

RAFAELA ALVES DOS SANTOS PERON

**FAUNA DO SOLO EM SISTEMAS DE PASTAGENS SUBTROPICAIS DE SANTA
CATARINA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Dr. Osmar Klauberg Filho

**LAGES, SC
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Peron, Rafaela Alves dos Santos
Fauna do solo em sistemas de pastagens subtropicais de Santa
Catarina / Rafaela Alves dos Santos Peron. -- 2021.
125 p.

Orientador: Osmar Klauberg Filho
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2021.

1. Diversidade da fauna edáfica . 2. Manejos de pastagens . 3.
Ecomorfotipos . 4. Serviços ecossistêmico . I. Klauberg Filho,
Osmar . II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência
do Solo. III. Título.

RAFAELA ALVES DOS SANTOS PERON**FAUNA DO SOLO EM SISTEMAS DE PASTAGENS SUBTROPICAIS DE SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Banca Examinadora:**Orientador:**

Dr. Osmar Klauberg Filho, UDESC – Lages, SC

Membros:

Dr. Luis Carlos Iuñes de Oliveira Filho, UDESC – Lages, SC



Dr. Dennis Góss de Souza, UDESC – Lages, SC



Documento assinado digitalmente

Julia Carina Niemeyer

Data: 20/07/2021 11:22:56-0300

CPF: 808.859.000-06

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Dr^a. Julia Carina Niemeyer, UFSC – Curitibaanos, SC

DEDICATÓRIA

À todas as mulheres negras que sonham em mudar o mundo.

A minha vó Lita (*in memoriam*).

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais Ivan e Valdete, por sempre ter me incentivado a querer estudar e correr atrás dos meus sonhos.

Ao meu namorado Elston Kraft, que esteve comigo ao longo dessa caminhada, sempre me apoiando e me fortalecendo. Por não ser apenas ser meu namorado, mas meu melhor amigo e companheiro da vida, que apesar dos obstáculos que enfrentamos no último ano se manteve forte ao meu lado, me mostrando que o amor é mais forte que qualquer obstáculo.

Ao meu orientador Osmar Klauberg, no qual tive prazer de trabalhar desde a iniciação científica, meu muito obrigada por ter guiado e me mostrando, que sou capaz de realizar muitas coisas que só preciso acreditar em mim mesma.

A minha companheira de projeto Daniela, que veio a se tornar uma grande amiga. Meu muito obrigada jovem Dani por sempre estar ali me incentivando, demonstrando amor e carinho em cada etapa do nosso projeto, pelas várias conversas motivacionais, e parceria no trabalho.

Ao amigo/irmão Douglas e sua família (Lari, Lucia, dona Shirley, Ouzair), que veio a se tornar minha segunda família. Agradeço por terem me acolhido, por todas as conversas e almoços de domingo. Obrigada amigo por ser o irmão maravilhoso que pude escolher.

A minha dupla favorita Ana e Pri, por sempre estarem cuidando de mim, me aconselhando e principalmente por me colocarem para cima nos momentos mais difícil que estive. Obrigada meninas por ser luzes em meu caminho quando estava escuro, por sempre de uma maneira tão doce me fazer rir da vida.

A minha querida Vani, que sempre com um sorriso consegue mudar tudo ao seu redor, e tornar os dias escuros em dias ensolarados.

A Leti, por todos ensinamentos e conhecimentos passados, por estar sempre disposta a me ajudar e me orientar, pelas conversas descontraídas, pelos churrascos do alemão e por sempre confiar em mim.

Ao meu amigo Ramonzito, por ter tirado um tempo do seu trabalho e me ensinado a fazer algumas análises estatística, e que sempre que eu preciso se dispõe a me ajudar, além de ser melhor vizinho que tive.

Ao Professor Dennis, que me ajudou a estudar para a prova de mestrado, que sempre me incentiva a ler e escrever.

Ao Luís Carlos Iuñes, que foi um grande parceiro nessa reta final, pelos muitos pedidos de socorros sobre estatística, pelos ensinamentos e pelos momentos de descontração.

E a todos colegas e ex-colegas do laboratório de Ecologia do Solo: Gilvani, Julinha, Iasmin, Camila, Eduardo, Giovana, Adi, Elder, Ana Maccari, Pamela, Pedro, obrigada por todas as experiências trocas.

A Universidade do Estado de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela oportunidade de realizar o mestrado e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

A EPAGRI pela oportunidade de estar fazendo parte desse projeto, e por toda assistência prestada.

RESUMO

PERON, Rafaela Alves dos Santos. **Fauna do solo em sistemas de pastagens subtropicais de Santa Catarina**. 2021. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2021.

A conversão de áreas naturais em sistemas de pastagens extensivas é uma das principais causas de degradação do solo, esgotamento dos estoques de carbono e redução da biodiversidade do solo. No entanto, esses sistemas quando bem manejados apresentam uma alta biodiversidade, faunística e florística, configurando-os como essenciais na prestação de uma variedade de serviços ecossistêmicos. Portanto, objetivou-se compreender a influência que os diferentes sistemas de pastagens exercem sobre a composição da fauna do solo em sistemas de pastagens subtropicais de Santa Catarina e as suas relações com as propriedades físicas, químicas e biológicas de cada sistema. A área de estudo está localizada na Estação Experimental da EPAGRI em Lages, SC. O estudo foi composto por quatro diferentes sistemas de pastagens: Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual Cultivada (PA). As amostragens de solo e coleta de organismos edáficos foram realizadas em duas épocas contrastantes, durante verão/inverno. Nas parcelas de cada sistema de pastagem, foram estabelecidos 9 pontos de coleta de amostras de solo na camada do solo de 0-10 cm, em pontos distribuídos dentro das parcelas para formar uma amostra composta para as análises físicas, químicas e microbiológicas. A fauna edáfica foi coletada utilizando três métodos, Biologia e Fertilidade dos Solos Tropicais (*Tropical Soil Biology and Fertility – TSBF*); armadilhas de queda (*Pitfall traps*) e coleta por cores para a mesofauna. Os organismos da macro e mesofauna foram separados e identificados a nível Ordem/Subordem/Gênero/Morfotipos. Foram capturados e identificados um total 11.232 indivíduos da macrofauna, representados em 13 grupos distintos. Para as duas épocas amostragem, o sistema PN apresentou maior valor de abundância de organismos da macrofauna. Para coleta de verão o sistema PA destacou-se dos demais em termos de diversidade apresentando menor $D(0,52)$, e maior índice $H'(1,02)$, enquanto que na coleta de inverno o sistema PP apresentou maior diversidade, com índice de $D(0,39)$ e menor índices de $H'(1,38)$. Para ambas as coletas, os organismos Formicidae e Isoptera apresentaram maior abundância. Para a mesofauna edáfica, foram capturados e identificados 22.060 indivíduos, distribuídos em 11 grupos. No verão e no inverno houve o mesmo comportamento para a abundância de organismos da mesofauna, sendo PA o mais abundante. No entanto, PM destacou-se dos demais em termos de diversidade apresentando menor índice de $D(0,35, 0,33)$ e maior índice de $H'(1,27, 1,30)$ no verão e inverno respectivamente. A comunidade da fauna edáfica amostrada por armadilha de queda no verão, demonstrou diferenças significativas de PA e PN com os demais sistemas. Para o inverno, as principais diferenças foram novamente entre PA e PN com os demais tratamentos. Para a fauna amostrada por TSBF, houve diferenças apenas no inverno, principalmente de PM com todos os sistemas e entre PN e PP. A análise de correlação de Spearman identificou correlações entre as variáveis explicativas e a fauna do solo nas duas épocas de coleta. Os diferentes sistemas de pastagens, influenciaram a diversidade de organismos da macro e mesofauna nas duas épocas de coleta, assim como influenciaram ecomorfotipos estudados. Houve efeito quanto aos grupos funcionais no sistema, principalmente entre decompositores e reguladores, nas duas épocas de coletas com exceção de PN onde houve predomínio dos engenheiros. As variáveis ambientais também demonstram grande influência sobre os grupos da fauna, destacando-se variáveis químicas, físicas e microbiológicas.

Palavras-chave: Diversidade da fauna edáfica; Ecomorfotipos; Manejo de pastagens; Serviços ecossistêmicos.

ABSTRACT

PERON, Rafaela Alves dos Santos. **Soil fauna in subtropical grassland systems in Santa Catarina.** 2021. 125 p. Dissertation (Msc. In Soil Science) – University of the State of Santa Catarina. Postgraduate Program in Soil Science, Lages, 2021.

The conversion of natural areas into extensive pasture systems is one of the major causes of soil degradation, depletion of carbon stocks and reduction of soil biodiversity. However, when these systems are well managed, they present a high biodiversity, fauna and flora, making them essential in providing a variety of ecosystem services. Therefore, the objective was to understand the influence that different pasture systems affects on the composition of soil fauna in subtropical pasture systems and their relationships with the physical, chemical and biological properties of each system. The study area is located at the EPAGRI Experimental Station in Lages, SC. The study consisted of four different pasture systems: Native Pasture (PN), Improved Native Pasture (PM), Perennial Pasture (PP) and Annual Cultivated Pasture (PA). Soil sampling and collection of edaphic organisms were carried out at two contrasting times, during summer/winter. In the plots of each pasture system, 9 collection points of soil samples were established in the soil layer of 0-10 cm, in points distributed within the plots to form a composite sample for physical, chemical and microbiological analyses. The edaphic fauna was collected using three methods, Tropical Soil Biology and Fertility, Pitfall traps and soil cores collection for the mesofauna. Macro and mesofauna organisms were separated and identified at the Order/Suborder/Gender/Morphotypes level. A total of 11,232 individuals of the macrofauna were captured and identified, represented in 13 distinct groups. For the two sampling periods, the PN system showed the highest abundance of macrofauna organisms. For summer collection, the PA system stood out from the others in terms of diversity, with lower $D(0.52)$, and higher H' index (1.02), while in winter collection, the PP system showed greater diversity, with D index (0.39) and lower H' index (1.38). For both collections, the organisms Formicidae and Isoptera showed greater abundance. For the edaphic mesofauna, 22,060 individuals were captured and identified, distributed in 11 groups. In summer and winter there was the same behavior for the abundance of mesofauna organisms, with PA being the most abundant. However, PM stood out from the others in terms of diversity, presenting lower D index (0.35, 0.33) and higher H' index (1.27, 1.30) in summer and winter respectively. The edaphic fauna community sampled by fall trap in the summer showed significant differences in PA and PN with the other systems. For winter, the main differences were again between PA and PN with the other treatments. For the fauna sampled by TSBF, there were differences only in winter, mainly in PM with all systems and between PN and PP. Spearman correlation analysis identified correlations between the explanatory variables and the soil fauna at the two sampling times. The different pasture systems influenced the diversity of macro and mesofauna organisms in the two collection times, as well as influenced the studied ecomorphotypes. There was an effect on the functional groups in the system, mainly between decomposers and regulators, in the two collection periods, except for PN where there was a predominance of engineers. The environmental variables also show great influence on the fauna groups, highlighting chemical, physical and microbiological variables.

Keywords: Edaphic fauna diversity; Ecomorphotypes; Grassland management; Ecosystem services.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interações cíclicas entre plantas acima/abaixo do solo, raízes, biota do solo (biota da raiz, decompositores e engenheiros de ecossistema) e propriedades do solo (químicas e físicas).....	27
Figura 2 - Representação da área experimental e do esquema de amostragem nos sistemas de pastagens Pastagem nativa (PN); Pastagem nativa melhorada (PM); Pastagem perene (PP) e Pastagem anual cultivada (PA): A) vista aérea da área experimental da EPAGRI/Lages, SC.....	34
Figura 3 - Históricos e manejos realizados nas áreas de estudos.	36
Figura 4 - Dados de temperatura média (°C) e precipitação (mm) das coletas de verão (janeiro 2020) e inverno (junho 2020).....	38
Figura 5 - Características morfológicas internas e externas de enquitreídeos. a) Divertículo intestinal; b) Apêndice esofágico; c) Celomócito; d) Vista ventral das cerdas; e) Glândulas faríngeas; f) Nefrídeo; g) Glândulas epidérmicas; h) Vista lateral das cerdas.	43
Figura 6 - Abundância relativa dos ecomorfotipos de coleópteras mais frequentes amostrados por armadilha de queda (<i>Pitfall traps</i>) mais <i>TSBF</i> nos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual (PA) na coleta de verão.....	52
Figura 7 - Abundância relativa dos ecomorfotipos de coleópteras mais frequentes amostrados por armadilha de queda (<i>Pitfall traps</i>) mais <i>TSBF</i> nos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual (PA) na coleta de inverno.....	52
Figura 8 - Abundância relativa dos ecomorfotipos de Collembola mais frequentes amostrados por armadilha de queda (<i>Pitfall traps</i>) mais <i>Core</i> nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual (PA) na coleta de verão.....	53
Figura 9 - Abundância relativa dos ecomorfotipos de Collembola mais frequentes amostrados por armadilha de queda (<i>Pitfall traps</i>) mais <i>Core</i> nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA) na coleta de inverno.....	54
Figura 10 - Abundância relativa de gêneros de enquitreídeos mais frequentes encontrados por <i>Core</i> nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual (PA) na coleta de verão.	55

Figura 11 - Abundância relativa gêneros de enquitreídeos mais frequentes encontrados por Core nos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual (PA) na coleta de inverno..... 55

Figura 12 - Abundância relativa das grandes ordens de Acari mais frequentes amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*) Core nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA) na coleta de verão..... 56

Figura 13 - Abundância relativa das grandes ordens de Acari mais frequentes amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*) e Core nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA) na coleta de inverno. 57

Figura 14 - Abundância relativa da fauna edáfica amostrados por armadilha de queda, TSBF e Core classificada em grupos funcionais nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA) na coleta de inverno. 59

Figura 15 - Frequência relativa da abundância da fauna edáfica amostrados por armadilha de queda, TSBF e Core classificada em grupos funcionais nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA) na coleta de inverno. 59

Figura 16 - Análise de ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS) dos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP), Pastagem Anual Cultivada (PA), realizada por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis geradas a partir de dados de abundância da macrofauna edáfica amostrados pelo método de TSBF no inverno..... 61

Figura 17 - Análise de ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS) dos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP), Pastagem Anual Cultivada (PA), realizada por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis geradas a partir de dados de abundância da meso e macrofauna edáfica de superfície amostrados pelo método de armadilha de queda (*Pitfall traps*), no verão..... 63

Figura 18 - Análise de ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS) dos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP), Pastagem Anual Cultivada (PA), realizada por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis geradas a partir de dados de abundância da meso e macrofauna edáfica de superfície pelo método de armadilha de queda (*Pitfall traps*), no inverno. 66

Figura 19 - Análise de ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS) dos sistemas de Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP), Pastagem Anual Cultivada (PA), realizada por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis geradas a partir de dados de abundância da mesofauna edáfica de superfície pelo método de *cores* no inverno.69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias e exemplos de serviços ecossistêmicos em pastagens.	26
Tabela 2 - Característica e pontuação utilizadas para calcular o valor EMI (<i>eco-morphological index</i>) para a distinção de diferentes morfotipos de Coleoptera.	41
Tabela 3 - Características e valores das características para o cálculo do valor EMI e para a distinção de diferentes morfotipos de colêmbolos.	42
Tabela 4 - Abundância dos grupos da macrofauna edáfica amostrados por armadilha de queda (<i>Pitfall traps</i>) e TSBF, nos sistemas de Pastagens Nativas (PN), Pastagens Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual Cultivada no município de Lages, SC	48
Tabela 5 - Abundância e diversidade dos grupos da mesofauna edáfica amostrados por armadilha de queda (<i>Pitfall traps</i>) mais <i>Coresnos</i> sistemas de Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagens Anual Cultivada, no município de Lages, SC.	51
Tabela 6 - Análises de ANOSIM para a macrofauna fauna edáfica amostrada por TSBF, durante o inverno nos diferentes sistemas de pastagens.	61
Tabela 7 - Análise de SIMPER. Contribuição percentual (%) dos grupos da macrofauna edáfica para a dissimilaridade dentro dos sistemas de pastagens, coletados pelo método de TSBF no inverno.	62
Tabela 8 - Análises de ANOSIM para meso e macrofauna edáfica de superfície amostrados por armadilha de queda (<i>Pitfall traps</i>). durante o verão nos diferentes sistemas de pastagens.	64
Tabela 9 - Análise de SIMPER. Contribuição percentual (%) dos grupos da meso e macrofauna edáfica de superfície para a dissimilaridade dentro dos sistemas de pastagens, coletados pelo método de armadilha de queda no verão.	65
Tabela 10 - Análises de ANOSIM para meso e macrofauna edáfica de superfície amostrada por armadilha de queda durante o inverno nos diferentes sistemas de pastagens.	67
Tabela 11 - Análise de SIMPER. Contribuição percentual (%) dos grupos meso e macrofauna edáfica de superfície para a dissimilaridade dentro dos sistemas de pastagens, coletados pelo método de armadilha de queda no inverno	68
Tabela 12 - Análises de ANOSIM para a fauna edáfica amostrada por Core, durante o inverno nos diferentes sistemas de pastagens.	70

Tabela 13 - Análise de SIMPER, contribuição percentual (%) dos grupos da fauna para a dissimilaridade dentro dos sistemas de pastagens, coletados pelo método de *Core* no inverno.

..... 71

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	HIPÓTESES.....	23
1.2	OBJETIVO GERAL	23
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1	PASTAGENS: UM CONTEXTO GERAL	24
2.2	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	25
2.3	SAÚDE DO SOLO	28
2.4	MONITORAMENTO DO SOLO ATRAVÉS DE INDICADORES.....	30
3.	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	33
3.2	DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE PASTAGEM E HISTÓRICO DE MANEJO	35
3.3	MÉTODOS DE AMOSTRAGEM PARA ANÁLISES DAS PROPRIEDADES DO SOLO E ORGANISMOS EDÁFICOS	39
3.4	IDENTIFICAÇÃO DOS ORGANISMOS DO SOLO	40
3.5	DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MICROBIOLÓGICAS.....	43
3.6	DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS.....	44
3.7	ANÁLISE DOS DADOS	44
4.	RESULTADOS	47
4.1	ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DA MACROFAUNA DO SOLO AMOSTRADOS POR TSBF E ARMADILHA DE QUEDA (<i>PITFALL TRAPS</i>).....	47
4.2	ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DA MESOFAUNA DO SOLO AMOSTRADOS POR CORES E ARMADILHA DE QUEDA (<i>PITFALL TRAPS</i>).	49
4.3	ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS ECOMORFOTIPOS DE COLEÓPTERAS AMOSTRADOS POR ARMADILHA DE QUEDA (<i>PITFALL-TRAPS</i>) E <i>TSBF</i>	52
4.4	ABUNDÂNCIA RELATIVA DE ECOMORFOTIPOS DE COLLEMBOLA AMOSTRADOS POR ARMADILHA DE QUEDA (<i>PITFALL-TRAPS</i>) MAIS <i>CORES</i>	53

4.5	ABUNDÂNCIA RELATIVA DE GÊNEROS DE ENQUITRÉÍDEOS AMOSTRADOS POR <i>CORES</i> .	54
4.6	ABUNDÂNCIA RELATIVA DA SUBCLASSE DE ÁCAROS AMOSTRADOS POR ARMADILHA DE QUEDA (<i>PITFALL TRAPS</i>) MAIS <i>CORES</i> .	56
4.7	ABUNDÂNCIA RELATIVA DE GRUPOS FUNCIONAIS DA FAUNA EDÁFICA COLETADOS POR ARMADILHA DE <i>CORES</i> E ARMADILHA DE QUEDA (<i>PITFALL TRAPS</i>) MAIS <i>TSBF</i> .	58
4.8	AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DE MACROFAUNA EDÁFICA PELO MÉTODO DE AMOSTRAGEM <i>TSBF</i> .	60
4.9	AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DE MACRO E MESOFAUNA EDÁFICA DE SUPERFÍCIE, AMOSTRADOS PELO MÉTODO DE ARMADILHA DE QUEDA (<i>PITFALL TRAPS</i>).	62
4.10	AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DA MESOFAUNA EDÁFICA AMOSTRADOS PELO MÉTODO DE <i>CORE</i> .	68
4.11	RELAÇÕES DA FAUNA EDÁFICA COM PROPRIEDADES QUÍMICAS FÍSICAS E MICROBIOLÓGICOS DO SOLO.	71
5.	DISCUSSÃO	72
5.1	ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DA MACROFAUNA E MESOFAUNA EDÁFICA, AMOSTRADAS POR (Armadilha de queda) <i>PITFALL TRAPS</i> , <i>TSBF</i> E <i>CORE</i>)	72
5.2	ABUNDÂNCIA RELATIVA DE GRUPOS FUNCIONAIS DA FAUNA EDÁFICA COLETADOS POR ARMADILHA DE <i>CORES</i> E ARMADILHA DE QUEDA (<i>PITFALL TRAPS</i>) <i>TSBF</i> .	75
5.3	AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DE MACROFAUNA EDÁFICA PELO MÉTODO DE <i>TSBF</i> .	76
5.4	AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DA MACROFAUNA E MESOFAUNA DE SUPERFÍCIE POR ARMADILHA DE QUEDA (<i>PITFALL TRAPS</i>).	78
5.5	AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DA FAUNA EDÁFICA AMOSTRADOS POR <i>CORES</i> .	80
5.6	ANÁLISE DE CORRELAÇÕES DA FAUNA EDÁFICA, COM ATRIBUTOS QUÍMICOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS.	81

6.	CONCLUSÃO.....	92
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
8.	MATERIAL SUPLEMENTAR.....	114

1. INTRODUÇÃO

A conversão de áreas naturais em sistemas de pastagens extensivas é uma das principais causas de degradação do solo, emissões de gases de efeito estufa, esgotamento dos estoques de carbono e redução da biodiversidade do solo (MURGUEITIO et al., 2011; LERNER et al., 2017). Esta prática acaba por reduzir a quantidade e qualidade da matéria orgânica e das propriedades do solo (MULIA et al., 2021).

A degradação do solo provocada pelo excesso de pastejo se tornou um problema global e está recebendo cada vez mais atenção da comunidade científica em todo o mundo. No que se refere aos fatores que degradam as pastagens, estes estão geralmente associados à pressão inadequada de sobrepastoreio (BROWN; HERRICK, 2016), redução da diversidade florística e faunística e consequente menor prestação de serviços ecossistêmicos (MODERNEI et al., 2016; PODGAISKI et al., 2017).

Os sistemas de pastagens apresentam uma alta biodiversidade, faunística e florística, configurando-os como essenciais na prestação de uma variedade de serviços ecossistêmicos, variando entre: Serviços de abastecimento, como água, produtos agrícolas e pecuários (proteína animal, leite, lã); Serviços de suporte: produção de forragem, ciclagem de nutrientes, biodiversidade de habitat; Serviços de regulação, como regulação da qualidade do solo, do ar e da água, regulação de erosão e abundância de polinizadores; Serviços culturais, como recreação e turismo (SOLLENBERGER, 2014; BENGTSSON et al., 2019). O grau de prestação de cada serviço depende, entre outras razões, do regime de gestão e da intensidade dos sistemas das pastagens (LE CLEC'H et al., 2019).

A fim de minimizar esses impactos ambientais negativos das pastagens, especialmente aquelas de sistemas convencionais de monocultura, e aumentar a produtividade, estratégias de intensificação sustentáveis se fazem necessárias. Para que ocorra o aumento da eficiência do uso de insumos e da produtividade da biomassa, ao mesmo tempo que contribuem para os benefícios ambientais (LERNER et al., 2017; RAO et al., 2015), de forma a contribuir não apenas com os aspectos econômicos, mas também ecológicos. Muitos desses serviços ecossistêmicos são prestados pelos organismos da fauna edáfica, que desempenham um papel muito importante no ciclo de nutrientes, estruturação do solo, formação de agregados, formação de galeria, regulação da água, redistribuição da matéria orgânica e por isso são mais facilmente afetados por mudanças no uso/cobertura e manejo do solo que outras características do solo (físicas e químicas) (BRUSSAARD; RUITER; BROWN; 2007; MARSHALL et al., 2020).

Desta maneira, o manejo adequando em áreas de pastagens se torna essencial para manutenção da biodiversidade da fauna edáfica desses sistemas.

A presença ou perda de algum grupo de organismos pode ser afetado devido ao tipo de manejo adotado. Por exemplo, práticas de manejos que visam revolver o solo para incorporar o material orgânico, ocasiona um rápido aumento dos microrganismos do solo e uma drástica redução da macrofauna, além de aumentar a liberação de carbono para o meio ambiente (BOLOTA, 2017). Práticas que visam manter uma cobertura do solo, seja ela viva ou morta, proporcionam um sistema estável de liberação de nutrientes, promovendo condições de desenvolvimento equilibrado de microrganismos, meso e macrofauna (DORAN; ELLIOT; PAUSTIAN, 1998; TSIAFOULI et al., 2015). Juntos, esses organismos, vão agir para realizar processos de decomposição do material orgânico e na liberação dos nutrientes e diminuindo a liberação de carbono para o ambiente, entre outros (COLEMAN; CROSSLEY; HENDRIX, 2004; LIMA et al., 2010). Nos garantindo um sistema estável e mantendo assim a saúde nesses sistemas.

Considerando que saúde do solo é definida como a capacidade contínua do solo de funcionar como um ecossistema vital que sustenta plantas, animais e humanos (NRCS, 2021), a saúde do solo em sistemas de pastagens pode ser degradada pelo sobrepastoreio ou remoção excessiva de resíduos de culturas. Estas práticas diminuem a proteção do solo contra a erosão do vento e da água (KARLEN et al., 2019), aumentam as perdas de nutrientes, compactação do solo pela pressão do casco, degradação de atributos físicos do solo, incluindo macroporosidade, permeabilidade, infiltração (LAURENSEN et al., 2018). Propriedades físicas, químicas e principalmente biológicas, são utilizadas como indicadores de saúde do solo, e estão intimamente relacionados a processos funcionais do solo (KARLEN et al., 1997).

Embora o conhecimento sobre a fauna edáfica, as funções e os serviços ecossistêmicos prestados por ela sejam de longa data, os estudos em áreas de pastagens são incipientes e na grande maioria superficiais. Portanto, há uma grande lacuna a ser preenchida e que merece atenção para avaliação da biodiversidade da fauna edáfica, não apenas a nível de ordem, mas também incluindo avaliações ecomorfológicas, grupos funcionais, bem como avanços quando possível em grupos taxonômicos importantes. Desta maneira esse trabalho visa a compreender a influência que os sistemas de pastagens exercem sobre a composição e diversidade da comunidade da fauna edáfica, em diferentes sistemas de pastagens subtropicais e as suas relações com as propriedades físicas, químicas e biológicas de cada sistema.

1.1 HIPÓTESES

- I. Modificações na abundância e diversidade de grupos da fauna edáfica são influenciadas pelos diferentes sistemas de pastagem, influenciando nos serviços ecossistêmicos.
- II. Os diferentes sistemas de pastagens, modificam a composição dos grupos funcionais da comunidade edáfica.
- III. As propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos de cada sistema de pastagem afetam a abundância e diversidade da fauna edáfica.

1.2 OBJETIVO GERAL

Compreender a influência que os diferentes sistemas de pastagens subtropicais adotadas no Planalto Catarinense exercem sobre a diversidade da comunidade da fauna edáfica, bem como as relações com as propriedades físicas, químicas e biológicas em cada sistema.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar os efeitos dos diferentes sistemas de pastagem sobre a abundância e diversidade da fauna edáfica;
- b) Avaliar a composição dos ecomorfotipos das populações de colêmbolos e coleópteros, ordens de ácaros e gêneros de enquitreídeos;
- c) Identificar as relações entre os grupos da macro e mesofauna e as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo em cada sistema estudado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PASTAGENS: UM CONTEXTO GERAL

As pastagens são um dos principais sistemas agrícolas cobrindo cerca de 40% da superfície terrestre (HEWINS et al., 2018). Sendo as pastagens, a principal fonte de alimento para o gado (PETERS et al., 2013). As áreas de pastagem no Brasil são estimadas em aproximadamente 183 milhões de hectares (ATLAS, 2020), com um rebanho de aproximadamente 157 milhões ou 0,86 unidade animal (UA) / hectare.

Neste contexto, o Brasil vem se consolidando nas últimas décadas como o detentor de maior rebanho comercial do mundo (ABIEC, 2019). Ao contrário dos demais países produtores de carne bovina, no Brasil essa produção ocorre predominantemente em pastagens (EMBRAPA, 2020). Estima-se que cerca de 95% dos rebanhos brasileiros sejam criados e terminados em regimes de pastagens, o que nos confere um baixo custo de produção de carne (EMBRAPA, 2020), tornando as pastagens uma das principais fontes de alimentos dos rebanhos brasileiros (DIAS-FILHO, 2011; 2016). Tornando se fundamentais os estudos de plantas forrageiras para obtenção e criação de bovinos de corte de alta qualidade (LOMAZZI, 2017).

No Estado de Santa Catarina as áreas de pastagens correspondem a aproximadamente 1.33 milhões de hectares, com um rebanho de 3.29 milhões ou 2,38 UA/hectare (ATLAS, 2020). E, embora com números expressivos, a agricultura no estado é baseada na propriedade de pequenos agricultores, e as pastagens naturais representam a principal fonte forrageira dos rebanhos (GOMES et al., 1990; IBGE, 2017). Levantamentos recentes apontam que, cerca de 20,8% dos estabelecimentos possuem pastagens naturais e 8,3% dos estabelecimentos possuem sistema de pastagens plantadas (IBGE, 2017). Dentro do contexto estadual, o Planalto Catarinense concentra a maior parte do rebanho bovino de corte (PINTO et al., 2016). Uma clara demonstração da importância econômica da atividade na região é, que, está presente em mais de 87% dos estabelecimentos rurais do planalto catarinense (IBGE 2017).

Entretanto, a falta de aplicação de técnicas de manejos adequados, tal como adubação, ajuste das intensidades de pastejos, melhoramento forrageiro, faz com que esses sistemas sofram pressão socioeconômica para aumentar os níveis de produção. E nessas condições, outras atividades tornam-se mais lucrativas, tais como: silvicultura e lavouras anuais (NABINGER; MORAES; MARASCHIN, 2000; CARVALHO; BATELLO, 2009; FAO, 2011). Outro fato no que se refere ao inadequado manejo das pastagens, são os problemas de

baixa produção animal, degradação das pastagens, redução da diversidade florística e faunística e menor prestação de serviços ecossistêmicos (MODERNEL et al., 2016; PODGAISKI et al., 2017).

No que se refere aos fatores que degradam as pastagens estes estão geralmente associados à pressão inadequada do gado pastando (BROWN; HERRICK, 2016). Diversos estudos demonstram uma relação forte, repetível e lógica entre o manejo do gado (particularmente a taxa de lotação), a mudança da vegetação e o comportamento do solo (BRISKE et al., 2011). Por sua vez, as flutuações que ocorrem entre as interações desses componentes não afetaram apenas os aspectos econômicos, mas também ecológicos tais como os serviços ecossistêmicos.

2.2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

As pastagens agrícolas são responsáveis em produzir alimentos para animais e humanos (indiretamente) (PEDREIRA, 2019). Além de produtos pecuários (carne, lã, leite e couro), as pastagens nos proporcionam inúmeros benefícios, como por exemplo os serviços ecossistêmicos (HEWINS et al., 2018). Nesse caso, o ser humano é basicamente dependente desses serviços, os quais denominamos como, “benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas” (MEA, 2005). As pastagens são conhecidas por apresentarem biodiversidade e serviços ecossistêmicos relativamente elevados, como a ciclagem de nutrientes (DE GROOT et al., 2016).

Os serviços do ecossistema incluem: Serviços de abastecimento, como água, produtos agrícolas e pecuários; Serviços de regulação, como regulação da qualidade do solo, do ar e da água; Serviços culturais, como recreação e turismo, e, Serviços de suporte como formação do solo ciclagem de nutrientes (SOLLENBERGER, 2014; POGUE et al., 2018) (Tabela 1).

Tabela 1 - Categorias e exemplos de serviços ecossistêmicos em pastagens.

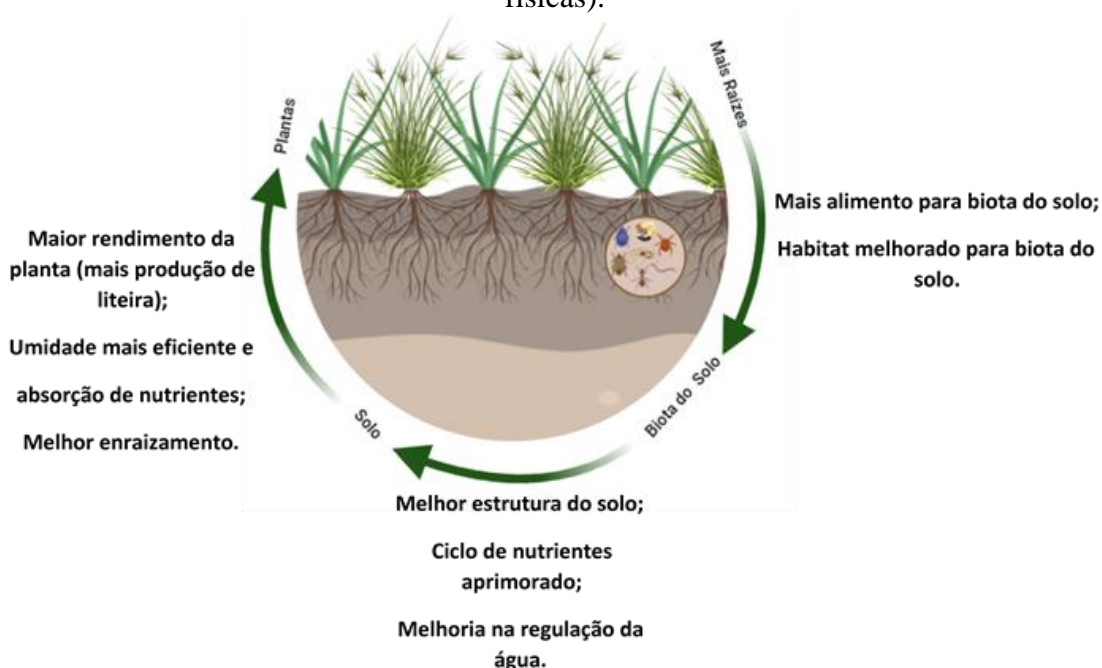
Categorias	Exemplos
Provisão	Produção de carne (proteína animal) leite ou lã, couro, água potável e combustível
Suporte	Produção de forragem, ciclagem de nutrientes via liteira e excretas, fixação biológica de nitrogênio e biodiversidade de habitats.
Regulação	Carbono orgânico do solo, emissões de gases de efeito estufa (GEE) do solo e dos animais, qualidade de água e do ar, regulação de erosão e abundância de polinizadores.
Cultural	Recreação ao ar livre, observação da vida selvagem, fotografia, caça, conforto espiritual, pesquisa e educação.

Fonte: Adaptado de Sollenberg (2014).

A provisão dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelas pastagens pode ser afetada de forma positiva ou negativa pela fauna edáfica. Que por sua vez, contribuem de forma significativa para a entrega de serviços ecossistêmicos pelos solos (WALL et al., 2010; DE VRIES et al., 2013). Ao influenciar as interações entre os processos físicos, químicos e biológicos do solo, que são vistos como serviços “reguladores” ou “de apoio”, ela permite que as interações cíclicas entre planta-fauna e os processos do solo funcione (figura 1).

Quando uma planta fornece alimento para a fauna edáfica, seja através do consumo da planta viva (herbívoros) ou morta (detritívoros), a fauna edáfica melhora propriedades físicas, tais como estruturação do solo, formação de agregados através das atividades de escavação, fragmentação de resíduos e misturando as partículas orgânicas e minerais, e redistribuição da matéria orgânica, (LAVELLE et al., 2006; BRUSSAARD; RUITER; BROWN, 2007). MURRAY et al., 2012; Também promovem a ciclagem de nutrientes, regulação da água, com isso proporciona um aumento na produção de raízes e na captação de água e nutrientes (PARRON et al, 2015), resultando em uma maior produção das plantas. Dessa maneira, a quantidade de serrapilheira e exsudato radicular produzidos são aumentados, possibilitando a manutenção e/ou melhoria das funções do solo, através dessas interações cíclicas entre as pastagens e a fauna edáfica.

Figura 1 - Interações cíclicas entre plantas acima/abaixo do solo, raízes, biota do solo (biota da raiz, decompositores e engenheiros de ecossistema) e propriedades do solo (químicas e físicas).



Fonte: Adaptado de VAN EEKEREN; MURRAY; SMEDING (2007)

Desta maneira, o adequado manejo de pastagens assume papel fundamental na manutenção dos serviços ecossistêmicos, trazendo consigo benefícios sociais, ambientais e econômicos (SILVA, 1995). Isso garante, não só a prestação dos serviços ecossistêmicos importantes, como também as condições de incrementos produtivos (VOLK; TRINDADE., 2020). No entanto, a utilização de manejo inadequado pode ocasionar a degradação do solo, resultando em perda de funções e serviços ecossistêmicos (JANZEN et al., 2011). E, portanto, afetando as propriedades químicas, físicas e principalmente biológicas, com reflexos a produtividade (BONINI et al., 2016), e na saúde do solo (JANZEN et al., 2011).

Dado que sistemas de produção baseado em pastagens, deve haver uma maior ênfase no desenvolvimento de uma abordagem sistemática e consistente para a avaliação quantitativa das conexões entre o manejo, saúde do solo e uma ampla gama de serviços ecossistêmicos (BROWN; HERRICK, 2016). Desta maneira, à medida que as demandas do mercado e as expectativas sociais se expandem no tempo e no espaço e aumentam em complexidade, necessita-se de uma estrutura amplamente para avaliar as ligações entre os serviços do ecossistema e a saúde do solo (BROWN; HERRICK, 2016).

2.3 SAÚDE DO SOLO

A saúde do solo é um conceito antigo e onipresente (TULLY; MCASKIL, 2020). Embora muitas vezes usado como sinônimo de “qualidade do solo”, a saúde do solo se diferencia da qualidade do solo por causa de seu foco nas propriedades biológicas (KARLEN, 2012). Na verdade, o uso do termo “saúde” sugere uma mudança na compreensão científica dos solos, sendo o ecossistema do solo visto e discutido como um organismo vivo (TULLY; MCASKIL, 2020).

De acordo com a agência Natural Resources Conservation Service (NRCS) (2021), a saúde do solo, é definida como a capacidade contínua do solo de funcionar como um ecossistema vital e vivo que sustenta plantas, animais e humanos. Esta definição fala sobre a importância do manejo dos solos para que sejam sustentáveis para as gerações futuras. A NRCS ainda lista quatro princípios de planejamento da saúde do solo: (i) minimizar perturbações, (ii) maximizar a biodiversidade, (iii) maximizar a cobertura do solo e (iv) maximizar as raízes vivas. Outra definição interessante sobre a saúde do solo, caracteriza-a como uma condição dinâmica de sustentação da vida que suporta macro e microrganismos, ciclagem de nutrientes e propriedades físicas necessárias para fornecer as necessidades básicas da vida - alimentos, rações, fibras, combustível e abrigo, ao mesmo tempo protegendo a qualidade da água e do ar (KARLEN et al., 2019).

Nas últimas duas décadas, houve um avanço significativo no desenvolvimento de indicadores qualitativos e quantitativos da saúde do solo, acessíveis a muitos usuários (BROWN; HERRICK, 2016). Com isso, um dos principais princípios na aplicação da saúde do solo em pastagens é a avaliação dos impactos das atividades implementadas em grande parte para atender a objetivos de produção. Contudo, é fundamental lembrar que há uma variedade de serviços ecossistêmicos extraídos dos sistemas de pastagens, que requer uma filosofia de avaliação que não assume apenas uma ligação explícita entre atributos da saúde do solo e o rendimento de uma mercadoria (BROWN; HERRICK, 2016). Em outras palavras, uma das razões mais importantes para buscar uma melhor compreensão do conceito é que, ao usar a saúde do solo para nos orientar, quanto ao uso da terra e a tomada de decisões de manejo do solo, a humanidade estará mais bem posicionada para garantir o esse recurso frágil, que será sustentado para as gerações futuras (KARLEN et al., 2019).

Melhorar e manter a saúde do solo é fundamental para a persistência e sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Garantir que a saúde do solo e do ecossistema sejam componentes essenciais do uso da terra e da tomada de decisões de manejo permanece um desafio (BROWN;

HERRICK, 2016). A saúde do solo em sistemas de pastagens pode ser degradada pelo sobrepastoreio ou remoção excessiva de resíduos de culturas que diminuem a proteção do solo contra a erosão do vento e da água. E, portanto, seu estado de fertilidade pode ser reduzido ou aumentado muito além dos níveis necessários para apoiar o crescimento e desenvolvimento das plantas (KARLEN et al., 2019).

Apesar do conhecimento sobre a saúde do solo, há algumas controvérsias sobre como medir a saúde do solo, devido a sua natureza qualitativa torna sua definição tão subjetiva (KARLEN, 2012). O que torna, fundamental lembrar que o solo contém organismos vivos que, e, quando supridos com as necessidades básicas da vida (alimento, abrigo e água) desempenham as funções necessárias para a produção de alimentos e fibras. Contudo, o atraso na incorporação de indicadores biológicos em avaliações de saúde do solo destaca a necessidade da comunidade científica se concentrar em avaliar e determinar essas métricas (TULLY; MCASKIL, 2020). Somente coisas "vivas" podem ter saúde, portanto, ver o solo como um ecossistema vivo reflete uma mudança fundamental na maneira como cuidamos dos solos.

A capacidade de funcionamento de um solo, que é a questão central para desenvolver a avaliação da saúde do solo, que é difícil de mensurar (BROWN; HERRICK, 2016). Além do manejo das pastagens, os solos podem diferir em seu material original, sua posição do relevo, propriedades físico-químicas e mais importante, diferentes em seu comportamento, o que resultará em complexas interações com a biologia do solo.

Além disso, há também, uma preocupação crescente de que muitas métricas atuais de saúde do solo carecem de sensibilidade suficiente para resolver as diferenças das práticas de manejo (ROPER et al., 2017), e, que certos indicadores têm ampla variação entre metodologias usadas nos laboratórios (WADE et al., 2018; STEWART et al., 2018). Atualmente, o avanço científico da saúde do solo está ocorrendo em três vertentes principais: interpretação de dados do solo, medições aprimoradas a campo e exploração da biologia do solo (KARLEN et al., 2019). Neste contexto, a utilização da fauna edáfica como bioindicadores da saúde do solo assume um papel de destaque, visto a sensibilidade de responder as alterações do ambiente, facilidade de mensuração e baixo custo (BARETTA et al., 2011).

Conforme apontado por Karlen e Rice (2015), entre as estratégias mais promissoras para mitigar a degradação do solo e conseqüentemente melhorar a saúde do solo, selecionar os usos da terra apropriados e melhorar as práticas de manejo do solo para que a MO seja aumentada, reduzir todas as formas de erosão e, principalmente, a biologia do solo deve ser utilizada com primazia.

2.4 MONITORAMENTO DO SOLO ATRAVÉS DE INDICADORES

Indicadores são propriedades mensuráveis (qualitativas ou quantitativas) (KARLEN; STOTT, 1994; ARAUJO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2016; BALOTA, 2017; SILVA, 2018) do solo que permite caracterizar, avaliar alterações acontecidas num dado ecossistema. Segundo Melloni (2007), “um indicador é algo que aponta, indica, e pode ser uma propriedade, processo ou característica física, química ou biológica que pode ser medida para monitorar mudanças no solo”.

Para que um atributo seja considerado um bom indicador, ele precisa ser acessível a diferentes usuários e aplicável em diferentes condições de campos; ser sensível ao manejo do solo e do clima ao longo do tempo, permitindo a verificação de suas alterações (AZIZ; MAHMOOD; ISLAN, 2013; MARQUES et al., 2015; MAGALHÃES; RAMOS; WEBER., 2016; LAL, 2018). Neste contexto, os indicadores de qualidade do solo são classificados em: atributos físicos, químicos e biológicos do solo (DORAN; PARKIN, 1996). Como mencionado anteriormente, indicadores da qualidade do solo são em grande maioria utilizados como sinônimos de saúde do solo. E, embora, o foco da saúde do solo seja nos atributos biológicos, cabe aqui salientar que esses influenciam diretamente e indiretamente nos atributos físicos e químicos do solo (BLOUIN et al., 2013; SIEBERT et al., 2019) atuando na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, beneficiando a aeração do solo, infiltração de água e funcionamento biológico do solo (LAVELLE, SPAIN, 2001).

Para qualidade química pH do solo, a capacidade de troca catiônica (CTC), a matéria orgânica (MO) e a disponibilidade de nutrientes (P, K, Ca, Mg) são os principais indicadores químicos, e estão relacionados com a capacidade do solo em proporcionar o crescimento e desenvolvimento das plantas a partir do fornecimento de nutrientes (ARAÚJO et al., 2012; CARDOSO et al., 2013; CHERUBIN et al., 2016). Para a microbiológica tem-se Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) (VANCE; BROOKES; JENKINSON, 1987), que apresenta extrema sensibilidade nos mais variados tipos de solo, clima e manejos (GONÇALVES et al., 2019), além de ser a parcela viva da matéria orgânica do solo (STÖCKER et al., 2017; SILVA et al., 2012). Outra variável microbiológica que se destaca como uma ferramenta para avaliação da qualidade do solo é a Respiração microbiana do solo do Solo (RBS) (SOUZA et al., 2010; LOSS et al., 2013). A adição de quantidades consideráveis de C em função de sua recalcitrância, estimula a atividade desses microrganismos e, conseqüentemente, influencia na mineralização de nutrientes, ciclagem de C, entre outros benefícios (LOSS et al., 2013; LOSS et al., 2015). As variáveis Quociente Microbiano (qMic), que é a relação entre CBM e o Carbono Orgânico

Total (COT), juntamente com o Quociente Metabólico (qCO₂) que é a relação entre RBS e CBM, são variáveis que nos permite um entendimento de como o manejo, tipo de solo e clima influencia na atividade biológica do solo (CARNEIRO et al., 2009; KARUNGI et al., 2018). Por fim a fauna edáfica, sendo essa considerada o atributo biológico mais importantes, principalmente por apresentarem respostas rápidas às alterações do meio, em comparação aos atributos físicos e químicos do solo (BARETTA et al., 2011; ROUSSEAU et al., 2013).

A fauna edáfica, é composta essencialmente por invertebrados que passam toda ou uma parte da vida no solo (ASSAD, 1997). Esses organismos variam em tamanho e metabolismo, e, desempenham vários papéis funcionais no ambiente. Influenciam na disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas, na decomposição da matéria orgânica (MO), na redistribuição dessa MO na superfície e no perfil do solo, podendo assim, favorecer a diversidade e densidade dos microrganismos, responsáveis pela ciclagem dos nutrientes (CARNEIRO et al., 2009; BARETTA et al, 2011; HUERTA; WALL, 2012). Alguns desses grupos de organismos da fauna, são utilizados como indicador de perturbações que ocorrem no ambiente, através de sua riqueza, função, presença ou ausência nos sistemas agrícolas e naturais. Esses organismos respondem as influências impostas ao solo, como sistema de plantio, cobertura ou adição de matérias orgânicas, podendo ocasionar consequências positivas ou negativas (SILVA et al., 2018).

O uso da fauna edáfica como indicadores do estado do solo se justifica em função de serem considerados peças-chaves na cadeia alimentar, desempenhando funções que garantem o equilíbrio no solo, tais como fragmentação de materiais vegetais, auxílio na infiltração e ciclagem de nutrientes (SILVA; JUCKSCH; TAVARES, 2012; OLIVEIRA FILHO; BARETTA; SANTOS, 2014; BIANCHI et al., 2017). Logo, a abundância e diversidade da fauna edáfica são importantes para avaliar o solo, em função das respostas aos distúrbios ambientais ou perturbações advindas do manejo intensivo do solo (BARETTA et al., 2011; LIMA et al., 2013).

O papel da biologia do solo na prevenção, reversão da degradação ou manutenção da saúde do solo foi revisado por Lehman et al. (2015), onde ilustraram como as propriedades e processos biológicos contribuem para a sustentabilidade da agricultura e dos serviços ecossistêmicos. Eles concluíram que as propriedades e processos biológicos do solo podem ser manipulados para: (i) aumentar a disponibilidade de nutrientes para a produção de safras de alto rendimento e alta qualidade, (ii) proteger as safras de pragas, patógenos, ervas daninhas e (iii) gerenciar outros fatores que limitam a produção, fornecimento de serviços ecossistêmicos e resiliência a estresses como secas. Além disso, eles concluíram que o conhecimento sobre a

biologia do solo melhorará a sustentabilidade e produtividade agrícola, ajudando a reverter o que parece ser a trajetória rumo à degradação global do solo.

Mesmo que a biologia do solo tenha sido reconhecida como um componente importante da ciência do solo por mais de um século, estudos e investimentos comerciais abordando propriedades e processos físicos e químicos do solo foram dominantes ao longo do século XX (KARLEN et al., 2019). E, embora seja de extrema importância compreender como os três pilares de indicadores (físico, químico e biológico) influenciam a saúde/qualidade do solo, as relações biológicas são de longe as mais complexas e menos compreendidas (KARLEN; RICE, 2015). Portanto, a biologia do solo assume uma posição de destaque no que se refere as mudanças no status do solo, provisão dos serviços ecossistêmicos e produtividade forrageira em sistemas de pastagens.

3. MATERIAL E MÉTODOS

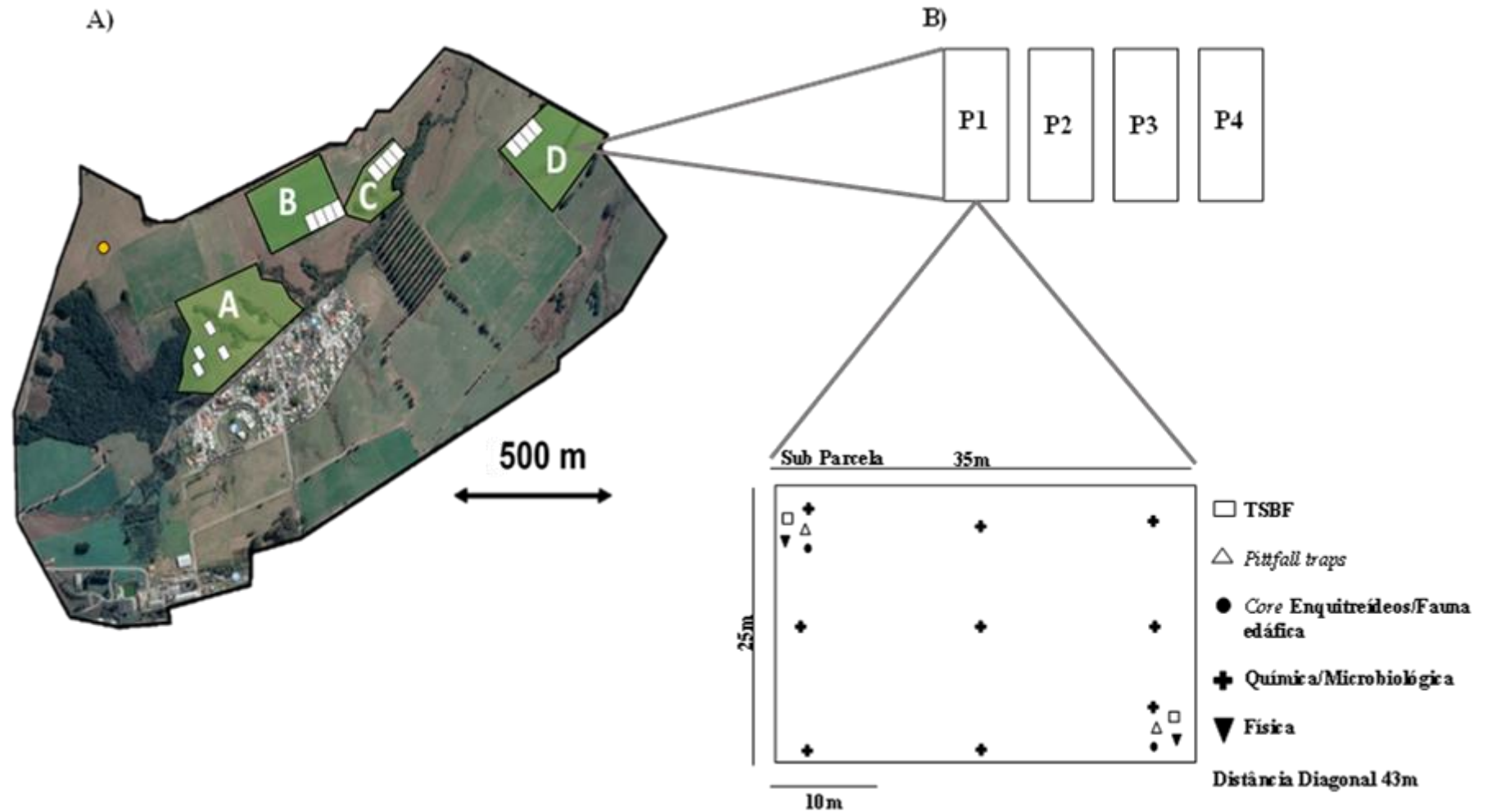
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Este estudo foi realizado em parceria entre a Estação Experimental de Lages da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI) e o Laboratório de Ecologia do Solo do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC).

A área de estudo está localizada na Estação Experimental da EPAGRI em Lages, região do Planalto Sul Catarinense. O clima da região é mesotérmico úmido (Cfb) segundo classificação de Köppen, com invernos rigorosos, verões amenos e chuvas bem distribuídas ao longo do ano, o solo é um Cambissolo. Precipitação média anual de 1668 mm (ALVARES et al., 2013). O relevo das áreas experimental é levemente ondulado situado em altitude de 922 metros. A área experimental é composta por quatro diferentes sistemas de pastagens de uso corrente no sul do Brasil e no Planalto Serrano Catarinense, sendo eles: Pastagem Nativa (PN); Pastagem Nativa Melhorada (PM); Pastagem Perene (PP) Pastagem Anual Cultivada (PA) (Figura 2). Cada sistema de pastagem conta com quatro piquetes, com 25 m × 35 m (845 m²) de dimensão, compondo as unidades experimentais de cada tratamento (Figura 2).

O método de pastejo utilizado foi o de lotação intermitente, conforme utilizado por Zanella (2019). Para o estudo foram utilizadas vacas da raça Flamengo (Rouge Flamande), com peso médio de 600 ± 100 kg. Os animais ficam na área de seis a sete dias.

Figura 2 - Representação da área experimental e do esquema de amostragem nos sistemas de pastagens Pastagem nativa (PN); Pastagem nativa melhorada (PM); Pastagem perene (PP) e Pastagem anual cultivada (PA): A) vista aérea da área experimental da EPAGRI/ Lages, SC.



Fonte: Elaborada pela autora com base em Google Earth, 2021.

3.2 DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE PASTAGEM E HISTÓRICO DE MANEJO

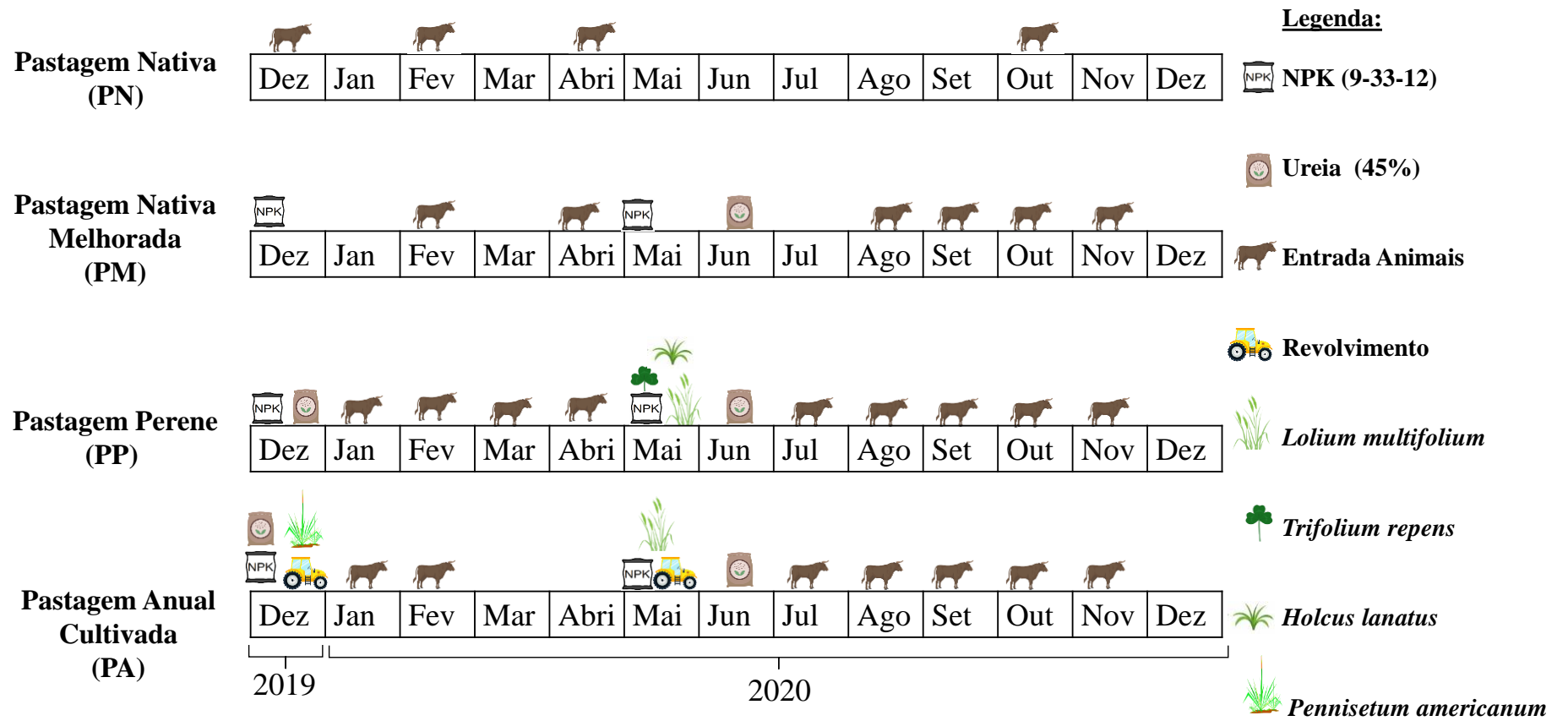
O sistema PN é composto predominantemente por *Andropogon lateralis* Nees (capim-caninha) (Tabela S1). O sistema foi implantado em 2015 em área que não apresentava histórico de introdução de espécies, fertilização e queimadas nos últimos 30 anos. Nas áreas de PN adotou-se o manejo de altura de pastejo de 20 cm. A entrada de animais durante o período do experimento ocorreu quatro vezes ao ano, nos meses de fevereiro, abril, novembro e dezembro. (Figura 3).

O sistema de PM foi implantado em 2012, com introdução das seguintes espécies: *A. lateralis*, *Trifolium repens* (trevo-branco), *Lolium multiflorum* (azevém camaro) e *Holcus lanatus*. (capim lanudo) (Tabela S1). O sistema apresenta histórico de sobresemeadura a lanço e fertilização NPK (9-32-12; 300 kg ha⁻¹) no verão (dezembro de 2019) e NPK (9-32-12; 200 kg ha⁻¹) no inverno (maio de 2020) pós semeadura. No verão (junho 2020), foi realizada uma aplicação de uréia (45%; 400 kg/ha⁻¹) no perfilhamento. Neste sistema, a entrada dos animais acontece seis vezes ao ano, ocorrendo nos meses de fevereiro, abril, agosto, setembro, outubro e novembro (Figura 3), sendo a altura do pasto de 15 cm para entrada de pastejo.

O sistema PP foi implantado em 2015 com introdução principalmente de *Cynodon dactylon* (Jiggs) e *T. repens*, e sucessão de *L. multiflorum* (Tabela S1). As aplicações de NPK (9-32-12; 300kg ha⁻¹) no verão (dezembro de 2019) e NPK (9-32-12; 200kg/ha) no inverno (maio de 2020) pós semeadura. Foram feitas duas aplicações de ureia 45% uma no verão (400kg ha⁻¹) (dezembro de 2019) e uma inverno (400kg ha⁻¹) (junho de 2020) no perfilhamento. Neste sistema, os animais entram nove vezes ao ano, nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, julho, agosto, setembro, outubro e novembro (Figura 3).

Por fim, o um sistema PA é composto por plantio anual de *Pennisetum glaucum* (Milheto) com sucessão de *L. multiflorum* (Tabela S1), sendo implantado desde 2015. O plantio foi realizado com preparo convencional do solo, com revolvimento semestral (dezembro e junho) (Figura 3). A aplicação de NPK (9-32-12; 200kg ha⁻¹), ocorre sistematicamente no inverno (maio) e verão (dezembro) (Figura 3). Foram feitas aplicações de ureia 45% (400kg ha⁻¹) no perfilhamento, no verão (dezembro 2019) e inverno (junho 2020). A entrada de animais neste sistema ocorre sete vezes ao ano, nos meses de fevereiro, março, julho, agosto, setembro, outubro e novembro (Figura 3).

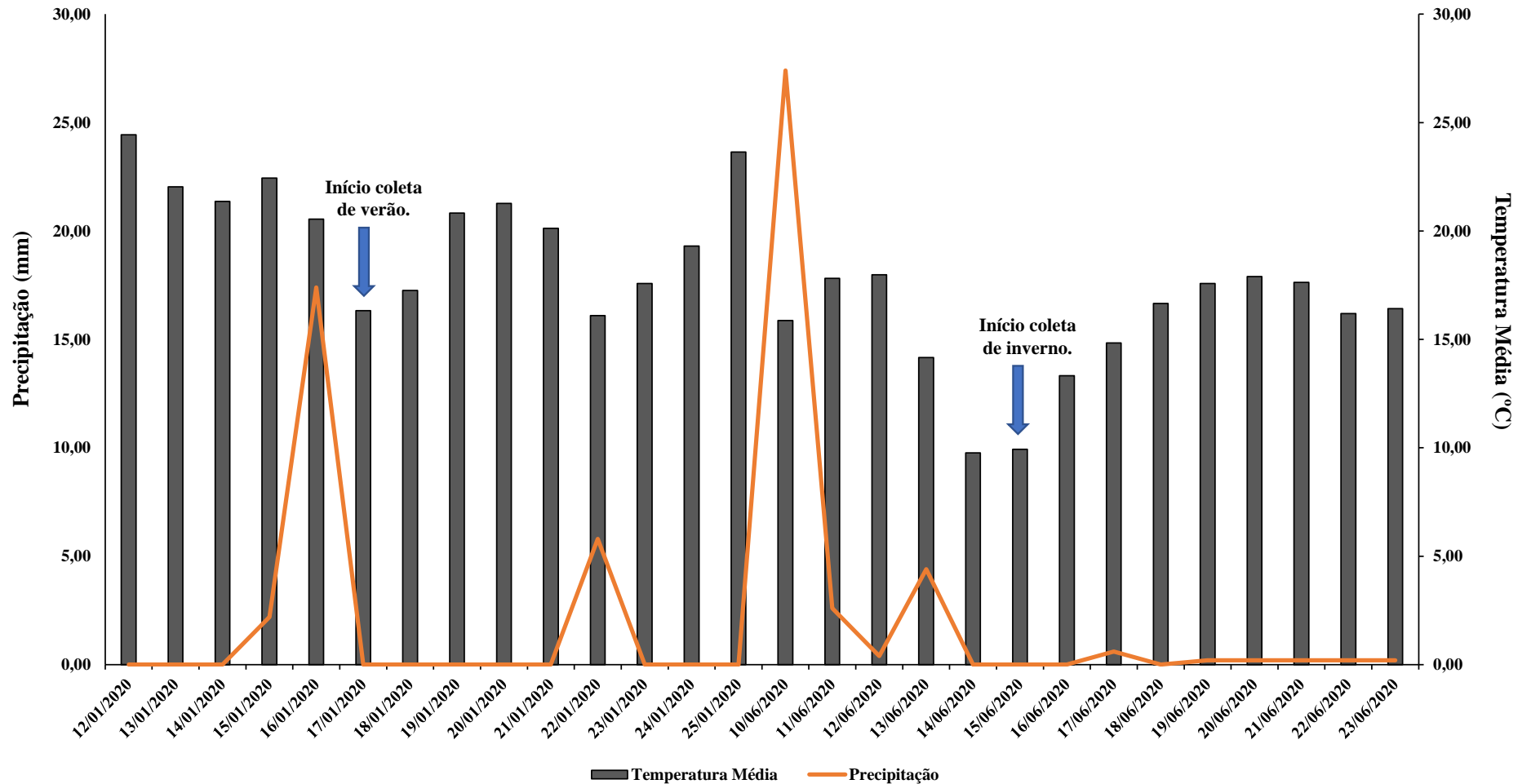
Figura 3 - Históricos e manejos realizados nas áreas de estudos.



Fonte. Elaborado pela autora, 2021.

As amostragens de solo e coleta de organismos edáficos foram realizadas em duas épocas contrastantes, durante verão seco e quente e no inverno úmido e chuvoso. As informações referentes aos dados climáticos foram fornecidas pela estação meteorológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/Lages) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Figura 4).

Figura 4 - Dados de temperatura média (°C) e precipitação (mm) das coletas de verão (janeiro 2020) e inverno (junho 2020).



Fonte. Elaborado pela autora, com bases nos dados INMET e EPAGRI, 2021.

3.3 MÉTODOS DE AMOSTRAGEM PARA ANÁLISES DAS PROPRIEDADES DO SOLO E ORGANISMOS EDÁFICOS

Nas parcelas de cada sistema de pastagem (PN, PM, PP e PA) foram estabelecidos nove pontos de coleta de amostras de solo de 0-10 cm no perfil do solo, em pontos distribuídos dentro das parcelas para formar uma amostra composta para as análises químicas e microbiológicas (Figura 2). As amostras destinadas as análises microbiológicas foram armazenadas em sacos plásticos e transportadas em caixas térmicas com gelo até o laboratório de Ecologia do Solo do CAV-UDESC, sendo posteriormente peneiradas (malha de 2 mm) e mantidas à 4°C até serem analisadas. Para as análises físicas duas amostras de solos indeformadas foram coletadas, e embrulhadas com papel filme para preservar sua estrutura. A fauna edáfica foi coletada utilizando três métodos, descritos a seguir.

A coleta de organismos do solo foi realizada em dois pontos nas extremidades das parcelas como indicado na Figura 2, a fim de garantir a independência da amostragem de organismos do solo e para evitar influência da amostragem na área de pastejo, com um espaçamento de 30m.

Para coleta da macrofauna edáfica, seguiu-se a metodologia desenvolvida pelo programa de Biologia e Fertilidade dos Solos Tropicais (Tropical Soil Biology and Fertility – TSBF) descrito por Anderson e Ingram (1993). Em cada tratamento (4 parcelas por tratamento) foram coletados 8 monólitos quadrados de 25 × 25 cm de largura, na camada de 0-25 cm. Os monólitos foram ensacados, identificados e levados para o laboratório de Ecologia do Solo. No laboratório, as amostras foram triadas manualmente, com o auxílio de iluminação artificial e os organismos visualizados a olho nu foram separados com auxílio de pinças e pincéis, e conservados em álcool 70%. Posteriormente, esses organismos foram identificados com auxílio de lupa aumento de 50 vezes, ao nível taxonômico de Classe/Subclasse/Ordem/Família/Epifamília (RUGGIERO et al., 2015).

Foram instaladas armadilhas de queda (*Pitfall traps*) para coleta de macro e mesofauna de superfície. Estas armadilhas constituem em recipientes cilíndricos com abertura de 8 cm de diâmetro, com capacidade volumétrica de 500 mL, contendo 200 mL de solução detergente a 0,5% (v/v) e enterrados com sua extremidade vazada nivelada com a superfície do solo (BARETTA et al., 2014). Esses recipientes foram mantidos a campo por 72 horas consecutivas, após esse período foram retirados tampados e levados para laboratório, onde realizou a lavagem em duas peneiras sobrepostas, a superior com malha de 2 mm e a inferior com malha 0,053 mm, sob água corrente. A primeira peneira tem por objetivo reter materiais grosseiros (folhas,

pedregulhos, galhos) e a segunda para reter toda a fauna amostrada. Todos os organismos encontrados foram mantidos em álcool 70%. Posteriormente, esses organismos foram identificados com auxílio de lupa aumento de 50 vezes, ao nível taxonômico de Classe/Subclasse/Ordem/Família/Epifamília (RUGGIERO et al., 2015)

Para coleta da mesofauna edáfica, foi utilizado o método de coleta por *cores*, seguiu-se as orientações da normativa ISO 23611-2 (2006), onde foram retirados a vegetação da camada superficial, e realizou-se a retirada de cores, na camada de 0-5 cm, com auxílio de martelo e tubos rígidos com 5×5 cm. Após coletadas as amostras foram armazenadas em caixa de isopor, com gelo e transportadas para o laboratório para extração durante 7 dias em funis de Berlese-Tullgren (AQUINO; CORREIA; BADEJO, 2006). Passados 7 dias as amostras foram então lavadas em peneira de 0,053 μm e armazenadas em álcool etílico 70% para posterior identificação em lupa biocular (RUGGIERO et al., 2015; KRANTZ & WALTER 2009).

Para coleta de enquitreídeos seguiu-se as orientações da normativa ISO 23611-3 (2007), onde foram retiradas amostras de cores com auxílio de um anel metálico com dimensões 5×7 cm na camada de 0-5 cm. As amostras foram transportadas em caixa térmica até o laboratório, onde foram mantidas em sala com temperatura controlada ($18 \pm 2^\circ\text{C}$) até o processamento. Para o processo de extração dos indivíduos fez-se uso da metodologia proposta por O'CONNOR, (1955). As amostras de solos foram colocadas em peneiras plásticas (15 cm de diâmetro ϕ), forradas com um tecido poroso do tipo flanela, em um funil plástico (19 cm ϕ) com uma mangueira e uma válvula acoplada a sua extremidade, sendo o conjunto preenchido com água. O gradiente de calor produzido por lâmpadas induz os enquitreídeos a se moverem para baixo, do solo para a água onde está mais frio. Passadas 2,5 ho de aquecimento, a água e os enquitreídeos foram coletados em recipientes, passando um período de decantação de 10 minutos. Após esse período, o excesso de água foi cuidadosamente descartado e o material decantado foi levado em placa de petri para um microscópio estereoscópico fazendo-se a contagem dos enquitreídeos.

3.4 IDENTIFICAÇÃO DOS ORGANISMOS DO SOLO

Os organismos da macro e mesofauna foram separados e identificados, com auxílio de uma lupa (microscópio estereoscópico) aumento de 50 X, ao nível taxonômico de Classe/Subclasse/Ordem/Família/Epifamília (RUGGIERO et al., 2015; KRANTZ; WALTER 2009)

- a) **Morfotipagem de Coleópteros:** A identificação e morfotipagem dos coleópteros foi realizada com auxílio de uma lupa (microscópio estereoscópico) 50 vezes. Foram avaliados os valores *Eco-morphological index* (EMI) (PARISI, 2001; PARISI et al., 2005), metodologia que tem o objetivo de separar os organismos de acordo com seu grau de adaptação ao solo (Epígeo, Hemiedáfico e Edáfico), através da observação de suas características morfológicas. A avaliação dos morfotipos constitui na observação de quatro características de cada organismo, sendo elas: comprimento do corpo superior ou inferior a 2 mm, tegumento fino, rígido ou coréáceo, asas membranosas reduzidas ou ausentes e olhos reduzidos/ausentes ou grandes (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Característica e pontuação utilizadas para calcular o valor EMI (*eco-morphological index*) para a distinção de diferentes morfotipos de Coleoptera.

Características		EMI
Tamanho (comprimento)	Menor que 2 mm	0
	Maior que 2 mm	5
Tegumento	Fino	5
	Coreáceo ou rígido/duro	0
Asas membranosas	Reduzidas ou ausentes	5
	Desenvolvidas	0
Olhos	Reduzidos ou ausentes	5
	Grandes, maiores que 1/4 do tamanho da cabeça	0

Fonte: Adaptado de Parisi et al., (2005.)

- b) **Morfotipagem de Collembola:** Para realização da morfotipagem de Collembola foi utilizada uma lupa (microscópio estereoscópico), com aumento de até 50 vezes, para análise das características morfológicas, as quais integram o conceito de características funcionais (VIOLLE et al., 2007). A morfotipagem é uma análise das características morfológicas, baseada no índice eco morfológico (*Eco-morphological index*, EMI) (PARISI, 2001; PARISI et al., 2005). A separação dos colêmbolos em morfotipos ocorre de acordo com o grau de adaptação ao solo através de suas características morfológicas (Epígeo, Hemiedáfico e Edáfico). Cinco características em cada organismo são avaliadas sendo elas: presença ou ausência de ocelo, presença ou ausência de pelos e/ou escamas, presença ou ausência de pigmentação, tamanho de antena e tamanho de fúrcula (**Tabela 3**). A cada característica foi atribuído um valor parcial do EMI e a soma desses valores indicou uma maior ou menor adaptação dos colêmbolos ao solo. Quanto maior

o valor do EMI, maior sua adaptação ao solo e menor o poder de dispersão, enquanto o menor valor corresponde a menor adaptação ao solo e maior poder de dispersão (OLIVEIRA FILHO et al., 2016).

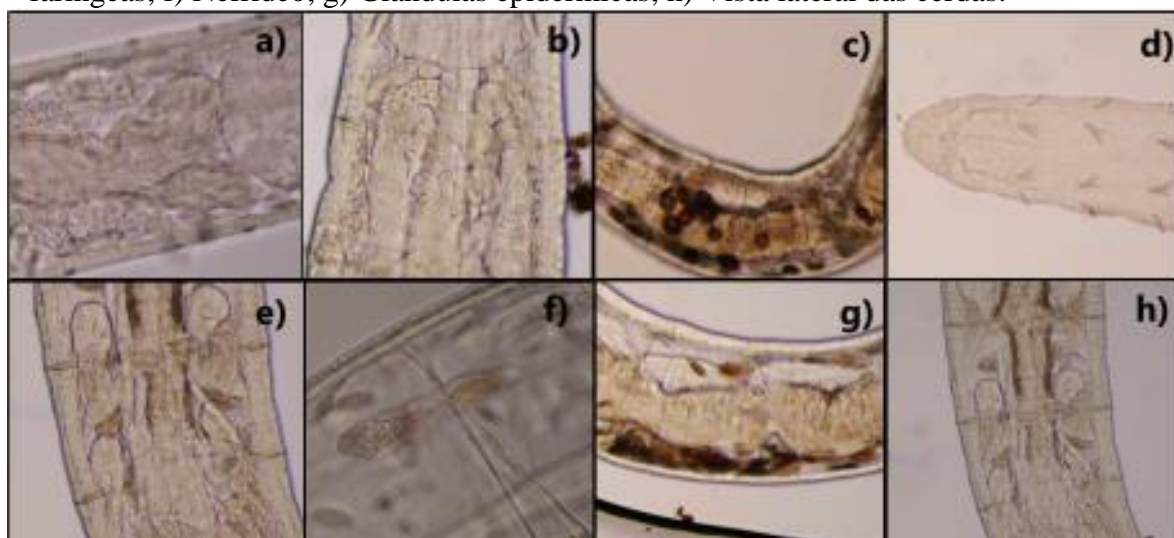
Tabela 3 - Características e valores das características para o cálculo do valor EMI e para a distinção de diferentes morfotipos de colêmbolos.

Característica	Codificação	EMI Parcial
Ocelo	Presente	0
	Ausente	4
Tamanho da Antena	Comprimento da antena maior que o comprimento do corpo	0
	Comprimento da antena maior que a metade do corpo	2
	Comprimento da antena menor que o comprimento do corpo	4
Furca	Presente	0
	Presente mais reduzida	2
	Ausente	4
Pelos/ Escamas	Presente	0
	Ausente	4
Pigmentação	Presente com padrões	0
	Presente, sem padrões	2
	Ausente	4

Fonte: Adaptado de Oliveira-Filho et al., 2016.

- c) **Identificação dos enquitreídeos:** Para a taxonomia de enquitreídeos os indivíduos vivos e com integridade morfológica. A identificação foi realizada *in vivo* através da observação de características morfológicas internas e externas dos enquitreídeos em um microscópio óptico, foram identificados até o nível de gênero de acordo com Schmelz e Collado (2010). As características externas observadas foram o tamanho e a coloração do corpo do espécime, o número de segmentos, o número e padrão de cerdas, a presença e a distribuição das glândulas epidérmicas. Já as características internas foram o formato da extremidade posterior do cérebro, a forma, o tamanho e a posição dos nefrídeos, a presença de glândulas faríngeas, a localização e a forma dos apêndices esofágicos, a presença de divertículo intestinal e o tipo dos celomócitos.

Figura 5 - Características morfológicas internas e externas de enquitreídeos. a) Divertículo intestinal; b) Apêndice esofágico; c) Celomócito; d) Vista ventral das cerdas; e) Glândulas faríngeas; f) Nefrídeo; g) Glândulas epidérmicas; h) Vista lateral das cerdas.



Fonte: Alexandre, 2019.

- d) **Identificação de grandes ordens de ácaros:** Para identificação dos ácaros, a nível de ordem (Mesostigmata) e subordem (Oribatida, Prostigmata) foi utilizada uma lupa (microscópio estereoscópico), com aumento de até 50 vezes. utilizaram-se chaves taxonômicas elaboradas por Krantz & Walter (2009). As características morfológicas externas que foram observadas, foram: presença de placas protetoras no corpo, presença, tamanho e formato das de quelíceras e análise de peças bucais, tamanho e formato do corpo, números de segmentos das pernas com (coxa, trocanter, fêmur, genu, tíbia e tarso), inserção das pernas e o número de segmentos por palpos.

3.5 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MICROBIOLÓGICAS

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi determinado pelo método de fumigação-extração (VANCE; BROOKES; JENKINSON, 1987), com três repetições laboratoriais, sendo três amostras fumigadas e três não fumigadas. A fumigação foi realizada com clorofórmio livre de etanol (CHCl_3). As amostras foram incubadas em dessecador por 24 h à 25 °C, na ausência de luminosidade, logo após o CBM foi extraído por agitação por 30 minutos em presença de sulfato de potássio 0,5 mol L^{-1} (K_2SO_4), seguido de um período de decantação de uma hora e posterior filtragem lenta em filtro de papel. As alíquotas foram oxidadas com dicromato de potássio 66,7 mmol L^{-1} ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em banho maria a temperatura de 100 °C por uma hora. O teor de C solúvel foi determinado por titulação com $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4) \cdot 2.6\text{H}_2\text{O}$ 33,3 mmol L^{-1} na

presença do indicador difenilamina (1%). O CBM foi calculado pela diferença entre carbono extraído do solo fumigado e não fumigado multiplicada pelo fator de correção $K_{ec} = 0,33$, que representa a eficiência da extração de 33%, proposto por Sparling; West (1988).

Para determinação da atividade microbiana foi realizada pela determinação da respiração microbiana do solo (RBS, C - CO₂) de amostras de solo (50 gramas) incubadas por 10 dias, a 28 °C. A cada 24 h foi avaliado o CO₂ liberado, capturado em solução de hidróxido de sódio (NaOH) 50 mmol L⁻¹, precipitado com solução de cloreto de bário (BaCl₂) 0,5 mol L⁻¹, e quantificado por titulação do NaOH remanescente com ácido clorídrico (HCl) 50 mmol L⁻¹ na presença de fenolftaleína (ALEF; NANNIPIERI, 1995). Com os resultados da atividade respiratória microbiana e do CBM calculou-se o quociente metabólico (q_{CO_2}), que representa a quantidade de C-CO₂ liberada em determinado tempo, por unidade de C microbiano ($\mu\text{m h}^{-1}$ C-CO₂ g CBM), conforme proposto por Anderson e Domsch (1993).

Para determinação do teor de carbono orgânico total (COT) de cada amostra peneirada a 2 mm foi retirada uma subamostra de 10 g que foi seca à 60 °C e moída em gral de porcelana e posteriormente determinado através da espectroscopia de infravermelho – NIR, A partir dos resultados de CBM e COT foi calculado o quociente microbiano (q_{Mic}) expresso como a percentagem de C microbiano em relação ao C orgânico total do solo (ANDERSON, 1994).

3.6 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS

Para as propriedades físico-químicas alumínio (Al), cálcio (Ca), Capacidade de troca de cátions (CTC), carbono orgânico total (CO), fósforo (P), magnésio (Mg), Matéria orgânica (MO), nitrogênio (N), pH, potássio (K), foram determinados de acordo com metodologia proposta por Tedesco et al. (1995) O carbono total do solo (C-Solo), o nitrogênio total do solo (N-Solo) foram determinados por combustão no multi N/C 2100 e Analytik (TOC) o qual utiliza a absorção de radiação infravermelha não dispersiva (NDIR) pelo dióxido de carbono formado após combustão da amostra a 800°C em forno horizontal.

Para as análises físicas foram coletadas amostras com estruturas preservada usando anéis cilíndricos de aço de 5 cm de altura e 6 cm de diâmetro, que foram embaladas em papel alumínio e levadas para o laboratório para posterior processamento. Foram determinadas a densidade do solo (DS), a porosidade total (PT), a microporosidade (Micro), a macroporosidade (Macro), os bioporos (Bio).

3.7 ANÁLISE DOS DADOS

No intuito de compreender como os sistemas de pastagens afetam os diferentes nichos que a fauna edáfica ocupa, foi em um primeiro momento, separado os dados da fauna edáfica em macrofauna e mesofauna. Para a avaliação da macrofauna edáfica foram agrupados os organismos coletados por TSBF e *Pitfall traps*, assim como para avaliação da mesofauna edáfica foram juntados os organismos coletados por *Core* e *Pitfall traps*. Neste momento, os dados de abundância de indivíduos e riqueza média de grupos da fauna do solo foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, sendo que quando necessário utilizou-se a transformação de Box-Cox. Após a Análise de Variância (Anova), as médias foram comparadas pelo teste de LSD a 5% de probabilidade utilizando-se o programa Statistica 10 (STATSOFT, 2018). Os dados dessas variáveis são expressos em média de indivíduos por parcela (ind. par^{-1}) e riqueza média por parcela (riq par^{-1}). A partir dos dados de abundância dos organismos e dos grupos edáficos foram calculados os índices de diversidade de Índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') ($H' = - \sum p_i \ln p_i$, onde p_i é a proporção de indivíduos encontrados na espécie i ; para uma comunidade bem amostrada, podemos estimar essa proporção como $p_i = n_i/N$, onde n_i é o número de indivíduos na espécie i e N o número total de indivíduos na comunidade) e Dominância (D) ($D = - \sum (p_i)^2$) usando o programa estatístico Past 3.0 (HAMMER et al., 2001), para verificar como os diferentes sistemas de pastagem afetam a diversidade da fauna edáfica em geral. Em seguida, com base na separação dos grupos da fauna em grupos funcionais, a abundância relativa de grupos da fauna foi calculada para verificar a distribuição dos grupos funcionais em cada sistema de pastagem.

Em um segundo momento, com o intuito de avaliar a composição das comunidades edáficas, os dados de fauna foram separados de acordo com os métodos de coleta. Embora o objetivo não seja a comparação entre eles, há uma diferença quanto ao tipo de comunidade que cada método consegue acessar. Desta maneira, a avaliação da fauna em função dos métodos de coleta, fornece uma maior riqueza de detalhes e menor interferências de grupos mais abundantes. Inicialmente, para testar as diferenças nas comunidades da fauna edáfica entre os sistemas de manejo das pastagens e as épocas de coleta, foi utilizada a análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA). De posse da abundância total dos grupos taxonômicos encontrados, foi realizada a transformação dos dados utilizando $\log(x+1)$, através do distanciamento de similaridade de Bray-Curtis, e aplicou-se a análise de escala multidimensional (Non-metric Multidimensional Scalling - NMDS) através do Software Canoco 4.5 (TER BRAAK; SMILAUER, 1998). Essa análise teve como objetivo reduzir dimensionalidade e permitir a visualização de padrões principais de estruturação da comunidade. Posteriormente, com base em matrizes de similaridade/dissimilaridade entre os

sistemas de pastagem, foi verificada as diferenças estatísticas entre os sistemas pela análise ANOSIM, e a contribuição de cada grupo da fauna edáfica foi verificado por meio da análise de SIMPER, sendo os dados da abundância da fauna edáfica transformados por $\log(x+1)$ através do Software PRIMER 5.6 (CLARKE; WARWICK, 1994).

Por fim, para entender e selecionar as propriedades químicas, físicas e microbiológicas do solo (explicativas) que mais afetam os grupos da fauna edáfica, todos os métodos de coleta foram agrupados, proporcionando maior robustez aos resultados. A partir desse momento, com base nos dados de abundância da fauna e nas variáveis explicativas, foi realizada a análise de correlação de Spearman. Esta análise foi realizada utilizando-se o programa Statistica 10 (STATSOFT, 2018).

4. RESULTADOS

4.1 ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DA MACROFAUNA DO SOLO AMOSTRADOS POR TSBF E ARMADILHA DE QUEDA (*PITFALL TRAPS*)

Através da soma dos métodos (armadilha de queda + TSBF), foram capturados e identificados um total 11091 indivíduos da macrofauna, considerando os quatro sistemas avaliados (PN, PM, PP e PA) e as duas épocas de coletas, representando em 13 grupos distintos da fauna edáfica (Tabela 4). Para a amostragem de verão foi observado maior valor de abundância no sistema PN (1378 ind. par⁻¹), seguido de PP (774 ind. par⁻¹) e PM (392 ind. par⁻¹) e os menores valores foram observados em PA (267 ind. par⁻¹) (Tabela 4). Para a coleta de inverno, os maiores valores de abundância foram observados em PA (2860 ind. parcela⁻¹), seguido por PN (4160 ind. par⁻¹), PP (821 ind. par⁻¹) e PM (580 ind. par⁻¹) sendo o menos abundante.

Quanto a diversidade, não foram observadas diferenças na riqueza de grupos de organismos entre os sistemas de pastagens para coleta de verão. O sistema PA destacou-se dos demais em termos de diversidade apresentando menor índice de Dominância (D; 0,52), e maior índice de Shannon (H'; 1,02. Para coleta de inverno a riqueza média dos sistemas mostraram diferenças significativas, onde PP (9,1) diferiu de PN (7,0), mas não diferiu de PM (7,9) e PA (7,3). O sistema PP, apresentou uma maior diversidade em termos de menor índice de D (0,39) e maior de H' (1,38) (Tabela 4).

Nos quatro sistemas, a abundância total da macrofauna do solo foi menor no verão que a observada no inverno, variando esta tendência quando se observa os grupos específicos. Para ambas as coletas, os organismos Formicidae e Isoptera apresentaram maior número total (Tabela 4).

Nas duas épocas de coletas, verão e inverno o sistema PN teve uma maior abundância do grupo Isoptera (732 e 3637 ind. sistema⁻¹) respectivamente. PM, PP tiveram maiores abundância de Hemípteras em ambas as coletas. A maior abundância de Formicidae no verão foi em PP (586 ind. sistema⁻¹) e na coleta de inverno foi em PA (2683 ind. sistema⁻¹). PP apresentou uma alta abundância de Oligochaeta (149 ind. sistema⁻¹) na coleta de inverno, e maior abundância de Larvas de Coleópteras nas duas coletas (14 e 56 ind. sistema⁻¹) respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 - Abundância dos grupos da macrofauna edáfica amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*) e TSBF, nos sistemas de Pastagens Nativas (PN), Pastagens Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual Cultivada no município de Lages, SC

Macrofauna	PN	PM	PP	PA	Macrofauna	PN	PM	PP	PA
Verão					Inverno				
Araneae	25 ¹	25	14	19	Araneae	18	29	22	14
Blattodea	0	0	0	0	Blattodea	3	0	4	0
Coleoptera	11	6	27	16	Coleoptera	10	19	31	21
Coleoptera Epígeo	4	5	24	11	Coleoptera Epígeo	7	17	23	18
Coleoptera Hemiedáfico	3	1	2	4	Coleoptera Hemiedáfico	3	2	18	3
Coleoptera Edáfico	4	0	1	1	Coleoptera Edáfico	0	0	0	0
Chilopoda	0	0	0	0	Chilopoda	1	9	4	0
Diplopoda	2	2	0	2	Diplopoda	2	1	4	1
Formicidae	560	268	586	191	Formicidae	419	379	483	2683
Hemíptera	28	57	102	29	Hemíptera	21	96	48	28
Hymenoptera	2	1	8	0	Hymenoptera	7	17	14	32
Isoptera	732	1	0	0	Isoptera	3637	0	0	1
Larva de Coleoptera	10	3	14	2	Larva de Coleoptera	30	14	56	30
Oligochaeta	1	19	14	7	Oligochaeta	11	13	149	49
Orthoptera	1	2	6	0	Orthoptera	0	3	1	0
Thysanoptera	6	8	3	1	Thysanoptera	1	3	0	1
Abundância total	1378	392	774	267	Abundância total	4160	580	821	2860
Abundância média (n = 8)	174a ²	50b	101a	35b	Abundância média (n = 8)	521ns	75	109	360
Riqueza total	13	12	11	10	Riqueza total	13	12	12	11
Riqueza média (n = 8)	6,8ns ³	5,6	6,9	5,8	Riqueza média (n = 8)	7,0b	7,9ab	9,1a	7,3ab
Dominância (D)	0,63	0,52	0,56	0,52	Dominância (D)	0,48	0,4	0,39	0,39
Shannon (H')	0,82	0,99	0,95	1,02	Shannon (H')	1,08	1,34	1,38	1,35

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente, ns não houve diferenças estatísticas. ¹ Número de indivíduos total por sistema, ² Média de indivíduos por parcela, ³ Média de grupos por parcela, Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

4.2 ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DA MESOFAUNA DO SOLO AMOSTRADOS POR CORES E ARMADILHA DE QUEDA (PITFALL TRAPS).

Através da soma dos métodos (*cores* + armadilha de queda), foram capturados e identificados um total 22060 indivíduos da mesofauna edáfica, considerando os quatro sistemas avaliados (PN, PM, PP e PA) e as duas épocas de coletas. Foram observados 11 grupos distintos de organismos da fauna edáfica (Tabela 5). No verão o PA foi o sistema que apresentou maior abundância de organismos da mesofauna (1797 ind. par⁻¹), seguido por PM (839 ind. par⁻¹) e PP (626 ind. par⁻¹). No inverno, observou-se comportamento similar, sendo PA (9159 ind. par⁻¹) > PP (5335 ind. parcela-1) > PM (2376 ind. par⁻¹). O sistema de pastagem nativa (PN) apresentou os menores valores de abundância no verão (221 ind. par⁻¹) e no inverno (1707 ind. par⁻¹) (Tabela 5).

Quanto a diversidade, não foram observadas diferenças na riqueza de grupos de organismos entre os sistemas de pastagens, nas duas épocas de amostragem. O sistema PM destacou-se dos demais em termos de diversidade apresentando menor índice de Dominância (D) de grupos e maior índice de e Shannon (H') para as duas épocas de coleta. Entretanto PA foi o sistema que apresentou menor diversidade apresentando uma maior dominância (D) de grupos e menor índice de H' nas duas coletas. Os demais sistemas apresentaram índices similares (Tabela 5).

Nos quatro sistemas, a abundância total da mesofauna do solo foi menor no verão que a observada no inverno, variando esta tendência quando se observa os grupos específicos. Os organismos da subclasse Acari (ordem Arachnida) e da ordem Collembola apresentaram maior abundância. em todos os sistemas enquanto aqueles pertencentes a família Enchytraeidae, (ordem Oligochaeta) ocorreram sempre em menor número (Tabela 5).

No verão, o grupo de organismos da ordem Collembola apresentou maior ocorrência no sistema PA (251 ind. sistema⁻¹), seguido de PP (250 ind. sistema-1), PM (205 ind. sistema-1) e menores em PN (35 ind. sistema⁻¹) (Tabela 5). Entre os ecomorfotipos destaca-se os hemiedáficos que apresentaram maior abundância de ocorrência, sendo principalmente em PA (194 in ind. sistema⁻¹). Em seguida o ecomorfotipo epígeo teve a maior abundância de ocorrência em PP (65 ind. sistema⁻¹), e por fim, o ecomorfotipo edáfico apresentou a menor ocorrência de abundância em todos os sistemas, sendo o mais representativo em PA (9 ind.

sistema⁻¹). O mesmo comportamento foi observado no inverno, com maior ocorrência de abundância em PA (7512 ind. sistema⁻¹), PP (2195 ind. sistema⁻¹) e PA (9 ind. sistema⁻¹), para hemiedáfico, epígeo e edáfico, respectivamente. O ecomorfotipo edáfico não ocorreu em PN e PP no inverno (Tabela 5).

No verão, o grupo de organismos da família Enchytraeidae foi de maior ocorrência no sistema PN (11 ind. sistema⁻¹). Neste caso destacaram-se os gêneros *Enchytraeus* (7 ind. sistema⁻¹) e *Fridericia* (3 ind. sistema⁻¹) (Tabela 5). O gênero *Guaranidrilus*, por sua vez, esteve ausente em todos os sistemas nesta época. Para coleta realizada no inverno PA apresentou maior ocorrência organismos da família Enchytraeidae, destaque para o grupo *Hemienchytraeus* (116 ind. sistema⁻¹), e *Enchytraeus* (26 ind. sistema⁻¹). O gênero *Fridericia*, esteve ausente em PM nas duas épocas de coletas (Tabela 5).

Na coleta de verão os organismos da subclasse Acari (ordem Arachnida), apresentaram maior abundância no sistema PA (1544 ind. sistema⁻¹), seguido de PM (631 ind. sistema⁻¹), PP (373 ind. sistema⁻¹) e menor em PN (169 ind. sistema⁻¹) (Tabela 5). A subordem Oribatida teve maior abundância de ocorrência, em PA (1442 ind. sistema⁻¹), em seguida a subordem Prostigmata, apresentou maior abundância de ocorrência, ocorrendo principalmente em PM (276 i ind. sistema⁻¹), e por fim, a ordem Mesostigmata, apresentou menores valores de abundância de ocorrência em todos os sistemas, sendo mais representativo em PM (94 ind. sistema⁻¹). O mesmo comportamento foi observado no inverno, com maior ocorrência de abundância em PA (958 ind. sistema⁻¹) de organismos da subclasse Acari. A subordem Oribatida continuou apresentando a maior abundância de ocorrência em PA (636 ind. sistema⁻¹) e menores em PN (ind. sistema⁻¹), em seguida a ordem Mesostigmata teve uma maior abundância de ocorrência em PP (416 ind. sistema⁻¹). Por fim a subordem Prostigmata, apresentando menores valores de abundância onde o sistema com maior abundância de ocorrência foi PM (51 ind. sistema⁻¹)

Tabela 5 - Abundância e diversidade dos grupos da mesofauna edáfica amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*) mais *Coresnos* sistemas de Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagens Anual Cultivada, no município de Lages, SC.

Mesofauna	PN	PM	PP	PA	Mesofauna	PN	PM	PP	PA
Verão					Inverno				
Collembola	35¹	205	250	251	Collembola	1251	1688	4335	8031
Collembola Epígeo	7	18	65	48	Collembola Epígeo	609	758	2195	509
Collembola Hemiedáfico	22	184	184	194	Collembola Hemiedáfico	642	926	2140	7512
Collembola Edáfico	6	3	1	9	Collembola Edáfico	0	4	0	10
Enchytraeidae	11	1	0	1	Enchytraeidae	12	7	13	164
<i>Enchytraeus</i>	7	1	0	0	<i>Enchytraeus</i>	5	2	8	26
<i>Fridericia</i>	3	0	0	0	<i>Fridericia</i>	3	0	1	14
<i>Guaranidrilus</i>	0	0	0	0	<i>Guaranidrilus</i>	2	3	2	8
<i>Hemienchytraeus</i>	1	0	0	1	<i>Hemienchytraeus</i>	2	2	2	116
Acari	169	631	373	1544	Acari	435	675	956	958
Oribatida	85	261	269	1442	Oribatida	383	496	503	636
Prostigmata	69	276	52	58	Prostigmata	5	51	37	18
Mesostigmata	15	94	52	44	Mesostigmata	47	128	416	304
L. Diptera	6	2	3	1	L. Diptera	9	6	31	6
Abundância total	221	839	626	1797	Abundância total	1707	2376	5335	9159
Abundância média (n = 8)	28c ²	105b	78b	225 ^a	Abundância média (n = 8)	213b	297b	667a	1145a
Riqueza total	10	8,00	7,00	8,00	Riqueza total	10,00	10,00	10,00	11,00
Riqueza média (n = 8)	4,3ns ³	5,30	4,90	4,90	Riqueza média (n = 8)	5,50 ns	6,30	6,90	8,60
Dominância (D)	0,44	0,35	0,36	0,60	Dominância (D)	0,49	0,33	0,37	0,59
Shannon (H')	1,03	1,27	1,20	0,80	Shannon (H')	0,95	1,30	1,20	0,87

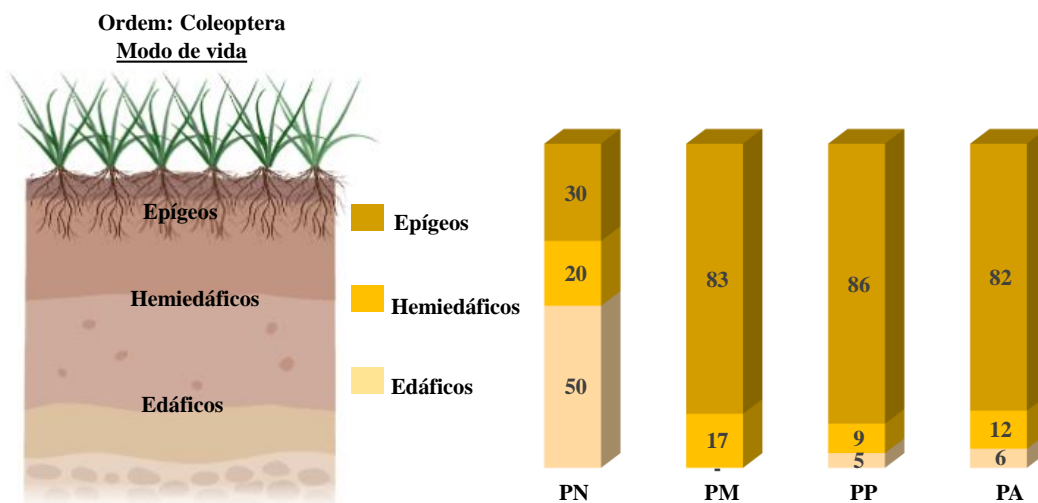
Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente, ns não houve diferenças estatísticas, ¹ Número de indivíduos total por sistema, ² Média de indivíduos por parcela, ³ Média de grupos por parcela. **Fonte.** Elaborado pela autora, 2021.

4.3 ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS ECOMORFOTIPOS DE COLEÓPTERAS AMOSTRADOS POR ARMADILHA DE QUEDA (*PITFALL-TRAPS*) E *TSBF*

A abundância relativa dos ecomorfotipos de coleópteras (Epígeo, Hemiedáfico, Edáfico), amostrados pelo método de armadilha de queda (*Pitfall traps*) mais *TSBF*, teve comportamento diferente entre os sistemas de pastagens e épocas de coletas (Figuras 6 e 7). O ecomorfotipo de coleóptero com maior abundância relativa de foram os epígeos em ambas as coletas.

Para coleta de verão PP apresentou maior abundância relativa desses organismos 86%, seguido de PM (83%) e PA (82%) e PN (30%). O sistema PN, no entanto teve uma maior frequência de ecomorfotipos edáficos (50%), e hemiedáficos (20%) diferindo dos outros sistemas (Figuras 6). Para coleta realizada no inverno o ecomorfotipo epígeo continuou sendo o mais frequente encontrados nos sistemas, PN (86%), PA (85%), PM (73%) e PP (56%), o ecomorfotipo hemiedáfico foram encontrados em maior frequência no sistema PP (44%) e menor em PA (11%), entretanto o ecomorfotipo edáfico não foram encontrados na coleta de inverno (Figuras 7).

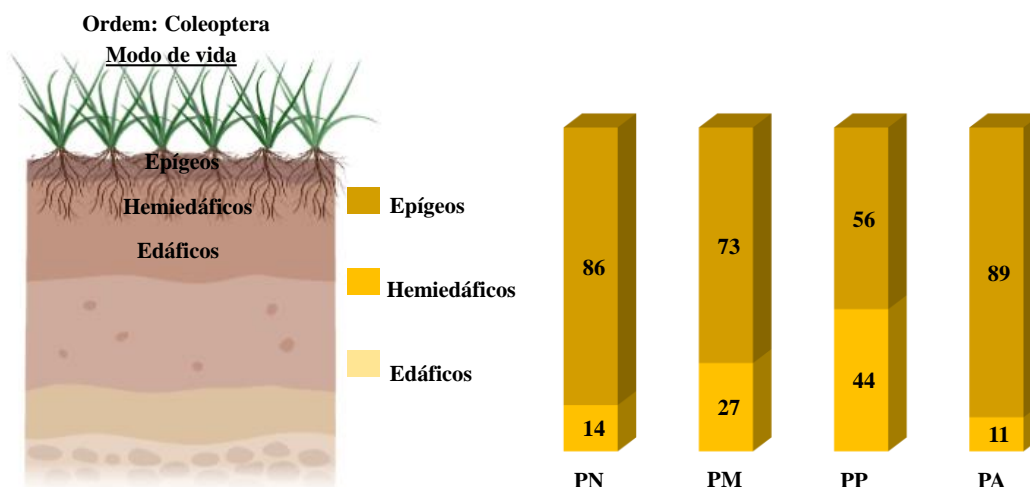
Figura 6 - Abundância relativa dos ecomorfotipos de coleópteras mais frequentes amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*) mais *TSBF* nos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual (PA) na coleta de verão.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Figura 7 - Abundância relativa dos ecomorfotipos de coleópteras mais frequentes amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*) mais *TSBF* nos sistemas

Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual (PA) na coleta de inverno



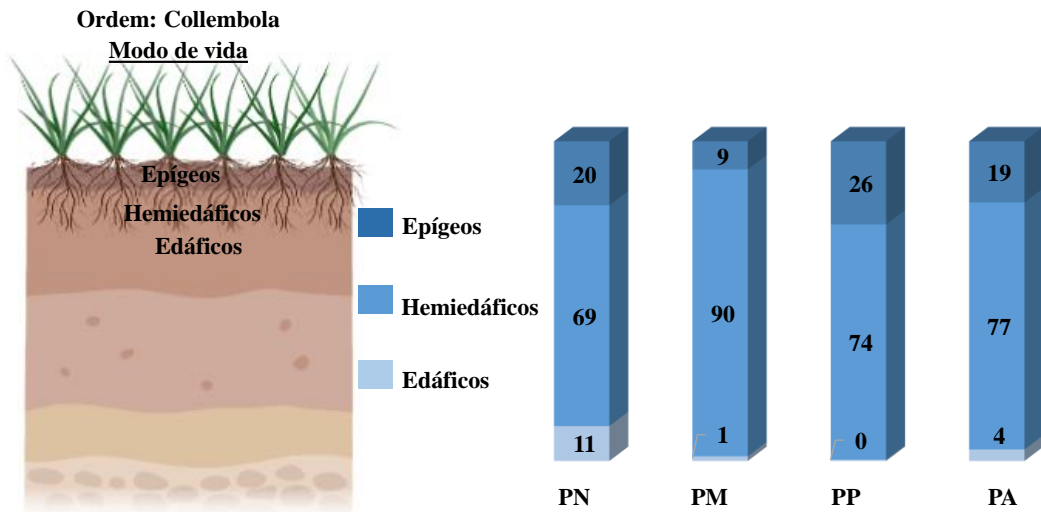
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

4.4 ABUNDÂNCIA RELATIVA DE ECOMORFOTIPOS DE COLLEMBOLA AMOSTRADOS POR ARMADILHA DE QUEDA (*PITFALL-TRAPS*) MAIS CORES.

Abundância relativa dos ecomorfotipos de Collembola (Epígeo, Hemiedáfico, Edáfico), amostrados pelo método de armadilha de queda (*Pitfall traps*) mais *Cores*, teve um comportamento diferente entre os sistemas de pastagens e épocas (Figuras 8 e 9). Para coleta de verão (Figuras 8), os ecomorfotipos hemiedáficos foram os que apresentaram maior abundância relativa em PM (90%), seguido de PA (77%), PP (74%) e menor em PN (69%). Para a coleta de inverno, no entanto PA (94%) apresentou maior frequência dos morfotipos hemiedáficos seguido de PN (88%), PM (55%) e PP (49) com menor frequência. PP, no entanto, foi sistema que apresentou maior abundância relativa para o ecomorfotipos epígeos (51%) para coleta de inverno (Figuras 9).

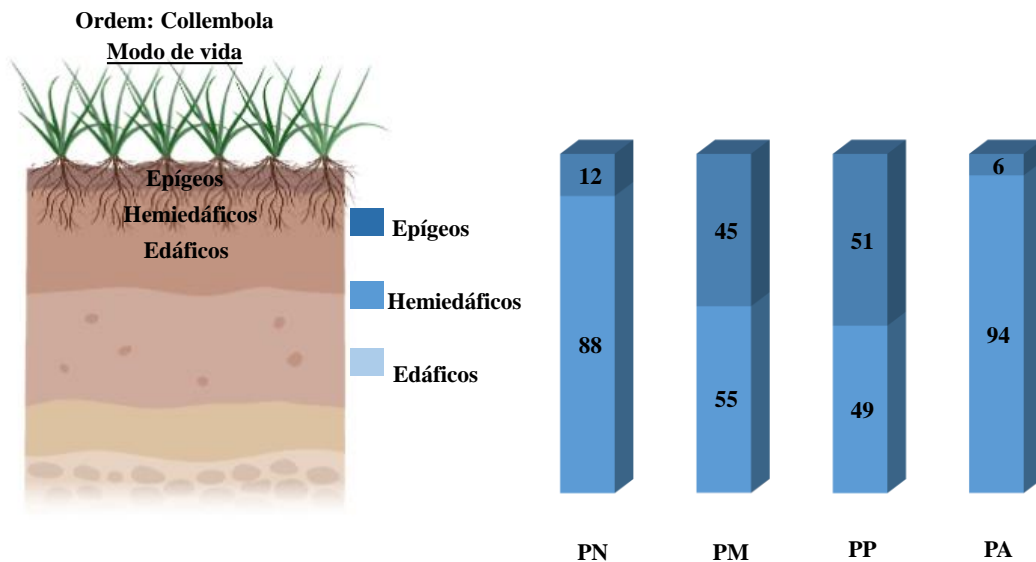
Figura 8 - Abundância relativa dos ecomorfotipos de Collembola mais frequentes amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*) mais Core nos sistemas

Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual (PA) na coleta de verão.



Fonte. Elaborado pela autora, 2021.

Figura 9 - Abundância relativa dos ecomorfotipos de Collembola mais frequentes amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*) mais *Core* nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA) na coleta de inverno.

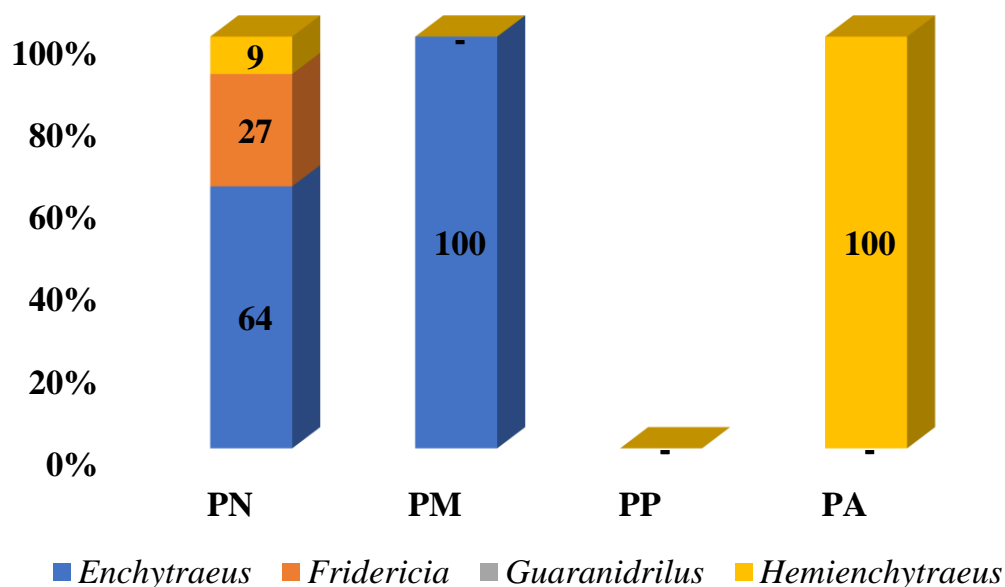


Fonte. Elaborado pela autora, 2021.

4.5 ABUNDÂNCIA RELATIVA DE GÊNEROS DE ENQUITREÍDEOS AMOSTRADOS POR CORES.

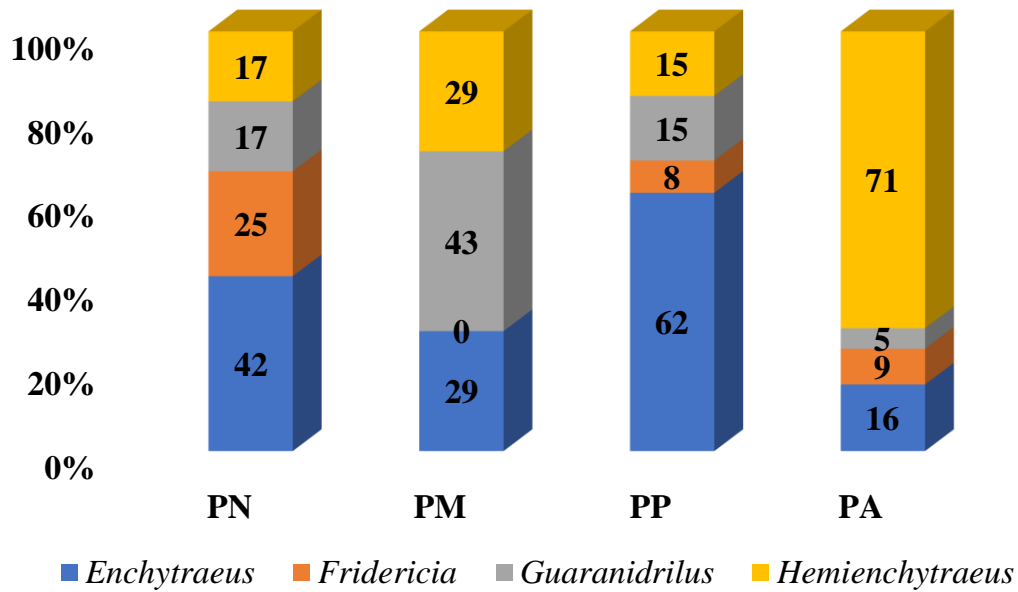
A abundância relativa dos gêneros de enquitreídeos, amostrados por cores teve um comportamento diferente entre os sistemas de pastagens e as épocas de coletas. Para coleta realizada no verão o gênero *Enchytraeus*, tem maior abundância relativa em PM (100%) e PN (64%) (Figura 10) e o sistema PP não apresentou nenhum gênero de enquitreídeos para coleta de verão. No entanto para coleta realizada no inverno esse gênero apresentou sua maior abundância relativa em PP (62%), enquanto o *Hemienchytraeus*, teve uma maior frequência de ocorrência no sistema PA representando (71%) da abundância relativa de enquitreídeos nesse sistema, o gênero *Guaranidrilus* esteve presente em maior ocorrência em PM (43%), enquanto PN apresentou maior abundância de relativa de *Fridericia* (25%) (Figura 11).

Figura 10 - Abundância relativa de gêneros de enquitreídeos mais frequentes encontrados por Core nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual (PA) na coleta de verão.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Figura 11 - Abundância relativa gêneros de enquitreídeos mais frequentes encontrados por Core nos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP) e Pastagem Anual (PA) na coleta de inverno.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

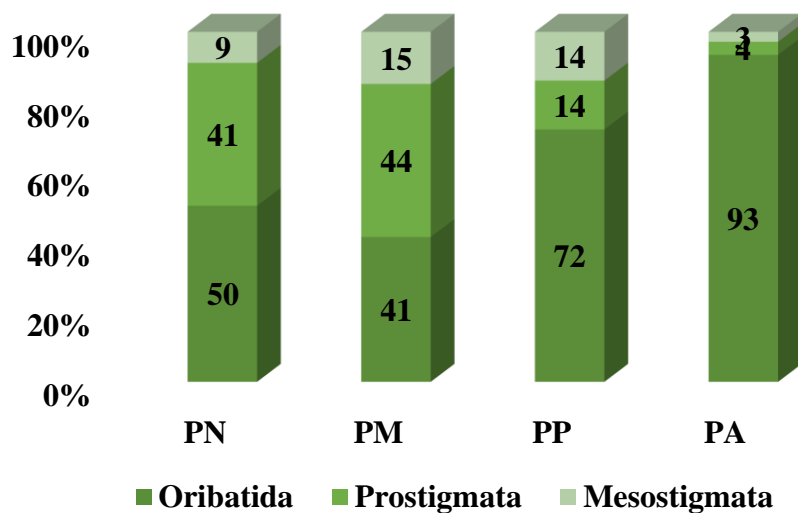
4.6 ABUNDÂNCIA RELATIVA DA SUBCLASSE DE ÁCAROS AMOSTRADOS POR ARMADILHA DE QUEDA (*PITFALL TRAPS*) MAIS CORES

A abundância relativa de das grandes ordens de Acari (Oribatida, Mesostigmata, Prostigmata) mais ocorrentes, variou com os sistemas de pastagens e épocas (Figuras 12 e 13) A Subordem Oribatida foi que a apresentou maior abundância relativa nas duas épocas de coletas sendo maior em PA (93) no verão e em PN (88%) no inverno (Figuras 12 e 13). Na coleta de verão a Subordem Prostigmata, foi mais representativa em PM (44%), e menor em PA (4%) no verão. A ordem Mesostigmata foi que apresentou menor abundância relativa na coleta de verão com uma frequência máxima menor que 20%.

Para a coleta de inverno (Figura 13) no entanto a ordem Mesostigmata teve um aumento na abundância relativa, principalmente em PP (44%) e menor em PN (11%). A Subordem Prostigmata foram os organismos com menor frequência de ocorrência nos sistemas estudado tendo uma frequência menor que 10% em todos os sistemas. (Figura 13).

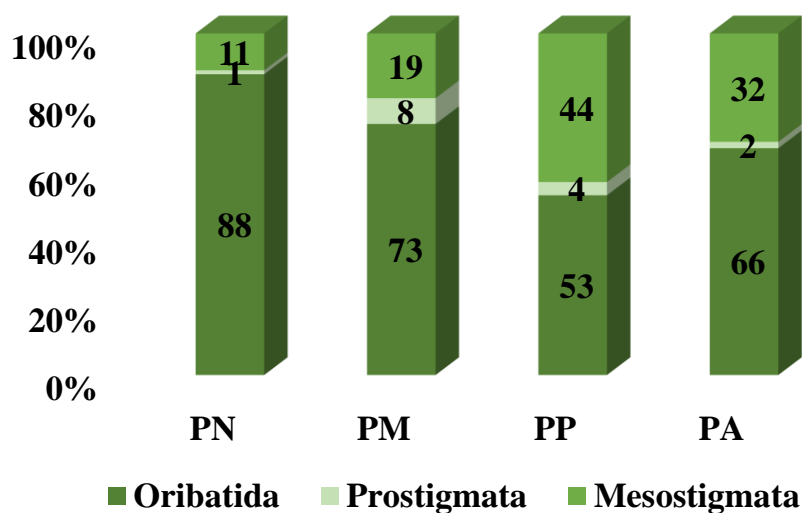
Figura 12 - Abundância relativa das grandes ordens de Acari mais frequentes amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*) Core nos sistemas Pastagens Nativa

(PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA) na coleta de verão.



Fonte. Elaborado pela autora, 2021.

Figura 13 - Abundância relativa das grandes ordens de Acari mais frequentes amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*) e Core nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA) na coleta de inverno.



Fonte. Elaborado pela autora, 2021.

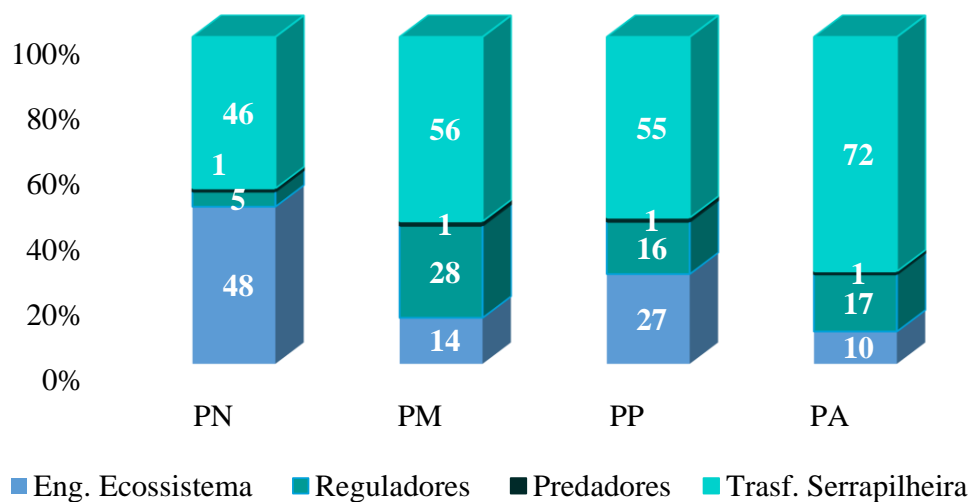
4.7 ABUNDÂNCIA RELATIVA DE GRUPOS FUNCIONAIS DA FAUNA EDÁFICA COLETADOS POR ARMADILHA DE CORES E ARMADILHA DE QUEDA (*PITFALL TRAPS*) MAIS *TSBF*.

Para abundância relativa dos grupos funcionais da fauna edáfica amostrada pelos métodos de armadilha de queda (*Pitfall traps*), mais *TSBF* e *Cores*, observou comportamento diferente entre os sistemas de pastagens e épocas de coletas verão e inverno (Figuras 14 e 15).

Na coleta de verão os valores de maior abundância relativa foram dos transformadores da serrapilheira (Coleópteros, Diplópode, Larvas de dípteras e Acari Oribatida) sendo observados em PA (72%), seguidos de PM (56%) e PP (55%), e menores em PN (46%) (Figura 14). Os micropredadores (Collembola, Thysanoptera, Acari Prostigmata e Mesostigmata) apresentaram maior frequência de ocorrência em PM (28%), e os predadores (Araneae, Chilopoda) apresentaram uma baixa abundância de apenas 1% nos quatros sistemas estudados. Os engenheiros do ecossistema (Minhoca, Isoptera, Formicidae, Larvas de Coleópteros, Enquitreídeos) foram observados uma maior frequência em PN (48%).

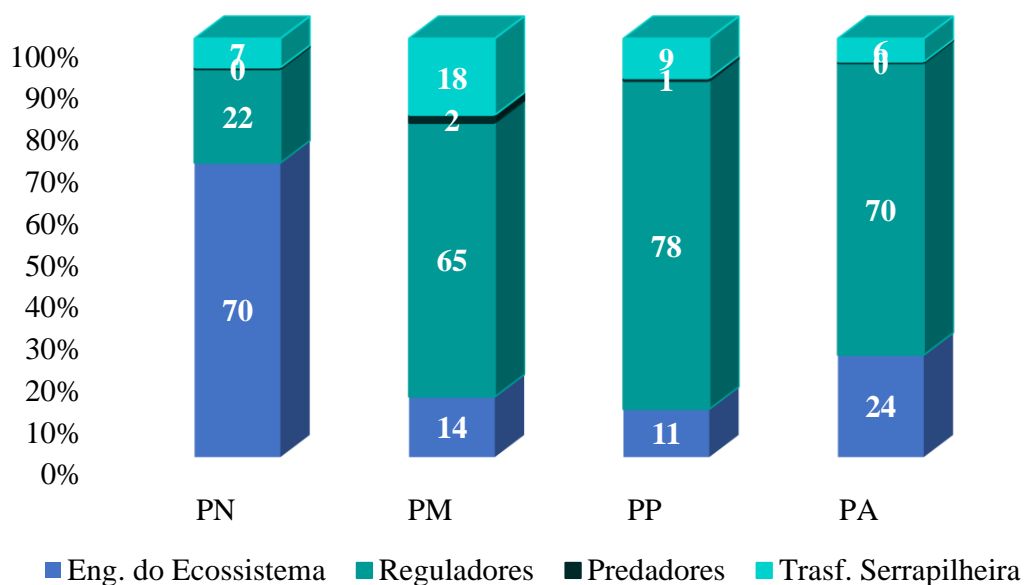
Entretanto, na coleta de inverno, os grupos de organismos que apresentaram maior abundância relativa foram os micropredadores/reguladores, onde sendo maior em PP (78%), seguido de PA (70%), PM (65%) e menores em PN (22%). O sistema PN apresentou a maior abundância relativa de transformadores da serrapilheira (22%), assim como de engenheiros do ecossistema (70%). Os predadores apresentaram baixa frequência em ambas as coletas e em todos os sistemas (Figura 15).

Figura 14 - Abundância relativa da fauna edáfica amostrados por armadilha de queda, TSBF e *Core* classificada em grupos funcionais nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA) na coleta de inverno.



Fonte. Elaborado pela autora, 2021.

Figura 15 - Frequência relativa da abundância da fauna edáfica amostrados por armadilha de queda, TSBF e *Core* classificada em grupos funcionais nos sistemas Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA) na coleta de inverno.



Fonte. Elaborado pela autora, 2021.

4.8 AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DE MACROFAUNA EDÁFICA PELO MÉTODO DE AMOSTRAGEM TSBF.

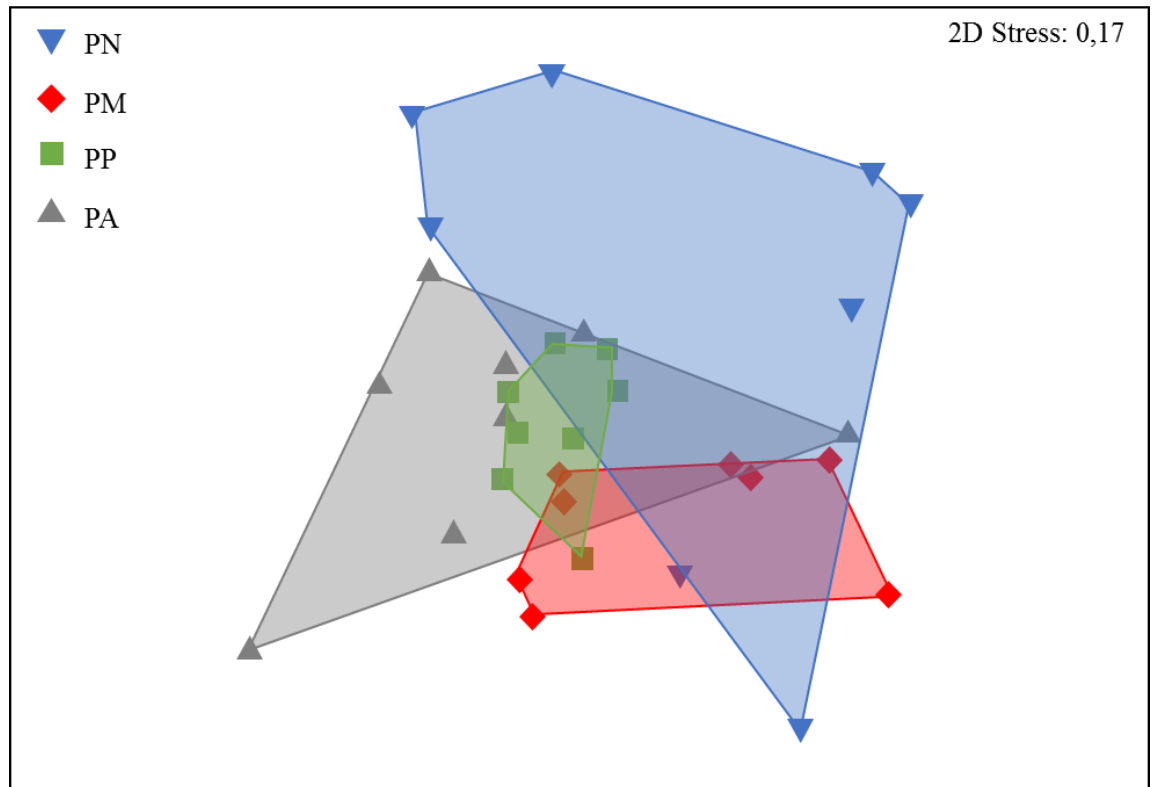
A análise multivariada Permanova com base na tabela da abundância da macrofauna edáfica amostrados pelo método de TSBF, evidenciou que não existe efeito significativos entre os sistemas sobre a composição da comunidade da fauna edáfica, bem como interação Sistema vs Parcela na coleta de dados do verão (Tabela S2) não sendo possível fazer ANOSIM, e SIMPER já que a Permanova não apontou diferenças significativas.

Para coleta de inverno, no entanto, a análise multivariada Permanova, evidenciou que existe efeito significativo entre os sistemas sobre a composição da comunidade da fauna edáfica (Pseudo-F = 1,908; P(perm) = 0,003), porém não apresentou efeitos significativos entre Sistema vs Parcela, na amostragem coletados pelo método de TSBF (Tabela S3).

A fim de visualizar o padrão da composição dos grupos da macrofauna edáfica nos sistemas de pastagens, utilizou-se a escala multidimensional não métrica (NMDS). A análise de ordenação NMDS, foi calculada com base na matriz de similaridade de Bray-Curtis usando a abundância total de indivíduos para cada sistema. A análise de NMDS para as avaliações de inverno apresentou valor de estresse = 0,17. Os resultados revelaram a separação no espaço de ordenação entre a comunidade da fauna edáfica e os sistemas de pastagens (Figura 16).

A análise de similaridade (ANOSIM) foi aplicada para testar diferenças quanto a composição da captura, e comparar conjuntos de amostras contendo dados de abundância ou presença e ausência por meio da similaridade dentro dos grupos e entre eles. Foi utilizado o índice de similaridade de BrayCurtis, que apontou a existência de diferenças estatísticas nas composições dos grupos da fauna edáfica entre os sistemas de pastagens PA vs PM, PN vs PP, PN vs PM e PP vs PM, porém não houve diferenças entre os sistemas PA vs PN e PA vs PP para coleta de inverno (valor global R: 0,205 e $p \leq 0,2\%$) (Tabela 6).

Figura 16 - Análise de ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS) dos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP), Pastagem Anual Cultivada (PA), realizada por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis geradas a partir de dados de abundância da macrofauna edáfica amostrados pelo método de TSBF no inverno.



Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

Tabela 6 - Análises de ANOSIM para a macrofauna fauna edáfica amostrada por TSBF, durante o inverno nos diferentes sistemas de pastagens.

Sistemas	R	%p
PA, PN	0,124	8,5
PA, PP	0,099	8,4
PA, PM	0,228	1,5
PN, PP	0,278	0,3
PN, PM	0,227	1,6
PP, PM	0,239	0,9

Pastagens Nativa (PN), Pastagens Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP), Pastagens Anual Cultivada (PA). Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

A análise SIMPER foi aplicada para determinar quais os grupos que mais contribuíram, percentualmente, para separação dos sistemas de pastagens. O coeficiente de distanciamento de Bray-Curtis, foi utilizado para os cálculos de dissimilaridade entre as amostras

representativa. Os sistemas de pastagens foram combinados aos pares. Essas combinações oferecem informações dos quais grupos de organismos mais contribuíram para que essa diferenciação ocorresse. Os sistemas PN vs PM foram os sistemas com maior dissimilaridade (73,9%), onde os grupos Formicidae (15,8%), Oligochaeta (11,7%), Isoptera (11,1%), Araneae (10,2%) e Larvas de Coleópteras (10,1%) foram os que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os sistemas. Entre PN vs PP, Formicidae (14,2%) Oligochaeta (14,0%), Larvas de Coleópteras (12,3%) e Isoptera (10,8%), foram os grupos que mais contribuíram para as diferenças. Entre os sistemas PM vs PP os grupos que mais contribuíram para a diferenças foram: Oligochaeta (16,1%) e Araneae (10,7%). Por fim, em PM vs PA Formicidae (13,9%), Oligochaeta (13,7%), Larvas de Coleoptera (10,9%), Araneae (10,7%) e Coleoptera (10,3%) foram os grupos que mais contribuíram para dissimilaridade entres esses dois sistemas. Tabela 7).

Tabela 7 - Análise de SIMPER. Contribuição percentual (%) dos grupos da macrofauna edáfica para a dissimilaridade dentro dos sistemas de pastagens, coletados pelo método de TSBF no inverno.

Grupos	PN vs PM (73,9%)	PN vs PP (68,1%)	PM vs PP (49,3%)	PM vs PA (62,1%)
Coleoptera	- ¹	-	-	10,3
Oligochaeta	11,7	14	16,1	13,7
Formicidae	15,8	14,2	-	13,9
Araneae	10,2	-	10,7	10,7
Isoptera	11,1	10,8	-	-
L. Coleoptera	10,1	12,3	-	10,9
L. Diptera	-	-	-	-

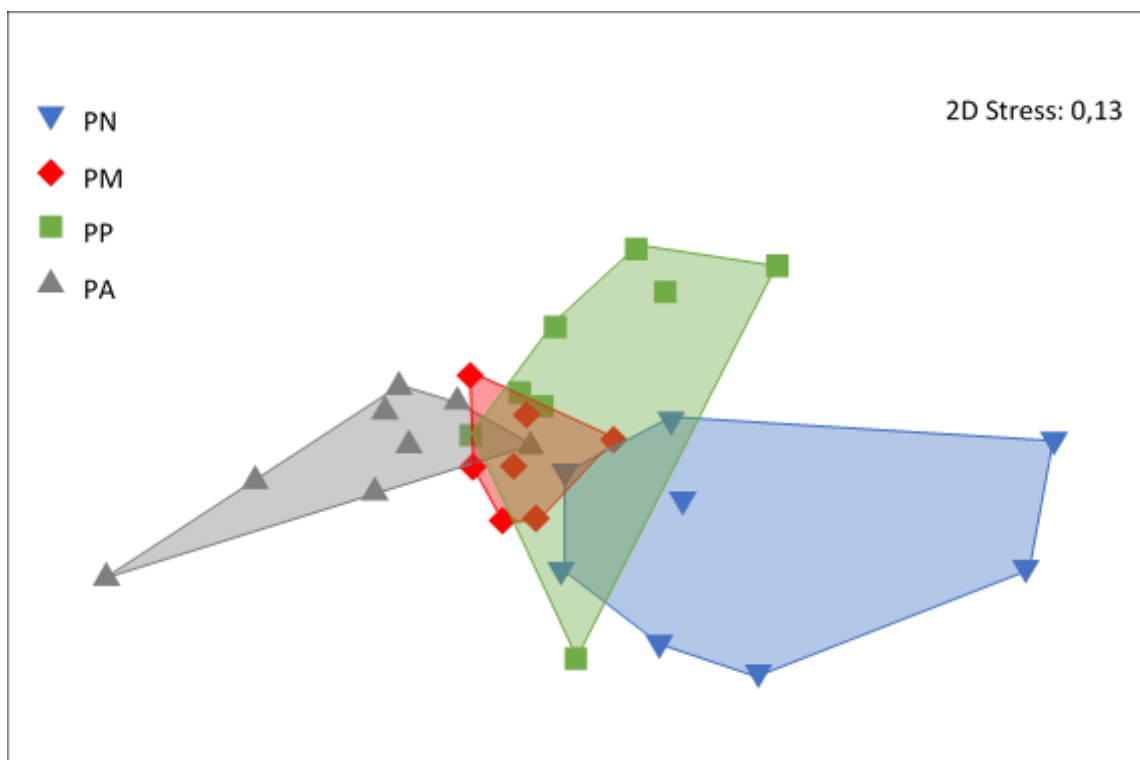
Pastagens Nativa (PN), Pastagens Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP), Pastagens Anual Cultivada (PA). 1 Grupo taxonômico com contribuição menor que 10%. **Fonte:** Elaborada pela autora, 2021.

4.9 AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DE MACRO E MESOFAUNA EDÁFICA DE SUPERFÍCIE, AMOSTRADOS PELO MÉTODO DE ARMADILHA DE QUEDA (*PITFALL TRAPS*).

A análise multivariada Permanova com base na tabela da abundância de macro e mesofauna amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*), apontou diferenças significativas (Pseudo-F = 10,144; P(perm) = 0,001) entre os quatro sistemas de pastagens sobre a composição da comunidade da meso e macrofauna edáfica de superfície na coleta de verão (Tabela S4).

Para visualizar o padrão de composição dos grupos da meso e macrofauna edáfica de superfície nos sistemas de pastagens, utilizou-se a escala multidimensional não métrica (NMDS). A análise foi calculada com base na matriz de similaridade de Bray-Curtis usando a abundância total de indivíduos para cada sistema (Figura 17). A análise de NMDS para as avaliações de verão apresentou valor de Stress = 0,13. Os resultados revelaram separação entre a comunidade da fauna edáfica e os sistemas de pastagens (Figura 17)

Figura 17 - Análise de ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS) dos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP), Pastagem Anual Cultivada (PA), realizada por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis geradas a partir de dados de abundância da meso e macrofauna edáfica de superfície amostrados pelo método de armadilha de queda (*Pitfall traps*), no verão.



Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

A análise de similaridades (ANOSIM) foi aplicada para testar diferenças na composição da comunidade edáfica de meso e macrofauna edáfica de superfície, e comparar conjuntos de amostras contendo dados de abundância ou presença e ausência por meio da similaridade dentro dos grupos e entre eles. Foi utilizado o índice de similaridade de Bray-Curtis, que apontou a existência de diferenças estatísticas nas composições dos grupos da fauna edáfica entre todos os sistemas de pastagens estudados para coleta do verão (valor global R: 0,341 e $p \leq 0,1\%$) (Tabela 8).

Tabela 8 - Análises de ANOSIM para meso e macrofauna edáfica de superfície amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*). durante o verão nos diferentes sistemas de pastagens.

Sistemas Verão	R	p%
PA, PN	0,554	0,1
PA, PP	0,416	0,3
PA, PM	0,353	0,5
PN, PP	0,334	0,1
PN, PM	0,264	0,2
PP, PM	0,273	0,2

Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA). **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

A partir das diferenças entre os sistemas e os grupos da fauna edáfica evidenciados pela Anosin realizou-se uma análise de SIMPER para determinar quais os grupos que mais contribuíram para as diferenças entre os sistemas de pastagem estudados. O coeficiente de distanciamento de Bray-Curtis, foi utilizado para os cálculos de dissimilaridade entre as amostras representativa.

Os sistemas de pastagens foram combinados aos pares. Essas combinações oferecem informações dos quais grupos de organismos mais contribuíram para que essa diferenciação ocorresse. Observou-se maior dissimilaridade entre os sistemas PN vs PA (54,6%) no verão, sendo os grupos Oribatida (17,1 %) e Formicidae (14,5 %) os que mais contribuíram para a separação (Tabela 9). Para os sistemas PN vs PM, Oribatida, Collembola e Collembola Hemiedáfico foram os grupos que contribuíram com no mínimo 10% para a dissimilaridade entre esses dois sistemas (Tabela 9). As dissimilaridades entre PN vs PP foi determinada pelos grupos de Prostigmata (10,1%), Collembola (12,3%) e Collembola Hemiedáfico (11,1%). Para a dissimilaridade entre PM vs PP, Prostigmata foi o grupo que mais contribuiu (13,8%) (Tabela 9). No caso da comparação entre PM vs PA, o grupo Prostigmata (17,1%) seguido de Oribatida (12,5%) e Formicidae (10,1%) definiram a dissimilaridade entre estes sistemas. No que se refere a PA vs PP os principais grupos foram Oribatida (12,9%), seguido de Formicidae (12,8 %), Acari total (10,3%) e Hemíptera (10,1%) (Tabela 9).

Tabela 9 - Análise de SIMPER. Contribuição percentual (%) dos grupos da meso e macrofauna edáfica de superfície para a dissimilaridade dentro dos sistemas de pastagens, coletados pelo método de armadilha de queda no verão.

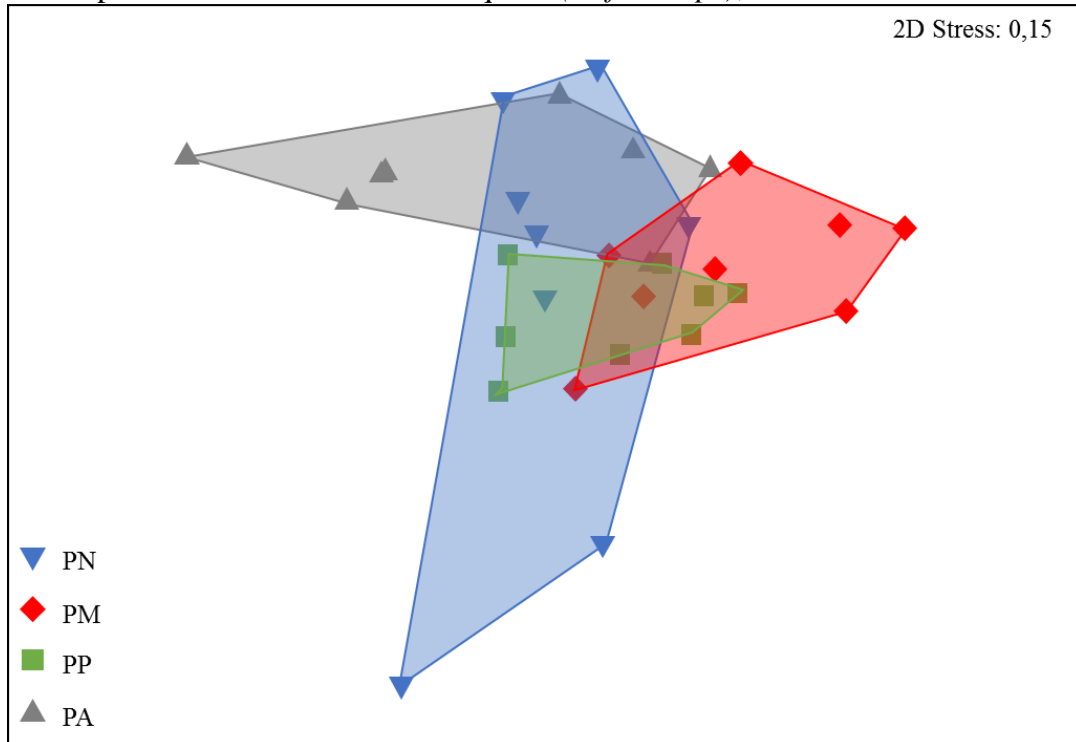
Grupos	PN vs PM (40,3%)	PN vs PP (43,9%)	PN vs PA (54,6%)	PM vs PP (31,4%)	PM vs PA (31,7%)	PA vs PP (40,7%)
Acari	- ¹	-	-	-	-	10,3
Oribatida	11,6	-	17,1	-	12,5	12,9
Prostigmata	-	10,1	-	13,8	17,1	-
Collembola	11,4	12,3	-	-	-	-
Coll.	11,1	11,1	-	-	-	-
Hemiedáfico	-	-	14,5	-	10,1	12,8
Formicidae	-	-	-	-	-	10,1
Hemíptera	-	-	-	-	-	10,1

Pastagens Nativa (PN), Pastagens Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP), Pastagens Anual Cultivada (PA). 1 Grupos taxonômicos com contribuição menor que 10. **Fonte.** Elaborado pela autora, 2021.

A análise multivariada Permanova com base na tabela da abundância de meso e macrofauna edáfica de superfície amostrados por armadilha de queda (*Pitfall traps*), apontou diferenças significativas (Pseudo-F = 3,366; P(perm) = 0,005) entre os quatro sistemas de pastagens sobre os grupos da fauna edáfica na coleta de inverno (Tabela S5).

Para visualizar o padrão de composição dos grupos da meso e macrofauna edáfica de superfície nos sistemas de pastagens, utilizou-se a escala multidimensional não métrica (NMDS). A avaliação no inverno apresentou valor de Stress = 0,15. Os resultados revelaram separação entre a comunidade da meso e macrofauna edáfica de superfície e os sistemas de pastagens (Figura 18)

Figura 18 - Análise de ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS) dos sistemas Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP), Pastagem Anual Cultivada (PA), realizada por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis geradas a partir de dados de abundância da meso e macrofauna edáfica de superfície pelo método de armadilha de queda (*Pitfall traps*), no inverno.



Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

A análise de similaridades (ANOSIM) foi aplicada para testar diferenças quanto a composição da comunidade edáfica de macro e mesofauna de superfície, e comparar conjuntos de amostras contendo dados de abundância ou presença e ausência por meio da similaridade dentro dos grupos e entre eles. Foi utilizado o índice de similaridade de Bray-Curtis, que apontou que não houve diferenças estatísticas apenas entre os sistemas PA vs PN (valor global R: 0,252 e $p \leq 0,1\%$) (Tabela 10) nas composições dos grupos da fauna edáfica para coleta de inverno.

Tabela 10 - Análises de ANOSIM para meso e macrofauna edáfica de superfície amostrada por armadilha de queda durante o inverno nos diferentes sistemas de pastagens.

Sistemas	R	p%
Inverno		
PA, PN	0,098	10,9
PA, PP	0,345	1,1
PA, PM	0,392	0,1
PN, PP	0,232	0,7
PN, PM	0,265	0,6

Pastagens Nativa (PN); Pastagem Nativa Melhorada (PM); Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA).

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

A análise SIMPER foi aplicada para determinar quais os grupos que mais contribuíram, percentualmente, para separação dos sistemas de pastagens. O coeficiente de distanciamento de Bray-Curtis, foi utilizado para os cálculos de dissimilaridade entre as amostras representativa. Os sistemas de pastagens foram combinados aos pares. Essas combinações oferecem informações de que os grupos de organismos mais contribuíram para que essa diferenciação ocorresse. Para o inverno, PM vs PA foram os sistemas com maior dissimilaridade (25,3%), onde Collembola Epígeo (14,9%), Oribatida (11,1%) e Hemíptera (10,8%), foram os grupos que mais contribuíram para essa dissimilaridade (Tabela11). As diferenças entre os sistemas PN vs PM foram atribuídas principalmente pelos grupos Oribatida (11,7%) Acari total (11,1%) e Formicidae (10,6%). Para PN vs PP, os grupos Oribatida (11,3%), Collembola Epígeo (11,1%), Collembola Hemiedáfico (11,0%), Acari total (10,7 %) e Formicidae (10,0%) foram os organismos mais relevantes (Tabela11). Entre PM vs PP os principais grupos foram Oribatida (12,3%) e Mesostigmata (10,3%), Formicidae (11,2%) e Hemíptera (11,2%). Por fim, entre PA vs PP o grupo Collembola Hemiedáfico (22,9%), Oribatida (11,4%), Acari total (10,9%) e Formicidae (10,6%), apresentaram a maior dissimilaridade entre os sistemas (Tabela11).

Tabela 11 - Análise de SIMPER. Contribuição percentual (%) dos grupos meso e macrofauna edáfica de superfície para a dissimilaridade dentro dos sistemas de pastagens, coletados pelo método de armadilha de queda no inverno

Grupos	PN vs PM (23,3%)	PN vs PP (20,0)	PM vs PP (18,4%)	PM vs PA (25,3%)	PA vs PP (21,4)
Acari	11,1	10,7	-	-	10,9
Oribatida	11,7	11,3	12,3	11,1	11,4
Mesostigmata	-1	10,6	10,3	-	-
Coll. Epígeo	-	11,1	-	14,9	22,9
Coll.	-	11	-	-	-
Hemiedáfico	-	11	-	-	-
Formicidae	10,6	10	11,2	-	10,6
Hemíptera	-	-	11,2	10,8	-

Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA). 1 Grupo taxonômico com contribuição menor que 10%. **Fonte:** Elaborada pela autora, 2021.

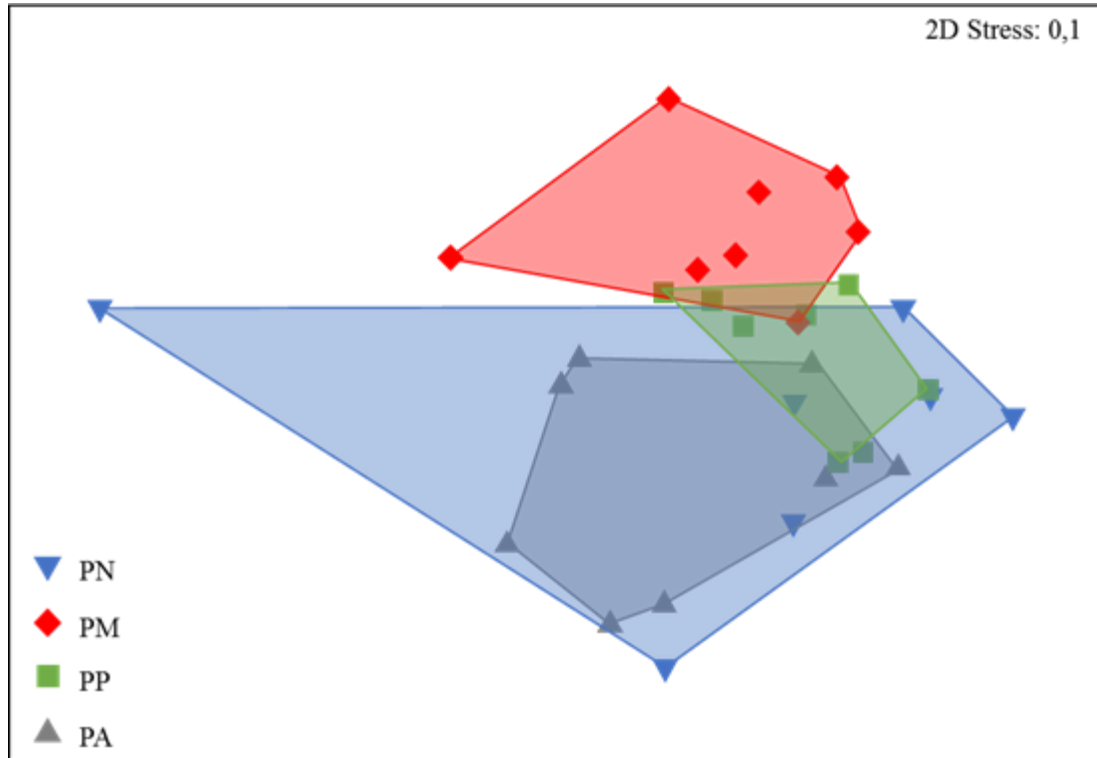
4.10 AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DA MESOFAUNA EDÁFICA AMOSTRADOS PELO MÉTODO DE *CORE*

A análise multivariada Permanova com base na tabela da abundância da mesofauna edáfica, amostrados pelo método de Core mostrou que não existe efeito significativos entre os sistemas sobre a composição da comunidade pelo método de Core, na coleta de dados do verão bem como, interação entre Sistema vs Parcela (Tabela S6) não sendo possível fazer ANOSIM, e SIMPER já que a Permanova não apontou diferenças significativas.

Para coleta de inverno, no entanto a análise multivariada Permanova com base na tabela da abundância da mesofauna edáfica, amostrados pelo método de *Core*, evidenciou que existe efeito significativo (Pseudo-F = 2,58; P(perm) = 0,035) entre os sistemas sobre a composição da comunidade da fauna edáfica, entretanto não houve diferenças entres as parcelas, bem como, interação entre Sistema vs Parcela (Tabela S7).

Para visualizar o padrão de composição dos grupos da mesofauna edáfica nos sistemas de pastagens, utilizou-se a escala multidimensional não métrica (NMDS). A análise de ordenação NMDS, foi calculada com base na matriz de similaridade de Bray-Curtis usando a abundância total de indivíduos para cada sistema. A análise de NMDS para as avaliações de inverno apresentou valores de estresse = 0,10. Os resultados revelaram a separação entre a comunidade da fauna edáfica e os sistemas de pastagens (Figura 19).

Figura 19 - Análise de ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS) dos sistemas de Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP), Pastagem Anual Cultivada (PA), realizada por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis geradas a partir de dados de abundância da mesofauna edáfica de superfície pelo método de *cores* no inverno.



Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA).

Fonte: Elaborada pela autora, 2021.

A análise de similaridade (ANOSIM) foi aplicada para testar diferenças quanto a composição da comunidade edáfica, e comparar conjuntos de amostras contendo dados de abundância ou presença e ausência por meio da similaridade dentro dos grupos e entre eles. Foi utilizado o índice de similaridade de Bray-Curtis, que apontou a existência de diferenças estatísticas nas composições dos grupos da fauna edáfica entre os sistemas de pastagens PA vs PP, PA vs PM, PN vs PM e PP vs PM, porém não houve diferenças estatísticas entre os sistemas PA vs PN e PN vs PP para coleta de inverno (valor global R: 0,253 e $p \leq 0,1\%$). (Tabela 12). Para a coleta de verão não foi realizada a análise de similaridade ANOSIM, uma vez que, não foram encontradas diferenças significativas na Permanova.

Tabela 12 - Análises de ANOSIM para a fauna edáfica amostrada por Core, durante o inverno nos diferentes sistemas de pastagens.

Sistemas Inverno	R	p%
PA, PN	0,11	11,4
PA, PP	0,3	1,8
PA, PM	0,48	0,1
PN, PP	0,117	8,5
PN, PM	0,37	0,3
PP, PM	0,203	1,3

Pastagens Nativa (PN), Pastagens Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP), Pastagens Anual Cultivada (PA). **Fonte:** Elaborada pela autora, 2021.

Os grupos que mais contribuíram para a separação dos sistemas de pastagens estão apresentados na tabela com suas respectivas contribuições, que foram calculadas através da análise SIMPER, utilizando o coeficiente de distanciamento de Bray-Curtis (Tabela 13). Os sistemas de pastagens foram combinados aos pares. Essas combinações oferecem informações de quais os grupos de organismos mais contribuíram para que essa diferenciação ocorresse. Os sistemas PN vs PM, foram os que apresentaram maior dissimilaridade (41,7%), os grupos que mais contribuíram foram: Collembola geral (15,8%), Collembola Hemiedáfico (13,2%), Collembola Epígeo (11,6%), Mesostigmata (10, 8%) e Enquitreídeos (10,5%). Entre PM vs PP os grupos Collembola (17,0%), Collembola Hemiedáfico (15,3%), Collembola Epígeo (14,1%) e Mesostigmata (13,2%), foram que mais contribuíram para dissimilaridade entre esses dois sistemas (Tabela 13). PM vs PA, os grupos Enquitreídeos (13,4%), Collembola (13,1%), Collembola Epígeo (11,1%) e Collembola Hemiedáfico (10,7%), foram os grupos que mais contribuíram para dissimilaridade entres esses dois sistemas (Tabela 13). Por fim PA vs PP, Enquitreídeos (15%), *Hemienchytraeus* (12,6%) Collembola (10,7%) e Mesostigmata (10,2%) (Tabela 13).

Tabela 13 - Análise de SIMPER, contribuição percentual (%) dos grupos da fauna para a dissimilaridade dentro dos sistemas de pastagens, coletados pelo método de *Core* no inverno.

Grupos	PN vs PM (41,7%)	PM vs PP (27,3%)	PM vs PA (38,2%)	PA vs PP (31,4%)
Mesostigmata	10,8	13,2	8,5	10,2
Collembola	15,8	17,0	13,1	10,7
Coll. Epígeo	11,6	14,1	11,1	-
Coll. Hemiedáfico	13,2	15,3	10,7	-
Enquitreídeos	10,5	-	13,4	15,0
<i>Hemienchytraeus</i>	- ¹	-	-	12,6

Pastagens Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagens Perene (PP) e Pastagens Anual (PA). 1 Grupo taxonômico com contribuição menor que 10%. **Fonte:** Elaborada pela autora, 2021.

4.11 RELAÇÕES DA FAUNA EDÁFICA COM PROPRIEDADES QUÍMICAS FÍSICAS E MICROBIOLÓGICAS DO SOLO.

Foram realizadas análises de correlação de Spearman, a fim de entender o grau de correlação entre as variáveis abióticas e microbiológicas em cada sistema de pastagem, no verão e inverno.

O sistema PN apresentou correlações positivas entre os atributos biológicos com os teores de Carbono Total (CT), Magnésio (Mg), Matéria Orgânica (MO), Nitrogênio Total (NT), Carbono/ Nitrogênio (C/N), pH e Microporosidade (Micro) no verão. Dentro deste mesmo sistema, foram observadas correlações negativas com Macroporosidade (Macro) (Figura S1). Para o sistema PM, os grupos da fauna edáfica apresentaram correlação positiva com CT, C/N, Porosidade Total (PT), K, Micro, NT e MO e negativas com Macro, Mg, Densidade do Solo (Ds), Respiração microbiana do solo do Solo (RBS), pH, NT e CT (Figura S2). No sistema PP, foram observadas correlações positivas com NT, RBS, Ds e negativas com CT, NT, RBS, Umidade (Umi) e Macro (Figura S3). Por fim, no sistema PA os grupos da fauna edáfica apresentaram correlações positivas com K, e negativas com RBS, Ds, MO, pH, Mg e Micro (Figura S4).

Para coleta realizada no inverno o sistema PN apresentou correlações positivas com Ds e pH, e correlações negativas com Fosforo (P), Mg, RBS, Calcio (Ca), C/N, MO, pH, Ds e PT (Figura S5). Para o sistema PM foram observadas correlações positivas com CT, RBS, Ds, C/N, pH e Carbono da Biomassa Microbiana (CBM), e negativas com Ds, NT, RBS, Ca, Mg (Figura S6).

O sistema PP apresentou correlações positivas com C/N, K, NT, P, Mg, Ca, P, Macro e Ds, e negativas com Mg, MO, P, pH, Micro, Macro, Ds, C/N, CT e NT (Figura S7). E por fim PA apresentou correlações positivas com Umi, RBS, C/N, Ds, MO, P e NT, e correlações negativas com Macro, CBM, C/N, Micro, RBS, PT e NT (Figura S8).

5. DISCUSSÃO

5.1 ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DA MACROFAUNA E MESOFAUNA EDÁFICA, AMOSTRADAS POR (Armadilha de queda) PITFALL TRAPS, TSBF E CORE)

Os resultados referentes a macrofauna, e mesofauna e grupos funcionais, bem como a avaliação da fauna por diferentes métodos de amostragem (*Pitfall traps*, TSBF e *Core*) foram sensíveis a mudanças nos sistemas de manejo avaliados. Portanto, o presente estudo aceita a primeira hipótese (H1), na qual a abundância e diversidade de grupos da fauna edáfica foram influenciadas pelos diferentes sistemas de pastagens, influenciando nos serviços ecossistêmicos.

Para os resultados da macrofauna edáfica, o valor de abundância total e média foram maiores no sistema de PN, onde esse diferiu significativamente dos outros sistemas apenas na coleta de verão, sendo que PA apresentou menores valores (Tabela 4). Os grupos da macrofauna encontrados em maior abundância foram os Isoptera (cupins) e Formicidae (formigas) (Tabela 4). Os cupins juntamente com formigas são considerados engenheiros do solo (TANTACHASATID et al., 2017; JOUQUET et al., 2017), ou seja, organismos capazes de alterar a composição química e principalmente física do solo onde habitam. O grupo Formicidae apresentou maior frequência na maioria dos sistemas de pastagens com uma abundância superior à 50%, exceto em PN, onde Isoptera apresentou maior abundância.

A ordem Formicidae desempenha importantes funções no solo, como aeração (CREPALDI et al., 2014), decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (BRITO et al., 2016). Caracterizam-se por terem ampla distribuição geográfica, alta abundância e riquezas de espécies. Podendo ser amostrados e identificados com maior facilidade (BIGNELL, 2010; OLIVEIRA et al., 2016). A presença significativa e dominante desse grupo em diferentes pastagens classifica-os como adaptáveis a diversos locais, corroborando com Silva et al. (2018) e Lima et al. (2018).

A ordem Isoptera por sua vez é responsável por desempenhar importantes funções ecológicas em ecossistemas tropicais, atuando na movimentação do solo entre camadas e nos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes (JOUQUET., 2014). PN foi o único sistema com a presença desses organismos. Santos et al. (2008) sugerem que a alta densidade de Isoptera em pastagem esteja associada à baixa fertilidade dos solos, os quais geralmente apresentam alta relação C/N. Reafirmando por Rovedder et al. (2009) e Rosa et al. (2015), que encontraram elevada abundância desses organismos em sistemas de pastagens naturais. Estes trabalhos corroboram com o observado neste estudo, uma vez que este sistema é dominado por uma espécie de planta que apresenta elevada relação C/N (Tabela S9).

Na avaliação dos índices de diversidade, PN apresentou maior índice de D e menor de H' (Tabela 4). O índice D, expressa o quão dominante é um grupo de indivíduos, portanto, quanto maior o valor, maior será a dominância dentro da amostra. Desta forma quando se tem um alto valor de índice de D e um baixo valor de índice de H', maior é a dominância de alguns grupos em relação aos demais e menor será a diversidade em uma determinada comunidade (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 1996; SOMERFIELD et al., 2008).

Estudos comprovam que áreas com alta predominância de uma única espécie de organismos pode reduzir significativamente o desenvolvimento de pastagens (CHAUVEL et al., 1999), da mesma forma, que a perda de um único grupo de organismos pode causar distúrbios nos sistemas. Um estudo de microcosmo revelou que a remoção de uma única espécie de Enchytraeidae causou uma redução na produção primária de plantas (LAAKSO; SETÄLÄ, 1999). Esse alto valor de D e menor de H', em PN atribui-se ao fato que esse sistema apresenta alta abundância média de Isoptera e Formicidae, ocasionando uma maior dominância desses grupos em relação a outros. Diferentemente de PN o sistema PA apresentou menores índices D e maiores de H', isso se deve ao fato que esse sistema apresentou uma baixa abundância média dos grupos da macrofauna, devido ao revolvimento que ocorrem na área, já que esses são mais sensíveis as práticas de manejos (WARDLE, 1995) (Tabela 4).

Ao analisarmos os grupos da mesofauna edáfica, observou-se que a maior abundância total e média da mesofauna foi encontrada no sistema PA enquanto PN apresentaram menores valores para essas variáveis para duas coletas, verão e inverno (Tabela 5). Esses resultados mostram que os sistemas de manejos das áreas estudadas influenciaram os grupos da mesofauna edáfica. Podendo ser atribuídos, provavelmente, em função de PA ser o único sistema que apresenta revolvimento do solo. Isso pode ter favorecido a mesofauna, pois essa geralmente, é menos sensível as práticas de manejos quando comparada a macrofauna (WARDLE, 1995).

Além de que quando em uma situação de estresse, a reestruturação da comunidade é geralmente favorecida por grupos oportunistas com rápido crescimento populacional e na maioria das vezes ciclos de vida mais curtos (RAPPORT; REIGIER; HUTCHINSON, 1985).

A ordem de Collembola foi uma das mais abundantes nos sistemas nas duas épocas de coletas. Sabe-se que a classe Collembola, são considerados um grupo de resposta rápida (estrategista-r) às mudanças ambientais (BUTCHER; SNIDER, 1971; CHAUVAT; ZAITSEY; WOLTERS, 2003; LAVELLE et al., 2006) podendo explicar a sua alta abundância em PA. Estudos avaliando a influência de diferentes sistemas de usos de solo sobre a fauna edáfica demonstram que a classe Collembola normalmente é uma das mais abundantes em pastagens (BARDGETT; COOK, 1998; SILVA et al., 2015; SILVA et al., 2016; COUSSEAU et al., 2020). Recentemente, em uma meta-análise Van Capelle, Schader, Brunotte (2012), apontaram que não há diferenças na abundância de Collembola entre sistemas com elevado ou mesmo reduzido revolvimento do solo. No entanto quando em sistema com ausência de preparo há uma mudança significativa na abundância desse organismo.

Os ácaros juntamente com os colêmbolos, são os principais artrópodes da mesofauna edáfica, desempenhando importantes funções no ecossistema ao atuarem como decompositores e facilitadores de grupos de microrganismos (GRIESANG et al., 2016). Esses organismos, apresentam níveis funcionais diversos, sendo representados principalmente por predadores que regulam a microbiota e detritívoros (BROWN et al., 2015). Entretanto, ao contrário dos colêmbolos, os ácaros em sua maioria são organismos de recuperação lentas (estrategista-k) a mudanças ambientais (WALTER; PROCTOR, 2013).

Apesar dessas características do grupo Acari, o sistema PA apresentou maiores abundâncias em ambas as coletas, mesmo sendo o sistema mais perturbado (Tabela 5). Por outro lado, PN apresentou menores valores, podendo ser atribuído ao fato que nesse sistema há uma baixa oferta de alimentos para os ácaros predadores (Mesostigmata e Prostigmata), quando comparados aos outros sistemas que apresentam maiores abundâncias de organismos presas (Tabela 5). Outro fato que ao revolvermos os solos, incorporam-se o material superficial no solo (restos vegetais, estrume etc), promovendo o aumento da taxa decomposição, promovendo um aumento da biomassa fúngica e bacteriana que são a base alimentar de organismo como algumas espécies de ácaros da ordem Oribatida, Collembola (MOREIRA et al., 2013), e que predominaram nesse sistema (Tabela 5).

Na avaliação dos índices de Dominância (D) e Shannon (H'), PA apresentou maiores e menores valores, respectivamente para as duas coletas (Tabela 5), isso se deve ao fato que esse sistema apresenta elevada abundância de colêmbolos e ácaros. Por outro lado, os menores

valores de D e maiores valores de H' foram identificados em PP e PM. Podendo ser atribuído ao fato que nessas áreas não há revolvimento do solo, havendo uma maior conservação da vegetação, e introdução de espécies não encontradas em PN (Tabela S1), favorecendo a presença de diferentes organismos. Outro ponto que também pode ter contribuído, é o fato de que esses dois sistemas são os únicos com presença expressiva de trevo branco acima de 10 %. Além de aumento na diversidade de plantas na área, ela é também uma Fabaceae, eximia planta fixadora de nitrogênio (MEDIANEIRA et al., 2018). O enriquecimento do solo com esse nutriente pode favorecer o desenvolvimento de fungos e bactérias que são a base alimentar de muitos grupos da fauna edáfica e, portanto, contribuir com toda a teia alimentar da fauna.

5.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA DE GRUPOS FUNCIONAIS DA FAUNA EDÁFICA COLETADOS POR ARMADILHA DE CORES E ARMADILHA DE QUEDA (*PITFALL TRAPS*) TSBF

Aos observamos a abundância relativa dos grupos funcionais da fauna edáfica do solo, percebe-se mudanças significativas na composição destes nos diferentes sistemas de pastagens para as duas coletas. Desta maneira, aceita-se a segunda hipótese (HII), onde que os diferentes sistemas de pastagens, modificam a composição da comunidade edáfica, influenciando.

Para coleta realizada no verão, a maior abundância relativa foi dos grupos transformadores da serrapilheira em todos os sistemas (Figura13). Esses organismos vão agir diretamente na decomposição da serrapilheira, sendo esse processo da decomposição de materiais orgânicos em moléculas mais simples um dos serviços ecossistêmicos mais importantes realizados pelos organismos do solo. A decomposição da serapilheira é um processo fundamental que regula o C e a mineralização de nutrientes em ecossistemas terrestres (COTRUFO et al., 2015). A qualidade da serapilheira é um dos reguladores mais importantes do processo de decomposição (BERG; MCCLAUGHERTY, 2014). Ambientes com elevadas quantidades de serapilheira com baixa relação C/N tende a se decompor mais rapidamente, enquanto um ambiente com serrapilheira com alta relação C/N terá taxa de decomposição relativamente menor (JOHN ORWIN; DICKIE, 2011). Observou que nos sistemas estudando onde a maior abundância relativa de ocorrência desses organismos foram encontradas em PA, sistema esse que apresenta baixa relação C/N, quando comparado a PN que teve menor valores

de abundância e maior relação C/N (Tabela S9), dessa maneira acredita-se que isso estaria afetando esses grupos funcionais nesses sistemas.

O sistema PN, quando comparado aos outros sistemas apresentou maiores valores de abundância relativa de engenheiros dos ecossistemas em ambas as coletas. Os engenheiros dos ecossistemas são organismos que modulam direta ou indiretamente a disponibilidade de recursos para outras espécies, causando mudanças de estado físico em materiais bióticos ou abióticos (JONES et al., 1994). Por meio de suas atividades de construção, os engenheiros do ecossistema têm impactos nos serviços ecossistêmicos do solo, seja pela agregação e porosidade do solo, ou nas propriedades hidráulicas associadas ou na disponibilidade de matéria orgânica do solo (LAVELLE et al., 2001).

No inverno, no entanto houve uma diminuição dos transformadores da serrapilheira em todos os sistemas e um aumento na frequência relativa da abundância principalmente dos micropredadores/reguladores. Percebe-se que essa redução e aumento foi maior no sistema PA, o comportamento observado pode ser em decorrência de diversos fatores. Entre estes o revolvimento do solo que ocorre apenas nesse sistema. A fauna epígea, ou seja, aquela composta por animais que vivem na interface solos serrapilheira (detritosfera), geralmente essa é composta pelos organismos transformadores da serrapilheira, são mais sensíveis a perturbações antrópicas, como o revolvimento do solo, a retirada dos resíduos orgânicos superficiais e alterações do microclima próximo do solo (SILVA et al., 2012), o que explicaria essa redução drástica desses organismos nesse sistema.

5.3 AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DE MACROFAUNA EDÁFICA PELO MÉTODO DE TSBF

Na amostragem de inverno, foram observadas alterações na estrutura da comunidade edáfica. A partir das análises estatísticas apresentadas, Oligochaeta foi o grupo que mais contribuiu nessas diferenças. Considerados engenheiros do ecossistema, promovem uma série de modificações físicas no solo, como incorporação de material orgânico e manutenção da fertilidade, disponibilização de fósforo e estabilidade de agregados do solo (LAVELLE et al., 2001; SINGH; VIG; SINGH, 2016; ZHANG et al., 2016; LUBBERS; PULLEMAN; VAN GROENIGEN, 2017).

Sistemas naturais, devido a sua complexidade, permitem a persistência de espécies com ecologias variáveis e comumente possuem alto número de minhocas (EDWARDS; BOHLEN,

1996). No presente estudo, uma maior frequência relativa da abundância de minhocas foi observada nos sistemas mais perturbados (PP e PA), em comparação com os menos perturbados (PM e PN). A alta intensidade de pastejo pode ter contribuído com esse resultado, pois os sistemas com maiores abundâncias também apresentam maior entrada animal ao longo do ano (Figura 3). A presença de animais aumenta a deposição de excrementos, que pode servir de alimento para minhocas, em especial algumas espécies de epigeicas que são dependentes de elevados teores de matéria orgânica (BARTZ et al. 2013).

É importante destacar que o comparativo de abundância não é suficiente para inferir sobre a qualidade das áreas, uma vez que altas abundâncias não estão necessariamente ligadas com alta diversidade, e sim o oposto.

As ordens Coleoptera e Isoptera e a família Formicidae também contribuíram com as dissimilaridades. Esses engenheiros do ecossistema desempenham diversas funções ecológicas importantes para o solo (BROWN et al., 2015), criam estruturas específicas que permitem sua movimentação no solo pelo seu hábito de escavar, o que promove a formação de buracos, galerias e ninhos, além da deposição de coprólitos, que tem efeito sobre a estrutura e fertilidade do solo (BARETTA et al, 2011).

Os coleópteros contribuíram para dissimilaridade entre os sistemas PM vs PA, sendo que PA apresenta maior abundância (Tabela 4), esses organismos além de exercer um papel direto na estruturação do solo principalmente, eles consomem todo tipo de recurso alimentar, existindo espécies predadoras, herbívoras, brocadoras de sementes, galhadoras, polinizadoras e detritívoras (SCHOWALTER, 2017. Uma maior abundância desses organismos no sistema PA em relação a PM, pode ser devido a maior entrada de animais nesse sistema, onde eles podem se beneficiar dos excrementos animais ricos em matéria orgânica (HANSKI; CAMBEFORT, 1991)

Isoptera contribuiu para dissimilaridade entre PN x PM e PA, sendo essa dissimilaridade atribuída principalmente ao sistema PN que é o único que apresentou ocorrência desses organismos (Tabela 4). Já Formicidae contribuiu para dissimilaridade entre PN vs PM e PP e PM vs PA (Tabela 7).

Apesar dos cupins e das formigas serem relevantes pragas agrícolas (GALLO et al., 2002), sua presença é positiva em ambientes de pastagem pois reciclam os nutrientes minerais no solo e, formam galerias, aumentando a porosidade do solo e participando ativamente na regeneração de ambientes degradados (FONTES 1998).

A ordem Araneae também contribuiu para as diferenças observadas. Aranhas são importantes predadores, auxiliam na regulação das populações de outros organismos e são indicadores de alterações secundárias na estrutura da comunidade (KWON et al., 2014; OLIVEIRA et al, 2016). A maior frequência desses organismos foi encontrada no sistema PM, sendo que esses sistemas apresentam também maior complexidade florística (Tabela S1), conferindo a esses sistemas uma maior estabilidade e diversidade, com maior possibilidade de exploração dos nichos tróficos pelas aranhas (DENNIS et al., 2015; ROSA et al., 2018).

5.4 AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DA MACROFAUNA E MESOFAUNA DE SUPERFÍCIE POR ARMADILHA DE QUEDA (*PITFALL TRAPS*)

Na amostragem de verão, foram observadas alterações na estrutura da comunidade edáfica nos diferentes sistemas de pastagens. Oribatida se destaca por ter apresentado maior frequência relativa de abundância em PA e menor em PN (Figura 14). A maioria dos Oribatidas, apresentam uma baixa fecundidade e baixa taxa de dispersão, o que os tornam mais sensíveis as mudanças do solo, entretanto existem espécies de Oribatidas que são considerados oportunistas (*Brachychthoniidae*, *Oppiella ova*, *Tectocephus velatus*, *Scheloriates laevigatu* etc.) (WOODRING; COOK, 1962, LUXTON, 1981). Esses organismos, apresentam taxa de fecundidade relativamente alta e ciclos de vida curtos, sendo frequentemente encontrados em habitats de sucessão inicial ou perturbada (MARAUN et al., 2003, ACCATTOLI; SALAZAR 2012), podendo explicar o grande número desses organismos no sistema PA.

Prostigmata também contribuíram para importantes separações entre os seguintes sistemas PN vs PP, PM vs PP e PM vs PA, atribui se a isso o fato que os sistemas PN e PM apresentam uma maior frequência relativa de abundância em relação a PP e PA (Figura 12). Essa diferença na frequência desses sistemas e devido a uma maior fonte de alimentos dentro dos sistemas PN e PM, já que a estrutura das comunidades desses ácaros reflete a disponibilidade de suas presas no solo, eles tendem a se alimentar de pequenos artrópodes (colêmbolos, ácaros de corpo mole), larvas e ovos de insetos (CHAIRES-GRIJALVA, 2006) nematoides e fungos.

O grupo de Collembola e Collembola Hemiedáfico, apresentou uma dissimilaridade na comparação de PN vs PM e PN vs PP, atribui a essa separação em função de que o sistema PN ter uma menor frequência relativa de abundancia desses organismos (Figura 12), essa baixa frequência em PN, pode estar associada a diversidade vegetal presente na área (Tabela S1), já

que esse sistema é composto predominantemente de *Andropogon lateralis* (Capim-caninha) (Tabela S), afetando a fauna da seguinte forma: pelo retorno da serrapilheira, podendo fornecer pouca fonte de C e nutrientes para fauna edáfica por meio da qualidade e quantidade desse material, bem como a liberação de exsudatos pelas raízes (ERRINGTON et al., 2018).

A família Formicidae, contribuíram para importantes separações entre os sistemas PA com todos os sistemas estudados (PN, PM e PP) (Tabela 9), deve -se possivelmente a baixa abundância desses organismos nesse sistema. A principal razão desse resultado, possivelmente seja em virtude do revolvimento do solo semestralmente que ocorre em PA, algo que não ocorre nos demais, e, portanto, acarretaram a redução drástica da população de formigas, pela destruição dos seus ninhos. Enquanto os outros sistemas possuem área cobertura vegetal o ano todo, favorecendo as comunidades de formigas, que encontram na vegetação proteção, mantendo seus ninhos e túneis (JUNIOR et al., 2019).

E por fim, o grupo Hemíptera, foi responsável pela separação principalmente do sistema PA vs PP, onde é possível observar maior frequência desses organismos dentro de PP. Isso provavelmente ocorreu devido ao sistema ser composto principalmente por plantas perenes. A ordem Hemíptera é composta principalmente por pragas, onde em sistemas de pastagens perenes na região sul do Brasil podem acarretar danos, e são representados principalmente pela cigarrinha (RIBEIRO et al., 2016).

Para coleta realizada no inverno, também foram observadas alterações na estrutura da comunidade edáfica. A partir das análises estatísticas apresentadas, percebe-se que a subordem Oribatida e a família Formicidae seguiram as mesmas tendências em suas contribuições que na coleta de verão, sendo a menor abundância de Oribatida observada em PN, e de Formicidae em PA (Tabelas 4 e 5).

O ecomorfotipo de Collembola epígeo, contribuí para diferenciação entre os sistemas (PN vs PP, PM vs PA, PA vs PP), onde sistema PP apresentou a maior frequência relativa de abundância e PA menor, quando comparados aos outros sistemas (Figura 9). Estes ecomorfotipos de Collembola são mais adaptados a serrapilheira, que serve como proteção e alimentação para eles (OLIVEIRA FILHO; BARETTA, 2016; SILVA et al., 2016), isso explicaria a baixa frequência relativa de abundância deles em PA, já que esse é o sistema com menor diversidade florística (Tabela S1), conseqüentemente uma menor quantidade de serrapilheira.

Outro grupo que contribuiu para as dissimilaridades entre os sistemas foi a ordem de Mesostigmata, entre os sistemas (PN vs PP e PM vs PP), sendo observado uma maior frequência relativa de abundância em PP e menor em PN (Figura 13). Os ácaros da ordem Mesostigmata são encontrados em diversos ambientes, e no solo são o segundo grupo mais abundante (CASTILHO et al., 2015), possui hábito alimentar diversificado, porém a maioria são predadores de outros ácaros, colêmbolos, nematoides e larvas de insetos. A maior frequência deles foi em PP atribui-se ao fato que esse sistema apresenta uma diversificada oferta de alimento (presas), enquanto PN apresentou menor disponibilidade de alimento.

5.5 AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DA FAUNA EDÁFICA AMOSTRADOS POR CORES.

A avaliação da comunidade da fauna edáfica amostrada pelo método do *Cores* demonstrou mudanças significativas na estrutura da comunidade da fauna edáfica nos diferentes sistemas de pastagens apenas para a amostragem de inverno. Mesostigmata, contribuiu para a dissimilaridade entre todos os sistemas. No entanto a maior contribuição de Mesostigmata foi entre os sistemas PM vs PP (13,2%). Sendo que este sistema apresentou a maior frequência relativa de abundância para esses organismos, enquanto PM apresentou menores valores de frequência relativa de abundância (Figura 13), isso se deve ao fato que PP apresenta maiores valores de abundância média para Collembola (Tabela 5) que são a principal fonte de alimento de Mesostigmata (CASTILHO; VENANCIO; NARITA, 2015).

O grupo Collembola e os ecomorfotipos Collembola Epigeo e Hemiedafico, também contribuíram com a dissimilaridade entre os sistemas de pastagens, sendo maiores valores encontrados na combinação aos pares entre PM vs PP para ambos os organismos. Os colêmbolos, desenvolvem um importante papel no funcionamento do solo e nos serviços ecossistêmicos, tais como; predação de microrganismos, decomposição e mineralização de matéria orgânica, exercendo influente significância sobre a ciclagem de nutrientes e, conseqüentemente, sobre o crescimento das plantas (MENTA, 2012).

Os colêmbolos são estrategistas (r) e respondem rapidamente às mudanças ambientais (CHAUVAT et al. 2003), também tem a capacidade de rápida multiplicação em condições favoráveis. Collembola geral e o ecomorfotipo Hemiedafico apresentaram maiores frequência relativa em PM, esse sistema em termos de manejo pode-se considerar que é o sistema mais equilibrado entre os avaliados. Pois PM é um sistema bastante heterogêneo que reúne várias

características (citar as características), e, portanto, é capaz de favorecer uma variada gama de organismos. A prova disso é que, esse sistema apresentou os maiores valores de diversidade de H' (Tabela 5) e, entre os organismos favorecidos por essa diversidade estão colêmbolos. No entanto PP apresentou maior abundância do ecomorfotipo epígeo, que são os colêmbolos que apresentam maior mobilidade e adaptados a viver na serapilheira (epígeos) (PARISI et al., 2005; OLIVEIRA FILHO; BARETTA, 2016). Por consequência, a maior frequência deles pode auxiliar na manutenção das funções e serviços ecossistêmicos nesse ambiente.

Outro grupo que contribuiu para dissimilaridade entre os sistemas estudados foram total de enquitreídeos e *Hemienchytraeus*. Os Enquitreídeos contribuíram para dissimilaridade entre (PN vs PM, PM vs PA e PA vs PP), essa dissimilaridade entre esses dois sistemas pode ser atribuída ao fato que PN e PA apresentam uma maior frequência relativa de abundância desses organismos (Figura 11) quando comparados a PM, e PP.

No que se refere ao gênero *Hemienchytraeus* esse apresentou dissimilaridade apenas entre os sistemas PA vs PP. Essa dissimilaridade é devido a uma maior abundância relativa encontrada em PA (Figura 11). Algumas espécies de enquitreídeos, em condições de estresse principalmente revolvimento do solo, tem a capacidade de reestabelecimento mais rápido que outros grupos da fauna (DIDDEN, FRUND, GRAEFE., 1997). Esses organismos estão entre os mais importantes componentes da comunidade de decompositores do solo (DIDDEN et al., 1993; MARALDO et al., 2015). Logo a incorporação de material vegetal pelo revolvimento em PA pode estimular a população de enquitreídeos. Outro ponto no que se refere ao efeito do revolvimento do solo, é que alguns autores sugerem que os enquitreídeos não são afetados, ou muito pouco afetados por essa prática (DIDDEN; FRUND; GRAEFE., 1997), sendo inclusive encontrado efeitos benéficos (DIDDEN et al., 1993).

O gênero *Hemienchytraeus* é considerado um dos gêneros dominantes na América Latina em termos de densidade (SCHMELZ et al., 2013; NIVA et al., 2015), o que corrobora com o presente estudo. A pouca disponibilidade de dados sobre esse gênero, e a sensibilidade observada nesse estudo em separa áreas de pastagens com diferentes manejos, demonstra o potencial bioindicador que esse organismo apresenta, bem como uma grande lacuna a ser preenchida.

5.6 ANÁLISE DE CORRELAÇÕES DA FAUNA EDÁFICA, COM ATRIBUTOS QUÍMICOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS

Os resultados referentes as correlações entre os grupos da fauna (Macro e Mesofauna) amostrados por diferentes métodos de amostragem (*Pitfall traps*, TSBF e *Core*) e as variáveis explicativas químicas, físicas e biológicas foram significativos, mostrou haver relação entre os grupos da fauna edáficas atributos físicos. Portanto, o presente estudo aceita a terceira hipótese II(H01) de modificações na abundância, riqueza e diversidade de grupos da fauna edáfica estão relacionadas aos atributos físicos, químicos e biológicos do solo de em cada sistema de pastagem com diferentes manejos.

Ao observar as correlações entre os organismos da fauna (Macro e Mesofauna) e os atributos do solo, pode-se destacar os principais conjuntos de variáveis que afetaram a fauna edáfica para coleta realizada no verão. As variáveis ligadas a dinâmica do carbono apresentaram 14 correlações, principalmente com a variável CT (6), NT (3), MO (3), C/N (2). As variáveis químicas apresentaram 14 com a fauna, sendo elas Mg (6), pH (3), K (3) e Umi (2). As variáveis físicas apresentaram 11 correlações sendo elas com Macro (4), Micro (3), Ds (3) e PT (1). Por fim as variáveis microbiológicas apresentaram 4 correlações sendo todas elas com RBS.

Nas correlações ligadas a dinâmica do carbono CT apresentou correlações positivas com Oribatida, Mesostigmata, Prostigmata e Ency (PN), seguido de NT apresentou correlações positivas com Oribatida (PP), Mesostigmata (PN) e Formicidae (PM), depois pela MO apresentou correlações positivas com Oribatida e Collembola Edáfico em (PN) e Larvas de Coleópteros em (PM) e por fim C/N apresentou correlações positivas com Mesostigmata (PM) e Collembola Hemiedafico (PN). A maioria das correlações positivas ligadas a essas variáveis foram observadas com os grupos da mesofauna Acari e Collembola, esses organismos atuam principalmente como detritívoros e decompositores e transformadores da serapilheira, desempenhando um papel importante no revolvimento e incorporação de resíduos orgânicos nas partículas minerais do solo (BERUDE et al., 2015). Desde modo, esses invertebrados podem contribuir significativamente para a formação de agregados estáveis e, conseqüentemente, para a estabilização do carbono no solo (GRANDY et al., 2016; ROSA et al., 2015; TRENTINI et al., 2018).

A abundância de Collembola e Acari no solo e retratada como indicadores de fertilidade do solo, principalmente devido à sua sensibilidade à matéria orgânica que está intimamente relacionada ao carbono e ao nitrogênio total do solo (BERUDE et al. 2015). A literatura relata que grande aporte de matéria orgânica é benéfica para o desenvolvimento de colêmbolos e ácaros, pois eles a tem como fonte alimentar (PONGE et al., 2002; CUTZ-POOL et al., 2007; OLIVEIRA FILHO; BARETTA, 2016). No entanto correlações negativas foram observas entre CT e o grupos de Collembola Epígeo (PP), entre NT com Formicidae (PP). Há indícios que

baixas quantidades elementares de carbono e nitrogênio (C, N), e dos recursos disponíveis na serrapilheira do solo podem restringir a estrutura das comunidades de micro e mesofauna (OTT et al., 2014; ZECHMEISTER et al., 2015; MAAROUFI et al., 2018). Considerando que o sistema em questão (PP) apresenta a maior taxa de pastejo (9x anual-1) (Figura 3), conseqüentemente uma menor incidência de cobertura do solo, acaba por diminuir a entrada de material da serrapilheira, sendo que essa está intimamente relacionada com a MO e essa com CT e NT. Por PP apresentar baixa entrada de material vegetal na serrapilheira, isso poderia estar causando uma diminuição de microrganismos no solo, podendo haver um comprometimento a médio ou longo prazo, nos processos de decomposição e mineralização da matéria orgânica.

Esses microrganismos (fungos e bactérias) estão ligados à processos de decomposição, ciclagem biogeoquímica, movimentação de material e transferência de nutrientes, interferindo nas características físicas e químicas do solo (MEDEIROS et al., 2018). Outro fato é que esses microrganismos servem como fonte alimentar, para diversos grupos da mesofauna, Collembola por exemplo tem como base alimentar, fungos e microrganismos, que estão associados a MO e à serrapilheira (OLIVEIRA FILHO; BARETTA, 2016), influenciando diretamente na ciclagem de nutrientes SCORIZA; CORREIA; SILVA 2016). Outro fator para correlações negativas em PP e que esse sistema apresenta uma baixa complexidade vegetal (Tabela S1), alterações causadas na quantidade e qualidade de material vegetal acarretarão uma diversidade menor de organismos, devido a menor disponibilidade de alimentos para os grupos da fauna edáfica (RZESZOWSKI; ZADROŻNY; NICIA; 2017).

Nas correlações entre os atributos químicos e a fauna (Macro e Mesofauna), a maior porção de correlações foram com a variável Mg, onde essa se correlacionou positivamente com Collembola Edáfico, Hemíptera e Oribatida em (PN), e negativas entre Larvas de Coleópteros e Prostigmata em (PM), e Coleoptera Hemiedáfico em (PA).

A relação positiva do Mg com os grupos Collembola Edáfico, Oribatidas e hemíptera pode dar-se indiretamente através, do aumento no rendimento vegetal das pastagens e em conseqüência a maior disponibilidade de resíduos na superfície do solo. Quanto as relações negativas com aos grupos Coleoptera Hemiedáfico em (PA), e Larvas de Coleópteros e Prostigmatas em (PM), suas relações pode também ser indireta, podendo esses grupos ser de predadores, assim beneficiados pelas melhores condições de substrato alimentar para os grupos por ele predados.

A variável pH teve correlação positiva com os grupos Collembola Edáfico em (PN), uma vez que esse sistema é o único que não recebe adubação e possui o menor valor de pH

(Tabela S10). Os resultados corroboram com os de Silva et al. (2016), que encontram uma maior abundância de Collembola Edáficos em sistema com pH mais baixo e maior teor de matéria orgânica, como é caso do nosso sistema PN. No entanto correlação negativa entre Collembola Hemiedáfico foram observadas em PA, estudos anteriores apontaram que diferentes espécies de Collembola apresentam diferentes preferências de pH, que podem ser amplamente distribuídas de pH 2,9 a 7,3 (VAN STRAALLEN, 1998). No entanto dados relacionados às preferências de pH são, ainda desconhecidos para a maioria das espécies de Collembola (Silva et al., 2016).

A variável química K apresentou apenas correlações positivas com os grupos da fauna, em PN com Araneae, com Mesostigmata em PM e com Coleoptera Hemiedáfico em PA. A presença no solo de K assimilável, em quantidades adequadas, tem ligação estreita com a matriz e o vigor das plantas em crescimento (BRADY, 1989). O potássio, segundo Perdigão et al., 2010 estimula nas plantas o desenvolvimento da raiz. Desta forma o K pode atuar de forma indireta sobre a fauna do solo, pois ao favorecer o desenvolvimento de raízes, favorece as associações microbianas na rizosfera, auxiliando tanto na estruturação do solo, quanto na atividade de uma maior diversidade de organismos edáficos (BARETTA et al., 2011). O que se percebe é que as correlações entre K e os grupos da fauna, ocorreu principalmente com os predadores, podendo esses terem se beneficiado de uma maior diversidade de organismos edáficos favorecidos pelo crescimento radicular.

Nas correlações entre os grupos da fauna, com as variáveis físicas, correlações positivas entre Ds e Coleoptera Epígeo e Larvas de Coleópteras em (PP), e Larvas de coleópteras em (PA) e negativas com Collembola Hemiedáfico em (PM). Apenas correlações negativas foram observadas com Macro, sendo elas com Coleoptera Edáfico e Oligochaeta em (PP) e Oribatida e Thysanoptera em (PM). A variável Micro apresentou correlação positiva com Collembola Epígeo em (PM), Aranha em (PN) e negativa com Larvas de Coleóptera em (PA). Por fim entre PT apenas uma correlação positiva com Mesoestigmata em (PM).

As qualidades físicas juntamente com as químicas do solo são essenciais para manter a função do ecossistema e proteger a terra da degradação (SILVA; SILVA; FERREIRA, 2005). Mudanças nas propriedades físicas, como densidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, pode alterar desenvolvimentos de plantas, o crescimento radicular, alterando os fluxos de ar e armazenamento água, nutrientes e calor, bem como afeta as condições de vida (microambientes) para organismos do solo (REICHARDT; TIMM, 2012; BRUSSAARD; VAN FAASSEN, 1994).

Da mesma forma que mudanças na estrutura do solo modificam, a presença ou ausência de organismos do solo, os organismos do solo também podem afetar a estrutura do solo, criando bioporos e macroporos e aumentando a formação e estabilidade de agregados (BALOTA, 2017). A maioria das correlações encontradas entre as variáveis físicas e os grupos da fauna foram encontradas com a Ds.

A Ds do solo está diretamente relacionada a compactação do solo, que por sua vez afetam a biota do solo (raízes, micróbios e fauna) por meio de vários mecanismos diretos e indiretos (DORAN; POWER, 1983). A maioria das correlações nos sistemas foram positivas, entretanto apenas Coleoptera Hemiedáfico apresentou correlação negativa com essa variável em PM, apesar desse sistema apresentar o menor valor de Ds (Tabela S9), podemos supor que essa Ds está causando algum efeito indireto sobre a comunidade de Coleópteros Hemiedáficos, ou esses organismos de alguma forma devido ao seu hábito de escavação esteja influenciando numa diminuição dessa Ds nesse sistema.

Em relação a variável Macro, todas as correlações foram negativas e a maioria com a macrofauna do solo no sistema PP, sendo esse sistema que apresenta menores valores para essa variável, entre os sistemas estudados (Tabela S9). A macrofauna do solo utiliza-se dos macroporos para se movimentar, transportando assim material para as mais profundas camadas do perfil do solo (LAVELLE et al., 1994). A redução da Macroporosidade nos solos decorre do aumento da compactação do solo, que é evidenciada pelo aumento da densidade solo (SILVA et al., 2008; FREITAS, 2011), acarretando uma menor atividade principalmente da macrofauna no perfil do solo.

Correlações positivas foram encontradas entre a variável Micro e Araneae em (PN) e Coleóptero Epígeo em (PM). Esses dois grupos de organismos são de superfície de solo, não sendo afetado de forma direta em relação a microporosidade do solo, o que nos levar a crer que esse efeito pode estar ocorrendo de forma indireta, já que poderia estar afetando organismos presas desses dois grupos. No entanto uma correlação negativa entre Larvas de Coleóptero foi observada em PA. Larvas de Coleoptera tem hábito de cavar galerias no solo, e formar abrigos nela, ao compactar o solo e reduzir esse espaço poroso em microporos, isso pode comprometer eficiência desses organismos de escavar.

Ao observar as correlações entre os organismos da fauna e as variáveis microbiológicas, correlações positivas foram encontradas entre RBS e Oribatida em (PP), e negativas com Formicidae em (PP), Collembola Edáfico em (PA) e Larvas de Coleópteros em (PM).

A RBS é um forte indicador da intensidade de decomposição e dinâmica do ciclo biogeoquímico do carbono. Altos valores de RBS pode liberar o carbono contido na matéria orgânica estável e comprometer os processos químicos e físicos do solo, como a agregação de partículas e retenção de água e nutrientes (PRIMIERY; MUNIZ; LISBOA, 2017), indicando uma maior atividade metabólica dos microrganismos, em que o fluxo de CO₂ está relacionado à intensidade dos processos catabólicos (COUTO et al., 2013). Um alto valor de RBS pode significar tanto um alto distúrbio como um alto nível de produtividade (ROSCOE; BODDEY; SALTON, 2006) dependendo do caso.

Mudanças na atividade microbiana e na composição das comunidades microbianas podem influenciar diretamente alguns processos do ecossistema mediados pelos microrganismos tais como: a ciclagem de nutrientes, fertilidade do solo, mudanças nos estoques de carbono e na dinâmica da matéria orgânica (HOFFMANN et al., 2018) e cadeia trófica. As correlações negativas observadas entre os sistemas PM, PP e PA pode estar relacionado a uma mudança nessas comunidades de microrganismos, como visto anteriormente além de ser de suma importância na ciclagem dos nutrientes são fonte de alimento para alguns grupos da fauna como Collembola, Formicidae e Acari, torna-se necessário compreender o comportamento desses microrganismos do solo, para melhor avaliar as práticas de uso que mantêm e/ou melhoram a qualidade deste ao longo do tempo, conseqüentemente melhoram a fauna existente.

Para as correlações entre os organismos da fauna (Macro e Mesofauna) e os atributos do solo, para coleta de inverno, podemos destacar os principais conjuntos de variáveis que afetaram a fauna edáfica. A maior porção das correlações foram observadas com os atributos físicos do solo, sendo eles 23 correlações principalmente com Ds (8), PT (5), Microporos (5), Macroporos (3) e Umidade (2). As variáveis químicas apresentaram 18 correlações com a fauna, sendo elas Mg (6), P (5), pH (4), Ca (2) e K (1). Na sequência, as variáveis ligadas a dinâmica do carbono apresentaram 17 correlações, sendo elas NT (6), C/N (6), MO (3) e CT (2). Por fim, as variáveis microbiológicas apresentaram 10 correlações com a fauna, sendo elas RBS (6) e CBM (4).

Dentre os atributos físicos, o maior número de correlações foi observado com a variável Ds, sendo as correlações positivas com Oribatida (PP), Prostigmata e *Friderícia* (PN), *Guaranidrilus* (PA) e Hemienchytraeus (PM). E as correlações negativas foram observadas com os grupos Coleoptera Hemiedáfico (PP), Larva de Coleoptera e Mesostigmata (PM). Os resultados encontrados demonstram principalmente relações entre os organismos da mesofauna edáfica com a Ds. Didden (1987), já mencionava efeitos negativos da compactação, principalmente no que se refere a movimentação e permanência desses organismos no

ambiente. No entanto, cabe ressaltar que a maioria das correlações encontradas entre os grupos da fauna edáfica e a Ds do solo, foram positivas, indo ao oposto do que se esperava, e as poucas correlações negativas observadas, as mais fortes estão relacionadas a grupos da macrofauna (Coleoptera e Larva de Coleoptera). O aumento da Ds diminui a condutividade hidráulica, conteúdo de matéria orgânica e macroporosidade (FROUZ; KURÁŽ, 2013). Muitos dos macroporos, pelo efeito da compactação, são reduzidos proporcionando a formação e aumento de microporos (SILVA et al., 2015). Logo, o aumento da Ds impacta mais a macrofauna por reduzir o espaço poroso que pode ser utilizado por eles como abrigo, mas aumenta os microporos, beneficiando a mesofauna.

Ainda no que se refere aos atributos físicos do solo, a Microporosidade e PT apresentaram principalmente correlações negativas. A Microporosidade apresentou correlações com Coleoptera Hemiedáfico (PP), Prostigmata, *Fridericia*, *Guaranidrilus* e *Hemienchytraeus* em (PA). No que se refere a PT, houve correlações positivas com *Collembola* Hemiedáfico e *Enchytraeus* (ambos em PP), e negativas com *Oligochaeta*, *Fridericia* e *Guaranidrilus* em (PA). Ambas as variáveis (Microporosidade e PT), apresentaram a mesma tendência, onde os maiores valores foram encontrados em PA, seguidos de PM>PN>PP.

A Microporosidade representa a maior fração da PT, logo o comportamento de ambas e as correlações são semelhantes e por isso são tratadas de maneira conjunta. Alguns resultados sugerem que o aumento da intensidade de pastejo, aqui representado pelo sistema PP, acabam por reduzir a porosidade do solo, o que de fato aconteceu (Tabela S9). Nesta situação, normalmente ocorre uma redução da densidade da fauna nesses sistemas, como encontrado por Yeates e Pattison (2006), que encontraram redução da densidade de microartrópodes. Os resultados no presente estudo, contrariam essa tendência, uma vez que, onde foi observado menor porosidade total e microporosidade, houve correlações positivas com a fauna do solo. Embora, os resultados apresentem correlação negativa entre o aumento da porosidade e a abundância de muitos grupos em especial da mesofauna (em PA), acredita-se que outros fatores possam ser preponderantes sobre a composição e abundância desses organismos.

Entre os atributos químicas do solo, a variável Mg foi a que apresentou o maior número de correlações, seguida por P que apresentou comportamento semelhante em termos de concentração no solo nos diferentes sistemas e nas correlações com os grupos. Entre as correlações positivas pode-se destacar *Hemienchytraeus* com Mg (PP) e com P em (PP e PA). Entre as correlações negativas, foram encontradas com Coleópteras Epígeos e Larva de coleóptera em PP para ambas as variáveis (Mg e P), bem como para o gênero *Enchytraeus* em

PN. Para a variável Mg ainda foram observadas correlações negativa para Formicidae em PN e Hemiptera em PM. Para o P, acrescenta-se correlações negativas com Isoptera em PM. A relação do P com a fauna edáfica já foi relatada em outros trabalhos (DUNXIÃO et al., 1999; ROSA et al., 2015).

No que se refere ao Mg, Vendrame et al. (2009), avaliaram a relação entre a macrofauna edáfica e a mineralogia e Cálcio e Magnésio trocável em pastagens no cerrado e constataram maiores abundâncias de Isoptera, Larva de Coleóptera e Hemiptera em solos com baixos teores de Ca e Mg trocáveis. O sistema PP, apresenta maiores valores para Mg (Tabela S10), podendo atribuir a esse fato a correlação negativa com Larva de Coleóptera. Por outro lado, correlação positiva com *Hemienchytraeus* forma observadas em PP, corroborando com Vendrame et al. (2009), que acharam correlações positivas com alguns grupos da fauna. Neste sentido, podemos destacar as diferenças adaptativas de organismos dentro de um mesmo grupo, como por exemplo os enquitreídeos; onde *Hemienchytraeus* e *Enchytraeus* demonstraram correlações positiva e negativa, respectivamente.

No que se refere ao pH do solo, correlações positivas entre Coleóptera Epígeo foi encontrada em (PN), mas a maioria foram correlações negativas com Coleóptera Edáfico em (PP), Isoptera (PN) e Thysanoptera (PM). Baretta et al. (2014), ao avaliarem a fauna edáfica e as relações com as variáveis ambientais e sistemas de uso do solo, encontrou relações negativas entre a acidez potencial do solo e a ocorrência e diversidade da fauna. Os autores ressaltam que a elevada acidez potência e a baixa diversidade de plantas, podem enfraquecer o equilíbrio do sistema.

Van Straalen e Verhoef (1997), bem como Silva et al., (2016), observaram que, mesmo em condições em que o solo tinha baixa capacidade de retenção de água e baixa matéria orgânica, mas alto pH houve uma alta proporção de colêmbolos epígeos, e onde o pH era baixo houve maior proporção de edáficos. Essa tendência foi observada para Coleoptera, onde houve correlação positiva entre os epígeos e negativo para os edáficos com o pH, respectivamente. Desta maneira, pode-se supor que o pH cause algum tipo de estresse nas funções fisiológica de muitos organismos da fauna, bem como haja preferências em função dos grupos ou mesmo de espécies como no caso dos coleópteros. Um ponto importante a destacar, é que mudanças no pH também promovem alterações na disponibilidade de outros elementos químicos (CQFS, 2016).

Entre as variáveis relacionadas a dinâmica do carbono e do nitrogênio também foram observadas diversas correlações. No presente estudo foram observadas correlações positivas da relação C/N com os grupos Formicidae (PM), Larva de Coleoptera (PP) e *Guaranidrilus* (PA)

e negativas com Isoptera (PN), Larva de Coleoptera (PA), Collembola Hemiedáfico e Hemienchytraeus (ambos em PP). Para o NT houve correlações positivas com Larva de Coleoptera (PA) e *Hemienchytraeus* (PP) e negativas com Coleoptera Epígeo e Edáfica (ambos em PA), Oribatida (PP) e *Enchytraeus* (PM).

A abundância de indivíduos de Collembola e Oribatida foram relatadas como indicadores de fertilidade do solo principalmente devido à sua sensibilidade à matéria orgânica (que está intimamente relacionada ao C) e ao nitrogênio total do solo (SANTORUFO et al., 2012; ROUSSEAU et al., 2013). Confirmando, portanto, a relação positiva do aumento desses parâmetros com o aumento da abundância desses grupos. No entanto, ambos os grupos apresentaram correlações negativas no presente estudo em PP com a relação C/N do solo e NT. Embora as correlações encontradas vão na contramão do que se espera, vale lembrar que ele apresenta as piores condições no que se refere a densidade do solo e porosidade total quando comparado aos demais, principalmente pela maior taxa de pastejo. Esse comportamento também foi observado na primeira época de coleta, onde forma mais detalhadamente explicado.

Outros grupos com os enquitreídeos parecem ter afinidades diferentes quanto ao conteúdo de NT do solo. Como é o caso de *Hemienchytraeus* que apresentou correlação positiva em PP enquanto *Enchytraeus* demonstrou correlações negativas em PM, sendo que esse sistema apresenta a maior concentração enquanto PP apresenta a menor concentração de NT. Novamente, os resultados divergem da literatura, onde Didden et al., (1997) apresenta que o gênero *Enchytraeus* é favorecido em ambientes com elevada concentração de NT bem como MO, ambas características encontradas nesse sistema.

Larva de Coleóptera, correlacionou positivamente com a relação C/N em PP. Neste sentido, embora tenha ocorrido uma elevada compactação pelo alta taxa de pastejo, os excrementos deixados pelo gado, mesmo que de maneira desuniforme pode ter enriquecido porções consideráveis das parcelas com C e N, que serviram de alimento para esses organismos. Em PA, no entanto houve correlação negativa com *Guaranidrilus* e Larva de Coleóptera, sendo que é o sistema que apresenta menor relação C/N (Tabela S9). Correlações negativas também foram observadas entre a relação C/N e os grupos Isoptera e Larva de Coleóptera. Em um trabalho de Filser et al. (2016), onde avaliaram a fauna como sendo a chave na dinâmica do C, os autores apontam que devido a restrições estequiométricas, os animais do solo tendem a reduzir a concentração de C da MOS, mas aumentam a disponibilidade de N e P. Cerca de 1,5% do total de N e P no solo ingerido foram mineralizados durante a passagem do intestino e larvas húmidas de escaravelho.

Entre os atributos microbianos avaliados houve correlações da fauna com RBS e o CBM. Entre as correlações positivas com a RBS pode-se destacar *Collembola* Epígeo (PA) e *Guaranidrilus* (PM), e correlações negativas com *Coleoptera* Hemiedáfico (PM), *Formicidae*, *Isoptera* e o gênero *Enchytraeus* (ambos em PN). Para CBM, correlações positivas foram observadas com *Collembola* Edáfica (PM) e negativa com Larva de *Coleoptera* (PM), *Prostigmata* e *Hemienchytraeus* (ambos em PA). Os resultados encontrados no presente estudo demonstram, em sua maioria, correlações negativas entre a RBS e CBM com os organismos da fauna edáfica. E de modo geral a maioria das correlações foram observada nos sistemas PM e PN. Ambos os sistemas apresentam condições bem contrastantes entre si, enquanto PN apresenta a menor riqueza de plantas predominantes e ausência de adubações o sistema PM apresenta uma da maior riqueza de plantas predominantes, além da presença de adubação (Tabela S1 e Figura 3). No entanto, duas características tornam esses sistemas mais semelhante entre si, são os únicos que apresentam a mesma espécie de planta forrageira no verão e apresentam a menor taxa de pastejo também. Embora os mecanismos ainda não estejam claros, algum dos fatores presente nesses dois ambientes permitam intensas interações entre os grupos da fauna edáfica e os atributos microbiológicos do solo.

Essas variáveis microbiológicas fazem parte da dinâmica do carbono e algumas delas tiveram comportamento semelhante a relação C/N do solo. Nesse sentido Filser et al. (2016) compilou trabalhos onde a fauna do solo apresenta relações importantes sobre a microbiota do solo e conseqüentemente na dinâmica do C. Por exemplo: A presença de uma única espécie de *Collembola* pode aumentar a biomassa microbiana em 56% (A'BEAR; BODDY; JONES, 2012). O pastejo por *Collembola* afetou a composição da comunidade de fungos ectomicorrízicos e, em média, reduziu o efluxo de CO₂ 14% (KANTERS; ANDERSON; JOHNSON 2015). No decurso de uma sucessão de dois anos e meio, as atividades da fauna (especialmente de nematoides e mesofauna durante o primeiro ano e, posteriormente, de minhocas) aceleraram a decomposição microbiana do trevo em um solo arável em 43%, porém apresentaram baixa respiração (UVAROV, 1987). Há ampla evidência do importante papel da mesofauna do solo (ácaros, colêmbolos, enquitreídeos, larvas de mosca etc.) na construção da microestrutura do solo e para a contribuição substancial da macrofauna do solo (cupins, formigas, diplópodes, besouros, minhocas etc.) para a formação da macroestrutura do solo, e na humificação e decomposição acelerada da matéria orgânica em condições naturais (BRUSSAARD; VAN FAASSEN, 1994). A resposta dessas modificações, principalmente sobre a decomposição da MO, resultará em mudanças na comunidade microbiana do solo, biomassa e sua atividade.

Estes resultados sugerem que tanto as características químicas, físicas e microbiológicas do solo exercem considerável efeito sobre a abundância e distribuição da fauna em sistemas de pastagem. Contudo, cabe aqui ressaltar que outras variáveis também são importantes e devem ser levadas em consideração nas tomadas de decisão. Modelos estatísticos devem ser incorporados nos estudos envolvendo a fauna edáfica e as variáveis explicativas, incluindo variáveis qualidade do manejo adotado como a diversidade de plantas do ambiente, intensidade de manejo, entrada dos animais, condições climáticas entre outros. O manejo adequado da intensidade de pastejo e das pastagens é crucial para alcançar o equilíbrio entre a produção de carne, a diversidade de espécies de plantas e a preservação do solo (WINCK et al., 2019), principalmente da biodiversidade. Da mesma maneira que, a fauna edáfica desempenha um papel importante na manutenção dos serviços ecossistêmicos (LAVELLE et al., 2006), estando, portanto, intimamente associada aos processos de decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, e afeta os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (VENDRAME et al., 2009).

6. CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos conclui-se que a abundância dos grupos macro e mesofauna, variam nos diferentes sistemas de pastagens, onde PN e PA apresentaram os menores valores de diversidade para os grupos de macro e mesofauna, respectivamente. A riqueza média demonstrou não ser uma variável muito afetada, uma vez que foram observadas apenas diferenças para macrofauna de inverno.

Os diferentes sistemas de pastagens exerceram influência nas populações de ecomorfotipos de coleópteros. Quanto aos ecomorfotipos de Collembola, todos os sistemas apresentam diferenças nas composições desses organismos nas duas coletas. O ecomorfotipo edáfico não foi encontrado em PP, e com uma maior frequência apenas em PN. Os diferentes grupos de ácaros também apresentaram flutuações em sua composição em função dos sistemas de pastagem e da época de avaliação. Embora todos tenham sido influenciados pelos manejos, Prostigmata e Mesostigmata sofreram maiores alterações entre as épocas de coleta em relação ao Oribatida. Sendo, portanto, um aspecto importante a se considerar nas avaliações desses organismos ao longo do tempo. Entre os ecomorfotipos de Coleoptera, os epígeos se destacaram como predominantes na maioria dos sistemas, no entanto o sistema PN teve uma melhor distribuição dos ecomorfotipos no verão. Destaque também para os edáficos que não ocorreram no inverno. Os enquitreídeos apresentaram respostas distintas entre os sistemas e também entre as épocas avaliadas, demonstrando-se serem organismos sensíveis as alterações de manejo bem como do clima.

Os diferentes sistemas de pastagem promoveram mudanças na frequência de grupos funcionais da fauna edáfica. Grupos como decompositores da serrapilheira foram predominantes durante o verão, porém, com a chegada do inverno a atividade desses organismos diminuiu, passando a predominar os reguladores. O sistema de PN foi o único que manteve predominância de engenheiros do ecossistema em ambas as épocas de avaliação, demonstrando ser um ambiente mais estável e que sofre menor influência de fatores externos como o clima.

As variáveis ambientais também demonstraram grande influência sobre a abundância dos grupos da fauna edáfica. Entre os atributos destacaram-se alguns como; Carbono Total, Nitrogênio Total, relação C/N, Carbono da Biomassa Microbiana, Respiração microbiana do solo do Solo Densidade do Solo, Porosidade Total, pH e os teores de Fósforo e Magnésio. No entanto, ressalta-se que métodos de análises mais robustas que incluem variáveis qualitativa do

manejo poderiam auxiliar na compreensão tanto dos fatores relacionado aos fatores naturais como o clima, antrópicos como o manejo ou intrínsecos do solo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A'BEAR, A. D.; BODDY, L.; JONES, T. H. Impacts of elevated temperature on the growth and functioning of decomposer fungi are influenced by grazing collembola, **Global Change Biology**, v.18, p.1823–1832, 2012.

ABIEC. Perfil da pecuária no Brasil. Beef Rep.: 47. Disponível em: <[http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario 2019 portugues.pdf](http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario%2019%20portugues.pdf)>; Acesso em: 20 jan. 2021.

ACCATTOLI, C.; SALAZAR MARTÍNEZ, A. Oribátidos (Acari: Oribatida): indicadores de impacto antrópico en parques urbanos de La Plata (Argentina). **Acta Zoológica Mexicana** (N.S.), v. 28, n. 3, 2012.

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Eds.) Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London: **Academic Press**, p.576, 1995.

ALVARES, C. A. et al., Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. Tropical Soil Biology and Fertility: A handbook of methods. Wallingford: **C-A-B International**, 1993. 265p.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental condition, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, p. 393-395, 1993.

ANDERSON, T. H. Physiological analysis of microbial communities in soil: applications and limitations. In: Ritz K.D, Giller K.E, editors. Beyond the biomass. London: British Society of Soil Science, p. 67-76. 1994.

AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; BADEJO, M. A. Amostragem de Mesofauna edáfica utilizando funis de Berlese-Tüllgren modificado. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**. 2006. 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Circular técnica,17).

ARAÚJO, E. A. et al. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 187-206, 2012.

ASSAD, M. L. L (1997) Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M., (Eds) *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. p.363-443, 1997.

ATLAS das pastagens brasileiras- APB, Universidade Federal de Goiás- Laboratório de processamento de imagens e geoprocessamento. Disponível em: <<https://pastagem.org/atlas/map>>. Acesso em: 22 jan. 2021.

AZIZ, I.; MAHMOOD, T.; ISLAM, K. R. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. **Soil & Tillage Research**, v.131, p.28-35, 2013.

BALOTA, E. L.; Manejo e qualidade biológica do solo. Londrina: Editora **Mecenas**,. p. 288, 2017.

BALOTA, E. L.; Manejo e qualidade biológica do solo. Londrina: Editora **Mecenas**,. p. 41-56, 2017.

BARDGETT R.D, COOK. R. Aspectos funcionais da diversidade animal do solo em pastagens agrícolas. **Applied Soil Ecology** v.1, p.263-276, 1998.

BARETTA, D. et al. Fauna Edáfica e qualidade do solo. *Tópicos em Ciência do Solo*, v. 7, p. 141-192, 2011.

BARETTA, D.; et al. Soil fauna and its relationship with environmental variables in soil management systems. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5 (Especial), p. 871-879, 2014.

BARTZ, M. L. C.; PASINI, A.; BROWN, G. G. Earthworms as soil quality indicators in Brazilian no-tillage systems. **Applied Soil Ecology**, v. 69, p. 39–48, 2013.

DUNXIÃO, H. et al., Relationship between soil arthropods and soil properties in a suburb of Qianjiang City, Hubei, China. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, p. 467-473, 1999.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. *Ecology: individuals, population and communities*. 3ª ed. Oxford: Blackwell Science, 1996.

BERUDE, M. C. et al. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 14-28, dez. 2015.

- BIANCHI, M. D. O. et al. Macrofauna Edáfica como Indicadora em Revegetação com Leguminosas Arbóreas Soil Macrofauna as Indicators in **Tree Legume Revegetation**. v. 8087, 2017.
- BIGNELL, D. E. Em direção a um protocolo universal de amostragem de biotas do solo nos trópicos úmidos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.44, n.8, p.825-834, ago. 2010.
- BLOUIN, M.; et al. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. **European Journal of Soil Science**, v.64, p.161-182, 2013.
- BONINI, C. DOS S. B. et al. Produção de forragem e atributos químicos e físicos do solo em sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1695–1698, set. 2016.
- BRADY, N. C. Natureza e propriedades dos solos. 5.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989.
- BRISKE, D.D. et al. An evidence-based assessment of prescribed grazing practices. In Conservation benefits of rangeland practices: Assessment, recommendations, and knowledge gaps, Washington, DC: USDA Natural Resource Conservation Service. p. 21-74, 2011.
- BRITO, M. F. et al. Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 3, p. 253-260, 2016.
- BROWN, G.G. et al. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: Parron, L.M.; Garcia, J.R; Oliveira, E.B.; Brown, G.G.; Prado, R.B. (Eds.). Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma mata atlântica. Colombo: Embrapa Florestas, Cap. 10, p.122-154, 2015
- BROWN, J. R.; HERRICK, J. E. Making soil health a part of rangeland management. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 71, n. 3, p. 55-60, 2016.
- BRUSSAARD, L., VAN FAASSEN, H. G. Effects of Compaction on Soil Biota and Soil Biological Processes. **Soil Compaction in Crop Production**, v. 11, p. 215–235, 1994.
- BRUSSAARD, L.; RUITER, P. C. DE; BROWN, G. G. Soil biodiversity for agricultural sustainability. v. 121, p. 233–244, 2007.
- BUTCHER, J.W., SNIDER, R., SNIDER, R.J. Bioecology of edaphic collembola and acarina. **Annual Review of Entomology**. v.16, p.249–288, 1971.

- CARDOSO, E. J. B. et al. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health?. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 4, p. 274-289, 2013.
- CARNEIRO, M. A. C. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, p. 147-157, 2009.
- CARVALHO, P. C. DE F.; BATELLO, C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: The natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, v. 120, n. 1–2, p. 158–162, 2009.
- CASTILHO, R.C.; VENANCIO, R.; NARITA.; J.P.Z. Mesostigmata as biological control agents, with emphasis on Rhodacaroidea and Parasitoidea. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida: Springer, p. 1-31, 2015.
- CHAIRES-GRIJALVA, M.P. Gamasidos (Acari: Mesostigmata) en suelo asociados al cultivo del Ajo (*Allium sativum*) durante un ciclo fenológico en el estado de Guanajuato, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo. p.109, 2006.
- CHAUVAT, M., ZAITSEV, A.S., WOLTERS, V., 2003. Successional changes of Collembola and soil microbiota during forest rotation. **Oecologia** v.137, p.269–276, 2003.
- CHAUVAT, M.; ZAITSEV, A. S.; WOLTERS, V. Successional changes of Collembola and soil microbiota during forest rotation. **Oecologia**, v. 137, n. 2, p. 269-276, 2003.
- CHAUVEL, A. et al. Pasture damage by an Amazonian earthworm. **Nature** v.4, p.32-33, 1999.
- CHERUBIN, M.R. et. al. A Soil Management Assessment Framework (SMAF) Evaluation of Brazilian Sugarcane Expansion on Soil Quality. **Soil Science Society of America Journal**, v. 80, n. 1, p. 215–226, 2016.
- CLARKE, K. R.; GORLEY, R. M. PRIME V5: User Manual/ Tutorial. Plymouth Marine Laboratory, v.91 p. 2001, 1994.
- COLEMAN, D. C.; JR CROSSLEY, D. A.; HENDRIX, P. F. Fundamentals of soil ecology. 2. Ed, p.404, 2004

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11.ed. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, p. 376, 2016.

COTRUFO, M.F. et al. Formation of soil organic matter via biochemical and physical pathways of litter mass loss **Nature Geoscience.**, v.8, n.10, p. 776-781,2015.

COUSSEAU, L. et al. Levantamento de invertebrados epiedáficos em ambiente contaminado por chumbo. **Research, Society and Development**, v.9, n.3, 2020.

COUTO, R. R. et al. Microbiological and chemical attributes of a Hapludalf soil with swine manure fertilization. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 7, p. 774-782, jul. 2013.

CREPALDI, R. A. et al. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v. 44, n. 5, p. 781-787, 2014.

CUTZ-POOL, L. Q. et al. Edaphic Collembola from two agroecosystems with contrasting irrigation type in Hidalgo State, Mexico. **Applied Soil Ecology**, v. 36, n. 1, p. 46-52, 2007.

DA ROSA, M. G. et al. The intensification of soil use can affect the spider biodiversity? **Scientia Agraria**, v. 19, n. 2, p. 256–265, 2018.

DE GROOT, G. A. et al. Biomass and diversity of soil mite functional groups respond to extensification of land management, potentially affecting soil ecosystem services. **Frontiers in Environmental Science**, v. 4, n. p. 1–12, 2016.

DE VRIES, F. T. et al. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences Sci. U.S.A.** v.110, p.14296–14301, 2013.

DENNIS, P. et al. The response of spider (Araneae) assemblages to structural heterogeneity and prey abundance in sub-montane vegetation modified by conservation grazing. **Global Ecology and Conservation**, v. 3, p. 715–728, 2015.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: Processos, Causas e Estratégias de Recuperação. 4. ed, Belém: MBDF, p.2011. 215, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. Uso de pastagens para a produção de bovinos de corte no Brasil: Passado, presente e futuro. Embrapa Amazônia Oriental, p. 42, 2016.

DIDDEN, W. A. M. Reactions of *Onychiurus fimatus* (Collembola) to loose and compact soil. Methods and first results. **Pedobiologia**, v. 30, p. 93-100, 1987.

DIDDEN, W. A. M., FRÜND, H. C., GRAEFE, U. Enchytraeids. In: Benckiser, G. (Ed.), **Fauna in soil ecosystems**. Marcel, Dekker, New York, pp. 135-172, 1997.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.) Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: SSSA, p. 3-21, 1994.

DORAN, J. W.; POWER, J. F. The effects of tillage on the nitrogen cycle in corn and wheat. In: LOWRANCE, R. R.; TODD, R. L.; ASMUSSEN, L. E.; LEONARD, R. A. Nutrient Cycling in Agricultural Ecosystems. Univ. Georgia, Athens, GA U.S.A, **International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology**. 23, p. 441-455, 1983.

DORAN, J.W., ELLIOTT, E.T., PAUSTIAN, K. Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. **Soil & Tillage Research**., 49 pp. 3-18, 1998.

EDWARDS, C.A., BOHLEN, P.J., *Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd ed. Chapman and Hall, London, 1996.

ERRINGTON, I. et al. The influence of vegetation and soil properties on springtail communities in a diesel-contaminated soil. **Science of the Total Environment**. 619–620, 1098–1104, 2018.

FAO- El estado mundial de la agricultura y la alimentación FAO, ROMA (2011) Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i2050s.pdf>>. Acesso em Acessado 22 mar. 2021.

FILSER, J. et al. Soil fauna: key to new carbon models. **SOIL**, v. 2, p. 565–582, 2016.

FROUZ, J.; KURÁŽ, V. Soil fauna and soil physical properties. In: *Biota and ecosystem development in post mining sites*, by FROUZ, J. CRC Press, Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, p. 265 -279, 2013.

GALLO, D. et al. Entomologia agrícola. Piracicaba-SP: FEALQ, 2002.

GOMES, K. E. et al. Zoneamento das pastagens naturais do planalto catarinense. In: Reunião do grupo técnico regional do cone sul em melhoramento e utilização dos recursos rurais das áreas tropical e subtropical. 11., Lages, 1990 **Anais**. Lages: Empasc, p.54–61, 1990.

GONÇALVES, V. A. et al. Biomassa e atividade microbiana de solo sob diferentes sistemas de plantio e sucessões de culturas. **Revista de ciências agrárias**, v.62, p.1-8, 2019.

GRANDY, A.S. et al. Além dos micróbios: a fauna é a próxima fronteira em modelos biogeoquímicos do solo? **Soil Biology and Biochemistry**, v. 102, p. 40 – 44, 2016

GRIESANG, F. et al. Influência do cultivo de adubos verdes na dinâmica populacional da mesofauna edáfica em área manejada sob plantio direto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 2, p. 70-78, 2016.

HAMMER, Ø. Et al. PAST: Paleontological Statistics Software Package. for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** v.4, n.1, p. 9, 2001

HANSKI, I. The dung insect community. In.: Hanski I, Cambefort Y, Eds Dung beetle ecology. Princeton University Press, 1991.

HEWINS, D. B. et al. Grazing and climate effects on soil organic carbon concentration and particle-size association in northern grasslands. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1–9, 2018.

HOFFMANN, R. B. et al. Efeito do manejo do solo no carbono da biomassa microbiana. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research.**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 168-178, jul./set. 2018.

HUERTA, E.; WAL, H. Soil macroinvertebrates abundance and diversity in home gardens in Tabasco, Mexico, vary with soil texture, organic matter and vegetation cover. **European Journal of Soil Biology**, v. 50, p. 68-75, 2012.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Área por utilização das terras. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro, Brasil Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html>. (2017). Acesso em: 22 jan. 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO Soil quality: sampling of soil invertebrates. Part 2: sampling and soil extraction of microarthropods (Collembola and Acarina) .23611-3. Genebra, 2006.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO Soil quality: sampling of soil invertebrates. Part 3: sampling and soil extraction of enchytraeids. 23611-3. Geneva, 2007.

J. BENGTSSON, J et al. Grasslands-more important for ecosystem services than you might think. **Ecosphere**, v.10, 2019.

JANZEN, H.H. et al. Global Prospects Rooted in Soil Science. **Soil Science Society of America Journal**, v. 75, p.1–8, 2011.

JOHN, M.G. K.H. ORWIN, I.A. DICKIE. No ‘home’ versus ‘away’ effects of decomposition found in a grassland-forest reciprocal litter transplant study **Soil Biology & Biochemistry**., v.43, p. 1482-1489, 2011.

JONES, C.G., LAWTON, J.H., SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos**, v.69 p. 373-386, 1994.

JOUQUET, P. et al. Where do South-Indian termite mound soils come from? **Applied Soil Ecology**, v.117-118, p. 190-195, 2017

JOUQUET, P.; BLANCHART, E.; CAPOWIEZ, Y.Utilization of earthworms and termites for the restoration of ecosystem functioning. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 73, p. 34-40, 2014.

JUNIOR, A.B.P. et al. Diversidade de fauna edáfica em um fragmento florestal no município de Chapada dos Guimarães-MT. **Connection line-revista eletrônica do UNIVAG**, n. 21, 2019.

KANTERS, C.; ANDERSON, I. C.; JOHNSON, D. Chewing up the Wood-Wide Web: Selective Grazing on Ectomycorrhizal Fungi by Collembola, **Forests**, v.6, p.2560–2570, 2015.

KARLEN, D. L. et al. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. IN: DORAN, J. W., COLEMAN, D.C., BEZDICEK, D. F., STEWART, B. A. (Ed.). Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of America**, p.53-72, 1994.

KARLEN, D. et al. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial) **Soil Science Society of America Journal**., v.61 n.1, p. 4-10, 1997.

KARLEN, D. L. et al. Soil quality: a concept, definition and framework for LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. **Soil ecology**. 1st. ed. Amsterdam: Kluwer Scientific, p.678, 2001.

KARLEN, D. L. Soil health: the concept, its role, and strategies for monitoring. In: WALL, D. H.; BARDGETT, R. D.; BEHAN-PELLETIER, V. Soil ecology and ecosystem services. Oxford University Press, Oxford, p. 331–336, 2012.

KARLEN, D. L. et al. Soil health assessment: Past accomplishments, current activities, and future Opportunities. **Soil & Tillage Research**, p. 195, 2019.

KARLEN, D. L.; RICE, C. W. Soil Degradation: Will Humankind Ever Learn? **Sustainability**, v. 7, p. 12490-12501, 2015.

KARUNGI, J. et al. Elevation and cropping systems as drivers of microclimate and abundance of soil macrofauna in coffee farmlands in mountainous ecologies. **Applied Soil Ecology**, v.132, p.126-134, 2018.

KWON, T. S. et al. Prediction of abundance of forest spiders according to climate warming in South Korea. **Journal of Asia-Pacific Biodiversity**, v. 7, n. 2, p. e133–e155, 2014.

LAAKSO, J.; SETÄLÄ, H. Sensitivity of primary production to changes in the architecture of belowground food webs. **Oikos** v.87, p.57-64, 1999.

LAL R. Sequestering carbon and increasing productivity by conservation agriculture. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.70, n.3, p.55A–62A, 2015.

LAL, R. Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. **Global Change Biology**, v. 24, p. 3285-3301, 2018.

LAURENSEN et al. Sediment Losses from Intensively Grazed Forage Crops in New Zealand (RE450/2018/044 No. 1), Report for: **Environment Canterbury Ag Research**, Invermay, NZ, 2018.

LAVELLE, P. et al. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. 3-15, 2006.

LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. Soil ecology. 1st. ed. Amsterdam: **Kluwer Scientific**. p. 678, 2001.

LE CLEC'H, S. et al. Assessment of spatial variability of multiple ecosystem services in grasslands of different intensities. **Journal of Environmental Management** p. 251, 2019.

LEHMAN, R. M. et al. Understanding and enhancing soil biological health: the solution for reversing soil degradation. **Sustainability**, v. 7, p. 988–1027, 2015.

LERNER, A. M. et al. Sustainable Cattle Ranching in Practice: Moving from Theory to Planning in Colombia's Livestock Sector. **Environmental Management**, p. 176–184, 2017.

LIMA, A. C. R. et al. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 64, p. 194-200, 2013.

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

LIMA, R. W. S. et al. Macrofauna do solo em diferentes tipos de cobertura vegetal em Maceió, Alagoas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v.3, n.1, p.1-6, 2018.

FONTES, L. R. Cupins nas pastagens do Brasil: algumas indicações de controle. In: FONTES, in:L. R.; BERTI FILHO, E. (eds.). Cupins. O desafio do conhecimento. Piracicaba: FEALQ, p. 211-225, 1998.

LINDQUIST, E.E., KRANTZ, G.W., WALTER, D.E., 2009. Classification. In: Krantz, G.W., Walter, D.E. (Eds.), *A Manual of Acarology*. Third ed. Texas Tech University Press, Lubbock, TX, pp. 97–103.

LOMAZZI, A. J. et al. Pastejo rotacionado para criação de bovinos de corte no estado do Tocantins. **Natural Resources**, v. 7, n. 1, p. 43–60, 2017.

LOSS, A. et al. Carbono mineralizável, carbono orgânico e nitrogênio em macroagregados de Latossolo sob diferentes sistemas de uso do solo no Cerrado Goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.5, p.2153-2168, 2013.

LOSS, A. et al. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p.1212-1224, 2015.

LUBBERS, I. M.; PULLEMAN, M. M.; VAN GROENIGEN, J. W. Can earthworms simultaneously enhance decomposition and stabilization of plant residue carbon? **Soil Biology and Biochemistry**, v. 105, p. 12–24, 2017.

LUXTON, M. Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. IV. Developmental biology. *Pedobiologia* 21, 312–340. Magurran, A.E., 2004. Measuring Biological Diversity. **Blackwell Science**, Oxford, p.256, 1981.

MAAROUFI, NI. et al. Otimização de nutrientes no crescimento de árvores altera a estrutura e função das teias alimentares do solo boreal. **Para. Ecol. Gerir.** v. 428, p. 46–56, 2018

MAGALHÃES, S. S. A.; RAMOS, F. T.; WEBER, O. L. S. Carbon stocks of an Oxisol after thirty-eight years under different tillage systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.1, p.85-91, 2016.

MARALDO, K. et al. Enchytraeids as indicator of soil quality in temporary organic grassclover leys under contrasting management: A feasibility study. **Soil Biology & Biochemistry** v. 91, p. 32-39, 2015.

MARAUN, M. et al. Adding to ‘the enigma of soil animal diversity’: fungal feeders and saprophagous soil invertebrates prefer similar food substrates. **European Journal of Soil Biology**, v. 39, p. 85–95, 2003.

MARQUES, J. D. O. et al. Distribution of organic carbon in different soil fractions in ecosystems of central Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 1, p. 232-242, 2015.

MARSHALL, C. B et al. Dinâmica microbiana e macrofauna do solo sob diferentes métodos de terminação de adubo verde. **Applied Soil Ecology**, 148, p. 103-505, 2020.

MEA- Avaliação do ecossistema do milênio. Relatório de síntese da avaliação do ecossistema do milênio. Washington (DC) .2005

MEDEIROS, E. J. T. et al. Diversidade cultura de Cepas de actinobactérias do semiárido. **Enciclopédia biosfera.**, v. 15 n. 27. 2018.

MEDIANEIRA, J. et al. Trevo branco (*Trifolium repens*) Como alternativa para compor pastagens de inverno: revisão de literatura. n. 55, p. 6–9, 2018.

MELLONI, R. Quantificação Microbiana da Qualidade do Solo. In: SILVEIRA, Adriana Parada Dias da; FREITAS, Sueli dos Santos. Microbiota do solo. Campinas: Instituto Agrônômico, Cap. 11. P. 193-218, 2007.

MENTA, C. Soil Fauna diversity—Function, soil degradation, biological indices, soil restoration. In G. A. Lameed (Ed.), Biodiversity conservation and utilization in a diverse world. p. 59–94. 2012.

MODERNEL, P. et al. Land use change and ecosystem services provision in Pampas and Campos grasslands of Southern South America. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 11, 2016.

MOREIRA, F. M. S. et al. O ecossistema do solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras: Ufla, p. 352, 2013.

MULIA, R. et al. Earthworm diversity, forest conversion and agroforestry in Quang Nam Province Vietnam Land, v.10, p. 36, 2021.

MURGUEITIO, E. et al. Forest Ecology and Management Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1654–1663, 2011.

NABINGER, C.; MORAES, A. DE; MARASCHIN, G. E. Campos in Southern Brazil., grassland ecophysiology and grazing ecology. P.365-372, 2000.

Natural Resources Conservation Service (NRCS) 2021. Soil Health. Disponível em: <<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/health>>. Acesso em: Acessado em: 27 fev. 2021.

NIVA, C.C. et al. Enchytraeid abundance in Araucaria Mixed Forest determined by cold and hot wet extraction. **Brazilian Journal of Biology**. v.75, p.69-175, 2015.

O'CONNOR, F.B. Extraction of enchytraeid worms from a coniferous forest soil. **Nature**, v. 175, n. 4462, p. 815-816, 1955.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D. Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos? **Scientia agraria**, v. 17, p. 21-40, 2016.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; et al. Collembola community structure under different land management in subtropical Brazil. *Annals of Applied Biology*. v. 177, n. 3, p. 1–14, 2020.

OLIVEIRA, I. R. P. et al.,. Diversidade de formigas (Hymenoptera; Formicidae) edáficas em três estágios sucessionais de mata atlântica em São Cristóvão, Sergipe. *Agroforestalis News*, v. 1, n. 1, p. 48-58, 2016.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P. Influência dos processos de recuperação do solo após mineração de carvão sobre a mesofauna edáfica em Lauro Müller, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, v. 27, p. 69-77, 2014.

BARETTA, D. et al.,. Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 5 (Especial), p. 871-879, 2014.

OTT, D. et al. Estequiometria elementar unificadora e teoria metabólica na previsão da abundância de espécies. *Ecology Letters*. v.17, p.1247-1256, 2014

LAVELLE, P. et al. SOM management in the tropics: why feeding the soil macrofauna? *Nutrient Cycling in Agroecosystems*., v. 61, p. 53-61, 2001

PARISI, V. et al. Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: A new approach in Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 105, p. 323–333, 2005.

PARISI, V. La qualità biologica del suolo. Un metodo basato sui microartropodi. *Acta Naturalia de L'Ateno Parmense*, v. 37, p. 97–106, 2001.

PARRON, L. M. et al. Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma mata atlântica. Brasília: Embrapa, 370 p, 2015.

PASTAGENS. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina/producao-de-carne-bovina/pastagem>. Acesso em: 21 jan. 2021.

PEDREIRA, B. C. Serviços ecossistêmicos de pastagens. p. 1–5, 2019.

PERDIGÃO, P. C. N. et al. Efeitos de níveis de água e adubação potássica no desenvolvimento do cajueiro anão-precoce, BRS - 189. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, p. 90-94, 2010.

PETERS, M. et al. Challenges and opportunities for improving eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 1, n. 2, p. 156–167, 2013.

PINTO, C. E et al. Pecuária de corte: Vocação e inovação para o desenvolvimento catarinense. Florianópolis: Epagri, 2016. 212p.

PODGAISKI, L.R. et al. Diversidade de invertebrados e decomposição da matéria orgânica. In: NATIV O: 30 anos de pesquisa em campo Nativo (Boletim técnico), 2017.

POGUE, S. J. et al. Beef production and ecosystem services in Canada’s prairie provinces: A review. **Agricultural Systems**, v. 166, p. 152-172, 2018.

PONGE, J. F. et al. Decreased biodiversity in soil springtail communities: the importance of dispersal and landuse history in heterogeneous landscapes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, n. 5, p.1158–1161, 2006.

PRIMIERY, S.; MUNIZ, A. W.; LISBOA, H. DE M. Din mica do Carbono no Solo em Ecossistemas Nativos e Plantaç es Florestais em Santa Catarina. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

RAO, I. et al. Livestock Plus – The sustainable intensification of forage – based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics *. v. 3, n. May 2013, p. 59–82, 2015.

RAPPORT, D. J; REGIER, H. A.; HUTCHINSON, T. C. Ecosystem behavior under stress. **The American Naturalist**, v. 125, p. 617-640, 1985.

REICHARDT; TIMM, L. C. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. 2^o ed. Barueri, SP: Manole, 2012.

RIBEIRO, L.P. et al. First record of *Atherigonareversura* Villeneuve (Diptera: Muscidae) feeding on Bermudagrass (*Cynodon dactylon* cv. Jiggs, Poaceae) in Brazil: morphological and molecular tools for identification. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 3, p. 270-274, 2016

ROPER, W. R. et al. Soil health indicators do not differentiate among agronomic management systems in North Carolina soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 81, p. 828–843, 2017.

DA ROSA, M. G et al. Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1544-1553, 2015.

ROSCOE R, BODDEY RM, SALTON JC. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: Roscoe R, Mercante FM, Salton JC, compiladores. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: EMBRAPA; 2006.

ROUSSEAU, L. et al. Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. **Ecological Indicators**. v. 27, p. 71–82, 2013.

ROVEDDER, A. P. M. et al. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p.1061-1068, 2009.

RUGGIERO, M.A. et al. Correction: A Higher-Level Classification of All Living Organisms. v. 10, p. 1-60, 2015.

RZESZOWSKI, K.; ZADROŻNY, P.; NICIA, P. The effect of soil nutrient gradients on Collembola communities inhabiting typical urban green spaces. **Pedobiologia - Journal of Soil Ecology**, v. 64, p. 15–24, 2017.

SANTORUFO, L. et al. Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality. **Environmental Pollution**, v. 161, p. 57–63, 2012.

SANTOS, G. G. et al. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 115-122, 2008.

SCHMELZ, R. M. et al. Diversity of terrestrial Enchytraeidae (Oligochaeta) in Latin America: Current knowledge and future research potential. **Applied Soil Ecology**. v. 69, p. 3-20, 2013.

SCHMELZ, R. M., RÖMBKE, J. Three new species of Hemienchytraeus (Enchytraeidae, Oligochaeta) from Amazonian Forest soil. **Journal of Nature History**. v. 39, p. 2967-2986, 2005.

SCHMELZ, R. M.; COLLADO, R. A guide to European terrestrial and freshwater species of Enchytraeidae (Oligochaeta). **Soil Organisms**, v. 82, n.1, p. 1-176, 2010.

SCHOWALTER, T. Arthropod diversity and functional importance in old-growth forests of North America. **Forests**, v. 8, n. 97, p. 1-17, 2017.

SCORIZA, R. N.; CORREIA, M. E. F.; SILVA, E. M. R. Colêmbolos e fungos micorrízicos arbusculares como indicadores de degradação em fragmentos florestais de encosta. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 4, p. 386-392, 2016.

SIEBERT, J. et al. Earthworms modulate the effects of climate warming on the taxon richness of soil meso- and macrofauna in an agricultural system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 278, p. 72-80, 2019.

SILVA, A. C. F. et al. Macrofauna edáfica em área de pastagem no município de Macaíba, RN. **Agropecuária Técnica**, v. 39, n. 2, p. 151-157, 2018.

SILVA, B. E. C.; MEDINA, E. F.; JOLOMBA, M. R. Propriedades físicas do solo em função de diferentes manejos de pastagem. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 66-75, 2017.

SILVA, D. M. et al. Effects of pig slurry application on the diversity and activity of soil biota in pasture areas. **Ciência Rural**, v. 46, n. 10, p. 1756-1763, 2016.

SILVA, D. A. et al. Bioindicadores de qualidade edáfica em diferentes usos do solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 3728-3736, 2015.

SILVA, C.F. et al. Carbono orgânico total, biomassa microbiana e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio Vale do Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 6, p. 1680-1689, 2012.

SILVA, J.; JUCKSCH, I.; TAVARES, R. C. Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 112-125, 2012.

SILVA, J. et al. Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 112-125, 2012.

SILVA, R.R.; SILVA, M.L.N.; FERREIRA, M.M. Atributos físicos indicadores da qualidade do solo sob sistemas de manejo na Bacia Alto do Rio Grande-MG. **Agrotecnol.** v. 29, p. 719-30, 2005.

SILVA., P.M. et al. Traits of collembolan life-form indicate land use types and soil properties across an European transect. **Applied Soil Ecology**. v. 97, p. 69-77, 2016.

SINGH, S.; SINGH, J.; VIG, A. P. Earthworm as ecological engineers to change the physicochemical properties of soil: Soil vs vermicast. **Ecological Engineering**. v. 90, p. 1-5, 2016.

SOLLENBERGER, L. E. Changing emphases in soil-plant-animal research in pastures. **Proceedings of Brazilian Society of Animal Science Meeting**. SBZ, Viçosa, MG. p. 1-38, 2014.

SOMERFIELD, P.J.; CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M. Simpson index. **Encyclopedia of Ecology**. Elsevier, Oxford, UK, 2008.

SOUZA, E. D. et al. Estoque de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Brasileiro de ciências do solo**, v. 33, p. 1829-1836, 2010.

SPARLING, G. P.; WEST, A. W. A direct extraction method to estimate soil microbial - C - calibration in situ using microbial respiration an ¹⁴C labeled cells. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 20, n. 3, p. 337-343, 1988.

STATSOFT, Inc., STATISTICA (Data analysis software system). Version 12 (2018). Disponível em:<www.statsoft.com>. Acesso em 21 mar. 2021.

STEWART, R. D. et al. What we talk about when we talk about soil health. **Agricultural & Environmental Letters**, v. 3, p. 5-9. Synthesis. Island Press, Washington, DC, 2018.

STÖCKER, C.M; et al. Bioindicadores da qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa**, p.1-10,2017.

TANTACHASATID et al. Soil macrofauna communities under plant cover in a no-till system in Thailand. **Agricultural and Natural Resources**, v. 51, p. 1-6, 2017.

TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

TER BRAAK C. J. F.; SMILAUER, P. CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: software for canonical community ordination, version 4. New York: p. 269, 1998.

TRENTINI C. P. et al., Effect of nitrogen addition and litter removal on understory vegetation, soil mesofauna, and litter decomposition in loblolly pine plantations in subtropical Argentina. **Forest Ecology and Management**, p. 133-142, 2018.

TSIAFOULI, M. A. et al. Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe *Glob. Global Change Biology* v. 21, p. 973-985, 2015.

TULLY, K. L.; MCASKIL, C. Promoting soil health in organically managed systems: a review. **Organic Agriculture**, v.8, n.4, p.331-343, 1996, 2020.

UVAROV, A. V.: Energetical evaluation of the role of soil invertebrates in the process of plant remains decomposition, in: *Soil Fauna and Soil Fertility*, Nauka Sci. Publ., edited by: Striganova, B. R., Proceedings of the 9th International Colloquium on Soil Zoology, August, Moscow, 143–150, 1987.

VAN CAPELLE, C.; SCHRADER, S.; BRUNOTTE, J. Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota—A review with a focus on German. **European Journal of Soil Biology**. v. 50, p. 165–181, 2012.

VAN EEKEREN, N.; MURRAY, P. J.; SMEDING, F. W. Soil biota in grassland, its ecosystem services and the impact of management. In: *Permanent and Temporary Grassland: plant, environment and economy*. Proceedings of the 14th Symposium of the European Grassland Federation, pp. 247–58. Ghent, Belgium, 3–5 Belgian Society for Grassland and Forage Crops, Merlbeke Belgium, 2007.

VAN STRAALLEN, N. M.; VERHOEF, H. A. The development of a bioindicator system for soil acidity based on arthropod pH preferences. **Journal of Applied Ecology**, v. 34, p. 217–232, 1997.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil biology and Biochemistry*, v.19, n.6, p.703-707, 1987.

VENDRAME, P. R. S. et al. Relationship between macrofauna, mineralogy and exchangeable calcium and magnesium in Cerrado Oxisols under pasture **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 44, n .8, p. 996-1001, 2009.

VIOLLE, C. et al. Let the concept of trait be functional. **Oikos**, v. 116, p. 882-892, 2007

VOLK, L. B. DA S.; TRINDADE, J. P. P. Princípios técnicos de manejo de sistemas pecuários para maior disponibilidade de água no solo sistemas pecuários para maior disponibilidade de água no solo. p. 26, 2020.

WADE, J. et al. Sources of variability that compromise mineralizable carbon as a soil health Indicator. **Soil Science Society of America Journal**, v. 4, p. 243-252, 2018.

WALL, D.H. et al. Soil Ecology and Ecosystem Services. 1º ed. Oxford Reino Unido., p. 282-290, 2012.

WALTER, D. E.; PROCTOR, H. Mites: ecology, evolution & behaviour. 2. ed. Sydney: Springer, p. 494, 2013.

WARDLE, D. A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. **Biological Reviews**, v. 67, p. 321–358, 1992.

WINCK, B. R.; RIGOTTI, V. M.; SÁ, E. L. S. Effects of different grazing intensities on the composition and diversity of Collembola communities in southern Brazilian grassland. **Applied Soil Ecology**, v.144, p. 98–106, 2019.

WOODRING, J. P., COOK, E. F. The biology of *Ceratozetes cisalpinus*, *Scheloriabates laevigatus* and *Oppia neerlandica*, with a description of all stages. **Acarologia**, v. 4, p. 101–137, 1962.

YEATES, G. W., PATTISON, T. Moving up within the food web: protozoa and nematodes. CRC Press, Boca Raton, p. 149–162, 2006.

ZANELLA, Pablo. **Estratégias de manejo do pastejo e suas implicações na dinâmica da vegetação em uma pastagem natural com predomínio de *andropogon lateralis* nees.** 2019. 108. Tese (Doutorado), Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2019.

Disponível em: <

https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1295/PABLO_tese___pablo_giliard_zanella_final_imp_2_15671868610134_1295.pdf>. Acesso em: 1 mai. 2020.

ZECHMEISTER et al. A aplicação da estequiometria ecológica às transformações da matéria orgânica planta-microbiana-solo. **Ecological Monographs**, v. 85, p. 133–155, 2015.

ZHANG, W. et al. Effect of earthworms and arbuscular mycorrhizal fungi on the microbial community and maize growth under salt stress. **Applied Soil Ecology**, v. 107, p. 214–223, 2016.

8. MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela S1 - Diversidade florística dos sistemas de uso do solo.

Espécies	Sistemas de Uso do Solo			
	PN	PM	PP	PA
	Verão/Inverno			
<i>Andropogon lateralis</i>	++	+	-	-
<i>Anthoxanthum sp.</i>	+	-	-	-
<i>Axonopus compressus</i>	-	+	-	-
<i>Axonopus afins</i>	+	+	-	-
<i>Cynodon dactylon</i>	-	-	++	-
<i>Holcus lanatus</i>	-	++	-	-
<i>Lolium multiflorum</i>	-	++	++	++
<i>Paspalum dilatatum</i>	-	+	-	-
<i>Paspalum notatum</i>	-	+	-	-
<i>Paspalum sp.</i>	+	+	-	-
<i>Paspalum umbrosum</i>	-	+	-	-
<i>Pennisetum glaucum</i>	-	-	-	++
<i>Piptochaetium montevidense</i>	+	-	-	-
<i>Rumex sp.</i>	-	+	-	-
<i>Sida sp.</i>	-	+	-	-
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	-	+	-	-
<i>Trifolium repens</i>	-	++	++	-

++ Espécie predominante; + Espécie secundari; - Espécie ausente. **Fonte:** Elaborada pela própria autora, 2021.

Tabela S2 - Análise multivariada PERMANOVA para abundância total de indivíduos da macrofuna edáfica amostrados pelo método de TSBF, no verão com base nos sistemas de pastagens, parcelas e interação sistemas × parcelas.

Tratamento	GL	SQ	MQ	Pseudo-F	P(perm)
Sistema	3	7959	2653	1,7022	0,084
Parcela	3	5382	1794	0,66782	0,8
Sistema × Parcela	9	13749	1528	0,56869	0,979
Resíduo	13	34920	2686		
Total	28	62019			

GL: Graus de Liberdade, SQ: Soma dos Quadrados MQ: Média dos Quadrados, Pseudo- F: Proporção do Pseudo- F. Valores em negrito indicam significância estatística ($p < 0,05$). PN= Pastagens Nativa; PM= Pastagens Nativa Melhorada; PP= Pastagens Perene; PA= Pastagem Anual Cultivada. **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Tabela S3 - Análise multivariada PERMANOVA para abundância total de indivíduos da macrofauna edáfica amostrados pelo método de TSBF, no inverno com base nos sistemas de pastagens, parcelas e interação sistemas × parcelas.

Tratamento	GL	SQ	MQ	Pseudo-F	P(perm)
Sistema	3	12699	4232,9	1,9086	0,03
Parcela	3	25137	837,89	0,45619	0,953
Sistema × Parcela	9	19960	2217,8	1,2075	0,212
Resíduo	16	29387	1836,7		
Total	31	64560			

GL: Graus de Liberdade, SQ: Soma dos Quadrados MQ: Média dos Quadrados, Pseudo- F: Proporção do Pseudo- F. Valores em negrito indicam significância estatística ($p < 0,05$). PN= Pastagens Nativa; PM= Pastagens Nativa Melhorada; PP= Pastagens Perene; PA= Pastagem Anual Cultivada. **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Tabela S4 - Análise multivariada PERMANOVA para abundância total de indivíduos amostrados pelo método de armadilha de queda, no verão com base nos sistemas de pastagens, parcelas e interação sistemas × parcelas.

Tratamento	GL	SQ	MQ	Pseudo-F	P(perm)
Sistema	3	11793	3931,1	10,144	0,001
Parcela	3	252,09	84,03	0,11338	0,997
Sistema × Parcela	9	3487,8	387,53	0,5229	0,979
Resíduo	16	11858	741,11		
Total	31	27391			

GL: Graus de Liberdade, SQ: Soma dos Quadrados MQ: Média dos Quadrados, Pseudo- F: Proporção do Pseudo- F. Valores em negrito indicam significância estatística ($p < 0,05$). PN= Pastagens Nativa; PM= Pastagens Nativa Melhorada; PP= Pastagens Perene; PA= Pastagem Anual Cultivada. **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Tabela S5 - Análise multivariada PERMANOVA para abundância total de indivíduos amostrados pelo método de armadilha de queda, no inverno com base nos sistemas de pastagens, parcelas e interação sistemas × parcelas.

Tratamento	GL	SQ	MQ	Pseudo-F	P(perm)
Sistema	3	2256,6	752,21	3,3668	0,005
Parcela	3	500,42	166,81	0,85632	0,586
Sistema × Parcela	9	2010,8	223,42	1,147	0,311
Resíduo	16	3116,7	194,79		
Total	31	7884,6			

GL: Graus de Liberdade, SQ: Soma dos Quadrados MQ: Média dos Quadrados, Pseudo- F: Proporção do Pseudo- F. Valores em negrito indicam significância estatística ($p < 0,05$). PN= Pastagens Nativa; PM= Pastagens Nativa Melhorada; PP= Pastagens Perene; PA= Pastagem Anual Cultivada. **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Tabela S6 - Análise multivariada PERMANOVA para abundância total de indivíduos amostrados pelo método de Core, no verão com base nos sistemas de pastagens, parcelas e interação sistemas × parcela.

Tratamento	GL	SQ	MQ	Pseudo-F	P(perm)
Sistema	3	5959	1986	1,4289	0,280
Parcela	3	449,2	149,7	0,32338	0,902
Sistema × Parcela	9	12818	1424	3,0761	0,017
Resíduo	11	5093	463		
Total	26	23608			

GL: Graus de Liberdade, SQ: Soma dos Quadrados MQ: Média dos Quadrados, Pseudo- F: Proporção do Pseudo-F. Valores em negrito indicam significância estatística ($p < 0,05$). PN= Pastagens Nativa; PM= Pastagens Nativa Melhorada; PP= Pastagens Perene; PA= Pastagem Anual Cultivada. **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Tabela S7 - Análise multivariada PERMANOVA para abundância total de indivíduos amostrados pelo método de Core, no inverno com base nos sistemas de pastagens, parcelas e interação sistemas × parcela.

Tratamento	GL	SQ	MQ	Pseudo-F	P(perm)
Sistema	3	4707	1569	2,5795	0,035
Parcela	3	579,05	193,02	0,2811	0,951
Sistema × Parcela	9	5464,8	607,2	0,88429	0,607
Resíduo	15	10300	686,65		
Total	30	21175			

GL: Graus de Liberdade, SQ: Soma dos Quadrados MQ: Média dos Quadrados, Pseudo- F: Proporção do Pseudo-F. Valores em negrito indicam significância estatística ($p < 0,05$). PN= Pastagens Nativa; PM= Pastagens Nativa Melhorada; PP= Pastagens Perene; PA= Pastagem Anual Cultivada. **Fonte:** Elaborada pela autora, 2021 **abela**

Tabela S8 - Propriedades físicos do solo na camada de 0-10 cm, em sistemas de Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP,) e Pastagem Anual Cultivada (PA), no verão e no inverno.

Atributos Físicos	PN	PM	PP	PA	PN	PM	PP	PA
	Verão				Inverno			
Ds (g cm^{-3})	1,2	1,14	1,4	1,2	1,2	1,14	1,4	1,2
PT (g cm^{-3})	0,5	0,51	0,44	0,51	0,5	0,51	0,44	0,51
Micro (m)	0,39	0,41	0,34	0,42	0,39	0,41	0,34	0,42
Macro ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	0,12	0,1	0,1	0,08	0,12	0,1	0,1	0,08
Bio ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	0,07	0,06	0,04	0,04	0,07	0,06	0,04	0,04
Umi %	25,01	18,52	24,65	21,25	23,65	19,78	25,37	24,03

Ds: densidade do solo; PT: porosidade total; Micro: microporosidade; Macro: macroporosidade; Bio: bioporos; Umi: umidade. **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Tabela S9 - Propriedades químicas do solo na camada de 0-10 cm, em sistemas de Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP,) e Pastagem Anual Cultivada (PA), no verão e no inverno.

Atributos Químicos	PN	PM	PP	PA	PN	PM	PP	PA
	Verão				Inverno			
pH H ₂ O	5,35	6,1	6,23	5,78	5,15	6,3	6,53	6,03
Ca (cmolc/dm ³)	0,7	10,34	9,21	8,63	0,58	8,74	7,76	8,32
Mg (cmolc/dm ³)	0,84	7,02	4,84	5,62	0,98	1,09	2,36	2,15
Al (cmolc/dm ³)	1,25	0	0	0	1,68	0	0	0
H+Al (cmolc/dm ³)	12,43	2,7	2,5	2,98	14,25	2,7	2,33	2,53
MO%	5,8	4,28	4,1	5,63	7,8	10,78	3,48	4,03
Argila %	39,25	30,75	28,5	34,5	49,5	34,5	25,75	35,25
P (mg/dm ³)	6,58	21,15	19,35	15,6	11,08	21,53	21,98	29,08
K (cmolc/dm ³)	105,75	159,5	91,75	138,75	141,25	192,75	159,25	96,5
CT (mg/g)	66,53	90,43	43,63	59,18	50,55	51,36	33,76	53,48
NT (mg/g)	3,47	7,3	2,89	3,65	3,54	4,49	1,2	14,11
C/N _{solo} (mg/g)	19,2	20,38	15,21	16,19	14,11	12,17	10,71	15,87
C/N _{serrapilheira} (mg/g)	98,71	69,50	36,89	35,90	30,63	12,13	11,84	9,07

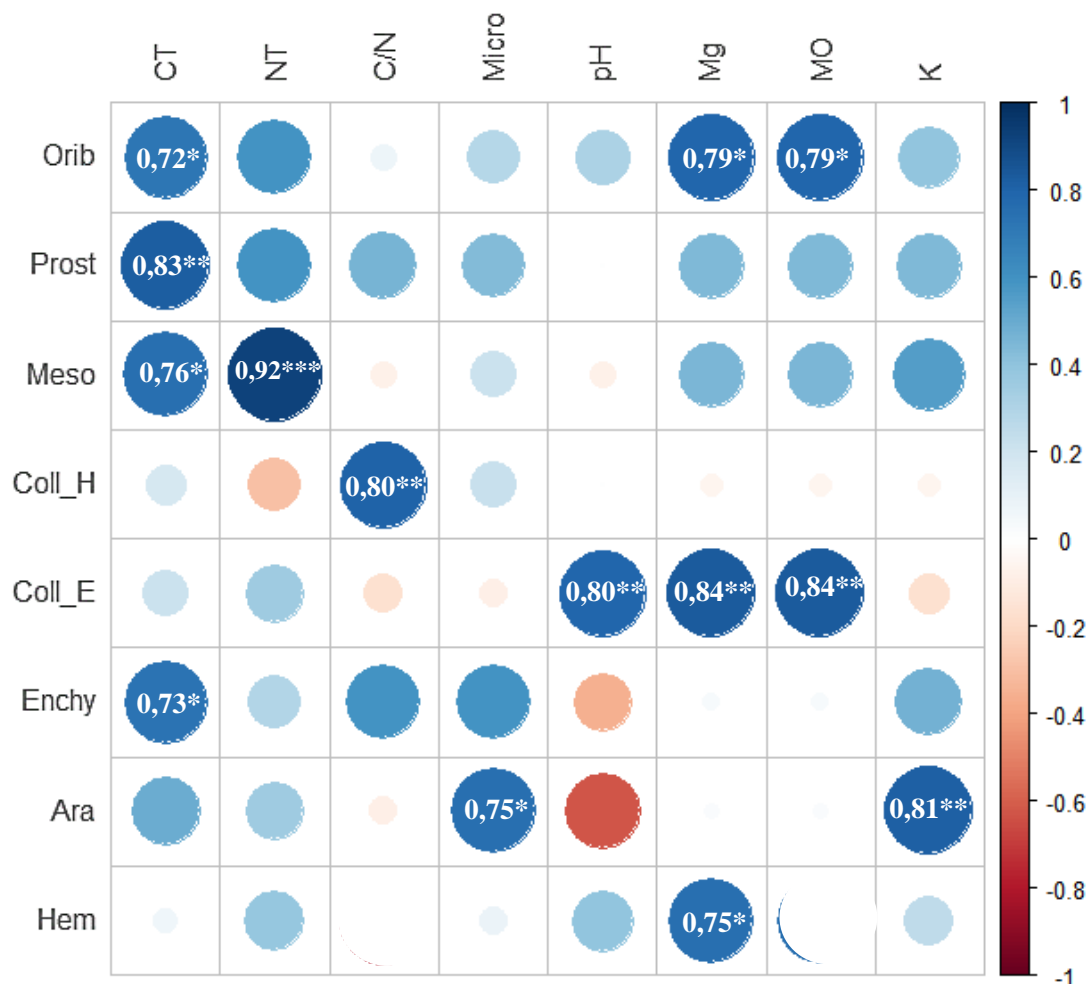
pH: potencial hidrogeniônico; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; H+AL: acidez potencial; MO: matéria orgânica; P: fósforo; K: potássio; CTC: capacidade de troca de cátions; NT: nitrogênio total; C/N_{solo}: relação carbono/nitrogênio do solo; C/N_{serrapilheira}: relação carbono/nitrogênio da serrapilheira. **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Tabela S10 - Propriedades do solo ligados à atividade biológica, em sistemas de Pastagem Nativa (PN), Pastagem Nativa Melhorada (PM), Pastagem Perene (PP,) e Pastagem Anual Cultivada (PA), no verão e no inverno.

Atributos Biológicos	PN	PM	PP	PA	PN	PM	PP	PA
	Verão				Inverno			
RBS ($\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$) ¹	1,67	2,09	1,39	2,48	1,3	2,24	2,01	1,78
CBM ($\mu\text{g C g}^{-1}$)	0,28	0,22	0,12	0,56	0,38	0,21	0,19	0,42
$q\text{CO}_2$ ($\mu\text{g } \mu\text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$) ²	2,09	0,88	0,44	1,7	1,56	4,85	4,61	1,83
$q\text{Mic}$ %	2,52	4,33	4,89	2,07	0,87	0,44	0,93	1,81
COT %	3,36	2,48	2,38	3,26	4,52	6,25	2,02	2,34

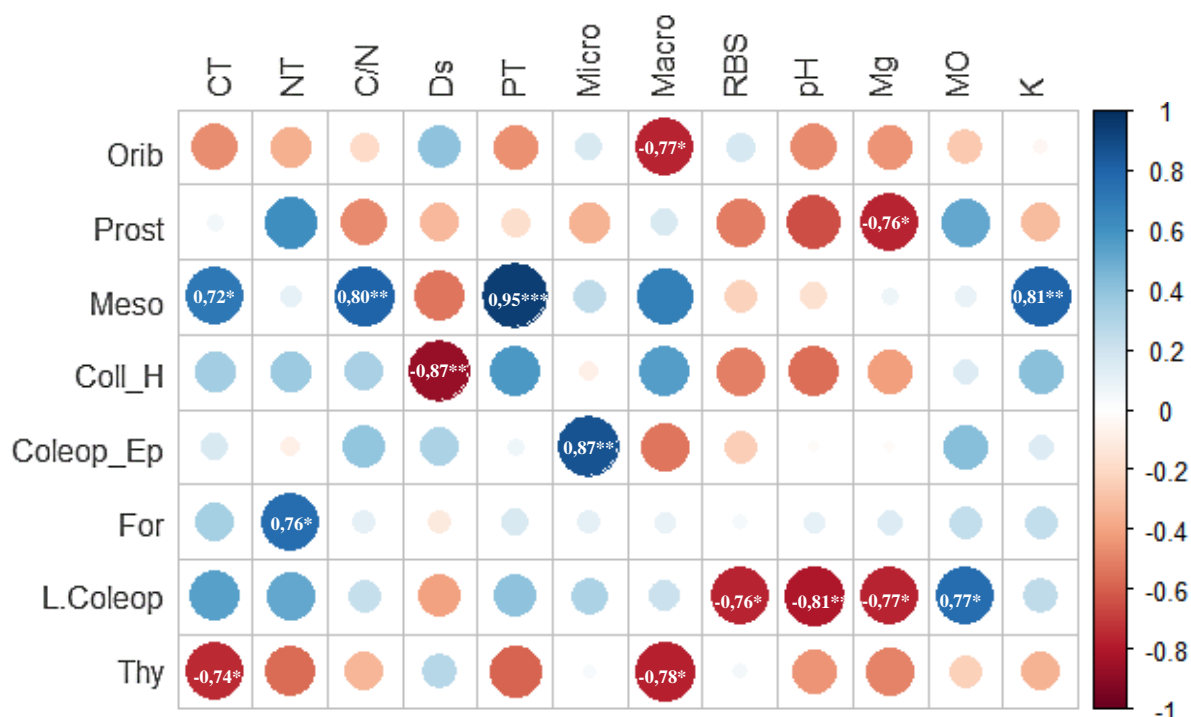
RBS: Respiração microbiana do solo do solo; CBM: carbono da biomassa microbiana $q\text{CO}_2$: quociente metabólico; $q\text{Mic}$: quociente microbiano; COT: carbono orgânico total. **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Figura S1 - Correlação de Spearman entre as variáveis químicas, físicas e microbiológicas e a fauna edáfica nos sistemas de Pastagem Nativa (PN) coletadas no verão. Cores em azul e vermelho representam correlações positivas e negativas entre as variáveis, respectivamente. * $p > 0,05$; ** $p > 0,01$; *** $p > 0,001$.



Oribatida (Orib); Prostigmata (Prost); Mesostigmata (Meso); Collembola Hemiedafico (Coll_H); Collembola Edáfico (Coll_E); *Enchytraeus* (Ency); Ara (Araneae); Hemíptera (Hemi); Carbono total (CT); NT: Nitrogênio total (NT); C/N solo: Relação carbono/nitrogênio do solo (C/N_{solo}); Microporosidade; (Micro); Macroporosidade (Macro); pH: potencial hidrogeniônico; Mg: magnésio (Mg); Matéria orgânica (MO); Potássio (K). **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Figura S2 - Correlação de Spearman entre as variáveis químicas, físicas e microbiológicas e a fauna edáfica nos sistemas de Pastagem Nativa Melhorada (PM) coletadas no verão. Cores em azul e vermelho representam correlações positivas e negativas entre as variáveis, respectivamente. * $p > 0,05$; ** $p > 0,01$; *** $p > 0,001$.



Oribatida (Orib); Prostigmata (Prost); Mesostigmata (Meso); Collembola Hemiedafico (Coll_H); Coleóptera Epígeo (Col_Ep); Formicidae (For); Larvas de coleópteros (L. Coleopt); Thysanoptera (Thy); Ds: densidade do solo; PT: porosidade total; Carbono total (CT); NT: Nitrogênio total (NT); C/N solo: Relação carbono/nitrogênio do solo (C/N_{solo}); Microporosidade; (Micro); Macroporosidade (Macro); pH: potencial hidrogeniônico; magnésio (Mg); Matéria orgânica (MO); Potássio (K); Respiração microbiana do solo do solo (RBS). **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

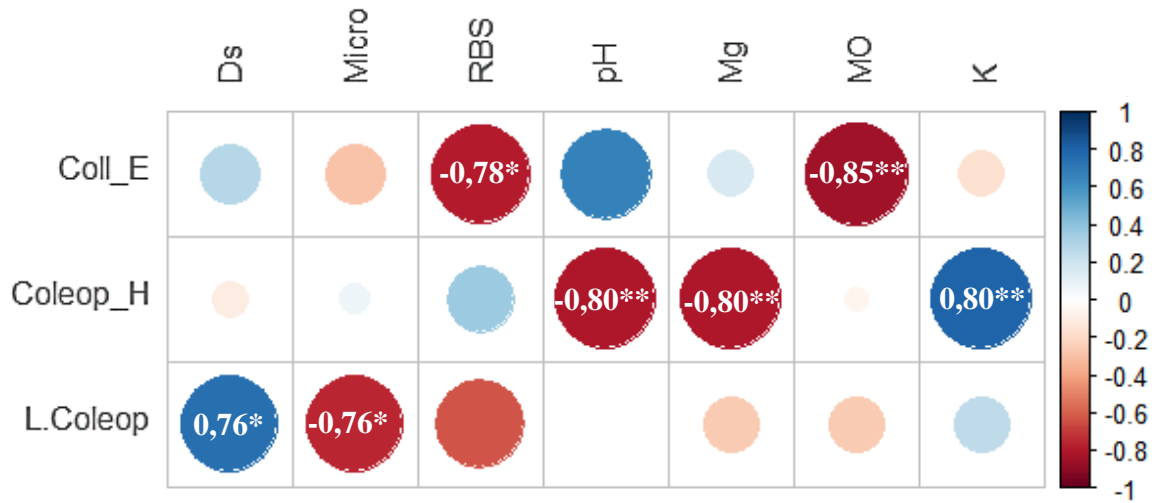
Figura S3 - Correlação de Spearman entre as variáveis químicas, físicas e microbiológicas e a fauna edáfica nos sistemas de Pastagem Perene (PP) coletada no verão. Cores em azul e vermelho representam correlações positivas e negativas entre as variáveis, respectivamente. * $p > 0,05$; ** $p > 0,01$; *** $p > 0,001$.



Oribatida (Orib); Collembola Epígeo (Coll_Ep); Coleóptera Epígeo (Col_Ep); Formicidae (For); Larvas de coleópteros (L. Coleopt); Oligochaeta (Oligo); Thysanoptera (Thy); Ds: densidade do solo; Carbono total (CT); NT: Nitrogênio total (NT); Microporosidade; (Micro); Macroporosidade (Macro); Respiração microbiana do solo do solo (RBS); Umi (Umidade do solo). **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

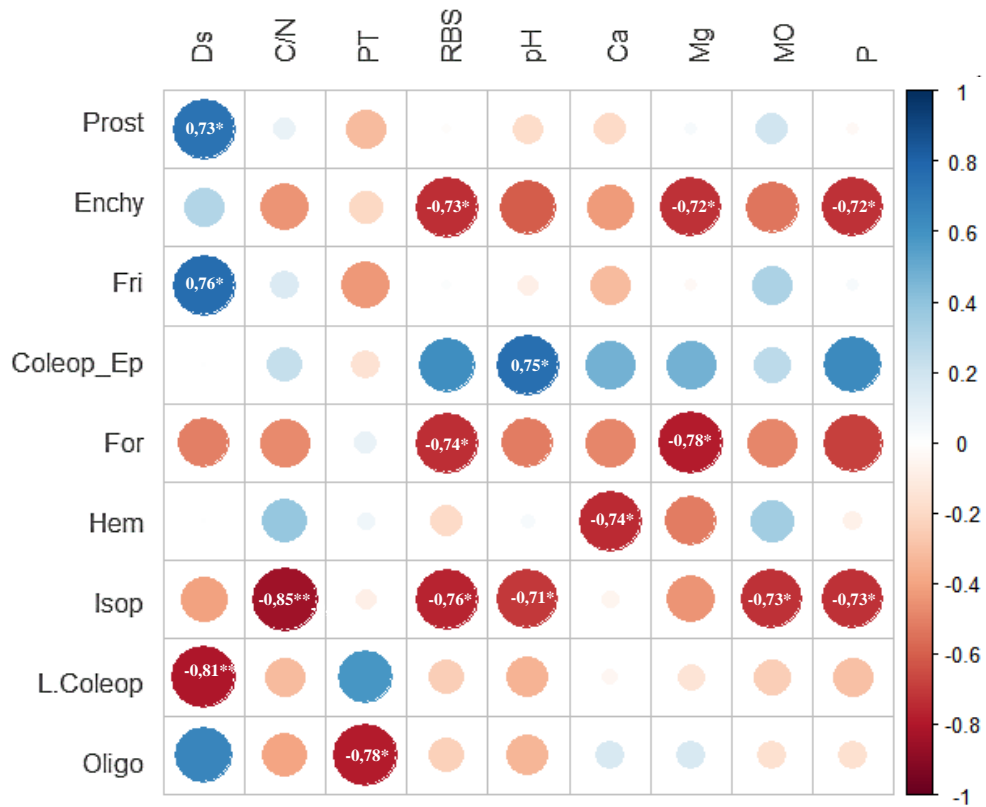
Figura S4 - Correlação de Spearman entre as variáveis químicas, físicas e microbiológicas e a fauna edáfica nos sistemas de Pastagem Anual Cultivada (PA) coletada no verão. Cores em

azul e vermelho representam correlações positivas e negativas entre as variáveis, respectivamente. * $p > 0,05$; ** $p > 0,01$; *** $p > 0,001$.



Collembola Edáfico (Coll_E); Coleóptera Hemiedáfico (Col_H); Larvas de coleópteros (L. Coleopt); Ds: densidade do solo; Microporosidade; (Micro); Respiração microbiana do solo do solo (RBS); pH: potencial hidrogeniônico; magnésio (Mg); Matéria orgânica (MO); Potássio (K); **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Figura S5 - Correlação de Spearman entre as variáveis químicas, físicas e microbiológicas e a fauna edáfica nos sistemas de Pastagem Nativa (PN) coletada no inverno. Cores em azul e vermelho representam correlações positivas e negativas entre as variáveis, respectivamente. * $p > 0,05$; ** $p > 0,01$; *** $p > 0,001$.



Prostigmata (Prost); *Enchytraeus* (Ency); *Fridericia* (Fri); Coleóptera Epígeo (Col_Ep); Formicidae (For); Hemíptera (Hem); Isoptera (Isso); Larvas de coleópteros (L. Coleopt); Oligochaeta (Oli); Densidade do solo (Ds); Porosidade total (PT); pH: potencial hidrogeniônico; Calcio (Ca); Magnésio (Mg); Matéria orgânica (MO); Fósforo (P). **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

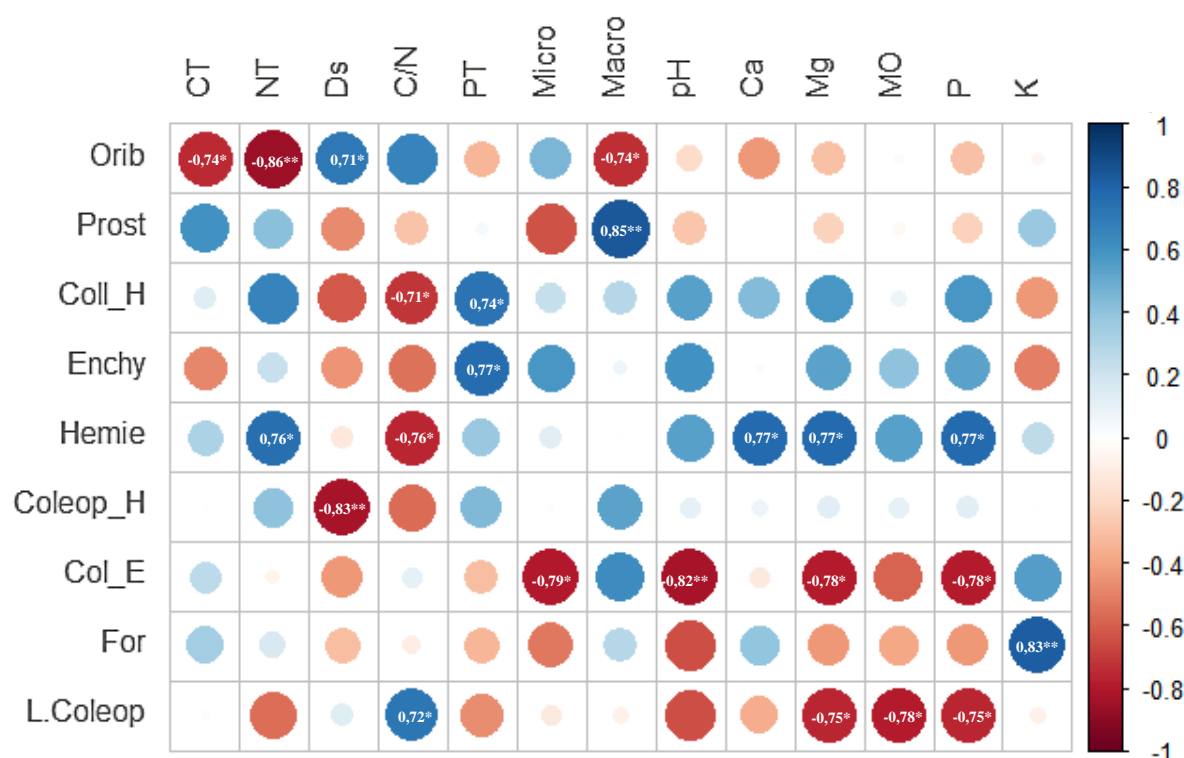
Figura S6 - Correlação de Spearman entre as variáveis químicas, físicas e microbiológicas e a fauna edáfica nos sistemas de Pastagem Nativa Melhorada (PM) coletada no inverno. Cores em azul e vermelho representam correlações positivas e negativas entre as variáveis, respectivamente. * $p > 0,05$; ** $p > 0,01$; *** $p > 0,001$.



Mesostigmata (Meso); Collembola Edáfico (Coll_E); *Enchytraeus* (Ency); *Guaranidilus* (Guara); *Hemienchytraeus* (Hemie); Coleóptera Hemiedáfico (Col_H); Formicidae (For); Hemíptera (Hem); Larvas de coleópteros (L. Coleopt); Thysanoptera (Thy); Densidade do solo (Ds); Carbono total (CT); NT: Nitrogênio total (NT); Relação carbono/nitrogênio do solo (C/N_{solo}); pH: potencial hidrogeniônico; Magnésio (Mg); Calcio (Ca); Respiração microbiana do solo do solo (RBS); Carbono da biomassa microbiana (CBM). **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.

Figura S7 - Correlação de Spearman entre as variáveis químicas, físicas e microbiológicas e a fauna edáfica nos sistemas de Pastagem Perene (PP) coletada no inverno. Cores em azul e

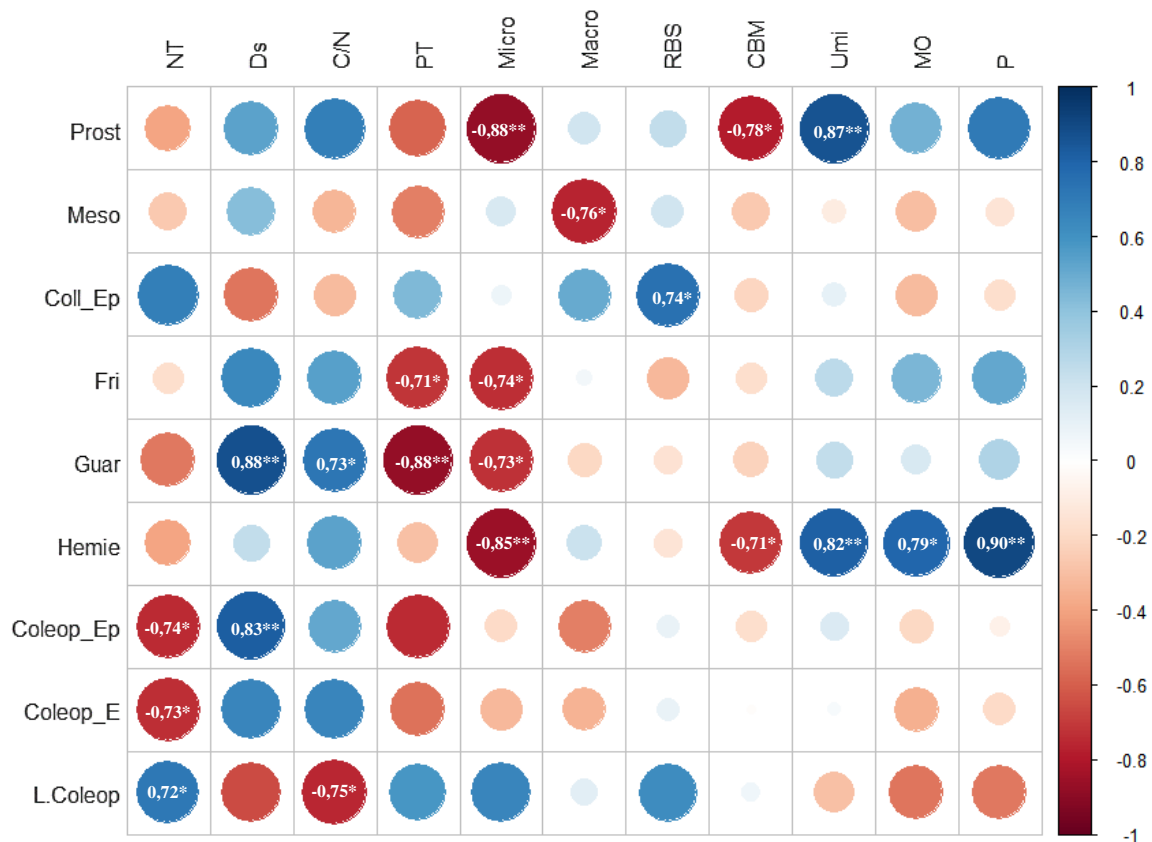
vermelho representam correlações positivas e negativas entre as variáveis, respectivamente.
* $p > 0,05$; ** $p > 0,01$; *** $p > 0,001$.



Oribatida (Orib); Prostigmata (Prost); Collembola Hemiedafico (Coll_H); *Enchytraeus* (Ency); *Hemienchytraeus* (Hemie); Coleóptera Hemiedáfico (Col_H); Coleóptera Edafico (Col_E); Formicidae (For); Larvas de coleópteros (L. Coleopt); Densidade do solo (Ds); Carbono total (CT); NT: Nitrogênio total (NT); Relação carbono/nitrogênio do solo (C/N_{solo}); Porosidade total (PT); Microporosidade (Micro); Macroporosidade (Macro); pH: potencial hidrogeniônico; Magnésio (Mg); Calcio (Ca); Matéria Orgânica (MO); Fósforo (P); Potássio (P). Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Figura S8 - Correlação de Spearman entre as variáveis químicas, físicas e microbiológicas e a fauna edáfica nos sistemas de Pastagem Anual (PA) coletada no inverno. Cores em azul e

vermelho representam correlações positivas e negativas entre as variáveis, respectivamente.
* $p > 0,05$; ** $p > 0,01$; *** $p > 0,001$.



Prostigmata (Prost); Mesostigmata (Meso); Collembola Epígeo (Coll_Ep); *Fridericia* (Fri); *Guaranidilus* (Guara); *Hemienchytraeus* (Hemie) Coleóptera Epígeo (Col_Ep); Coleóptera Edafico (Col_E); Larvas de coleópteros (L. Coleopt); Densidade do solo (Ds); NT: Nitrogênio total (NT); Relação carbono/nitrogênio do solo (C/N_{solo}); Porosidade total (PT); Microporosidade (Micro); Macroporosidade (Macro); Respiração microbiana do solo do solo (RBS); Carbono da Biomassa Microbiana (CMB); Umidade do solo (Umi); Matéria Orgânica (MO); Fósforo (P). **Fonte:** Elaborado pela autora, 2021.