



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA- UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS SOCIAIS E AGRÁRIAS- CCHSA
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ZENAIDE GOMES DA SILVA

**FAUNA EDÁFICA E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES
MANEJOS CULTURAIS**

Bananeiras – PB

2024

ZENAIDE GOMES DA SILVA

**FAUNA EDÁFICA E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES
MANEJOS CULTURAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias da UFPB – *Campus III*, Bananeiras, como parte das exigências para a obtenção do Título de Licenciada em Ciências Agrárias.

Orientadora: Dra. Raunira da Costa Araújo

Bananeiras – PB

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586f Silva, Zenaide Gomes da.

Fauna edáfica e atributos químicos do solo sob
diferentes manejos culturais / Zenaide Gomes da Silva.
- Bananeiras, 2024.
29 f.

Orientação: Raunira da Costa Araújo.
TCC (Graduação) - UFPB/CCHSA.

1. Química do solo. 2. Macrofauna. 3. Mesofauna.
I. Araújo, Raunira da Costa. II. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

CDU 631.42

ZENAIDE GOMES DA SILVA

**FAUNA EDÁFICA E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES
MANEJOS CULTURAIS**

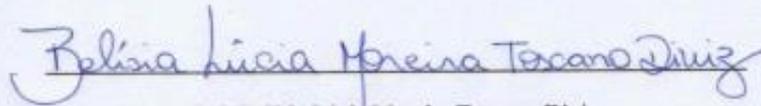
Monografia apresentada e aprovada em
20/02/2024, para obtenção do título de
Licenciado em Ciências Agrárias, na
Universidade Federal da Paraíba, *Campus III*.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
RAUNIRA DA COSTA ARATUJO
Data: 22/02/2024 10:44:39-0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof. Dr. Raunira da Costa Araújo

Orientadora



Dr. Belisia Lúcia Moreira Toscano Diniz

Examinador

Documento assinado digitalmente
TANCREDO AUGUSTO FEITOSA DE SOUZA
Data: 21/02/2024 16:08:31-0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Dr. Tancredo Augusto Feitosa de Souza

Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico e ofereço esse trabalho primeiramente a Deus, a minha avó Tereza *in memoriam*, e a todos que fizeram com que eu conseguisse subir mais esse degrau. Sei que a caminhada não é fácil e que só estou no começo.

Das pessoas que ofereço meu trabalho, estão as mais importantes na minha vida, meus pais, Zuleide Maria da Conceição da Silva e Erivaldo Gomes da Silva, duas pessoas maravilhosas que sempre acreditaram em mim e, se hoje eu sou uma pessoa melhor, devo a vocês. Meus avós, Rosa Maria Costa Silva e José Gomes da Silva, e minha tia e amiga Claudene Gomes da Silva.

Meus irmãos Cleiton Gomes da Silva, William Gomes da Silva, Clébio Gomes da Silva e Wender Gomes da Silva, e meu noivo, João Henrique Nicácio de Lima. Minha irmã Larissa Nicácio Pessoa pelo apoio e companheirismo.

A minha avó Terezinha Maria da Conceição (*in memoriam*) sempre disse que seu sonho era me ver formada, dando seu melhor para me ver feliz e ao meu avô, José Nicácio da Silva (*in memoriam*); à minha avó Martiliana Maria da Silva (*in memoriam*). Hoje não posso agradecer pessoalmente por tudo que fizeram em minha vida, mas os guardo no meu coração.

AGRADECIMENTOS

Nem mesmo as conquistas individuais podem ser alcançadas sozinhas. Por isso, agradeço primeiramente a Deus, pelos livramentos, bênçãos e sabedoria para me fazer compreender os caminhos trilhados para minha vida.

A minha turma do curso de Licenciatura em Ciências Agrárias de 2019 e a meus amigos, em especial a Larissa Nicácio Pessoa, amiga em todas as horas, a Elyson Figueiredo da Silva Cabral, Júlio do Nascimento e Lucas Jónatan Rodrigues da Silva; a Flávio Pontes e Matheus Petric por me ajudarem na condução da pesquisa.

As professoras Raunira da Costa Araújo (minha orientadora e segunda mãe) e Belísia Lúcia Moreira Toscano Diniz, pelas orientações, amizade, confiança e estímulos, que me fizeram crescer e ter uma nova visão sobre a profissão. Pela colaboração e ajuda em diversos trabalhos que tive a honra de tê-las como minhas mentoras.

A todos os professores da Universidade Federal da Paraíba, campus Bananeiras, em especial aos que contribuíram de forma direta para minha formação, os quais destaco, Isabelle da Costa Wanderley Alencar, Chateaubriand Pinto Bandeira Junior, Edson Brito Guedes, Gabriela Coutinho Machado de Souza, Ana Patrícia Almeida Bezerra, Max Rocha Quirino, Cícero Gabriel dos Santos, Gilvaneide Alves de Azeredo, Gerson Alves de Azeredo, Alexandre Lemos de Barros Moreira Filho, Raunira da Costa Araújo, Diego Silva Batista, Efigênia Maria Dias Costa, Luciene Chaves de Aquino, Ítalo de Souza Aquino, Thiago Jardelino Dias, Flávio Pereira de Oliveira, Raphael Moreira Beirigo, Catarina de Medeiros Bandeira, Alexandre José Soares Miná, Genyson Marques Evangelista, Fabiana Augusta Santiago Beltrão, Camila Sampaio Mangolim, José Humberto Vilar da Silva, Aiene Fernandes Rebouças, Jose Jordão Filho, Philippe Pereira Borba de Araujo, Manoel Alexandre Diniz Neto, Breno Henrique de Sousa, Marcos Barros de Medeiros, Otávio do Carmo de Oliveira Neto, Terezinha Domiciano Dantas Martins, Carlos Roberto Marinho da Silva Filho, Juliana Escarião da Nóbrega, Débora Albuquerque Vieira, Ademir Guilherme de Oliveira, Anabelle Camarotti de Lima Batista, Cleber Brito de Souza, Carlos Augusto Alanis Clemente, Lauro Pires Xavier Neto, Nivânia Pereira da Costa Menezes, Filippe Paulino Soares e Silvânia Maria de Souza Gomes Nascimento.

A todos os servidores da UFPB - Campus Bananeiras, técnicos administrativos e funcionários terceirizados, em especial Leonardo Tals Lima de Araújo, Everton de

Oliveira Teixeira, Ulisses de Souza Dias, Carlos Antônio Quirino Magare e Severino Pereira Alves.

Ao CNPq e a UFPB pela oportunidade de executar com bolsa a minha pesquisa e a todos que contribuíram direta ou indiretamente no decorrer do meu trabalho.

RESUMO

A qualidade do solo é definida por sua capacidade de desenvolver suas funções, dentro dos limites de cada ecossistema. Objetivou-se com essa pesquisa avaliar as propriedades químicas e de fertilidade do solo e a estrutura da comunidade da fauna edáfica em diferentes sistemas de manejo culturais, no setor de Agricultura e na pastagem da Caprinocultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias. O trabalho foi conduzido nos anos de 2022 e 2023, nos períodos seco e chuvoso, e as áreas utilizadas para a pesquisa foram: consórcio de café com gliricídia, pomar de citros e coqueiros, mandala e pastagem da caprinocultura. Em todos os sistemas foram realizadas coletas de seis amostras simples do solo para formar uma amostra composta à profundidade de 0- 0,20 m para determinação das características químicas e de fertilidade do solo. Para a coleta da fauna edáfica, foram instaladas seis armadilhas de queda do tipo PROVID em cada área, permanecendo no campo por 72 horas. Os dados das amostras de solos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a avaliação da diversidade da fauna edáfica foram utilizados o índice de diversidade de Shannon (H'), Equabilidade de Pielou (J') e índice de diversidade de Simpson (C). Houve diferença significativa entre as áreas em relação aos atributos químicos do solo. O consórcio do café com a gliricídia apresentou maiores valores médios dos índices de (C) e de (H') em relação às demais áreas, independente do período analisado. No entanto, quando se comparou os períodos de avaliação, o período seco apresentou maiores índices de (C) e de (H') nas áreas do consórcio café com gliricídia, pastagem e pomar em relação ao período chuvoso. Os sistemas de cultivos adotados pelo setor de Agricultura e a pastagem da Caprinocultura exerceram influências significativas sobre todos os atributos químicos de qualidade do solo. A ordem Collembola representou 48,27% dos indivíduos identificados nos dois anos de avaliação. A diversidade da fauna edáfica foi maior na área do consórcio do café com gliricídia, independente do período de avaliação. O período seco favoreceu a maior diversidade da fauna edáfica. Collembola foi a ordem com maior similaridade nas áreas estudadas.

Palavras-chave: Química do solo. Macrofauna. Mesofauna.

SOIL FAUNA AND SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES UNDER DIFFERENT CULTURAL MANAGERMENTS

ABSTRACT

Soil quality is defined by its ability to develop its functions, within the limits of each ecosystem. The aim of this research was to evaluate the chemical and fertility properties of the soil and the structure of the soil fauna community in different cultural management systems, in the Agriculture sector and in the Goat pasture of the Center for Human, Social and Agricultural Sciences. The work was carried out in 2022 and 2023, in the dry and rainy seasons, and the used areas for the research were: coffee consortium with *Gliricidia sepium*, citrus and coconut orchard, mandala and goat farming pasture. In all systems, six simple soil samples were collected to form a composite sample at a depth of 0-0.20 m to determine the chemical and fertility characteristics of the soil. To collect soil fauna, six PROVID type fall traps were installed in each area, remaining in the field for 72 hours. The data from the soil samples were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test at 5% probability. To assess the diversity of soil fauna, the Shannon diversity index (H'), Pielou Equability (J') and Simpson diversity index (C) were used. There was a significant difference between the areas in relation to the chemical attributes of the soil. The coffee and *Gliricidia sepium* consortium presented higher average values of the (C) and (H') indices in relation to the other areas, regardless of the analyzed period. However, when comparing the evaluation periods, the dry period showed higher means of (C) and (H') in the areas of the coffee-consortium, pasture and orchard in relation to the rainy period. The adopted cropping systems by the Agriculture sector and Goat pasture exerted significant influences on all chemical attributes of soil quality. The Collembola order represented 48.27% of the individuals identified in the two years of evaluation. The diversity of soil fauna was bigger in the area of the coffee consortium with *Gliricidia sepium*, regardless of the evaluation period. The dry period gave a bigger diversity of soil fauna. Collembola was the order with the biggest similarity in the studied areas.

Keywords: Soil chemistry. Macrofauna. Mesofauna.

INTRODUÇÃO

A vida no Planeta Terra é completamente dependente do recurso natural solo, que funciona como substrato, fornecendo água e nutrientes para as plantas, alimentando mares e oceanos e abrigando milhões de organismos que vivem em interações complexas, essenciais para a humanidade.

De acordo com Silva *et al.*, (2020), a qualidade ambiental e a biodiversidade vem sendo reduzida ao longo do tempo em decorrência da exploração pouco racional dos recursos dos ecossistemas. Avaliar a qualidade do solo é uma tarefa complexa que exige o uso de um conjunto de indicadores que envolvem as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

As análises químicas são procedimentos fundamentais para o manejo adequado das áreas cultivadas. Permitem avaliar a fertilidade do solo, identificar deficiências e excessos de nutrientes e determinar as correções necessárias para aumentar a produtividade das plantas (Barros, 2020).

A diversidade biológica do solo exerce significativa interação com a fertilidade do solo e é fundamental no processo de decomposição e mineralização da matéria orgânica, favorecendo a disponibilidade de nutrientes às plantas (Brown e Sautter, 2009).

A fauna edáfica mostra-se sensível às modificações ocorridas no ambiente, tanto as biológicas quanto as químicas e físicas, resultantes das práticas de manejo do solo e dos sistemas de cultivo empregados. De forma geral, os sistemas de cultivos agrícolas e florestais mudam a abundância e a diversidade da biota do solo, afetando os serviços do ecossistema a curto e longo prazo (Cristieli *et al.*, 2023).

Avaliando a fauna edáfica como indicadora de qualidade do solo em fragmentos florestais e área sob cultivo do cafeeiro, Silva *et al.*, (2020) observaram que a fauna edáfica demonstrou ser influenciada pelas práticas realizadas na lavoura cafeeira, confirmando que os organismos edáficos são bons indicadores da qualidade do solo, destacando principalmente o grupo Araneae, ordem com muitos organismos predadores de insetos e que fazem parte do complexo de inimigos naturais.

Estudos vêm sendo realizados para estabelecer melhor as funções dos organismos, evidenciando que a maior diversidade biológica estabelece um equilíbrio no solo por um período maior de tempo, sendo importante objeto de estudo em avaliação de

qualidade do ambiente e da sustentabilidade da produção (Fonseca, 2023).

A fauna edáfica é de fundamental importância para os solos, pois melhora seus atributos físicos, químicos e biológicos, com importância principalmente na dinâmica da matéria orgânica e no retorno dos nutrientes ao solo, agindo diretamente na trituração da serapilheira depositada na superfície do solo, fazendo com que haja uma rápida incorporação deste material ao solo e mineralização dos nutrientes (Souto *et al.*, 2013).

Pesquisando a comunidade microbiana e mesofauna edáfica em solo sob caatinga na Paraíba, Souto *et al.* (2008) observaram que os grupos predominantes da mesofauna foram Diptera, Acarina e Collembola e que a composição relativa dos grupos taxonômicos variou de um ano para o outro. Verificaram ainda que os grupos que apresentaram menores índices de Shannon e de Pielou foram Diptera, Acarina, Collembola e Hymenoptera, indicando maior densidade de indivíduos.

A avaliação da diversidade da mesofauna e macrofauna edáfica em áreas cultivadas com diferentes tipos de manejos são necessárias e os estudos destes organismos são de fundamental importância, pois dão indicativos da qualidade do solo, estado de equilíbrio e são sensíveis às mudanças de manejo (Krewer *et al.* 2024).

OBJETIVOS

Avaliar as propriedades químicas do solo e a estrutura da comunidade da fauna edáfica em diferentes sistemas de manejos culturais, no setor de Agricultura e da pastagem da Caprinocultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O trabalho foi conduzido na Universidade Federal da Paraíba, no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, localizado no município de Bananeira, PB, nos anos de 2022 e 2023, no período seco e chuvoso de cada ano. As áreas utilizadas para a pesquisa foram: consórcio café (*Coffea arabica* L.) com gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth ex Walp] ($6^{\circ}45'26''\text{S}$ latitude; $35^{\circ}38'53''\text{W}$ e altitude 622 m), pomar composta por citros e coqueiros ($6^{\circ}45'26''\text{S}$ latitude; $35^{\circ}38'44''\text{W}$ e altitude 617 m), sistema mandala com cultivo de hortaliças ($6^{\circ}45'29''\text{S}$ latitude; $35^{\circ}38'46''\text{W}$ e altitude 623 m) e pastagem da caprinocultura ($6^{\circ}44'57''\text{S}$ latitude; $35^{\circ}38'22''\text{W}$ e altitude 508 m).



Figura 1- Localização segundo o *google earth* das áreas do setor de agricultura (A) e da pastagem da Caprinocultura (B) do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, localizado no município de Bananeiras-PB

Legenda: consórcio café com gliricídia (1), mandala (2), pomar (3), pastagem (4).

As condições climáticas de Bananeiras são de natureza tropical e de acordo com a classificação de Köppen o clima é considerado do tipo As - Tropical Chuvoso, (Brasil, 1972). Os solos das áreas estudadas são classificados como Latossolo Amarelo distrófico, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013).

Segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, no ano de 2022 a pluviometria do município foi de 497,50 mm, ficando abaixo da média, sendo maio o mês que mais choveu, com 97 mm. No ano de 2023 o acumulado foi de 417,3 mm e o mês que mais choveu foi abril com 62,8 mm (Figura 2). Estes dados são importantes para correlacionar com a fauna edáfica e suas variações durante o período de coleta.

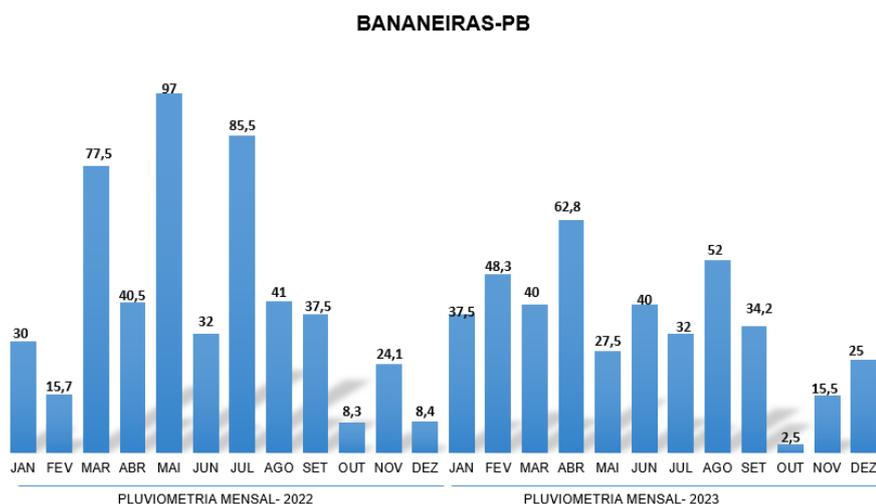


Figura 2- Pluviometria mensal do município de Bananeiras, PB no período de 01/01/2022 a 31/12/2023

Coleta de dados

Foram utilizadas como áreas de estudo o espaço da mandala (M) onde são cultivadas hortaliças, uma área de consórcio de café com gliricídia (C), uma área de pastagem no setor de caprinocultura (P) e uma área de pomar com citros e coqueiros (Po).

Em todos os sistemas foram realizadas aleatoriamente amostras do solo a uma profundidade de 0 a 0,20 m para determinação das características químicas e de fertilidade. Em cada área foram coletadas de forma aleatória, 6 amostras simples para formar uma amostra composta. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Solos do CCHSA para serem analisadas os atributos químicos e de fertilidade do solo de acordo com os protocolos propostos pela EMBRAPA (2017).

Para a coleta da macrofauna edáfica, foram instaladas armadilhas de queda do tipo PROVID, adaptada de Silva (2017), confeccionadas a partir de garrafas PET com capacidade para dois litros, onde foram feitas quatro aberturas na forma de janelas, com dimensões de 2 cm x 2 cm, na altura de 20 cm da base da garrafa, contendo 150 mL de uma solução feita à base de água (100 mL) e detergente neutro (50 mL).

As PROVIDs foram inseridas no solo de forma que as bordas das quatro aberturas ficassem rentes à superfície do solo para entrada da mesofauna. Foram colocadas seis armadilhas em cada área, as quais permaneceram no campo por 72 horas. Após 72 horas, as armadilhas foram recolhidas e as amostras foram lavadas em peneira de 0,25 mm.

Os organismos encontrados com mais de 2 mm de diâmetro foram adicionados a solução de álcool 70% para posterior contagem e identificação com auxílio de lupa. A identificação e contagem foram realizadas no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, Campus III.

Para a avaliação da diversidade alfa (número e abundância de espécies dentro de uma comunidade), foram utilizados o índice de diversidade de Shannon (H'), o de equabilidade de Pielou (J') (Brower e Zar, 1984) e índice de diversidade de Simpson (C) (Simpson, 1949).

Análise dos dados

O ambiente R 4.3.1 (Ihaka e Gentleman, 1996) foi utilizado para as análises da química e fertilidade do solo e a significância estatística foi verificada a 5% de

probabilidade utilizando-se os seguintes pacotes: *ExpDes.pt* (Ferreira; Cavalcanti e Nogueira, 2021). Para análise exploratória dos dados, as variáveis independentes (Área e Períodos) foram relacionadas às dependentes. Antes da análise, as variáveis foram submetidas previamente aos testes de homogeneidade de variâncias (χ^2 , teste de Bartlett) e normalidade (W, teste de Shapiro-Wilk).

Os dados de química e fertilidade do solo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Após confirmação da distribuição normal ($p > 0,05$), o conjunto de dados foi submetido à análise de variância (ANOVA), e quando não atendeu o pressuposto na normalidade, os dados foram transformados utilizando-se a equação logarítmica $\text{Log}(x + 1)$, em que Log é o logaritmo na base 10 e x é o valor não transformado. Em seguida, os valores médios foram comparados pelos testes de Tukey a 5% de probabilidade (Zar, 1999).

Após as análises de fauna edáfica, os resultados encontrados pelo índice de Shannon (H') e Simpson (C), aplicou-se um teste estatístico paramétrico proposto por Hutcheson (1970).

Para a análise de similaridade faunística entre as diferentes áreas e a influência da fauna na sua composição, foi utilizada a técnica de classificação hierárquica aglomerativa pelo método de agrupamento por médias aritméticas não ponderadas (UPGMA- Unweighted Pair-Groups Method using Arithmetic averages) para verificar padrões faunísticos estruturais (McCune e Grace 2002) tendo como medida de similaridade entre as amostras, o índice de Bray-Curtis.

Foi realizada uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) com uso do índice de similaridade de Bray-Curtis, como medida para representar as diferenças faunísticas em diagramas de ordenação (Kent e Coker 1992; Legendre e Legendre 1998; Palmer 2005).

O cluster foi utilizado para definição dos grupos para as análises subsequentes. Foi realizada uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) pois esta permitiu melhor elucidação dos dados, assim como facilitar a compreensão dos resultados obtidos anteriormente com análise de agrupamento.

Foram consideradas na análise as ordens que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os estudos com o valor de contribuição de até 1%. Esta análise foi realizada par a par entre os grupos definidos em análises anteriores (Cluster e PCoA) dando a contribuição em porcentagem de cada ordem para a definição do grupo. Dessa

forma por meio de análise de ordenação, pelo método de coordenadas principais (PCoA) foi possível representar sinteticamente o conjunto de dados para melhor visualização em diagramas de dispersão (Podani, 1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fertilidade do solo

Observa-se na Tabela 1 que houve diferença significativa entre as áreas estudadas para todos os atributos de química e fertilidade do solo.

O pH é um dos indicadores de qualidade do solo de grande importância nas avaliações da fertilidade do solo, pois tem relação direta com a disponibilidade de nutrientes e com outros atributos, como a fauna edáfica. Observa-se na Tabela 1 que houve diferença significativa entre os sistemas de manejo sobre o pH do solo. No sistema mandala, pastagem e pomar os solos apresentam uma acidez fraca, enquanto que na área de Consórcio essa acidez é moderada de acordo com Prezotti e Guarçoni (2013)

Os valores de pH encontrados nas áreas estudadas encontram-se na faixa considerada ideal para o crescimento e desenvolvimento das culturas. Em agroecossistemas, faixas de valores de pH variando entre 5,5 e 6,5 proporcionam melhores condições para o desenvolvimento das culturas e da fauna edáfica no solo (Lepsch, 2011).

Tabela 1. Atributos de química e fertilidade do solo em função dos manejos culturais adotados no Setor de Agricultura (consórcio café com glirícidia, mandala e pomar) e pastagem da caprinocultura, no município de Bananeiras (2022-2023).

| Variáveis | Consórcio | Mandala | Pastagem | Pomar |
|---|-----------|---------|----------|---------|
| pH (H ₂ O, 1:2,5) | 5,67b | 6,55a | 6,21ab | 6,03ab |
| P (mg dm ³) | 10,33c | 165,84a | 14,81c | 33,52b |
| K ⁺ (mg dm ³) | 35,48b | 83,25a | 63,75a | 61,32a |
| H ⁺ +Al ⁺³ (cmol dm ³ c) | 5,29a | 1,11d | 4,10b | 2,83c |
| Al ⁺³ (cmol dm ³ c) | 0,41a | 0,00b | 0,29a | 0,04b |
| Ca ⁺² (cmol dm ³ c) | 2,23b | 5,05a | 1,58c | 2,76b |
| SB (cmol dm ³ c) | 3,99c | 7,74a | 3,58c | 5,16b |
| CTC (cmol dm ³ c) | 9,27a | 8,85ab | 7,68c | 7,99bc |
| V (%) | 42,64c | 87,50a | 47,74c | 63,93b |
| M.O (g /k g) | 30,81a | 26,82ab | 24,54b | 26,44ab |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os solos brasileiros são classificados como tropicais e são caracterizados por baixos níveis de fósforo disponível em consequência do material de origem e da forte interação com o solo, como a fixação (Amorim, 2022).

A área da mandala apresentou o maior teor de fósforo quando comparada às outras áreas estudadas. Considerando que o solo desta área é um Latossolo Amarelo, o teor elevado de fósforo encontrado é resultado de sucessivas adubações orgânicas e minerais ao longo de muitos anos. Na área do consórcio de café com giricídia e na pastagem da caprinocultura, os teores de fósforo disponível são baixos, indicando que é preciso fazer os ajustes das adubações nessas áreas. Na área do pomar (citros e coqueiro), o valor encontrado foi médio. Considerando a importância do fósforo para a nutrição das plantas, faz-se necessário fazer os ajustes onde os teores são altos e a complementação do fósforo via adubação, onde o teor é baixo, indispensável para se obter boas produtividades.

Observou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para o teor de potássio disponível (Tabela 1). Verificou-se que os maiores teores foram encontrados nos sistemas mandala, pastagem da caprinocultura e pomar (citros e coqueiros). O teor encontrado na mandala, considerando que a área é utilizada para produção de hortaliças, é considerado médio, assim como na pastagem e pomar de acordo com o guia de interpretação de Prezotti e Guarçoni (2013).

Na área do consórcio de café com gliricídia, o teor de K disponível é considerado baixo, pois a literatura evidencia que para um bom desenvolvimento da cultura, esse teor deve estar em torno de 120 mg/dm³. Além dos benefícios nutricionais, o potássio age na tolerância das plantas ao frio e a pragas e doenças, como relatam Primavesi (2018). Como o potássio atua na formação e qualidade dos grãos e proteção contra estresses abióticos, se faz necessário ajustar o manejo da adubação potássica na área de cultivo do café.

Houve diferença significativa entre todas as áreas avaliadas para a acidez potencial ($H^+ + Al^{+3}$). Na área do consórcio de café com gliricídia, a acidez potencial é alta e foi estatisticamente diferente das demais áreas. As áreas da pastagem e pomar apresentaram acidez potencial média. Na área da mandala a acidez potencial foi baixa, indicando que nestes solos a acidez trocável não é problema, possivelmente em função das adubações e correções de solo (Tabela 1). De acordo com Prezotti e Guarçoni (2013), as classes de interpretação para acidez potencial são genéricas e de pouca aplicação prática, considerando que a determinação do $H^+ + Al^{+3}$ tem por objetivo principal o cálculo da CTC total do solo.

A acidez trocável (Tabela 1) foi baixa nas áreas da mandala, pomar e pastagem da caprinocultura e média na área do consórcio café com gliricídia, situação favorável

ao desenvolvimento das culturas, tendo em vista que o alumínio é um elemento tóxico às plantas, sendo seu efeito mais deletério, a inibição da divisão celular e a consequente redução do crescimento radicular. Em condições de teores elevados de alumínio no solo a atividade da biota é reduzida como mostram Prezotti e Guarçoni (2013).

Observou-se que os teores de cálcio foram médios nas áreas do consórcio café com gliricídia, pastagem e pomar, e alto na da área mandala (Tabela 1). Considerando a natureza dos solos da região, esses teores de cálcio observados podem ser decorrentes da prática da calagem realizadas nessas áreas anteriormente. Prezotti e Guarçoni (2013) apontam que é importante que os teores de Ca estejam acima dos níveis adequados no solo, para o desenvolvimento pleno das culturas.

A SB (somas de bases) variou de alta (mandala e pomar) a média (consórcio café com gliricídia e pastagem) (Tabela 1). Os dados evidenciam que é necessário melhorar o manejo nas áreas do consórcio café com gliricídia, e da pastagem, com práticas que contribuam para melhorar a SB e outras características do solo. A SB é considerada um atributo valioso na avaliação da qualidade do solo e importante indicativo das condições gerais da fertilidade do solo (Ronquim, 2010).

Em relação à CTC, observa-se que em todas as áreas, os valores são considerados médios (Tabela 1), indicando que ainda é preciso melhorar o manejo desses solos. A CTC é uma das variáveis mais importantes para a identificação do potencial produtivo do solo, indicando a quantidade total de cargas negativas passíveis de troca a pH 7 (Prezotti e Guarçoni, 2013).

A área da mandala apresentou alta saturação por bases, o que está relacionado com as práticas de manejo utilizados nesta área ao longo do tempo, como a calagem (Tabela 1); a área do pomar apresentou resultado médio e as áreas do café e pastagem apresentaram resultados baixos. As áreas do café e pastagem com $V\% < 50\%$ dão indicativos que tem cargas ocupadas por componentes da acidez (H^+ e Al^{+3}) e portanto, necessitam de correções.

A matéria orgânica do solo, pela íntima relação com outras propriedades e processos do solo, que por ela são afetados, tem sido um dos indicadores mais estudados para avaliar a qualidade do solo (Martinez-Salgado *et al.* 2010, apud Maia e Parron, 2015). Em condições tropicais contribuem com até 80% das cargas negativas do solo (Prezotti e Guarçoni, 2013)

Observa-se na Tabela 1 que em todas as áreas avaliadas, os teores de matéria orgânica são considerados médios. Na área do consórcio (café com gliricídia) foi

encontrado o maior teor de matéria orgânica. Esses dados indicam que ainda é preciso adotar medidas que aumentem mais a matéria orgânica nesses sistemas, tanto para melhorar as condições de desenvolvimento das culturas, como para favorecer a atividade biológica do solo.

Machado e Machado Filho (2017) citam que a matéria orgânica desempenha várias funções positivas no solo, dentre elas, absorção e retenção de água; reservatório de carbono, disponibilidade de nutrientes e estruturação do solo. Com a mineralização da matéria orgânica, acontece a liberação de bases que se encontravam imobilizadas nas cadeias carbônicas nos tecidos vegetais, que promovem a regulação do pH, a disponibilidade de nutrientes, poder tampão e redução da toxidez (Prezotti e Guarçoni, 2013).

Análise da fauna edáfica

Foram identificados 12.848 indivíduos (2022 e 2023) e 15 ordens. Os indivíduos faunísticos com maior quantidade foram Collembola com 6.202, sendo maior na área da pastagem da caprinocultura no período seco, Hymenoptera com 4.704 indivíduos, com maior quantidade de indivíduos encontrados na mandala, no período chuvoso; acarina com 1.120 indivíduos, com maior quantidade na área do pomar, no período chuvoso; na área do consórcio café com gliricídia; a ordem que teve maior quantidade de indivíduos identificados foi Collembola, com 771 indivíduos no período seco.

Frequência, abundância e diversidade de ordens

Pela análise dos índices de diversidade quantificados, percebeu-se uma variação das informações no sentido de estabelecer o comportamento de um gradiente de diversidade entre os grupos, principalmente quando se confrontam os índices de diversidade de Shannon e Simpson, e a Diversidade e Equabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Índices de Diversidade e Equabilidade em função dos manejos culturais adotados no Setor de Agricultura (café consorciado com gliricídia, mandala e pomar) e na pastagem da caprinocultura, com sua respectiva intensidade amostral, área total e períodos, no município de Bananeiras (2022-2023).

| Área | Chuvoso | | | Seco | | |
|-----------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|
| | C | H' | J' | C | H' | J' |
| Consórcio | 0,6434aB | 1,2320aB | 0,5609 | 0,6973aA | 1,4030aA | 0,6092 |
| Mandala | 0,5456bA | 0,9412bA | 0,4284 | 0,5590cA | 0,9817cA | 0,4264 |
| Pastagem | 0,3511dB | 0,7285dB | 0,3164 | 0,6141bA | 1,1610bA | 0,5042 |
| Pomar | 0,5069cB | 0,8393cB | 0,4036 | 0,6180bA | 1,1950bA | 0,5749 |

H' = índice de Shannon, C = índice de Simpson, J' = Equabilidade de Pielou;

^{a, b}Letras iguais, indicam igualdade de diversidade no índice de Shannon e Simpson, pelo teste de Hutcheson ($\alpha = 0,05$) entre as áreas dentro do período;

^{A, B}Letras iguais, indicam igualdade de diversidade no índice de Shannon e Simpson, pelo teste de Hutcheson ($\alpha = 0,05$) entre os períodos dentro de cada área.

Observou-se que a área cultivada com consórcio café com gliricídia apresentou maiores valores médios ($p < 0,05$) de índices de Simpson (C) e de Shannon (H') em relação às demais áreas, independentemente do período analisado (chuvoso ou seco). Essa área também apresentou os maiores teores de matéria orgânica na análise química do solo, servindo como fonte de energia para a fauna edáfica (Tabelas 1 e 2).

Segundo o trabalho de Ferreira (2022), quanto maior a quantidade de matéria orgânica no solo, maior diversidade de fauna edáfica, aumento desses invertebrados do solo, trazendo a redução dos herbívoros (pragas), aumento de nutrientes minerais e descompactação do solo.

Observa-se que para o índice de Equabilidade de Pielou no período seco e chuvoso, a área do consórcio café com gliricídia, mostrou-se com os maiores valores dos índices estudados, quando comparada com as outras áreas.

Segundo o trabalho de Silva (2020), café quando consorciado com gliricídia mostrou a diminuição de temperatura e o aumento da umidade no solo, tornando assim o solo mais favorável para o desenvolvimento da fauna edáfica, o que pode explicar os maiores valores de fauna para o índice de Equabilidade de Pielou, independente do período estudado.

No entanto, quando se comparou os períodos de avaliação, o período seco apresentou maiores índices de Simpson (C) e de Shannon (H') nas áreas do consórcio café com gliricídia, pastagem e pomar em relação ao período chuvoso, 0,6973 vs

0,6434; 0,6141 vs 0,3511; 0,6180 vs 0,5069 e 1,4030 vs 1,2320; 1,1610 vs 0,7285; 1,1950 vs 0,8393, respectivamente (Tabela 2).

Segundo o trabalho Krewer (2024), práticas utilizadas em áreas que possuem manejos sustentáveis, tais como consórcio, rotação de culturas, incremento de composto e cobertura morta, melhoram a estrutura do solo e permitem melhores condições para o desenvolvimento da fauna edáfica.

O período seco possui um maior depósito de serapilheira no solo, o que pode justificar os resultados para os índices de Simpson e Shannon, nas áreas do consórcio café com gliricídia e do pomar, resultados que corroboram com o estudo realizado por Sampaio *et al.* (2023), evidenciando maior disponibilidade de serapilheira no período seco.

No período seco a pastagem da caprinocultura apresentou resultados significativos para os índices de Simpson e Shannon, o que pode estar relacionado, a temperatura mais alta e ao manejo dos animais que permanecem mais tempo no pastejo, o que aumenta a quantidade de dejetos atraindo organismos que se alimentam de microfauna, a exemplo das ordens Collembola e Acarina, como observado por Nunes *et al.* (2018).

No período chuvoso (Tabela 2) a área da mandala apresentou resultados significativos para os índices de Shannon e Simpson, explicado pelo fato de que nesse período a temperatura é mais baixa, tornando o solo um habitat melhor para o desenvolvimento da fauna edáfica, como explica a pesquisa desenvolvida por Paz (2021) que apresentou maior quantidade de indivíduos no período chuvoso.

Índice de similaridade de Bray-Curtis

A análise realizada com base no índice de similaridade de Bray-Curtis indicou que as áreas são consideradas similares para a abundância e riqueza da fauna edáfica, (Tabela 3), uma vez que as áreas consideradas similares são as que apresentam índice de Bray-Curtis $\geq 0,5$, sendo, portanto, considerada alta e 1 representa 100% de similaridade.

Tabela 3. Índice de similaridade de Bray-Curtis entre os três grupos formados pelo dendrograma dentro de cada período, no município de Bananeiras (2022-2023)

| Consórcio (Café+ Gliricídia) | Mandala | Pastagem | Pomar |
|------------------------------|---------|----------|-------|
|------------------------------|---------|----------|-------|

| | | | | |
|-----------|----------|----------|----------|---------|
| Consórcio | 1 | 0,5922* | 0,3542* | 0,6678* |
| Mandala | 0,7022** | 1 | 0,4663* | 0,8329* |
| Pastagem | 0,8276** | 0,6794** | 1 | 0,5242* |
| Pomar | 0,6473** | 0,4938** | 0,6111** | 1 |

*Índice de similaridade de Bray-Curtis no período chuvoso; **Índice de similaridade de Bray-Curtis no período seco.

Observou-se que a área de pastagem da caprinocultura (grupo III) no período chuvoso apresentou dissimilaridade entre os grupos I e II de 35,42% e 46,63%, respectivamente (Tabela 3). Por outro lado, no período seco, o grupo III (pomar) apresentou dissimilaridade entre o grupo I de 49,38%.

As áreas da pastagem da caprinocultura e o consócio café com gliricídia foram dissimilares no período chuvoso, porém no período seco as mesmas apresentaram similaridade da fauna edáfica de 82,76%, explicado pelo fato que no período seco tem maior disposição de serapilheira no solo (Lima *et al.* 2023).

As áreas do pomar e da mandala foram dissimilares no período seco, porém no período chuvoso, apresentaram similaridade de 83,29%. Segundo Araújo (2010), alguns fatores são responsáveis pela similaridade entre as áreas, o pode ser explicado pela proximidade geográfica entre às áreas.

Análise de coordenadas principais (PCoA)

Para melhor visualização dos grupos formados no dendrograma, além de mostrar de forma nítida a distância entre eles utilizou-se Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (Figura 3).

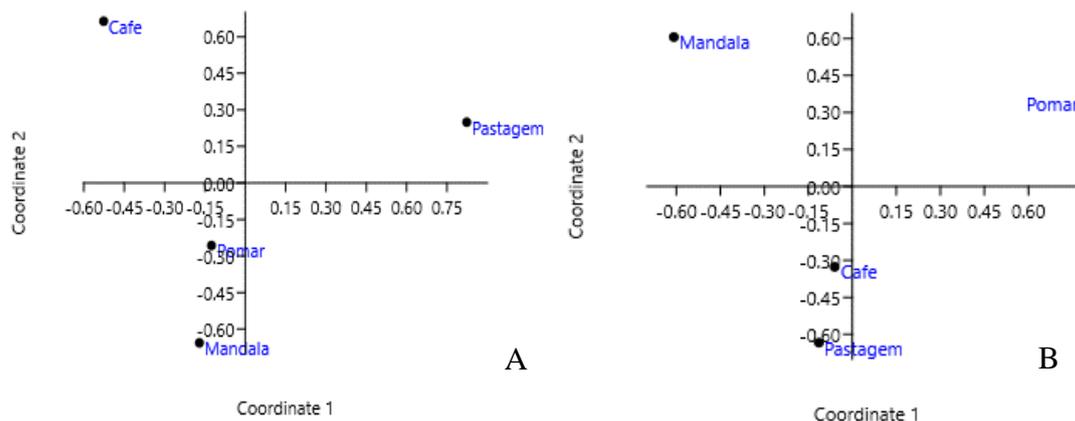


Figura 3. Análise de coordenadas principais (PCoA) com uso do índice de similaridade de Bray-Curtis, medida para representar as diferenças faunística entre as áreas de estudo. Legenda: A = Período chuvoso e B = Período seco

As áreas com maior dissimilaridade foram separadas em três grupos bem definidos (grupo I = consórcio café com gliricídia; grupo II = pomar e mandala e grupo III = pastagem) no período chuvoso (Figura 3 A), respectivamente. Nesta análise o eixo X explica 71,84% enquanto o eixo Y 25,53%, assim explicando no total 97,37% dos dados.

No período seco (Figura 3 B), as áreas com maior dissimilaridade foram separadas em três grupos bem definidos (grupo I = mandala; grupo II = consórcio café com gliricídia, e pastagem e grupo III = pomar), respectivamente. Nesta análise o eixo X explica 69,51% enquanto o eixo Y 23,46%, assim explicando no total 92,97% dos dados.

Análise De Porcentagem de Similaridade (SIMPER)

Por meio da análise SIMPER foi possível observar quais as ordens foram mais comuns em cada grupo admitido anteriormente.

As ordens Collembola e Hymenoptera foram comuns no grupo II (pomar e mandala). No grupo I (consórcio café com gliricídia) as ordens mais abundantes em comparação aos outros grupos distintos foram Diptera e Aranae e, a ordem mais abundante no grupo III foi Acarina (pastagem), no período chuvoso.

No período seco, as ordens Collembola e Aranae foram comuns no grupo II (consócio café com gliricídia e pastagem). No grupo I (mandala), as ordens mais abundantes em comparação aos outros grupos distintos foram à ordem Hemiptera e, as ordens mais abundantes no grupo III (pomar) foram Hymenoptera e Acarina.

Segundo o trabalho de, De Lima *et al.* (2024) as ordens Hemiptera, Hymenoptera e Diptera são bioindicadoras de qualidade do solo, usadas para monitoramento de impactos como poluição, queimadas e desmatamento. As presenças dessas ordens nas áreas estudadas mostram que existe preservação ambiental.

Os Collembola e Acarina exercem importantes funções detritívoras, contribuindo para a decomposição da matéria orgânica e o controle das populações de microrganismos, especialmente dos fungos. Segundo Carvalho (2013), o principal papel realizado pelos colêmbolos no solo é a decomposição da matéria orgânica, como também dispersar e estimular a atividade microbiana.

A ordem Collembola teve maior similaridade pela análise de Bray-Curtis nos período seco (grupo II) e no período chuvoso (grupo II). Segundo Rigotti (2023), Collembola são fontes de alimento para outros organismos do solo, como ácaros, nematóides e aranhas, e contribuem para a manutenção da saúde e da biodiversidade do solo, sendo essenciais para o funcionamento dos ecossistemas terrestres, sendo considerados organismos indicadores de qualidade do solo.

Acarina são artrópodes que participam da decomposição da matéria orgânica, contribuindo para a ciclagem de nutrientes e a formação do húmus, regulam as populações de outros organismos, como fungos, bactérias, nematoides e insetos, atuando como predadores ou parasitas.

Segundo Dos Santos *et al.* (2023), a presença de Acarina no solo é um bioindicador de qualidade, pois esses organismos são mais sensíveis às mudanças ambientais e podem ser usados para monitorar os efeitos de práticas agrícolas, poluição, queimadas, desmatamento e outros impactos sobre o solo. A presença dessa ordem nos dois períodos analisados mostra a qualidade ambiental dessas áreas.

Hymenoptera são engenheiros de ecossistema, bons indicadores das condições de degradação de serapilheira, o que pode explicar uma maior incidência desses indivíduos no período seco, na área da mandala, pois nesse período se tem maior serapilheira no solo como descrito por (Crepaldi *et al.*, 2014).

As aranhas têm papel relevante em processos essenciais nos ecossistemas, destacando as transferências de energia nas cadeias alimentares (Roth, 1993). A

comunidade de aranhas apresenta grande sensibilidade às alterações ambientais que agem sobre a estrutura dos habitats e sobre os fatores microclimáticos a eles associados, causando modificações significativas no padrão de distribuição das espécies (Wise, 1993, apud Dias *et al.*, 2005), o que pode ser explicado por aparecerem nas duas épocas de coletas.

Segundo Manuiama (2024), Diptera exerce funções importantes na decomposição. As larvas de muitas espécies de Diptera se alimentam de matéria orgânica em decomposição, como cadáveres, fezes, frutos e folhas. Ao fazerem isso, elas contribuem para a reciclagem de nutrientes e a formação de húmus no solo. Portanto, a presença dessa ordem no período chuvoso é essencial, para mostrar a ciclagem de nutrientes na área do consórcio.

Vários estudos têm constatado maior riqueza de espécies em áreas preservadas e menor riqueza em áreas com distúrbios, em diferentes países, inclusive no Brasil (Bignell *et al.*, 2010; Louzada e Zanetti, 2013). Ainda de acordo com Andersen (1997), a macrofauna tem sido utilizada como bioindicadora da qualidade de sistemas naturais por apresentar grande complexidade estrutural e sensibilidade às mudanças do ambiente.

CONCLUSÃO

Os sistemas de cultivos adotados pelo setor de Agricultura e a pastagem da Caprinocultura exerceram influências significativas sobre todos os atributos químicos de qualidade do solo.

Identificou-se 12.848 indivíduos da fauna edáfica sendo Collembola mais abundante nas áreas da pastagem da caprinocultura e no consórcio café com gliricídia, no período seco. Hymenoptera foi a ordem com maior quantidade de indivíduos na mandala, no período chuvoso. Acarina foi mais abundante na área do pomar, no período chuvoso.

A ordem Collembola representou 48,27% dos indivíduos indetificados nos dois anos de avaliação. A diversidade da fauna edáfica foi maior na área do consórcio do café com gliricidia, independente do período de avaliação. O período seco favoreceu a maior diversidade da fauna edáfica. Collembola foi à ordem com maior similaridade nas áreas estudadas.

REFERÊNCIAS

Amorim, Paulo Hernandes Tavares. Adubação de doses de fósforo na cultura da soja em condições de cerrado. 2022. 39p. Trabalho de Curso (Curso de Bacharel em Agronomia) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

Araujo, K. D. Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri-PB. 2010. 166f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2010. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3380>.

AMORIM, Paulo Hernandes Tavares. **Adubação de doses de fósforo na cultura da soja em condições de cerrado**. 2022. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Goiás, 2022.

BARROS, J. **Fertilidade do solo e nutrição das plantas**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10174/28120>. Acesso em: 22 fev. 2024.

BROWER, J.E; ZAR, J.H. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2th. ed. Iowa: Wm. C. Brown Publishers: 1984.

BROWER JR., K. S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. *In*: MARTOS, H. L.; MAIA, N. B. **Indicadores ambientais**. Sorocaba: PUCC-Schell, p.143-155. 1997.

BROWN, G. G.; SAUTER, K.D. Biodiversity, conservation and sustainable management of soil animals: the XV International Colloquim on Apterygota. Biodiversity, conservation and sustainable management of soil. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v.44, n.8, p. 1-9, ago. 2009. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27363/1/v44n8a01.pdf>. Acesso em: 20 Jan.2024.

Carvalho, Thiago Alves Ferreira de. Mesofauna (Acari e Collembola) em solos sob cafeeiro e leguminosas arbóreas em duas épocas. 2013 71p.il. Universidade Federal de Lavras- MG (Dissertação de mestrado).

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M de. Importância da Fauna do Solo para a Ciclagem de Nutrientes. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266488683>. Acesso em: 03 mar. 2021.

GRACILIANO, Wellington dos Santos *et al.* Mesofauna edáfica em área de ocorrência de *Byrsonima triopterifolia* A. Juss na Caatinga de Olho D'Água do Casado, Alagoas. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 27, p. e71036-e71036, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/71036>. Acesso em: 31 Jan. 2024.

DONAGEMMA, Guilherme Kangussu. *et al.* Indicadores de qualidade do solo: descrição, uso e integração para fins de estudos em agroecossistemas. **In**: FERREIRA,

J. M. L. *et al.* Indicadores de sustentabilidade em sistemas de produção agrícola. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010. p. 143-201.

DORAN, J.W.; PARKIN, T. B. Defining And Assessing Soil Quality. *In: DORAN, J. W. et al.* Defining soil quality for sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America, 3, 21, 1994.

FAUNA DO SOLO. (Série:Manejo sustentável de fruteiras na caatinga). Salvador: Carvalho, 2022. v. 6. 31 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1146573>. Acesso em: 15 Jan. 2024

FERREIRA, Eric Batista.; CAVALCANTI, Portya Piscitelli.; NOGUEIRA, Denismar Alves. **ExpDes.pt**: Pacote Experimental Designs (Portugues). Version 1.2.2, DOI: 10.4236/am.2014.519280 Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/ExpDes.pt.pdf>. Acesso em: 20 Jan. 2021.

FIALHO, Jamili Silva. *et al.* Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.3, p.250-257. 2006.

FONSECA, Thuily Felipe da. Fauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo em diferentes tipos de cobertura do solo no município de Rio Bonito. Rio de Janeiro: 2023.

FRANCO, A. L. C., *et al.*. Loss of soil (macro)fauna due to the expansion of Brazilian sugarcane acreage. **Science of the Total Environment**, v.563–564, p.160–168, sep.2016. DOI: doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.116 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716308117>. Acesso em: 15 Dez.2023.

HUTCHESON, K. A Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula. **Journal of Theoretical Biology**, 29, p.151-154, Oct. 1970. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(70\)90124-4](https://doi.org/10.1016/0022-5193(70)90124-4). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022519370901244?via%3Dihub>. Acesso em:12 de Jan. 2024.

IHAKA, Ross.; GENTLEMAN, Robert. R: a language for data analysis and graphics. *In: Journal of computational and graphical statistics*, v. 5 n.3, p. 299-314, 1996. <https://doi.org/10.1080/10618600.1996.10474713>.

KENT, M.; COKER, P. Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach, New York: John Wiley and Sons, p. 167-169, 1992.

KREWER, Daiane Aparecida. *et al.* Indicadores biológicos de qualidade do solo de fácil fornecimento para o monitoramento do cultivo de milho com base agroecológica. **Revista Caatinga**, v. 37, pág. e11395-e11395, 2024.

LEPSCH, Igor F. 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

LIMA, Herdjania Veras de. *et al.* Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 31, n. 5, p.1085-1098, out. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832007000500024>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/bBkZVpnWvjCXB4Zb3mCvnyQ/?lang=pt> Acesso em: 20 Dez.2023.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. Numerical ecology. Elsevier Science & Technology, 20, 853, v.24, nov. 1998.

Lima, R. W. S. De; Silva, A. P. L. Da; Araujo, K. D. Invertebrados do Solo em Fragmento de Mata Atlântica com Presença de Espécies Exóticas (*Eucalyptus* sp. e *Bambusa vulgaris*). **GEOGRAFIA (Londrina)**, v. 33, n. 1, p. 167–187, 2023. DOI: 10.5433/2447-1747.2024v33n1p167. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/47787>. Acesso em: 13 fev. 2024.

LIMA, K. D. R. De. *et. al.* Soil fauna as bioindicator of recovery of degraded áreas in the caatinga biome. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.30, n.2, p.401-411, 2017.

PALMER, M. W. Ordination methods for ecologists. Disponível em: <http://ordination.okstate.edu/overview.htm> . Acesso 01 Fev. 2024.

MANUIAMA, André Ribeiro. *et al.* Uso de insetos edáficos como instrumento de qualidade ambiental para os solos amazônicos. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 17, n. 01, p. 618-632, 2024.

MARTINEZ-SALGADO, M. M. *et. al.* Biological soil quality indicators: a review. *In: MENDEZ-VILAS, A. (Ed.). Current research, technology and education topics in applied microbiology and microbial biotechnology.* n. 2, v. 2, p. 319–328, 2010. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/CarlaGerez/publication/283968775_Update_in_bread_fermentation_by_lactic_acid_bacteria/links/59354f380f7e9beee7d69497/Update-in-bread-fermentation-by-lactic-acid-bacteria.pdf. Acesso em: 26 Jan. 2024.

MCCune, B.; Grace, J. B. Analysis of ecological communities. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software Design, 2002.

MENANDRO, L. M. S. *et.al.* Soil Macrofauna Responses to Sugarcane Straw Removal for Bioenergy Production. **Bioenergy Research**. v. 12, p. 944–957, oct. 2019. DOI: 10.1007/s12155-019-10053-2. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12155-019-10053-2>. Acesso em: 15 Jan. 2024.

MYERS, Norma. *et.al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. 403: 853-858, 2000.

NUNES, LAPL. *et.al.* Edaphic fauna in a vegetation gradient in the Sete Cidades National Park. **Brazilian Journal of Biology**. v. 79 n. 1, p. 45-51, jan-mar.2019. DOI: 10.1590/1519-6984.174135. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/CfVrTMqvL3HPhGvbw3WT6Mt/?lang=en> Acesso em; 10 Jan.2024.

SILVA, Michelangelo de Oliveira *et al.* Indicadores químicos e físicos de qualidade do solo. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba,v. 6, n. 7, p. 47838-47855, jul. 2020. DOI:10.34117/bjdv6n7-431. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13360>. Acesso em: 02 de fev.2024

PAZ, José Abel Aguiar da Silva. **Composição da fauna edáfica em resposta a diferentes manejos do solo em dois períodos distintos**. Artigo (Agronomia), 2021. Disponível em: repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/2573 Acesso em: 10 Jan.2024

PEREIRA, Jamil de Moraes *et al.* Fauna edáfica e suas relações com atributos químicos, físicos e microbiológicos em Floresta de Araucária. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 242-257, 2020.

PREZOTTI, Luiz Carlos. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. – Vitória, ES: Incaper, 2013. 104 p.

PRIMAVESI, Ana. **A biocenose do solo na produção vegetal & Deficiências minerais em culturas, nutrição e produção vegetal**. São Paulo: Expressão Popular, 2018.

PODANI, J. *Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematics*. SPS: Academic Publishers, Haia, 1994.

RIGOTTI, Vítor Mateus. **Impactos da conversão de campo nativo em monocultura de soja na fauna de colêmbolos epiedáficos do pampa brasileiro**. Orientador: Bruno Cavalvanti Bellini.2023. 37f. Dissertação (Mestrado em Sistemática e Evolução). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

RONQUIM, Carlos César. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 8**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. ISSN: 1806-3322

SAMPAIO, Iara Uliana Moraes. **Macrofauna edáfica em sistema de plantio direto de hortaliças em diferentes estações do ano no cerrado**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, 2023. Disponível em: <https://bdtd.ufm.edu.br/handle/123456789/1547>. Acesso em: 30 Jan.2024.

SILVA, Bianca Cristieli da. *et al.* Análise da macrofauna edáfica em pomar caseiro: subsídios para implantação de quintais agroflorestais no bioma pampa. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 44–60, 2023. DOI: 10.33240/rba.v18i1.23637. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/23637>. Acesso em: 31 jan. 2024.

SILVA, Maira Rebeca de Alencar Costa *et al.* Levantamento da Macrofauna Edáfica em uma Unidade de Conservação do Cerrado no Leste Maranhense. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**. v. 14, n. 1, 2023.

SILVA, D. M. N. D. *et al.* Balanço de carbono no sistema de café conilon orgânico consorciado com espécies arbóreas e banana. **Revista Árvore**, n.44, 2020. DOI: 10.1590/1806-908820200000021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/MLLTjPQHtfgpzvjkDcxHkL/abstract/?lang=pt#ModalTutors> Acesso em: 02 Fev. 2024.

SILVA, Luciana Duque. *et al.* Importância em se conhecer o tipo de solo e as particularidades da adubação em áreas de cerrado. **Sistema de Informações para planejamento florestal no nordeste brasileiro**, Piracicaba, v.2, 2021.

SILVA, Danilo. Cândido da. *et al.* Fauna edáfica como indicadora de qualidade do solo em fragmentos florestais e área sob cultivo do cafeeiro. **Brazilian Journal of**

Development, Curitiba, v.6, n.3, mar. 2020. DOI: doi.org/10.34117/bjdv6n3-375. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8007>. Acesso em: 23 Jan. 2024

SILVA, Leila Caroline Salustiano. **Análise da vegetação e organismos edáficos em área de caatinga na Serra da Caiçara, Maravilha, Alagoas**. Orientador: Ana Paula Lopes da Silva. 2017. 100f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. **Nature**, p. 163-168, 1949.

SOUTO, Patrícia Carneiro *et al.* Macrofauna do solo em zona ripária no semiárido da Paraíba. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 34., p.1-5 Florianópolis: 2013.

SOUTO, Patricia Carneiro *et al.* Comunidade Microbiana e Mesofauna Edáfica em Solo sob Caatinga no Semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 151-160, 2008.

R CORE TEAM . R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Pearson Education India: 1999.