa massa seca da parte aérea, enquanto que as áreas com adubação mineral visavam o corte do tifton (feno) e apresentavam alta cobertura verde no momento da avaliação. Desta forma, sugere-se a necessidade de mais trabalhos avaliando intervalos entre cortes, período do corte até sua avaliação e suas influências nas populações dos organismos dentro da forrageira.

Palavras-chave: Fauna do solo, índices de diversidade, tifton.

ABSTRACT

The edaphic macrofauna corresponds to organisms with a body diameter above 2 mm (ants, termites, beetles, spiders, among others), which are part of a group of important organisms in the degradation of plant and animal remains (such as cattle, poultry and animal waste). swine), in addition to contributing to the formation of galleries, which improve soil aeration, water infiltration rate, incorporating organic material in depth, structuring the soil. And a way to verify how the management of fertilization affects the culture and the soil, is through the soil edaphic fauna. The objective of this work was to evaluate the abundance and diversity of organisms belonging to the soil epiedaphic macrofauna in the tifton culture, managed with organic, organic plus mineral and only mineral fertilization. The study was carried out in December 2021, on a rural property, divided into three separate areas, located in the municipality of Caibaté, northwest region of Rio Grande do Sul. The order Hymenoptera was the one with the highest abundance, followed by the orders Coleoptera and Diptera. The area managed with organic fertilization; showed lower levels of Shannon's diversity, Simpson's dominance and Pielou's evenness, not differing statistically from the area with mineral organic fertilization. The area where only mineral fertilization occurred showed the best rates. The results rejected the hypothesis that the area with organic fertilization would present greater fauna diversity. However, the results were possibly influenced by the different managements of the sites, in which the area with organic fertilization was under high grazing pressure (pickets) and with low dry mass of the aerial part, while the areas with mineral fertilization aimed at cutting the tifton. (hay) and had high green cover at the time of evaluation. In this way, it is suggested the need for more work evaluating intervals between cuts, period from cutting to evaluation and their influences on the populations of organisms within the forage.

Keywords: soil fauna, diversity indices, tifton.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Imagem aérea da distribuição das áreas do estudo no município de Caibaté. 20
- Figura 2 - Disposição da garrafa com as aberturas ao nível do solo no município de Caibaté. . 21
- Figura 3 - Esquema de amostragem em grade na distribuição das armadilhas. 21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Abundância e riqueza dos grupos taxonômicos da macrofauna edáfica verificada nas três áreas de estudo, com valores médios de 8 repetições.	26
Tabela 2- Média da matéria seca da parte aérea (MSPA), serapilheira e umidade do solo nas três áreas de estudo.....	29
Tabela 3- Análise estatística dos índices de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (1-D) e equitabilidade de Pielou (J), para as três áreas de estudo.	30
Tabela 4- Análise de solo dos principais nutrientes das três áreas de estudo.....	31

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1- Precipitação e temperatura média dos meses de novembro e dezembro em Caibaté.	32
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 GERAL.....	12
2.2 ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 PRODUÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	13
3.2 USO DE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA	14
3.3 CULTURA DO TIFTON.....	15
3.4 CARACTERIZAÇÃO DO ORGANISMOS DA FAUNA DO SOLO.....	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	19
4.2 AMOSTRAGEM DA FAUNA EDÁFICA	20
4.3 AMOSTRAGEM DE SOLO, SERAPILHEIRA E MASSA SECA DA PARTE AÉREA	22
4.3 ÍNDICES DE DIVERSIDADE DO SOLO.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6 CONCLUSÃO.....	33
7 REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A cultura do tifton tem grande importância em pequenas e médias propriedades, principalmente as familiares, por apresentar uma boa fonte de alimentos para a produção leiteira. Nos últimos anos, a produção de feno cresceu progressivamente, para poder atender a alta demanda deste alimento para produtores que se especializaram principalmente na bovinocultura de leite. Vale destacar que a alimentação com forrageiras se apresenta como a mais econômica dentro da propriedade, tanto com o pastejo a campo, como na forma armazenada (SILVA *et al.* 2011).

Nas propriedades rurais mais diversificadas, onde se tem várias espécies de animais domésticos e aquelas mais intensivas, com somente uma espécie animal principal sendo manejada, como bovinocultura leiteira, avicultura, suinocultura, entre outros, há grande presença de dejetos desses animais. Estes dejetos quando usados em culturas podem contribuir com a disponibilização de nutrientes, acúmulo de matéria orgânica, aumento da atividade biológica, favorecendo assim uma melhor infiltração de água, drenagem e maior armazenamento de água no perfil do solo. Benefícios esse que são mais pronunciados a longo prazo, com a utilização contínua de adubações orgânicas juntamente com uma eficiência das adubações químicas e práticas conservacionistas com o solo (CQFS-RS/SC, 2016).

Para contribuir com a ciclagem dos nutrientes presentes nos resíduos vegetais e animais, Ludwig *et al.* 2012 relatam que os organismos representantes da fauna do solo desempenham papel fundamental na fragmentação da palhada, estruturação do solo e ainda na modificação das propriedades químicas, físicas e biológicas. Estes respondem rapidamente às ações antrópicas, de forma positiva ou negativa. Alterando os equilíbrios e a diversidade da fauna presente, através dos manejos empregados. Atuando também como indicadores de perturbações provocadas ao solo, através da diversidade e densidade dos mesmos. Eles respondem às condições ambientais, climáticas, umidade, temperatura, preparo do solo, adubações, entre outros. Estes organismos são sensíveis à qualquer modificação que venham a ocorrer de forma antrópica, e assim podem ser usados como indicadores da qualidade do solo, já que atuam na decomposição da matéria orgânica e liberação de nutrientes que são influenciados pelo manejo com a cultura e solo.

Um dos fatores que mais afeta as propriedades químicas do solo em áreas destinadas a produção de culturas, é a utilização de fertilizantes químicos e/ou orgânicos. A utilização de fertilizantes orgânicos vai influenciar no fornecimento de alimento para a macrofauna presente no solo, a qual vai fragmentar e promover a homogeneização das partículas orgânicas e minerais, além da redistribuição da matéria orgânica e produção de bolotas fecais. Diante disso, a

abundância e diversidade dos organismos podem variar dependendo do tipo de material orgânico utilizado (BARETTA *et al*, 2011).

Como referenciado por Baretta *et al.* (2011) a qualidade do solo é definida como a capacidade deste funcionar dentro do ecossistema, visando manter a sustentabilidade e qualidade ambiental, promovendo a saúde das plantas e animais. Além do mais, o uso de indicadores biológicos auxiliam de uma forma mais prática a avaliação da indicação de alterações de habitat, que podem estar relacionados com os manejos adotados. E dada a importância do uso desses indicadores, poucos trabalhos tem avaliado interações entre a fauna edáfica com culturas permanentes na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

Os adubos orgânicos estão presentes na grande maioria das propriedades rurais, sendo uma boa fonte de nutrientes e condicionador de qualidade do solo (BARETTA *et al*, 2011). Estes podem ser utilizados para a grande maioria das culturas, podendo-se ainda aliar com uma adubação mineral complementar que tende a ter uma eficiência de adubação melhor se comparada com somente a adubação mineral.

Assim, uma forma de verificar como os manejos afetam a cultura e o solo, é através dos organismos presentes na fauna edáfica, que se apresentam como bons indicadores da qualidade do mesmo, e são responsivos às interferências proporcionadas.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a diversidade e abundância dos organismos da macrofauna edáfica, na cultura do tifton cultivado sob adubação orgânica e mineral.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar dentro de cada manejo empregado a serapilheira, massa seca da parte aérea, umidade do solo e análise do solo de forma estratificada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PRODUÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Vários são os materiais orgânicos que podem ser utilizados como adubo. Dentre eles se destacam os dejetos de animais, como dejetos bovino e dejetos suíno, cama aviária, os adubos verdes, como plantas de cobertura, resíduos de colheita e os lodos de esgoto. Todos podem ser utilizados nas culturas anuais e perenes, sendo que muitas vezes se constituem como produtos secundários de alguma produção dentro da propriedade. Assim sua aplicação compreende uma ação mais eficiente no reuso de nutrientes, tendo o cuidado para não causar alguma contaminação ambiental, já que estes, na maioria das vezes, necessitam ser usados em doses maiores para atender a demanda nutricional das plantas (CQFS-RS/SC, 2016).

No Brasil, a produção de aves em 2016 colocava o país em segundo lugar em questão de produção mundial de frangos, sendo um dos responsáveis pela maior produção de carne de frango, ovos, matrizes tanto de corte como de postura e de material genético. Além da grande produção de suínos, o que também origina grande produção de dejetos (TURRA, 2017). Desta forma, dar um destino correto aos dejetos e a cama aviária se torna fundamental para a sustentação do sistema de produção, e evitar a contaminação ambiental pelo uso inadequado ou pelo descarte incorreto.

O esterco de aves, segundo Alcântara (2016), quando usado na agricultura tem rápida solubilização e disponibilização dos nutrientes às plantas. Tendo uma concentração maior de Nitrogênio que os demais nutrientes, e se proveniente de locais mais intensivos de produção, contém uma maior quantidade de nutrientes como Potássio e Fósforo. Já no caso da cama aviária, a mesma conta com uma quantidade de carbono maior, se comparado com o esterco de aves, sendo mais estável que o anterior.

Ainda segundo Alcântara (2016), os estercos bovinos são os mais utilizados principalmente em propriedades onde se tem a pecuária leiteira como foco principal. Assim a quantidade de dejetos produzida por dia é grande, tendo uma relevância maior pelo seu reuso adequado em locais com culturas. Já para os dejetos suínos, estes são mais ricos em nutrientes, justamente pela alimentação que recebem, mais concentrada. Desta forma, sua matéria orgânica se degrada rapidamente, estando os nutrientes disponíveis para as plantas, porém pouco influenciando o solo na sua estruturação. Além do mais, as doenças que acometem estes podem passar para os humanos, logo seu uso deve ser feito com cautela, em culturas que não são consumidas as partes que receberam o dejetos.

A produção de esterco suíno também é elevada, visto que o Brasil está entre os principais produtores de carne suína do mundo, estando em quarto lugar até dados de 2016 (TURRA, 2017),

e como a principal forma de criação é confinada, há uma grande geração desses dejetos. Porém, muitos criadores não possuem mais do que a área de alojamento, assim lhes faltam locais apropriados para a alocação dos dejetos. Isto ainda é agravado pelo fato de, em alguns casos, a produção de suínos ser concentrada em certas localidades (ALVES *et al.* 2008).

Conforme dados de Campos *et al.* (2003), a produção de dejetos líquidos mais sólidos por dia (em kg) de aves é na ordem de 5 a 6% do peso vivo, de suínos é de 8 a 9% do peso vivo e de bovinos leiteiros é de 9 a 11% do peso vivo. E relacionado a quantidade de cabeças dos rebanhos, dados de 2019 colocam que na produção leiteira se tem um total de 16,3 milhões de vacas ordenhadas, na produção de suínos se tem 40,6 milhões de cabeças e em aves se tem 1,5 bilhão de cabeças (IBGE, 2020).

3.2 USO DE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA

No Brasil, a maioria dos solos são naturalmente pobres em nutrientes, e estes necessitam ser corrigidos e adubados para o cultivo de plantas comerciais. No entanto, caso não haja essa adubação, o solo pode ir perdendo a fertilidade natural ao se utilizá-lo com culturas comerciais sem a reposição dos nutrientes e podendo entrar em degradação, o que diminui a produção de qualquer cultura e inviabiliza a utilização do solo. Desta forma, adubar é de extrema importância para manter a fertilidade e produção das culturas, tanto com adubos orgânicos como adubos minerais, que vão influenciar nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (ALVARENGA *et al.* 2015).

Conforme CQFS-RS/SC (2016), o uso dos dejetos é de grande importância, porém sua disponibilização às plantas depende do tipo de material, sólido ou líquido, e da concentração dos nutrientes. Para esterco sólido, com maior quantidade de fibra e lignina, a relação carbono/nitrogênio é maior, influenciando assim na decomposição do material e sua disponibilização para as plantas o que também influencia no acúmulo de matéria orgânica, logo sua decomposição é mais lenta e a disponibilização dos nutrientes também é demorada. Já para esterco líquido, estes contêm maior quantidade de nutrientes e sua disponibilização às plantas é mais rápida se comparado com o esterco sólido.

Para os adubos orgânicos, estes são considerados mais como estruturadores e condicionadores do solo do que como propriamente fornecedores de nutrientes. Visto que contribuem com o aumento da porosidade, aeração, retenção de água, atividade microbiana e capacidade de retenção de cátions. Já para os adubos minerais, atuam mais como fertilizantes, disponibilizando rapidamente os nutrientes para as plantas. Porém o uso só de um desses pode

não refletir no máximo de produção, sendo recomendado o uso de todo o material orgânico, e adicionado o adubo mineral como complemento, melhorando a eficiência deste último (CQFS-RS/SC, 2016),

Os dejetos provenientes de animais estabulados, são muitas vezes alocados em esterqueiras juntamente com a água de lavagem, restos de alimento e outras impurezas. Estes posteriormente são levados para as lavouras com máquinas apropriadas acopladas em tratores ou em caminhões. É necessário que se tenha uma esterqueira com impermeabilização, para que o processo de fermentação seja completado e não se perca pra o ambiente. Assim, o poder poluidor dos dejetos é diminuído e pode ser usado nas lavouras como fertilizante (VARELLA, 2020).

A presença de dejetos bovinos em propriedades leiteiras é muito comum, e sua captação em locais apropriados é importante, visto que assim sua reutilização é facilitada com o uso de maquinários para uso em pastagens. Estes dejetos ao serem utilizados nas culturas agrícolas, tendem a influenciar de forma positiva na absorção e aproveitamento de adubos químicos que venham a ser utilizados posteriormente (PRIMAVESI, 2002).

Conforme Menezes e Silva (2008), ao analisarem o uso de esterco durante seis anos em um Neossolo Regolítico, com pouca fertilidade natural, com 15 toneladas de esterco por ano, foi possível elevar a concentração de carbono orgânico, a quantidade de nitrogênio, de fósforo, e micronutrientes, além de elevar o pH do solo e sua capacidade de troca de cátions.

A aplicação dos dejetos de animais é benéfica para a biota do solo, principalmente pelo fornecimento de alimento para os organismos. Porém o efeito nos organismos do solo com o uso de diferentes formas de dejetos pode levar a resultados benéficos ou maléficos à macrofauna edáfica, variando conforme a composição do dejetos, principalmente no que se refere à relação carbono/nitrogênio do material (ALVES *et al.* 2008).

3.3 CULTURA DO TIFTON

A cultura do tifton é pertencente ao gênero *Cynodon*, que compreende várias espécies. É uma gramínea perene de estação quente que veio da África para o Brasil após melhoramentos, e tem como característica principal a produção de massa verde que pode ser usada tanto como pastejo como para a produção de feno. Tem grande adaptabilidade aos diferentes solos e são responsivas às adubações, podendo se usar tanto adubações químicas como orgânicas providas de sistemas de criação mais intensiva como de bovinocultura leiteira e avicultura (FONTANELI *et al.* 2012).

Na agricultura familiar, principalmente em sistemas com criações de animais, é muito comum a utilização desta cultura para fins de produção leiteira como de engorda de animais. Assim seu uso é bastante difundido entre propriedades rurais visto que tem uma boa produção durante o verão, sem a necessidade de implantação de pastagens anuais, e durante o inverno pode ser consorciada com espécies como aveias, azevém, trevos e ervilhaca principalmente (SILVA *et al.* 2011).

Dentro da morfologia do capim tifton, é caracterizado como pertencente à família das gramíneas, possuindo folhas lineares, com raízes seminais e permanentes, estas últimas, se originam dos nós basais que estão em contato com o solo. Seu colmo é oco e se apresenta com nós e entrenós, e cada nó possui sua folha. Tem hábito de crescimento estolonífero, com colmos rasteiros e com enraizamento dos nós que estão em contato com o solo originando uma planta em cada um desses nós; e rizomatoso, com colmos subterrâneos também, de onde saem raízes dos nós, originando novas plantas (FONTANELI *et al.* 2012).

Como a cultura é responsiva para as adubações, deve-se atentar para o correto uso e evitar perdas nas adubações, tanto químicas como orgânicas. Assim, Silva 2015 avaliando a eficiência das adubações químicas (adubo NPK) e orgânicas com cama de frango na cultura do tifton 85, realizando 6 cortes do mesmo, verificou que a cultura responde conforme se aumenta a quantidade das adubações, porém, ocorreu variação dos nutrientes na composição bromatológica conforme a quantidade da cama aviária usada. Mas de uma forma geral, houve melhoria da composição bromatológica da cultura.

Na avaliação da produtividade do capim tifton com uso de dejetos suínos, Zenatti *et al.* (2012), observaram que o uso dos dejetos *in natura* proporcionou maiores rendimentos de produção quando comparada ao uso de biofertilizante. Além disso, os dejetos *in natura* proporcionaram maior acúmulo de nutrientes na cultura como P, Mn, K, Ca, Mg e N se mantiveram semelhantes, sendo influenciados pela dose utilizada de cada fonte. Já o biofertilizante acumulou teores maiores de nutrientes como Fe e Cu dentro da cultura.

Já na avaliação da fauna edáfica realizada por Ludwig *et al.* (2012), comparando diferentes sistemas de uso do solo e suas influências na abundância e diversidade, verificou que com a cultura do tifton e do tifton mais o consórcio com amendoim forrageiro, o comportamento dos índices da fauna edáfica foi semelhante à mata nativa, mostrando que a cultura pode influenciar de forma positiva com a manutenção dos organismos do solo. E ainda com uma preferência pelo consórcio, já que o mesmo contribui com uma palhada mais rica em nutrientes e uma relação carbono/nitrogênio menor, o que favoreceu a abundância e diversidade dos organismos.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DO ORGANISMOS DA FAUNA DO SOLO

Dentro dos ecossistemas, as comunidades de invertebrados têm uma função muito peculiar, onde participam de modo primordial na ciclagem de nutrientes. Porém com as mudanças dos ecossistemas, sistemas com o equilíbrio da energia e estáveis, para agroecossistemas, sistemas com perdas de energias e não estáveis, esses invertebrados passaram a viver em diversidades fora do seu equilíbrio normal.

Aquino (2006) relata sobre os diferentes tamanhos e seu papel dentro do solo, onde seres maiores tendem a fazer a quebra maior dos resíduos vegetais e abrir galerias dentro do solo, e seres menores fazem a decomposição da matéria orgânica. Desta forma, o clima influencia as plantas e essas influenciam a diversidade dos organismos, sendo que ao manejar certas culturas podemos interferir na biodiversidade planejada, organismos ligados ao tipo de material orgânico produzido, e na biodiversidade associada que podem ser herbívoros, carnívoros, decompositores, entre outros. Portanto, ao reconhecermos a biodiversidade contida dentro de um ecossistema podemos verificar, através da fauna do solo, se em um agro ecossistema a biodiversidade se encontra como um bom indicador de qualidade do solo.

Assim também, Parron *et al.* (2015) relatam sobre a importância desses organismos na avaliação da qualidade do solo. Além de atuarem na decomposição do resíduo orgânico, podem ainda fazer a degradação de produtos contaminantes, juntamente com os microrganismos do solo. São responsáveis por disseminar sementes, tanto se alimentando parcialmente delas, como levando-as juntamente com o enterro de fezes de animais. Ajudam de forma positiva no desenvolvimento de plantas, ao circularem a rizosfera, trazendo o húmus para perto das raízes, nutrindo as plantas com nutrientes e água, ademais auxiliam na agregação do solo, dentre outros.

A modificação do uso dos solos, pode alterar a dinâmica dos organismos. Assim, manter uma cobertura vegetal com suficiente riqueza, diversificando a palhada, com a introdução de espécies vegetais diferentes, ajuda a minimizar os impactos da ação antrópica dentro do agro ecossistema e conseqüentemente sobre esses organismos. Estes que podem ser alterados conforme o manejo, influenciando a diversidade e abundância dos grupos pertencentes a fauna do solo (GOÉS *et al.* 2021).

A utilização de uma cultura permanente, tende a ser a mais favorável para a manutenção dos grupos de organismos em níveis equilibrados, pois a utilização de culturas anuais sem a rotação de culturas e diversificação de espécies vegetais se mostra como um manejo sem a preservação da biodiversidade, fugindo muito além da condição mais adequada que seria a

biodiversidade em condições naturais. Assim, a consorciação da cultura permanente com espécies vegetais anuais diferentes, se mostra como uma prática que traria os melhores resultados para a manutenção da diversidade da fauna do solo (GOÉS *et al.* 2021).

Dentre os organismos presentes no solo, pode-se classificar eles em três grupos funcionais, onde cada um desempenha seu papel dentro do ecossistema, sendo a Microfauna, composto principalmente por protozoários, rotíferos, nematoides, entre outros, que regulam as populações de bactérias e fungos, atuando de forma indireta na ciclagem de nutrientes, afetando a agregação do solo com a interação com a matéria orgânica. A intensidade de predação dos microrganismos na maioria das vezes, intensifica a mineralização ou retardar a imobilização de nutrientes na biomassa microbiana (AQUINO, 2006).

A Mesofauna é composta principalmente por ácaros, colêmbolos, opiliões, entre outros. Atuam também na regulação da população de fungos e bactérias, regulação da microfauna, além da fragmentação do material vegetal em decomposição, alterando a ciclagem de nutrientes, afetando a estrutura do solo criando bioporos, assim promovendo a humificação e produzindo bolos fecais (AQUINO, 2006).

E a Macrofauna, composta por minhocas, cupins, formigas, besouros, entre outros, que atuam na fragmentação de resíduos vegetais estimulando a atividade microbiana. Estes fazem a mistura dos materiais orgânicos e minerais, redistribuição da matéria orgânica e dos microrganismos a ela associados ao abrirem galerias, criando também bioporos e bolos fecais, além de humificar o solo (AQUINO, 2006).

Baretta *et al.* (2011) também relacionam cada grupo de organismos com as interferências a que estes são submetidos e suas implicações na população. Desta forma, o grupo Isoptera, que atualmente se encontra dentro da ordem Blatodea, composto por cupins, está associado a áreas degradadas, que sofreram alguma perturbação. O grupo Araneae, onde se encontram as aranhas, é afetado pelas práticas de aração, gradagem e colheita, sendo encontrado mais facilmente em áreas de pouca interferência humana, com vegetação natural.

Baretta *et al.* (2011) apresentam outros grupos, como o Hymenoptera, composto principalmente pelas formigas, cuja riqueza de espécies está relacionada com uma cobertura de palhada de espécies vegetais diferentes. Porém, quando uma só é encontrada com maiores populações, pode indicar sistemas degradados, sem cobertura vegetal, áreas mal manejadas. No entanto, algumas espécies tem preferência por áreas com intenso revolvimento do solo. O grupo Acarina, composto pelas ácaros, são indicadores de altas adição de produtos químicos, e sua ausência ou diminuição da população está ligada com degradação ambiental. E o grupo Oligochaeta, composto principalmente pelas minhocas, sofre diminuição conforme maior

utilização de pesticidas e herbicidas, uso intenso do solo e a redução da cobertura vegetal e matéria orgânica.

Assim, a fauna do solo pode ser vista como um indicadora da qualidade do solo, como segue:

A qualidade do solo é definida como a capacidade deste em funcionar dentro do ecossistema, visando a sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e dos animais [...]. Os organismos que habitam o solo são sensíveis às modificações de qualquer natureza (física, química e biológica) que ocorrem no meio, podendo ser utilizados como indicadores de sua qualidade, por meio dos processos no solo relacionados como o manejo adotado (BARETTA *et al.* 2011 p 160).

Desta forma, pode ser utilizada como forma de verificação das condições do ambiente e se foram, ou estão sendo, submetidos à algum distúrbio ou mudanças, sendo de fácil uso e aplicabilidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido em três áreas no município de Caibaté, Rio Grande do Sul (Figura 1), localizadas nas seguintes coordenadas: Área 1: -28° 17' 42.30" e -54° 36' 9.98" e altitude média de 232 metros; Área 2: -28° 18' 09.55" e -54° 35' 51.64" com altitude média de 196 metros; Área 3: -28° 18' 04.36" e -54° 36' 59.05" com altitude média de 250 metros. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é o Cfa, que representa um clima úmido em todas as estações, com o verão quente e moderadamente quente (KUINCHTNER; BURIOL, 2001). A classificação do solo da região, que pertence à unidade de mapeamento de Santo Ângelo, é do tipo Latossolo Vermelho, segundo Streck *et al.* (2018).

Figura 1- Imagem aérea da distribuição das áreas do estudo no município de Caibaté.



Fonte: Google Earth, 2021.

A Área 1 possui 35.000 m², com o cultivo do tifton há mais de 10 anos, sendo que seu destino é para o pastejo dos animais. O local é dividido em piquetes, e a rotação de entrada dos animais até o primeiro piquete ocorre entre 10 dias. A adubação é representada majoritariamente pelos excrementos dos animais que posam durante a noite no local, sendo raramente adicionado algum fertilizante mineral.

A Área 2 possui 8.000 m² para a avaliação e está distante em torno de 900 m da Área 1. O cultivo do tifton é de mais de 5 anos, onde é feita em média uma adubação com dejetos provenientes do semiconfinamento de vacas leiteiras, em torno de 130 m³/ha/ano com o uso de um distribuidor de esterco líquido, e uma adubação complementar mineral de 800 kg de fertilizante (5-20-20) mais 500 kg de ureia/ha/ano. O uso do tifton é exclusivamente para a fenação, e estava há 45 dias decorridos do último corte.

A Área 3 possui 25.000 m² para a avaliação, e a uma distância de aproximadamente 1500 m da Área 1. O uso do tifton é de 4 anos, sendo feito apenas adubações minerais com 1000 kg de fertilizante (5-20-20) mais 700 kg de ureia/ha/ano, e seu destino é também exclusivamente para a fenação, estando há 55 dias decorridos do último corte.

4.2 AMOSTRAGEM DA FAUNA EDÁFICA

A avaliação da macrofauna ocorreu com o uso de armadilhas do tipo PROVID (Figura 2), que consistem de garrafas PET de dois litros sendo feitas quatro aberturas, com dimensões de 6 x 4 centímetros, a uma altura de 20 centímetros da base (ANTONIOLLI *et al.* 2006). As armadilhas foram instaladas no campo no dia 10 de dezembro, e ficaram por um período de cinco

dias, sendo retiradas no dia 15 de dezembro. As mesmas continham em seu interior 200 mL de álcool 70%, sendo enterradas no solo até que as aberturas ficassem ao nível do solo. Após o período no campo, as armadilhas foram levadas ao Laboratório de Química dos Solos (UFFS, *campus* Cerro Largo) para a identificação e contagem dos organismos.

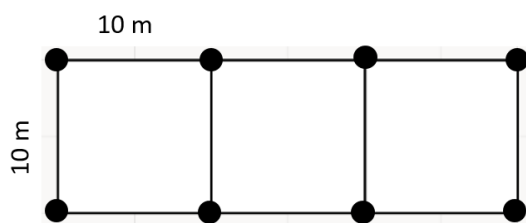
Figura 2 - Disposição da garrafa com as aberturas ao nível do solo no município de Caibaté.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Oito armadilhas do tipo PROVID foram dispostas em cada área, na forma de grade de 10 x 10 metros, conforme sua adequação na menor área e respeitando uma bordadura de 10 metros. A amostragem foi realizada em uma única época de coleta, dentro da estação do ano primavera/verão do ano de 2021.

Figura 3 - Esquema de amostragem em grade na distribuição das armadilhas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.3 AMOSTRAGEM DE SOLO, SERAPILHEIRA E MASSA SECA DA PARTE AÉREA

Para a determinação da umidade do solo realizou-se a coleta do solo na camada de 0-20 centímetros se utilizando de quatro subamostras por área (Figura 3). Na determinação da umidade do solo, se alocou o solo em anéis volumétricos com fundo, pesados e posteriormente alocados em estufa com temperatura de 105°C até que o peso da amostra fosse constante, período de 48 horas (CQFS-RS/SC, 2016). Para análise química do solo foram realizadas três subamostras por área, no momento da instalação do estudo, de forma estratificada, na camada de 0-10 e 10-20 centímetros. Essas amostras de solo foram levadas pra uma empresa que posteriormente enviou para o Laboratório de Análise de Solo da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

Figura 3 - Amostragem de solo para determinação da umidade e análise química no município de Caibaté.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Goés *et al.* (2021) relata que os fatores ambientais como temperatura e umidade do solo podem interferir de forma significativa das populações dos organismos. Assim se utilizou os

dados meteorológicos de precipitação e temperatura média, obtidos através da estação meteorológica Universidade Federal da Fronteira Sul, instalada no município de Caibaté, que fica em torno de quatro quilômetros da área mais distante.

A coleta da serapilheira em cada local foi realizada para a determinação da matéria seca (Figura 4). A serapilheira, caracterizada pelo material desvinculado da planta e depositado sobre o solo, foi colhida manualmente na superfície do solo, se utilizando para isso um quadrado de 25 x 25 cm, com três repetições por área. Também foi coletada a parte aérea da vegetação, utilizando-se do mesmo quadrado e fazendo o corte da forrageira rente ao solo com o auxílio de uma tesoura, visando obter a massa seca da parte aérea (MSPA) da forrageira. Todas as amostras foram alocadas em sacos de papel e levadas para uma estufa com ventilação forçada com temperatura de 65 °C até peso constante, em um período de cinco dias, e após feita a pesagem (SANTOS *et al.* 2007).

Figura 4- Coleta da MSPA e serapilheira no município de Caibaté.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Após realizada a amostragem e coleta dos organismos, procedeu-se a identificação e contagem dos mesmos, em laboratório, com o auxílio de uma chave de identificação e lupa biocular com aumento de 40 X, sendo classificados até o nível de classe ou ordem (GALLO *et al.* 2002).

4.3 ÍNDICES DE DIVERSIDADE DO SOLO

Com os resultados de contagem e identificação dos organismos edáficos, calculou-se os índices de diversidade de Shannon (H'), abundância de Simpson (1-D) e uniformidade de Pielou (e).

Sendo a diversidade expressada pela fórmula:

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

Onde:

H' = índice de shannon

$p_i = n_i/N$

n_i = densidade de cada ordem

N = número total de ordens

O índice de uniformidade de Pielou tem-se a fórmula:

$$e = \frac{H'}{\log S}$$

Onde:

e = índice de uniformidade de Pielou

H = índice de shannon

S = número total de ordens

E a dominância de Simpson expressa pela fórmula:

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

Onde:

D = índice de dominância de Simpson

n_i = número de indivíduos amostrados por ordem

N = número total de indivíduos amostrados

Para a realização dos cálculos, se utilizou planilhas do programa Libre Office Calc para facilitar o processo. Após, foram computados os índices de diversidade, dominância e uniformidade através do programa estatístico PAST, sendo efetuada a análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico Sisvar.

Através da estação meteorológica da Universidade Federal da Fronteira Sul situada no município de Caibaté, se fez o uso dos dados meteorológicos como temperatura e precipitação ao longo dos meses de novembro e dezembro de 2021.

Aplicou-se ainda a correlação de Pearson, sendo processado pelo programa software R. Se utilizando dos valores dos atributos ambientais, como MSPA, serapilheira e umidade do solo e suas relações com os índices de Shannon, Simpson e Pielou (GOÈS *et al.* 2021).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2021 e na estação da primavera, foram coletados, identificados e contabilizados no total 7301 espécimes da fauna epiedáfica, que estavam dispersos nas três diferentes áreas de análise, contabilizando no total 12 ordens (Tabela 1).

A ordem Hymenoptera, a qual pertencem principalmente vespas, formigas e abelhas, foi a que apresentou o maior número de indivíduos, sendo em todas as áreas a mais incidente. Conforme Baretta *et al.* (2011), estes organismos, principalmente algumas espécies de formigas, são indicadoras de áreas mal manejadas e com alta incidência de luz solar, o que pode ter sido influenciado pelo manejo das áreas, tanto no pastejo intensivo (adubação orgânica), sem manutenção de uma boa massa vegetal, como no processo de fenação (adubação orgânica + mineral e mineral) onde se retira muito da parte aérea da forrageira. Depois de Hymenoptera, as ordens Coleoptera e Diptera apresentaram os maiores números de indivíduos (Tabela 1).

A ordem Coleoptera segundo Baretta *et al.* (2011), também é conhecida por ser indicadora de temperatura, aumento da aeração e umidade do solo. Assim sendo, se explica ter em menor frequência na adubação orgânica que possui uma menor cobertura vegetal, adentrando mais luz solar e influenciando na temperatura superficial do solo.

A ordem Diptera (Tabela 1) comumente não é considerada como grupo edáfico, porém algumas espécies estão mais presentes em áreas com maior concentração de material orgânico,

sendo que estes representantes da fauna acabam se proliferando nesses locais e suas larvas auxiliam na decomposição dos materiais vegetais e animais. O que está de acordo com o encontrado, já que no manejo com adubação orgânica se observou maior abundância dessa ordem pelo maior aporte de material orgânico (ROSA *et al.* 2015).

Tabela 1- Abundância e riqueza dos grupos taxonômicos da macrofauna edáfica verificada nas três áreas de estudo, com valores médios de 8 repetições.

Classe/Ordem	Área 1 Adubação orgânica	Área 2 Orgânica + mineral	Área 3 Adubação mineral	Total
Coleoptera	13,0	22,8	41,6	77,375
Diptera	38,6	20,6	12,0	71,25
Hemiptera	6,6	4,1	5,6	16,375
Hymenoptera	313,1	330,3	75,4	718,75
Lepidoptera	0,1	0,3	0,4	0,75
Dermaptera	1,0	1,4	4,3	6,625
Orthoptera	1,6	5,5	2,9	10
Odonata	1,4	0,1	0,1	1,625
Isoptera	0,4	0,0	0,0	0,375
Thysanoptera	0,0	0,0	0,1	0,125
Blattaria	0,0	0,0	0,1	0,125
Arachnida	2,9	3,8	2,6	9,25
Abundância	378,75	388,75	145,125	912,63
Riqueza	10	9	11	12

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A classe Arachnida, representados pelas aranhas e escorpiões, também são fundamentais nas avaliações a campo, já que ambos possuem hábitos noturnos e grande adaptabilidade aos ambientes, realizando a predação de organismos e assim fazem o papel de regulação da comunidade edáfica. Sendo identificado um maior número no manejo orgânico + mineral, onde se teve uma maior contagem de indivíduos, os quais estão em maior número quando o ambiente está mais equilibrado, por se alimentam da maioria dos insetos e artrópodes que compõem o ecossistema (BARETTA *et al.* 2011).

Na verificação da atividade dos organismos, Barreta *et al.* (2003) avaliando a fauna do solo e as influências dos manejos com rotação de culturas, uso de dejetos suínos, plantio convencional e plantio direto, pastagem nativa e plantada, verificaram que a maioria dos organismos se encontrava na camada de 1-10 cm, onde se tinha a maior alteração com os manejos

e as adubações. A abundância foi alterada conforme o manejo adotado e a diversidade foi influenciada pelo uso e preparo do solo.

Alves *et al.* (2008) avaliaram a aplicação por longo período de dejetos de suínos com a adição de doses crescentes destes dejetos, adubação organomineral e adubação mineral sobre a abundância e diversidade da macrofauna edáfica de um Latossolo Vermelho distroférico sob condições subtropicais. Assim verificaram que sem a aplicação de dejetos, a abundância e diversidade tiveram os menores valores. A aplicação da maior dose de dejetos (200 m³/ha/ano) acarretou no aumento de formigas, que indicam áreas mal manejadas. A maior diversidade e abundância foram encontrados nos tratamentos com adubação organomineral e dejetos com 50 m³/ha/ano.

Silva *et al.* (2013), analisando as culturas de nabo, aveia preta e ervilhaca e seus consórcios, verificou que o uso dos consórcios favoreceu a abundância de indivíduos, já que a cobertura vegetal proporciona maior umidade no solo. A abundância se mostrou elevada em todos os tratamentos, principalmente na fase intermediária das culturas, pois a maior quantidade e diversidade da cobertura vegetal favorece uma maior gama de organismos.

Em trabalho realizado por Geremia *et al.* (2015), avaliou-se o uso de diferentes fontes de nutrientes como orgânica, orgânica mais mineral e somente mineral e suas implicações na fauna edáfica do solo na cultura do tifton. Verificaram que a abundância de organismos foi maior nos tratamentos com adubação orgânica, tanto somente a orgânica como a orgânica mais a mineral. A diversidade também foi maior no tratamento orgânico, sendo que esses organismos são favorecidos pelo aporte de material orgânico. A frequência dos grupos como Collembola, Coleoptera, Araneae e Isopoda foi a mesma para os tratamentos avaliados. As formigas estavam presentes em maior frequência nos tratamentos com adubação orgânica, visto que estão associadas em locais com maior disponibilidade de fósforo, potássio e material orgânico. Outros grupos, como o Isoptera, teve maior frequência relativa no tratamento organomineral. Acarina nos tratamentos orgânico e organomineral, e outros grupos não tiveram diferença significativa entre os tratamentos estudados.

Avaliando culturas permanentes e seus impactos sobre a fauna do solo, Almeida *et al.* (2017) também relatam sobre as formas que a fauna edáfica pode ser influenciada, tanto pelo sistema de manejo, com as práticas culturais, como pela adubação. Estes autores avaliaram diferentes manejos em pastagem com braquiária, mata nativa, campo nativo, horta com adição de cama aviária, palhada de milho e palhada de soja. Visualizou-se que as adições constantes de material orgânico, como a cama aviária, e o constante revolvimento do solo para o cultivo das olerícolas influenciaram na menor diversidade de organismos, tendo como principal população

os colêmbolos, mas em contra partida favoreceu a maior abundância de organismos edáficos. Já para a braquiária, esse sistema de manejo com cultura perene, mostra que favorece a maior uniformidade na distribuição de organismos entre os grupos.

Em estudo relacionado com culturas perenes, Silva *et al.* (2014) avaliaram diferentes espécies florestais com e sem adubações orgânicas e suas influências na fauna do solo. E assim verificaram que entre as espécies florestais não houve diferença entre o número de indivíduos, porém entre as formas de adubação houve diferença, visto que no tratamento com adubação orgânica se utilizou 4 toneladas/ha de esterco bovino e mais uma adubação mineral. O grupo Hymenoptera teve os maiores valores, tanto com adubação orgânica como sem, seguido por Coleoptera.

Levando em consideração culturas forrageiras e uso de dejetos de animais em propriedades rurais com produção leiteira, Cichelero *et al.* (2019) avaliaram a forrageira Jiggs, com e sem adubação, tanto bovina quanto suína, além de seu consórcio com e sem amendoim forrageiro, em duas épocas de coleta, verão e outono. A análise da fauna do solo foi realizada usando armadilhas de queda do tipo PROVID. Assim verificaram que, o uso do dejetos líquido de bovino apresentou a maior abundância de organismos, e o tratamento com adubação química (NPK) a menor abundância na cultura do Jiggs no verão. Já para a estação do outono, a maior abundância de organismos também foi verificada no tratamento com adubação bovina, e menor no tratamento com NPK. Além de que o número de indivíduos foi maior no verão, sendo influenciados pelo clima, principalmente pela diferença de temperatura e umidade.

Se utilizando de outro gênero de cultura forrageira, porém também uma cultura perene, Rodrigues *et al.* (2016) avaliaram a composição da fauna edáfica em pastagens de *Brachiaria brizantha* em sistema silvipastoril (com coqueiros) e com a presença de bovinos para pastejo. Assim, destacou-se que a presença dos bovinos em pastejo mais intensivo pode acarretar na evasão da fauna presente, por diminuírem a cobertura vegetal, porém com um pastejo moderado, e em sistema silvipastoril, os excrementos dos bovinos favoreceram a distribuição dos grupos taxonômicos da fauna edáfica, principalmente Coleoptera, apresentando assim, uma maior diversidade de espécies.

Um dos fatores que influencia o crescimento e desenvolvimento da cultura é o tempo decorrido do último corte da forrageira, que tem relação também com a aplicação do adubo orgânico. Pois a adubação orgânica vai influenciar o maior desenvolvimento das culturas pelo efeito benéfico da adição de macronutrientes como de micronutrientes e carbono que compõe o adubo orgânico, conforme estudado por Silva (2015). Assim se observou um crescimento vegetal maior na Área 2 (MSPA maior), onde se tem a adição conjunta de adubação mineral e orgânica,

mesmo com corte mais recente, e posteriormente a Área 3, em que se tem somente adubação mineral (Tabela 2).

Tabela 2- Média da matéria seca da parte aérea (MSPA), serapilheira e umidade do solo nas três áreas de estudo.

Atributos	Área 1 Adubação orgânica	Área 2 Orgânica + mineral	Área 3 Adubação mineral
MSPA (kg/ha)	2.347	5.589	4.437
Serapilheira (kg/ha)	2.347	1.984	1.307
Umidade do solo (%)	18	15	19

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Em trabalho realizado por Cichelero *et al.* (2019) também se verificou que a fauna do solo é influenciada pela sistema de cultivo das plantas forrageiras conduzidas pelas diferentes adubações. Além das condições de temperatura e umidade que afetam a coleta dos organismos, se tem ainda os atributos como massa vegetal e serapilheira que se encontra nos locais de estudo. Assim sendo, como houve diferença no período de cortes das Áreas 2 e 3, pode haver diferença na população dos organismos ocasionado pela remoção quase total da parte aérea e aliado a isso maior incidência dos raios solares. O que leva a um decréscimo do organismos que levam mais tempo para voltar aos níveis iniciais.

Para os índices ecológicos calculados (Tabela 3), o manejo com adubação orgânica + mineral apresentou os menores resultados, tanto nos índices de diversidade de Shannon, como na dominância de Simpson e equitabilidade de Pielou. Não houve diferença estatística com o manejo da adubação orgânica, muito possivelmente pelo sistema de pastejo dos animais, visto que a pressão de pastejo é muito alta, e não se adota um intervalo de descanso da forrageira, com altura mínima de saída e de entrada dos animais, causando assim uma seleção dos organismos mais resistentes ou aqueles que mais se adaptam ao ambiente (LUDWIG *et al.* 2012). Como citado anteriormente a adubação favorece a qualidade do solo e diversidade dos organismos, mas associado ao menor quantitativo de MSPA e pressão de pastejo acabam influenciando negativamente sobre os índices calculados.

No caso do índice de Simpson, o qual mede a dominância dos táxons, o manejo com adubação mineral teve o melhor resultado, diferindo estatisticamente das demais, indicando que é um ambiente mais diversificado. Os outros manejos empregados, não diferiram estatisticamente entre si, muito possivelmente pelo manejo adotado com a cultura que influencia principalmente a ordem Hymenoptera, que tem a maior incidência nessas áreas (Tabela 3).

O índice de equitabilidade de Pielou, que indica a distribuição dos indivíduos dentro dos táxons, demonstrou que o manejo mineral possui uma melhor equitabilidade quando comparada com as outras duas áreas (Tabela 3). O que também pode ter influência pelo manejo adotado com a cultura.

Tabela 3- Análise estatística dos índices de diversidade de Shannon (H), Dominância de Simpson (1-D) e Equitabilidade de Pielou (J), para as três áreas de estudo.

Índices	Área 1		Área 2		Área 3		CV (%)
	Adubação orgânica		Orgânica + Mineral		Adubação Mineral		
Shannon	0,72	b	0,67	b	1,27	a*	24,41
Simpson	0,34	b	0,30	b	0,62	a	27,73
Pielou	0,38	b	0,35	b	0,63	a	26,59

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

*Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

O índice de diversidade de Shannon, que retrata o quão diversa é a população, teve o melhor resultado no manejo com adubação mineral, diferindo estatisticamente das demais. O que contraria os trabalhos de Baretta *et al.* (2011), Geremia *et al.* (2015), em que a adubação orgânica favoreceria a diversidade dos organismos. Porém, o que pode ser identificado é fato que os manejos adotados com a cultura, em relação à diferentes períodos de corte, não favorecem o desenvolvimento dos organismos, já que houve um distúrbio, corte da forrageira, em um período curto antes da avaliação, para a área com adubação orgânica + mineral. E como relatado por Silva (2015), os períodos de corte aliados ao período de adubação orgânica podem favorecer a cultura no seu desenvolvimento inicial (MSPA), podendo ter um crescimento inicial mais acelerado.

Interpretando a análise de solo (Tabela 4), também se observa que a Área 1, comparando com a Área 2, possui solo com menor teor de argila tanto na camada de 0-10 cm como na de 10-20 cm de profundidade, e conforme Klein *et al.* (2010) a textura e estrutura dos solos afetam diretamente a umidade do solo, principalmente no ponto de murcha permanente, que é definido como a umidade do solo em 15%.

Dos atributos químicos do solo, segundo verificado por Geremia *et al.* (2015), os organismos pertencentes às ordens Hymenoptera e Araneae (aracnida) tem sua máxima abundância quanto maiores forem os valores de matéria orgânica (MO) e umidade do solo. Para os valores de MO, a relação com os grupos taxonômicos vai de encontro com o referenciado, porém não tem relação com a umidade do solo, o que indica que existe uma maior relação com a MO do que propriamente à umidade do solo. Muito pelo fato que na Área 1 a camada 1-10 cm

possui solo com menor teor de argila, influenciando na umidade. E na Área 2 na camada amostrada 0-20 cm o solo também tem menor teor de argila.

Os nutrientes como P e K em concentrações mais elevadas tendem a favorecer a ordem Hymenoptera (BARETTA *et al.* 2011). Fato que foi observado já que nas áreas onde se tem adubação orgânica, há elevada concentração destes nutrientes, que acabou se refletindo na maior abundância da ordem Hymenoptera.

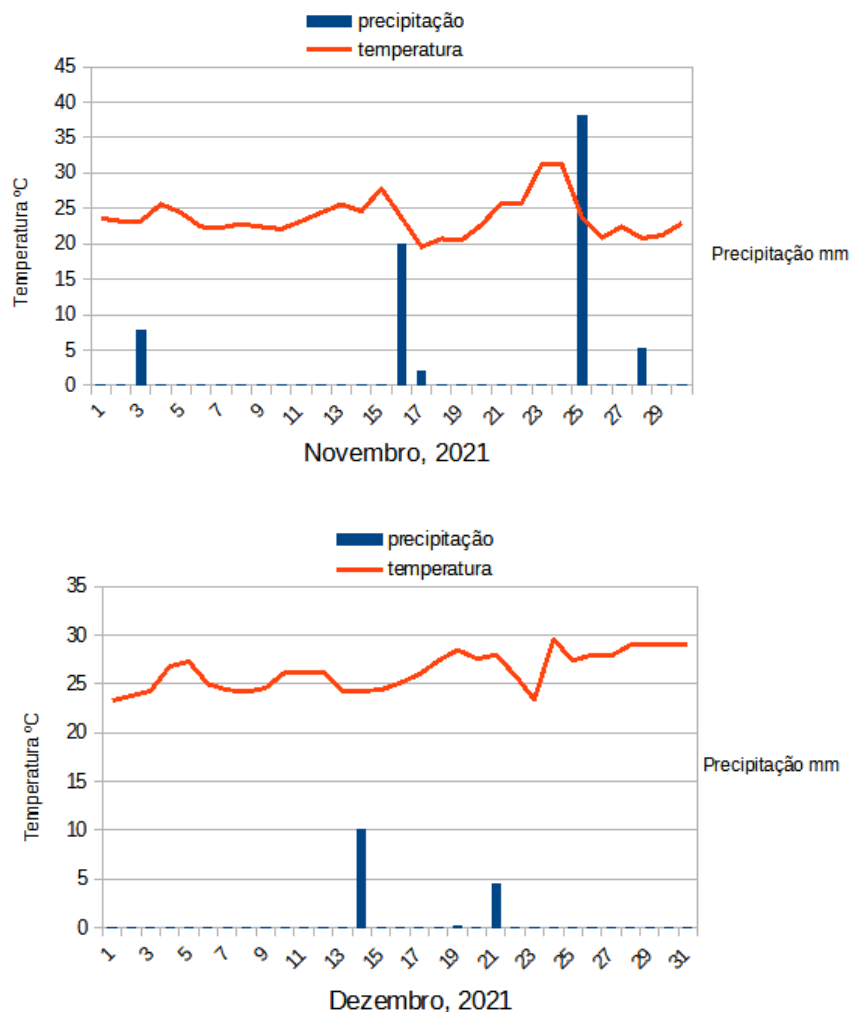
Tabela 4- Análise de solo dos principais nutrientes das três áreas de estudo.

Local	Profundidade	Argila	MO	pH H ₂ O	P	K	Ca	Mg
	cm	%			mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³	
Área 1 Adubação orgânica	0-10	53	4,4	5,9	35,7	444	8,8	5,0
	10-20	69	2,3	6,3	22,6	450	7,4	4,4
Área 2 Orgânica + mineral	0-10	41	1,7	5,4	18,4	90	6,9	3,1
	10-20	44	1,5	5,5	12,7	31	7,3	2,0
Área 3 Adubação mineral	0-10	70	1,6	5,4	14,4	25	5,6	2,2
	10-20	70	1,4	5,5	17,2	28	5,6	2,3

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Ao se avaliar às condições de temperatura e umidade do solo, Goés *et al.* (2021) relatam sobre as influências que esses fatores podem proporcionar aos organismos. Já que temperaturas muito elevadas e umidades baixas são desfavoráveis aos representantes da macrofauna epiedáfica. Fato que interferiu nas populações avaliadas, visto que se teve poucas precipitações e temperaturas elevadas nos meses de novembro e dezembro até o período de avaliação (Gráfico 1).

Gráfico 1- Precipitação e temperatura média dos meses de novembro e dezembro em Caibaté.



Fonte: <https://www.wunderground.com/dashboard/pws/ICAIBA2/graph/2021-11-7/2021-11-7/weekly>.

A obtenção de índices ecológicos baixos e em desconformidade com os relatados por outros autores está muito ligada aos fatores ambientais. Tanto nas influências de altas temperaturas como de poucas precipitações com baixos volumes, o que se refletiu nos baixos teores de umidade do solo, fazendo com que os organismos migrem para locais mais úmidos, principalmente se levando em consideração a estação do ano em que foram feitas as avaliações (LUDWIG *et al.* 2012).

Ao analisar a correlação existente entre os índices ecológicos com os atributos ambientais, através da correlação de Pearson se utilizando do software R, se observou que o grau de significância entre os valores dos índices com os atributos são, em todos os casos, com o $p > 0,05$, aceitando a hipótese de que a correlação linear é positiva ou negativa (BATTISTI; KASZUBOWSKI; SMOLSKI, 2019). O que indica que para as correlações feitas entre os índices

ecológicos e os atributos ambientais são, em todas as relações, com efeito positivo ou negativo, se observando que a correlação entre a umidade do solo e os índices ecológicos foi positiva.

Às condições de umidade e temperatura quando não favoráveis, tendem a afetar de forma mais significativa a diversidade dos organismos edáficos (GOÉS *et al.* 2021). O que foi verificado a campo através da umidade do solo e temperatura avaliados. Os mesmos podem ser demonstrados através da análise de correlação (Tabela 5), onde ficou evidenciado que a umidade do solo afetou a distribuição dos organismos dentro dos manejos avaliados.

Tabela 5 - Correlação de Pearson entre os índices de cada manejo com os atributos ambientais.

Correlação de Pearson	Shannon	P-valor	Simpson	P-valor	Pielou	P-valor
MSPA (kg/ha)	0,09	0,94	0,05	0,97	0,07	0,96
Serapilheira (kg/ha)	-0,91	0,27	-0,89	0,30	-0,9	0,29
Umidade do solo (%)	0,75	0,46	0,77	0,44	0,76	0,45

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Analisando as correlações entre os índices de Shannon, Simpson e Pielou com os atributos ambientais, se verifica que os valores mais próximos de um indicam alta relação entre o atributo com os índices calculados (BARRETA, 2007). Nesse caso, a umidade do solo teve maior correlação com os índices, indicando que a população dos organismos se modificou conforme a umidade do solo se modificou.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados levantados, denota-se que a Área 3, com o manejo de adubação sendo somente a química, foi o sistema com os melhores resultados para os índices calculados.

O manejo com a cultura da Área 1, pressão de pastejo alta, e a Área 2 com os diferentes intervalos de corte e o baixo teor de umidade do solo, aliando aos fatores ambientais desproporcionais aos organismos, acabaram influenciando nos índices calculados de forma mais acentuada do que a própria forma de adubação empregada.

Desta forma, recomenda-se que mais estudos sejam feitos, avaliando o intervalo entre os cortes, o período do corte até sua avaliação e suas influências nas populações dos organismos dentro da cultura do tifton.

7 REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, Flávia Aparecida de. **Aspectos básicos sobre a produção local de fertilizantes alternativos para sistemas agroecológicos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2016.
- ALMEIDA, Hazael Soranzo *et al.* **Ocorrência e Diversidade da Fauna Edáfica sob Diferentes Sistemas de uso do Solo**. Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária [FW] v. 1 | n. 1 | p. 15-23 | julho 2017.
- ALVARENGA, Ramon Costa *et al.* **Atributos físicos de um Latossolo Vermelho Amarelo sob diferentes condições de uso**. Natal, RN. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 2015.
- ALVES, Maurício Vicente *et al.* Macrofauna do solo influenciada pelo uso de Fertilizantes químicos e dejetos de suínos no Oeste do estado de Santa Catarina. Campos Novos, SC. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 589-598, 2008.
- AQUINO, Adriana Maria de. **Fauna do solo e sua inserção na regulação funcional do agroecossistema**. [S.I.]: Embrapa, 2006. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/biotacap3ID-dr6kaaCh87.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- BARRETA, Dilmar. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2007
- BARETA, Dilmar *et al.* **Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense**. Lages-SC: Revista de Ciências Agroveterinárias, 2003. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5616/3798>. Acesso em: 01 abr. 2021.
- BARETTA, Dilmar *et al.* Fauna edáfica e qualidade do solo. **In: Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 7, p. 141-192, 2011.
- BATTISTI, Iara Denise; KASZUBOWSKI, Erikson; SMOLSKI, Felipe Micail da Silva. **Software R: Análise estatística de dados utilizando um programa livre**. Bagé-RS, Faith, 2019.
- CAMPOS, Aloisio T. de *et al.* Tratamento e reciclagem de águas residuárias em sistema intensivo de produção de leite. **Embrapa**, Juiz de Fora - Mg, 2003.
- CICHELERO, Luiz Henrique *et al.* **Fauna edáfica como indicadora de qualidade do solo em sistemas de cultivo de plantas forrageiras**. SIEPEX, Porto Alegre, 2019.
- CQFS-RS/SC, Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **MANUAL DE CALAGEM E ADUBAÇÃO: Para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Núcleo Regional Sul, 11 ed. 376 p. 2016.

FONTANELI, Renato Serena *et al.* Gramíneas Forrageiras Perenes de Verão. **In: Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa. 544 p. 2012.

GALLO, Domingos *et al.* Entomologia Agrícola. Piracicaba-SP, FEALQ, 920 p. 2002.

GEREMIA, Eliana Vera *et al.* **FAUNA EDÁFICA EM PASTAGEM PERENE SOB DIFERENTES FONTES DE NUTRIENTES**. Curitiba, PR. Scientia Agraria, v. 16, n. 4, p. 17-30, 2015.

GOÉS, Querina Ramos de *et al.* **Análise da fauna edáfica em diferentes usos do solo no Bioma Pampa**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 123-144, 2021.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. PPM 2019: após dois anos de queda, rebanho bovino cresce 0,4%. Acesso em: 14 set. 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29163-ppm-2019-apos-dois-anos-de-queda-rebanho-bovino-cresce-0-4>.

KLEIN, Vilson Antônio *et al.* **Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro**. Ciência Rural, [S.L.], v. 40, n. 7, p. 1550-1556, 30 jul. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782010005000110>.

KUINCHTNER, Angélica; BURIOL, Galileu Adeli. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia, Série: Ciências Exatas**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

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

MENEZES, Rômulo S. C; SILVA, Tácio O. da. **Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica**. Campina Grande, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.12, n.3, p.251–257, 2008.

PARRON, Lucilia Maria *et al.* **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais no bioma mata atlântica**. Brasília-DF: Embrapa Florestas, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1024236/1/GeorgeBLivroServicosAmbientais.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

PRIMAVESI, Ana. **Manejo Ecológico do Solo: A agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002.

RODRIGUES, Maria Jucineide Aguiar *et al.* **Fauna edáfica em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril com coqueiros**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934. V. 11, n. 2, 2016.

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

SANTOS, Renato Sérgio Mota *et al.* Componentes da parte aérea e raízes de pastagens de *Brachiaria* spp. em diferentes idades após a reforma, como indicadores de produtividade em ambiente de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v.37, n.2, p.119-124, 2007.

SILVA, Ane Cristine Fortes da *et al.* **Macrofauna edáfica em resposta à adubação orgânica em três diferentes plantios florestais**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2123-2130, 2014.

SILVA, Naiara Tais Alves da. **Desempenho do capim tifton 85 submetido a adubação química e orgânica**. Belo Horizonte, MG, 54 p. 2015.

SILVA, Gustavo Martins da *et al.* **Pastagem de Tifton 85 consorciado com pastagem de inverno**. Bagé-RS: Embrapa, 2011.

SILVA, Rodrigo Ferreira da *et al.* **Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo**. Goiânia-Go: Pesquisa Agropecuária Tropical, 2013.

STRECK, Edegar Valdir *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 3. Ed., ver. e ampl. Porto Alegre, RS: Emater/RS-Ascar, 2018.

TURRA, Francisco. Relatório Anual da ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. São Paulo, 2017.

VARELLA, Marcelo. **Emater-MG recomenda construção de esterqueiras para tratamento de dejetos de bovinos**. Ascom/Emater-MG. 2020. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/component/gmg/story/3855-emater-mg-recomenda-construcao-de-esterqueiras-para-tratamento-de-dejetos-de-bovinos>. Acesso em: 23 jul. 2021.

ZENATTI, Ricardo *et al.* **Produtividade e fitodisponibilidade de nutrientes na tifton 85 (*Cynodon dactylon*) fertilizada com dejetos provenientes da suinocultura**. Scientia Agraria, Curitiba, PR, v.13, n.2, p,59-67, 2012.