



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – LAGOA SECA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

JOÃO HENRIQUE CONSTANTINO SALES SILVA

**DIVERSIDADE DA FAUNA EDÁFICA EM DIFERENTES SISTEMAS DE
OCUPAÇÃO DA TERRA**

**LAGOA SECA, PB
2025**

JOÃO HENRIQUE CONSTANTINO SALES SILVA

**DIVERSIDADE DA FAUNA EDÁFICA EM DIFERENTES SISTEMAS DE
OCUPAÇÃO DA TERRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Costa Ferreira

**LAGOA SECA, PB
2025**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586d Silva, João Henrique Constantino Sales.
Diversidade da fauna edáfica em diferentes sistemas de ocupação da terra. [manuscrito] / João Henrique Constantino Sales Silva. - 2025.
29 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2025.

"Orientação : Prof. Dr. Thiago Costa Ferreira, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais - CCAA".

1. Agroecossistemas. 2. Bioindicadores. 3. Organismos edáficos. I. Título

21. ed. CDD 631.4

JOÃO HENRIQUE CONSTANTINO SALES SILVA

DIVERSIDADE DA FAUNA EDÁFICA EM DIFERENTES SISTEMAS DE
OCUPAÇÃO DA TERRA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
de Agronomia da Universidade Estadual
da Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia

Aprovada em: 18/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado eletronicamente por:

- **Thiago Costa Ferreira** (***.184.444-**), em 20/02/2025 18:07:17 com chave **aacd1feaeefce11efa6f51a7cc27eb1f9**.
- **Euclides Miranda Silva** (***.974.174-**), em 20/02/2025 18:10:36 com chave **20d7610aefcf11efb5b706adb0a3afce**.
- **Andygley Fernandes Mota** (***.453.594-**), em 20/02/2025 19:39:05 com chave **7dd03a4cefdb11ef999e1a1c3150b54b**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Folha de Aprovação do Projeto Final

Data da Emissão: 20/02/2025

Código de Autenticação: 494ae1



À minha mãe, pelo seu amor e apoio incondicional, que foram essenciais para a realização deste sonho, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Criador, por sua bondade e grandeza.

À minha família, especialmente aos meus pais, Diogens Sales e Jeane Constantino, por todo investimento na minha educação.

Ao professor Thiago Costa Ferreira, pela orientação, amizade e confiança que depositou em mim.

Aos membros da banca examinadora, Andygley Mota e Euclides Miranda, pelas valiosas contribuições na melhoria deste trabalho.

Aos amigos que fiz nas cidades de Solânea e Areia, Vitor Targino, Mariana Melo, Bianca Marina, Damiana Justino, Cosma Justino, Ivane Pontes, Kênia Lira, Natacia Nogueira, Hidalgo Valentim, Tatiane Deise, Kaio Alberto, Ana Heloíza e Valentina Ribeiro, pelo acolhimento e companheirismo ao longo dos anos.

Aos amigos Daniel Valentim e Shirley Monteiro, que conheci fora da UEPB, mas que fortaleci vínculos dentro da instituição, vocês ajudaram a tornar essa caminhada mais leve.

Aos amigos da UFPB, em especial ao grupo de pesquisa do Laboratório de Análise de Sementes (LAS), pelas palavras de conforto e de otimismo.

Ao Grupo de Pesquisa em Ecologia da Produção Vegetal no Semiárido (ECOVAR – UFPB), em especial ao professor Alex Barbosa, pela conceituação desta pesquisa.

À esta Instituição a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), em especial ao curso de Bacharelado em Agronomia, pela oportunidade de realizar este novo passo na minha vida acadêmica.

Por fim, agradeço aos que de alguma maneira contribuíram para a realização e conclusão deste trabalho acadêmico.

“A terra não é um “recurso”, mas um organismo vivo que possui necessidades.”

Ana Maria Primavesi

RESUMO

A fauna edáfica desempenha um papel crucial no ecossistema do solo e sua presença e atividade são indicadores da qualidade do ambiente edáfico, influenciando diretamente a produtividade das plantas e a sustentabilidade dos ecossistemas terrestres. Este trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade da fauna edáfica em diferentes sistemas de ocupação da terra. O estudo foi conduzido em diferentes sistemas de ocupação do solo: floresta, agrofloresta, mandala agrícola e pastagem, onde foram instaladas armadilhas do tipo *pitfall*. A macrofauna do solo foi identificada e quantificada até o táxon Ordem, e posteriormente, foram determinados os índices de diversidade biológica: índice de Shannon (H'), índice de Pielou e riqueza de grupos. Foram coletados 5.390 indivíduos distribuídos em 15 grupos taxonômicos. A maior abundância foi encontrada para mandala agrícola (2.329 indivíduos), seguida da pastagem (1.518 indivíduos), agrofloresta (1.150 indivíduos) e floresta (393 indivíduos). A floresta proporcionou o maior índice biológico ($H'=1,36$). A Ordem Hymenoptera foi a mais abundante nas quatro áreas de estudo, representada principalmente por insetos da família Formicidae. A abundância, riqueza e diversidade da fauna edáfica é afetada pelas formas de uso e ocupação da terra. As áreas de floresta e agrofloresta são similares em termos de riqueza e diversidade da macrofauna do solo. A análise de componentes principais destacou as associações entre os sistemas de ocupação da terra e a predominância de determinados grupos da fauna edáfica, reforçando que sistemas de ocupação mais intensiva do solo tendem a diminuir a diversidade e causar desequilíbrios na dinâmica da fauna invertebrada do solo.

Palavras-chave: Agroecossistemas. Bioindicadores. Organismos edáficos.

ABSTRACT

Edaphic fauna play a crucial role in the soil ecosystem and their presence and activity are indicators of the quality of the edaphic environment, directly influencing plant productivity and the sustainability of terrestrial ecosystems. The aim of this study was to assess the diversity of edaphic fauna in different land use systems. The study was conducted in different land use systems: forest, agroforestry, agricultural mandala and pasture, where pitfall traps were installed. The soil macrofauna was identified and quantified down to the Order taxon, and then the biological diversity indices were determined: Shannon index (H'), Pielou index and group richness. A total of 5,390 individuals were collected, distributed among 15 taxonomic groups. The greatest abundance was found in the agricultural mandala (2,329 individuals), followed by the pasture (1,518 individuals), agroforestry (1,150 individuals) and forest (393 individuals). The forest provided the highest biological index ($H'=1.36$). The Order Hymenoptera was the most abundant in the four study areas, represented mainly by insects from the Formicidae family. The abundance, richness and diversity of the edaphic fauna is affected by the forms of land use and occupation. The forest and agroforestry areas are similar in terms of soil macrofauna richness and diversity. Principal component analysis highlighted the associations between land occupation systems and the predominance of certain groups of edaphic fauna, reinforcing that more intensive land occupation systems tend to decrease diversity and cause imbalances in the dynamics of soil invertebrate fauna.

Keywords: Agroecosystems. Bioindicators. Edaphic organisms.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Localização dos sistemas de ocupação da terra no município de Bananeiras, Paraíba, Brasil.....	12
Figura 2. Sistemas de uso e manejo do solo: (a) floresta, (b) sistema agroflorestal, (c) mandala agrícola e (d) pastagem.....	14
Figura 3. Esquematização do método utilizado para captura dos organismos edáficos.....	15
Figura 4. (a) Frequência de distribuição da temperatura, em °C, e (b) umidade do solo, em %, nos diferentes sistemas de ocupação da terra. (c) Precipitação pluviométrica média mensal (mm) e temperaturas máximas, mínimas e médias no município de Bananeiras, PB, Brasil.....	17
Figura 5. Domínio e ocorrência de ordens taxonômicas nas áreas de estudo (pastagem, mandala agrícola, agrofloresta e floresta).....	19
Figura 6. (a) Análise de componentes principais da relação entre grupos de artrópodes edáficos e sistemas de ocupação do solo (floresta, agrofloresta, mandala agrícola e pastagem). (b) Correlação de Spearman entre os grupos de artrópodes considerando todas as áreas amostradas	21

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Atributos químicos e biológicos dos solos sob diferentes sistemas de ocupação da terra em um Brejo de Altitude no município de Bananeiras, PB..... 18
- Tabela 2.** Parâmetros e índices ecológicos utilizados para avaliar as comunidades de artrópodes nas áreas amostradas..... 20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1 Área de estudo	12
2.2 Caracterização dos sistemas	13
2.3 Estabelecimento e condução do experimento.....	15
2.4 Análise química e biológica do solo	17
2.5 Análise estatística	18
3 RESULTADOS	19
4 DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÕES	25
6 REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O solo é habitado por milhares de organismos responsáveis por diversas funções no ecossistema. Entre esses organismos, destacam-se os pertencentes à fauna do solo, a qual apresenta uma grande sensibilidade às modificações realizadas no meio, podendo ser considerada como um bom bioindicador de qualidade do solo (Góes et al., 2021). As modificações das paisagens naturais e dos ecossistemas em função do uso intensivo do solo, bem como das práticas inadequadas de produção, ocasionam inúmeras alterações na composição e diversidade da fauna edáfica, que são atores importantes no processo de fragmentação dos resíduos vegetais e sua redistribuição, mineralização e humificação da matéria orgânica do solo (Hoffmann et al., 2018; Pompeo et al., 2020).

Devido à relação direta com os processos do solo, a fauna edáfica tem sido apontada como um bom indicador da qualidade do mesmo, sendo usada para comparar manejos e usos do solo (Silva et al., 2019; Pessotto et al., 2020). O conhecimento dos grupos de invertebrados que regulam comunidades microbianas e modificam os habitats da serapilheira e do solo podem fornecer bases para o manejo da fauna edáfica (Silva e Amaral, 2013). Além disso, avaliar o comportamento biológico do solo ajuda a entender o funcionamento dos sistemas de produção, pois a biota do solo está intimamente ligada aos processos de decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (Silva et al., 2023), afetando uma série de atributos físicos, químicos e biológicos do solo, sobretudo em ambientes tropicais (Silva et al., 2021).

A redução ou extinção de alguns grupos de invertebrados do solo, e a subsequente perda de suas atividades benéficas, contribuem para as altas taxas de deterioração da terra, declínio da fertilidade, redução de nutrientes e aumento de pragas de artrópodes (Bedano et al., 2016). A biota do solo, especialmente os representantes da macro e mesofauna, exercem papel determinante no ecossistema terrestre, sendo marcada pela sua complexidade tanto em termos quantitativos quanto em tipos de organismos, necessitando de mais estudos sobre a diversidade desses organismos (Silva e Amaral, 2013) e sua relação com os diferentes sistemas de ocupação da terra.

A hipótese deste estudo é que a composição, abundância e riqueza da fauna edáfica é alterada pela intensificação da paisagem agrícola. Nesse sentido, é

importante compreender o impacto dos diferentes sistemas de ocupação da terra visando encontrar práticas agropecuárias que promovam a preservação da biodiversidade e a conservação do solo.

Os objetivos deste estudo foram avaliar a diversidade de organismos da fauna edáfica em diferentes sistemas de ocupação da terra e identificar grupos taxonômicos da fauna do solo relacionados à ocupação da terra.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em quatro sistemas de ocupação da terra situados no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCHSA/UFPB), Campus III, Bananeiras, Paraíba (Figura 1). O município de Bananeiras está localizado na Microrregião do Brejo Paraibano, a uma altitude de aproximadamente de 526 metros. O clima local, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo As' (tropical chuvoso) quente e úmido (Alvares et al., 2013), com média pluviométrica anual de 1187,9 mm e temperatura média anual de 22,3 °C.

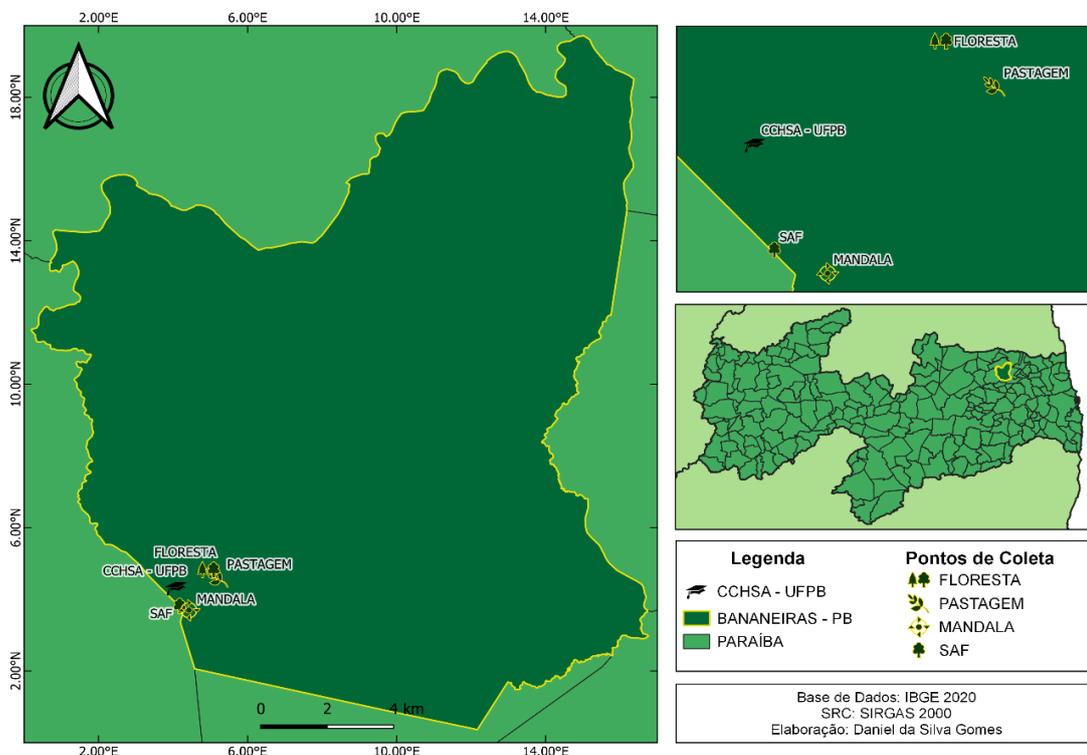


Figura 1. Localização dos sistemas de ocupação da terra no município de Bananeiras, Paraíba, Brasil. Fonte: Silva JHCS (2021).

O tipo de solo predominante na região é o Latossolo Amarelo Distrófico (Santos et al., 2018), caracterizados por sua baixa fertilidade, alta acidez, textura geralmente argilosa, bem drenados e com um perfil profundo, apresentando uma coloração amarelada devido à presença de óxidos de ferro. A região possui características típicas dos Brejos de Altitude nordestinos, enclaves na Mata Atlântica situados em áreas mais altas e úmidas em comparação com a vegetação xerófila da Caatinga. A umidade é resultado do efeito orográfico, que aumenta a pluviosidade e reduz as temperaturas, criando "ilhas" de microclima diferenciado, abrigando uma biodiversidade única e desempenhando um papel crucial na manutenção do equilíbrio ecológico (Cordeiro et al., 2023).

2.2 Caracterização dos sistemas

Os sistemas de ocupação da terra são descritos a seguir:

Floresta – O remanescente de Floresta Ombrófila Aberta possui aproximadamente 35,5 ha e é considerado um importante fragmento florestal ecotonal de Brejo de Altitude que abriga importantes espécimes autóctones representantes da tipologia vegetal de grande relevância fitogenética e ecológica para o resguardo da fauna e flora local. Dentre as espécies que ocorrem na área destacam-se o jatobazeiro (*Hymenaea courbaril* L.), pitombeiras (*Talisia esculenta* (Cambess.) Radlk.), biribas (*Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. ex Miers) e oiticicas (*Licania* sp.). O solo da área é coberto por uma espessa camada de serapilheira (Figura 2a). Não há sinais de intervenção antrópica no local, indicando que a área se encontra em bom estado de conservação.

Agrofloresta – O sistema agroflorestal (SAF) corresponde a uma área com cerca de 0,68 ha. Foi implantado há aproximadamente 19 anos, possui a gliricídia (*Gliricídia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) como planta principal e o café (*Coffea* sp.) como planta secundária nas entrelinhas, esta é uma cultura que apresenta exigência de sombra, característica de espécies de sub-bosque (Figura 2b). O solo da área tem uma moderada camada de serapilheira (0,05 m). No plantio do café a adubação do solo foi feita com esterco caprino/ovino e superfosfato simples como adubação de cobertura. Inicialmente o sistema era irrigado por gotejamento até a primeira frutificação do cafezal. Os tratos culturais que ocorrem na área são: capina seletiva, poda da gliricídia e a colheita do café.

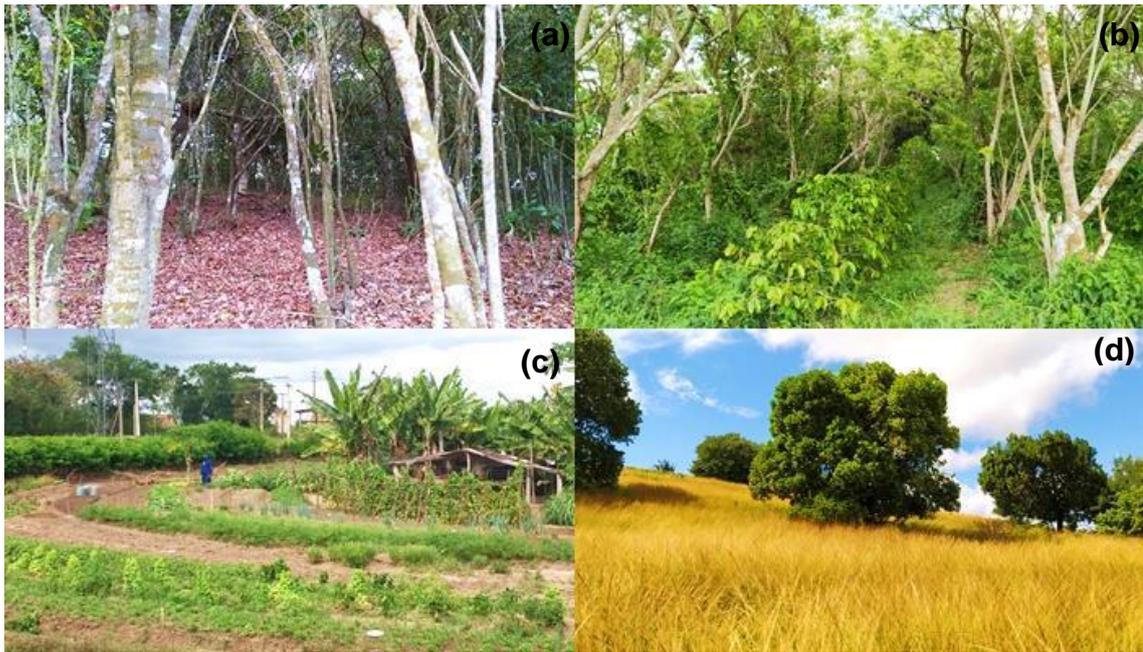


Figura 2. Sistemas de uso e manejo do solo: (a) floresta, (b) sistema agroflorestal, (c) mandala agrícola e (d) pastagem. Fonte: Silva JHCS (2021).

Mandala Agrícola – O sistema orgânico de produção em formato circular (Figura 2c) corresponde a uma área de aproximadamente 0,38 ha, implantada há cerca de 20 anos, sendo composta por frutíferas (mamoeiro e bananeira), culturas anuais (milho, macaxeira, feijão e abóbora), hortaliças (alface, cebolinha, cenoura, beterraba, couve, coentro, pimentão), plantas medicinais e aromáticas (manjeriço, hortelã) e plantas alimentícias não convencionais (Panc), como a taioba. Esse sistema possui um aporte considerável de matéria orgânica proveniente de restos de cultura e esterco de pequenos ruminantes. Por outro lado, a área é manejada sem muitos critérios técnicos. O sistema é capinado com frequência e irrigado diariamente com mangueiras e aspersores. Não há uso sistemático de cobertura morta nos canteiros, pois boa parte do solo fica exposto e/ou dominado por plantas invasoras, como a tiririca (*Cyperus* sp.).

Pastagem – Área composta por gramíneas exóticas e nativas não identificadas, algumas herbáceas dominantes como da salsa-roxa (*Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult.), outras arbóreas esparsas como a jaqueiras (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), além de pequenos arbustos (Figura 2d). A área possui aproximadamente 1,15 ha e não recebe tratamentos culturais com frequência, exceto pela aração e gradagem do solo uma vez ao ano. Houve uma tentativa para recuperar a área com o capim *Panicum maximum*, no entanto a área foi rapidamente infestada por

plantas invasoras espontâneas. Periodicamente ovinos forrageiam na área.

2.3 Estabelecimento e condução do experimento

Foram instaladas 40 armadilhas de queda (*pitfall traps*) de forma casualizada no solo em cada sistema de ocupação da terra. Devido às características climáticas da região, optou-se pelo mês de fevereiro de 2020 para a coleta da fauna, considerando a estabilidade climática (precipitação e temperatura) durante o período vegetativo das culturas de verão e maiores diferença nas práticas de manejo dentro de cada área de estudo.

As armadilhas (Figura 3) foram confeccionadas utilizando garrafas plásticas do tipo pet, cortadas à uma altura de 15 cm da base e enterradas ao nível da superfície do solo. Cada armadilha continha aproximadamente 200 ml de uma solução aquosa de detergente neutro (15%) e formol (4%), com o objetivo respectivo de capturar e conservar os espécimes. Pratos de plástico foram colocados sobre as armadilhas, apoiados com palitos de churrasco, para evitar que o líquido conservante fosse diluído ou que transbordasse após a chuva ou água de irrigação (Silva e Amaral, 2013).

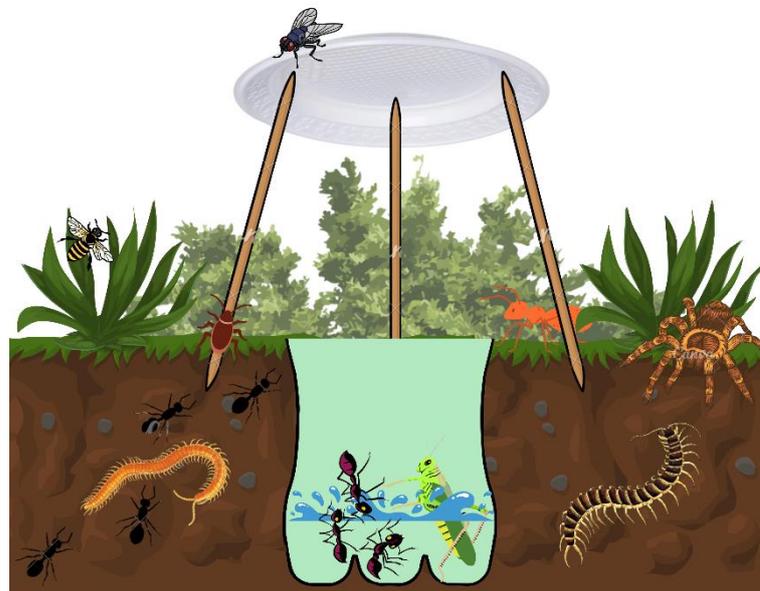


Figura 3. Esquemática do método utilizado para captura dos organismos edáficos.
Fonte: Autor (2025).

Em cada sistema foram demarcados quatro transectos de 20 x 20 m, nos quais as armadilhas foram instaladas a uma distância de 3,0 m uma da outra, em forma de zigue-zague, e deixadas no campo por 96 horas. Após esse período, todo o conteúdo

foi peneirado e conservado em álcool 70%. As amostras de cada sistema foram levadas ao Laboratório de Entomologia do CCHSA/UFPB e o conteúdo foi transferido para uma placa de Petri. Com o auxílio de pinça e lupa binocular, a macrofauna presente nas amostras foi quantificada e reunida no grupo taxonômico Ordem com base em chaves de identificação (Costa et al., 2006; Triplehorn e Jonnson, 2011).

A partir da identificação dos grupos, foram determinados os seguintes índices de diversidade biológica: Índice de Shannon Wiener (H'), Índice de equitabilidade de Pielou e riqueza total. A riqueza total (S) foi expressa pelo número total de grupos taxonômicos. O índice de Shannon Wiener quantifica a diversidade de uma área pelo número de espécies e abundância relativa, sendo expresso pela seguinte fórmula:

$$H' = - \sum p_i . \text{Log} . p_i$$

em que:

H' = diversidade de grupos;

$p_i = n_i/N$;

n_i = densidade de cada grupo;

$N = \Sigma$ da densidade de todos os grupos.

Neste caso, quanto maior o valor de H' maior será a quantidade de diversidade.

O índice de equitabilidade de Pielou indica a uniformidade da fauna em cada área, ou seja, como os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies presentes na amostra. O cálculo desse parâmetro é realizado pela seguinte equação:

$$U =: \frac{H'}{\text{Log}_2 S}$$

em que:

U = índice de equitabilidade de Pielou;

H' = índice de Shannon Wiener;

S = número de grupos taxonômicos em cada área.

Valores de U próximos a 0 indicam que algum grupo mantém a dominância, enquanto valores próximos a 1 indicam que a abundância relativa é semelhante entre

os grupos.

Simultaneamente à amostragem da biota do solo foi efetuada a verificação da temperatura edáfica (Figura 4a) na superfície através de termômetro digital do tipo espeto (TE-500 Instrutherm®), bem como a coleta de amostras de solo a 10 cm de profundidade as quais, em seguida, foram acondicionadas em recipientes metálicos e vedadas para determinação do teor de água do solo (Figura 4b) em estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (Silva et al., 2023).

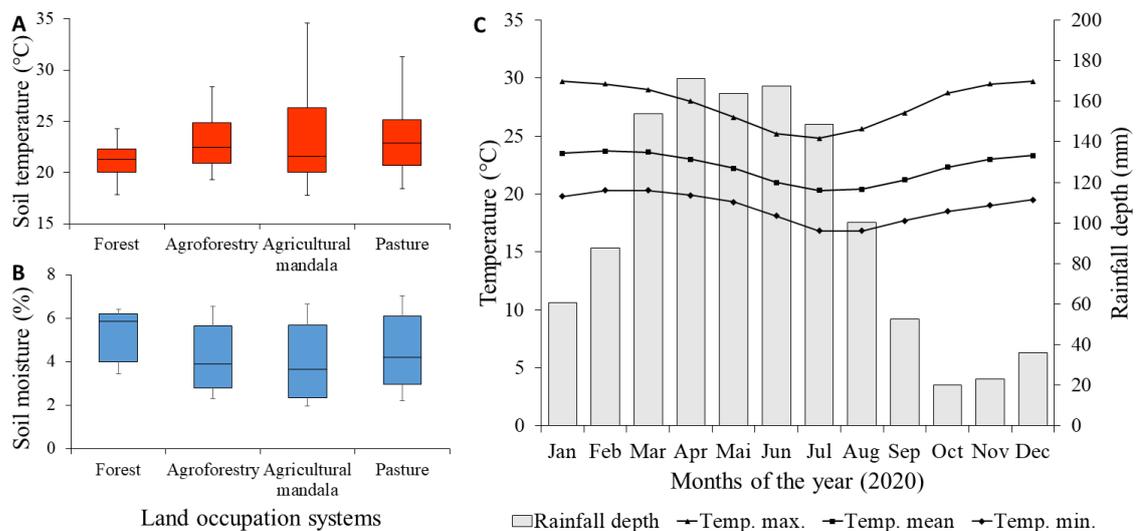


Figura 4. (a) Frequência de distribuição da temperatura, em °C, e (b) umidade do solo, em %, nos diferentes sistemas de ocupação da terra. (c) Precipitação pluviométrica média mensal (mm) e temperaturas máximas, mínimas e médias no município de Bananeiras, PB, Brasil. Fonte: Autor (2025).

A temperatura e precipitação pluviométrica média mensal do município (Figura 4c) foram obtidas por consulta ao Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (BDMEP, 2021).

2.4 Análise química e biológica do solo

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Físico-Química do Solo no CCHSA/UFPB. Foram coletadas quatro amostras simples de solo em cada sistema, a uma profundidade de 0,00-0,20 m. As amostras foram secas ao ar, em seguida peneiradas em uma malha de 2 mm para remover pedras e resíduos vegetais, destorroadas e homogeneizadas para formação de uma amostra composta, seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (2017). A atividade microbiana foi quantificada

pela liberação de CO₂ no processo da respiração edáfica (A'CO₂), conforme método utilizado por Silva et al. (2022). As principais características químicas e biológica de cada tipo de solo e sistema de uso da terra são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e biológicos dos solos sob diferentes sistemas de ocupação da terra em um Brejo de Altitude no município de Bananeiras, PB.

Atributos ¹	Sistemas			
	Floresta	Agrofloresta	Mandala	Pastagem
pH (H ₂ O)	4,99	5,55	5,84	5,61
P (cmol _c dm ⁻³)	0,02	0,13	0,27	0,05
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,14	0,30	0,29	0,24
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,83	0,04	0,23	0,01
H ⁺ +Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	5,19	4,41	1,49	1,64
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,10	0,05	0,35	0,10
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	1,83	2,70	3,45	0,98
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	1,80	2,78	1,88	1,75
SB (cmol _c dm ⁻³)	3,85	5,84	5,73	3,00
CTC (cmol _c dm ⁻³)	8,06	9,56	7,54	4,14
V (%)	41,26	55,94	84,34	69,59
CO (g kg ⁻¹)	28,09	26,07	22,87	8,65
A'CO ₂ (mg m ⁻² h ⁻¹)	102,0	107,25	118,6	125,7

¹pH: potencial hidrogeniônico; P: fósforo assimilável; K⁺: potássio trocável; Na⁺: sódio trocável; H⁺ + Al⁺³: acidez trocável; Al⁺³: alumínio trocável; Ca⁺²: cálcio trocável; Mg⁺²: magnésio trocável; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; V%: percentual de saturação por bases; CO: carbono orgânico; A'CO₂: respiração edáfica. Fonte: Autor (2025).

2.5 Análise estatística

Testes não paramétricos foram aplicados para analisar agrupamentos dos táxons nos diferentes sistemas de ocupação da terra. Foram feitas análises multivariadas de componentes principais (ACP) com as áreas amostradas para determinar o nível de relação entre os grupos taxonômicos.

Em seguida, foi realizada a correlação de Spearman (*rs*) para todas as combinações entre os táxons, em que a significância dos valores de *rs* foi determinada pelo teste t ($p \leq 0,05$). Os adjetivos para descrever a magnitude das correlações foi realizado de acordo com a metodologia de Davis (1971), onde: $r = 0,01$ a $0,09$ (correlação insignificante); $r = 0,10$ a $0,29$ (baixa); $r = 0,30$ a $0,49$ (moderado); $r = 0,50$ a $0,69$ (substancial); $r = 0,70$ a $0,99$ (muito alto); $r = 1,0$ (correlação perfeita). Os índices de diversidade foram calculados utilizando o pacote *vegan* do *software* R, versão 4.2.1 (R Core Team, 2022).

3 RESULTADOS

Foram coletados 5.390 indivíduos pertencentes a 15 grupos taxonômicos (Araneae, Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isopoda, Isoptera, Lepidoptera, Mantodea, Orthoptera, Scolopendrida, Scorpiones e outros artrópodes) (Figura 5). Os grupos mais abundantes nesse estudo foram Hymenoptera (4.494 indivíduos), seguido por Isopoda (317 indivíduos), Araneae (211 indivíduos) e Orthoptera (112 indivíduos).

Scorpiones foi o grupo com menor abundância (2 indivíduos), seguido por Mantodea (3 indivíduos). A ordem Hymenoptera correspondeu a cerca de 93 % do total de indivíduos na área de pastagem, 90% na mandala agrícola, 64% na agrofloresta e 62% de indivíduos na floresta (Figura 5), sendo a família Formicidae predominante entre eles.

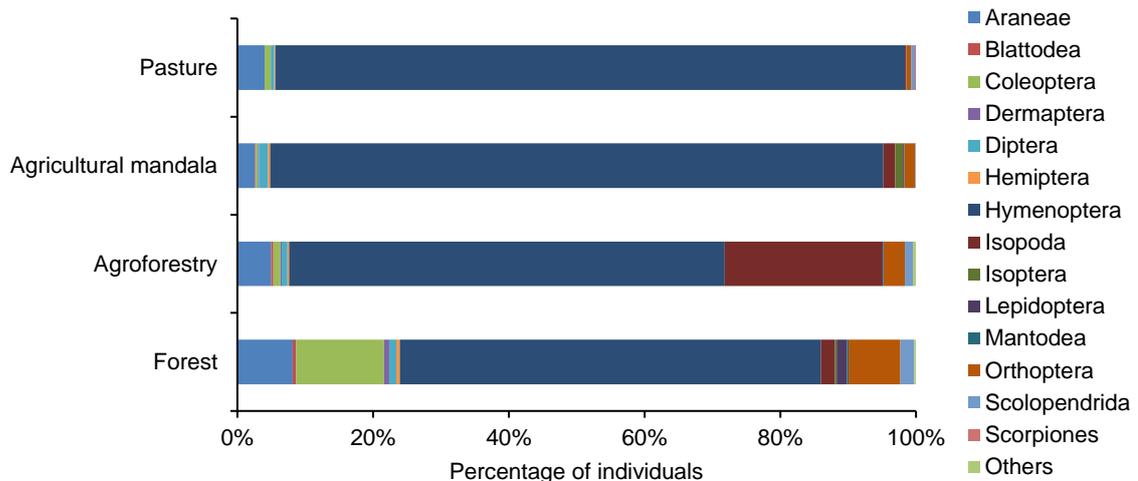


Figura 5. Domínio e ocorrência de ordens taxonômicas nas áreas de estudo (pastagem, mandala agrícola, agrofloresta e floresta). Fonte: Autor (2025).

A abundância de indivíduos (Tabela 2) foi maior na mandala agrícola (2.329 ± 539), seguida pela pastagem (1.518 ± 362), agrofloresta (1.150 ± 195) e floresta (393 ± 62). A maior diversidade (índice de Shannon) foi registrada nas parcelas de floresta ($H' = 1,36$), seguida pela área de agrofloresta ($H' = 1,11$), mandala agrícola ($H' = 0,50$) e pastagem ($H' = 0,36$). Nas áreas estudadas o valor médio da diversidade de Shannon foi superior a 1 na floresta e agrofloresta.

O índice de Pielou apresentou maior uniformidade na área de floresta ($U = 0,51$) e agrofloresta ($U = 0,43$). Apesar da baixa abundância nessas áreas, os indivíduos encontram-se melhor distribuídos entre os grupos, ao contrário da mandala agrícola e pastagem, por exemplo, cujos valores foram $U = 0,19$ e $0,15$, respectivamente (Tabela 2). A maior riqueza de grupos taxonômicos correspondeu na área de floresta (riqueza total = 14) seguida da agrofloresta e mandala (riqueza total = 13). A menor riqueza correspondeu na área de pasto (riqueza total = 11).

Tabela 2. Parâmetros e índices ecológicos utilizados para avaliar as comunidades de artrópodes nas áreas amostradas.

Sistemas	Abundância \pm desvio padrão	Índice de Shannon	Índice de Pielou	Riqueza de Grupos
Floresta	393 \pm 62	1.36	0.51	14
Agrofloresta	1.150 \pm 195	1.11	0.43	13
Mandala agrícola	2.329 \pm 539	0.50	0.19	13
Pastagem	1.518 \pm 362	0.36	0.15	11

Fonte: Autor (2025).

Na Análise de Componentes Principais (ACP) (Figura 6a), o eixo principal reportou 40,2% (PCA 1) e o eixo secundário reportou 35,8% (PCA 2). A análise dos componentes principais permitiu identificar os táxons da fauna do solo com maior correlação com seus respectivos sistemas de ocupação do solo. A ACP permitiu identificar a formação de três grupos com base nas características da fauna edáfica dos sistemas de ocupação do solo, nomeadamente: 1) floresta e agrofloresta, relativo aos táxons Isopoda, Coleoptera, Scolopendrida e Blattodea; 2) mandala agrícola, relacionado a Isoptera, Diptera, Hemiptera e Hymenoptera; 3) pastagem, relacionado ao grupo Scorpiones e aos demais grupos de táxons com maiores ou menores correlações.

Os valores obtidos para a correlação de Spearman (Figura 6b) entre os grupos de artrópodes indicaram que houve associação significativa e positiva entre Dermaptera, Coleoptera, Lepidoptera, Mantodea e Orthoptera. A ordem Araneae também apresentou correlação positiva e significativa com Scolopendrida. A ordem Hymenoptera teve correlação significativa e negativa com Blattodea. A maioria das correlações entre as ordens Araneae, Blattodea, Coleoptera, Lepidoptera, Mantodea, Orthoptera, Scolopendrida, Hemiptera e Dermaptera são consideradas como muito altas ($r = 0,70$ a $0,99$) e perfeitas ($r = 1,0$).

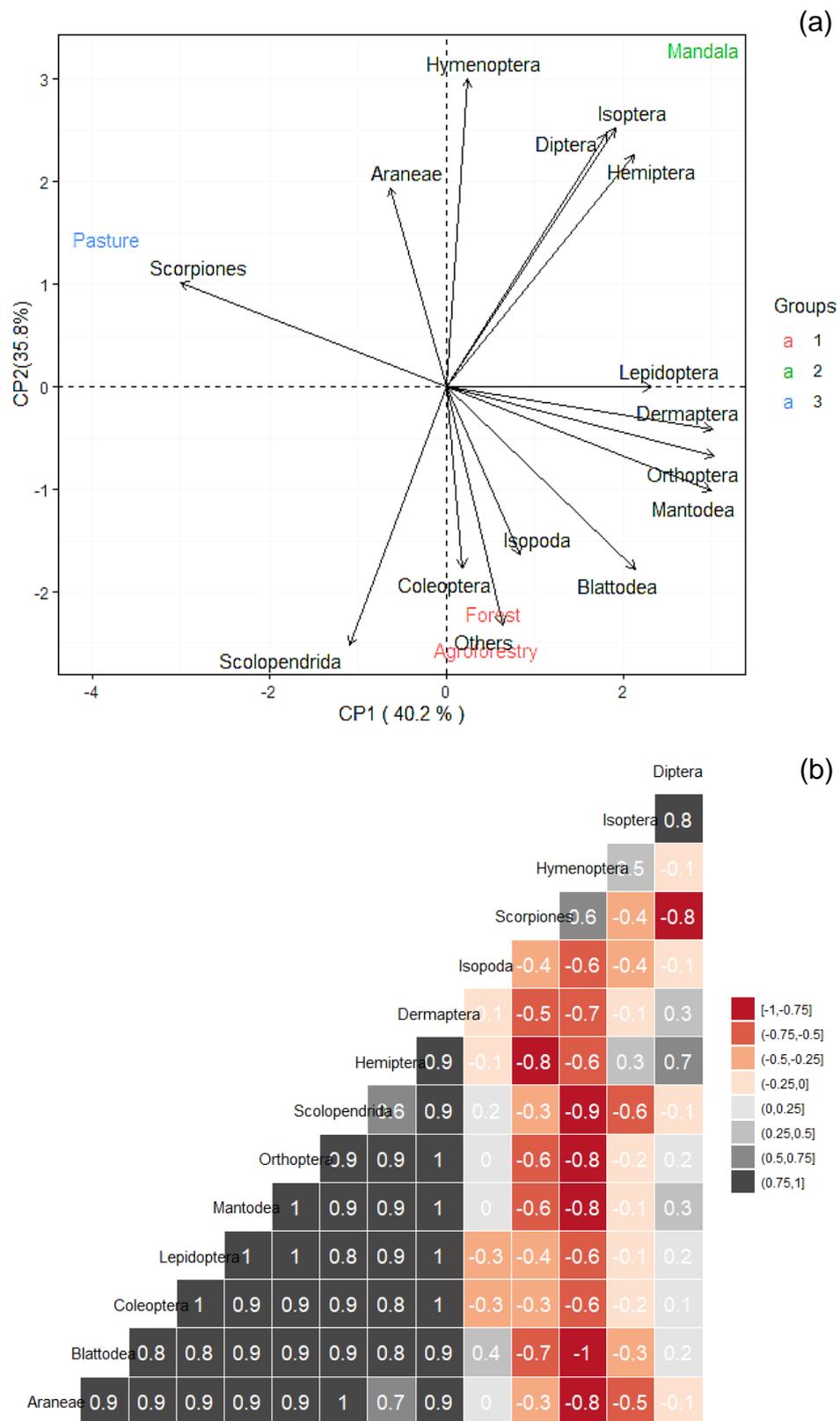


Figura 6. (a) Análise de componentes principais da relação entre grupos de artrópodes edáficos e sistemas de ocupação do solo (floresta, agrofloresta, mandala agrícola e pastagem). (b) Correlação de Spearman entre os grupos de artrópodes considerando todas as áreas amostradas. Fonte: Autor (2025).

Os grupos Hymenoptera e Scorpiones apresentaram correlações negativas com os demais grupos taxonômicos (Figura 6b). Os grupos Isopoda, Isoptera e Diptera apresentaram correlações insignificantes ($r = 0,01$ a $0,09$), baixas ($r = 0,10$ a $0,29$) e moderadas ($r = 0,30$ a $0,49$), respectivamente, exceto para as correlações entre Diptera e as ordens Isoptera ($r = 0,84$) e Scorpiones ($r = -0,82$), cujos valores são considerados altos.

4 DISCUSSÃO

A atividade humana no uso e manejo do solo exerce forte influência na comunidade do solo, afetando diretamente a sua abundância e diversidade, em decorrência de distúrbios físicos e mudanças na quantidade e qualidade da matéria orgânica (Silva et al., 2019). A fauna do solo reage de forma significativa às mudanças no ambiente, devido à disponibilidade de alimentos, à criação de microclimas e à entrada de recursos vegetais (Brito et al., 2016).

A complexidade da vegetação e a composição da serapilheira suportam comunidades mais diversas de organismos, devido ao aumento de pequenos microsítios e à disponibilidade de alimento para diferentes grupos da fauna do solo (Perez et al., 2013). Por outro lado, solos intensivamente alterados pela atividade humana, com acúmulo de poluentes, habitat fragmentado com pouca diversidade de plantas e com mudanças no microclima (Rzeszowski et al., 2017), representam condições desfavoráveis para a fauna do solo e tendem a apresentarem menores riquezas e diversidades (Pessotto et al., 2020), como observado na área de pastagem. Nesse sistema, caracterizado pelo baixo aporte de serapilheira, composta principalmente por gramíneas, a menor quantidade de nutrientes e matéria orgânica também contribui para a redução da diversidade de artrópodes do solo.

A maior diversidade e riqueza de invertebrados na floresta e agrofloresta (Tabela 2), pode estar relacionada à presença de serapilheira, importante como alimento e habitat para os invertebrados (Pereira et al., 2015). De acordo com Bedano et al. (2016), tanto a quantidade quanto a qualidade da serapilheira influenciam na criação de um ambiente propício para o desenvolvimento dos organismos do solo, o que, por sua vez, contribuem para o equilíbrio ecológico e para a formação de complexos ecossistêmicos, devido às condições ideais de umidade, aeração, temperatura, pH e disponibilidade de recursos alimentares na superfície do solo. De acordo com Martins

et al. (2018), as variações no número de indivíduos e táxons da fauna edáfica são reflexo do sistema de ocupação da terra, que proporciona maior ou menor aporte de biomassa ao sistema.

A maior abundância de indivíduos na mandala agrícola (Tabela 2) pode ter resultado da presença de resíduos orgânicos no solo proveniente de culturas anteriores, que ofereceu alimento à fauna edáfica, favorecendo grupos como Hymenoptera (2.104 indivíduos). A Ordem Hymenoptera foi a mais abundante nos quatro sistemas de ocupação da terra (Figura 5), representada principalmente por insetos da família Formicidae. Este grupo está entre os mais importantes da fauna do solo, pois participa da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes (Brito et al., 2016), atuando também na aeração e no banco de sementes do solo (Crepaldi et al., 2014).

A família Formicidae tem sido reportada como dominante em diversos ambientes e a sua abundância pode estar relacionada à disponibilidade de alimentos e a sua capacidade de adaptabilidade às diferentes mudanças no meio (Perfecto e Philpott, 2020). Insetos sociais, destacando-se as formigas, também foram mais abundantes entre os demais táxons da fauna em áreas com diferentes coberturas (Martins et al., 2017).

A família Araneae também se destacou devido ao elevado número de indivíduos coletados, independente do uso do solo (Figura 5). As aranhas habitam vários habitats, são principalmente noturnas e se alimentam quase exclusivamente de insetos. Sua atividade predatória exerce um importante efeito regulador na comunidade do solo, e algumas famílias são indicadoras da qualidade do ambiente edáfico, refletindo o nível de perturbação antrópica, principalmente em áreas de floresta (Baretta et al., 2011).

Através da análise de componentes principais (ACP) (Figura 6a), foi possível identificar associações entre os sistemas de ocupação da terra e a predominância de determinados grupos da fauna edáfica. A variação na presença de grupos específicos da fauna do solo em cada sistema de ocupação da terra está relacionada ao método de preparo do solo e, principalmente, aos efeitos positivos dos resíduos vegetais que permanecem na superfície do solo. Esses resíduos criam um ambiente mais propício para a sobrevivência de certos grupos de organismos (Moço et al., 2005), a exemplo dos coleópteros (Coleoptera), cuja abundância foi maior na área de floresta (Figura 6a), reforçando a ideia de que um ambiente com maior diversidade e menor

intensidade de uso da terra favorece a ocorrência desse grupo (Pompeo et al., 2017, 2020).

O grupo Diptera, embora considerado não edáfico, apresentou maior associação ao sistema agrícola mandala (Figura 6a). Isso pode estar relacionado ao fato de que neste sistema há uma maior quantidade de resíduos de origem animal e vegetal. A presença da Ordem Isoptera também foi mais significativa no ambiente agrícola (Figura 6a), possivelmente devido aos níveis consideráveis de argila e matéria orgânica nesse sistema, visto que esses organismos utilizam a argila como componente principal na construção de seus ninhos (Oberst et al., 2016). Esse grupo de organismos desempenha funções ecológicas importantes em ecossistemas tropicais, participando da movimentação do solo entre camadas e dos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes (Jouquet et al., 2014; Roy et al., 2018).

Notavelmente, o período de coleta das amostras (fevereiro/2020) foi selecionado levando em conta as características climáticas da região (Figura 4c), possibilitando a realização da coleta em um momento com menores variações de temperatura. A precipitação mensal durante esse período (88 mm) também se aproximou da média anual, o que contribuiu para compreender como a cobertura vegetal nos diferentes sistemas de ocupação afeta a diversidade da fauna do solo. Segundo Siqueira et al. (2016), a diversidade e abundância da fauna do solo são principalmente influenciadas pelos valores de temperatura máxima e mínima, uma vez que muitos organismos do solo respondem ou interagem com o ambiente devido a estímulos térmicos extremos.

Fica evidente também que os grupos de fauna edáfica que se correlacionam com a agrofloresta, a exemplo da Ordem Isopoda (Figura 6a), são organismos relacionados a ambientes com alto teor de matéria orgânica e elevado teor de umidade no solo (Siqueira et al., 2016). Segundo Baretta et al. (2006), os resultados das análises de agrupamento permitem a compreensão das disparidades entre os diferentes sistemas de ocupação da terra, levando em conta a abundância e diversidade dos grupos taxonômicos, essenciais para distinguir entre os métodos de preparo do solo e sistemas de cultivo, além de serem fundamentais para entender a dinâmica dos principais grupos de organismos do solo.

Ao avaliar a fauna edáfica em diferentes sistemas de ocupação da terra, Baretta et al. (2003) constataram que as ordens Araneae, Orthoptera, Coleoptera e Hemiptera apresentaram grande similaridade entre si, independente do sistema de uso e manejo do solo avaliado, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo,

uma vez que esses grupos taxonômicos apresentaram alta correlação entre si (Figura 6b). Ao considerar a diversidade biológica, Mueller et al. (2015) confirmaram que a disponibilidade de recursos desempenha um papel crucial na regulação da comunidade de invertebrados do solo, e que o uso e manejo do solo também influenciam a composição e diversidade de certos grupos.

Nossos resultados confirmam os achados de Silva et al. (2019), Pessotto et al. (2020) e Lima et al. (2024), que descrevem a ocupação do solo como um fator determinante na diversidade da fauna do solo em diferentes escalas. Essa atividade reduz, elimina ou seleciona grupos de organismos mais ou menos adaptados às mudanças na ocupação do solo. Góes et al. (2021), ao investigarem a diversidade da fauna do solo em diferentes sistemas de uso e ocupação do solo, concluíram que os sistemas de ocupação com menor grau de perturbação do solo afetam em menor medida a fauna edáfica.

A partir deste estudo foi possível observar relações entre os diferentes grupos de organismos do solo e os padrões de uso da terra. Ao identificar esses grupos, torna-se viável conduzir estudos mais aprofundados, com ênfase na taxonomia, a fim de avaliar a contribuição desses animais em termos de serviços ecossistêmicos no solo. Essa abordagem potencializa o uso desses organismos como bioindicadores da qualidade do solo. É fundamental compreender como a ocupação da terra impacta a comunidade do solo, a fim de promover estratégias de produção mais sustentáveis e reduzir os riscos de desequilíbrios ecológicos.

5 CONCLUSÕES

A abundância, riqueza e diversidade da fauna edáfica é afetada pelas formas de uso e ocupação da terra.

As áreas de floresta e agrofloresta são similares em termos de riqueza e diversidade da macrofauna do solo, indicando maior estabilidade estrutural.

A análise de componentes principais destacou as associações entre os sistemas de ocupação da terra e a predominância de determinados grupos da fauna edáfica, reforçando que sistemas de ocupação mais intensiva do solo tendem a diminuir a diversidade e causar desequilíbrios na dinâmica da fauna invertebrada do solo.

6 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; BERTOL, I.; ALVES, M. V.; MANFOI, A. F.; BARETTA, C. R. D. M. **Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense**. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 5, n. 2, p. 108-117, 2006.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, Á. L.; WILDNER, L. P.; MIQUELLUTI, D. J. **Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense**. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 2, n. 2, p. 97-106, 2003.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C.; SEGAT, J.C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. D.; ALVES, M. V. **Fauna edáfica e qualidade do solo**. Tópicos em Ciência do Solo, v. 7, p. 119-170, 2011.

BDMEP - **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2021. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

BEDANO, J. C.; DOMÍNGUEZ, A.; AROLFO, R.; WALL, L. G. **Effect of Good Agricultural Practices under no-till on litter and soil invertebrates in areas with different soil types**. Soil & Tillage Research, v. 158, n. 1, p. 100-109, 2016.

BRITO, M. F.; TSUJIGUSHI, B. P.; OTSUBO, A. A.; SILVA, R. F.; MERCANTE, F. M. **Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n. 3, p. 253-260, 2016.

CORDEIRO, J. M. P.; FELIX, L. P.; SOUZA, B. I.; PESSOA, E. **Florestas Estacionais Decíduas de Terras Baixas no Agreste da Paraíba, Brasil: Mata Atlântica, ecótono ou Caatinga?**. Iheringia, Série Botânica., v. 78, p. e2023006, 2023.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2006. 249p.

CREPALDI, R. A.; PORTILHO, I. I. R.; SILVESTRE, R.; MERCANTE, F. M. **Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária**. Ciência Rural, v. 44, p. 781-787, 2014.

DAVIS, J. A. **Elementary survey analysis**. Englewood: Prentice-Hall. 1971.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

GÓES, Q. R.; FREITAS, L. R.; LORENTZ, L. H.; VIEIRA, F. C. B.; WEBER, M. A. **Análise da fauna edáfica em diferentes usos do solo no Bioma Pampa**. Ciência Florestal, v. 31, n. 1, p. 123-144, 2021.

HOFFMANN, R. B.; LIMA, S. V.; HOFFMANN, G. S.S.; ARAÚJO, N. S. F. **Efeito do uso do solo sobre a macrofauna edáfica**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 1, n. 1, p. 125-133, 2018.

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

LIMA, A. A.; SILVA, G. V.; SILVA, T. C.; PEREIRA, M. J.; SANTOS, L. A. C.; FREITAS, P. V. D. X.; CALIL, F. N.; DAUD, R. D.; SILVA-NETO, C. M. **Edaphic mite communities in different land uses**. Nativa, v. 12, n. 1, p. 73-79, 2024.

MARTINS, A. L. P.; SIQUEIRA, G. M.; MOURA, E. G.; SILVA, R. A.; SILVA, A. J. C.; AGUIAR, A. C. F. **Associations between different soil management practices, soil fauna and maize yield**. Journal of Agricultural Science, v. 10, n. 9, p. 333-343, 2018.

MARTINS, L. F.; PEREIRA, J. M.; TONELLI, M.; BARETTA, D. **Composição da macrofauna do solo sob diferentes usos da terra (cana-de-açúcar, eucalipto e mata nativa) em Jacutinga (MG)**. Revista Agrogeoambiental, v. 9, n. 1, p. 11-22, 2017.

MOÇO, M. K.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMARODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. **Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, p.555-564, 2005.

MUELLER, K. E. et al. **Light, earthworms, and soil resources as predictors of diversity of 10 soil invertebrate groups across monocultures of 14 tree species**. Soil Biology Biochemistry. v. 92, s/n., p. 184-198, 2015.

OBERST, S.; LAI, J. C. S.; EVANS, T. A. **Termites utilise clay to build structural supports and so increase foraging resources**. Scientific Reports, v. 8, n. 6, e20990, 2016.

PEREIRA, J. M.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Fauna edáfica em florestas com Araucária. In: CARDOSO, E. J. B. N.; VASCONCELLOS, R. L. F. **Floresta com Araucária – composição florística e biota do solo**. Piracicaba. FEALQ, p. 153-180, 2015.

PEREZ, G.; DECAËNS, T.; DUJARDIN, G.; AKPAVINCESLAS, M.; LANGLOIS, E.; CHAUVAT, M. **Response of collembolan assemblages to plant species successional gradient**. Pedobiologia, v. 56, n. 4-6, p. 169-177, 2013.

PERFECTO, I.; PHILPOTT, S. **Ants (Hymenoptera: Formicidae) and ecosystem functions and services in urban areas: a reflection on a diverse literature**. Myrmecological News, v. 33, p. 103-122, 2023.

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

POMPEO, P. N.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, Á. L.; BARETTA, D. **Coleoptera diversity and soil properties in land use systems**. *Floresta e Ambiente*, v. 27, n. 3, p. e20180068, 2020.

POMPEO, P. N.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; SANTOS, M. A. B.; MAFRA, Á. L.; KLAUBERG FILHO, O.; BARETTA, D. **Morphological diversity of Coleoptera (Arthropoda: Insecta) in agriculture and forest systems**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 41, p. e0160433, 2017.

R CORE TEAM. **The R Project for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

ROY, S.; ROY, M. M.; JAISWAL, A. K.; BAITHA, A. **Soil arthropods in maintaining soil health: thrust areas for sugarcane production systems**. *Sugar Tech*, v. 20, n. 4, p. 376-391, 2018.

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

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. V.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVA, J. H. C. S.; BARBOSA, A. S.; ARAÚJO, M. B.; GOMES, D. S.; MIRANDA, A. A. C.; AQUINO, I. S. **Indicadores qualitativos do ambiente edáfico e serviços ecossistêmicos em diferentes sistemas de ocupação da terra**. *Nativa*, v. 9, n. 5, p. 519-527, 2021.

SILVA, J. H. C. S.; BARBOSA, A. S.; GOMES, D. S.; AQUINO, I. S.; SILVA, J. R. **Dynamics of plant organic matter decomposition in different agricultural landscapes**. *Revista Caatinga*, v. 36, n. 1, p. 135-144, 2023.

SILVA, J. H. C. S.; BARBOSA, A. S.; GOMES, S. D.; ARAÚJO, M. B. **Basal soil respiration in land use and cover systems in a caatinga enclaves moist forest**. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 43, n. 4, p. 1849-1858, 2022.

SILVA, L. N.; AMARAL, A. A. **Amostragem da mesofauna e macrofauna de solo com armadilha de queda**. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 8, n. 5, p. 108-115, 2013.

SILVA, R. A.; AGUIAR, A. C. F.; REBÊLO, J. M. M.; SILVA, Ê. F. F.; SILVA, G. F.; SIQUEIRA, G. M. **Diversity of edaphic fauna in different soil occupation systems**. *Revista Caatinga*, v. 32, n. 3, p. 647-657, 2019.

SIQUEIRA, G. M.; SILVA, E. F. F.; MOREIRA, M. M.; SANTOS, G. A. A.; SILVA, R. A. **Diversity of soil macrofauna under sugarcane monoculture and two different natural vegetation types**. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 30, p. 2669-2677, 2016.

TRIPLEHORN, C. A.; JONNISON, N. F. **Estudo dos Insetos**. Tradução, 7. ed. de Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809 p.