



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

VICTOR MANUEL MACHADO COSTA

**MACROFAUNA E MESOFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO
EM CAFEZAIS COM DIFERENTES MANEJOS E EM ÁREAS
DE CERRADO ADJACENTES, PATROCÍNIO, MG**

**LAVRAS - MG
2025**

VICTOR MANUEL MACHADO COSTA

**MACROFAUNA E MESOFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM CAFEZAIS
COM DIFERENTES MANEJOS E EM ÁREAS DE CERRADO ADJACENTES,
PATROCÍNIO, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Biologia, Microbiologia e Processos Biológicos do Solo para obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Fatima Maria de Souza Moreira
Orientadora

Profa. Dra. Vanesca Korasaki
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2025**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Costa, Victor Manuel Machado.

Macrofauna e mesofauna invertebrada do solo em cafezais com diferentes
manejos e em áreas de cerrado adjacentes, Patrocínio, MG / Victor Manuel Machado
Costa. - 2025.

118 p. : il.

Orientadora: Fatima Maria de Souza Moreira

Coorientadora: Vanesca Korasaki

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2025.
Bibliografia.

1. Manejo não convencional. 2. Manejo convencional. 3. Biodiversidade. 4.
Bioma brasileiro. 5. Atributos físico-químicos do solo. I. Moreira, Fatima Maria de
Souza. II. Korasaki, Vanesca. III. Universidade Federal de Lavras. IV. Título.

VICTOR MANUEL MACHADO COSTA

**MACROFAUNA E MESOFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM CAFEZAIS
COM DIFERENTES MANEJOS E EM ÁREAS DE CERRADO ADJACENTES,
PATROCÍNIO, MG**

**SOIL INVERTEBRATE MACROFAUNA AND MESOFAUNA IN COFFEE
PLANTATIONS WITH DIFFERENT MANagements AND IN ADJACENT
CERRADO AREAS, PATROCÍNIO, MG BRAZIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Biologia, Microbiologia e Processos Biológicos do Solo para obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 28 de abril de 2025

Dr. Cassio Alencar Nunes - Lancaster University

Dr. Teotônio Soares de Carvalho – Universidade Federal de Lavras

Documento assinado digitalmente
 **FATIMA MARIA DE SOUZA MOREIRA**
Data: 01/07/2025 15:59:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Fatima Maria de Souza Moreira
Orientadora

Profa. Dra. Vanesca Korasaki
Coorientadora

LAVRAS – MG

2025

AGRADECIMENTOS

“Agradeço, inicialmente, a Deus que possibilitou que tudo isso pudesse acontecer ao longo da minha carreira, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, Beraldo e Genilda, por todo apoio e carinho a minha irmã Dra. Walquiria, meu cunhado Dr. Publio, minha sobrinha Manuella e toda a minha família, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, que apesar de todas as dificuldades, fortaleceram me.

À minha orientadora, Dra. Fatima Maria de Souza Moreira, por todas as contribuições para esse trabalho, pelo aprendizado, confiança, suporte, incentivo e pelos bons conselhos.

À minha coorientadora, Dra. Vanesca Korasaki, pelo aprendizado, suporte e todas as contribuições nesse projeto.

À Universidade Federal de Lavras, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo e ao Laboratório de Biologia, Microbiologia e Processos Biológicos do Solo pela estrutura e suporte para a realização desse projeto.

Às instituições financiadoras, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa e apoio financeiro, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

À Mestra Katia Augusta Vaz, meu sincero agradecimento por toda a ajuda no trabalho laboratorial, por todos os ensinamentos e amizade. Sua orientação foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

À Patrícia Rocha, aluna de mestrado, meu agradecimento pela ajuda na triagem, pela amizade e pela companhia. Sua colaboração foi muito importante para a realização deste trabalho.

Ao João Castro, aluno de iniciação científica e a Silvia, Ana Mercês e Ana Beatriz por terem contribuído com a triagem e identificação nesse projeto e pela boa companhia durante as longas horas de laboratório.

A Jacqueline Savana, Moisés Feitosa, Jessé, Márcia, Silvia e a Ana Lucia Villa Lobos pela amizade, tornando esses dois anos de mestrado mais agradáveis.

Aos agricultores pela disponibilidade e por terem aberto as portas de suas fazendas para que esta pesquisa pudesse ser realizada. Sua colaboração foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho, permitindo o acesso essencial às áreas de estudo e o compartilhamento de informações sobre os talhões de café.

Ao professor Dr. Teotônio Carvalho pelo suporte na estatística e por todas as contribuições neste projeto. Ao pós-doutorando Eder Batista pelas contribuições na estatística deste trabalho.

Ao Dr. Antônio Brescovit, pelas contribuições na identificação das aranhas.

À minha orientadora de TCC na graduação pela UEMG em Passos-MG, Dra. Franciane Diniz Cogo, meu mais profundo e sincero agradecimento. Tenho um carinho imenso pela senhora e a admiro profundamente. Foi seu incentivo, apoio e orientação que me abriram as portas para o mestrado, proporcionando-me esta experiência incrível e transformadora. Serei eternamente grato por sua dedicação e por acreditar em meu potencial.

À Dra. Jordana pela amizade, e ao Thiago Nascimento, meu companheiro, meu sincero agradecimento pelo apoio, amizade e carinho. Thiago, seu apoio incondicional, paciência e incentivo foram essenciais para que eu superasse todos os desafios e concluísse este trabalho. Sua presença constante, me ajudando em cada etapa, tornou tudo mais leve e possível. Sou imensamente grato por ter você ao meu lado, celebrando cada conquista e me dando forças nos momentos difíceis. Dra. Jordana, em especial, me acolheu desde minha chegada e me acompanhou em todas as etapas deste trabalho, tornando-o possível. Sua presença foi essencial

ara o meu sucesso. Agradeço especialmente por não terem me deixado desistir nesta reta final, o apoio de vocês foi fundamental.

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

Enfim, meu muito obrigado a todos!"

RESUMO GERAL

O café é uma das culturas que se destacam no cenário mundial. No Brasil, o café tem grande importância cultural e econômica. O cafeeiro é uma planta complexa que depende de inúmeros fatores para apresentar uma boa produtividade e grãos de qualidade. Muitos desses fatores são devido a localização e clima nos quais a planta é cultivada. Com uma grande extensão territorial, o Brasil apresenta diversos tipos de climas e biomas capazes de produzir café com diferentes características. O Cerrado é o segundo maior bioma em extensão no país com características climáticas favoráveis ao plantio do café. Porém, esse bioma está sendo rapidamente degradado devido a intervenções humanas o que leva ao empobrecimento do solo. O solo, por sua vez, é essencial a planta de café de modo que melhorar suas características químicas, físicas e biológicas impacta diretamente no desenvolvimento da cultura. A fauna do solo é um dos fatores que pode indicar a qualidade e níveis de degradação do solo. Isso ocorre porque a macro e mesofauna são capazes de melhorar a estrutura do solo, bem como são responsáveis por processos como decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, e controle biológico. Com isso, esta dissertação teve como objetivo avaliar a influência do manejo do cafeeiro nas comunidades de mesofauna e macrofauna invertebradas do solo e compará-las com as comunidades das áreas de Cerrado adjacentes, como sistema referência, além de verificar sua relação com os atributos físico-químicos do solo. Este estudo foi dividido em duas partes, na primeira é apresentado um levantamento bibliográfico sobre a importância do bioma Cerrado e da cultura do café no Brasil e o efeito da cultura do cafeeiro, e seus diferentes tipos de manejo sobre a macro e mesofauna do solo no Domínio Cerrado. Foram encontrados apenas 16 trabalhos sobre a macro e mesofauna do solo em áreas agrícolas no bioma Cerrado, e somente um deles, em Dourados (MS), estudou áreas de café. Além disso, apenas um artigo foi conduzido no Cerrado mineiro sem comparação com cultura agrícola. Estes artigos utilizaram diferentes métodos de captura da macro e mesofauna e apenas três artigos as relacionaram com atributos físicos e químicos do solo. Na segunda parte foi apresentado o artigo com resultados do projeto de dissertação. Nesse trabalho utilizamos armadilhas do tipo pitfall para coletar indivíduos da macro e mesofauna do solo em lavouras com cultivo em manejo convencional e em manejo não convencional (sistema regenerativo, biológico e orgânico) e em áreas de Cerrado adjacentes as lavouras. Foram analisadas a riqueza, abundância, composição e relação dessas variáveis com as características físicas e químicas do solo. Encontrou-se maior abundância em áreas de Cerrado adjacentes, seguido por áreas de café não convencional com áreas de café convencional apresentando os menores valores. Em relação a diversidade encontrou-se grupos específicos para cada tipo de manejo do solo como Scorpiones e Pseudoescorpiones no Cerrado. Já em áreas de com café convencional os grupos específicos foram Diplura e Opiliones e para áreas de manejo não convencional encontrou-se Isopoda. Em comum em áreas de manejo não convencional e Cerrado estão Blattodea e Isoptera. Esse trabalho indica que a abundância da macro e mesofauna foi alterada devido ao cultivo de café, tanto no café convencional como no não convencional. A macro e mesofauna do solo foi eficiente como indicador da qualidade do solo, indicando que sistemas não convencionais de café afetam menos negativamente as comunidades macro e mesofauna invertebrada edáfica.

Palavras-chave: manejo não convencional; manejo convencional; biodiversidade; bioma brasileiro, atributos físico-químicos do solo

GENERAL ABSTRACT

Coffee is one of the most prominent crops on the global stage. In Brazil, it holds significant cultural and economic importance. The coffee plant is complex and depends on numerous factors to achieve good productivity and high-quality beans. Many of these factors are related to the location and climate in which the plant is grown. Due to its vast territorial extent, Brazil encompasses various climates and biomes capable of producing coffee with diverse characteristics. The Cerrado is the second largest biome in the country and presents climatic conditions favorable to coffee cultivation. However, this biome is being rapidly degraded due to human intervention, leading to soil impoverishment. Soil, in turn, is essential to the coffee plant, and improving its chemical, physical, and biological characteristics directly impacts crop development. Soil fauna is one of the factors that can indicate soil quality and levels of degradation. This is because macrofauna and mesofauna are capable of improving soil structure and are also responsible for processes such as organic matter decomposition, nutrient cycling, and biological control. In this context, this dissertation aimed to evaluate the influence of coffee crop management on soil invertebrate mesofauna and macrofauna communities and compare them with those found in adjacent Cerrado areas, used as a reference system, as well as to verify their relationship with soil physicochemical attributes. This study was divided into two parts. The first presents a literature review on the importance of the Cerrado biome and coffee cultivation in Brazil, as well as the effects of coffee cropping and its different management types on soil macrofauna and mesofauna in the Cerrado domain. Only 16 studies were found addressing soil macro- and mesofauna in agricultural areas within the Cerrado biome, and only one of them, conducted in Dourados (MS), investigated coffee-growing areas. Additionally, only one article was conducted in the Minas Gerais Cerrado without comparing it to an agricultural crop. These studies employed different sampling methods for macro- and mesofauna, and only three of them related the fauna to soil physical and chemical attributes. The second part presents the article with the results of the dissertation project. In this study, pitfall traps were used to collect soil macro- and mesofauna individuals from coffee plantations under conventional and non-conventional management (regenerative, biological, and organic systems), as well as from adjacent Cerrado areas. Species richness, abundance, community composition, and the relationship of these variables with the soil's physical and chemical characteristics were analyzed. Greater abundance was found in adjacent Cerrado areas, followed by non-conventionally managed coffee areas, with conventionally managed coffee areas showing the lowest values. Regarding diversity, specific groups were identified for each type of soil management, such as *Scorpiones* and *Pseudoscorpiones* in the Cerrado. In conventionally managed coffee areas, *Diplura* and *Opiliones* were found, while *Isopoda* was exclusive to non-conventionally managed coffee areas. *Blattodea* and *Isoptera* were common to both non-conventional management and Cerrado areas. This study indicates that macro- and mesofauna abundance was altered by coffee cultivation, both under conventional and non-conventional systems. Soil macro- and mesofauna proved effective as indicators of soil quality, suggesting that non-conventional coffee systems have a less negative impact on edaphic macro- and mesofauna invertebrate communities.

Keywords: non-conventional management; conventional management; biodiversity; Brazilian biome; soil physicochemical attributes

INDICADORES DE IMPACTO

Este estudo visa compreender o impacto que a agricultura, mais especificamente o efeito de lavouras de café com diferentes tipos de manejo do solo, na macro e mesofauna comparada a áreas de Cerrado adjacentes. Foi coletado 175 mil indivíduos da macro e mesofauna de mata nativa do Cerrado e de lavouras de café em manejo convencional e não convencional. A comunidade faunística foi associada à qualidade do solo, variando de acordo com as características físico-químicas dos mesmos. Sendo assim, um solo saudável está frequentemente acompanhado de uma maior abundância, diversidade e riqueza de espécies da macro e mesofauna do solo. Porém, conforme os recursos do solo são consumidos e o mesmo carece de nutrientes e substratos necessários uma alteração na comunidade faunística é observada. Portanto, avaliou-se como o manejo do café, convencional e não convencional preserva a biodiversidade da macro e mesofauna do solo em relação às áreas adjacentes do bioma Cerrado. Os resultados indicam que existem grupos específicos indicadores de lavouras de café, além de se observar que os cafezais, independente do manejo, alterou a comunidade original do Cerrado. Essa evidência sugere que o manejo da terra durante o plantio está degradando o solo sendo necessário o emprego de novas técnicas para melhorar e garantir a conservação da biodiversidade e, consequentemente, uma agricultura mais sustentável. Além disso, considerando o bioma Cerrado e sua característica única de abrigar diversas espécies endêmicas, a degradação do solo é capaz de afetar negativamente a fauna local agravando uma potencial ameaça à extinção de diversas espécies únicas daquele habitat. Assim, uma menor diversidade e abundância faunística pode ser um indicativo de alerta para mudanças no manejo de cafezais com o intuito de preservar a biodiversidade local desse bioma.

IMPACT INDICATORS

This study aims to understand the impact of agriculture, more specifically the effect of coffee plantations with different types of soil management, on the macro and mesofauna compared to adjacent Cerrado areas. Approximately 175 thousand individuals of the macro and mesofauna of native Cerrado forest and coffee plantations under conventional and unconventional management were collected. The faunal community was associated with soil quality, varying according to the physicochemical characteristics of the soil. Thus, healthy soil is often accompanied by a greater abundance, diversity and richness of species of the soil macro and mesofauna. However, as soil resources are consumed and the soil lacks the necessary nutrients and substrates, a change in the faunal community is observed. Therefore, we evaluated how conventional and unconventional coffee management preserves the biodiversity of the soil macro and mesofauna in relation to adjacent areas of the Cerrado biome. The results indicate that there are specific groups that are indicators of coffee plantations, in addition to observing that coffee plantations, regardless of management, altered the original Cerrado community. This evidence suggests that land management during planting is degrading the soil, and that new techniques are needed to improve and ensure biodiversity conservation and, consequently, more sustainable agriculture. Furthermore, considering the Cerrado biome and its unique characteristic of housing several endemic species, soil degradation can negatively affect local fauna, aggravating a potential threat to the extinction of several species unique to that habitat. Thus, lower faunal diversity and abundance may be an indicator that requires changes in coffee management in order to preserve the local biodiversity of this biome.

SUMÁRIO

MACROFAUNA E MESOFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM CAFEZAIS COM DIFERENTES MANEJOS E EM ÁREAS DE CERRADO ADJACENTES, PATROCÍNIO, MG	3
PRIMEIRA PARTE.....	12
1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. HIPÓTESES	14
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 Objetivo geral	14
3.2 Objetivos específicos	15
4. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	15
4.1 Cultivo de Café no Brasil	15
4.2 Manejo convencional de café	16
4.3 Manejo não-convencional de café (regenerativo, biológico e orgânico).....	17
4.4 Cerrado	19
4.5 Relação Solo-Cultivo de Café	20
4.6 Macrofauna Invertebradas do Solo	21
4.7 Mesofauna do Solo	27
4.8 Os Grupos Tróficos que Habitam no Solo.....	29
4.9 Macrofauna e mesofauna do Cerrado.....	31
REFERÊNCIAS	43
SEGUNDA PARTE – ARTIGO	52
RESUMO.....	53
ABSTRACT	54
1. INTRODUÇÃO.....	55
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	56

2.1 Área de Estudo.....	56
2.2 Delineamento Amostral e Coleta de Mesofauna e Macrofauna	57
2.3 Triagem e Identificação da Mesofauna e Macrofauna Invertebradas do Solo	60
2.4 Variáveis Físicas e Químicas do Solo	61
2.5 Análise Estatística.....	61
3. RESULTADOS	62
3.1. Abundância e estrutura da macro e mesofauna no Cerrado e em cafezais	62
3.3 Contribuição das variáveis físico-químicas do solo e da mudança do uso da terra (Cerrado para lavoura de café em diferentes manejos) sobre a composição das comunidades de mesofauna e macrofauna	71
3.4 Classe Diplopoda no Cerrado e cafezais	75
3. 5 Ordem Araneae no Cerrado e em cafezais	78
3.6 Grupos taxonômicos e espécies indicadores no Cerrado e em cafezais	86
4. DISCUSSÃO	89
4.1. Macrofauna e mesofauna do solo	89
4.2. Classe Diplopoda	94
4.2. Ordem Araneae	95
5. CONCLUSÕES	99
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
7. MATERIAL SUPLEMENTAR.....	106

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO GERAL

O café é um dos produtos agrícolas mais importantes no comércio internacional, sendo considerado a quarta cultura mais rentável (FAO 2025; VIEIRA et al., 2006). No Brasil, a importância histórica, econômica e social da atividade cafeeira é evidenciada pelos benefícios que trouxe ao processo de urbanização e industrialização do país, bem como pela capacidade geradora de empregos, direta ou indiretamente. Atualmente, o Brasil detém uma área de cultivo de aproximadamente de 2,23 milhões de hectares dedicados à cafeicultura (CONAB, 2025). Devido às suas dimensões continentais, o Brasil apresenta uma variedade de condições climáticas, relevos, altitudes e latitudes que permitem a produção de diversos tipos e qualidades de café, incluindo os especiais, como os orgânicos, cujo consumo vem crescendo à medida que a sociedade questiona a sustentabilidade do modelo agrícola convencional atual (CONAB, 2025). Atualmente, existem dois grandes sistemas de manejo para café, manejo convencional e o manejo não convencional a qual engloba o manejo regenerativo, biológico e o manejo orgânico. A principal diferença entre os manejos empregados na cafeicultura é que o manejo não convencional busca não apenas uma maior produtividade mas a preservação do solo e sua biodiversidade (CARVALHO, 2008).

Minas Gerais se destaca como líder em termos de área dedicada à cafeicultura entre os estados brasileiros, abrangendo 60% de toda a área cultivada no país e sendo o principal produtor nacional de café arábica (CONAB, 2025). Na região do Cerrado mineiro, o Município de Patrocínio se destaca, sendo consagrado em 2023 como o maior produtor do estado de Minas Gerais com aproximadamente 105 mil toneladas de grãos colhidos (SEAPA-MG, 2025).

O bioma Cerrado, por sua vez, é o segundo maior bioma brasileiro, ocupando cerca de 23,9% do território nacional, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023). O Cerrado se estende por oito estados, incluindo Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí e o Distrito Federal (IBGE, 2023). Esse bioma se destaca globalmente em termos de biodiversidade, abrigando mais de 4.800 espécies de plantas e vertebrados endêmicos, ou seja, exclusivos do bioma (MMA 2024). O Cerrado é caracterizado por paisagens predominantemente

campestres e vegetação de Cerrado aberto (IBGE, 2023). Além disso, desempenha um papel significativo na produção de café, contribuindo com cerca de 27,1% da produção nacional, cobrindo uma área total de 341.256 hectares com a produção de 223,6 mil sacas em 2024 (CONAB, 2025).

O Cerrado abriga ainda importantes aquíferos para várias regiões do Brasil, portanto torna-se crucial estudar e compreender suas características únicas (SCARIOT; SOUSA-SILVA; FELFILI, 2005). Apesar da sua relevância, o Cerrado enfrenta crescentes intervenções humanas, como mineração, desmatamento, expansão de pastagens, cultivo de grãos e urbanização (SCARIOT; SOUSA-SILVA; FELFILI, 2005). Nesse contexto, as intervenções humanas estão associadas a uma degradação significativa do solo. O solo é essencial para a sustentação da vida, fornecendo condições para a produção primária e facilitando a circulação de água e nutrientes em ciclos biogeoquímicos (FARIA; BRUN; FERRARI, 2015). A qualidade do solo é avaliada com base em sua capacidade de desempenhar diversas funções dentro dos limites do ecossistema e uso da terra, contribuindo para a produtividade biológica, qualidade ambiental e saúde de plantas, animais e seres humanos (DORAN, 1994). Manter essas funções é essencial para preservar a qualidade ambiental. No entanto, atividades econômicas que envolvem o uso do solo podem impactar negativamente algumas dessas funções, tornando o solo suscetível a erosão, contaminação e até desertificação (LAL, 2015). Portanto, é essencial adotar práticas sustentáveis de uso do solo para evitar o esgotamento por usos irracionais e não sustentáveis.

Nesse sentido, a avaliação da biodiversidade e de suas funções no solo é fundamental para monitorar sua qualidade e aplicar práticas sustentáveis. De acordo com Doran (1994), a qualidade do solo pode ser inferida por meio de diversos atributos químicos, físicos e biológicos, que possibilitam o acompanhamento das mudanças a médio e longo prazo em sua qualidade. Com relação aos atributos biológicos, a fauna do solo desempenha um papel importante. Ela refere-se à comunidade de animais que habitam o solo cuja atividade cria uma variedade de condições microclimáticas. A fauna do solo é sensível às alterações ambientais e pode ser usada como indicadora do efeito de mudanças no uso da terra. A classificação da fauna do solo geralmente leva em consideração o tamanho corporal, mobilidade, hábitos alimentares e funções no ecossistema (LAVELLE; SPAIN, 2001). A mesofauna invertebrada do solo inclui animais com tamanhos que variam de 0,2 a 2,0 mm, enquanto a macrofauna do solo engloba organismos visíveis a olho nu,

com mais de 2,0 mm, representando mais de 20 grupos taxonômicos (LAVELLE; SPAIN, 2001). Tanto a mesofauna, quanto a macrofauna desempenham funções essenciais na decomposição de matéria orgânica e na regulação dos ciclos biogeoquímicos do solo (SILVA et al., 2011; CUNHA et al., 2014), além do controle biológico, entre outros (SWIFT et al., 2010).

Esse trabalho inova com a avaliação da macro e mesofauna do Cerrado, incluindo biodiversidade, riqueza e abundância de indivíduos e a relação destes com atributos físicos e químicos do solo como fertilidade e textura relacionando com a fauna encontrada, sendo o primeiro trabalho no país avaliando a macro e mesofauna em Cerrado comparando com café em sistemas de manejo convencional e não convencional.

2. HIPÓTESES

Dessa forma, esse trabalho tem como hipóteses a serem testadas:

- A riqueza e abundância da macrofauna e mesofauna invertebradas do solo estão correlacionadas com o manejo não convencional do café (regenerativo, biológico e orgânico), demonstrando diferenças entre os manejos convencional e não convencional e entre esses e áreas de Cerrado adjacentes.
- A composição da comunidade da macrofauna e mesofauna será influenciada pelas variáveis químicas e físicas do solo.
- Existem grupos específicos da macrofauna e mesofauna, que servirão como indicadores distintos entre os sistemas de café não convencionais e convencionais, além de áreas de Cerrado.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a estrutura das comunidades da macrofauna e mesofauna invertebradas do solo em cafezais com manejo não convencional (regenerativo, biológico e orgânico) e manejo convencional em relação a áreas de Cerrado adjacentes, na região de Patrocínio, no Estado de Minas Gerais e relacioná-las com atributos físicos e químicos do solo.

3.2 Objetivos específicos

- Comparar a relação entre riqueza e abundância da macrofauna e mesofauna invertebradas do solo e o manejo do cafeeiro, e entre as áreas de Cerrado adjacentes.
- Examinar a influência das variáveis químicas e físicas do solo na composição da comunidade da macrofauna e mesofauna.
- Identificar grupos específicos na macrofauna e mesofauna que possam servir como indicadores dos sistemas de café não convencionais, convencionais, e das áreas de Cerrado para que se possa observar o impacto da agricultura no Cerrado.

4. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

4.1 Cultivo de Café no Brasil

O café, uma planta da família Rubiaceae, teve sua origem nas regiões montanhosas africanas da Abissínia, que hoje compreendem o Sudoeste da Etiópia, Sudeste do Sudão e Norte do Quênia (CARVALHO, 2008). A história do café no mundo teve início com os holandeses, que o introduziram na Europa, inicialmente como remédio. Somente a partir do século XVII, o café passou a ser adotado como uma bebida popular (MARTINS, 2008).

O café, atualmente é considerado a quinta maior *commodity* brasileira mais exportada com destaque para os cafés especiais, como os orgânicos, experimentando um crescimento significativo em todos os principais países consumidores mundiais, incluindo os EUA, Japão e Europa. Isso representa uma excelente oportunidade para o Brasil melhorar sua imagem como produtor de cafés de alta qualidade no mercado internacional, com altos níveis de exportação em 2025 (CONAB, 2025).

O Brasil é amplamente reconhecido como o principal produtor e exportador mundial de café, alcançando uma produção notável de aproximadamente 54,2 milhões de sacas de café beneficiado na safra de 2024, conforme dados da Companhia Nacional do Abastecimento (CONAB, 2025). A maior parte da produção provém do estado de Minas Gerais, 28,1 milhões de sacas, ou seja, 54.88% da produção total de café beneficiado do país, sendo fundamental destacar o Município de Patrocínio que está inserido no coração do Cerrado de Minas Gerais,

uma área reconhecida por suas condições climáticas e características de solo ideais para o cultivo do café. De acordo com a CONAB (2025), Minas Gerais não apenas lidera a exportação de café no país, mas também é um importante exportador de cafés especiais, concentrando-se principalmente nas regiões de Sul de Minas, Cerrado de Minas, Chapada de Minas e Matas de Minas. No entanto, é no Cerrado de Minas Gerais que encontramos uma combinação singular desses fatores que contribui para a produção de cafés especiais de destaque no cenário internacional.

A produção de café no Brasil é notoriamente afetada pela bienalidade, um fenômeno em que a produtividade varia em ciclos de dois anos. Isso ocorre devido à complexa formação dos grãos de café, que requerem energia, fotossíntese e nutrientes minerais, limitando o crescimento vegetativo das plantas no ano seguinte. Essa oscilação na produção é comum e pode ser atribuída a esses ciclos naturais (SILVEIRA BERNARDES; KHATOUNIAN, 2013).

A planta de café é perene e em sua fase adulta, pode atingir alturas entre 2 e 5 metros, apresentando um sistema radicular esbranquiçado em forma cônica. A maior parte das raízes se concentra nos primeiros 20 centímetros de profundidade, conhecidos como raízes da placa superficial. O caule é lenhoso, verde na fase juvenil e marrom quando adulto (COSTE, 1955).

O café possui características únicas de aroma, corpo, acidez e doçura, que variam de acordo com o local e as particularidades do relevo onde é produzido, além da variedade. Dada a vastidão geográfica do Brasil, é comum que um mesmo estado produza diversos tipos de café, como é o caso de Minas Gerais (ANTUNES; REDIN, 2022).

Conforme informações do MAPA (2018), devido à diversidade das regiões de cultivo de café no Brasil, que variam em termos de clima, relevo, altitude e latitude, o país produz uma ampla variedade de grãos, capazes de atender às diferentes demandas de paladar e preços tanto no mercado interno quanto no mercado internacional. Essa diversidade também permite a criação de diversos *blends*, ou misturas de tipos. Além de sua importância econômica, o café é uma das principais fontes de geração de empregos no Brasil, sustentando muitas famílias.

4.2 Manejo convencional de café

A abordagem convencional (AC) de produção agrícola, também conhecida como tecnologia baseada em produtos, nada mais é “aplicação de substâncias químicas para impulsionar a produtividade agrícola”. A AC teve origem após os grandes conflitos mundiais. Este método se destaca pelo uso extensivo de insumos químicos, como adubos e agrotóxicos, e pela intensificação da compactação do solo (PENTEADO, 2009). Atualmente, o cultivo

convencional de café ainda prevalece na maioria das lavouras do Brasil. Nesse método, uma ampla variedade de produtos químicos sintéticos é empregada para adubação, controle de pragas, doenças e plantas invasoras, com o principal objetivo de alcançar níveis mais elevados de produtividade. Anualmente, aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de agrotóxicos são utilizadas em todo o mundo. O consumo anual de agrotóxicos no Brasil tem superado 300 mil toneladas de produtos comerciais. Em termos de quantidade de ingrediente ativo, cerca de 130 mil toneladas são consumidas anualmente no país. Isso representa um aumento de 700% no consumo de agrotóxicos nos últimos quarenta anos, enquanto a área agrícola aumentou apenas 78% nesse período (EMBRAPA, 2021). Essa realidade reflete o aumento do consumo de insumos industrializados nas lavouras brasileiras, com destaque para a cultura da soja.

A dependência da indústria química se tornou uma característica distintiva do cultivo convencional, levando ao uso em larga escala de pesticidas para combater pragas, doenças e plantas invasoras nas unidades produtivas. Esse cenário resulta em impactos adversos sobre o meio ambiente (EMBRAPA, 2002). No entanto, há uma tendência crescente em direção à substituição desse sistema por práticas de manejo mais sustentáveis (DUONG et al., 2020). Penteado (2009) destaca que o cultivo convencional causa uma redução acentuada no controle biológico natural, devido ao uso excessivo de defensivos químicos. Como consequência, observa-se uma quase ausência de inimigos naturais das pragas, desequilibrando o ecossistema em suas condições naturais.

4.3 Manejo não-convencional de café (regenerativo, biológico e orgânico)

Na virada do milênio, a crise no cultivo de café convencional levou muitos produtores a migrar para o sistema não-convencional, prevalecendo o sistema orgânico, atraídos principalmente pelos preços mais elevados (ACOB, 2019). No entanto, muitos desses produtores careciam de conhecimentos sólidos sobre as práticas orgânicas de manejo do solo, controle de pragas e doenças, e negligenciaram investimentos em qualidade e pós-colheita, resultando em dificuldades na comercialização de seus produtos (ACOB, 2019). O sistema de produção orgânica é uma abordagem agrícola fundamentada em princípios ecológicos, promovendo a preservação do meio ambiente. Isso abrange o manejo responsável dos recursos naturais, a nutrição das plantas, a proteção contra pragas e a valorização dos recursos humanos (PENTEADO, 2009). O café orgânico é produzido de acordo com normas e procedimentos preconizados pela agricultura orgânica, seguindo a legislação vigente. Seu objetivo é manter os recursos naturais e a produtividade agrícola a longo prazo, minimizando o uso de insumos

externos e reduzindo os impactos ambientais. Além disso, busca proporcionar rentabilidade adequada aos produtores e atender às necessidades sociais das comunidades rurais (ACOB, 2019).

A cafeicultura orgânica adota práticas que excluem o uso de agrotóxicos, promovendo a utilização de matéria orgânica, o manejo sustentável do solo e melhores condições de trabalho para os agricultores. Isso resulta não apenas em grãos de café de alta qualidade, mas também atende à crescente demanda por alimentos mais saudáveis, tornando-se uma opção viável para pequenos produtores preocupados com a sustentabilidade (PEDDINI, 1998).

Outros tipos de manejos não convencionais incluem o sistema agroflorestal e o sistema regenerativo ambas também buscam uma abordagem mais ecológica preservando o meio ambiente. Ao se referir ao manejo não-convencional agroflorestal esse tipo de cultivo une a lavoura com o bioma de floresta sem prejudicar nenhum dos lados (NAIR, 1993). Entre os objetivos do cultivo têm-se a formação de sistemas ecológicos sem a utilização fertilizantes nitrogenados, a diversificação do cultivo aliando plantas de ciclos diferentes e animais do bioma, aumentar a qualidade de vida do produtor de café e diminuir o risco econômico do mesmo por alinhar o cultivo de café com o de outras culturas bem como a criação de animais com valor econômico e por fim, melhorar a produtividade, a fertilidade do solo, a ciclagem de nutrientes e de água e o processo de polinização (SENAR, 2017). Nesse tipo de sistema, a proteção do bioma preserva e restabelece a diversidade vegetal e por consequente a diversidade microbiológica e da fauna do solo, fazendo com que esses microrganismos e animais atuem como condicionadores do solo e agentes de controle biológico nas lavouras agroflorestais (YOUNG, 1994).

Outro sistema de cultivo não-convencional é chamado de agricultura regenerativa, contudo, a sua definição por si só se confunde entre os sistemas de manejo não convencionais. Assim como o sistema orgânico e agroflorestal, busca-se proteger e restaurar o ecossistema seguindo práticas comuns aos outros sistemas como a não utilização de insumos e defensivos, práticas orgânicas para controle de pragas e a valorização do produtor agrícola. Contudo, existe um enfoque maior na preservação do solo, aumentando a sua biodiversidade, protegendo a ciclagem da água o que promove uma maior resiliência no cafeeiro contra estresse. O sistema concentra-se na sustentabilidade ambiental com objetivos de melhorar a saúde do solo, aliviar alterações climáticas, melhorar a qualidade e disponibilidade de água, bem como da ciclagem de nutrientes (SCHREEFEL et al., 2020). Para Elevitch et al. (2018), a agricultura regenerativa tem como abordagem a auto-renovação e resiliência do solo e da cultura, conservando e

aumentando a biodiversidade e a ciclagem de carbono no solo. Conforme a utilização da agricultura regenerativa ganha força, propõe-se que esse tipo de manejo não convencional concede ao agricultor uma capacitação mais adaptativa sobre como gerir a terra e se adaptar as mudanças ambientais aumentando a autoeficácia agrícola (BROWN et al., 2022). Ao falarmos do plantio de café na agricultura regenerativa, muitas práticas se sobrepõem ao cultivo de café orgânico e agroflorestal, e assim, cada vez mais o plantio do café se alinha com a sustentabilidade e as práticas de manejo não convencionais (HIDALGO et al., 2023).

4.4 Cerrado

O termo “Cerrado” é utilizado para descrever uma vegetação densa composta por arbustos e ervas que abrange a maior parte do Planalto Central do Brasil. Entretanto, sua definição histórica tem variado, o que causou controvérsias e desafios na comparação de trabalhos na literatura (RIBEIRO; WALTER, 2008). O Cerrado apresenta um clima tropical sazonal, caracterizado por invernos secos e uma temperatura média anual variando entre 22°C e 23°C, com temperaturas máximas mensais próximas a 40°C. As temperaturas mínimas podem variar consideravelmente, dependendo da região (MARCUIZZO et al., 2012).

A vegetação do Cerrado exhibe diversas fisionomias, incluindo formações florestais, savânicas e campestres. Em termos fisionômicos, o termo “floresta” é aplicado a áreas com predominância de árvores e formação de dossel, contínuo ou descontínuo. Já “savana” refere-se a áreas com árvores e arbustos dispersos sobre um estrato graminoso, sem formação contínua de dossel. Por fim, “campo” designa áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, onde árvores estão ausentes na paisagem (RIBEIRO; WALTER, 2008). Em termos de extensão, o Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ficando apenas atrás da Floresta Amazônica. Além disso, ele compartilha semelhanças ecológicas e fisionômicas com outras savanas tropicais em diversos lugares, como América, África e Austrália (BEARD, 1953; COLE, 1958; EITEN, 1983; ALIEM; VALIS, 1987).

A flora do Cerrado é única e se diferencia dos biomas vizinhos. Muitas fisionomias compartilham espécies com outros biomas, mas diversos fatores, como clima, solo, disponibilidade de água, geomorfologia, topografia e ação humana, influenciam a distribuição da flora (HERINGER et al., 1977; RIZZINI, 1963; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 1995). Adicionalmente, fatores de origem antrópica, como agricultura, desmatamento seletivo e queimadas, também desempenham um papel significativo na paisagem do Cerrado.

No ano de 2021, a região do Cerrado atingiu uma produção de café de 4,77 milhões de sacas, embora tenha enfrentado uma redução de cerca de 30% devido à bienalidade negativa e condições de seca. Em 2022 que seria de bienalidade positiva o problema de quebra de safra se repete devido as alterações climáticas causando seca e geada. A maior parcela do café cultivado nesta região é destinada à exportação, sendo os principais mercados consumidores os Estados Unidos, Japão, Bélgica, França, Inglaterra e Rússia (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2022).

A produção de café no Cerrado é favorecida pelas características climáticas singulares da região, que incluem altitudes variando entre 800 m e 1200 m, estações climáticas bem definidas e um padrão de produção que prioriza o processamento natural dos grãos. Esses fatores resultam em grãos de café de elevada qualidade (CAFÉ DO CERRADO, 2010). A cafeicultura no Cerrado Mineiro recebeu estímulo de políticas governamentais, incluindo pesquisa, financiamento e regulamentação (FARINA, 1997). Além disso, a região conquistou o reconhecimento como a primeira denominação geográfica de café do Brasil e do mundo, segundo normas da Organização Mundial de Propriedade Intelectual.

4.5 Relação Solo-Cultivo de Café

O cultivo de café demanda requisitos específicos relacionados ao tipo de solo, clima e manejo. A fertilidade do solo desempenha um papel crucial na produtividade da cultura (EMATER/MG, 2016). A conservação dos componentes do solo é fundamental para a sustentabilidade do sistema produtivo. Para a cafeicultura, isso envolve o manejo adequado, a utilização racional de fertilizantes e corretivos agrícolas, bem como a manutenção da matéria orgânica do solo (NAVARRO, 2021). O preparo do solo para o cultivo de café é uma etapa crítica que requer atenção detalhada. Pequenos detalhes podem impactar a longevidade da lavoura, a qualidade do produto, a produtividade e os custos de produção, afetando diretamente a rentabilidade (RAMOS et al., 2013). O objetivo do preparo do solo é melhorar suas características químicas, físicas e biológicas, criando condições ideais para o desenvolvimento da cultura. Nas linhas de plantio de café, é recomendado o preparo profundo do solo para eliminar possíveis obstáculos ao crescimento das raízes. A incorporação de insumos minerais e orgânicos no sulco de plantio, com base na fertilidade do solo, é uma prática indicada (DINIZ; MARTINS NETO; VIVIANI, 2019).

Nas diversas regiões produtoras de café no Brasil, houve no passado erosão e degradação significativas dos solos. Atualmente, modelos de conservação e manejo são

adaptados às condições específicas de cada microrregião (NAVARRO, 2021). Em locais propensos à erosão, é necessária a integração de diferentes práticas de manejo não convencional, como manter o solo coberto, diminuir o revolvimento do solo e realizar o plantio em níveis. Devido à natureza perene do cafeeiro, as estratégias de manejo devem ser planejadas considerando toda vida útil do cultivo que corresponde a 20-30 anos (NAVARRO, 2021). Devido à topografia relativamente plana do Cerrado, a mecanização está presente em todas as etapas da produção de café, desde o preparo do solo até a colheita (ORTEGA; JESUS, 2011). No entanto, existe um desafio em relação ao diferencial de qualidade da produção de café especial e sua venda direta pelo produtor (CONAB, 2025).

4.6 Macrofauna Invertebradas do Solo

A macrofauna compreende organismos cujos tamanhos variam de 2,1 a 20 mm de diâmetro e incluem formigas, coleópteros, aranhas, minhocas, centopeias, cupins, diplópodes, entre outros, exemplificados por indivíduos coletados na área deste estudo (Figura 1,2,3 e 4) (BRADY; WEILL, 2013). Esses organismos desempenham um papel essencial na modificação da estrutura do solo, criando galerias, tuneis e ninhos. Suas comunidades desempenham um papel fundamental nos processos de ciclagem de nutrientes e na estrutura do solo (BLANCHART et al., 1992). Além de fragmentar o material orgânico, os organismos regulam a população microbiana responsável pelos processos de mineralização e humificação, influenciando a reciclagem de matéria orgânica e a liberação de nutrientes assimiláveis para as plantas (HUHTA et al., 1991; BEARE et al., 1994; LAVELLE, 1997). Outra contribuição significativa é a capacidade de atuar como vetores de microrganismos simbióticos das plantas, incluindo fixadores de nitrogênio e fungos micorrízicos. Além disso, eles realizam a digestão seletiva de microrganismos patogênicos (BROWN, 1995).

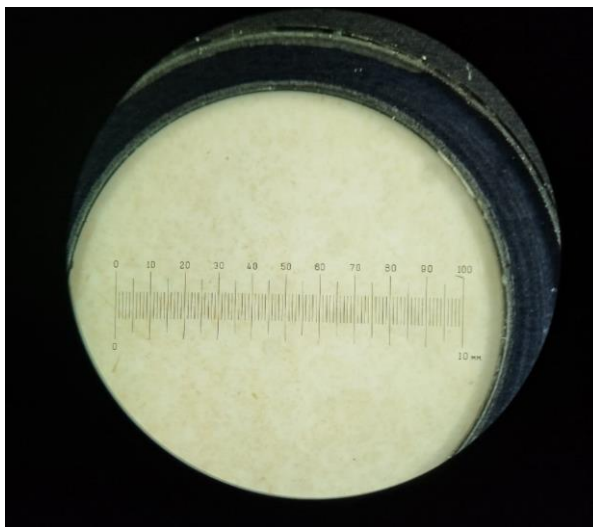


Figura 1 – Padrão para medição dos organismos encontrados nesse trabalho. Esse padrão utilizado junto com uma lupa medindo-se indivíduos coletados entre 0-100mm.

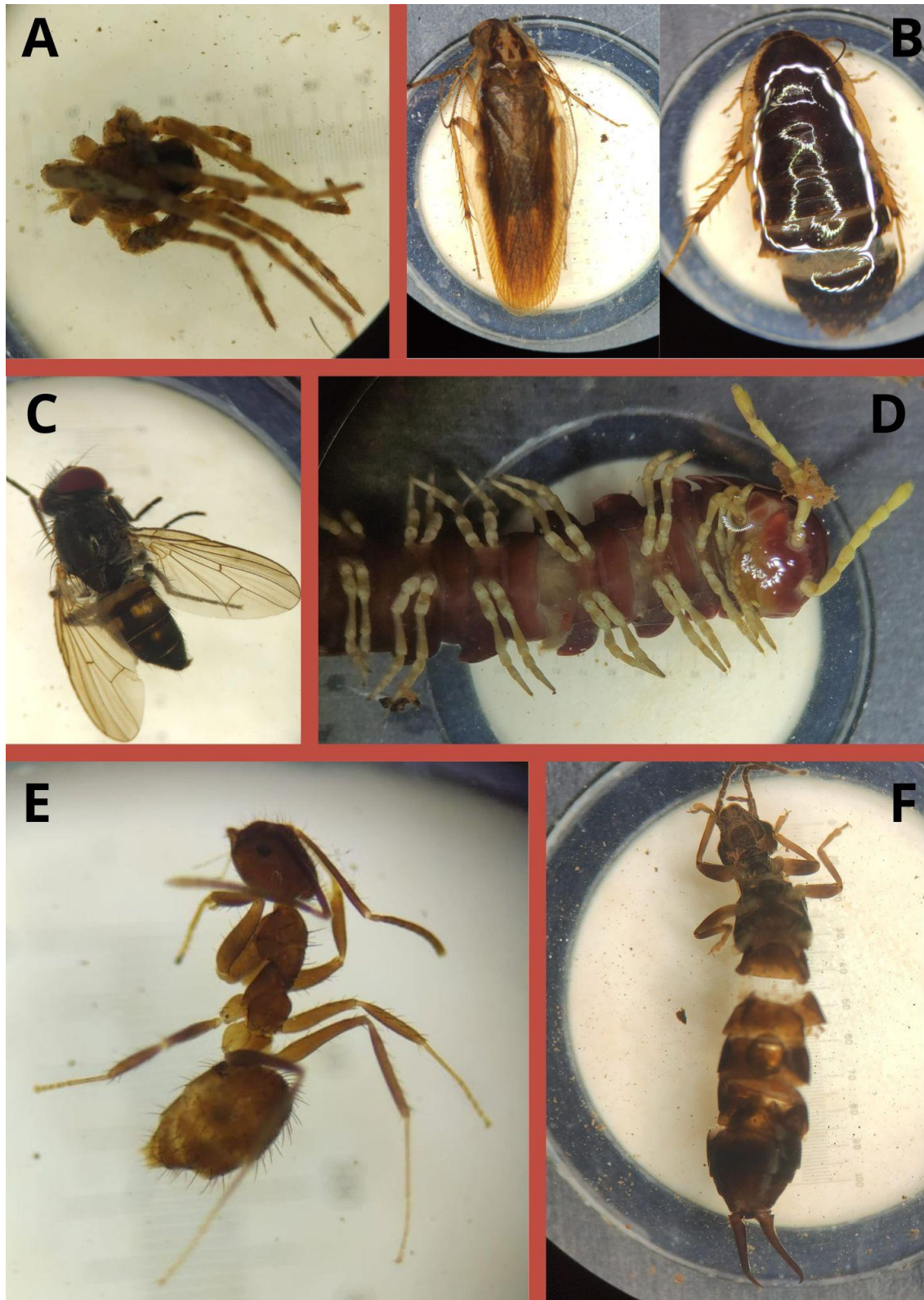


Figura 2 – Macrofauna invertebrada do solo coletada em Patrocínio – MG, parte 1. Macrofauna invertebrada do solo coletada em transectos em talhões de café e em Cerrados adjacentes em Patrocínio, MG. (A): Araneae; (B): Blattodea; (C): Diptera; (D): Diplopoda; (E) Formicidae; (F): Dermaptera. Fonte: Autor (2023). Quais foram de cerrado e quais de café AC ou NC? Idem para as demais figuras

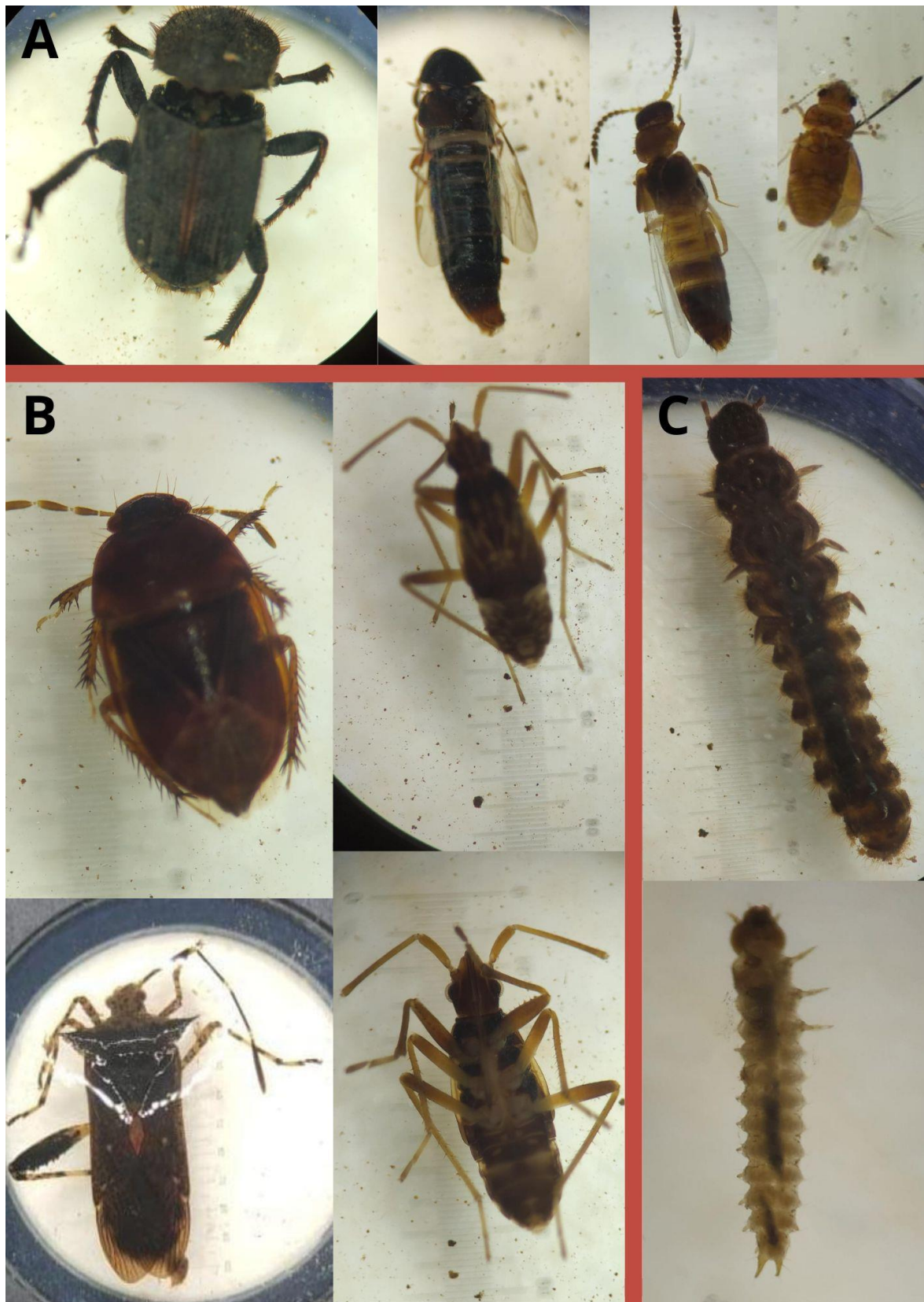


Figura 3 – Macrofauna invertebrada do solo coletada em Patrocínio – MG, parte 2. Macrofauna invertebrada do solo coletada em transectos em talhões de café e em Cerrados adjacentes em Patrocínio, MG. (A): Coleoptera; (B): Hemiptera; (C): Larvae. Fonte: Autor (2023).



Figura 4 – Macrofauna invertebrada do solo coletada em Patrocínio – MG, parte 3. Macrofauna invertebrada do solo coletada em transectos em talhões de café e em Cerrados adjacentes em Patrocínio, MG. (A): Chilopoda; (B): Pulmonata; (C): Orthoptera; (D): Escorpião; (E): Lepidóptera; (F): Isopoda; (G): Hymenoptera. Fonte: Autor (2023).

A macrofauna, especialmente térmitas, formigas, minhocas e larvas de coleópteros, são frequentemente chamadas de “engenheiros do ecossistema” devido à sua habilidade única de modificar o ambiente físico e químico em que vivem (JONES, 1994; LAVELLE et al., 1997; BROWN et al., 2002). Os mesmos atuam na manutenção, modificação, destruição ou criação de habitats, por meio de alterações diretas ou indiretas que afetam a disponibilidade dos recursos naturais e, conseqüentemente, o funcionamento do próprio ecossistema (JONES, LAWTON; SHACHAK, 1994). Esses engenheiros podem ser divididos em duas categorias principais: os autogênicos, como os animais da ordem Coleoptera, que modificam o ambiente por meio de mudanças em suas próprias estruturas físicas e os alogênicos, que alteram o ecossistema ao transformar o estado físico da matéria biótica e abiótica (JONES, LAWTON; SHACHAK, 1994). A presença desses engenheiros do solo beneficia o ecossistema de várias maneiras, incluindo uma melhor aeração do solo, o incremento da permeabilidade, uma ampliada habilidade de retenção de umidade, a introdução de matéria orgânica em estratos mais profundos do solo e a descompactação do solo (DORAN, PARKIN, 2015).

A macrofauna também passa por mudanças devido a condições ambientais, estando muito relacionada ao nível de precipitação. Em condições chuvosas, Guimarães e colaboradores (2016) verificaram que houve uma maior presença de grupos como Collembola (componente da mesofauna), Formicidae e Diptera em comparação com épocas de seca em estudo realizado na cidade de Santo Antônio do Jardim-SP no bioma Mata Atlântica.

No Domínio mata Atlântica, a diversidade da macrofauna se inter-relaciona com a prática de plantio direto pois esse método proporciona um substrato rico em nutrientes e matéria orgânica (AMARAL et al., 2016). Pesquisas comprovaram mudanças nas comunidades de macrofauna devido ao plantio do café consorciado ou não com eucalipto e pastagens, em relação a mata adjacentes no bioma Mata Atlântica (SILVA et al., 2008; MARQUES et al., 2014; GUIMARÃES et al. 2016). Nesses estudos, o índice de diversidade de Shannon em áreas agrícolas apresentaram maior diversidade na macrofauna, com valores menores em áreas de mata, enquanto que áreas pastagem apresentaram a menor diversidade. O índice de Simpson também indicou que a macrofauna em áreas agrícolas é mais diversificada do que em áreas de mata e de pastagem. Marques e colaboradores (2014) ao analisar a biodiversidade em área de plantio de café, de plantio de eucalipto e em áreas de mata ciliar em Campos Gerais-MG verificou que na serapilheira do café foi encontrada uma maior biodiversidade de acordo com o Índice de Shannon. Porém, nesse mesmo estudo foi comprovado que a maior quantidade de indivíduos se faz presente em áreas de mata ciliar. Já Pimentel e colaboradores (2011) também

observaram uma maior diversidade de macrofauna em lavouras de café em comparação com lavouras de pimentão (área de respiro entre rotação de culturas) e mata secundária no estado do Rio de Janeiro. Nesse estudo, os autores indicaram que os grupos Coleoptera, Formicidae e Isoptera foram os mais abundantes na lavoura de café. Santos e colaboradores (2018) mostraram que a abundância da macrofauna de áreas agrícolas de plantação de café, de dois manejos diferentes, no estado do Espírito Santo não foi influenciada pelo manejo da cultura, seja convencional ou orgânico. Porém, em manejo orgânico de café foi observada uma maior diversidade de organismos, com grupos da ordem Oligochaeta, Coleoptera, Gastropoda, Hymenoptera, Isoptera e Chilopoda sendo mais abundantes nesse tipo de manejo em comparação ao manejo convencional.

4.7 Mesofauna do Solo

A fauna do solo desempenha um papel fundamental como bioindicadora da qualidade do solo devido à sua alta diversidade e rápida capacidade de reprodução (NUNES, 2010). Esses organismos desempenham diversas funções que podem indicar e determinar o nível de degradação do solo. A mesofauna, em particular, é composta por uma variedade de invertebrados que desempenham um papel crucial nos processos essenciais do solo, tais como a decomposição de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e outros aspectos fundamentais para a saúde e fertilidade do ambiente edáfico (DERVASH et al., 2018).

A mesofauna epiedáfica é composta por invertebrados que habitam a superfície do solo e têm um diâmetro corporal que varia entre 0,2 e 2 mm. Esses pequenos organismos desempenham um papel fundamental como transformadores da serapilheira, uma vez que ativamente fragmentam e umedecem o material vegetal em decomposição. Isso facilita a ação microbiana, acelerando a mineralização e a ciclagem de nutrientes no solo (CARRILLO et al., 2011; LAVELLE et al., 1997). Entre os membros da mesofauna, destacam-se os ácaros “*Acari*” e os colêmbolos “*Collembola*” (Figura 5), cuja diversidade está intimamente relacionada com o tipo de solo e suas características físicas e químicas (RIEFF et al., 2010; PEREIRA et al., 2012). Esses microartrópodes desempenham papéis essenciais na manutenção da saúde do solo e no ciclo de nutrientes.

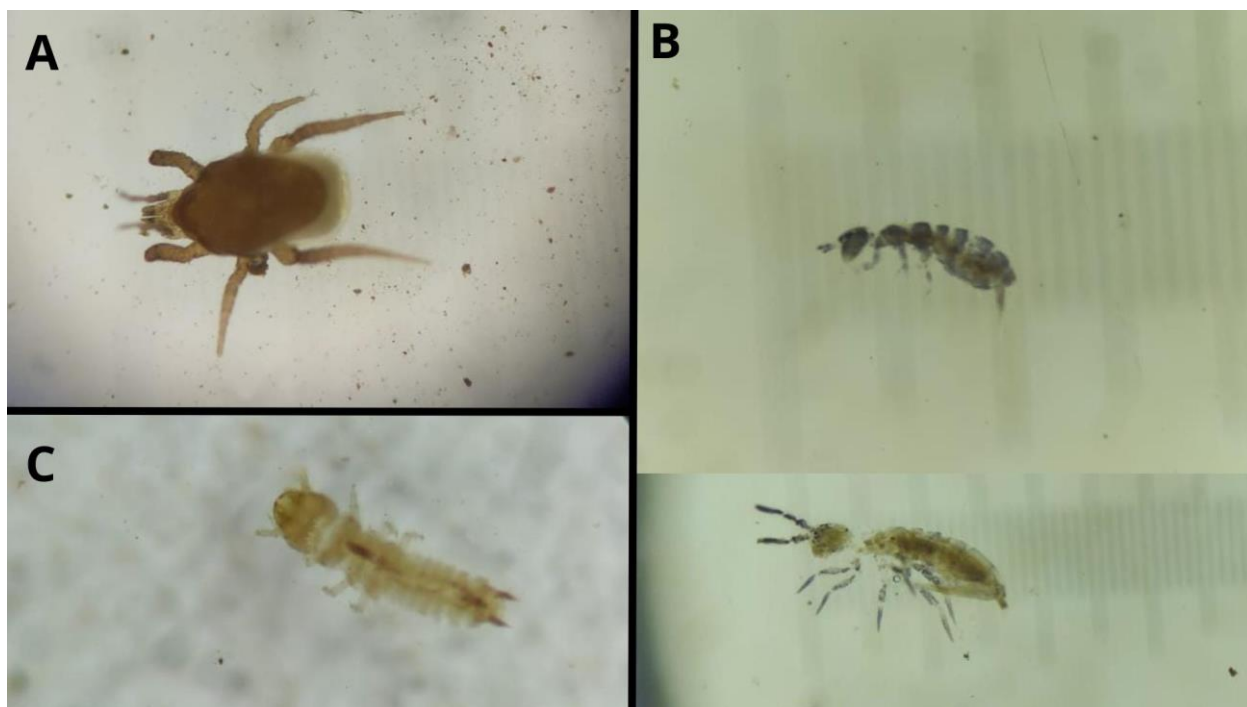


Figura 5 – Mesofauna invertebrada do solo coletada em Patrocínio – MG. Mesofauna invertebradas do solo coletada em transectos em talhões de café e em Cerrados adjacentes em Patrocínio, MG: (A) Acari, (B) Collembola, (C) Diplura. Fonte: Autor (2023).

Os ácaros, encontrados em diversos ambientes terrestres, têm hábitos alimentares variados. Enquanto algumas espécies podem causar danos a seres vivos, outras desempenham papéis positivos, como a predação de pragas e a contribuição para a decomposição de materiais orgânicos (MORAIS et al., 2013). A maioria dos colêmbolos desenvolve-se no solo, alimentando-se de fungos, bactérias, algas e matéria vegetal em decomposição. Eles fazem parte da cadeia de detritos, juntamente com outros invertebrados do solo, contribuindo para o ciclo da matéria orgânica e para a disponibilidade de íons no solo para absorção pelas plantas (BERUDE et al., 2015). Esses organismos da mesofauna desempenham um papel essencial nos ecossistemas do solo, contribuindo para a sua saúde e fertilidade por meio de uma série de interações e processos. Porém, esses organismos também são mais influenciados pelas condições ambientais podendo variar de acordo com as estações secas e chuvosas (SILVA et al., 2012).

Santos e colaboradores (2018) ao estudarem a fauna edáfica em lavouras de café Conilon plantadas em sistema de monocultivo e em sistema agroflorestal no estado do Espírito Santo, coletaram em sua maioria indivíduos de mesofauna, correspondendo à 65% de todos os indivíduos amostrados, indicando assim a importância e predominância da mesofauna no solo. Em sistemas em monocultivo, a maior quantidade de indivíduos encontrados foi de ácaros, com

os colêmbolos como segundo predominante. Já em sistema agroflorestal de cultivo, os ácaros também se destacaram como o grupo mais encontrado sendo seguido por indivíduos da ordem Coleoptera. Porém, a diversidade encontrada nos dois sistemas variou em relação a época de coleta, o que confirma que a mesofauna é muito influenciada por variações sazonais.

4.8 Os Grupos Tróficos que Habitam no Solo

Os grupos tróficos que habitam o solo desempenham papéis essenciais nos ecossistemas terrestres. O termo "grupo trófico" é utilizado para categorizar espécies que compartilham a mesma fonte de recurso alimentar, independentemente do nível trófico ou do ecossistema específico (MARINONI, 2001). Essa classificação é particularmente útil ao analisar comunidades de besouros, pois agrupa espécies com base no tipo de recurso alimentar utilizado. Swift et al., (2010) ressaltam que não há consenso sobre o conceito de grupos funcionais, sendo este passível de modificação de acordo com os objetivos da análise.

Os grupos funcionais abrangem fitófagos, onívoros, detritívoros, geófagos, rizófagos, predadores e parasitas (BROWN et al. 2001). Estes distintos grupos desempenham funções específicas nos ecossistemas, desencadeando processos essenciais, tais como decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, bioturbação e controle de doenças e pragas (SWIFT et al., 2010). Em situações em que um organismo específico está ausente ou sua população é reduzida, outro pode assumir a função correspondente, assegurando a resiliência dos processos fundamentais que ocorrem no ambiente do solo. Essa complexa interação entre os grupos funcionais contribui para a estabilidade e a sustentabilidade dos ecossistemas. Isso acontece principalmente por que um mesmo indivíduo pode estar presente em diferentes grupos tróficos a depender da sua ação no solo.

De modo mais aprofundado, Brown e colaboradores (2001) divide os principais grupos tróficos da mesofauna em sete diferentes grupos cada um com sua própria ação no solo. Entre eles, os fitófagos são responsáveis pela decomposição de tecidos vegetais, os onívoros consomem matéria orgânica animal ou vegetal enquanto que o grupo dos detritívoros consomem apenas matéria orgânica já em decomposição. Já os geófagos consomem principalmente terra e húmus e os rizófagos de tecido radicular. Por fim, os predadores consomem outros organismos vivos e os parasitas alimentam-se através de organismos hospedeiros animais ou vegetais. Como principais representantes desses grupos, temos como fitófagos caracóis, lesmas, cigarras, formigas, besouros, grilos e cupins. Os principais representantes dos onívoros são as formigas, grilos e baratas com os detritívoros são

representados por cigarras, pulgões, besouros, formigas e gongolos. Os geófagos englobam os cupins e minhocas como os rizófagos sendo representados pelos grilos, besouros, percevejos e formigas. Como predadores do solo estão as aranhas, escorpiões, opiliões, tesourinhas e centopeias. E como parasitas encontram-se alguns tipos de besouros e larvas de moscas.

Jones (1997) conta com outras classificações. Entre eles estão os engenheiros do ecossistema que afetam fisicamente o solo com a formação de poros ou agregados no solo tendo como representantes formigas, cupins, besouros, caracóis, lesmas, minhocas entre outros. Ou ainda os transformadores de serapilheira que fracionam tecidos vegetais tornando-os prontamente disponíveis aos decompositores, tarefa feita pelos cupins, baratas, tesourinhas, besouros e piolhos-de-cobra. E por fim mariposas, grilos, pulgões e percevejos podem ser classificados como pragas pois levam a prejuízos econômicos ao atacar lavouras de diferentes culturas.

Quando se fala de mesofauna por outro lado é usualmente classificada pelo tamanho do corpo do indivíduo (MORAIS et al., 2010). Porém a mesma também realiza importantes funções no solo colaborando com a humidificação e redistribuição da matéria orgânica, além da predação e controle de microrganismos entre outras ações (BERUDE et al., 2015).

A decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes são processos interligados, envolvendo a colaboração entre macrofauna, mesofauna e microrganismos do solo (SWIFT et al., 2010; KORASAKI et al., 2013). Essencial ao processo está a bioturbação que se refere à modificação da estrutura física do solo pela atividade dos "engenheiros do ecossistema" ou "engenheiros do solo", responsáveis pela formação de túneis, canais e outros elementos que influenciam propriedades como aeração, infiltração, drenagem e resistência à erosão (ALVES et al., 2014; KORASAKI et al., 2013). Mais precisamente, a bioturbação realizada por cupins, formigas e besouros causa uma descompactação do solo permitindo uma maior entrada de água bem como maior aeração o que por sua vez melhora a decomposição da matéria orgânica e a pronta disponibilidade de nutrientes, afetando assim o ciclo biogeoquímico de vários elementos como carbono e nitrogênio (BARETTA et al., 2011; SOUZA et al., 2015). De modo geral, a interação desses organismos influencia o equilíbrio entre o sequestro de carbono no solo e a emissão de gases de efeito estufa, desempenhando um papel crucial na regulação da composição atmosférica e nas mudanças climáticas (SWIFT et al., 2010).

Outro fator importante sobre os grupos tróficos é a saúde e qualidade do solo para plantio. O controle de doenças e pragas nas plantas ocorre de modo natural com ecossistemas que contêm uma alta biodiversidade de microrganismos apresentando-se como um solo de

qualidade com menor possibilidade de desenvolvimento de doenças na cultura. Enquanto que em agroecossistemas por exemplo, devido à baixa biodiversidade da fauna e mudanças ambientais, plantas nesse sistema estão mais propensas ao desenvolvimento de doenças e pragas (KORASAKI et al., 2013).

4.9 Macrofauna e mesofauna do Cerrado

Para analisar o conhecimento existente sobre relação entre a macrofauna e plantio de café no bioma Cerrado, foi realizada busca na literatura. Artigos foram pesquisados nas bases “Google acadêmico”, “Scopus”, “Wef of Science” e “SciELO” com as seguintes palavras-chave: café, coffee, café orgânico, organic coffee, café regenerativo, regenerative coffee, café biológico, café convencional, conventional coffee, macrofauna invertebrada, macrofauna do Cerrado, macrofauna. Já para avaliar a mesofauna do Cerrado utilizou-se as seguintes palavras-chave (café, coffee, café orgânico, organic coffee, café regenerativo, regenerative coffee, café biológico, café convencional, conventional coffee, mesofauna invertebrada, mesofauna do Cerrado, mesofauna).

Embora existam alguns trabalhos sobre macro e mesofauna do solo em café em outros biomas brasileiros, principalmente na Mata Atlântica, foi encontrado somente 1 no Cerrado, sendo o cafeeiro em sistema agroflorestal em Dourados (MS) (HEID et al., 2012). Por isso, considerou-se a análise de trabalhos em outras culturas no Cerrado (Tabela 1) de modo a contribuir para contextualizar e embasar teoricamente as investigações realizadas, enriquecendo a compreensão das interações complexas entre a comunidade de invertebrados do solo e os diferentes ambientes de cultivo. A leitura desses artigos proporcionou uma visão mais aprofundada sobre os fatores que moldam a diversidade e a dinâmica desses organismos em ecossistemas agrícolas e naturais. Além disso, na tabela 1 as informações de todos os artigos foram comparadas às fornecidas por nosso estudo.

Neste bioma, apenas 16 artigos foram encontrados em outras culturas (Tabela 1). Desses, 10 avaliaram somente a macrofauna, 3 somente a mesofauna e 3 artigos a macrofauna e mesofauna do solo. Somente um trabalho, em Dourados (MS), estudou áreas de café em sistema agroflorestal no Cerrado, porém o trabalho avaliou somente a mesofauna do solo (Heid et al., 2012). Além disso, apenas um artigo foi conduzido no Cerrado mineiro sem comparação com cultura agrícola. Estes artigos utilizaram diferentes métodos de captura da macro e

mesofauna. Para os artigos que estudaram só a macrofauna, sete artigos utilizaram o método de coleta com monólito, um provid, um “pitfall” e um só analisou a serrapilheira. Todos os 3 artigos que só pesquisaram a mesofauna utilizaram funil de Berleuse. Para pesquisa conjunta da meso e macrofauna um utilizou “provid”, outro usou funil de Berleuse e tubo aspirador e outro só analisou serrapilheira por catação manual. O método de “provid” é uma armadilha de queda muito similar a armadilha “pitfall”. Considerando a distribuição geográfica, seis artigos analisaram regiões do Mato Grosso do Sul, um em Goiás, dois artigos na região de Tocantins, dois no Piauí, dois em São Paulo e um artigo em regiões cada um dos estados, Minas Gerais, Distrito Federal e Maranhão. Dez artigos só avaliaram em uma estação (3 no verão, 4 no inverno, um na primavera e dois no outono), dois não informaram a estação, 4 avaliaram em duas estações. Quanto a identificação, 3 artigos só identificaram a nível de morfoespécie, 5 a nível de Ordem, 3 a nível de Ordem e Família, 1 a nível de Ordem, Família e Gênero, 1 a nível de Ordem e Gênero, 2 a nível de família e 1 a nível de sub-ordem. Seis artigos avaliaram grupos tróficos. E apenas três artigos atributos da macro e/ou mesofauna com atributos físicos e químicos do solo.

Tabela 1 – Artigos publicados sobre macrofauna e mesofauna em Cerrado. Sendo Costa essa dissertação, para comparação do que foi encontrado na literatura. ND = não determinado; REP = repetições; Q = qualis; Trat = Tratamento

Nº do artigo/ Autores e DOI	Revista/Q IJCR	Local/ N° Rep	Tratamento	Objetivo	Macrofauna	Mesofauna	Método	Estação	Parâmetros avaliados	Identificação [categ. Taxonômicas]	Análise de atributos físicoquímicos	Relação de atributos físicoquímicos com a fauna
¹ Ribeiro et al., 1992 DOI: 10.37486	Sociedade Entomológica do Brasil	Sete Lagoas-MG	3 transectos paralelos no cerrado com 50 m de extensão.	Fornecer informações a respeito da fauna de solo em bioma de cerrado, e determinar a importância relativa de seus componentes, comparando dados obtidos por meio de duas metodologias diferentes.	X	X	Perfurador de 7 cm de diâmetro e 5 cm de profundidade (funil de Berlese) tubo aspirador de insetos (unidade de esforço) 50 segundos.	ND	Densidade	Ordem, família e gênero	ND	ND
² Benito et al., 2001	Embrapa soja, Q. C., JCR: -	Planaltina-GO	Cerrado natural, Cerrado desmatado, B. brizantha, B. briz.+ marandu+ Stylosanthes gruiensis, B. briz.+ marandu	Avaliar a macrofauna de invertebrados edáfica, através da densidade populacional e biomassa, em diferentes sistemas de pastagens e no Cerrado	X	-	Monólito	Inverno	Riqueza e Biomassa	Ordem, Gênero	ND	ND
³ Mussury et al., 2002	Brazilian Archives of Biology and Technology, JCR: 0.579	Dourados-MS 5 trat. / 10 rep.	Sistema convencional com rotação aveia e soja, plântio direto, rotação gado (brachiária) e agricultura (aveia), rotação brachiária/ aveia/ soja, e pastagem contínua.	Entender como diferentes práticas agrícolas influenciam a abundância e a diversidade desses organismos no solo	-	X	Funil de Berlese modificado: cilindro metálico 9 cm de diâmetro e 5 cm de profundidade.	Inverno e verão	Tukey 5%, abundância.	Ordem, família	ND	ND
⁴ Silva et al., 2008 DOI: 10.4025	Acta Scientiarum Agronomy, JCR: 2.117	Dourados-MS 4 trat. / 5 rep.	Cerrado, pastagem contínua, sistema lavoura pecuária (SPD), sistema convencional (soja/aveia)	Avaliar a densidade e diversidade da macrofauna invertebrada do solo de um sistema de produção envolvendo a rotação lavoura e pecuária, sob plantio direto.	X	-	Monólito	Inverno e verão	Teste de Duncan 5%, densidade total, riqueza.	Ordem, família	ND	ND
Costa et al., 2024		Patrocínio-MG	Cerrado, café orgânico, regenerativo e convencional	Comparar a macro e mesofauna do solo com sistema de café orgânico, convencional e áreas de cerrado adjacentes.	X	X	Pitfall	Verão	Grupos tróficos, biodiversidade, riqueza e abundância.	Ordem, Classe, Gênero, Família, Espécie e Morfoespécie.	Fertilidade, textura e umidade	F e Q

¹(Ribeiro et al. 1992): Densidade e composição da fauna de invertebrados de solo de cerrado no Estado de Minas Gerais

²(Benito et al. 2001): Impacto do desmatamento e da renovação de pastagem sobre a macrofauna edáfica do solo no cerrado

³(Mussury et al. 2002): Estudo da população de ácaros e colêmbolos em quatro sistemas de cultivo Dourados

⁴(Silva et al. 2008): Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado

Continuação tabela 1

Autores e DOI	Revista/ Q/ JCR	Local/ N° Rep	Tratamento	Objetivo	Macrofauna	Mesofauna	Método	Estação	Parâmetros avaliados	Identificação (categ. Taxonômicas)	Análise de atributos físico-químicos	Relação de atributos físico-químicos com a fauna
⁵ Marchão et al., 2009 DOI: 10.1590	Pesquisa Agropecuária Brasileira JCR: 0,7	Planaltina-DF	Pastagem, Lavoura anual, Rotação lavoura/pecuária e Cerrado	Avaliar os efeitos de sistemas integrados de lavoura-pecuária, associados a dois regimes de preparo do solo e dois de fertilização, sobre a abundância e diversidade da macrofauna do solo	X		Monólito	Outono	PCA, diversidade e riqueza	Morfoespécies	Fertilidade	ND
⁶ Portilho et al., 2011 DOI: 10.1590	Pesquisa Agropecuária Brasileira JCR: 0,7	Dourados-MS 8 trat. / 5 rep.	ILPa, ILPb, Pastagem, SPD soja/trigo, SPD milho/aveia/soja, SPD soja/nabotmilho, SC soja e Cerrado	Avaliar o efeito do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) nos principais grupos da macrofauna invertebrada do solo e a relação destes organismos com os atributos físicos e químicos do solo.	X		Monólito	Verão	Índice de Shannon e teste de correlação de Person	Família	ND	F e Q
⁷ Vergílio et al., 2013 DOI: 10.1590	Revista Brasileira de Ciência do Solo Q: A3/ JCR: 1,9	Bauru-SP 4 trat. / 8 rep. Cerrado, 6 rep. Demais áreas	Cerrado, área com mamoneira, área sem mamoneira, campo de grama.	Verificar o efeito imediato da aplicação da técnica de transposição de galharia, em uma área degradada de cerrado.	X	X	Serrapilheira	Outono	Abundância, índice de Shannon, diversidade de Simpson, teste qui-quadrado 5%	Ordem	ND	ND
⁸ Crepaldi et al., 2014 DOI: 10.1590	Ciência Rural JCR: 0,8	Dourados-MS 5 trat. / 3 rep.	SLP, SPD soja, Sistema convencional soja e aveia, Pastagem e Cerrado	Avaliar a comunidade de formigas em sistemas envolvendo a rotação entre lavoura e pecuária, sob plantio direto, comparado a outros sistemas de manejo e com sistemas naturais da região.	X		Serrapilheira	ND	Índice de Shannon e Person	Morfoespécies	Fertilidade	F e Q
Costa et al., 2024		Patrocínio-MG	Cerrado, café orgânico, regenerativo e convencional	Comparar a macro e mesofauna do solo com sistema de café orgânico, convencional e áreas de cerrado adjacentes.	X	X	Pitfall	Verão	Grupos tróficos, biodiversidade, riqueza e abundância.	Ordem, Classe, Gênero, Família, Espécie e Morfoespécie.	Fertilidade, textura e umidade	F e Q

⁵(Marchão et al. 2009): Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol

⁶(Portilho et al. 2011): Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária

⁷(Vergílio et al. 2013): Effect of brushwood transposition on the leaf litter arthropod fauna in Cerrado area

⁸(Crepaldi et al. 2014): Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária

Continuação tabela 1

Autores e DOI	Revista Q JCR	Local N° Rep	Tratamento	Objetivo	Macrofauna	Mesofauna	Método	Estação	Parâmetros avaliados	Identificação (categ. Taxonômicas)	Análise de atributos físicoquímicos	Relação de atributos físicoquímicos com a fauna
⁹ Santos et al., 2016 DOI: 10.1590	Pesquisa Agropecuária Brasileira JCR: 0,7	Baixa Grande do Ribeira, Sebastião Leal, Uruçuí, Bom Jesus-PI 3 trat. / 5 rep.	SPD soja, SC soja e Cerrado	Caracterizar a macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos sob plantio direto e convencional no Sudoeste do Piauí	X		Monólito	Inverno	PCA, abundância.	Família	Fertilidade e textura.	ND
¹⁰ Franco et al., 2016 DOI: 10.1016	Science of The Total Environmet JCR: 8,2	Jataí-GO, Valparaíso e Ipaussu-SP 9 trat. / 81 rep.	Pastagem, Cana-de-Açúcar e Cerrado	Avaliar os efeitos da mudança do uso da terra na expansão das áreas cultivadas com cana-de-açúcar no Brasil sobre a comunidade da macrofauna do solo.	X		Monólito	Verão	Abundância, índice de Shannon, uniformidade e NMDS.	Ordem	ND	F e Q
¹¹ Azevedo et al., 2020 DOI: 10.3390	MDPI diversity JCR: 2,1	Sucupira-TO 4 trat. / 96 rep.	Pastagem, Soja, Cerrado, ILPF	Determinar a abundância e diversidade de Gamasina em solos de vegetação natural, agroecossistemas e em áreas de Cerrado		X	Funil de Berlese	Inverno	Índice de Shannon, Simpson e Equitabilidade	Subordem	Precipitação pluviométrica	ND
¹² Kitamura et al., 2020	Ciência Rural, Q: A4, JCR: -	Selvinia-MS 6 trat. / 5 rep.	Cerrado, solo descoberto, Astronium fraxinifolium, A. fr.+ Canavalia ensiformis, A. fr.+ Raphanus sativus, A. fr.+ Brachiaria decumbens+ lodo de esgoto	Avaliar a macrofauna do solo de uma área em processo de recuperação com plantio de diferentes tipos de cobertura vegetal.	X	-	Monólito	Inverno e verão	PCA, Análise hierárquico de Cluster, Tukey 5%, Índice de Shannon, Equitabilidade	Ordem	ND	ND
Costa et al., 2024		Patrocínio-MG	Cerrado, café orgânico, regenerativo e convencional	Comparar a macro e mesofauna do solo com sistema de café orgânico, convencional e áreas de cerrado adjacentes.	X	X	Pitfall	Verão	Grupos tróficos, biodiversidade, riqueza e abundância.	Ordem, Classe, Gênero, Família, Espécie e Morfoespécie.	Fertilidade, textura e umidade	F e Q

⁹(Santos et al. 2016): Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste do Piauí

¹⁰(Franco et al. 2016): Loss of soil (macro)fauna due to the expansion of Brazilian sugarcane acreage

¹¹(Azevedo et al. 2020): Diversity of soil gamasine mites (Acari: Mesostigmata: Gamasina) in an area of natural vegetation and cultivated aof the cerrado biome in northern Brazil

¹²(Kitamura et al. 2020): Soil macrofauna as bioindicator of the recovery of degraded Cerrado soil

Continuação tabela 1

Autores e DOI	Revista/ Q JCR	Local/ N° Rep	Tratamento	Objetivo	Macrofauna	Mesofauna	Método	Estação	Parâmetros avaliados	Identificação (categ. Taxonômicas)	Análise de atributos físicoquímicos	Relação de atributos físicoquímicos com a fauna
¹³ Fragoso et al., 2023 DOI: 10.36725	Revista Agri-Environmental Sciences JCR: 0,56	Paraíso do Tocantins-TO 4 trat. / 5 rep.	Cerrado, milho próximo a cerrado, milho 3km cerrado, cultivo de sorgo.	Avaliar a macrofauna edáfica em plintossolos com cultivos agrícolas no município de Paraíso do Tocantins	X	–	Pitfall	Inverno	Abundância, índice de ocorrência (IO) e índice de dominância (ID)	Ordem, família	ND	ND
¹⁴ Carvalho et al., 2023 DOI: 10.58203	Livro: Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias	Teresina-PI 2 trat. / 5 rep.	Mata secundária, área cultivada com Panicum maximum cv. Mombaça, irrigada por aspersão.	Avaliar a diversidade da macrofauna epígea, em área cultivada com Panicum maximum cv. Mombaça, na cidade de Teresina, PI.	X	X	Provid	Verão	Índice de Shannon	Ordem	ND	ND
¹⁵ Silva et al., 2023 DOI: 10.6008	Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais JCR: 1,52	Caxias-MA 3 trat. / 5 rep.	3 áreas de cerrado, uma a 10 m da estrada, outra a 250 da primeira área e a última área a 500 m da segunda.	Realizar um levantamento da macrofauna edáfica presente nas áreas de Cerrado	X	–	Provid	Primavera e verão	Abundância, índice de Shannon e Pielou	Ordem	Temperatura; precipitação pluviométrica	ND
¹⁶ Heid et al., 2012 DOI: 10.4322	Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences / Revista de Ciências Agrárias	Itahum, distrito de Dourados-MS 6 trat. / 4 rep.	SAF 1 com espécies arbóreas, SAF 2 com abacaxi e espécies arbóreas, SAF 3 com árvores frutíferas e cafeeiro, cana-de-açúcar em sistema convencional, pastagem convencional, cerrado.	Avaliar a mesofauna edáfica dos sistemas de uso do solo em Neossolo Quartzarênico e Latossolo Distrófico	–	X	Funil de Berlese	Primavera	Abundância, índice de Shannon, diversidade de Simpson	Ordem, família	ND	ND
Costa et al., 2024		Patrocínio-MG	Cerrado, café orgânico, regenerativo e convencional	Comparar a macro e mesofauna do solo com sistema de café orgânico, convencional e áreas de cerrado adjacentes.	X	X	Pitfall	Verão	Grupos tróficos, biodiversidade, riqueza e abundância.	Ordem, Classe, Gênero, Família, Espécie e Morfoespécie.	Fertilidade, textura e umidade	F e Q

¹³(Fragoso et al. 2023): Avaliação da macrofauna edáfica em plintossolo pétrico com cultivos agrícolas usando armadilhas de queda

¹⁴(Carvalho et al. 2023): Diversidade da macrofauna epígea em área cultivada com Panicum maximum cv. Mombaça em zona de cerrado e a mata dos cocais no nordeste brasileiro

¹⁵(Silva et al. 2023): Levantamento da macrofauna edáfica em uma unidade de conservação do Cerrado no Leste Maranhense

¹⁶(Heid et al. 2012): Mesofauna edáfica de sistemas de uso do solo em dois solos do Estado de Mato Grosso do Sul

Com o auxílio de um perfurador de “tubo aspirador”, Ribeiro e colaboradores (1992) avaliaram a macro e mesofauna em área de Cerrado e encontraram uma prevalência maior de classe Insecta com 14 famílias encontradas, apresentando um maior número de indivíduos da família Formicidae, representados em 12 gêneros diferentes em Sete Lagoas-MG. Os pesquisadores também conseguiram detectar em áreas de Cerrado duas famílias da ordem Collembola que representaram cerca de 4% da densidade de indivíduos coletados nessas regiões da cidade de Sete Lagoas-MG. Apesar dessas descobertas, o artigo não avaliou os dados identificando grupos tróficos.

Ao especificar a macrofauna do Cerrado, Benito e colaboradores (2001) buscaram compreender as diferenças entre a macrofauna em um ambiente de Cerrado natural em comparação a um ambiente de Cerrado desmatado, indicando que a diversidade da macrofauna encontrada diminui significativamente após o desmatamento para plantio de pastagens em Platina-GO, mas não avaliaram grupos tróficos.

Já Mussury e colaboradores (2002) analisaram o impacto da rotação de culturas e do pastoreio sobre a mesofauna do solo em Dourados-MS. Para isso, foi observada apenas a mesofauna de uma área com sistema convencional de rotação de culturas entre aveia e soja, bem como áreas de plantio direto, áreas de rotação para uso agrícola e pecuário (cultura/gramínea) e uma área de pastagem contínua. Os pesquisadores concluíram que o sistema de pastagem apresentou menor impacto sobre a fauna do solo. O sistema de plantio direto, porém, impactou na redução da densidade da mesofauna em especial a ordem Collembola. Os autores optaram por identificar os indivíduos em ordem e família sem classifica-los em grupos tróficos.

Silva e colaboradores (2008) indicaram que áreas com vegetação nativa do Cerrado em Caxias-MA apresentam maior diversidade e densidade de macrofauna. Porém, em áreas de manejo convencional cultivadas com soja e aveia houve uma maior quantidade de indivíduos do grupo Formicidae e Isoptera em comparação com áreas não cultivadas no Cerrado. Em áreas de vegetação nativa, por outro lado, a presença de Enchytraeidae foi mais expressiva em abundância do que em áreas de manejo. Nesse artigo se classificou a macrofauna em ordem e famílias sem levar em consideração os diferentes grupos tróficos.

Em Planaltina-DF, Marchão e colaboradores (2009) conduziram um estudo sobre sistemas integrados lavoura-pecuária e seu efeito na macrofauna do solo. Para isso avaliou-se a macrofauna em áreas de pastagem contínuas, lavoura contínua e em áreas

com duas rotações lavoura-pecuária, utilizou-se também áreas com Cerrado nativo como controle. Os autores optaram por identificar os indivíduos a nível de morfoespécies sem considerar os grupos tróficos. Como resultado, os pesquisadores foram capazes de concluir que o sistema de manejo e o preparo do solo influenciou na estrutura da macrofauna do solo. Sendo assim, a rotação lavoura/pastagem e pastagem/lavoura apresentaram uma maior diversidade quando associadas ao manejo de plantio direto, porém a maior diversidade e densidade de espécies ainda foi encontrada em área nativa do Cerrado.

Dourado-MS foi o local de estudo de Portilho e colaboradores (2011) que analisaram o efeito dos sistemas de integração lavoura-pecuária sobre a macrofauna e as características físico-químicas do solo, identificando os indivíduos a nível de família, não havendo a separação em grupos tróficos. Nesse trabalho foi possível verificar que esse tipo de sistema favorece e preserva a diversidade da macrofauna do solo com representantes da família Sthaphylinidae como um indicador de qualidade do solo sendo encontrado principalmente em áreas de floresta e próximas a sistema de integração lavoura-pecuária.

Em 2013 na cidade de Bauru-SP, Vergílio e colaboradores avaliaram o efeito sobre a meso e macrofauna da transposição de galharia sobre serrapilheira com presença e ausência de mamona na transposição, em comparação com áreas de Cerrado nativo e de áreas degradadas com *Brachiaria*, avaliando os indivíduos a nível de ordem, não havendo separação em grupos tróficos. Esse estudo observou uma maior densidade de indivíduos em áreas de vegetação nativa predominando as ordens de Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Hymenoptera. Porém, a área de transposição com ausência de mamona apresentou a maior diversidade em comparação. O mesmo estudo também demonstrou a presença do grupo Acari com maior densidade de indivíduos encontrado em áreas de Cerrado, contando com mais de 300 indivíduos coletados de um total de 380. Em áreas degradadas com a presença de *Brachiaria*, coletou-se 200 indivíduos de um total de 290. Sendo assim, nesse estudo, a presença da mesofauna foi maior do que a presença da macrofauna coletada com destaque para os ácaros neste local.

Em Dourados-MS, Crepaldi e colaboradores (2014) avaliaram a macrofauna identificando os indivíduos em morfoespécies sem considerar diferentes grupos tróficos. Eles foram capazes de determinar que as formigas podem ser utilizadas como bioindicadores para qualidade do solo. Os pesquisadores indicam que o sistema integrado

de lavoura-pecuária, quando rotacionado a cada dois anos, é capaz de regenerar a diversidade da comunidade de formigas mantendo assim a qualidade do solo. Segundo o trabalho, existe uma correlação positiva entre a diversidade da comunidade de formigas e o conteúdo de matéria orgânica disponível no solo. Sendo assim, as formigas podem ser analisadas para determinar a qualidade do solo.

No Piauí, na região sudoeste em Matopiba, Santos e colaboradores (2016) analisaram a macrofauna em diferentes sistemas de produção de grãos em sistema convencional e plantio direto. Os autores separam os indivíduos encontrados em diferentes grupos tróficos identificando os indivíduos à nível de família. Nesse trabalho foi observado que os diferentes tipos de manejo impactam diretamente sobre a comunidade do solo com maior diversidade e densidade de indivíduos em sistema de plantio direto. Santos e colaboradores ainda verificaram que diferentes grupos funcionais são favorecidos por diferentes texturas de solo com o grupo detritívoro/decompositor mais predominantes em solos arenosos.

Analisando diferentes locais na região Centro-Oeste do Brasil, englobando Jataí-GO, Valparaíso-SP e Ipaussu-SP, Franco e colaboradores, em 2016, analisaram o impacto da mudança do uso da terra sobre a população da macrofauna separando a fauna encontrada em grupos tróficos com identificação à nível de ordem. Nesse estudo avaliou-se a fauna em regiões de Cerrado, em regiões de pastagem e de cultivo de cana de açúcar. Os autores indicaram que o uso do solo afetou a abundância de indivíduos com representante de Isoptera e Oligochaeta encontrados predominantemente em áreas de vegetação nativa. Além disso, Diptera, Blattodea, Hemiptera e Gastropoda foram exclusivamente encontrados nessas áreas. No total, 14 grupos foram encontrados em área de mata, 11 grupos em áreas de pastagem e apenas representantes para 9 grupos em área de plantio de cana-de-açúcar.

Em Sucupira-TO, Azevedo e colaboradores (2020) avaliaram a mesofauna em subordem separando os indivíduos em grupos tróficos correspondentes. Nesse trabalho, foi observado a diversidade de ácaros gamasinos no solo em ambientes naturais com mata nativa do Cerrado e em sistemas agroflorestais na mesma área. Foi avaliado áreas com cultivo de soja, pastagem e em áreas integradas com pastagem e floresta. No total, 1373 espécimes foram coletados com 919 provenientes de áreas de vegetação nativa, 64 de lavoura de soja, 160 em áreas de pastagem, e 240 em áreas de integração pastagem-

floresta. É possível então perceber que a agricultura impacta severamente sobre a mesofauna do solo.

Áreas do Cerrado passando pelo processo de recuperação após 40 anos da retirada do horizonte A através da remoção das camadas superficiais do solo (8,6m em profundidade) para a instalação de um hidroelétrica na região tiveram maior diversidade e abundância da macrofauna em relação a áreas não recuperadas, o que indica que a fauna pode ser utilizada com um parâmetro bioindicador de uma recuperação bem-sucedida após replantio de vegetação nativa, pastagem, e espécies arbóreas dessas áreas em Silvânia-MS (KITAMURA et al, 2020). No mesmo estudo, foi indicado que em áreas de recuperação com plantio após 3 anos de cultivo de espécies nativa do Cerrado, bem como de culturas como rabanete e feijão, houve um aumento de 95% da população macrofauna em um ambiente com vegetação nativa do que em área de solo sem manejo de cobertura. Kitamura e colaboradores (2020) optaram por separar a fauna encontrada em grupos tróficos com identificação à nível de ordem da mesofauna avaliada.

Fragoso e colaboradores (2023) analisaram a macrofauna em áreas de cultivo de milho e sorgo no Cerrado, mais especificamente na cidade de Paraíso do Tocantins-TO, sendo encontrada 5 classes de macrofauna predominantes nessas áreas: Insecta, Arachnida, Diplopoda, Gastropoda e Amphibia. Nesse trabalho, os autores identificaram a fauna à nível de ordem e família com avaliação de grupos tróficos. Foi observado o dobro de indivíduos em áreas cultivadas em comparação com área de vegetação nativa do Cerrado. Porém, apesar da maior abundância, em questão de diversidade, as áreas de vegetação nativa se sobressaem com indivíduos de 22 famílias diferentes, enquanto que em áreas cultivadas foi possível observar 16 famílias em áreas de cultivo de milho e 14 famílias em áreas de cultivo de sorgo. Considerando as áreas de vegetação nativa, os pesquisadores coletaram uma maior abundância de indivíduos da família Formicidae, Nitidulidae, Bostrichidae, Agelenidae e Battidae.

Analisando áreas de Cerrado em Teresina-PI, Carvalho e colaboradores (2023) compararam a diversidade da macrofauna e mesofauna em áreas de pastagem de capim Mombaça e em fragmentos de floresta nativo. Os autores optaram por identificar os indivíduos a nível de ordem com avaliação de grupos funcionais. Houve uma maior densidade de indivíduos coletadas em áreas de mata nativa, onde predominou a presença de indivíduos da família Formicidae em ambas as áreas coletadas. Os pesquisadores também observaram uma prevalência da ordem Holothyrída e Ixodida em áreas de

pastagem em Teresína-PI. Nesse estudo, os ácaros corresponderam à 84% dos indivíduos coletados em área de pastagem e 78% dos indivíduos da área de mata nativa.

Silva e colaboradores (2023), porém, encontraram uma maior abundância macrofaunística de indivíduos em áreas de vegetação de borda de estrada em comparação com áreas de mata ciliar e de áreas de vegetação nativa do Cerrado. Independente da área, a ordem que mais prevalece é Hymenoptera com a família Formicidae sendo o destaque. Porém, a área de vegetação nativa apresentou uma maior diversidade em comparação com áreas de mata e de borda.

O estudo de Heid e colaboradores (2012) na cidade de Dourado-MS sobre a mesofauna revelou que, nos Neossolos Quartzarenosos do bioma Cerrado foi o único a ser realizado com café nesse bioma. Ao analisar a mesofauna esse estudo indicou que ácaros da subordem *Cryptostigmata* foram mais prevalentes, enquanto colêmbolos, representados por famílias das subordens *Entomobryomorpha* e *Poduromorpha*, também foram abundantes no Cerrado. A vegetação nativa no solo do Cerrado demonstrou uma diversidade mesofaunística expressiva, com 17 famílias e 68 indivíduos, enquanto áreas de pastagem apresentaram redução notável, com apenas uma família de ácaros (*Parasitidae*). Os pesquisadores também observaram que ambientes pastoreados intensivamente exibiram menor diversidade mesofaunística, mas incrementos de matéria orgânica promoveram o aumento dessas populações. Em contraste, o trabalho também observou que áreas florestais no Cerrado apresentaram uma riqueza de 14 famílias e 108 indivíduos, destacando a influência do uso do solo na composição da mesofauna. As áreas florestais contavam árvores frutíferas e plantio de café em sistema de manejo agroflorestal, porém, não foi analisado especificamente o impacto do café na mesofauna do solo, ou seja, não houve um aumento na riqueza e diversidade devido ao emprego do sistema agroflorestal. Nessa pesquisa, os autores identificaram os indivíduos de acordo com sua ordem e família não considerando grupos tróficos.

Nos trabalhos encontrados até então é possível observar que culturas como soja, milho e pastagens foram as mais empregadas, com o sistema de integração lavoura-pecuária sendo mais associado a uma preservação da diversidade faunística. Além disso, apesar de todos os tratamentos empregados, a vegetação nativa do Cerrado prevalece com maior diversidade e riqueza de organismos no solo o que evidencia claramente o impacto negativo da agricultura e pecuária sobre as comunidades faunísticas do solo do Cerrado.

Também foi possível observar que existe uma grande variabilidade de técnicas empregadas na coleta de indivíduos. Porém, apesar dessa grande variação, a maioria dos estudos até então, consideram o grupo Formicidae como dominante na macrofauna do Cerrado com ácaros e colêmbolos presentes na mesofauna do Cerrado e sendo sensíveis a alterações no uso da terra com o emprego de lavouras e pastagens. Além disso, em estudos com menor quantidade de indivíduos coletados em áreas nativas do Cerrado, como Fragoso e colaboradores (2023), a vegetação nativa ainda foi capaz de preservar a diversidade e riqueza de espécies

Após a avaliação dos 16 artigos encontrados, verificamos que nosso artigo acrescenta ao estado da arte o estudo inédito de cultivos de café sob diferentes manejos no Cerrado mineiro comparando a cultura com o Cerrado. Os indivíduos coletados foram identificados ao nível de Classe, Ordem, Família e Subfamília e alguns grupos ao nível de espécie/morfoespécie (Aranea, Scorpionida, Pseudoscorpionida, Diplopoda e Chilopoda). Além disso, relacionamos atributos físico-químicos com os atributos avaliados da macro e mesofauna.

REFERÊNCIAS

- ACOB. Crise no Cultivo de Café Convencional e a Transição para o Sistema Orgânico. São Paulo: Editora do Café Orgânico Brasileiro, 2019.
- ALIEM, S.; VALIS, M. Cerrado: Ecologia e Conservação. 3. ed. São Paulo: Editora Brasileira, 1987.
- ALVES, F. A. L.; ALVES, C. A. B.; ALVES, P. R. R.; OLIVEIRA, R. de; ROSA, J. H.; FERNANDES, Y. T. D.; NUNES, E. N.; SOUTO, J. S. Caracterização da macro e mesofauna edáfica sobre um fragmento remanescente de “mata atlântica” em Areia-PB. *Gaia Scientia*, v. 8, n. 1, p. 384-391, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/18598>. Acesso em: 19 dez. 2024.
- AMARAL, C. B. do; PINTO, C. C.; FLÔRES, J. A.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B.; FILHO, D.F. 2016. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, 2016, vol.51, n.9, pp.1602-1609, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000900060.
- ANTUNES, L. D.; REDIN, E. Vai um cafezinho aí? Agricultura familiar e agricultura empresarial na produção de café em Minas Gerais. *Rev. Sem Aspas*, Araraquara, v. 11, n. 00, e022008, jan./dez, 2022. DOI: 10.29373/sas.v11i00.15356.
- AZEVEDO, E.B.; AZEVEDO, L.H.; MOREIRA, G.F.; SANTOS, F.A.; CARVALHO, M.A.F.; SARMENTO, R.A.; CASTILHO, R.C. Diversity of soil gamasine mites (Acari: Mesostigmata: Gamasina) in an area of natural vegetation and cultivated aof the cerrado biome in northern Brazil. *Diversity*, v.12, art. 331, p.1-16, 2020. DOI: 10.3390/d12090331.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. P. C.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. L.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERG-FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. *Tópicos em Ciências do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 7, p. 141-192, 2011.
- BEARD, C. A. *Ecossistema do Cerrado: Uma Análise Histórica*. 2. ed. Brasília: Editora Cerrado, 1953.
- BEARE, M.H. et al; HENDRIX, P.F.; CABRERA, M.L.; COLEMAN, D.C.. Aggregate-protected and unprotected organic matter pools in conventional and no-tillage soils. *Soil Science Society of America Journal* Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, v. 58, n. 3, p. 787-795, 1994. DOI: 10.2136/sssaj1994.03615995005800030021x.
- BENITO, N.P.; BOBILIER, B.; BROSSARD, M.; PASINO, A. Impacto do desmatamento e da renovação de pastagem sobre a macrofauna edáfica do solo no cerrado. *EMBRAPA, Soja Documentos*, p. 167-174, 2001.

BERUDE, M.C.; CAGOTE, J.K.B.; PINTO, P.H.; AMARAL, A.A. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. *Enciclopédia Biosfera*, v.11, n.22, p.14, 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1357>. Acesso em 19 dez. 2024.

BLANCHART, E. Role of earthworms in the restoration of the macroaggregate structure of a de-structured soil under field conditions. *Soil Biol.ogy and Biochemistry* ., Oxford, v. 24, n. 12, p. 1587-1594, 1992. DOI: 10.1016/0038-0717(92)90155-Q.

BRADY, N. C.; WEILL, R. R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. Porto Alegre: Bookmann Editora LTDA, 2013.

BROWN, G. G.; FRAGOSO, C.; BAROIS, I.; ROJAS, P.; PATRÓN, J. C.; BUENO, J.; MORENO, A. G.; LAVELLE, P.; ORDAZ, V.; RODRÍGUEZ, C. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*, número especial 1, p. 79-110, 2001. DOI: 10.21829/azm.2001.8401847.

BROWN, G.G. et al. Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no-tillage agroecosystems. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MANAGING BIODIVERSITY IN AGRICULTURAL ECOSYSTEMS, 2002. Proceedings... Montreal: United Nations University/Convention on Biological Diversity, 2002. p. 1-20.

BROWN, G.G. How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? *Plant Soil*, Dordrecht, v. 170, n. 1, p. 209-231, 1995. DOI: 10.1007/BF02183068.

BROWN, K.; SCHIRMER, J.; UPTON, P. Can regenerative agriculture support successful adaptation to climate change and improved landscape health through building farmer self-efficacy and wellbeing? *Current Research in Environmental Sustainability*, v. 4, 100170, 2022. DOI: 10.1016/j.crsust.2022.100170.

CAFÉ DO CERRADO. Cultivo Sustentável: Práticas e Desafios. Brasília: Editora Cerrado, 2010.

CARRILLO, Y.; BALL, B.A.; BRADFORD, M.A.; JORDAN, C.F.; MOLINA, M. Soil fauna alter the effects of litter composition on nitrogen mineral soil. *Soil Biology and Biochemistry*, v.43, p.1440-1449, 2011. DOI: 10.1016/j.soilbio.2011.03.011.

CARVALHO, C. H. S. Cultivares de café: origem, características e recomendações. Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2008. 334 p.

CARVALHO, R.L.; SILVA, G.N.G.; BIAZATTI, R.M.; PINHEIRO, B.L.; AQUINO, C.G.; SANTOS, S.C. Diversidade da macrofauna epígea em área cultivada com *Panicum maximum* cv. Mombaça em zona de cerrado e a mata dos cocais no nordeste brasileiro. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). *Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias*. Campina Grande: Licuri,, p. 22-34, 2023.

COLE, M. M. A savana brasileira. *Boletim Carioca de Geografia*, v.11, p.5-52, 1958.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento safra brasileira de café, v. 11 – Safra 2024, n.4- Quarto levantamento, Brasília, p. 1-53, janeiro 2025.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento safra brasileira de café, v. 12 – Safra 2025, n.1- Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-48, janeiro 2025.

COSTE, R. Les caféiers et les cafés dans le monde. Paris: Larose, 1955.

CREPALDI, R.A.; PORTILHO, I.I.R.; SILVESTRE, R; MERCANTE, FM. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, v.44, n.5, p. 781-787, 2014. DOI: 10.1590/S0103-84782014000500004.

CUNHA, J.A. da S.; ANDRADE, E.B. de; BARROS, R.F.M. de. Associação da diversidade de artrópodes com características do solo em diferentes plantios de melancia. *Revista Biociências*, Porto Alegre, v.20, p.22-31, 2014. ISSN 1415-741.

DERVASH, M.A.; BHAR, R.A.; MUSHTAQ, N.; SINGH, D.V. Dynamics and importance of soil mesofauna. *International Journal of Advance Reserach in Science and Engineering*, v.7, p.2010-2019, 2018. ISSN 2319-8354.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. 2022. Café do cerrado mineiro conquista o mercado externo.

DINIZ, C. V. C.; MARTINS NETO, F. L. M.; VIVIANI, M. J. Manual do Café Orgânico. 1º Edição. Piracicaba: Agrobiota, 2019. Disponível em: <<https://diariodocomercio.com.br/agronegocio/cafe-do-cerrado-mineiro-conquista-o-mercado-externo/#gref>>. Acesso em: 17 de set. 2023.

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, 1994. (SSSA Special Publication, 35).

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: Doran W, Coleman DC, Bezdicek DF, Stewart BA. eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: Soil Science Society of America, p. 1-21, 2015. DOI: 10.2136/sssaspecpub35.c1.

DUONG, B.; MARRACCINI, P.; MAEGHT, J.; VAAST, P.; LEBRUN, M.; DUPONNOIS, R. Coffee microbiota and its potential use in sustainable crop management. A review. *Frontiers Sustainable Food Systems*, v.4, p.1-31, 2020. DOI: 10.3389/fsufs.2020.607935.

EITEN, G. Classificação da vegetação do Brasil. Brasília: CNPq, 1983. 305p.

ELEVITCH, C. R.; MAZAROLI, D. N.; RAGONE, D. Agroforestry Standards for Regenerative agriculture. *Sustainability*, v. 10, 3337, 2018. DOI: 10.3390/su10093337.

EMATER – MG. Manual do café Manejo de Cafezais Em Produção. 2016. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/livro_manejo_cafezais_producao.pdf>. Acesso em 15 de set. 2023.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Agrotóxicos no Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/dinamica/agrotoxicos-no-brasil>. Acesso em: 09 de jun. 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manejo Sustentável do Solo na Agricultura: Guia Técnico. Brasília: EMBRAPA, 2002.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Coffee Overview. Disponível em: <https://www.fao.org/markets-and-trade/areas-of-work/global-commodity-markets/overview/en>. Acesso em: 08 de mar. 2025.

FARIA, A. B. de C.; BRUN, E. J.; FERRARI, F. (org.). Ciências Florestais e Biológicas. Curitiba, PR: UTFPR Editora, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1594/1/cienciasflorestais.pdf>>. Acesso em: 20 de set. 2023.

FARINA, Elizabeth. O Agribusiness do Café no Brasil. São Paulo: IPEA. PENSA, 1997. Disponível em <https://repositorio.usp.br/item/001048063>. Acesso em: 19 dez. 2024.

FRAGOSO, D.B.; CUSTÓDIO, D.P.; ALMEIDA, R.E.M.; COSTA, R.V. Avaliação da macrofauna edáfica em plintossolo pétrico com cultivos agrícolas usando armadilhas de queda. Revista Agri-Environmental Sciences, v. 9, e023005, 2023. DOI: 10.36725/agries.v9i1.8249.

FRANCO, A.L.C.; BARTZ, M.L.C.; CHERUBIN, M.R.; BARETTA, D.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C. Loss of soil (macro)fauna due to the expansion of Brazilian sugarcane acreage. Science of the Total Environment, v. 563-564, p. 160-168, 2016. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.04.116.

GUIMARÃES, N.F.; FOUTANETTI, A.; FUJIHARA, R.T.; GALLO, A.S.; SOUZA, M.D.B.; MORINIGO, K.P.G.; SILVA, R.F. Fauna invertebrada epigéica associada a diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. Coffee Science, v.11, n.4, p.484-494, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/13573>. Acesso em 19. dez. 2024.

HEID, D.M.; DANIEL, O.; GLAESER, D.F.; VITORIONO, A.C.T.; PADOVAN, M.P. Mesofauna edáfica de sistemas de uso do solo em dois solos do Estado de Mato Grosso do Sul. Revista de Ciências Agrárias, v. 55, n. 1, págp., 17-25, jan./mar. 2012. DOI: 10.4322/rca.2012.032.

HERINGER, E.P.; BARROSO, G.M.; RIZZO, A.; RIZZINI, C.R. A flora do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE Cerrado, 4., 1976. Brasília, DF. Bases para utilização agropecuária. Anais. São Paulo: EDUSP / Belo Horizonte: Itatiaia, 1977. p.211-232 (Reconquista do Brasil, 38).

HIDALGO, F.; QUINONES-RUIZ, X.F.; BIRKENBERG, A.; DAUM, T., BOSCH, C.; HIRSCH, P.; BIRNER, R. Digitalization, sustainability, and coffee. Opportunities and challenges for agricultural development. *Agricultural Systems*, v. 2008, may. 2023. DOI: 10.1016/j.agsy.2023.103660.

HUHTA, V.; HAIMI, J.; SETALA, H. et al. The role of the fauna in soil processes: techniques using simulated forest floor. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, Amsterdam, v. 34, n. 1-4, p. 223-229, 1991. DOI: 10.1016/0167-8809(91)90109-B.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Território. 2023. Disponível em: <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>>. Acesso em 01 de out. 2023.

JONES, C. G, LAWTON, J. H, SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, v. 69, n. 3, p. 373-386, 1994. DOI: 10.2307/3545850.

JONES, C.G.; LAWTON, J.M.; SKACHAK, M. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystems engineers. *Ecology*, v.78, n.7, p.1946-1957, 1997. DOI: 10.2307/2265935

KITAMURA, A.E.; TAVARES, R.L.M.; ALVES, M.C.; SOUZA, Z.M.; SIQUEIRA, D.S. Soil macrofauna as bioindicator of the recovery of degraded Cerrado soil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.50:8, e20190606, 2020. DOI: 10.1590/0103-8478cr20190606.

KORASAKI, V.; MORAIS, J. W. de; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). *O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal*. Lavras: Editora da UFLA, p. 79-128, .2013.

LAL, R. Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. *Sustainability* v. 7(5), p.5875-5895, 2015. DOI: 10.3390/su7055875

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.A.; INESON, P.; HEAL, O.W.; DHILLION, S.P. et al. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology*, (France), v. 33, n. 4, p. 159–193, 1997.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. *Soil ecology*. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 678p.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Regularização da produção orgânica. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em 19. dez. 2024.

MARCHÃO, R.L.; LAVELLE, P.; CELINI, L.; BALBINO, L.C.; VILELA, L.; BEQUER, T. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. *Soil Science*, v. 44, n.8, 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009000800033.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D.; FARIA, T. G. Chuvas no cerrado da região centro-oeste do Brasil: análise histórica e tendência futura. *Revista Ateliê Geográfico*, v.6, n.2, 112-130 p. 2012. DOI: 10.5216/ag.v6i2.15234.

MARINONI, R. C. Os grupos tróficos em Coleoptera. *Revista brasileira . Zoologia* , v.18, (1): p. 205 – 224, 2001. DOI: 10.1590/S0101-81752001000100024.

MARQUES, D.M.; SILVA, A.B.; SILVA, L.M.; MOREIRA, E.A.; PINTO, G.S. macrofauna Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. *Bioscience. J., ournal*, v. 30, n. 5, p. 1588-1597, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22926>. Acesso em 19 dez. 2024.

MARTINS, A.L. História do Café. São Paulo: Editora Contexto, 2008.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Cerrado. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/cerrado>.

MORAIS, J.W. de; OLIVEIRA, V. dos S.; DAMBROS, C. de S.; TAPIA-CORAL, S.C.; ACIOLI, A.N.S. Mesofauna do solo em diferentes sistemas de uso da terra no Alto Rio Solimões, AM. *Neotropical Entomology*, v. 39, n. 2, 145-152, 2010. DOI: 10.1590/S1519-566X2010000200001.

MORSELLI, P. Análise da Criminalidade Urbana. São Paulo: Editora Segura, 2007.

MUSSURY, RM; SCALON, SPQ; SILVA, SV; SOLIGO, VR. Estudo da população de ácaros e colêmbolos em quatro sistemas de cultivo Dourados. MS. *Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia*, v.45, n.3, pág. 257-264. 2002. DOI: 10.1590/S1516-89132002000300002.

NAIR, P. K. R. An introduction to agroforestry. Dordrecht: Editora Kluwer, 1993.

NAVARRO, R.; MARTELÓCIO, A.C.; SEVILHA, R.; BIDO, G.; MANNIGEL, A.et al. Manejo do solo para o sistema de cultivo do café no brasil. *Enciclopédia Biosfera*, v. 18, n. 38, 2021. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/5389>. Acesso em 19. Dez. 2024.

OLIVEIRA FILHO, A. T. de; RATTER, J. A. S. Vegetação do Cerrado. 2. ed. São Paulo: Editora Brasileira, 1995.

ORTEGA, M.; JESUS, P. Agricultura Sustentável no Cerrado. São Paulo: Editora Sustentável, 2011.

PEDDINI, S. A. A produção de café orgânico. *Boletim Agroecológico*. Ano II, n.9, p.7-8, 1998.

PENTEADO, A. Agricultura Orgânica: Princípios Ecológicos e Sustentabilidade. São Paulo: Editora Ecológica, 2009.

PEREIRA, A. et al. Biodiversidade no Cerrado: Uma Abordagem Atualizada. 2. ed. Brasília: Editora Ambiental, 2012.

PIMENTEL, M.S.; POLLI, H.; AQUINO, A.M.; CORREIA, M.E.F.; ROUWS, J.R.C. Bioindicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico de café. *Bioindicators of soil quality in coffee organic cultivation systems. Pesquisa agropecuária brasileira.*, v.46, n.5, p.546-553, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011000500013.

PORTILHO, I.I.R.; CREPALDI, R.A.; BORGES, C.D.; SILVA, R.F.; SALTON, J.C.; MERCANTE, F.M. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n. 10, p. 1310-1320, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000027.

PRADO, H. Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento. 2. Ed. Piracicaba: H. do Prado, 2001. 220p.

RAMOS, B.Z.; TOLEDO, J.P.V.F.; LIMA, J.M.; SERAFIM, M.E.; BASTOS, A.R.R.; GUIMARÃES, P.T.G.; COSCIONE, A.R. Doses de gesso em cafeeiro: influência nos teores de cálcio, magnésio, potássio e pH na solução de um latossolo vermelho distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37(4), p.1018-1026, 2013. DOI: 37:1018-1026.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (ed.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília/DF: EMBRAPA, 2008.

RIBEIRO S.P.; DOMINGOS, D.J.; FRANÇA, R.C.; GONTIJO, T.A. Densidade e composição da fauna de invertebrados de solo de cerrado no Estado de Minas Gerais. *Anais da sociedade entomológica do Brasil*, v. 21(1), p. 203-214, 1992. Disponível em: <https://anais.seb.org.br/index.php/aseb/article/view/755/751>.

RIEFF, A. et al. Dinâmica de Ecossistemas Marinhos. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Marítima, 2010.

RIZZINI, C. T. A flora do Cerrado: análise florística das savanas centrais. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1962. São Paulo, Anais. São Paulo: EDUSP, 1963. p.127-177.
SÁ, M. F. M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. (Eds.). Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná. Ponta Grossa: UEPG, 2007, p. 73-83.

SANTOS, D.P.; SANTOS, G.G.; SANTOS, I.L.; SCHOSSLER, T.R.; NIVA, C.C.; MARCHÃO, R.L. Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste do Piauí. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, n. 9, p. 1466-1475, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000900045.

SANTOS, J.B.; RAMOS, A.C.; JUNIOR, R.Z.; FILHO, L.C.J.O.; BARETTA, D.; CARDOSO, E.J.B.N. Soil macrofauna in organic and conventional coffee plantations in Brazil. *Biota Neotropica* v. 18(2): e20180515, 2018. DOI: 10.1590/1676-0611-BN-2018-0515.

SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.; FELFILI, J. Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em: <<http://hm-jbb.ibict.br/handle/1/361>>. Acesso em 10 de set. 2023.

SCHREEFEL, L; SCHULTE, R.P.O.; BOER, I.J.M.; SCHRIJVER, A.P.; ZANTEN, H.H.E. Regenerative agriculture – the soil is the base. *Global Foos Food Security*, v. 26, 100404, 2020. DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100404.

SEAPA-MG. Secretaria de Estado de Agricultura Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais: Subsecretaria de Política e Economia Agrícola. Café. Janeiro/2025.

SENAR. Sistemas Agroflorestais (SAFs): conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico. Brasília, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2017.

SILVA, J.; JUCKSCH, I.; MAIA, C.I.; FERES, A.; TAVAERES, R.C. Fauna do solo em sistemas de manejo com café. *Journal of Biotechnonology and Biodiversity*, v.3, n.2, p. 59-71, 2012. DOI: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n2.silva.

SILVA, M. R. A. C.; MARTINS, A. E. S.; LIMA, F. O.; SOARES, F. I. L.; FURTADO, R. S.; COSTA, D. S.; RODRIGUES, J. C.; MELO, L. V. S. O.; FORMIGA, L. D. A. S. Levantamento da macrofauna edáfica em uma unidade de conservação do Cerrado no Leste Maranhense. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.14, n.1, p.46-56, 2023. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2023.001.00047

SILVA, R.F. da; GUIMARÃES, M. de F.; AQUINO, A.M. de; MERCANTE, F.M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.1277-1283, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000023.

SILVA, R.F.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M.F. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado. *Acta Science, Agron., omy*, v.30, p. 725-731, 2008. DOI: 10.1590/S1807-86212008000500018.

SOUZA, M.H.; VIEIRIA, B.C.R.; OLIVEIRA, A.P.G.; AMARAL, A.A. Macrofauna do solo. *Enciclopédia Biosfera*, v.11, n.22, p.115, 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1367>. Acesso em 19 dez. 2024.

SWIFT, M. J.; BIGNELL, D.; MOREIRA, F. M. de S.; HUISING, J. O inventário da biodiversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Eds.). *Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade*. Lavras: Editora da UFLA, p. 23-41.2010.

VERGÍLIO, P.C.B.; KNOLL, F.R.N.; MARIANO, D.S.; DINARDI, N.M.; UEDA, M.Y.; CAVASSAN, O. Effect of brushwood transposition on the leaf litter arthropod fauna in Cerrado area. *Revista brasileira de ciência do solo*, v.37, p. 1158-1163, 2013.

VIEIRA, A. C. M. et al. *Biodiversidade no Cerrado: Desafios e Perspectivas*. São Paulo: Editora Cerrado, 2006.

YOUNG, A. *Agroforestry for soil conservation*. 4. ed. Wallingford: Editora CAB International, 1994.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

MACROFAUNA E MESOFAUNA DO SOLO EM CAFEZAIS E ÁREAS DE CERRADO ADJACENTES NO MUNICÍPIO BRASILEIRO MAIOR PRODUTOR DE CAFÉ

SOIL MACROFAUNA AND MESOFAUNA IN COFFEE PLANTATIONS AND ADJACENT CERRADO AREAS IN THE LARGEST COFFEE-PRODUCING MUNICIPALITY IN BRAZIL

Artigo redigido e formatado conforme as normas da revista *Applied Soil Ecology*.

Author names and affiliations: Victor Manuel Machado Costa¹; Katia Augusta Silva Vaz¹; Patrícia Rocha Viana Brait¹; Teotonio Soares de Carvalho¹; Éder Rodrigues Batista¹; Ana Beatriz Borges Brito²; João Vitor Moraes de Castro¹; Antônio Domingos Bescovit³; Vanesca Korasaki⁴; Fatima Maria de Souza Moreira¹

¹Universidade Federal de Lavras, Escola de Ciências Agrárias, Departamento de Ciência do Solo - Lavras, Minas Gerais - MG, 37200-900, Brasil

²Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Departamento de Biologia e Zootecnia - Ilha Solteira, São Paulo – SP, 15385-224, Brasil

³Instituto Butantan, Laboratório de Coleções Zoológicas, Av. Vital Brasil, 1500, Butantã, São Paulo - SP, 05503-900, Brasil

⁴Universidade do Estado de Minas Gerais, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Av Escócia, 1001. Bairro Cidade das Águas, Frutal – MG, 38202-436, Brasil

RESUMO

Apesar da sua importância econômica e ambiental não existem dados sobre a macro e mesofauna em áreas de café em monocultivo no Cerrado brasileiro. O presente trabalho avaliou a influência do manejo do cafeeiro em monocultivo nas comunidades de mesofauna e macrofauna invertebradas do solo comparadas às das áreas de Cerrado adjacentes. Para atingir esse objetivo, foram realizadas coletas de macro e mesofauna do solo, por meio de armadilhas do tipo “pitfalls” em transectos em talhões de café sob manejo convencional e não convencional (biológico, orgânico e regenerativo) e em áreas de cerrado adjacentes. Foram também avaliadas variáveis físicas e químicas do solo e ainda a riqueza, abundância e composição da população faunística do solo. Também foram identificados grupos indicadores dos ecossistemas estudados. Os resultados mostram diferenças significativas entre o manejo convencional e não-convencional do café, bem como entre esses e as áreas de Cerrado adjacente. O uso da terra foi o fator que mais afetou a macro e mesofauna do solo. Além disso, as características físico-químicas do solo afetaram diferentes grupos faunísticos no bioma Cerrado e nas lavouras de café. Foi encontrada maior riqueza e abundância de macro e mesofauna no Cerrado, seguida pelos sistemas não convencionais (biológico, orgânico e regenerativo), com o sistema convencional com os menores valores para diversidade de grupos encontrados. Foi possível identificar também espécies indicadoras para Cerrado e para o café, sendo que no Cerrado foi possível obter os grupos indicadores Scorpiones e Pseudoescorpiones. Já em áreas de com café convencional os grupos específicos foram Diplura e Opiliones e para áreas de manejo não convencional Isopoda. Alguns grupos também foram comuns de algumas áreas como Blattodea e Isoptera que foram encontrados apenas no Cerrado e em áreas de café não convencional. Foi ainda possível obter espécies indicadoras e detectoras de acordo com o IndVal. No Cerrado, Coleptera e Diptera foram consideradas espécies indicadoras com Acari, Blattodea, Hymenoptera, Isoptera, Larvae e Scarabaeinae sendo espécies detectoras, Já em lavouras com plantio de café em manejo convencional Chilopoda e Diplopoda são ordens detectoras ao contrário do que foi encontrado para café em manejo não-convencional o qual se identificou como espécies detectora Collembola, Hemiptera, Orthoptera e Pulmonata. Nosso trabalho também avaliou a abundância relativa de grupos faunísticos dentro de uma mesma área com transectos de Cerrado, café não convencional e café convencional. Com isso, foi possível observar que grupos taxonômicos apresentam variabilidade de abundância relativa dependendo das características físico-química do solo. Observou-se, portanto, que a implementação de uma lavoura bem como o tipo de manejo empregado afetou a população faunística originária do Cerrado naquela região.. Com nossa abordagem reforça-se que é possível empregar a população faunística como um indicador de qualidade do solo como descrito na literatura. Por isso, uma análise contínua da macrofauna de uma região torna possível preservar a biodiversidade do Cerrado ao observar e atuar para diminuir o impacto negativo sobre o solo e consequentemente sobre espécies endêmicas do bioma

Palavras-chave: manejo orgânico; manejo regenerativo; manejo biológico, manejo convencional; biodiversidade; bioma brasileiro.

ABSTRACT

Despite its economic and environmental importance, there are no data on macro- and mesofauna in coffee monoculture areas in the Brazilian Cerrado. This study evaluated the influence of coffee monoculture management on soil invertebrate mesofauna and macrofauna communities, comparing them with those in adjacent Cerrado areas. To achieve this goal, soil macro- and mesofauna were sampled using pitfall traps along transects in coffee fields under conventional and non-conventional management (biological, organic, and regenerative), as well as in adjacent Cerrado areas. Soil physical and chemical variables were also assessed, along with richness, abundance, and faunal community composition. Indicator groups for each studied ecosystem were also identified. The results revealed significant differences between conventional and non-conventional coffee management, as well as between both systems and the adjacent Cerrado areas. Land use was the main factor affecting soil macro- and mesofauna. Furthermore, the soil's physicochemical characteristics influenced different faunal groups in both the Cerrado biome and coffee plantations. Greater richness and abundance of macro- and mesofauna were observed in the Cerrado, followed by non-conventional systems (biological, organic, and regenerative), with the conventional system showing the lowest diversity values. It was also possible to identify indicator species for both Cerrado and coffee systems. In the Cerrado, the indicator groups were Scorpiones and Pseudoscorpiones. In conventionally managed coffee areas, the specific groups were Diplura and Opiliones, while in non-conventionally managed coffee areas, Isopoda was identified. Some groups, such as Blattodea and Isoptera, were common to both the Cerrado and non-conventional coffee areas. It was also possible to identify indicator and detector species using the IndVal method. In the Cerrado, Coleoptera and Diptera were considered indicator taxa, while Acari, Blattodea, Hymenoptera, Isoptera, Larvae, and Scarabaeinae were considered detector taxa. In conventionally managed coffee plantations, Chilopoda and Diplopoda were detector orders, while in non-conventionally managed plantations, Collembola, Hemiptera, Orthoptera, and Pulmonata were identified as detector species. Our study also evaluated the relative abundance of faunal groups within the same area, encompassing transects from Cerrado, non-conventional coffee, and conventional coffee. This allowed us to observe that some groups exhibited variability in relative abundance depending on soil management. These findings demonstrate that the establishment of coffee plantations and the type of management employed affect the original faunal community of the Cerrado in the region. Our results confirm that coffee cultivation impacts the macro- and mesofauna of the Cerrado biome. This approach reinforces the potential of using faunal communities as indicators of soil quality. Therefore, continuous monitoring of a region's macrofauna can help preserve Cerrado biodiversity by enabling actions to mitigate the negative impact on the soil and, consequently, on endemic species of the biome.

Keywords: organic management; regenerative management; biological management; conventional management; biodiversity; Brazilian biome.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o Cerrado é o segundo bioma mais predominante no país apresentando uma grande biodiversidade e com várias espécies endêmicas de plantas, animais e microrganismos (Borges e Antar, 2016; Pastore e Anter, 2021; Reis et al., 2022). Devido a sua grande representatividade no território nacional, uma parte significativa da produção agrícola acontece nesse bioma, especialmente a produção de café (IBGE, 2023). Ao mesmo tempo, devido a ação humana como mineração, desmatamento, atividade agropecuária e urbanização, o solo disponível no Cerrado está sofrendo degradações significativas (Faria et al., 2015). Desse modo, o Cerrado é um hotspot de biodiversidade com uma ampla gama de diversidade e alto nível de ameaça, principalmente ao considerarmos as espécies endêmicas do bioma e seu risco de extinção precoce.

O Brasil é o maior produtor e exportador de café e Minas Gerais é seu estado maior produtor. Patrocínio, o município maior produtor de café em Minas Gerais, teve uma safra de 105 mil toneladas em 2024 (IBGE/PAM, 2025). O café é um dos produtos agrícolas mais rentáveis na atualidade, porém, apresenta diversos desafios em relação a sua produtividade, dependendo de uma boa qualidade do solo, clima e a quantidade de nutrientes (Silveira Bernardes e Khatounian, 2013).

Como um dos importantes agentes de qualidade do solo, a biodiversidade da macrofauna (indivíduos com 2,1 a 20mm de diâmetro) e mesofauna (indivíduos com 0,2 a 2mm de diâmetro) do solo são bons indicadores do nível de degradação em uma determinada área (Lavelle et al., 1997, Lugo et al., 2024). Essas comunidades são muitas vezes afetadas positivamente ou negativamente com características físico-químicas do solo tal como pH, capacidade de troca catiônica, teor de matéria orgânica, composição do solo entre outros. Compreender a estrutura das comunidades de macro e mesofauna no solo pode indicar a viabilidade do sistema de cultivo empregado na lavoura de café bem como a vitalidade do solo para o crescimento e produtividade das plantas (Amaral et al., 2016). Com essa compreensão, será possível então otimizar e selecionar as melhores regiões e métodos de cultivo adequados para o café garantindo sua sustentabilidade. Apesar da importância econômica e ambiental da macro e mesofauna não existem trabalhos avaliando a estrutura destas comunidades em áreas de café em monocultivo comparadas às de áreas de Cerrado.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a estrutura das comunidades da macrofauna e mesofauna invertebradas do solo em cafezais com sistema não convencional (regenerativo, biológico e orgânico) e sistema convencional em relação às áreas de Cerrado adjacentes, na região de Patrocínio, no Estado de Minas Gerais, e relacioná-las com atributos físicos e químicos do solo. Desse modo, as hipóteses desse trabalho são: 1- a riqueza e abundância da mesofauna e macrofauna invertebradas do solo estão positivamente correlacionadas com o manejo não convencional do café, demonstrando diferenças entre os manejos e nas áreas de Cerrado adjacentes; 2- a composição da comunidade da mesofauna e macrofauna será influenciada pelas variáveis químicas e físicas do solo como pH, teor de nutrientes, capacidade de troca catiônica entre outros. Essa influência está correlacionada positivamente com a riqueza, abundância da mesofauna e macrofauna invertebradas do solo; 3- existem grupos específicos na mesofauna e macrofauna que servirão como indicadores distintos entre os sistemas de café não convencional e convencional, além de áreas de Cerrado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho faz parte do projeto multidisciplinar (Fapemig CAG – RED-00330-16) intitulado: “Biodiversidade do solo para o aumento da produção agrícola e florestal sustentável”. Outros grupos deste projeto estudam: classificação do solo; indicadores microbiológicos, bioquímicos, e atributos químicos e físicos do solo; diversidade vegetal nas áreas de Cerrado; diversidade e funções de formigas; diversidade e funções de besouros rola-bosta; diversidade de fungos incluindo fungos micorrízicos; e diversidade de bactérias nos mesmos pontos amostrais estudados por este trabalho.

2.1 Área de Estudo

A pesquisa foi conduzida em sete propriedades rurais, juntamente com seis cerrados adjacentes. Todas essas localidades estão situadas no município de Patrocínio, Minas Gerais, Brasil (18° 56' 38"S, 46° 59' 34"O).

O município de Patrocínio encontra-se na Mesorregião Alto Paranaíba IBGE (2023). A região apresenta altitude variando de 750 a 1.258 metros acima do nível do mar. O clima da região apresenta clima classificado como Cwb – Clima Subtropical de Altitude, segundo a classificação de Köppen, caracterizado por invernos secos e verões

amenos, com uma temperatura média de 20,7 °C (Alvares et al., 2013). Quanto ao relevo, este é diversificado, com 60% da área sendo plana, 30% ondulada e 10% montanhosa (Portal Patrocinio, 2017).

2.2 Delineamento Amostral e Coleta de Mesofauna e Macrofauna

Talhões de café com manejo convencional e não convencional (biológico, orgânico e regenerativo) e Cerrado adjacente foram selecionadas na paisagem e agrupadas em três áreas, mantendo uma distância mínima de 2 km entre elas (Figura 1). Cada uma dessas áreas de paisagem foi subdividida em três categorias: dois pares de talhões de café, sendo cada par com um talhão de café não convencional e outro talhão com café convencional e cada um destes pares tinham a mesma variedade de café com a mesma idade e sistema de irrigação quando presente. Em cada talhão de café foi posicionado um transecto e também dois transectos no Cerrado adjacente, totalizando seis transectos em cada uma das 3 áreas e 18 transectos no experimento inteiro (Tabela 1).

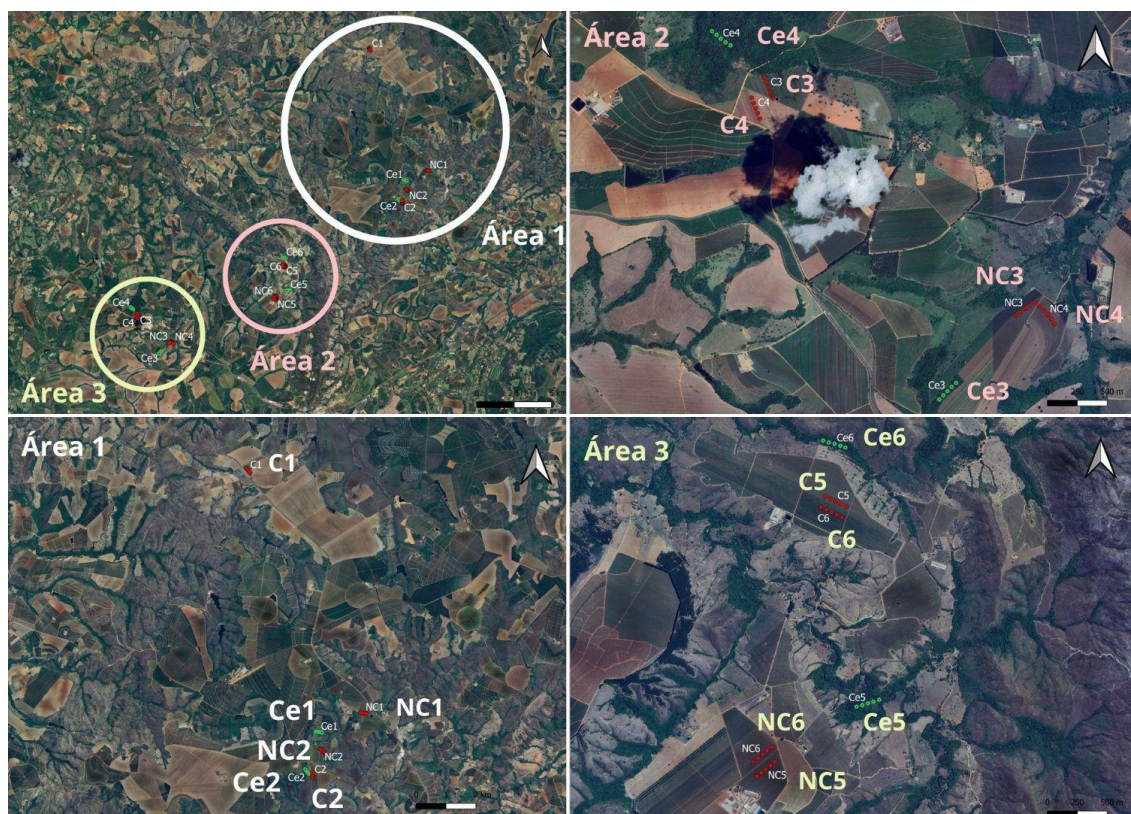


Figura 1: Áreas amostrais de coleta. Área 1: Ce1- Cerrado, NC1- café regenerativo com irrigação Catuaí 144, NC2- Café regenerativo topázio com irrigação, Ce2- Cerrado, C2- café convencional topázio com irrigação, C1- café convencional catuaí 144 com irrigação. Área 2: NC3- Café orgânico Catuaí 66 sem irrigação e Ce4- Cerrado, C4- Café convencional IBC 12/IAC 125 com

irrigação, NC4- café orgânico IBC 12/IAC 125 com irrigação, C3- Café convencional Catuaí 62 sem irrigação, Ce3- Cerrado. Área 3: NC6- café convencional mundo novo com irrigação, Ce6- Cerrado, NC5- Café biológico IBC 12/IAC 125 com irrigação, Ce5- Cerrado, C6- café convencional mundo novo com irrigação, C5- café convencional IBC 12/IAC 125 com irrigação. Fonte: Projeto Fapemig CAG RED 00330-16.

Tabela 1: Identificação e localização dos transectos utilizados para coleta. Ce: Transectos de Cerrado. NC: Transectos com café não convencional. C: Transectos de café convencional.

Área/ Identificação do transecto	Talhão	Variedade	Data de plantio	Tipo de manejo	Latitude	Longitude
Área 1						
NC 1	Talhão 11	IBC 12/IAC 125	2015	Orgânico com irrigação	- 18°46'13.56"	- 46°56'02.76"
C 1	Da estrada	IBC 12/IAC 125	2017	Convencional com irrigação	- 18°41'36.03"	- 46°58'14.67"
NC 2	Talhão 3	Catuaí 62	2010	Orgânico sem irrigação	- 18°46'56.89"	- 46°56'49.78"
C 2	Talhão 12	Catuaí 62	2014	Convencional sem irrigação	- 18°47'24.95"	- 46°57'01.12"
Ce 1	Cerrado				- 18°46'35.21"	- 46°56'53.92"
Ce 2	Cerrado				- 18°47'20.55"	- 46°57'07.30"
Área 2						
NC 3		Catuaí 144	2008	Regenerativo com Irrigação	- 18°52'45.33"	-47° 05'51.91"
C 3	Talhão 8	Catuaí 144	2007	Convencional com irrigação	- 18°51'41.91"	- 47°07'05.51"

NC 4		Topázio	2008	Regenerativo com irrigação	- 18°52'47.00"	- 47°05'45.53"
C 4	Talhão 8	Topázio	2007	Convencional com irrigação	- 18°51'48.11"	- 47°07'08.96"
Ce 3	Cerrado				- 18°53'08.77"	- 47°06'14.29"
Ce 4	Cerrado				- 18°51'28.32"	- 47°07'18.95"

Área 3

NC 5	Talhão 15	Mundo Novo	2012	Biológico com irrigação	- 18°51'05.82"	- 47°01'50.54"
C 5		Mundo Novo	2014	Convencional com irrigação	- 18°49'49.01"	- 47°01'30.68"
NC 6	Talhão 16	IBC 12/ IAC 125	2012	Biológico com irrigação	- 18°51'01.45"	- 47°01'51.41"
C 6		IBC 12/ IAC 125	2014	Convencional com irrigação	- 18°49'52.02"	- 47°01'31.78"
Ce 5	Cerrado				- 18°50'46.96"	- 47°01'21,36"
Ce 6	Cerrado				- 18°49'32.86"	- 47°01'30.60"

Em cada transecto (200 m), foram posicionadas cinco armadilhas do tipo “pitfall” (19 cm de diâmetro, 11 cm de profundidade) distantes 50 m entre si e enterrados ao nível do solo, totalizando 90 pontos amostrais (“pitfalls”). Com auxílio de arame, um copo de 50 ml com isca atrativa (fezes humanas) foi colocado posicionado no meio da armadilha (Figura 2). Dentro de cada armadilha foi adicionado 300 ml de solução salina mais

detergente. Também foi colocado dentro da armadilha um tecido de poliamida com uma mecha fina para melhor retenção da mesofauna. As armadilhas ficaram ativas por 48 h.

A coleta da mesofauna e macrofauna invertebradas foi conduzida durante janeiro de 2023, período caracterizado pelas chuvas na região. Para proteção contra a chuva, uma tampa de plástico foi fixada sobre a armadilha, utilizando palitos de madeira (conforme ilustrado na Figura 2). Essa abordagem foi utilizada para garantir a eficácia da coleta, mesmo em condições climáticas adversas, ao mesmo tempo que preserva a integridade dos espécimes capturados.



Figura 2 – Armadilha “pitfalls”. Autor: Korasaki (2025).

2.3 Triagem e Identificação da Mesofauna e Macrofauna Invertebradas do Solo

As amostras coletadas em cada armadilha de “pitfall” foram devidamente acondicionadas em sacos plásticos contendo álcool 70%, etiquetados com informações de procedência. Inicialmente, essas amostras foram enviadas à Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG para a primeira triagem, onde foram separados os besouros da subfamília Scarabaeinae para identificação. Posteriormente, encaminhou-se as amostras ao Laboratório de Microbiologia e Processos Biológicos do Solo, localizado na Universidade Federal de Lavras – UFLA – MG, para passarem pelo processo de triagem da mesofauna e macrofauna do solo com o auxílio de um estereomicroscópio binocular da marca Zeiss steni, modelo 508. Nesse estágio inicial, os organismos foram separados até o nível taxonômico de classe, ordem, família e subfamília utilizando uma chave dicotômica (Rafael et al., 2012), e contagem de cada morfotipo. Indivíduos das classes

Diplopoda e Chilopoda e ordens Araneae, Scorpiones e Pseudoescorpiones foram encaminhados e identificados no Instituto Butantã pela equipe de Dr. Antônio Domingos Bescovit.

2.4 Variáveis Físicas e Químicas do Solo

A coleta das amostras para análise das propriedades físicas e químicas do solo ocorreu em janeiro de 2023, durante o período chuvoso da região. Utilizando o trado, foram coletadas em cada ponto cinco subamostras para formar uma amostra composta, totalizando cinco amostras compostas em cada talhão experimental, na profundidade de 0 a 10 cm.

Essas amostras, compostas, foram analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFLA e abrangeram teores de matéria orgânica, pH, macronutrientes (P, K, Ca, Na, S, Mg) e micronutrientes (B, Fe, Zn, Mn, Cu), acidez trocável (H + Al) e Al (Melich, 1953). A matéria orgânica (MO) foi determinada por combustão úmida em dicromato de sódio e ácido sulfúrico (Walkley e Black, 1934). O pH foi medido em suspensão solo-água de acordo com o método de McLeau (1982). A acidez potencial (H + Al) foi determinada pelo extrator SMP (Shoemaker et al., 1961). Também foram realizados cálculos para determinar a soma de bases trocáveis (SB) [Ca + Mg + K], capacidade de troca catiônica efetiva (CTCe) a capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTCp), índice de saturação por bases (V) $[(SB/T) * 100]$ e índice de saturação por alumínio (m) $[(Al/T) * 100]$. Para a análise física, foram avaliados os teores de areia (2,0-0,02 mm), silte (0,02-0,002 mm) e argila (>0,002 mm) conforme a metodologia de Bouyoucos (1962).

2.5 Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas no ambiente estatístico R (v.4.4.1) (R Core Team, 2024). Modelos lineares foram estimados por mínimos quadrados generalizados (GLS) para avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo cafeeiro a abundância e números de Hill (^qD) de ordens 0 (equivalente à riqueza de espécies), 1 (equivalente à forma exponencial do índice de diversidade de Shannon) e 2 (equivalente ao inverso do índice de Simpson) de comunidades da macrofauna e de Araneae do solo com o pacote *nlme* (Pinheiro; Bates, 2022). Os modelos foram inspecionados visualmente por meio de gráficos de resíduos para homogeneidade de variância e gráficos Q-Q para normalidade.

Os dados foram transformados nas escalas de raiz quadrada ou logarítmica quando necessário. Análise de variância (ANOVA) foi usada para testar a significância do modelo. Em seguida, utilizou-se o pacote *emmeans* (Lenth, 2025) para realizar comparações por pares [função `contrast("pairwise")`] entre os dois manejos cafeeiros e testes de Dunnett [função `contrast("dunnett")`] para comparar cada manejo cafeeiro com seu Cerrado adjacente. Quando os dados não foram normalmente distribuídos, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi aplicado para verificar a existência de diferenças gerais na diversidade das comunidades estudadas. Em seguida, a significância dos contrastes entre pares de manejos cafeeiros foi avaliada usando o teste de Wilcoxon, enquanto o teste de Dunn, com correção de *p*-valor, foi aplicado para a comparação entre cada manejo cafeeiro e seu Cerrado adjacente.

Todas as análises não paramétricas foram realizadas usando os pacotes *rstatix* e *stats* (Kassambara, 2023; R Core Team, 2024). As análises de composição foram realizadas usando o pacote *vegan* (Oksanen et al., 2025). Primeiro, matrizes de dissimilaridade usando a métrica de altGower foram calculadas para avaliar e visualizar mudanças na composição das comunidades estudadas considerando como fatores fixos os manejos cafeeiros e o uso da terra usando análise de redundância baseada em distância (dbRDA), seguida de seleção de variáveis físico-químicas do solo com a função `ordistep()`. Para isso, primeiro foi realizada uma análise de componentes principais (PCA), sendo as duas primeiras componentes (PC1: 45,34%, PC2: 18,65%, Figura 10) usadas como *proxies* para representar todas as variáveis físico-químicas do solo. As variáveis foram ajustadas à ordenação final usando a função `envfit()`. Todos os *p*-valores foram ajustados usando o procedimento de Benjamini-Hochberg (Benjamini; Hochberg, 1995). Análise de partição de variância (VPA) foi utilizada para testar a contribuição do manejo, do uso da terra e das variáveis de solo para as mudanças observadas na composição de cada comunidade.

3. RESULTADOS

3.1. Abundância e estrutura da macro e mesofauna no Cerrado e em cafezais

Foram coletados aproximadamente 174 mil indivíduos em todas as 3 áreas. Sendo que aproximadamente 75 mil indivíduos foram coletados na área 1, 59 mil na área 2 e 40 mil na área 3 (Tabelas Suplementares 1,2 e 3). Em média 55,3% (96.541) dos indivíduos

totais coletados pertenceram a transectos no Cerrado, 12,8% em transectos de café convencional (22.432) e 31,8% (55.586) em transectos com café não convencional. (Tabela 2).

No Cerrado, a ordem Diptera apresentou a maior quantidade de representantes sendo seguida por Acari e a família Formicidae. Em transectos de café convencional, a ordem mais encontrada também foi Diptera seguida por Collembola e Acari. Para café não convencional prevaleceram indivíduos da ordem Collembola, família Formicidae, Diptera e Acari. A ordem Isopoda foi encontrada somente em transectos de café não convencional com um representante, enquanto que Diplura e Opiliones foram exclusivos de transectos de café convencional. Já Pseudoescorpiones e Scorpiones somente foram encontrados em transectos de Cerrado com quatro representantes e um indivíduo por grupo respectivamente. Blattodea apresentou 303 indivíduos em transectos de Cerrado com sua representação diminuindo em transectos de café com 18 indivíduos em transectos de café não convencional e sem representantes em transectos de café convencional. Já Chilopoda apresentou 14 indivíduos em transectos de café convencional, 5 em transectos em café não convencional e apenas um representante em transectos de Cerrado. Já ordem Pulmonata apresentou 77 indivíduos em transectos de café convencional, 100 em transectos de café não convencional e apenas três indivíduos em transectos no Cerrado. Isoptera foi exclusiva para transectos de café não convencional e Cerrado. Enquanto que Coleoptera apresentou números sete vezes maiores em transectos de Cerrado em comparação com transectos de café, independentemente do tipo de manejo.

Houve diferença entre as três áreas como relação a quantidade e diversidade encontrada. Na área 1 capturou-se a maior quantidade de indivíduos, mais de 75 mil divididos em 23 grupos taxonômicas (Tabela S1). Aproximadamente 60% (43.797) dos indivíduos coletados foram encontrados em transectos de Cerrado, indivíduos em áreas de café convencional correspondem à 11,2% (8.462) enquanto que em café não convencional têm-se 30,4% (22.847). Na área 2 de coleta capturou-se aproximadamente 59 mil animais coletados (Tabela S3). Dentre esses animais, 46,5% (27.582) foi coletado em transectos de café não convencional, 43,2% (25.632) em transectos de Cerrado e 10,1% (6.027) em transectos de café convencional. Na área de coleta 3, foram coletados aproximadamente 40 mil indivíduos sendo 67% (27.112) coletados em Cerrado, 19,7% (7.943) em transectos de café convencional e 12,8% (5.157) em café não convencional (Tabela S2).

Tabela 2: Número de indivíduos coletados em diferentes grupos taxonômicas encontrados nas 3 áreas de coleta em café convencional, café não convencional (biológico, orgânico e regenerativo) e em Cerrado.

Grupos taxonômicas	Convencional	Não convencional	Cerrado
Acari	3.810	5.053	32.749
Araneae	89	109	127
Blattodea	0	18	303
Chilopoda	14	5	1
Coleoptera	550	586	4.468
Collembola	7.620	26.971	1.529
Dermaptera	14	27	16
Diplopoda	282	145	6
Diplura	1	0	0
Diptera	8.452	8.193	37.892
Formicidae	983	13.559	17.796
Hemiptera	55	325	162
Hymenoptera	62	73	206
Isopoda	0	1	0
Isoptera	0	1	81
Larvae	323	238	822
Lepidoptera	7	9	18
Oligochaeta	6	8	1
Opiliones	1	0	0
Orthoptera	49	105	9
Pseudoscorpiones	0	0	4
Pulmonata	77	100	3
Scarabidae	37	60	347
Scorpiones	0	0	1
Total	22.432	55.586	96.541
Total		174.559	

Dezesseis grupos taxonômicas foram encontradas em transectos de Cerrado e de café sendo elas: Acari, Chilopoda, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diplopoda, Diptera, Formicidae, Hemiptera, Hymenoptera, Larvae, Lepidoptera, Oligochaeta, Orthoptera, Pulmonata, Scarabaeidae (Figura 3). Porém, observou-se grupos exclusivas para cada tratamento, sendo Isopoda exclusiva em transectos de café não-convencional, Diplura e Opiliones em transectos de café convencional e Scorpiones e Pseudoescorpiones em áreas de Cerrado. Blattodea e Isoptera foram encontrados em áreas de Cerrado e de café não convencional.

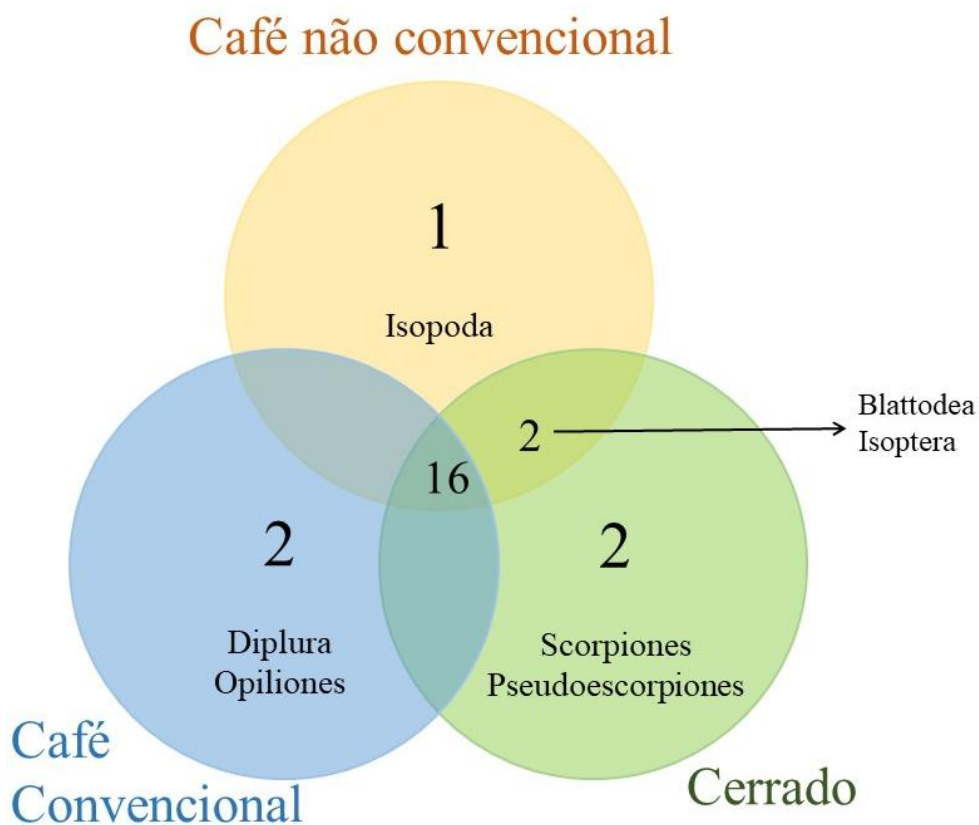


Figura 3: Diagrama de Venn representando grupos taxonômicos exclusivos ou comuns aos três sistemas, considerando as 3 áreas estudadas. Grupos em comum para as três áreas estudadas (16): Acari, Chilopoda, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diplopoda, Diptera, Formicidae, Hemiptera, Hymenoptera, Larvae, Lepidoptera, Oligochaeta, Orthoptera, Pulmonata, Scarabaeidae.

Analisando separadamente cada área de coleta, as similaridades entre as espécies encontradas foram diferentes. Para a área de coleta 1 houve 14 grupos em comum. (Figura S1). Somente em transectos de café não convencional foram encontrados indivíduos da ordem Isopoda. Scorpiones foi exclusiva no Cerrado. Também foram encontradas duas ordens exclusivas nos transectos de café convencional (Diplura e Opiliones). As classes Diplopoda, Oligochaeta e a ordem Pulmonata foram exclusivas nos transectos de café. Também houve similaridades entre o Cerrado e café não convencional com relação à ordem Blattodea e a infraordem Isoptera exclusivas para essas áreas.

Na área de coleta 2, 11 grupos foram comuns ao Cerrado e aos transectos de café (Figura S2). Como exclusividade, houve a ordem Blattodea e a infraordem Isoptera representadas somente no Cerrado. Nos transectos de café, 4 grupos foram comuns: Chilopoda, Diplopoda, Oligochaeta e Pulmonata. O Cerrado apresentou dois grupos em comum com áreas de café não convencional (ordem Lepidoptera e a família Scarabaidae).

Já na área de coleta 3 também houve similaridade entre o Cerrado e transectos de café independentemente do tipo de manejo (Figura S3) com relação à 14 grupos. Nessa área de coleta, apenas o Cerrado teve representantes exclusivos de dois grupos diferentes (Pseudoescorpiones e Isoptera). Em transectos de café, Chilopoda foi exclusiva não possuindo representantes em área de Cerrado. Considerando a similaridade do Cerrado com o plantio de café em diferentes manejos, Diplopoda foi exclusiva para cerrado e café convencional e duas ordens (Blattodea e Lepidoptera) foram exclusivas para Cerrado e café não convencional.

Ao comparar a abundância da macrofauna e mesofauna geral do solo por transecto de coleta (Figura 4), foi possível observar que a foi consistentemente superior nos sistemas de manejo não convencionais em relação aos respectivos convencionais, com quatro contrastes apresentando diferenças estatisticamente significativas. A comparação com o Cerrado mostrou que o manejo convencional apresentou significativa redução de abundância com cinco contrastes apresentando valores significativamente menores. Já o café não convencional, quatro contrastes não diferiram estatisticamente do Cerrado, indicando maior proximidade ecológica com o sistema natural.

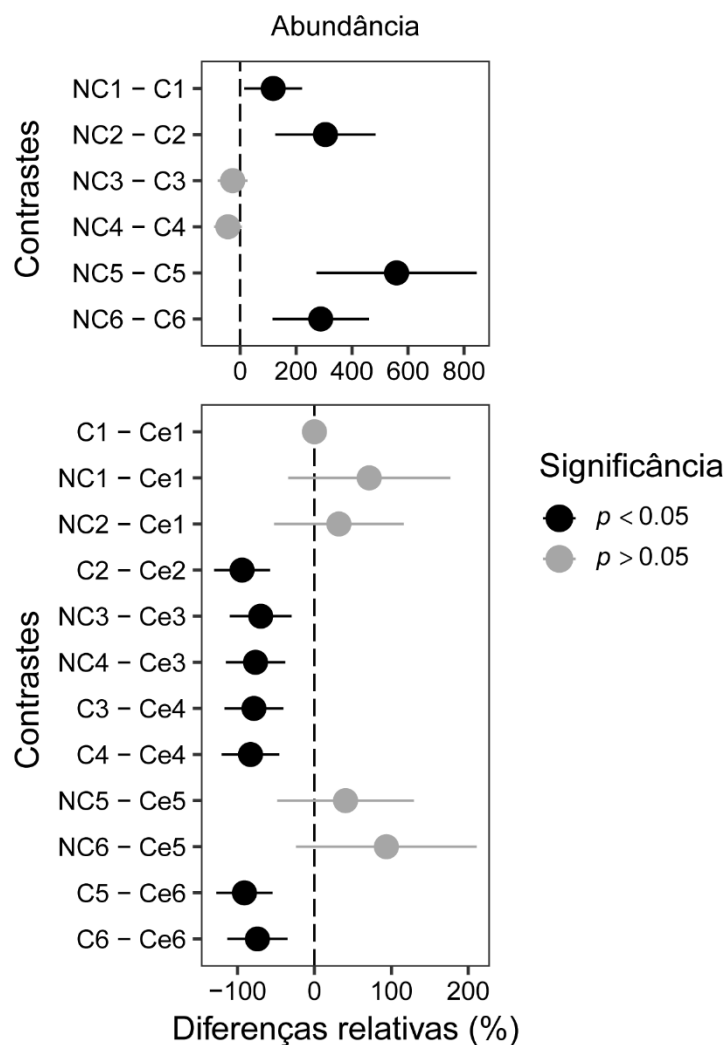


Figura 4: Abundância da macrofauna do solo em diferentes sistemas de manejo do café. O painel superior denota a direção e a magnitude das diferenças relativas (%) entre os sistemas de manejo não convencional (NC1-6) e convencional (C1-6). O painel inferior denota as diferenças relativas (%) entre cada sistema de manejo do café e o Cerrado adjacente (Ce), conforme determinado pelo teste de Dunnett. As barras de erro denotam o intervalo de confiança de 95%.

A abundância relativa da macrofauna e mesofauna geral do solo variou entre os diferentes tipos de manejo como demonstrado na Figura 5 considerando os principais grupos encontrados. Nesse panorama geral, é possível observar uma grande variação no conteúdo de Diptera, Collembola, Acari e Formicidae, quatro táxons mais representativos. Ao analisar com mais atenção, o Cerrado e café não convencional apresentam uma maior diversidade de Formicidae e Diplopoda. Já em café convencional grupos oportunistas ou resistentes a distúrbios como Diptera, Coleoptera e Collembola

prevalecem, com grupos tais como Diplopoda que são mais sensíveis a perturbações se apresentando em menor número.

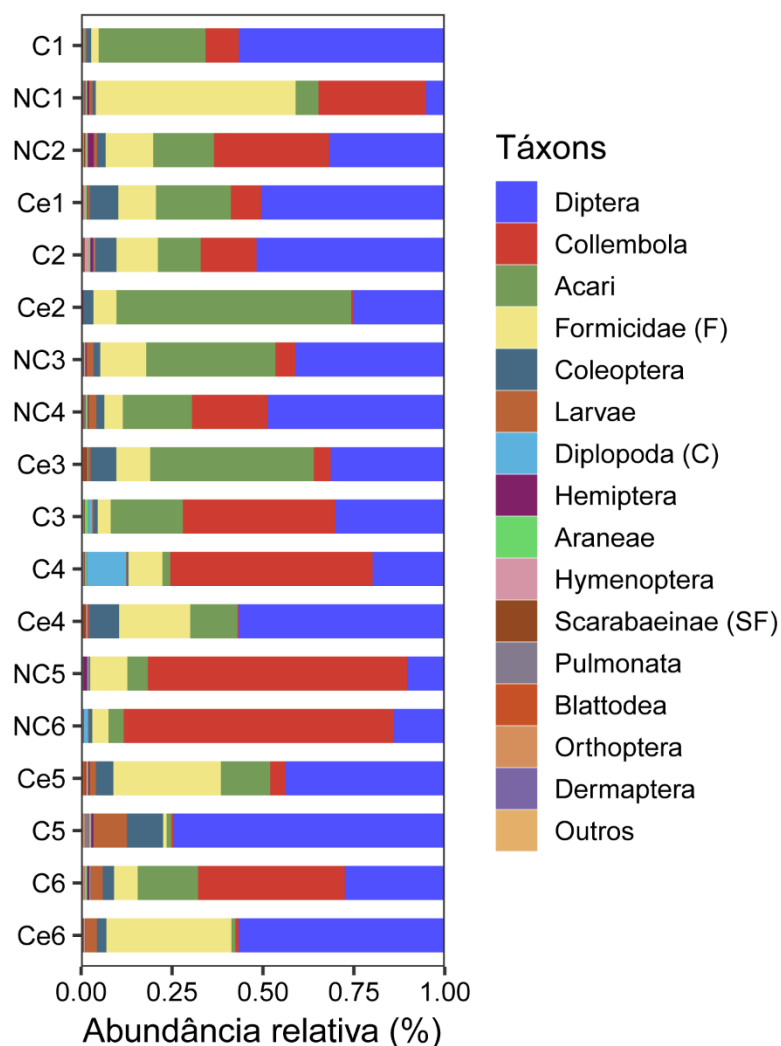


Figura 5: Abundância relativa (%) para os 15 principais grupos taxonômicos amplos da macrofauna do solo em sistemas de manejo de café convencionais (C1-6), não convencionais (NC1-6) e no Cerrado adjacente (Ce). F, Família; C, Classe; SF, Subfamília.

3.2 Riqueza e Diversidade da macrofauna no Cerrado e em cafezais

A Figura 5 evidenciou que a riqueza de táxons da macrofauna (Número de Hill de ordem 0) foi significativamente superior no café convencional em comparação ao café não convencional com valores significativos no contraste NC2-C2 com os demais contrastes apresentando valores não significativos, mas com o mesmo padrão com exceção do contraste NC6-C6. Além disso, café não convencional também apresentaram valores semelhantes aos observados no Cerrado, destacando os contrastes NC1-Ce1 e NC2-Ce2. Porém, os contrastes NC3-Ce3 e NC4-Ce4 demonstraram comportamento

oposto com maior riqueza no Cerrado como o esperado. Já o café convencional não apresentou valores significativos em quatro dos contrastes analisados, porém, os contrastes C3-Ce4 e C4-Ce4 foram significativos e indicadores de uma menor riqueza de espécies nos cafezais.

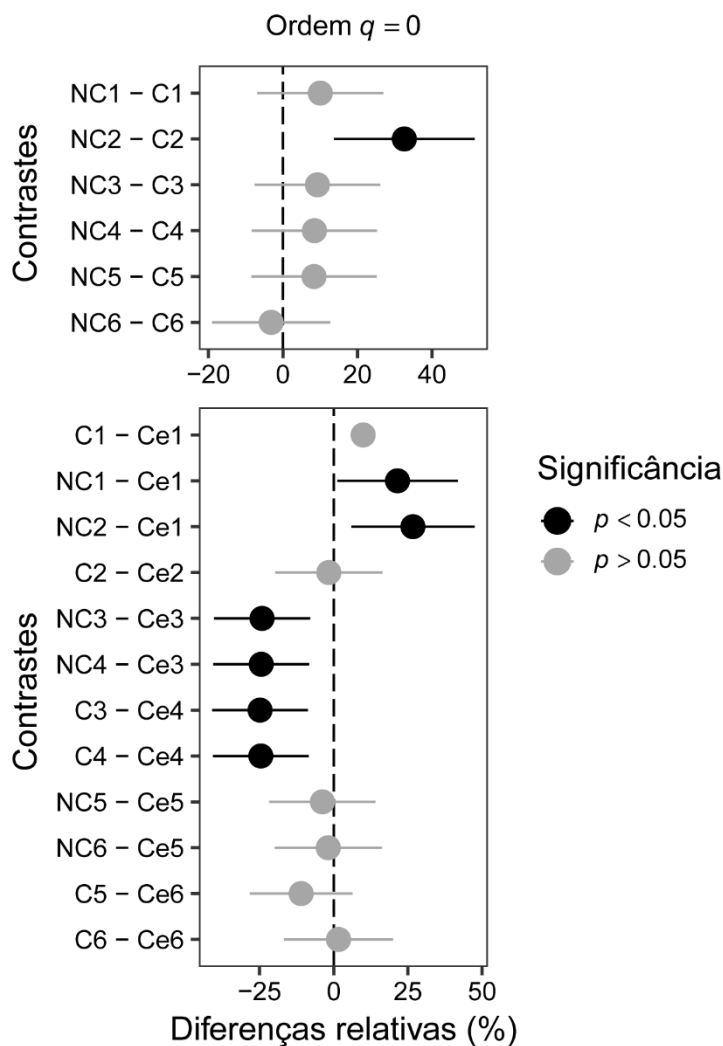


Figura 6: Número de Hill de ordem 0 (análogo à riqueza de táxons) para a macrofauna do solo em diferentes sistemas de manejo de café. O painel superior denota a direção e a magnitude das diferenças relativas (%) entre os sistemas de manejo não convencional (NC1-6) e convencional (C1-6). O painel inferior denota as diferenças relativas (%) entre cada sistema de manejo de café e seu Cerrado adjacente (Ce), conforme determinado pelo teste de Dunnett. As barras de erro denotam o intervalo de confiança de 95%.

A diversidade efetiva da macrofauna, medida pela diversidade de Shannon (Número de Hill de ordem 1, Figura 7) e pela forma recíproca do índice de Simpson

(Número de Hill de ordem 2, Figura 8), reforçou essa tendência. O café convencional apresentou menor diversidade e maior dominância de poucos táxons, enquanto o café não-convencional apresentou maior equitatividade e riqueza, com diferenças estatísticas significativas em vários contrastes. Destaca-se que nos contrastes NC3-Ce3 e NC4-Ce4, o café não convencional apresentou valores que não diferiram significativamente do Cerrado em ambas as variáveis analisadas, sugerindo que tais sistemas mantêm a estrutura funcional da comunidade macrofaunística.

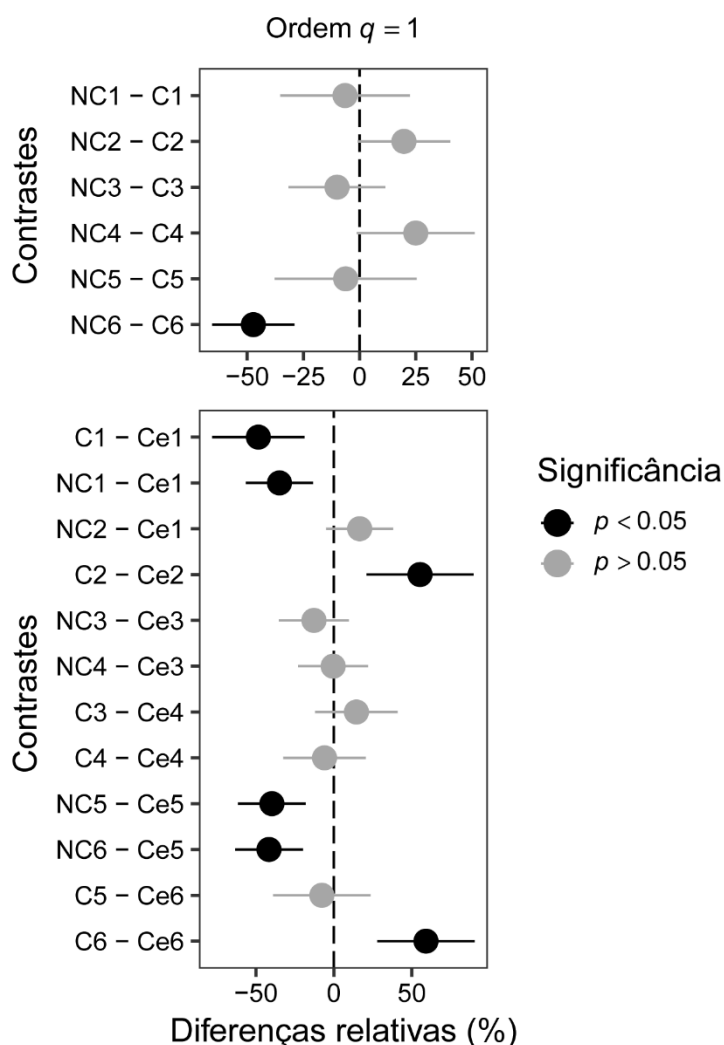


Figura 7: Número de Hill de ordem 1 (análogo à forma exponencial da diversidade de Shannon) para a macrofauna do solo em diferentes sistemas de manejo de café. O painel superior denota a direção e a magnitude das diferenças relativas (%) entre os sistemas de manejo não convencional (NC1-6) e convencional (C1-6). O painel inferior denota as diferenças relativas (%) entre cada sistema de manejo de café e seu Cerrado adjacente (Ce), conforme determinado pelo teste de Dunnett. As barras de erro denotam o intervalo de confiança de 95%.

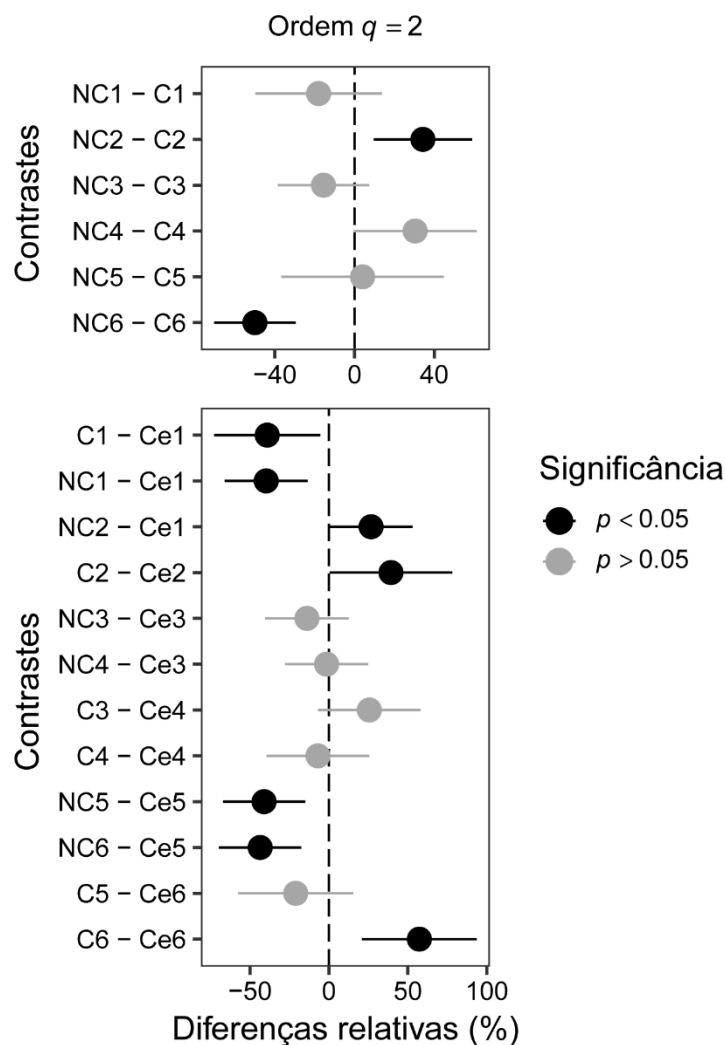


Figura 8: Número de Hill de ordem 2 (análogo à forma recíproca do índice de concentração de Simpson) para a macrofauna do solo em diferentes sistemas de manejo de café. O painel superior denota a direção e a magnitude das diferenças relativas (%) entre os sistemas de manejo não convencional (NC1-6) e convencional (C1-6). O painel inferior denota as diferenças relativas (%) entre cada sistema de manejo de café e seu Cerrado adjacente (Ce), conforme determinado pelo teste de Dunnett. As barras de erro denotam o intervalo de confiança de 95%.

3.3 Contribuição das variáveis físico-químicas do solo e da mudança do uso da terra (Cerrado para lavoura de café em diferentes manejos) sobre a composição das comunidades de mesofauna e macrofauna

Para avaliar a influência dos atributos físico-químicos do solo (solo), do sistema de uso (uso da terra) e do manejo do café (manejo) sobre a estrutura da composição da macro e mesofauna do solo em cafezais com manejo convencional e não convencional e

Cerrado foi realizado uma análise de participação de variância (APV) (Figura 9). É possível observar que entre os fatores analisados isoladamente o solo e tipo de manejo de café apresentam pouca influência (0.02) sobre a comunidade faunística do solo. A maior influência sobre a macro e mesofauna do solo é obtida pelo modo de uso da terra que representa 0.18 da variabilidade dos dados. Mesmo em conjunto, o manejo, variáveis do solo e uso da terra explicam apenas 0.04 da variabilidade dos dados, o que representam um impacto quatro vezes menor do que a influência isolada do uso da terra.

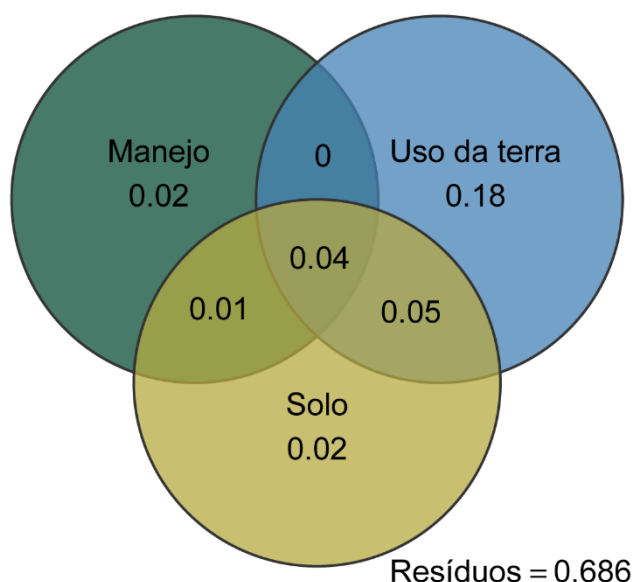


Figura 9: Análise de partição de variância (APV) para a contribuição das variáveis físico-químicas do solo (PC1, 45,34% da variação total no conjunto de dados), do manejo do cafeeiro e do uso da terra sobre as mudanças observadas na composição da macro e mesofauna geral do solo.

A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para avaliar a distribuição das variáveis físico-químicas do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo cafeeiro: convencional, não convencional e Cerrado adjacente (Figura 10). Os dois primeiros componentes principais explicaram conjuntamente 64% da variabilidade total dos dados (PC1 = 45,34% e PC2 = 18,65%). Os resultados demonstram uma clara distinção entre os sistemas avaliados. As áreas de Cerrado agruparam-se no quadrante direito do gráfico, sendo associadas a maiores teores de

matéria orgânica (MO), maior capacidade de troca de cátions potencial (CTC), acidez potencial ($H+Al$), teor de areia, ferro (Fe) e saturação por alumínio (m%). As áreas de manejo não convencional foram associadas principalmente a maiores valores de pH, cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB), fósforo remanescente (Prem), zinco (Zn) e saturação por bases (V%). Já áreas de manejo convencional, embora também localizadas no quadrante esquerdo do gráfico, agruparam-se próximas às variáveis enxofre (S), manganês (Mn) e argila. Porém, fica claro que houve um contraste maior com melhor agrupamento de características físico-químicas do Cerrado em relação as áreas com lavoura de café.

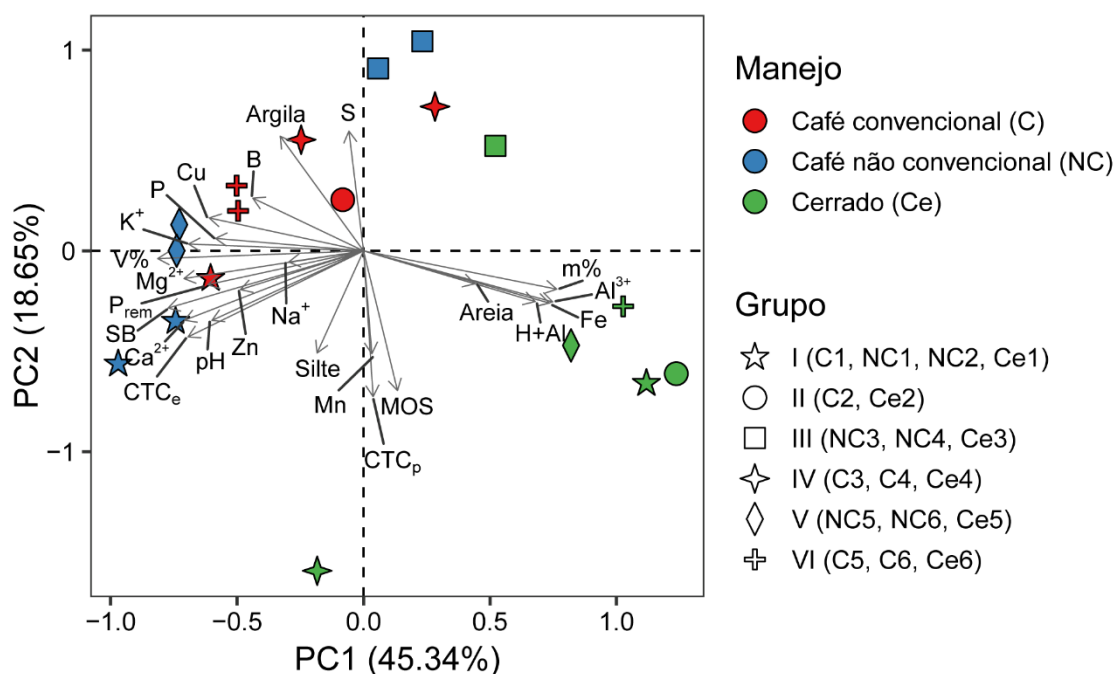


Figura 10: Análise de componentes principais (PCA) para variáveis físico-químicas do solo entre sistemas de manejo de café convencionais (C1-6) e não convencionais (NC1-6) e Cerrado adjacente (Ce). MOS, matéria orgânica do solo; CTCe, capacidade efetiva de troca catiônica; CTCp, capacidade potencial de troca catiônica; $H+Al$, acidez potencial; V%, saturação por bases; m%, saturação por alumínio; Prem, fósforo remanescente; SB, soma de bases. Grupo representa o agrupamento formado entre os sistemas de manejo de café e o Cerrado adjacente.

A análise redundância baseada na distância (dbRDA) da composição da fauna e os aspectos físico-químicos do solo são apresentados na Figura 11. As variáveis físico-

químicas do solo são capazes de explicar 14.16% das diferenças na macro e mesofauna em cafezais e Cerrado. Independente da área analisada, o Cerrado e a abundância da macrofauna e mesofauna são influenciadas positivamente pela disponibilidade de manganês (Mn), ferro (Fe), alumínio (Al^{3+}), matéria orgânica do solo (MO) além da saturação por alumínio (m%), capacidade de troca de cátions potencial (CTC) e a acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$) do solo. No Cerrado, os grupos taxonômicos mais influenciados positivamente por essas características foram Acari, Baltodea, Coleoptera, Diptera, Formicidae, Hymenoptera, Isoptera, Larvae e Scarabaeinae. Enquanto que o conteúdo de enxofre (S), argila, boro (B), fósforo (P), magnésio (Mg^{2+}), cobre (Cu), cálcio (Ca^{2+}) e zinco (Zn) bem como o pH do solo, a saturação por bases (V%), o fósforo remanescente (P_{rem}), a soma de bases (SB) e a capacidade de troca de cátions efetiva (CTCe) afetam a macro e mesofauna no Cerrado, impactando os grupos Collembola, Diplopoda, Pulmonata e Orthoptera. Essa relação em áreas de manejo de café ficam um pouco dispersas para o café não convencional principalmente, para o café convencional é possível observar uma relação negativa entre o conteúdo de enxofre, argila e fósforo remanescente (P_{rem}) em duas das três áreas analisadas no trabalho. Os valores de p estão disponíveis na Tabela S7.

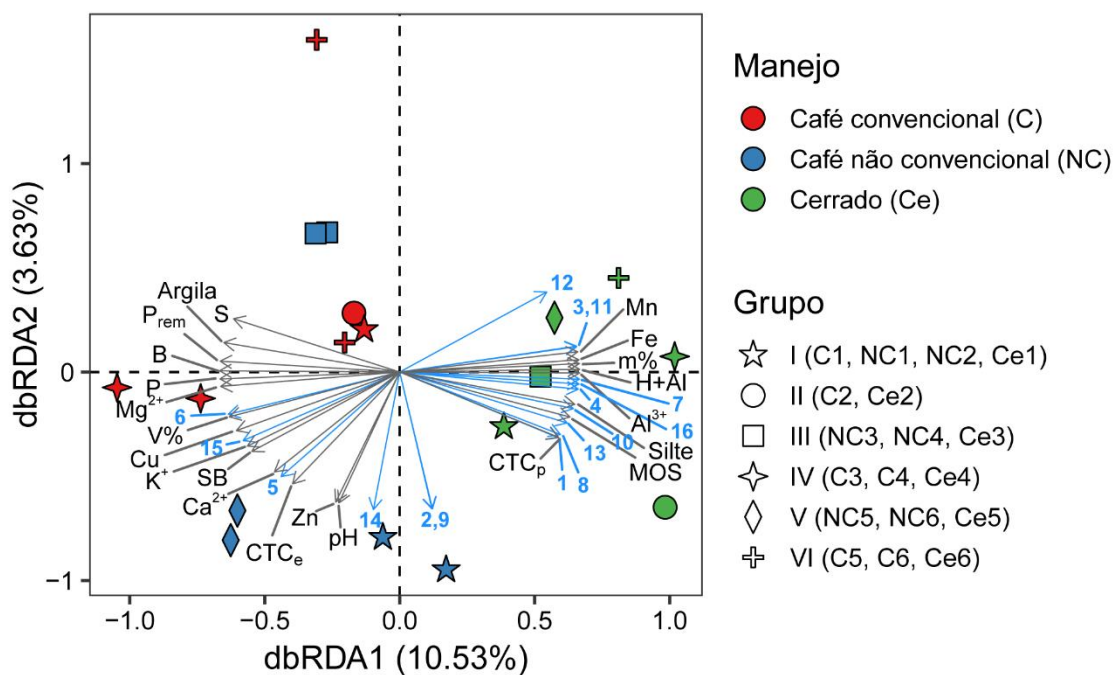


Figura 11: Análise de redundância baseada em distância (dbRDA) para as diferenças na composição da macrofauna do solo entre sistemas de manejo de café convencionais (C1-6) e não convencionais (NC1-6) e Cerrado adjacente (Ce). As setas sólidas azuis e pretas representam os amplos grupos taxonômicos e preditores ambientais significativamente associados à variação na composição da comunidade, respectivamente. 1, Acari; 2, Araneae; 3, Blattodea; 4, Coleoptera; 5, Collembola; 6, Diplopoda; 7, Diptera; 8, Formicidae; 9, Hemiptera; 10, Hymenoptera; 11, Isoptera; 12, Larvas; 13, Lepidoptera; 14, Orthoptera; 15, Pulmonata; 16, Scarabaeinae. MOS, matéria orgânica do solo; CTCe, capacidade efetiva de troca catiônica; CTCp, capacidade potencial de troca catiônica; H+Al, acidez potencial; V%, saturação por bases; m%, saturação por alumínio; Prem, fósforo remanescente; SB, soma de bases. Grupo representa o agrupamento formado entre os sistemas de manejo do café e o Cerrado adjacente.

3.4 Classe Diplopoda no Cerrado e cafezais

Considerando a classe Diplopoda entre os indivíduos coletados nas diferentes áreas, avaliou-se a abundância e o número de Hill dentro de pares de transectos de café com diferentes manejos (Figura 12). Nos pares I e II não houve diferença na abundância de indivíduos em café convencional e não convencional (Figura 12a). Porém, os pares III e IV indicaram uma maior abundância para café convencional, ao contrário dos pares V e VI aonde prevaleceu uma maior abundância de Diplopoda em áreas com café não convencional.

O número de Hill de ordem 0, indicativo da riqueza das espécies seguiu o mesmo padrão (Figura 12b). Com valores não significativos nos pares I e II, maiores em café convencional no par III e IV e menores no V e VI. O mesmo também vale para o inverso do índice de Simpson ($q = 2$) (Figura 12d). Já a diversidade das espécies representado pela ordem 1 ($q = 1$), teve diferença estatística apenas nos pares V e VI. Nesses locais houve uma maior diversidade de espécies no café não-convencional (Figura 12c).

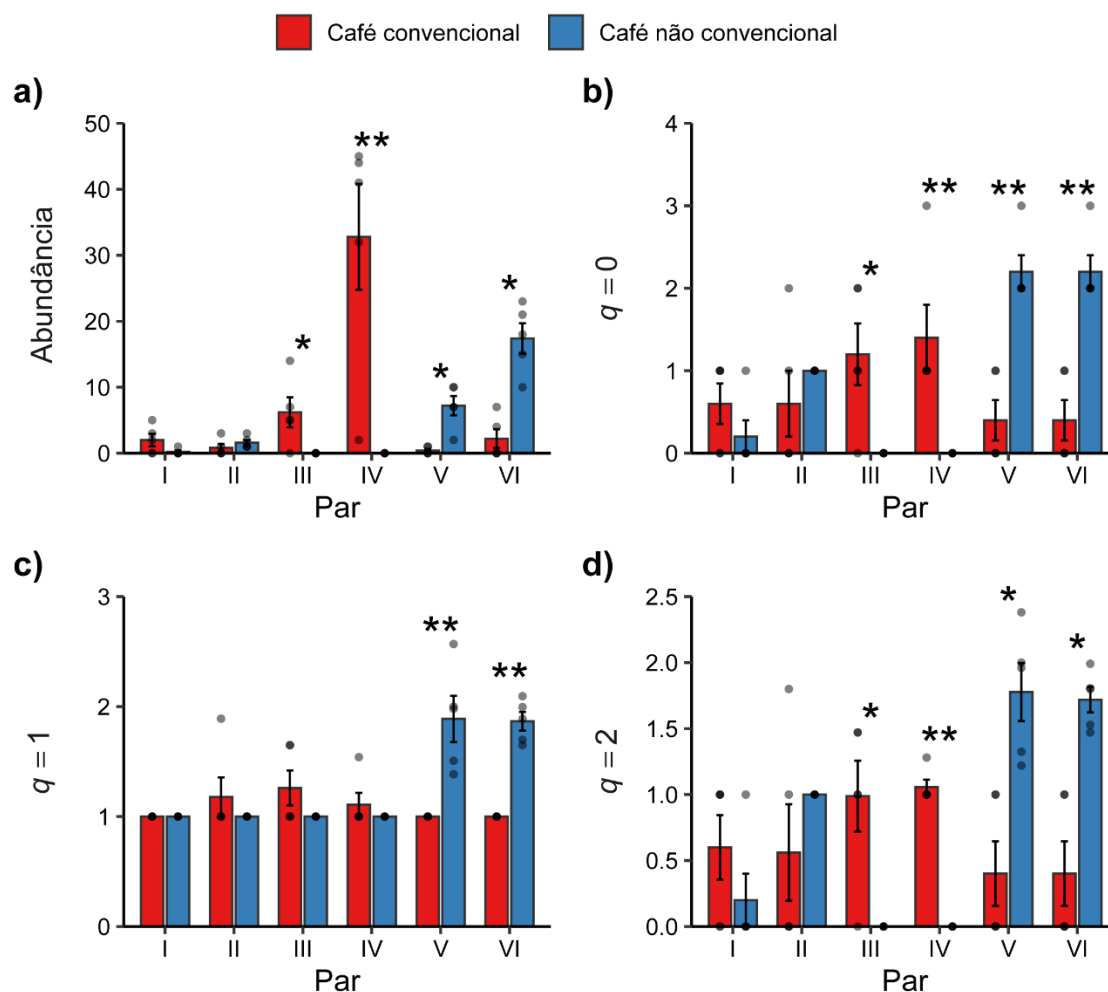


Figura 12: Abundância (a) e números de Hill de ordem 0 (b, análogo à riqueza de táxons), ordem 1 (c, análogo à forma exponencial da diversidade de Shannon) e ordem 2 (d, análogo à forma recíproca do índice de concentração de Simpson) para Diplopoda do solo entre sistemas de manejo de café convencionais e não convencionais, conforme determinado pelos testes de soma de postos de Wilcoxon. As barras de erro denotam o erro padrão da média. Os pontos sobre as barras representam as observações originais. Os pares agrupam diferentes sistemas de manejo com a mesma cultivar. **, $p < 0.01$; *, $p < 0.05$.

Compreendendo melhor a classe Diplopoda e sua dispersão também foi realizada a comparação entre transectos de café convencional ou café não convencional com o Cerrado adjacente (Figura 13). Porém, para uma maior confiabilidade essa comparação foi feita dentro de um mesmo grupo de transectos. Quanto a abundância de indivíduos a mesma prevaleceu com valores significativos em café não convencional como demonstrado pelos transectos NC2, NC5 e NC6 nos grupos I e V (Figura 13a). Porém, no grupo IV essa abundância foi significativa em café convencional C3 e C4 em comparação

ao Cerrado Ce4 do mesmo grupo. Para riqueza de táxons ($q=0$), também se prevaleceu nos grupos em transectos de café não convencional como exemplificado em NC2, NC3, NC4, NC5 e NC6. Com o café convencional apresentando valores significativos nos transectos C3 e C4 no grupo IV (Figura 13b). Esse mesmo padrão para número de Hill de ordem 2 (Figura 13d). Já o número de Hill de ordem 1 foi obtido valores significativos para café não convencional apenas no grupo V para os transectos NC5 e NC6 (Figura 13c).

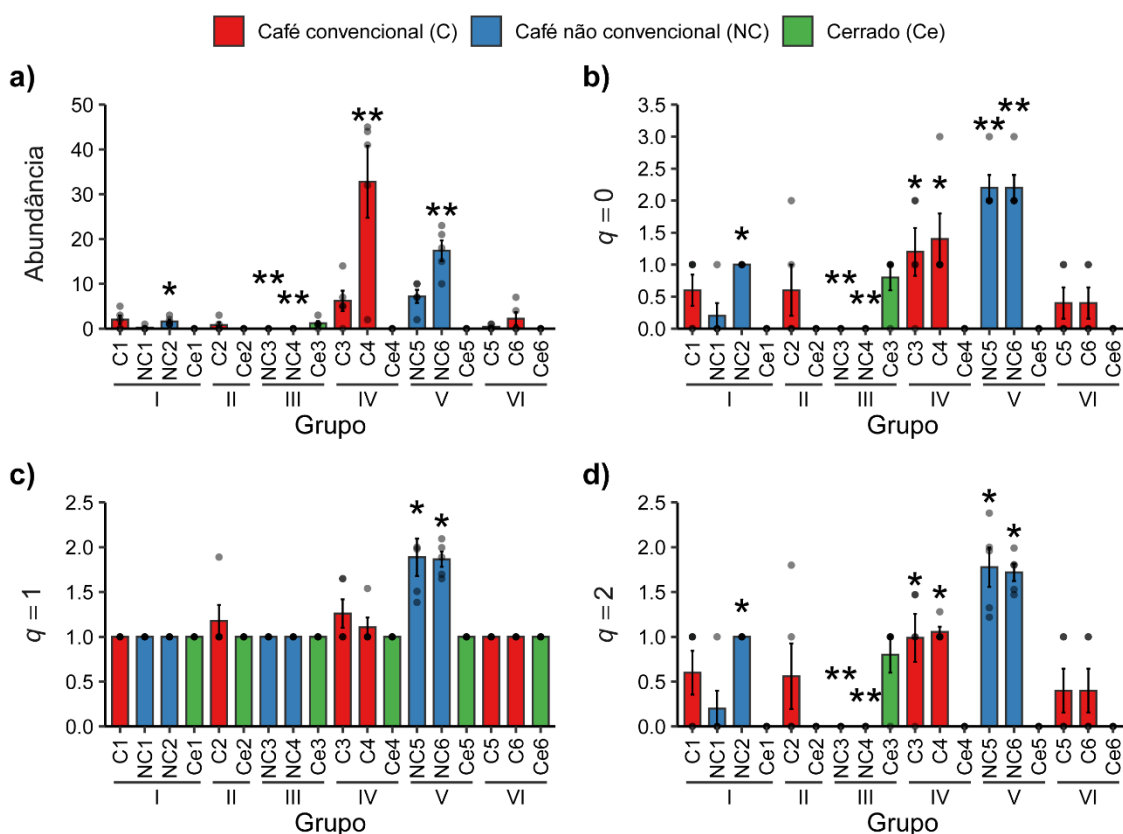


Figura 13: Abundância (a) e números de Hill de ordem 0 (b, análogo à riqueza de táxons), ordem 1 (c, análogo à forma exponencial da diversidade de Shannon) e ordem 2 (d, análogo à forma recíproca do índice de concentração de Simpson) para Diplopoda de solo comparando sistemas de manejo de café convencionais (C1-6) e não convencionais (NC1-6) com Cerrado adjacente (Ce), conforme determinado pelos testes post-hoc de Dunn. As barras de erro denotam o erro padrão da média. Os pontos sobre as barras representam as observações originais. O grupo representa o agrupamento formado entre os sistemas de manejo de café e seu Cerrado adjacente. **, $p < 0.01$; *, $p < 0.05$

3. 5 Ordem Araneae no Cerrado e em cafezais

Especificamente para o grupo Araneae, houve uma maior abundância nos transectos de café convencional C5 e não convencional NC6 (Figura 14). Já nos contrastes para os transectos de Cerrado e café não convencional, a correlação dos transectos NC2 e NC5 indicaram uma relação positiva e significativa com uma abundância maior em áreas de café não convencional. Os demais valores não foram significativos.

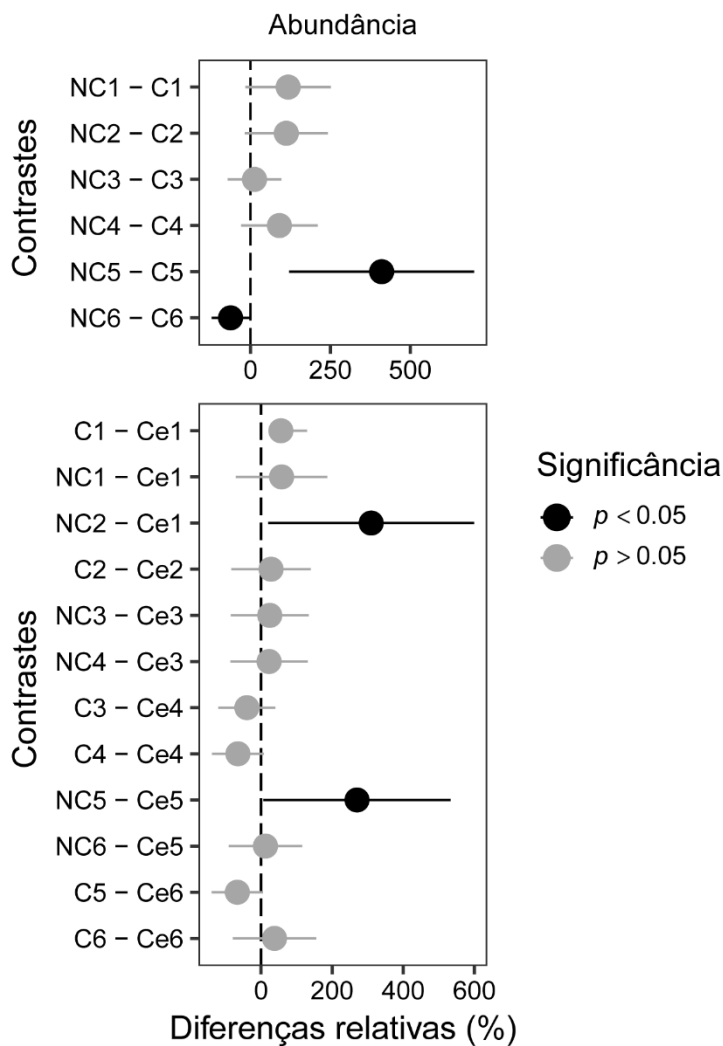


Figura 14: Abundância de espécies de Araneae do solo em diferentes sistemas de manejo de café. O painel superior denota a direção e a magnitude das diferenças relativas (%) entre os sistemas de manejo não convencional (NC1-6) e convencional (C1-6). O painel inferior denota as diferenças relativas (%) entre cada sistema de manejo cafeeiro e seu Cerrado (Ce) adjacente pelo teste de Dunnett. As barras de erro denotam o intervalo de confiança de 95%.

Considerando a abundância relativa das espécies de Araneae encontrada nas diferentes áreas e sistemas de manejo, observa-se que a espécie *Coleosoma floridana* foi encontrada apenas em lavouras de café, não apresentando representantes em cerrado em nenhuma das três áreas analisadas (Figura 15). Essa espécie prevaleceu em café com café não convencional NC3, NC4 e NC5, e teve maior prevalência em café convencional C2. A espécie *Agyeneta* também foi encontrada com maior representatividade em lavouras de café não convencional NC1, NC2, NC5 e café convencional C1, C2, C4 e C6. Apenas dois transectos do Cerrado indicaram uma abundância relativa para a espécie Ce2 e Ce4. *Castianeira sp* foi a espécie mais encontrada no Cerrado estando presente em três transectos diferentes Ce1, Ce2 e Ce6. Os demais transectos do Cerrado contaram com espécies diferentes e muitas não presentes em transectos de café como o caso de *Tymoites*, *Lobizon*, *Dipoena* e *Morfoespécie 1 e 2*. Já *Falconina sp* não foi encontrada em transectos de Cerrado apenas em café não convencional NC3, NC4 e NC6 bem como de café convencional C3.

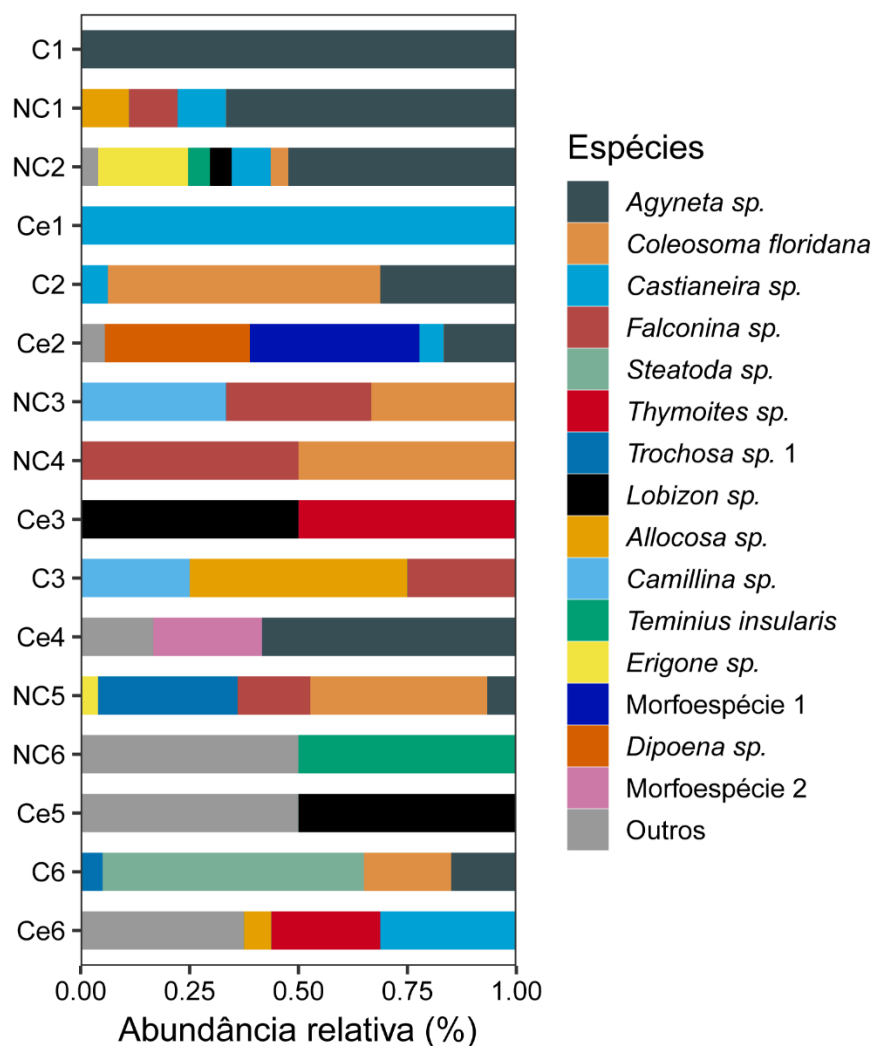


Figura 15: Abundância relativa (%) para as 15 principais morfoespécies de Araneae de solo em sistemas de manejo de café convencionais (C1-6), não convencionais (NC1-6) e no Cerrado adjacente (Ce). As morfoespécies 1 e 2 representam espécies não identificadas.

A riqueza de espécies ($q=0$) da ordem Araneae foi demonstrado na Figura 16. Valores significativos foram encontrados nos transectos de café 2, 5 e 6. Nesse caso houve uma relação positiva nos transectos 2 e 5 com uma maior riqueza em áreas de café não-convencional. Já na área 5, a relação foi negativa com uma maior riqueza de espécies na área de café convencional. Já nos contrastes para os transectos de Cerrado e cafezais, houve uma diferença significativa positiva nos transectos de cafezais não convencionais 2 e 5 e negativa para o café convencional 5.

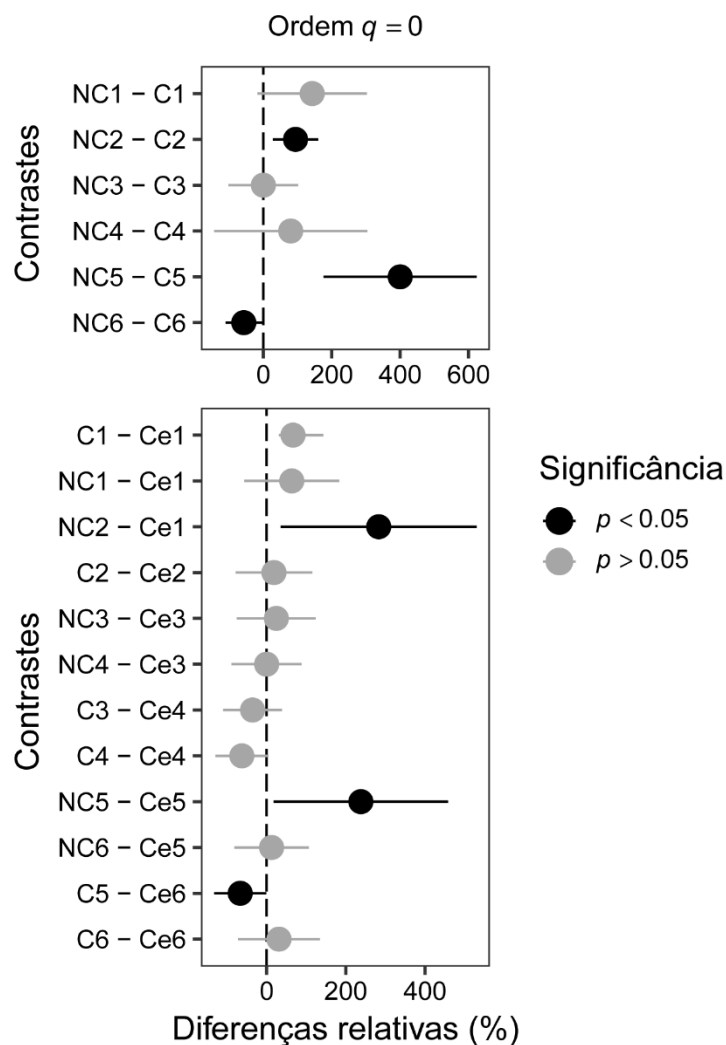


Figura 16: Número de Hill de ordem 0 (análogo à riqueza de morfoespécies) para morfoespécies de Araneae do solo em diferentes sistemas de manejo de café. O painel superior denota a direção e a magnitude das diferenças relativas (%) entre os sistemas de manejo não convencional (NC1-6) e convencional (C1-6). O painel inferior denota as diferenças relativas (%) entre cada sistema de manejo de café e seu Cerrado adjacente (Ce), conforme determinado pelo teste de Dunnett. As barras de erro denotam o intervalo de confiança de 95%.

Em relação ao número de Hill de ordem 1 não houve diferença estatística ao comparar café convencional e não convencional (Figura 17). Por isso, foi feita uma nova análise comparando os transectos de café com seu Cerrado adjacentes em diferentes grupos, porém apenas no grupo I houve valores significativos prevalecendo maior riqueza em áreas de café não convencional (Figura 18).

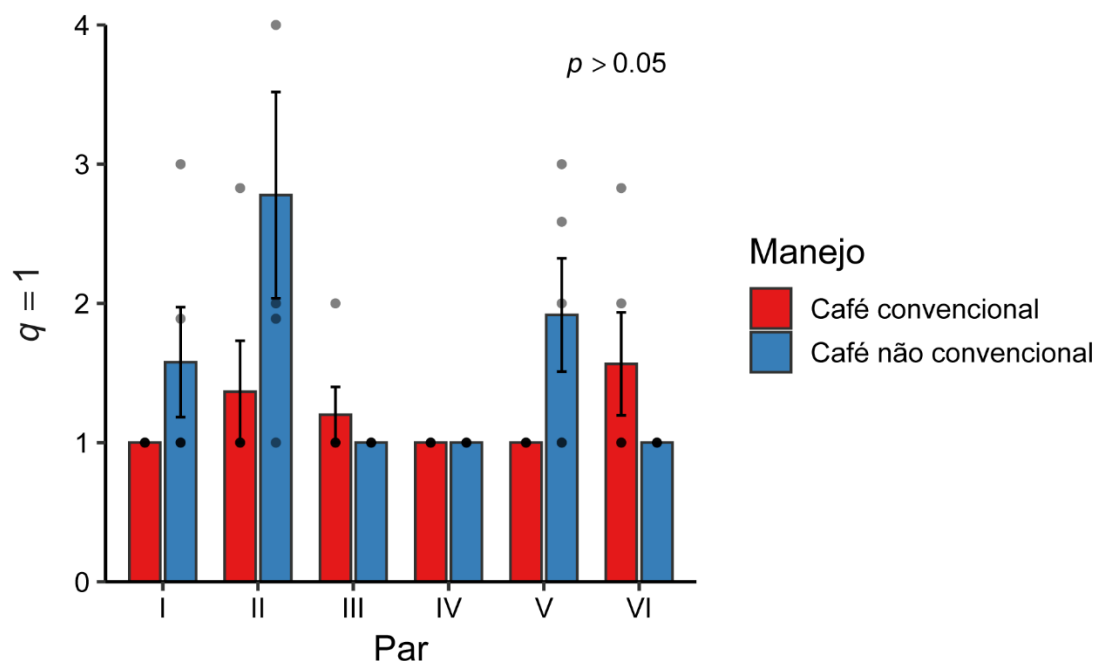


Figura 17: Número de colina de ordem 1 (análogo à forma exponencial da diversidade de Shannon) para morfoespécies de Araneae do solo entre sistemas de manejo de café convencionais e não convencionais, conforme determinado pelos testes de soma de postos de Wilcoxon. As barras de erro denotam o erro padrão da média. Os pontos sobre as barras representam as observações originais. Os pares agrupam diferentes sistemas de manejo com a mesma cultivar.

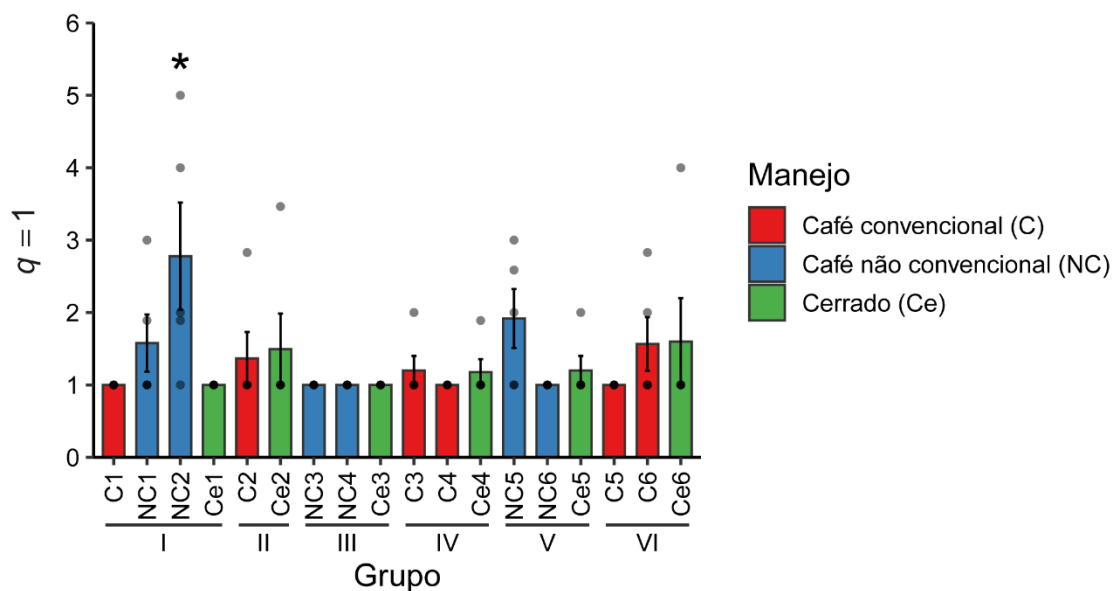


Figura 18: Número de colina de ordem 1 (análogo à forma exponencial da diversidade de Shannon) para morfoespécies de Araneae de solo, comparando sistemas de manejo de café convencionais (C1-6) e não convencionais (NC1-6) com Cerrado adjacente (Ce), conforme determinado pelos testes post-hoc de Dunn. As barras de erro denotam o erro padrão da média.

Os pontos sobre as barras representam as observações originais. O grupo representa o agrupamento formado entre os sistemas de manejo de café e o Cerrado adjacente. *, $p < 0.05$.

Para a comparação do número de Hill de ordem 2, apenas as transecto 5 e 6 tiveram valores significativos nas lavouras de café, com valores maiores para café convencional na transecto 5 e café não convencional no transecto 6 (Figura 19). Porém, ao comparar transectos de café e do Cerrado existe uma diferença relativa positiva e significativa no café não convencional (2 e 5) com menores valores de Hill no Cerrado. Já para café convencional apenas o transecto C5 apresentou valores significativos prevalecendo maiores valores no Cerrado.

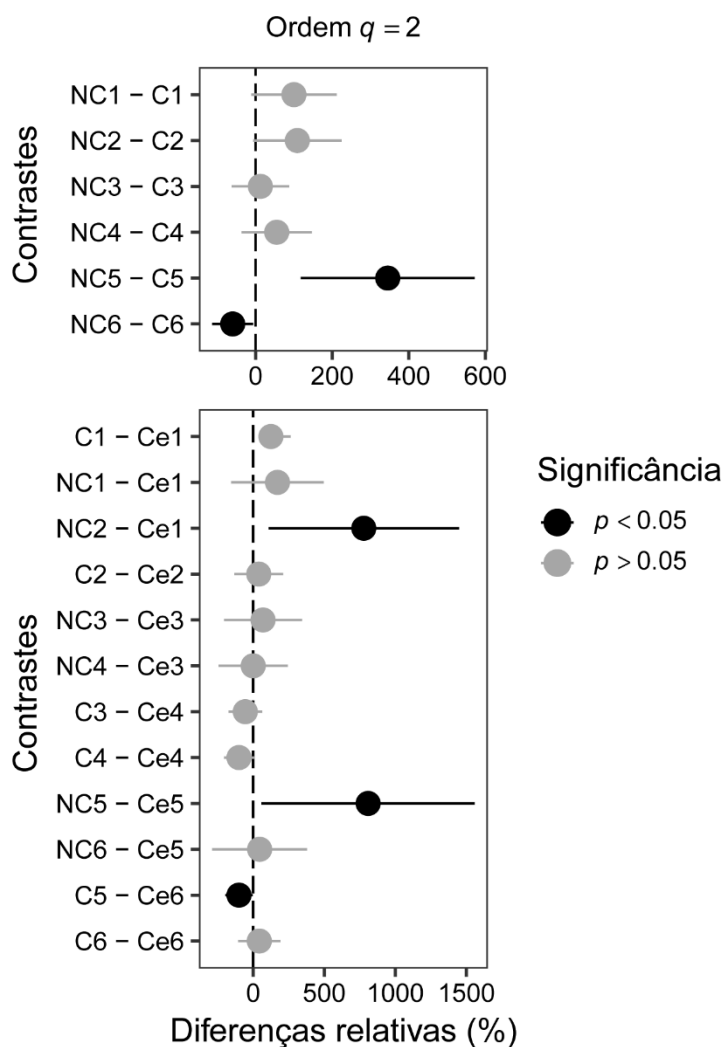


Figura 19: Número de Hill de ordem 2 (análogo à forma recíproca do índice de concentração de Simpson) para morfoespécies de Araneae do solo em diferentes sistemas de manejo de café. O painel superior denota a direção e a magnitude das diferenças relativas (%) entre os sistemas de manejo não convencional (NC1-6) e convencional (C1-6). O painel inferior denota as diferenças

relativas (%) entre cada sistema de manejo de café e seu Cerrado adjacente (Ce), conforme determinado pelo teste de Dunnett. As barras de erro denotam o intervalo de confiança de 95%.

A ordem Araneae apresentou um padrão alinhado entre a composição das espécies encontradas e as características físico-químicas do solo. Uma análise de participação de variância foi realizada sobre as variáveis do solo, o uso da terra e o tipo de manejo do café (Figura 20). Com isso, observou-se que a maior influência sobre a comunidade de Aranea se dá devido as características do solo. Porém, ao considerar o solo, o uso da terra e o manejo têm-se uma interação de fatores que influenciam sobre a ordem Araneae, porém esse impacto é menor (0.02) do que a influência isolada das características do solo (0.05) sobre a comunidade. Além disso, independentemente o tipo de manejo não se relaciona com a estrutura da comunidade de Araneae com o uso da terra apresentando uma influência muito menor (0.01) em comparação com as variáveis do solo (0.05).

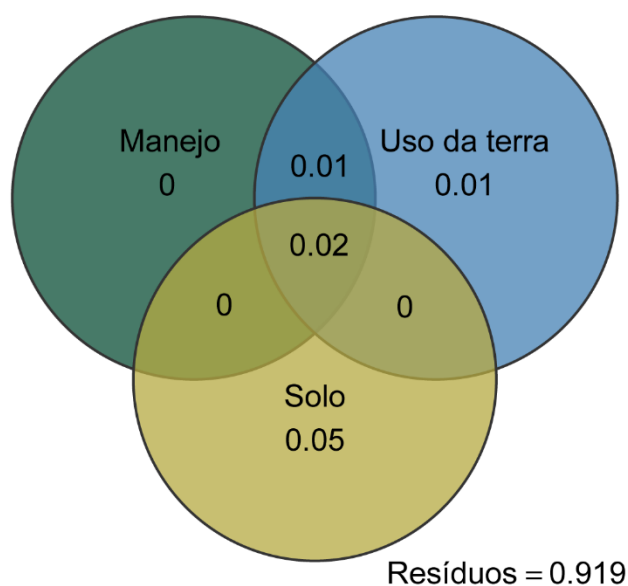


Figura 20: Análise de partição de variância (APV) para a contribuição das variáveis físico-químicas do solo (PC1, 45,34% da variação total no conjunto de dados), do manejo cafeeiro e do uso da terra sobre as mudanças observadas na composição da comunidade de Araneae do solo.

Considerando as variáveis do solo, a comunidade de Araneae encontrada no Cerrado foi influenciada por fatores tais como CTC, matéria orgânica, acidez potencial (H+Al) e composição do solo para silte, areia, Fe e Al (Figura 21). Esses fatores, em uma relação positiva ou negativa, influenciaram apenas as comunidades no Cerrado mais

agrupadas no quadrante superior. Nos transectos de café, outros fatores tiveram influência como o pH, conteúdo de argila, e soma de bases (SB) entre outros. Porém, esses fatores explicam apenas 7,68% da variabilidade dos dados sobre a comunidade de Araneae no solo.

Considerando espécies específicas, *Agyneta*, *Coleosoma floridana* e *Castianeira* sp. um agrupamento se formou com cada espécie ocupando diferentes quadrantes no gráfico. *Castianeira* é influenciada pelo conteúdo de matéria orgânica, silte, areia, Fe, Al^{3+} e saturação por alumínio (m%), bem como pela acidez potencial do solo e a capacidade potencial de troca catiônica. Já *Coleosoma floridana* se encontra no quadrante diagonalmente oposto sendo influenciada positivamente pelo conteúdo de enxofre e argila no solo. Enquanto que a espécie *Agyneta* sp. se agrupou no quadrante inferior do gráfico sendo afeta por uma maior gama de características físico-químicas do solo tais como conteúdo de zinco, sódio, magnésio, cálcio, fósforo, potássio, cobre bem como o pH, capacidade efetiva de troca catiônica, soma e saturação de bases e fósforo remanescente.

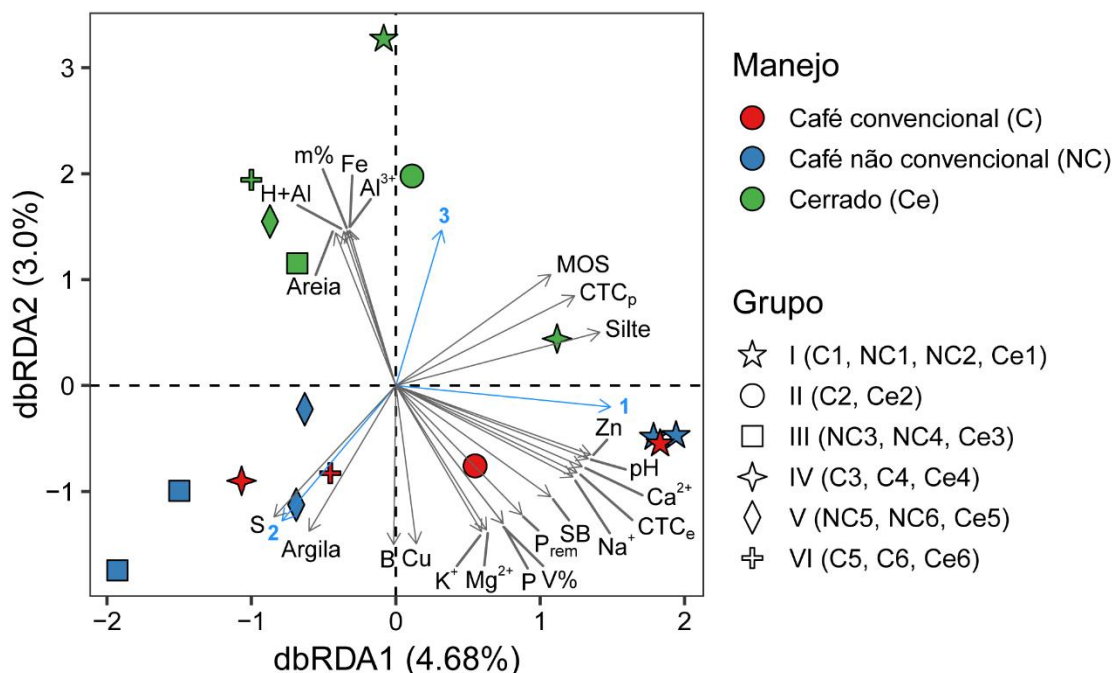


Figura 21: Análise de redundância baseada em distância (dbRDA) para as diferenças na composição de morfoespécies de Araneae do solo entre sistemas de manejo de café convencionais (C1-6) e não convencionais (NC1-6) e Cerrado adjacente (Ce). As setas sólidas azuis e pretas representam as morfoespécies e os preditores ambientais significativamente associados à variação na composição da comunidade, respectivamente. 1, *Agyneta* sp.; 2, *Coleosoma floridana*; 3,

Castianeira sp.. MOS, matéria orgânica do solo; CTCe, capacidade efetiva de troca catiônica; CTCp, capacidade potencial de troca catiônica; H+Al, acidez potencial; V%, saturação por bases; m%, saturação por alumínio; Prem, fósforo restante; SB, soma de bases. Grupo representa o agrupamento formado entre os sistemas de manejo de café e seu Cerrado adjacente.

Assim como Araneae foi previsto realizar as mesmas comparações para os grupos taxonômicos Chilopoda, Pseudoescorpiones e Scorpiones identificados pelo Instituto Butantã, porém, devido a pouca representatividade de indivíduos coletados não foi possível realizar tais análises comparativas.

3.6 Grupos taxonômicos e espécies indicadores no Cerrado e em cafezais

Considerando todos os grupos taxonômicos analisadas nesse estudo, foi feita/realizada uma análise de espécies indicadores para a macro e mesofauna geral do solo (Figura 22). Com isso, Coleoptera e Diptera foram considerados indicadores do Cerrado ($\text{IndVal} > 70$), enquanto que Acari, Blattodea, Hymenoptera, Isoptera, Larvae e Scarabaeinae são espécies detectoras ($\text{IndVal} > 0.45$ e $\text{IndVal} < 0.70$). Para o café convencional Chilopoda e Diplopoda podem ser consideradas classes dectoras enquanto que em café não convencional esse papel é cumprido pelas ordens Collembola, Hemiptera, Orthoptera e Pulmonata.

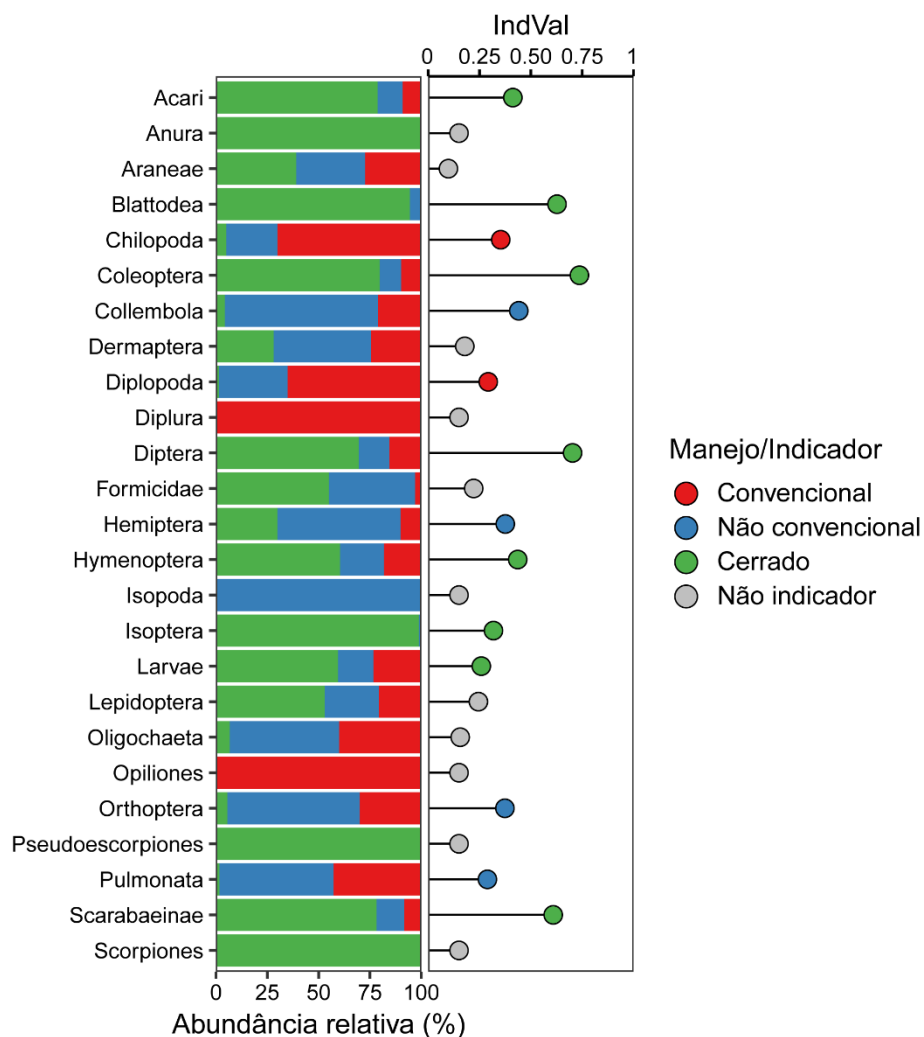


Figura 22: Análise de espécies indicadoras (IndVal) para Ordens da macro e mesofauna geral do solo em diferentes sistemas de manejo cafeeiro e em Cerrado nativo. O painel à esquerda mostra a abundância relativa (%) e o painel à direita mostra o valor indicador (IndVal) de cada Ordem e o manejo ao qual essa está associada.

Ainda sobre espécies indicadoras, um IndVal foi realizado para as espécies de Araneae encontradas (Figura 23). Apesar do indicativo de algumas espécies encontradas apresentarem-se mais Cerrado ou cafezais nenhuma espécie específica foi considerada indicadora ou detectora. Porém, observou-se a presença de *Attacobius sp*, *Corythalia sp*, *Cryptachae sp*, *Ctenus ornatus*, *Dipoena sp*, *Lobizon*, *Thymoites so*, *Trochosa sp*. 3 e três espécies desconhecidas em maior abundância relativas em mata do Cerrado. Já *Camillina sp*, *Coleosoma floridana*, *Faconina sp*, e *Trochosa sp*.

1 em áreas de plantio de café, Porém, *Erigone sp.*, *Teminius insularis* e *Trochosa sp.* 2 apenas se apresentaram em localidades com café não convencional. Já *Steatoda sp.* se apresentou com maior abundância relativa em café convencional.

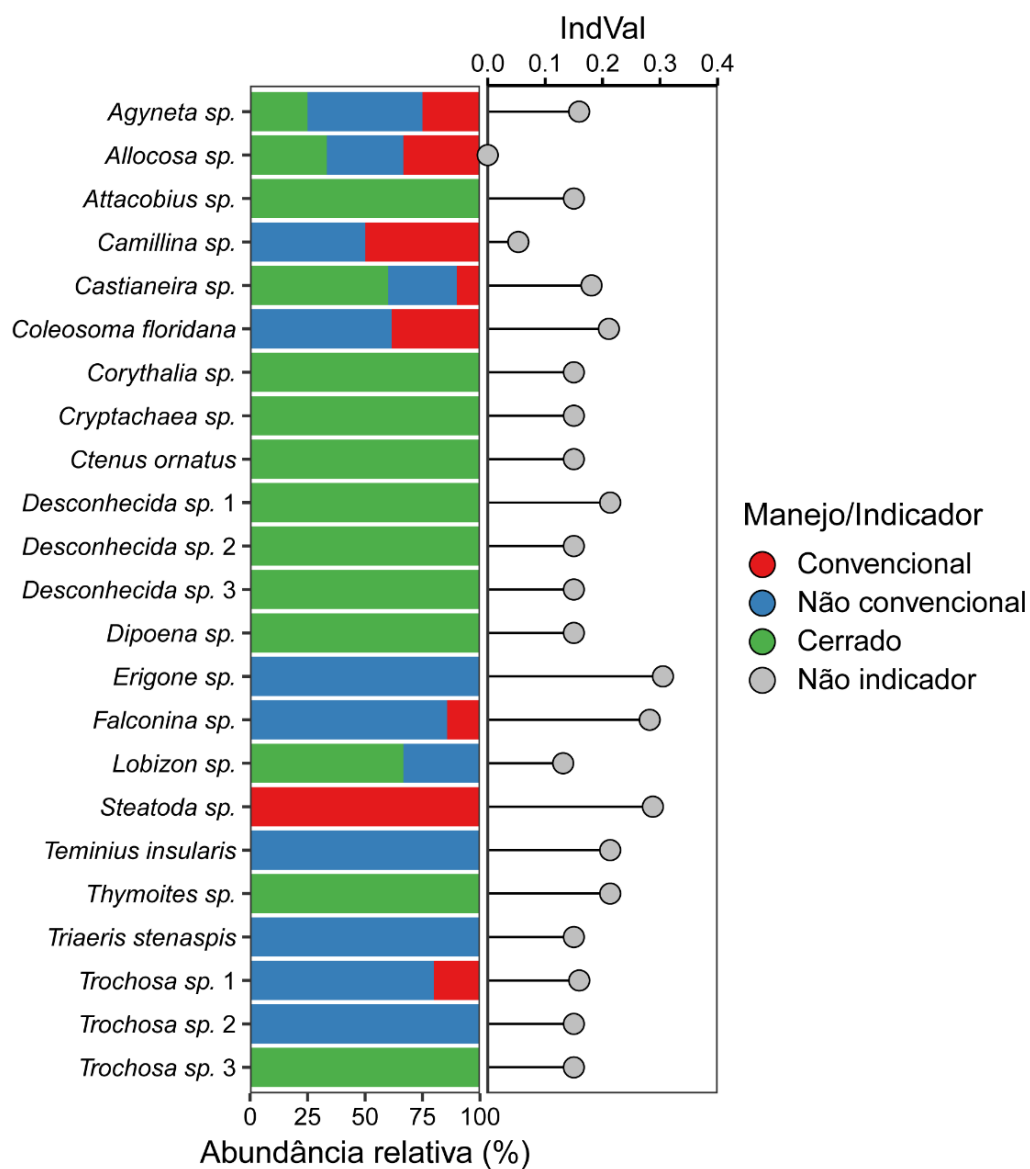


Figura 23: Análise de espécies indicadoras (IndVal) para espécies de Araneae do solo em diferentes sistemas de manejo cafeeiro e em Cerrado nativo. O painel à esquerda mostra a abundância relativa (%) e o painel à direita mostra o valor indicador (IndVal) de cada espécie e o manejo ao qual essa está associada

4. DISCUSSÃO

4.1. Macrofauna e mesofauna do solo

Nosso trabalho avaliou o impacto do manejo do café sobre a macro e mesofauna do Cerrado. Apesar da curta janela de coleta foi possível obter uma grande quantidade de indivíduos (175 mil). Essa grande quantidade coletada pode estar relacionada ao tipo de isca utilizada. As fezes humanas contêm uma grande atratividade para ordens como Diptera e Coleoptera que juntos representaram quase 35% do total de indivíduos coletados. Outro fator que pode influenciar no número de indivíduos finais coletados foi a estação do ano. As coletas foram realizadas no verão o qual apresenta maiores volumes de chuva estimulando ainda mais a macro e mesofauna do solo. Além disso, uma grande quantidade de mesofauna também foi capturada a qual relacionamos à adição de um tecido com “mesh” fechada na armadilha. Desse modo, a mesofauna ficou presa no tecido não sendo perdido no momento da coleta. Considerando também que populações específicas que são diretamente influenciadas pela sazonalidade com maior quantidade de indivíduos coletados em períodos chuvosos, com alta umidade e no verão, o período de coleta do nosso trabalho nos permitiu obter uma maior quantidade possível de indivíduos da comunidade faunística a serem coletados (Ribeiro et al., 1992; Azevedo et al., 2020; Carvalho et al., 2023).

Embora não existam trabalhos no Cerrado avaliando a diversidade e abundância da macro e mesofauna em cafezais com manejo convencional e não convencional comparadas a áreas adjacentes deste bioma, alguns trabalhos fizeram comparações similares em outros Domínios. Ayuke et al. (2009) encontraram uma maior diversidade de macrofauna em áreas de floresta em comparação com áreas de manejo agrícola como café, chá e trigo indicando que uso da terra afeta negativamente a macrofauna do solo no Kênia. Portilho et al. (2008), Rojas et al., (2021) e Sales et al. (2018) verificaram que entre sistemas convencionais de manejo e sistemas agroflorestais de café no Mato Grosso do Sul, no Espírito Santo e em Minas Gerais. Os autores indicaram que sistemas agroflorestais promovem maior abundância e diversidade com destaque para as ordens Diplopoda e Isopoda. Esses autores ainda relacionaram a maior abundância desse grupo com a maior cobertura vegetal. Asfaw e Zewudie (2021) e Ceneto et al. (2024) também observaram, que a abundância e riqueza da macrofauna foi favorecida em cafezais sombreados o que corroboram o impacto positivo do sombreamento na comunidade

faunística na Etiópia e na Nicarágua. Considerando populações de ordens e grupos da macrofauna, Siregar et al. (2019) e Suárez et al. (2018) observaram um aumento na população de Formicidae, Diptera e Araneae sendo relacionado aos sistemas agroflorestais sombreados empregados nas lavouras de café na Indonésia e na Colômbia. Nosso trabalho corrobora estes resultados indicando maior abundância e diversidade em áreas do Domínio Cerrado comparadas a cultivos agrícolas, no nosso caso o café. Além disso, o mesmo ocorreu nos manejos de café não convencionais em relação ao manejo convencional.

Especificamente no Domínio Cerrado, sistemas de manejo que preservam uma maior cobertura vegetal e/ou mais conservacionistas também impactam positivamente na população faunística do solo como demonstrados em Santos et al. (2024) em soja e eucalipto, Vergílio et al. (2013) em áreas degradadas de mata nativa bem como em áreas com mamona e braquiária, Marchão et al. (2009) em sistemas de pastagem e sistemas integrados de lavoura-pecuária com pastagem e trigo/soja e Silva et al. (2008) em sistemas de monocultivo de soja e aveia bem como em sistemas integrados lavoura-pecuária com pastagem e soja/aveia bem como em pastagem contínua. Santos et al. (2018) também observou no Cerrado que diferentes plantas de cobertura como *Crotalaria juncea*, *Cajanus cajan*, *Stylosanthes guianensis*, *Bracharia brizantha* promovem populações diferentes principalmente em animais predadores e decompositores em lavouras de milho, mombaça e milheto. No nosso trabalho o manejo não convencional, onde se apresenta uma maior cobertura vegetal, estimulou a abundância da macro e mesofauna em relação ao manejo convencional (Figura 4 e Tabela 2). Já na vegetação natural do cerrado é possível afirmar que a cobertura vegetal protegeu e estimulou mais as populações da macro e mesofauna com as ordens Acari e Diptera que se apresentaram em uma ordem 600 vezes maior no Cerrado do que em café convencional e café não convencional, fato que se repete para a ordem Formicidae comparando sua presença no Cerrado e em café convencional (Tabela 2). Ribeiro et al. (2008) e Crepaldi et al. (2014) e indicaram que a ordem Formicidae é uma boa indicadora para a qualidade do solo no Cerrado, principalmente ao considerar sua grande representatividade nesse bioma. Heid et al. (2012) corrobora que a conservação do solo e práticas agrícolas mais sustentáveis são capazes de favorecer a biodiversidade considerando sistemas agroflorestais com café no Cerrado. Considerando as práticas agrícolas convencionais e plantio direto de grãos no

Cerrado, Santos et al. (2016) indicou que o plantio direto é capaz de minimizar o impacto do sistema agrícola sobre a macrofauna. O mesmo fato acontece em sistemas de plantio convencional e sistemas lavoura-pecuária com o último favorecendo a manutenção da comunidade faunística no Cerrado (Portilho et al. 2011).

Períodos e tipo de cultivo bem como a recuperação de terras após a prática agrícola afetam a macro e mesofauna do solo, principalmente no Cerrado em lavouras de milho e sorgo bem como em plantações de cana-de-açúcar e em áreas nativas degradadas (Fragoso et al., 2023; Kitamura et al., 2020; Franco et al., 2016; Benito et al., 2001). Desse modo, no Cerrado, a estrutura do habitat impacta diretamente na população faunística. Tais fatores podem indicar a variabilidade da quantidade de indivíduos coletados em cada área tendo em vista que em nosso trabalho a área 1 foi responsável sozinha por 55% da totalidade de indivíduos coletados. Esses dados também reforçam o que foi encontrado em nosso trabalho com maior quantidade de indivíduos bem como maiores valores de abundância, riqueza e diversidade em transectos de mata nativa do Cerrado.

Sistemas mais complexos e biodiversos oferecem um melhor ecossistema para a macrofauna aumentando assim a sustentabilidade do cultivo enquanto que em sistemas convencionais a existe uma diminuição na população faunística. Em nosso trabalho podemos relacionar a falta de cobertura vegetal tais como acontecem em lavouras de café convencional impactou negativamente a diversidade e abundância de organismos no solo. Além disso, o café convencional utiliza-se de fertilizantes nitrogenados e pesticidas para controle de praga a qual podem impactam diretamente na qualidade e ecossistema do solo. De modo geral, muitos trabalhos analisaram o efeito do manejo convencional ou orgânico em lavouras de café indicaram uma maior abundância e riqueza da macrofauna em áreas de manejo orgânico ao qual favorecer organismos predadores como Araneae e decompositores como Diplopoda (Portilho et al., 2008; Sales et al., 2018; Santos et al., 2018; Silva et al., 2012; Teixeira et al., 2014; Cogo et al., 2024). Considerando o manejo de café orgânico no Mato Grosso do Sul, Portilho et al. (2008) indicou que em comparação com café convencional uma maior abundância e riqueza de espécies foi encontrada em café orgânico, resultado que reforça o que encontramos no nosso trabalho com maior abundância e riqueza no café não-convencional (Figura 4; Tabela 2). O plantio de café conilon em sistemas agroflorestais preserva a diversidade e riqueza da macrofauna do solo com relação a lavouras de café de monocultivo (Sales et al. 2018). Resultado esse

que também foi encontrado nesse presente trabalho, onde a maior diversidade está presente no Cerrado (Figura 6 e 7). Além de Sales et al. (2018) resultados semelhantes foram encontrados em lavouras de café no Espírito Santo em manejo não convencional e convencional durante o verão conforme Santos et al. (2018), em lavouras de café em Minas Gerais em sistema agroflorestal e convencional (Silva et al. 2012) e em lavouras de café em diferentes tipos de solo em manejo agroflorestal no Espírito Santo (Teixeira et al., 2014). Analisando diferentes biomas e estados do Brasil, Cogo et al. (2024) indica que as lavouras de café fornecem um habitat propício a mesofauna do solo com uma maior riqueza e de espécies nas camadas superficiais do solo, sendo que manejos que proporcionam maior cobertura vegetal bem como a preservação do solo estimulam a comunidade faunística do solo. Em nosso trabalho café não convencional apresentou maiores valores para quantidade de indivíduos, abundância, riqueza e índice de Simpson comparando apenas com o café convencional o que segue a literatura geral encontrada em outros biomas além do Cerrado.

Nossos resultados demonstraram destaque para a ordem Diptera, Acari e Formicidae que foram mais abundantes no Cerrado e relacionados as propriedades do solo como conteúdo de matéria orgânica, CTC, conteúdo de silte e de alumínio. Características específicas do solo influenciam diretamente a abundância de espécies principalmente em áreas de mata nativa. Marchão et al. (2009), Santos et al. (2018) e Suárez et al. (2018) também indicaram que a maior diversidade e abundância da macrofauna está relacionada principalmente a umidade e conteúdo de matéria orgânica disponível, no Cerrado em sistemas de integração lavoura-pecuária de milho e soja, em plantações de café com diferentes manejos no Espírito Santo no Brasil bem como em plantações de café no sul da Colômbia respectivamente. Esses dados também foram comprovados por Rojas et al. (2021) e Santos et al. (2024) em lavouras de café de pequeno porte no Peru e no Cerrado em diferentes sistemas de produção com eucalipto e soja. Em relação a Acari já se relacionou sua presença com a saúde do solo devido ao seu papel na decomposição e mineralização da matéria orgânica do solo, além de servirem de alimentos para artrópodes predadores maiores sendo capazes, indiretamente, de suprimir pragas que afetam as plantas (Neher e Barbercheck, 2019). Mussury et al. (2002) também indicou que a ordem Acari é preservada em sistemas que visam preservar a qualidade do

solo no Cerrado como rotação de culturas e lavoura-pecuária em comparação ao plantio convencional de milho, soja, aveia e trigo.

Em relação as características físico-químicas do solo foi possível observar que o Cerrado apresenta um maior contraste em relação ao manejo agrícola (Figura 10). As áreas de Cerrado e café não convencional mostraram maior diversidade faunística, com destaque para grupos como Acari, Coleoptera, Formicidae, Isoptera, Larvas e Scarabaeinae, indicativos de solos mais conservados e funcionais sendo influenciados por características como maior teor de matéria orgânica (MO), acidez potencial (H+Al), areia, ferro (Fe), capacidade de troca de cátions potencial (CTC) e saturação por alumínio (m%) (Figura 11).

Por outro lado, a fauna associada ao manejo convencional incluiu grupos como Collembola, Pulmonata, Orthoptera e Lepidoptera, mais relacionados a ambientes alterados e de menor qualidade biológica, sendo influenciados por solos mais argilosos, com maiores teores de nutrientes e corretivos químicos (S, Cu, K⁺, Mg²⁺, Prem). Os resultados de PCA e dbRDA encontrados no nosso trabalho indicam que a qualidade do solo e a diversidade da macro e mesofauna são fortemente influenciadas pelo tipo de manejo agrícola adotado. O manejo não convencional demonstrou maior semelhança com o Cerrado, tanto em propriedades químicas quanto na composição faunística, fato que pode estar relacionado a promoção de práticas mais sustentáveis implementadas nesse manejo. Já o manejo convencional apresentou impactos significativos, refletidos na perda de qualidade do solo e redução da diversidade biológica associada.

Ayuke et al. (2009) também analisaram o efeito de características físico-química na mesofauna de café no Kênia observando que a densidade do solo, a intensificação do uso da terra e práticas de manejo impactam indiretamente sobre indivíduos do grupo Oligochaeta, Isoptera, Hymenoptera e Coleoptera. Em nosso trabalho, os grupos Acari, Araneae, Coleoptera, Isoptera, Formicidae, Scarabaeinae e Larvas estão fortemente associados às características do solo do Cerrado, especialmente alta matéria orgânica (MO), acidez potencial (H+Al, m%), alta CTC potencial (CTC), presença de silte e altos teores de Fe e Mn.

Cuellar et al. (2021) que avaliou o café em diferentes altitudes na Colômbia observou que a composição do solo, altitude e temperaturas afetaram grupos como Coleoptera, Hemiptera, Isoptera, Lepidoptera, Chilopoda. Todos esses grupos se

relacionaram positivamente com características físico-químicas do solo como CTC e fósforo disponível, o mesmo resultado encontrado no nosso trabalho. Reforçando ainda mais nossos resultados, Kataka et al (2024) indica que a vegetação nativa é crucial para a manutenção da fauna em sistemas agroflorestais com eucalipto e figueira bem como em lavouras com feijão ou floresta nativa na República democrática do Congo relacionando a diversidade e abundância da macrofauna com o conteúdo de carbono, nitrogênio, fósforo e pH do solo com efeitos mais pronunciados sobre Coleoptera e Hymenoptera.

4.2. Classe Diplopoda

A ordem Diplopoda está relacionada à uma boa qualidade do solo. Sendo decompositores, os mesmos são capazes de quebrar matéria orgânica acelerando o processo de decomposição e aumento assim a disponibilidade de nutrientes (Kicaj e Cobaj, 2023, ChristofelettI et al., 2016). Além disso, os mesmos também contribuem para a aeração do solo e armazenamento de água já que são capazes de criar caminhos no solo (Kicaj e Cobaj, 2023).

Esperava-se, encontrar uma maior representação de indivíduos da ordem Diplopoda no Cerrado levando em consideração a preferência por áreas sombreadas. Porém, nosso estudo mostrou uma maior quantidade de indivíduos foi encontrada em transectos com café não convencional (282) com apenas 3 indivíduos coletados no Cerrado e 145 em café convencional o qual juntos representam apenas 0,2% de todos os indivíduos coletados (Tabela 2).

Uma grande diversidade de diplópodes é um indicador de mudanças climáticas no ambiente, contaminação do solo e o uso de práticas agrícolas principalmente por predominarem como predadores em áreas de monocultivo contínuo (Kijac, 2023, Christofeletti et al., 2016). Esses indivíduos também atuam como predadores, principalmente em sistemas de monocultivo como é o caso das lavouras de café. Sendo assim, apesar da preferência dos animais por um ambiente mais úmido e sombreado, a utilização de fertilizantes nitrogenados e oferta de nitrogênio em áreas de café não convencional são atrativas para o desenvolvimento e coleta de uma maior quantidade de indivíduos (Kijac e Cobaj, 2023). Outro fato a ser considerado para explicar a maior presença de diplópodes em lavouras de café é devido ao fato que a grande maioria das

lavouras eram irrigadas constantemente o que permitiu um nível de umidade favorável para o desenvolvimento dos indivíduos.

Nosso trabalho também permitiu observar a comunidade de Diplopoda dentro de uma determinada área de coleta de modo a se obter observar um padrão diferente (Tabela S1, S2 e S3). Em relação a abundância e riqueza de espécies apenas dois pares (par III e IV) apresentaram significativamente valores maiores para café convencional enquanto que os pares V e VI foram significativamente maiores em café não convencional. Já os pares I e II não houve diferenças estatísticas entre café convencional e café não convencional (Figura 12). Por isso, nesse trabalho, os diplópodes podem ser considerados uma representação de diferentes grupos de coleta e não apenas dos manejos de café e mata nativa. Esses dados indicam que mais áreas com plantio de café precisam ser comparadas no Cerrado para indicar com maior precisão o efeito do manejo do café sobre a ordem Diplopoda, principalmente considerando a influência do clima e umidade sobre essa comunidade o que pode interferir na coleta de indivíduos. E ainda assim, quando essa comparação foi realizada prevaleceu-se valores significativos em lavouras de café o que pode ser um indicativo devido a pouca quantidade de indivíduos coletados no Cerrado (Figura 13). Considerando apenas a cultura do café, Santos et al. (2018) e Sales et al. (2018) indicaram que indivíduos diplópodes são indicadores de solos saudáveis com uma maior população de indivíduos em áreas com plantio de café em sistemas agroflorestais no Espírito Santo onde predomina o domínio Mata Atlântica, porém no Cerrado, de acordo com nosso trabalho não foi possível relacionar a ordem Diplopoda com solos saudáveis.

4.2. Ordem Araneae

Aranhas possuem um papel essencial no ecossistema do solo atuando como um predador e contribuindo para a biodiversidade ao regular populações de insetos e levando ao controle de pragas agrícolas (Sorisi et al., 2023). Nesse papel, uma diversidade de Araneae se relacionam com um bom equilíbrio do ecossistema. Sendo assim, indivíduos da ordem Araneae são considerados bioindicadores de qualidade do solo pois se relacionam com características físico-química do solo como teor de umidade e de matéria orgânica (Pereira et al. 2021). Ao falar especificamente da população Araneae do Cerrado, muitas espécies são endêmicas e variam de acordo com a quantidade de

cobertura e sombreamento da região (Formiga et al., 2025; Fragoso et al. 2023). Formiga et al. (2025) observou espécies endêmicas e específicas a diferentes áreas com vegetação nativa no Cerrado, desde áreas com vegetação mais densa ou áreas com vegetação nativa mais espaçada. Já Fragoso et al. (2023) avaliou a população de Araneae no Cerrado em áreas de mata nativa e lavouras com milho e sorgo relacionando seus achados de espécies endêmicas principalmente com a região, o sombreamento e tipo de solo do local. Sendo assim fica claro que as condições ambientais afetam diretamente a população de Araneae já que existe um impacto direto na população de insetos disponíveis como presas o que por sua vez impacta nas aranhas encontradas que podem variar também de funções dentro de uma mesma área podendo atuar como predadores, decompositores e polinizadores (Sorisi et al., 2023).

Considerando essa variabilidade de presas e de condições ambientais, nossos resultados indicam uma grande variação de Araneae nas comunidades encontradas em transectos de café (Figura 14). Considerando o contraste NC5-C5 indicou-se uma maior abundância de Araneae em café convencional enquanto que em comparação o contraste NC6-C6 que representa esta mesma área indicou maior abundância em café não convencional. Porém, os contrastes 1,2, 3 e 4 não apresentaram diferenças significativas quanto a abundância de espécies. Ao comparar com o Cerrado porém, os transectos de café não convencional NC2 e NC5, área 2 e 3, apresentaram maiores valores do que o Cerrado.

Já em riqueza de espécies, houve maior representação em café não convencional na comparação dos transectos NC2-C2 e NC5-C5 (Figura 16). Contudo, no transecto NC6 prevaleceu-se uma maior riqueza de espécies em café convencional. Em comparação com o Cerrado, transectos de café não convencional NC2 e NC5 apresentaram maior riqueza do que o encontrado no Cerrado. Kataka e colaboradores (2024) encontrou resultados semelhantes com uma maior abundância e riqueza de aranhas em áreas agrícolas com plantio de feijão em comparação com fragmentos naturais de floresta e florestas de eucaliptos e figos na República do Cogo. Já no Cerrado, Silva et al (2008) ao observar diferentes sistemas de plantio encontrou uma maior quantidade de aranhas atuando como predadores no sistema integrado lavoura-pecuária em comparação com pastagem contínua ou vegetação nativa. Suárez et al. (2018) também indicaram que a ordem Araneae é afetada em sistemas de produção de café na Colômbia com maior diversidade

de indivíduos em lavouras de café em sistema intensivista onde existe uma maior densidade de plantas por hectares bem como um uso maior de fertilizantes e pesticidas. Sendo assim, a prática agrícola pode favorecer a ordem Araneae devido a uma maior luminosidade pelo porte da planta e espaçamento durante o plantio, além da disponibilidade de presas já que os aracnídeos são predadores naturais de diversas pragas agrícolas o que explica uma maior abundância de aranhas em transectos de café convencional. Na comparação entre café convencional e Cerrado em nosso trabalho, houve uma maior riqueza de espécies no Cerrado (Figura 16). Esses resultados podem ser explicados pela maior diversidade de presas e um ambiente com condições estáveis próprias para o estabelecimento de ninhos de diferentes espécies de aranhas (Sorisi et al., 2023).

Nossos resultados ainda indicam que o tipo de solo afeta a composição da comunidade de Araneae do solo (Figura 20). Além disso, fatores como conteúdo de areia, Fe, Al e acidez do solo afetou negativamente duas espécies que encontramos nesse trabalho (Figura 21). Enquanto isso, o conteúdo de K, Mg, Ca, Zn, B, S, argila, matéria orgânica bem como o pH e CTC influenciaram positivamente essas duas espécies de aranhas. Reforçando os nossos resultados, Lagraf et al. (2022) indicaram que o pH e níveis de potássio no solo estão relacionados a populações de Araneae em áreas agrícolas de 8 diferentes culturas em manejo convencional e ecológico. Já Pereira e colaboradores (2021) relacionaram a diversidade, abundância e especificidade de indivíduos Araneae com a densidade, composição, porosidade e conteúdo de carbono do solo em florestas de *Araucaria* nativas e reflorestadas. Por isso é possível indicar que as aranhas estão diretamente relacionadas ao tipo de solo encontrados e ações que alterem o solo como a prática agrícola estará impactando em suas populações. Deste modo, corrobora-se os resultados encontrados no nosso trabalho onde o conteúdo nutricional do solo afetou positivamente as populações encontradas em nosso trabalho.

As espécies de Araneae encontradas no Cerrado são abundantes e até mesmo endêmicas como observado por Formiga et al. (2025). Em nosso trabalho, *Steatoda* sp. foi encontrada apenas áreas lavouras de café convencional, enquanto que *Teminius insularis* e *Trochosa* sp2 apenas se fizeram presentes em áreas de café não convencional (Figura 22). Contudo, no Cerrado mais espécies se fizeram unicamente presente como *Corythalia* sp., *Cryptachaeta* sp., *Ctenus ornatus*, *Dipoena* sp., *Trochosa* sp. 3 além de 3

espécies desconhecidas. Contudo, ao analisar o IndVal as espécies não foram consideradas detectoras ou indicadoras de cafezais. Outras espécies como *Castianeira* sp., *Falconia* sp. e *Trochosa* sp. 1 ocorreram em transectos de café convencional em menor quantidade com maior representatividade no cerrado e em café não convencional podendo então estar relacionadas a boa qualidade do solo. Essa diferença dentro de uma mesma área pode indicar mudanças na comunidade de Araneae em relação ao emprego da prática agrícola nessas áreas. Topa et al., 2021 também encontrou espécies específicas relacionadas ao manejo de trigo e cevada em sistemas agroflorestais o que reforça o emprego de espécies específicas para a identificação de lavouras e de qualidade do solo.

5. CONCLUSÕES

Nosso trabalho inovou em sua abordagem e indicou que sistemas não convencionais de manejo do solo do cafeeiro afetam a abundância e riqueza da macro e mesofauna. Em uma mesma área observou-se que a abundância relativa de ordens encontradas variou com a presença da lavoura de café bem como com o tipo de manejo do café. Dessa forma, percebe-se que o café empregado em sistema de manejo convencional impactou negativamente muitos grupos da macro e mesofauna do solo.

Foi possível, ainda, descobrir grupos específicos para as áreas analisadas como hipotetizado anteriormente. As ordens Coleoptera e Diptera são indicadoras do Cerrado. Já Chilopoda e Diplopoda podem ser consideradas classes detectoras de café convencional, com esse papel sendo cumprido pelas ordens Collembola, Hemiptera, Orthoptera e Pulmonata para café não convencional. Além disso, constatou-se que diferentes grupos taxonômicos são afetados por diversas variáveis físico-químicas do solo, como a quantidade de matéria orgânica que influencia positivamente Acari, Hymenoptera, Lepidoptera ou o conteúdo de alumínio, manganês, cálcio, zinco, potássio e cobre disponível, o pH do solo, capacidade de trocas catiônicas, que, juntas influenciam Collembolas, Diplopodas, Pulmonatas e Orthopterans.

Como um dos maiores biomas do Brasil, o qual está cada vez mais sendo devastado para a implementação de lavouras agrícolas, estudos que buscam entender o impacto que a agricultura apresenta na macro e mesofauna do solo torna-se cada vez mais necessários. Nosso estudo se apresentou como um panorama da macro e mesofauna do Cerrado e como essa é afetada pelo plantio de café. Além disso, considerando o papel da comunidade faunística como um indicador de qualidade do solo, o manejo utilizado nas lavouras e o uso da terra também afetam diretamente a fauna do solo. Apesar dos nossos achados, ainda são necessários outros estudos no Cerrado para melhor consolidação de nossos resultados, bem como para compreender melhor qual a influência do emprego da lavoura de café no Cerrado referente a outras culturas e aos diferentes tipos de manejo na lavoura. Desse modo, será possível adotar a melhor abordagem para a produtividade da lavoura, ao mesmo tempo que se preserva o solo e a comunidade do Cerrado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvares, C.A. et al., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

Amaral, C.B., Pinto, C.C., Flôres, J.A., Mingotte, F.L.C., Lemos, L.B., Filho, D.F., 2016. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. *Pesq. Agrop. Bras.* 51(9), 1602-1609. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900060>.

Antunes, L.D., Redin, E., 2022. Vai um cafezinho aí? Agricultura familiar e agricultura empresarial na produção de café em Minas Gerais. *Rev. Sem Aspas* 11, e022008, <https://doi.org/10.29373/sas.v11i00.15356>.

Asfaw, A., Zewudie, S., 2021, Soil macrofauna abundance, biomass and selected soil properties in the home garden and coffee-based agroforestry systems at Wondo Genet, Ethiopia. *Environmental and Sustainability Indicators* 12, e100153. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100153>.

Ayuke, F.O., Karanja, N.K., Muya, E.M., Musombi, B.K., Mungatu, J., Nyamasyo, G.H.N., 2009. Macrofauna diversity and abundance across different land use systems in Embu, Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 11, 371 – 384. ISSN: 1870-0462

Azevedo, E.B., Azevedo, L.H., Moreira, G.F., Santos, F.A., Carvalho, M.A.F., Sarmiento, R.A., Castilho, R.C., 2020. Diversity of soil gamasine mites (Acari: Mesostigmata: Gamasina) in an area of natural vegetation and cultivated aof the cerrado biome in northern Brazil. *Diversity* 12, 1-16. <https://doi.org/10.3390/d12090331>.

Bachvarova, D., Doichinov, A., Halivoc, R., 2022 Comparative analysis of the myriapod fauna (Diplopoda, Chilopoda) of the Shumen Plateau and the Madara Plateau (Northeastern Bulgaria). *Acta Scientifica Naturalis* 9, 36-50. <https://doi.org/10.2478/asn-2022-0020>.

Benito, N.P., Bobilier, B., Brossard, M., Pasino, A., 2001. Impacto do desmatamento e da renovação de pastagem sobre a macrofauna edáfica do solo no cerrado. In: Embrapa, Soja Documentos, 167-174.

Benjamini, Y., Hochberg, Y., 1995. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society* 57(1), 289–300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>.

Borges, L.M., Antar, G.M., 2016. Four they are! Broadening the description of *Mimosa flabellifolia* (Leguminosae Mimosoideae), a rare species from the Brazilian Cerrado. *Phytotaxa* 243(2), 155-162. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.243.2.5>.

BouyoucoS, G. J., 1962 Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal* 54, 464-465. <https://doi.org/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x>.

Carvalho, R.L., Silva, G.N.G., Biazatti, R.M., Pinheiro, B.L., Aquino, C.G., Santos, S.C., 2023 Diversidade da macrofauna epígea em área cultivada com *Panicum maximum* cv. Mombaça em zona de cerrado e a mata dos cocais no nordeste brasileiro, in: Andrade, Jaily Kerller Batista (Org.), Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias. Licuri, Campina Grande, pp. 22-34.

Ceneto, J.C.M., Martínez, E.J., 2024. Macrofauna edáfica en agroecosistemas de *Coffea arabica* L., en Tepec-Xomolth, Nicaragua. *Agronomía Mesoamericana* 35, e57626. <https://doi.org/10.15517/am.2024.57626>.

Christofoletti, C.A., Francisco, A., Pedro-Escher, J., Gastaldi, V.D., Fontanetti, C.S., 2016. Diplopods as soil bioindicators of toxicity after application of residues from sewage treatment plants and ethanol industry. *Microsc. Microanal* 22, 1098–1110. <https://doi.org/10.1017/S1431927616011739>.

Cogo, F.D., Moura, M.J. Paula, M.S., Costa, M.P., Silva, E.P., Silva, F.P., Franco, A.A.N., Amaral, M.A., 2024. Macrofauna do solo sob cafeeiros no Brasil: uma revisão sistemática. *Caderno Pedagógico* 21(2), 01-20. <https://doi.org/10,54033/cadpedv21n2-057>.

Colwell, R. K., 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. <https://www.robertkcolwell.org/pages/1407>.

Crepaldi, R.A., Portilho, I.I.R., Silvestre, R, Mercante, F.M., 2014. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária. *Ciência Rural* 44(5), 781-787. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000500004>.

Cuellar, L.M., Suárez, L.R., Torrejano, V.M., Tovar, S.A.O., Espinosa, C.M.O., Suárez, J.C., 2021. Macrofauna del suelo y condiciones edafoclimáticas em um gradiente altitudinal de zonas cafeteras, Huila, Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 69(1), 102-112. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i1.42955>.

Faria, A. B. de C., Brun, E. J., Ferrari, F. (org.), 2015. Ciências Florestais e Biológicas. UTFPR Editora, Curitiba,PR.

Formiga, L.D.A.S., Soares, F.I.L., Soares, L.A.L., Reis, L.L., Martins, A.E.S., Rodrigues, J.C., Brescovit, A.D., 2025. Estimativas de riqueza, diversidade e similaridade faunística de aranhas (Arachnida: Araneae) de solo em duas formações vegetais do bioma Cerrado. *Revista de Geociências do Nordeste*, 11(1), 180-189. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2025v11n1ID35239>.

Fragoso, D.B., Custódio, D.P., Almeida, R.E.M., Costa, R.V., 2023. Avaliação da macrofauna edáfica em plintossolo pétrico com cultivos agrícolas usando armadilhas de queda. *Revista Agri-Environmental Sciences* 9, e023005. <https://doi.org/10.36725/agrienv9i1.8249>.

Franco, A.L.C., Bartz, M.L.C., Cherubin, M.R., Baretta, D., Cerri, C.E.P., Feigl, B.J., Cerri, C.C., 2016. Loss of soil (macro)fauna due to the expansion of Brazilian sugarcane

acreage. *Science of the Total Environment* 563-564, 160-168. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.116>.

Heid, D.M., Daniel, O., Glaeser, D.F., Vitorino, A.C.T., Padovan, M.P., 2012. Mesofauna edáfica de sistemas de uso do solo em dois solos do Estado de Mato Grosso do Sul. *Revista de Ciências Agrárias* 55(1), 17-25. <https://doi.org/10.4322/rca.2012.032>.

Hill, M. O. (1973). Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54(2), 427–432.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Território. 2023. <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html/>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal (PAM). 2025. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/patrocínio/pesquisa/15/0>.

Kataka, J.L., Onwonga, R., Karanja, N., Kamau, S., 2023. Soil macrofauna abundance and diversity under trees woodlots in eastern democratic Republic of Congo. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 26, 104. <https://doi.org/10.56369/tsaes.4548>.

Kijac, H., 2023. Ecology of soil animals (Diplopoda class, Myriapoda group). *Scientific Horizons* 26(5), 37-45. <https://doi.org/10.48077/scihor5.2023.37>.

Kijac, H., Cobaj, G., 2023. Biodiversity and functional roles of soil organisms: An analysis of millipede populations in Southern Albania. *Scientific Horizons* 26(11), 123-133. <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.123>

Kitamura, A.E., Tavares, R.L.M., Alves, M.C., Souza, Z.M., Siqueira, D.S., 2020. Soil macrofauna as bioindicator of the recovery of degraded Cerrado soil. *Ciência Rural* 50(8), e20190606. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190606>.

Lagraf, V., Petrovicova, K., Schlarmanová, J., 2022. The dispersion of Araneae in ecological and conventional farming conditions. *Acta Fytotechn Zootechn* 25, 279-284. <https://doi.org/10.15414/afz.2022.25.04.279-284>.

Lavelle, P., Bignell, D., Lepage, M., Wolters, V., Roger, P.A., Ineson, P., Heal, O.W., Dhillon, S.P., 1997. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology*, v. 33(4), 159–193. <https://doi.org/10.4236/am.2011.22024>.

Lavelle, P., Mathieu, J., Spain, A., Brown, G., Fragoso, C., Lapied, E., Aquino, A.; Barois, I., Barrios, E., Barros, M.E., Bedano, J.C., Blanchart, E., Caulfiels, M., Chagueza, Y., Dai, J., Decaens, T., Dominguez, A., Dominguez, Y., Feijoo, A., Folgarait, P., Fonte, S.J., Gorosito, N., Huerta, E., Jimenez, J.J., Kelly, C., Loranger, G., Marchão, R., Marichal, R., Praxedes, C., Rodriguez, L., Rousseau, G., Rousseau, L., Ruiz, N., Sanabria, A., Suarez, J.C., Tondoh, J.E., Valença, A., Vanek, S.J., Vasquez, J., Valesquez, E., Webster, E., Zhang, C., 2022. Soil macroinvertebrate communities: A world-wide

assessment. *Global Ecology and Biogeography*, v. 31(7), 1261-1276, <https://doi.org/10.1111/geb.13492>.

Lenth, R. V., 2023. Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8.9. <https://cran.r-project.org/web/packages/emmeans/index>.

Lugo, E.H., Ibanez, E.V., Lavelle, P., 2024. A global indicator of soil macroinvertebrate community composition, abundance and diversity. *Applied Soil Ecology* 193, e105138. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105138>.

Marchão, R.L., Lavelle, P., Celini, L., Balbino, L.C., Vilela, L., Bequer, T., 2009. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. *Soil Science*, v. 44(8), 1011-1020. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000800033>.

Mehlich, A., 1953. Determination of P, Ca, Mg, K, Na, and NH₄. North Carolina Soil Test Division.

McLean, M.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement, in: *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, 9.2.2, Second Edition. Chapter 12. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c12>

Mussury, R.M., Scalón, S.P.Q., Silva, S.V., Soligo, V.R., 2002. Estudo da população de ácaros e colêmbolos em quatro sistemas de cultivo Dourados. MS. *Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia* 45(3), 257-264. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132002000300002>.

Neher, D.A., Barbercheck, M.E. Soil microarthropods and soil health: Intersection of decomposition and pest suppression in agroecosystems. *Insect*, v.10, 414. <https://doi.org/10.3390/insects10120414>.

Oksanen, J. 2022. *Vegan: Community Ecology Package*, 2022. <http://www2.uaem.mx/r-mirror/web/packages/vegan/vignettes/diversity-vegan.pdf>.

Pastore, J.F.B., Antar, G.M., 2021. Two new endanreder species of *Polygala* series *Trichospermae* (Plugalaceae), endemic to the Cerrado domain, Tocantins state, Brazil. *European Journal of Taxonomy* 762,133-148. <https://doi.org/10.5852/ejt.2021.762.1459>.

Pereira, J.M., Cardoso, E.J.B.N., Brescovit, A.D., Filho, L.C.I.O., Baretta, C.R.D.M., Baretta, D., 2021. Soil spiders (Arachnida: Araneae) in native and reforested *Araucaria* forests. *Sci. Agric.* v.78(3), e20190198. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2019-0198>.

Pinheiro, J., Bates, D., 2022. *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models*. R Core Team. <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>

Portal Patrocínio, 2017. Mapa 3: Hipsometria. Plano diretor participativo de Patrocínio. <https://www.portal.patrocínio.mg.gov.br/pmp/index.php/publicacoes/urbanismo>.

Portilho, I.I.R., Crepaldi, R.A., Borges, C.D., Silva, R.F., Salton, J.C., Mercante, F.M., 2011. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração

lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46(10), 1310-1320. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000027>.

Rafael, J. A., Melo, G. A. R., CArvalho, C. J. B., Casari, S., Constantino, R., 2012. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Holos Editora, São Paulo.

R Core Team., 2024. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>

Reis, J.B.A., Vale, H.M.M., Lorenzi, A.S., 2022. Insights into taxonomic diversity and bioprospecting potential of Cerrado endophytic fungi: a review exploring an unique Brazilian biome and methodological limitations. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 38,e202. <https://doi.org/10.1007/s11274-022-03386-2>.

Ribeiro, J. F., Walter, B. M. T., 2008. Principais fitofisionomias do bioma Cerrado, in: Sano, S. M., Almeida, S. P. de, Ribeiro, J. F. (ed.), *Cerrado: ecologia e flora*. EMBRAPA, Brasília/DF,

Ribeiro S.P., Domingos, D.J., França, R.C., Gontijo, T.A., 1992. Densidade e composição da fauna de invertebrados de solo de cerrado no Estado de Minas Gerais. *Anais da sociedade entomológica do Brasil* 21(1), 203-214. <https://anais.seb.org.br/index.php/aseb/article/view/755/751>.

Rojas, E.R., Quintana, A.C., Vela, E.C., Oliva, M., Huatangari, L.Q., 2021. Macrofauna edáfica y propiedades físico-químicas del suelo em fincas cafetaleras de pequenos agricultores. *Rev. Fac. Agron.* 38(4), 934-950. [https://doi.org/10.47280/revfacagron\(luz\)v.38n411](https://doi.org/10.47280/revfacagron(luz)v.38n411).

Sales, E.F., Baldi, A., Queiroz, R.B., 2018. fauna edáfica em sistema agroflorestal e em monocultivo de café Conilon. *Revista Brasileira de Agroecologia* 13, 200-209. <https://doi.org/10.33240/rba.v13i5.22681>.

Santos, G.G., Silveira, P.M., Marchão, R.L., Balbino, L.C., 2008. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. *Pesq. agropec. bras.* v.43(1), p.115-122. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000100015>.

Santos, J.B., Ramos, A.C., Junior, R.Z., Filho, L.C.J.O., Baretta, D., Cardoso, E.J.B.N., 2018. Soil macrofauna in organic and conventional coffee plantations in Brazil. *Biota Neotropica* 18(2), e20180515. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0515>.

Santos, S.F.C.B., Souza, H.A., Nunes, L.A.P.L., Batista, L.P., Matos, M.H.M., Vera, G.S., Ferreira, A.C.M., Júnior, J.O.L., Sagrilo, E., 2024. Soil fauna diversity in integrated production systems in the Brazilian Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 48, e0230054. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20230054>.

Santos, D.P., Santos, G.G., Santos, I.L., Schossler, T.R., Niva, C.C., Marchão, R.L., 2016. Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste

do Piauí. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 51(9), 1466-1475. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900045>.

Silva, J., Jucksch, I., Maia, C.I., Feres, A., Tavaeres, R.C., 2012. Fauna do solo em sistemas de manejo com café. *Journal of Biotechnonology and Biodiversity* 3(2), 59-71. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n2.silva>.

Silva, R.F. da, Guimarães, M. de F., Aquino, A.M., Mercante, F.M., 2011. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46, 1277-1283. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000023>.

Silva, M. R. A. C., Martins, A. E. S., Lima, F. O., Soares, F. I. L., Furtado, R. S., Costa, D. S., Rodrigues, J. C., Melo, L. V. S. O., Formiga, L. D. A. S., 2023. Levantamento da macrofauna edáfica em uma unidade de conservação do Cerrado no Leste Maranhense. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais* 14(1), .46-56. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2023.001.00047>

Silveira Bernardes, M., Khatounian, C. A. Cafeicultura a pleno sol supera o vantajoso sistema agroflorestal. *Visão Agrícola*, v. 12, p. 85–87, 2013. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-ambiente-e-producao01.pdf>. Acesso em 19 dez. 2024.

Siregar, R.A., Nusution, Z., Maheni, S., 2019. Exploration of macrofauna in Coffee plants. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 305, e012052. <https://doi.org/0.1088/1755-1315/305/1/012052>.

Sorisi, A.M.H., Mambo, C.D., Moningka, M.E.W., Sapulete, J.A.M., 2023. Spider (Ordo Araneae) as a predator arthropoda. *Scholars journal of agriculture and veterinary sciences* 10(7) 67-71. <https://doi.org/10.36347/sjavs.2023.v10i07.001>.

Suárez, L.R., Pinto, S.P.C., Salazar, J.C.S., 2018. Macrofauna and edaphic properties in coffee production systems in southern Colombia. *Floresta e Ambiente* 26(3), e20180334. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.033418>.

Teixeira, A.F.R., Silva, V.M., Mendonça, E.S., 2014. Fauna edáfica em sistemas arborizados de café conilon em solo de tabuleiros costeiros. *Coffee Science* 9(3), 385-393. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/13732>.

Topa, E., Kosewska, A., Nietupski, M., Trebicki, L., Nicewicz, L., Hajdamowicz, I., 2021. Non-inversion tillage as a chance to increase the biodiversity of ground-dwelling spiders in agroecosystems: preliminary results. *Agronomy* 11, e2150. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112150>.

Vergílio, P.C.B., Knoll, F.R.N., Mariano, D.S., Dinardi, N.M., Ueda, M.Y., Cavassan, O., 2013. Effect of brushwood transposition on the leaf litter arthropod fauna in Cerrado area. *Revista brasileira de ciência do solo* 37, 1158-1163. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000500005>.

Walkley, A., Black, I.A., 1934. An examination of the DEGTJAREFF method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37(1), 29-38. <http://dx.doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>.

7. MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela Suplementar 1: Indivíduos coletados na área 1

Grupos taxonômicas	Convencional	Não convencional	Cerrado
Acari	2.191	2.205	24.596
Araneae	21	57	50
Blattodea	0	5	44
Chilopoda	6	3	1
Coleoptera	206	315	1.596
Collembola	1.105	5.162	692
Dermaptera	5	7	2
Diplopoda	14	9	0
Diplura	1	0	0
Diptera	4.418	3.401	12.587
Formicidae	354	11.107	3.941
Hemiptera	18	200	90
Hymenoptera	38	42	79
Isopoda	0	1	0
Isoptera	0	1	1
Larvae	31	130	43
Lepidoptera	7	3	4
Oligochaeta	2	6	0
Opiliones	1	0	0
Orthoptera	9	85	1
Pseudoescorpiones	0	0	0
Pulmonata	7	59	0
Scarabidae	28	49	69
Scorpiones	0	0	1

Total	8.462	22.847	43.797
Total		75.106	

Tabela Suplementar 2: Indivíduos coletados na área 2

Grupos taxonômicas	Convencional	Não convencional	Cerrado
Acari	746	1.381	1.518
Araneae	20	36	46
Blattodea	0	0	170
Chilopoda	5	1	0
Coleoptera	288	164	816
Collembola	1.873	21.179	371
Dermaptera	8	14	8
Diplopoda	14	136	0
Diplura	0	0	0
Diptera	2.373	2.432	12.819
Formicidae	303	2.030	9.026
Hemiptera	35	112	36
Hymenoptera	23	21	59
Isopoda	0	0	0
Isoptera	0	0	25
Larvae	277	22	584
Lepidoptera	0	5	7
Oligochaeta	3	1	0
Opiliones	0	0	0
Orthoptera	39	19	2
Pseudoescorpiones	0	0	0
Pulmonata	20	27	0
Scarabaidae	0	2	45
Scorpiones	0	0	0
Total	6.027	27.582	25.632
Total		59.241	

Tabela Suplementar 3: Indivíduos coletados na área 3

Categorias taxonômicas	Convencional	Não convencional	Cerrado
Acari	746	1.381	1.518
Anura	0	0	0
Araneae	20	36	46
Blattodea	0	0	170
Chilopoda	5	1	0
Coleoptera	288	164	816
Collembola	1.873	21.179	371
Dermaptera	8	14	8
Diplopoda	14	136	0
Diplura	0	0	0
Diptera	2.373	2.432	12.819
Formicidae	303	2.030	9.026
Hemiptera	35	112	36
Hymenoptera	23	21	59
Isopoda	0	0	0
Isoptera	0	0	25
Larvae	277	22	584
Lepidoptera	0	5	7
Oligochaeta	3	1	0
Opiliones	0	0	0
Orthoptera	39	19	2
Pseudoescorpiones	0	0	0
Pulmonata	20	27	0
Scarabaidae	0	2	45
Scorpiones	0	0	0
Total	6.027	27.582	25.632
Total		59.241	

Tabela Suplementar 4: Resultados resumidos do teste de Kruskal-Wallis para diferenças gerais no número de Hill de ordem 1 para Araneae do solo entre sistemas de manejo de café e seu Cerrado adjacente.

Grupo	GL	X ²	P _{adj.}
I	3	10.13	0.1050
II	1	0.02	1.0000
III	2	0.00	1.0000
IV	2	1.09	0.8715
V	2	4.86	0.2634
VI	2	2.03	0.7240

GL, grau de liberdade; X², estatística do teste de Kruskal-Wallis; P_{adj.}, valores de p corrigidos por Benjamini-Hochberg. Grupo representa o agrupamento formado entre os sistemas de manejo do café e o Cerrado adjacente.

Tabela Suplementar 5: Resultados resumidos do teste de Kruskal-Wallis para diferenças gerais na abundância e números de Hill de ordem 0, ordem 1 e ordem 2 de Diplopoda do solo entre sistemas de manejo de café e seu Cerrado adjacente.

Variável	Grupo	GL	X ²	P _{adj.}
Abundância	I	3	10.18	0.0257
	II	1	2.22	0.1632
	III	2	10.00	0.0135
	IV	2	10.15	0.0135
	V	2	12.58	0.0111
	VI	2	2.61	0.2710
q = 0	I	3	11.32	0.0188
	II	1	2.22	0.1632
	III	2	10.18	0.0185
	IV	2	8.77	0.0188
	V	2	11.54	0.0185
	VI	2	2.55	0.2800
q = 1	I	3	0.00	1.0000
	II	1	1.00	0.6340
	III	2	0.00	1.0000
	IV	2	2.66	0.6340
	V	2	9.73	0.0463
	VI	2	0.00	1.0000
q = 2	I	3	11.32	0.0194
	II	1	2.22	0.1632
	III	2	10.18	0.0194
	IV	2	8.70	0.0194

V	2	9.77	0.0194
VI	2	2.55	0.2800

GL, grau de liberdade; X^2 , estatística do teste de Kruskal-Wallis; $P_{adj.}$, valores de p corrigidos por Benjamini-Hochberg. Grupo representa o agrupamento formado entre os sistemas de manejo do café e o Cerrado adjacente. Termos significativos são mostrados em negrito.

Tabela Suplementar 6: Resultados resumidos para comparações pareadas usando o teste post-hoc de Dunn para número de Hill de ordem 1 de Araneae do solo entre sistemas de manejo de café e seu Cerrado adjacente.

Grupo	Contraste	Z	$P_{adj.}$
I	C1 - Ce1	0.000	1.0000
	NC1 - Ce1	1.220	0.2670
	NC2 - Ce1	2.736	0.0186
II	C2 - Ce2	-0.149	0.8815
IV	C3 - Ce4	0.120	0.9049
	C4 - Ce4	-0.837	0.6042
V	NC5 - Ce5	1.545	0.1835
	NC6 - Ce5	-0.591	0.5547
VI	C5 - Ce6	-0.859	0.5782
	C6 - Ce6	0.556	0.5782

C, café convencional; NC, café não convencional; Ce, Cerrado. Termos significativos são mostrados em negrito.

Tabela Suplementar 7: Resultados resumidos para comparações pareadas usando o teste post-hoc de Dunn para os números de Abundância e Hill de ordem 0 (análogo à riqueza de táxons), ordem 1 (análogo à forma exponencial da diversidade de Shannon) e ordem 2 (análogo à forma recíproca do índice de concentração de Simpson) de Diplopoda do solo entre sistemas de manejo de café e seu Cerrado adjacente.

Variável	Grupo	Contraste	Z	$P_{adj.}$
Abundância	I	C1 - Ce1	2.177	0.0590
		NC1 - Ce1	0.441	0.6591
		NC2 - Ce1	2.677	0.0446
	II	C2 - Ce2	1.491	0.1360
	III	NC3 - Ce3	-2.739	0.0093

$q = 0$	IV	NC4 - Ce3	-2.739	0.0093
		C3 - Ce4	1.754	0.1190
		C4 - Ce4	3.180	0.0044
	V	NC6 - Ce5	3.545	0.0012
		NC5 - Ce5	1.881	0.0900
	VI	C5 - Ce6	1.181	0.3561
		C6 - Ce6	1.545	0.3561
	I	C1 - Ce1	1.859	0.1262
		NC1 - Ce1	0.620	0.5356
		NC2 - Ce1	3.098	0.0117
	II	C2 - Ce2	1.491	0.1360
	III	NC3 - Ce3	-2.763	0.0086
		NC4 - Ce3	-2.763	0.0086
	IV	C3 - Ce4	2.421	0.0232
		C4 - Ce4	2.686	0.0217
	V	NC5 - Ce5	2.942	0.0049
		NC6 - Ce5	2.942	0.0049
	VI	C5 - Ce6	1.382	0.2506
		C6 - Ce6	1.382	0.2506
$q = 1$	II	C2 - Ce2	1.000	0.3173
	IV	C3 - Ce4	1.620	0.3155
		C4 - Ce4	0.658	0.5104
	V	NC5 - Ce5	2.664	0.0116
		NC6 - Ce5	2.736	0.0116
	I	C1 - Ce1	1.859	0.1262
$q = 2$	I	NC1 - Ce1	0.620	0.5356
		NC2 - Ce1	3.098	0.0117
		C2 - Ce2	1.491	0.1360
	III	NC3 - Ce3	-2.763	0.0086
	IV	NC4 - Ce3	-2.763	0.0086
		C3 - Ce4	2.573	0.0169
		C4 - Ce4	2.535	0.0169

V	NC5 - Ce5	2.808	0.0143
	NC6 - Ce5	2.592	0.0143
VI	C5 - Ce6	1.382	0.2506
	C6 - Ce6	1.382	0.2506

C, café convencional; NC, café não convencional; Ce, Cerrado. Termos significativos são mostrados em negrito.

Tabela Suplementar 8: Resultados resumidos do modelo final de análise de redundância baseada em distância (dbRDA) usando testes de Monte Carlo (999 permutações) para o efeito do manejo do café e do uso da terra na composição da macrofauna do solo.

FV	GL	SQ	F	<i>P</i> _{adj.}
Manejo	1	0.277	3.113	0.0015
Uso da terra	1	0.734	8.243	0.0015
Grupo	2	0.430	2.415	0.0015
PC1 (45.34%)	1	0.140	1.569	0.0240
Manejo:Grupo	2	0.514	2.884	0.0015
Uso da terra:Grupo	2	0.227	1.277	0.0460
Resíduos	80	7.124		

FV, fontes de variação; GL, grau de liberdade; SQ, soma dos quadrados; F, estatística de F; *P*_{adj.}, valores de p corrigidos por Benjamini-Hochberg. PC1 corresponde ao primeiro componente de uma análise de componentes principais realizada com as variáveis físico-químicas do solo. Grupo representa o agrupamento formado entre os sistemas de manejo do café e o Cerrado adjacente. Termos significativos são mostrados em negrito.

Tabela Suplementar 9: Resultados resumidos do modelo final de análise de redundância baseada em distância (dbRDA) usando testes de Monte Carlo (999 permutações) para o efeito do café Manejo e Uso da terra na composição de morfoespécies de Araneae do solo.

FV	GL	SQ	F	<i>P</i> _{adj.}
Manejo	1	2.793	1.201	0.0375
Uso da terra	1	2.928	1.259	0.0375
Grupo	2	6.270	1.348	0.0375
PC1 (45.34%)	1	4.207	1.809	0.0050
PC2 (18.65%)	1	2.437	1.048	0.4000
Resíduos	41	95.333		

FV, fontes de variação; GL, grau de liberdade; SQ, soma dos quadrados; F, estatística F; *P*_{adj.}, Benjamini-Hochberg corrigiu os valores de p. PC1 e PC2 correspondem aos dois primeiros componentes de uma análise de componentes principais realizada com as variáveis físico-químicas do solo. Grupo representa o agrupamento formado entre os sistemas de manejo do café e o Cerrado adjacente. Termos significativos são mostrados em negrito.

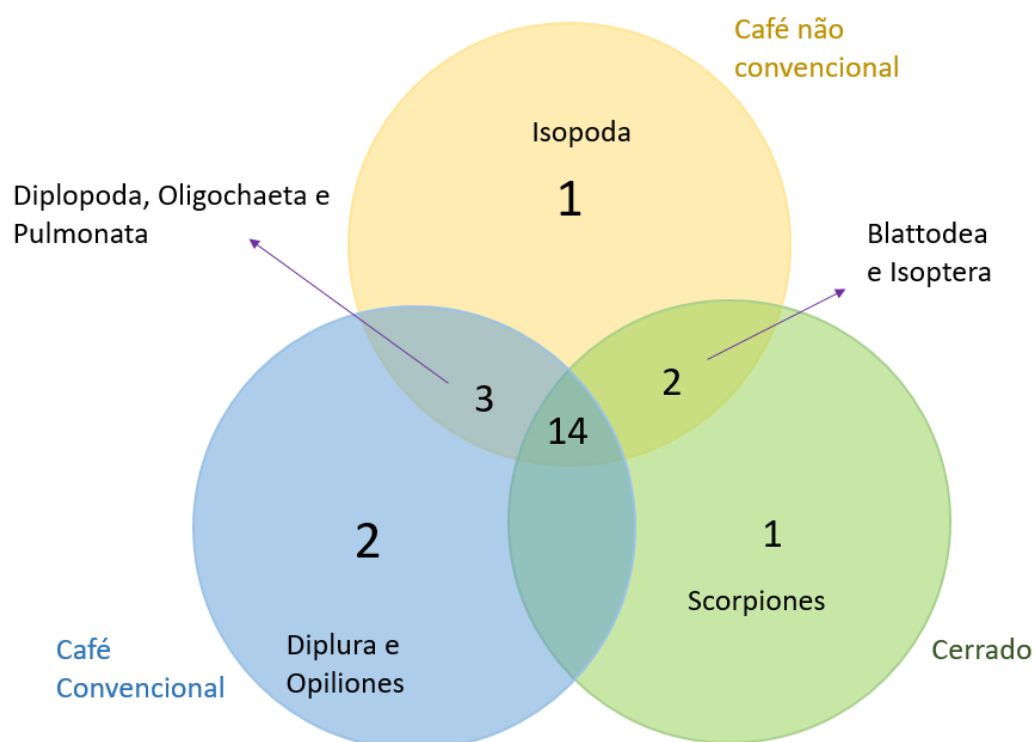


Figura S1: Diagrama de Veem representando a similaridade de grupos taxonômicos encontrados de acordo com os tratamentos na área 1. Grupos exclusivos para café convencional: Diplura e Opiliones. Grupos exclusivos para café não convencional: Isopoda. Grupos exclusivo para Cerrado: Scorpiones. Grupo em comum para Cerrado e café não convencional: Blattodea e Isoptera. Grupos em comum para café convencional, café não convencional e Cerrado: Acari, Araneae, Chilopoda, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diptera, Formicidae, Hemiptera, Hymenoptera, Larvae, Lepidoptera, Orthoptera, Scarabaeidae.

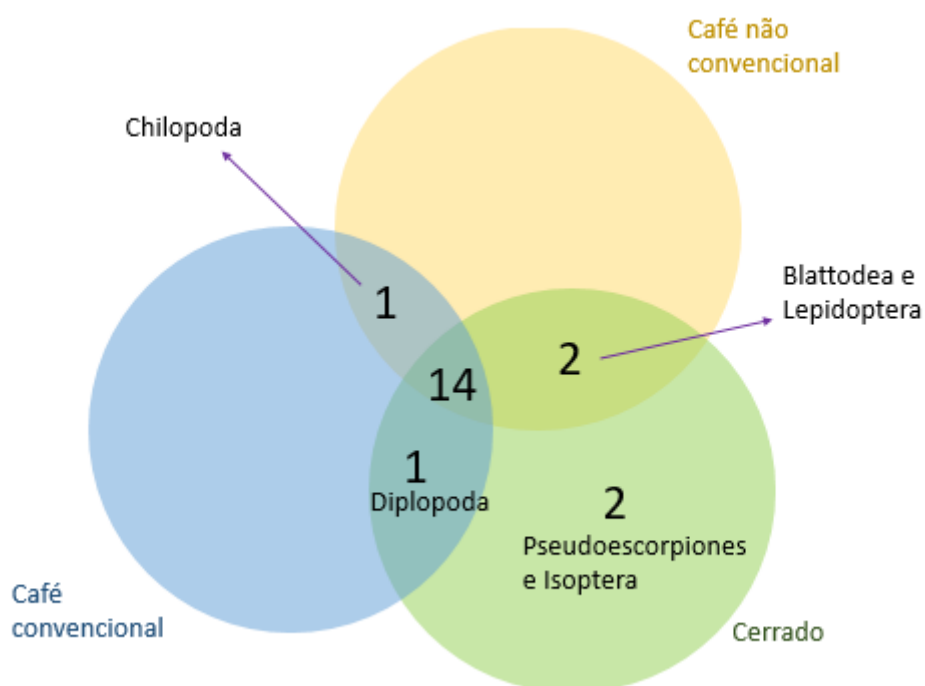


Figura S2: Diagrama de Veem representando a similaridade de grupos taxonômicos encontrados de acordo com os tratamentos na área 2. Grupos exclusivos para Cerrado: Pseudoescorpiones e Isoptera. Grupo em comum para Cerrado e café convencional: Diplopoda. Grupos em comum para Cerrado e café não convencional: Blattodea e Lepidoptera. Grupo em comum para lavouras de café: Chilopoda. Grupos em comum para café convencional, café não convencional e Cerrado: Acari, Araneae, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diptera, Formicidae, Hemiptera, Hymenoptera, Larvae, Oligochaeta, Pulmonata, Scarabaeidae.

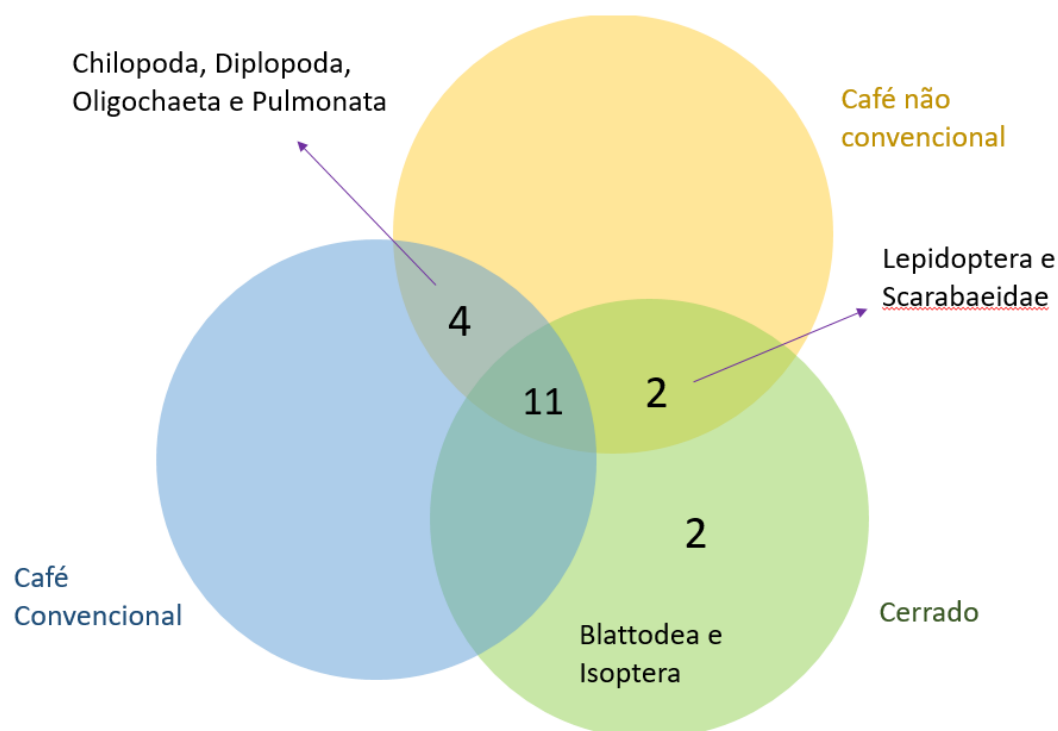


Figura S3: Diagrama de Veem representando a similaridade de grupos taxonômicos encontrados de acordo com os tratamentos na área 3. Grupos exclusivos para Cerrado: Blattodea e Isoptera. Grupos em comum para café convencional e não convencional: Chilopoda, Diplopoda, Oligochaeta e Pulmonata. Grupos em comum para Cerrado e café não convencional: Lepidoptera e Scarabaeidae. Grupos em comum para café convencional, café não convencional e Cerrado: Acari, Araneae, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diptera, Formicidae, Hemiptera, Hymenoptera, Larvae, Orthoptera.

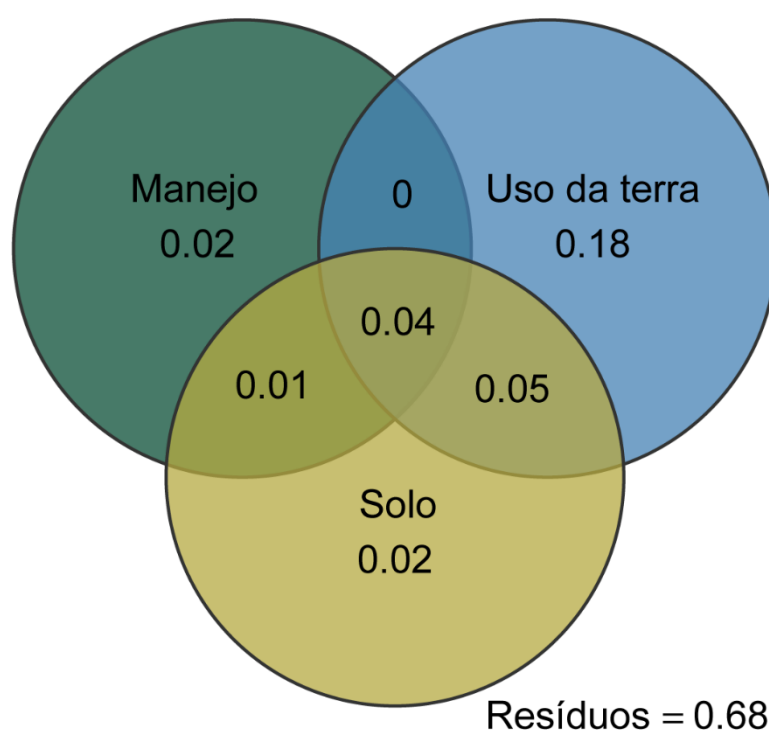


Figura S4: Análise de partição de variância (VPA) para a contribuição de variáveis físico-químicas do solo (PC1, 45,34% da variação total no conjunto de dados), sistema de manejo do café e uso da terra nas mudanças observadas na composição da macrofauna do solo.

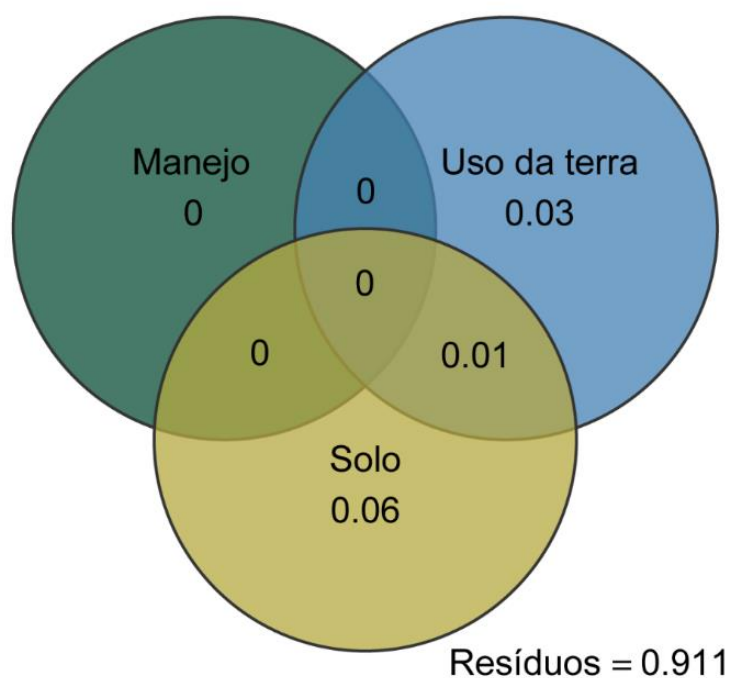


Figura S5: Análise de partição de variância (VPA) para a contribuição de variáveis físico-químicas do solo (PC1, 45,34% da variação total no conjunto de dados), sistema de café Manejo e Uso da terra nas mudanças observadas na composição de morfoespécies de Araneae do solo.