

MACROFAUNA DO SOLO INDUZIDA PELA EXPANSÃO DE CULTIVO DO CAFEIEIRO CONVENCIONAL NO SUDESTE DO BRASIL

SOIL MACROFAUNA INDUCED BY THE EXPANSION OF CONVENTIONAL COFFEE CULTIVATION IN SOUTHEAST BRAZIL

Maria Júlia Moura¹

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) - Brasil

Franciane Diniz Cogo²

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) - Brasil

Érika Andressa Silva³

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) - Brasil

Evandro Freire Lemos⁴

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) - Brasil

RESUMO

Este trabalho trata das modificações ocorridas na macrofauna do solo induzidas pela expansão do parque cafeeiro. Foram avaliadas a macrofauna edáfica e epígea nas estações chuvosa (2022) e seca (2023). Os táxons identificados foram 17 (Acarina, Araneae, Blattodea, Chilopoda, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Formicidae, Gastropoda, Hemiptera, Scolopendridae, Homoptera, Isoptera, Lepidoptera, Oligochaeta, Oniscidea e Orthoptera). A composição da macrofauna foi afetada pela mudança de uso da terra nas duas estações. As áreas do cafeeiro (linha de plantio, entrelinha e linha de tráfego) apresentaram visivelmente mais organismos que a vegetação nativa e a pastagem em pousio na estação seca. A entrelinha nas duas estações apresentou as maiores frequências de organismo, talvez se comporte como um corredor ecológico, que permite o trânsito dentro do agroecossistema. Este estudo chama a atenção para o ganho da abundância e diversidade da macrofauna nos sistemas de produção de café, em especial na entrelinha e na estação seca.

Palavras-chave: agricultura, sustentabilidade, fauna do solo.

¹ Graduanda em Agronomia, bolsista CNPq. Universidade do Estado de Minas Gerais. maria.2149573@discente.uemg.br

² Doutora em Ciência do Solo, bolsista Produtividade em Pesquisa – UEMG. Universidade do Estado de Minas Gerais. franciane.diniz@uemg.br

³ Doutora em Ciência do Solo. Universidade do Estado de Minas Gerais. erika.silva@ifc.edu.br

⁴ Doutor em Ciência do Solo, bolsista Produtividade em Pesquisa – UEMG. Universidade do Estado de Minas Gerais. evandro.lemos@uemg.br

ABSTRACT

This work deals with the changes that occurred in the soil macrofauna induced by the expansion of the coffee park. Edaphic and epigeal macrofauna were evaluated in the rainy (2022) and dry (2023) seasons. There were 17 taxa identified (Acarina, Araneae, Blattodea, Chilopoda, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Formicidae, Gastropoda, Hemiptera, Scolopendridae, Homoptera, Isoptera, Lepidoptera, Oligochaeta, Oniscidea and Orthoptera). The composition of the macrofauna was affected by the change in land use in both seasons. The coffee tree areas (planting line, inter-row and traffic line) had visibly more organisms than the native vegetation and the fallow pasture in the dry season. The interline in both seasons presented the highest frequencies of organisms, perhaps behaving as an ecological corridor, which allows transit within the agroecosystem. This study draws attention to the gain in abundance and diversity of macrofauna in coffee production systems, especially between rows and in the dry season.

Keywords: agriculture, sustainability, soil fauna.

1. INTRODUÇÃO

A macrofauna do solo fornece importantes serviços ecossistêmicos os quais podem ser afetados pela mudança no uso da terra. Essas mudanças associadas ao monocultivo do cafeeiro convencional, podem alterar a riqueza e a estrutura de dominância da comunidade biológica do solo, e conseqüentemente a capacidade dos solos de responder a perturbações e a sua capacidade de recuperação (TIBBETT; FRASER; DUDDUGAN, 2020).

Os solos e a serrapilheira são um dos principais reservatórios de biodiversidade abrigando cerca de 25% dos organismos vivos do planeta em seu subsolo e 40% desses organismos estão associados ao solo em alguma fase de seu ciclo de vida (DECAËNS et al., 2006). O desequilíbrio da biodiversidade causado pelas mudanças no uso da terra associadas ao monocultivo influencia as funções e serviços que sustentam a vida no planeta, e conseqüentemente a produção agrícola (ADHIKARI; HARTEMINK, 2016; CHEN et al., 2020).

As comunidades macrofaunicas fornecem serviços ecossistêmicos como transporte e mistura do solo, fragmentação e decomposição inicial da serrapilheira (GHOLAMI et al., 2016), beneficiam o metabolismo das plantas, atuam na ciclagem de nutrientes (SILVA et al., 2018; KORBOULEWSKY et al., 2016), aumento da atividade de fixação de nitrogênio, acréscimo da porosidade do solo (FILSER et al., 2016; MENTA; REMELLI, 2020), maiores

quantidades de macro e micronutrientes e polissacarídeos disponíveis, regulação das populações de fungos e da microfauna, estimulação da atividade microbiana e a formação de "pellets fecais" (BALOTA, 2017), melhora a estrutura física do solo, hidrologia e a produção das culturas (CULLINEY, 2013). A macrofauna do solo é considerada um bioindicador da qualidade do solo (SILVA et al., 2020).

As práticas de manejo agrícola e os sistemas de produção, como a monocultura do cafeeiro, podem promover os impactos na integridade e resiliência do agroecossistema, interferindo na manutenção dos serviços ambientais (NASCIMENTO, 2021). No entanto, o café é uma das commodities agrícolas mais importantes do Brasil, contribuindo relevantemente para o PIB (produto interno bruto), e afeta de forma positiva o número de empregos, gerando direta e indiretamente oito milhões de vagas de empregos no Brasil (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA, 2012). O Brasil é responsável por 35,3% dos cafés mundiais (CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL - ICO, 2022), sendo o maior produtor e exportador e o segundo maior consumidor de café do mundo (CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL - CECAFE, 2022). O país produz 37 milhões de toneladas de café arábica beneficiado, 94% da produção nacional está concentrada na região sudeste (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2023). Para atender demandas crescentes por consumo, a expansão do cultivo de cafeeiro e a mudança de uso da terra têm ocorrido em áreas de pastagens na região sul e oeste de Minas Gerais, Brasil (PIRES et al., 2022). A substituição das áreas de pastagem por cafeeiro, gera menos impactos ambientais no solo, uma vez que uma lavoura permanece no solo, em média 15 anos, com ausência de revolvimento anual do solo.

As respostas da macrofauna edáfica e epígea à expansão de cafeeiros em sistema convencional (LAMEL, 2014; MARQUES, 2014; SILVA, 2012; OLIVEIRA, 2016) não foram avaliadas simultaneamente, nas estações de inverno e verão, nas profundidades 0-0,10m, 0,10-0,20cm e 0,20-0,30m e nas posições linha de plantio, linha de tráfego e entrelinha. As mudanças no uso da terra para culturas perenes, como a cafeicultura, que possui tratamentos culturais necessários para colheita, os quais geram movimentação da cobertura do solo (folhas e galhos na linha e corte e dessecação da entrelinha) anual, podem reduzir a cobertura vegetal superficial (alimentação e abrigo) especialmente no inverno (colheita), em seguida, causar a redução na densidade e diversidade da macrofauna epígea, enquanto, que a macrofauna edáfica (aqueles que vivem em camadas mais profundas do solo) podem aumentar ou permanecer constante.

2. OBJETIVOS

O presente estudo apresenta uma avaliação completa das comunidades edáfica e epígea pesquisadas simultaneamente em cronossequência de mudança de uso da terra na principal região produtora de café do Brasil. O objetivo foi (i) investigar os efeitos da mudança no uso da terra na macrofauna do solo, especialmente o efeito do cultivo da cafeicultura na densidade e diversidade da macrofauna do solo em comparação com pastagens pousio e vegetação nativa, e (ii) se a magnitude das respostas da macrofauna a mudança do uso da terra difere de acordo com ao nicho da comunidade (acima e abaixo do solo), das estações (inverno e verão) e das posições amostradas (linha de plantio, linha de tráfego e entrelinha). As hipóteses testadas foram (i) a mudança do uso da terra para uma cultura como a cafeicultura aumentaria a densidade e a diversidade da macrofauna edáfica, enquanto a comunidade epígea seria reduzida pela movimentação na serapilheira superficial e (ii) a magnitude das respostas da macrofauna dependeria das condições edafoclimáticas da posição amostrada (linha de plantio, linha de tráfego e entrelinha).

3. DESENVOLVIMENTO

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está em local estratégico e representativo da região Sudeste, principal região produtora de café do Brasil, localizada no município de Passos, mesorregião Sul / Sudoeste de Minas (Lat.: 20°44'53'' S; Long.: 46°37'27'' O) com altitude média de 776 m. O clima da região em estudo é classificado como Cwa (classificação de Köppen e Geiger) com uma pluviosidade anual de 1.288 mm e temperatura média anual de 21,5 °C. O local apresenta estações definidas, uma estação seca (abril-setembro) e outra estação chuvosa (outubro-março) de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área de Passos foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), textura média (327, 144 e 560 g.kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente).

Mudança de uso da terra

Para avaliar os efeitos da mudança de uso da terra na macrofauna do solo, foi usada uma abordagem comparativa com os seguintes usos da terra: i) vegetação nativa – fragmentos de floresta estacional semidecidual, transicional para Cerrado; ii) pastagem em pousio – sem

investimento de adubação e calagem; iii) cafeeiro na posição linha - área do sistema cafeeiro onde localiza-se as plantas em renque, recebe a adubação e ocorre com frequência a eliminação das plantas espontâneas; iv) cafeeiro na posição entrelinha - área sem cultivo de café com crescimento de plantas espontâneas, não recebe adubação e elas são manejadas com controle químico e mecânico; e v) cafeeiro na posição rodado do trator – área de tráfego dos tratores e equipamentos agrícola, está entre a linha e a entrelinha. A linha que recebeu os fertilizantes, a entrelinha que recebe os ramos e folhas que desprendem da planta, os quais são transferidos da linha para entrelinha no processo de varrição para a retirada do café do solo, esse processo ocorre todos os anos e a área denominada linha de tráfego é uma área de transição entre a linha e entrelinha.

Épocas e profundidades de amostragem do solo

As coletas das amostras de solo foram realizadas nas estações chuvosa (2022) e seca (2023). A amostragem foi realizada nas profundidades 0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30m. Na linha de plantio foi amostrado na região rizosférica, na entrelinha ao acaso e na vegetação nativa ao acaso em ziguezague. As amostras coletadas foram acondicionadas em sacolas plásticas e devidamente identificadas e encaminhadas para o laboratório, para posteriores avaliações.

Avaliações, extração e identificação da macrofauna

A macrofauna edáfica, foi obtida através de monólitos, os quais foram dimensionados com auxílio de um gabarito de ferro nas dimensões 25x25x30cm. O solo foi estratificado em três camadas: 0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30m, conforme as recomendações da “Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF)” (ANDERSON; INGRAM, 1993). Foram retirados três monólitos em cada tratamento. A coleta da macrofauna epígea foi realizada através da instalação de armadilhas de queda do tipo “pitfall”. Foram utilizadas garrafas pets de 500 mL. Esses foram enterrados no solo de modo que os bordos das aberturas fiquem exatamente no nível do solo. Para reduzir a fuga dos organismos das armadilhas foi colocado no seu interior 200 ml de solução de detergente, na concentração de 5%. As armadilhas foram mantidas no campo durante aproximadamente 72 horas. Foram colocadas nove armadilhas em transecto em cada tratamento. Após esse período, os organismos coletados foram armazenados em álcool 70% para posterior identificação.

Os monólitos coletados foram depositados em uma bandeja plástica e com auxílio de pinças os organismos foram separados e depositados em frascos contendo álcool 70%. As armadilhas de queda foram retiradas do campo e os organismos tados em frascos contendo

álcool 70% para posterior identificação. Os invertebrados maiores de 2,0 mm de diâmetro foram identificados a nível de Classe, Subclasse, Ordem e/ou Família com auxílio de microscópio estereoscópico, com aumento de 40 vezes.

Análise dos dados

Foram determinadas a riqueza taxonômica (número de grupos), abundância (número de indivíduos) e calculados os índices de diversidade de Shanon e a equabilidade de Pielou. As médias foram checadas pelos testes de normalidade dos erros e de homocedasticidade de variâncias, respectivamente por meio dos testes de Shapiro-Wilks e Levene. Quando estes pressupostos não foram satisfatórios os dados foram transformados por $\log(x+1)$. Em seguida submetido ao teste de F ao nível de 5% de significância, e quando significativos aplicado o teste TukeyHSD a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o programa “R”, versão 4.3.2 (R Development Core Team, 2023), e os pacotes `car` (FOX *et al.*, 2012), `rstatix` (KASSAMBARA, 2020), `ggplot2` (WICKHAM, 2009) e `vegan` (OKSANEN *et al.*, 2016)

Aspectos éticos

O projeto obteve a autorização para atividades com finalidade científica para Captura de animais silvestres in situ e Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ (número: 86060-1 e código de autenticação: 0860600120221220) pelo SISBIO.

Frequência da macrofauna do solo

Os táxons identificados entre macrofauna edáfica e epígea foram 17, sendo eles: Acarina, Araneae, Blattodea, Chilopoda, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Formicidae, Gastropoda, Hemiptera, Scolopendridae, Homoptera, Isoptera, Lepidoptera, Oligochaeta, Oniscidea e Orthoptera (Tabelas 1 e 2). Os grupos Blattodea, Diptera Diptera e Orthoptera foram encontrados exclusivamente na superfície do solo (macrofauna epígea), enquanto que os grupos Gastropoda, Oligochaeta e Oniscidea foram encontrados somente no solo (macrofauna edáfica).

Tabela 1 Abundância (indivíduos. armadilha⁻²), riqueza (número de táxons) e desvio padrão dos grupos da macrofauna epígea.

Estação chuvosa							
Táxon	Nome Comum	Nível taxonômico	Vegetação Nativa	Pastagem	Cafeeiro linha de plantio	Cafeeiro entrelinha	Cafeeiro linha de tráfego
Araneae	Aranha	Ordem	18±1,91	2±0,44	4±0,76	1±0,33	3±0,50
Blattodea	Barata	Ordem	0	3±0,71	0	0	0
Chilopoda	Centopeias	Classe	0	0	0	0	2±0,67
Coleoptera	Besouros	Ordem	0	8±1,69	6±1,06	12±1,58	7±0,97
Diplopoda	Piolhos-de-cobra	Classe	0	1±0,33	3±0,52	10±0,74	1±0,33
Diptera	Moscas	Ordem	1±0,35	0	0	8±1,54	0
Formicidae	Formigas	Família	6±0,35	28±4,14	53±5,01	47±6,44	32±7,67
Homoptera	Cigarras	Subordem	1±0,3	0	12±2,27	4±0,73	13±2,46
Orthoptera	Grilos	Ordem	19±3,0	2±0,35	0	27±2,65	4±0,73
Scolopendridae	Lacraias	Família	1±0,31	5±1,04	1±0,35	1±0,33	1±0,33
Total / Riqueza (nº de táxon)			46 / (5)	50 / (7)	79 / (6)	110 / (8)	63 / (8)
Estação seca							
Acarina	Carrapatos	Subclasse	0	2±0,42	0	0	0
Araneae	Aranhas	Ordem	1±0,31	2±0,42	4±0,68	2±0,42	3±0,47
Blattodea	Baratas	Ordem	1±0,31	4±0,68	0	0	0
Chilopoda	Centopeias	Classe	0	0	0	0	1±0,31
Coleoptera	Besouros	Ordem	0	5±0,68	13±1,26	11±1,47	7±0,92
Diptera	Moscas	Ordem	0	1±0,31	0	6±0,94	1±0,31
Diplopoda	Piolhos-de-cobra	Classe	0	5±0,96	6±0,94	5±0,68	3±0,47
Formicidae	Formigas	Família	20±1,93	29±4,29	43±3,74	53±5,57	61±6,25

Hemiptera	Percevejos	Ordem	1±0,31	0	2±0,42	4±0,68	2±0,42
Scolopendridae	Lacraias	Família	0	2±0,42	0	0	0
Homoptera	Cigarras	Subordem	0	0	2±0,42	0	0
Isoptera	Cupins	Ordem	0	0	0	5±1,57	0
Lepidoptera	Lagartas	Ordem	0	0	0	1±0,31	
Orthoptera	Grilos	Ordem	0	8±1,52	1±0,31	28±2,42	3±0,47
Total / Riqueza (n ° de táxon)			23 / (4)	58 / (9)	71 / (7)	115 / (9)	81 / (8)

N=9

Tabela 2 Abundância (indivíduos. m⁻²), riqueza (número de táxons) e desvio padrão dos grupos da macrofauna edáfica (0-30 cm).

Táxon	Nome Comum	Nível taxonômico	Estação chuvosa				
			Vegetação nativa	Pastagem	Cafeeiro linha de plantio	Cafeeiro entrelinha	Cafeeiro linha de tráfego
Acarina	Carrapatos	Subclasse	0	16±5	0	16±5	0
Coleoptera	Besouros	Ordem	32±11	0	32±7	0	16±5
Diplopoda	Piolhos-de-cobra	Classe	0	0	48±11	0	0
Formicidae	Formigas	Família	112±17	144±34	0	160±31	0
Hemiptera	Percevejos	Ordem	16±5	0	0	0	0
Homoptera	Cigarras	Subordem	0	0	16±5	0	0
Isoptera	Cupins	Subordem	192±64	0	0	0	0
Lepidoptera	Lagartas	Ordem	48±8	0	0	0	0
Oligochaeta	Minhocas	Subclasse	192±20	112±19	16±5	0	64±21
Oniscidea	Tatuzinhos	Subordem	0	16±5	0	0	0
Total / Riqueza (n ° de táxon)			592 / (6)	288 / (4)	112 / (4)	176 / (2)	80 / (2)
Táxon	Nome Comum	Nível taxonômico	Estação seca				
			Vegetação Nativa	Pastagem	Cafeeiro linha de plantio	Cafeeiro entrelinha	Cafeeiro linha de tráfego

Acarina	Carrapatos	Subclasse	0	0	48±11	96±20	32±7
Araneae	Aranhas	Ordem	0	0	0	16±5	0
Chilopoda	Centopéias	Classe	32±7	0	16±5	32±7	32±7
Coleoptera	Besouros	Ordem	32±7	64±11	224±54	80±15	128±16
Diplopoda	Piolhos-de-cobra	Classe	16±5	0	0	16±5	0
Formicidae	Formigas	Família	0	528±134	0	832±261	16±5
Gatropoda	Lemas	Classe	0	0	16±5	0	0
Hemiptera	Percevejos	Ordem	0	16±5	208±54	80±15	272±23
Scolopendridae	Tesourinhas	Família	48±11	0	16±5	16±5	0
Homoptera	Cigarras	Subordem	0	0	48±11	0	0
Isoptera	Cupins	Subordem	432±76	1376±194	0	0	32±7
Oligochaeta	Minhocas	Subclasse	304±37	80±25	16±5	16±5	128±8
Oniscidea	Tatuzinhos	Subordem	0	0	0	16±5	0
Total / Riqueza (n ° de táxon)			864 / (6)	2064 / (5)	592 / (8)	1128 / (10)	640 / (7)

Na estação seca, a riqueza da macrofauna edáfica, para camada de 0-0,30cm do solo, foram identificados treze grupos (Acarina, Araneae, Chilopoda, Coleoptera, Diplopoda, Formicidae, Gastropoda, Hemiptera, Scolopendridae, Homoptera, Isoptera, Oligochaeta), dos quais seis grupos foram identificados na vegetação nativa, cinco grupos estavam presentes na pastagem, 8 grupos recuperados na linha de plantio do cafeeiro, dez na entrelinha do cafeeiro e sete na linha de tráfego do cafeeiro (Tabela 2). Os grupos Araneae e Oniscidea foram encontrados com exclusividade na entrelinha do cafeeiro, os grupos Homoptera e Gastropoda estavam presentes somente na linha de plantio. Enquanto que, a riqueza da macrofauna epígea, consistiu em catorze grupo (Acarina, Araneae, Blattodea, Chilopoda, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Formicidae, Hemiptera, Scolopendridae, Homoptera, Isoptera, Lepidoptera e Orthoptera). Os grupos Acarina e Scolopendridae foram recuperados apenas na área de pastagem, os grupos Isoptera e Lepidoptera foram exclusivos do cafeeiro entrelinha e o grupo Chilopoda estava presente somente na linha de tráfego do cafeeiro.

Na estação chuvosa, a riqueza da macrofauna edáfica, para camada de 0-0,30cm do solo, consistiu em dez grupos (Acarina, Coleoptera, Diplopoda, Formicidae, Hemiptera, Homoptera, Isoptera, Lepidoptera, Oligochaeta e Oniscidea), dos quais seis foram identificados na vegetação nativa, cinco grupos estavam presentes na pastagem, oito na linha de plantio do cafeeiro, dez na entrelinha e sete na linha de tráfego do cafeeiro (Tabela 2). Os grupos Hemiptera, Isoptera e Lepidoptera foram encontrados com exclusividade na vegetação nativa, o grupo Oniscidea foi recuperado apenas na pastagem, e os grupos Diplopoda e Homoptera estavam presentes somente na linha de plantio. Enquanto que a riqueza da macrofauna epígea, recuperou dez grupos (Araneae, Blattodea, Chilopoda, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Formicidae, Scolopendridae e Orthoptera), sendo cinco na vegetação nativa, sete da pastagem, seis no cafeeiro linha, oito no cafeeiro entrelinha e linha de tráfego. O grupo Blattodea foi exclusivo da pastagem.

O sistema de produção de café, em especial na macrofauna epígea, apresentou potencial para a conservação da biodiversidade, em ambas estações. Assim, um cultivo de cafeeiro, que permanece no campo em média de 15 anos, sem revolvimento do solo, com plantas na entrelinha, gera o microclima favorável, habitat e alimentos para os organismos. O uso e gerenciamento da terra para a cafeicultura, ao longo tempo, não apresenta mudanças intensas no solo, o qual modifica o microclima do solo, conduz a diminuição a cobertura do solo

(alteração na temperatura do solo), e ainda alterações físicas dos habitats o que pode gerar a redução da abundância dos principais grupos da macrofauna (LEMESSA *et al.*, 2015; SOFO, MININNI; RICCIUTI, 2020).

Abundância, riqueza, diversidade e uniforme da macrofauna epígea

A abundância da macrofauna epígea foi afetada pela mudança de uso da terra na estação chuvosa (Uso da terra $p=0,0036$) e seca (Uso da terra $p=0,00325$) (Fig. 1). Em relação a vegetação nativa, considerada como área de referência (ausência de perturbações antrópicas), a abundância da epígea, na estação chuvosa, foi menor que dá entrelinha do cafeeiro ($p=0,0012$). Enquanto para a riqueza, na estação chuvosa, não houve diferença entre os usos da terra ($p=0,6528$). Na estação seca, a macrofauna epígea (riqueza) apresentou diferença entre vegetação nativa e entrelinha ($p=0,00038$) e vegetação nativa e pastagem ($p=0,03449$). A abundância epígea, na estação seca, assim como na estação chuvosa, apresentou diferença entre a entrelinha do cafeeiro e a vegetação nativa ($p=0,0011$).

Macrofauna Epígea

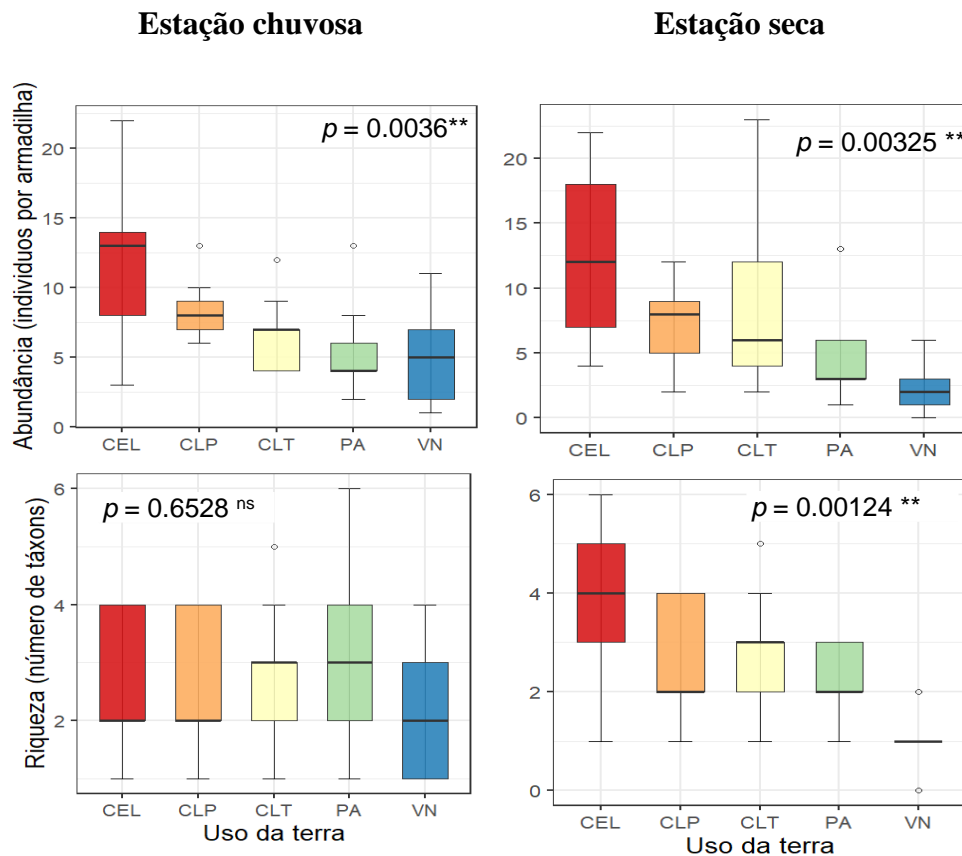


Figura 1. Abundância e riqueza da macrofauna epígea em duas estações (chuvosa e seca). Obs.: O traço preto representa a mediana, n=9, CEL (café linha ed plantio), CLP (café linha de plantio), CLT (café linha de plantio), PA (pastagem em pousio) e VN (vegetação nativa).

Na estação chuvosa não correu diferença entre os usos da terra para índice de diversidade de Shannon (Uso da terra $p=0,0807$) e equabilidade de Pielou (Uso da terra $p=0,177$) (Fig. 2). Os índices de diversidade de Shannon (Uso da terra $p=0,00127$) e equabilidade de Pielou (Uso da terra $p=0,00413$) sofreram mudanças com o uso da terra na estação seca. A equabilidade de Pielou e Diversidade de Shanonn, respectivamente, apresentaram diferença entre vegetação e entrelinha de plantio do cafeeiro ($p=0,00013$ e $p=0,000,48$), vegetação e linha de plantio do cafeeiro terra ($p=0,01069$ e $p=0,01827$) e vegetação e pastagem (terra $p=0,03610$ e $p=0,04082$).

Macrofauna Epígea

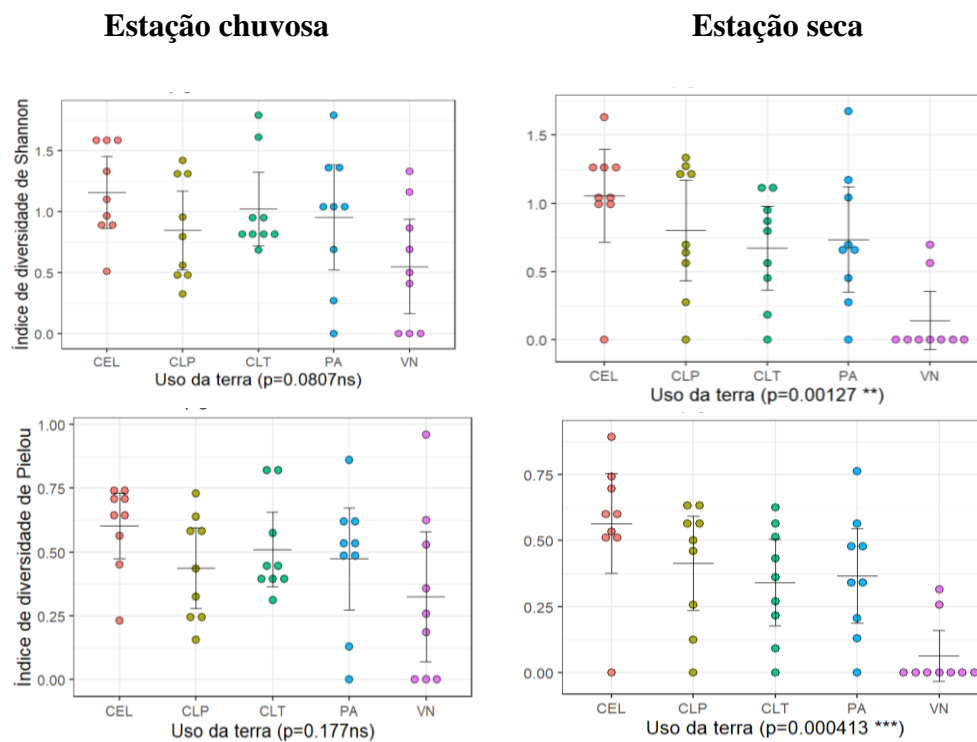


Figura 2. Índice de diversidade de Shannon e Pielou (equabilidade) em duas estações (chuvosa e seca). Obs.: n=9, CEL (café linha de plantio), CLP (café linha de plantio), CLT (café linha de plantio), PA (pastagem em pousio) e VN (vegetação nativa).

A macrofauna epígea apresentou diferença entre vegetação e entrelinha de plantio do cafeeiro, nas duas estações, o que sinaliza a importância da entrelinha com cobertura de solo, gerando o acúmulo de material vegetal, umidade, atraindo os organismos (engenheiros do ecossistema) que fornecem serviços ecossistêmicos como transporte e mistura do solo, fragmentação e decomposição inicial da serrapilheira (GHOLAMI *et al.*, 2016), e consequente melhorias físicas do solo (CULLINEY, 2013). Além disso, a entrelinha talvez se comporte como um corredor ecológico, que permite o trânsito de organismos no agroecossistema.

Abundância, riqueza, diversidade e uniforme da macrofauna edáfica

A mudança do uso da terra (estações: chuvosa $p=0.07297$ e seca $p=0.85271$) e o aumento da profundidade (estações: chuvosa $p=0.97217$ e seca $p=0.07911$) do solo não afetaram a abundância da macrofauna edáfica (Fig. 3). Enquanto que para a riqueza edáfica, na estação chuvosa, ocorreram diferenças entre os usos da terra ($p=0.007389$), e para as profundidades ($p=0.393328$) não ocorreram diferenças significativas. As diferenças na riqueza edáfica, estação chuvosa, ocorreram entre vegetação e entrelinha ($p=0.00131$), vegetação nativa e linha ($p=0,00030$), vegetação nativa e linha de tráfego ($p=6.5e^{-05}$) e pastagem e vegetação ($p=0,00063$), em todas os usos da terra a vegetação nativa apresentou os menores valores, exceto para pastagem e vegetação nativa. A riqueza edáfica da estação seca não apresentaram diferença estatística para uso da terra ($p=0.4362$) e profundidades ($p=0.2191$).

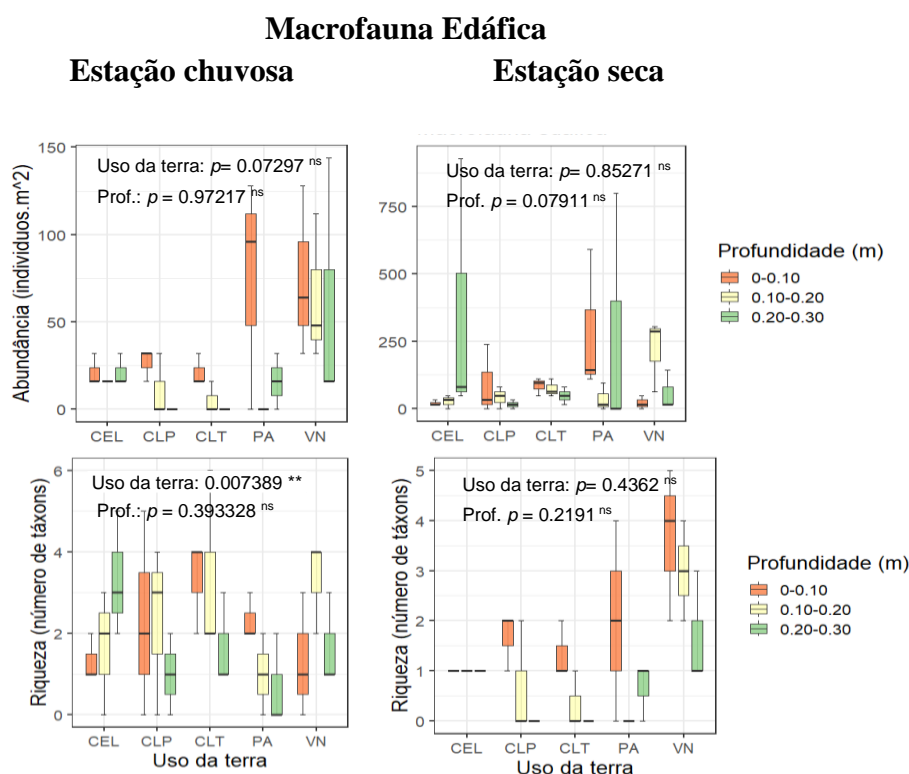


Figura 3. Abundância e riqueza da macrofauna edáfica em duas estações. Obs.: n=9 (tratamentos), n=3 (profundidade), CEL (café linha e plantio), CLP (café linha de plantio), CLT (café linha de plantio), PA (pastagem em pousio) e VN (vegetação nativa).

A mudança do uso da terra afetou a macrofauna edáfica, na estação chuvosa, o índice de diversidade de Shannon ($p = 0.06232$) e equabilidade de Pielou ($p = 0.007995$), quanto ao uso da terra (Fig. 4). A mudança do uso da terra afetou a macrofauna edáfica, na estação chuvosa, o índice de diversidade de Shannon ($p = 0.06232$) e equabilidade de Pielou ($p = 0.007995$). A entrelinha (Pielou $p = 0,00013$ e Shannon $p = 1.8e-05$), linha de plantio (Pielou $p = 0.00258$ e Shannon $p = 0.00158$), linha de tráfego (Pielou $p = 0.00016$ e Shannon $p = 8.1e-05$) e pastagem (Pielou $p = 0.00093$ e Shannon $p = 0.00085$) apresentaram maiores valores comparados com a vegetação nativa. Na estação chuvosa, os índices de diversidade de Shannon ($p = 1.0000000$) e equabilidade de Pielou ($p = 1.0000000$) edáficos para a profundidade não foram afetados. Também, na estação seca, o índice de diversidade de Shannon e equabilidade de Pielou edáficos, respectivamente não foram afetados pelo uso da terra ($p = 0.3441$ e $p = 0.4454$) e profundidade ($p = 0.1874$ e $p = 0.4222$).

Macrofauna Edáfica

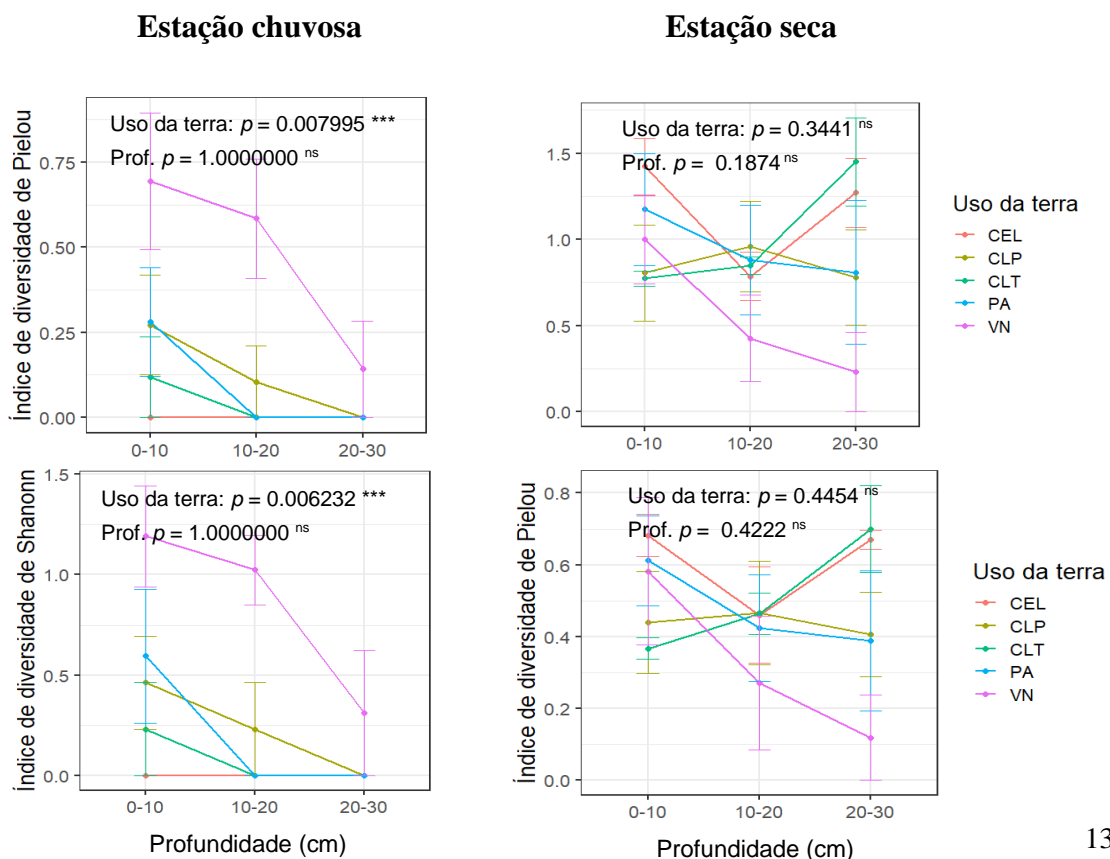


Figura 4. Índice de diversidade de Shannon e Pielou (equabilidade) em duas estações (chuvosa e seca). Obs.: n=9 (tratamentos), n=3 (profundidade), CEL (café linha de plantio), CLP (café linha de plantio), CLT (café linha de plantio), PA (pastagem em pousio) e VN (vegetação nativa).

A ausência de diferenças significativas entre profundidades para a fauna edáfica nas duas estações pode ser atribuída ao sistema radicular do cafeeiro. O cafeeiro apresenta raízes com crescimento vertical (raiz pivotante) e horizontal (raízes laterais e absorventes), e considerando uma extensão lateral 1,0m, de profundidade de 1,2m e nos primeiros 0,50m com 80% do sistema radicular (REIS; CUNHA,2010), pode contribuir a formação de um ambiente favorável para os organismos edáficos.

Distribuição e abundância de organismo

Avaliando simultaneamente a composição da macrofauna edáfica nas estações seca e chuvosa, pode-se observar menores valores de abundância da macrofauna epígea na vegetação nativa, e na sequência para a pastagem em pousio. Em todos os usos do solo, nas duas estações, ocorre o predomínio do grupo Formicidae. As áreas de café (linha de plantio, entrelinha e linha de tráfego) apresentaram visivelmente mais organismos que a vegetação nativa e a pastagem em pousio na estação seca. Na linha de plantio e linha de tráfego foram encontrados encontrado um grande predomínio de cigarras (Homoptera), uma praga do cafeeiro, os seus valores, são inferiores apenas ao grupo Formicidae. A entrelinha nas duas estações apresentou as maiores frequências de organismo, talvez se comporte como um corredor ecológico, que permite o trânsito de do agroecossistema.

A camada 0-0,10m do perfil amostrado, na estação chuvosa, abrigou a maioria dos organismos, correspondendo, em média a 61,2% dos organismos recuperados em cada uso da terra. Enquanto que, na camada, 0-0,10m do perfil amostrada, na estação seca, abriga 27,1% dos organismos encontrados em cada uso do solo. Sinalizando a movimentação dos organismos para maiores profundidades.

Na vegetação nativa, é notório, que a macrofauna edáfica apresenta uma grande abundancia nas três profundidades (0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30cm) em ambas estações. Na pastagem, nas duas estações, os menores valores foram para a camada 0,10-0,20m, o que pode ser atribuída

uma camada compactada (pé-de-grade), o que era visível e dificultador da retirada dos monólitos nesta profundidade. Ainda na pastagem, por estar em pousio a quatro anos, favoreceu a presença dos organismos na camada 0-0,10m. Nas duas estações (seca e chuvosa) podemos visualizar a predominância dos grupos Formicidae, Isoptera e Oligochaeta, considerados engenheiros do solo. Não ocorreu uma redução significativa de organismo com o aumento da profundidade em todos os usos da terra. Considerando o café, observou-se entrelinha maior abundância edáfica de organismos, em relação à linha de plantio de linha de tráfego, com domínio do grupo Formicidae nas duas estações.

A presente pesquisa mostrou que a expansão da cafeicultura sobre áreas de pastagens não prejudica a macrofauna do solo, especialmente na estação seca. A entrelinha com cobertura vegetal, seja plantas invasoras, o qual é caso desse estudo, comporta-se como corredor ecológico que permite o trânsito dos organismos. O sistema expansivo (vertical e horizontalmente) do café contribui com alimento e habitat para a macrofauna edáfica e sua permanência no solo. Tais resultados reforçam a necessidade de manter o solo sempre com cobertura vegetal na entrelinha, uma vez que a linha está coberta com a copa do café e a entrelinha também recebe sementes e as folhas e galhos (serrapilheira) que desprendem da planta de café. Por fim, um café bem manejado o solo e a cobertura vegetal, permite um ambiente favorável à biota do solo.

4. CONCLUSÃO

Os táxons identificados foram 17 (Acarina, Araneae, Blattodea, Chilopoda, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Formicidae, Gastropoda, Hemiptera, Scolopendridae, Homoptera, Isoptera, Lepidoptera, Oligochaeta, Oniscidea e Orthoptera). A composição da macrofauna foi afetada pela mudança de uso da terra nas duas estações. As áreas do café (linha de plantio, entrelinha e linha de tráfego) apresentaram visivelmente mais organismos que a vegetação nativa e a pastagem em pousio na estação seca. A entrelinha nas duas estações apresentou as maiores frequências de organismo, talvez se comporte como um corredor ecológico, que permite o trânsito dentro do agroecossistema. Este estudo chama a atenção para o ganho da abundância e diversidade da macrofauna nos sistemas de produção de café, em especial na entrelinha e na estação seca.

5. REFERÊNCIAS

- ADHIKARI K.; HARTEMINK A. E. Linking soils to ecosystem services - a global review. *Geoderma*, p.262, p.101–111, 2016.
- ANDERSON, J.; INGRAM, J. Tropical soil biology and fertility. 157, 265, 1989. *Biology and Fertility Methods_Web Soils Reading.pdf*. > Acesso em 26. Ago. 2022.
- BALOTA, E. L. Manejo e Qualidade Biológica do Solo. Ed. Mecenas, Londrina/PR, 2017, 287p.
- CHEN X. D.; DUNFIELD, K. E.; FRASER, T. D.; WAKELIN, S.A.; RICHARDSON, A.E.; CONDRON L. M. Soil biodiversity and biogeochemical function in managed ecosystems. *Soil Research*, v.58, p.1–20, 2020.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Estimativa de café. 2023. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/>>. Acesso em: 22 ago. 2023.
- CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL. Relatórios. 2022. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/#>> Acesso em: 22 ago. 2022.
- CULLINEY, T.W. Role of arthropods in maintaining soil fertility. *Agriculture*, v.3, p.629–659, 2013.
- DECAËNS, T.; JIMÉNEZ, J. J.; GIOIA, C.; MEASEY, G. J.; LAVELLE, P. The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology*, v.42, p.23–38, 2006.
- FILSER, J.; FABER, J. H.; TIUNOV, A.V.; LIJBERT BRUSSAARD, L.; FROUZ, J.; DE DEYN, G.; UVAROV, A.V.; BERG, M.P.; LAVELLE, P.; LOREAU, M. Soil fauna: Key to new carbon models. *Soil*, v.2, p.565–682, 2016
- FOX, J. WEISBERG, S.; ADLER, D.; BATES, D. *et al.*, *Package Car*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2021.

GHOLAMI, S.; SAYAD, E.; GEBBERS, R.; SCHIRRMANN, M.; JOSCHKO, M.; TIMMER, J. Spatial analysis of riparian forest soil macrofauna and its relation to abiotic soil properties. *Pedobiologia*, v.59, p.27-36, 2016.

GUIMARÃES, P. T. G. *et al.* Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação.* Viçosa, MG: UFV, 1999 p. 289-302.

KASSAMBARA, A. Package 'factextra' R topics documented, 2020.

KORBOULEWSKY, N. PEREZ, G.; CHAUVAT, M. How tree diversity affects soil fauna diversity: A review. *Soil Biololy and Biochemistry*, v.94, p.94-106, 2016.

LAMMEL, D. R. *et al.* Microbiological and faunal soil attributes of coffee cultivation under different management systems in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v.75, n.4, p.894-905, 2015.

LEMESSA, D.; HAMBÄCK, P. A.; HYLANDER, K. The effect of local and landscape level land-use composition on predatory arthropods in a tropical agricultural landscape. *Landscape Ecology*, v.30, n.1, p.167-180, 2015.

MENTA, C.; REMELLI, S. Soil health and arthropods: From complex system to worthwhile investigation. *Insects*, n.11, v.1, p.1-21 2020.

MARQUES, D. M. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. *Bioscience Journal*, v.30, n.5, p.1588-1597, 2014.

NASCIMENTO, L. A. A. Carbono em agregados e macrofauna do solo em sistemas de cultivo de café no sudoeste da Bahia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2021. 61p. Dissertação de Mestrado.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Café. 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

OLIVEIRA, C. C. *et al.*, Sombreamento de café (*Coffea arabica* L.) por araucária (*Araucaria angustifolia* L.) e seus efeitos na macrofauna e atributos físicos do solo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.9, n.6, 2016.

PIRES, B. S.; BONFATTI, B. R ; COGO, F. D. *et al.*, Alterações na cobertura do solo com destino agrícola nos municípios do Médio Rio Grande, em Minas Gerais. Alterações na cobertura do solo com destino agrícola nos municípios do Médio Rio Grande, em Minas Gerais. 1ed. 2022, v. p. 255-260.

REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da. *Café Arábica do plantio à colheita*. Lavras: U.R. EPAMIG S M. 2010. 1 v. (896 p.): il. ISBN 978-85-99764-14-5

R Development Core Team, R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria : the R Foundation for Statistical Computing, 2023.

SILVA, R. A.; SIQUEIRA, G. M.; COSTA, M. K. L.; GUEDES FILHO, O.; SILVA, E. F. DE F. Spatial Variability of Soil Fauna Under Different Land Use and Managements. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.42, p.1-18, 2018.

SOFO, A.; MININNI, A. N.; RICCIUTI, P. Soil Macrofauna: A key Factor for Increasing Soil Fertility and Promoting Sustainable Soil Use in Fruit Orchard Agrosystems. *Agronomy*, v.10, p.456-476, 2020.

TIBBETT M.; FRASER, T. D.; DUDDIGAN, S.; Identifying potential threats to soil biodiversity. *Life & Environment*, v.42, p.1–29, 2020.

WICKHAM, H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Edição Inglês | 1st ed. 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). *State of knowledge of soil biodiversity*; FAO: Roma, Itália, 2020. Disponível em:< <https://www.fao.org/3/cb1929en/cb1929en.pdf> Acesso em: 30 ago. 2022.

OKSANEN, O.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R. *et al.* *Vegan: Community Ecology Package*. R Package Version 2.3-5, 2016.