



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Pernambuco

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
PERNAMBUCO

Campus Barreiros

Departamento de Desenvolvimento Educacional

Tecnologia em Agroecologia

LUCAS JOSÉ DA SILVA

**MACROFAUNA EPÍGEA EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO NO  
ASSENTAMENTO JUNDIÁ DE CIMA, EM TAMANDARÉ/PE**

Barreiros/PE

2021

LUCAS JOSÉ DA SILVA

**MACROFAUNA EPÍGEA EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO  
SOLO NO ASSENTAMENTO JUNDIÁ DE CIMA, EM TAMANDARÉ/PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em  
Agroecologia, do Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia de Pernambuco, *Campus*  
Barreiros, como parte dos requisitos para obtenção  
do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientadora:  
Profa. Dra. **Tatiely Gomes Bernardes**

BARREIROS/PE

Dezembro, 2021

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFPE (SIBI/IFPE) – Biblioteca do *Campus* Barreiros  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586m Silva, Lucas José da.

Macrofauna epígea em diferentes sistemas de uso do solo no assentamento Jundiá de Cima, em Tamandaré/PE / Lucas José da Silva. – 2021.

33 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Tatiely Gomes Bernardes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Agroecologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, *Campus* Barreiros, 2021.

1. Solo - Uso. 2. Qualidade do solo. 3. Solo agroecológico. 4. Sistemas agroecológicos. I. Bernardes, Tatiely Gomes, orientador. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. III. Título.

CDD 631.47

LUCAS JOSÉ DA SILVA

**MACROFAUNA EPÍGEA EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO NO  
ASSENTAMENTO JUNDIÁ DE CIMA, EM TAMANDARÉ/PE**

Trabalho aprovado. Barreiros/PE, 8 de dezembro de 2021.

---

Profª. Dra. Tatiely Gomes Bernardes - Orientadora  
(IFPE - *Campus* Barreiros)

---

Prof. Dr. Marcos Antônio Machado Mesquita - Avaliador Interno  
(IFPE - *Campus* Barreiros)

---

Prof. Dr. Alexandre Nascimento dos Santos - Avaliador Externo  
(FAL - *Campus* Maragogi)

Barreiros/PE

2021

*Dedico este trabalho a minha família, pelo apoio e toda inspiração que mim foram entregues.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter mim guiado pelos caminhos certos e por se fazer presente nos momentos mais difíceis dessa jornada.

A professora Tatiely Gomes Bernardes por sua orientação, conselhos, opiniões e correções.

Aos colegas de curso Amada Maria e Weslly Jeronimo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco IFPE - *Campus* Barreiros.

Aos servidores do IFPE *Campus* Barreiros, em especial a João Ângelo, conhecido como “Dão”, pelo apoio concedido.

A dona Elizabete Silva de Lima por ter cedido sua propriedade para a elaboração do trabalho

## RESUMO

Estudos para avaliar a qualidade do solo em regiões tropicais têm crescido consideravelmente nos últimos anos. Estes estudos se baseiam nos indicadores de qualidade do solo são propriedades mensuráveis (quantitativas ou qualitativas), que avaliam as propriedades físicas, químicas e biológicas, e permitem caracterizar, avaliar e acompanhar as alterações ocorridas em agroecossistema. A fauna do solo realiza em notáveis processos na interação serrapilheira-solo, tais como, fragmentação da matéria orgânica, decomposição e ciclagem de nutrientes, e sofrem muita influência do meio externo. Com isso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a densidade e a diversidade da macrofauna epígea como indicadora do efeito em diferentes sistemas de uso de solo agroecológico e convencional no assentamento Jundiá de Cima, em Tamandaré/PE. Os sistemas de uso do solo estudados foram cana-de-açúcar em sistema convencional, quintal agroflorestal, produção agroecológica integrada e sustentável (PAIS) e um bananal em sistema agroecológico. Foram instaladas, em cada área, oito armadilhas de queda “pitfall” para captura dos organismos da fauna do solo, em zigue-zague, totalizando 32 armadilhas. A instalação das armadilhas ocorreu no dia 11 de novembro de 2021 e a coleta da macrofauna epígea ocorreu sete dias após a instalação. Foram coletados 991 indivíduos da macrofauna epígea pertencentes às seguintes ordens: Acarina, Aranea, Blattaria, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Ortoptera e Thysanura. Houve em todos os sistemas avaliados uma predominância da ordem Hymenoptera, representada pelas formigas. Os sistemas de uso do solo interferem diretamente na macrofauna epígea, sendo que os sistemas agroecológicos proporcionaram melhores índices de diversidade e equitabilidade da macrofauna epígea quando comparado ao sistema convencional de cultivo da cana-de-açúcar. Estes resultados mostram a importância da macrofauna epígea como bioindicadora da qualidade do solo em agroecossistemas.

Palavras-chave: bioindicadores; índices ecológicos; qualidade do solo; sistemas agroecológicos.

## ABSTRACT

Studies to assess soil quality in tropical regions have grown considerably in recent years. These studies are based on soil quality indicators, which are measurable properties (quantitative or qualitative), which assess the physical, chemical and biological properties, and allow for the characterization, evaluation and monitoring of changes occurring in the agroecosystem. The soil fauna performs in notable processes in the litter-soil interaction, such as, fragmentation of organic matter, decomposition and nutrient cycling, and they are heavily influenced by the external environment. Thus, the objective of this study was to evaluate the density and diversity of epigeal macrofauna as an indicator of the effect on different systems of agroecological and conventional land use in the Jundiá de Cima settlement, in Tamandaré/PE. The land use systems studied were sugarcane in a conventional system, an agroforestry yard, integrated and sustainable agroecological production (PAIS) and a banana plantation in an agroecological system. Eight pitfall traps were installed in each area to capture soil fauna organisms, in ziczag fashion, totaling 32 traps. The installation of the traps took place on November 11, 2021 and the collection of epigeal macrofauna took place seven days after installation. A total of 991 individuals of the epigeal macrofauna belonging to the following orders were collected: Acarina, Aranea, Blattaria, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Ortoptera and Thysanura. There was a predominance of the order Hymenoptera, represented by ants, in all evaluated systems. The land use systems interfere directly in the epigeal macrofauna, and the agroecological systems provided better diversity and evenness indices for the epigeal macrofauna when compared to the conventional sugarcane cultivation system. These results show the importance of the epigeal macrofauna as a bioindicator of soil quality in agroecosystems.

Keywords: bioindicators; ecological indexes; soil quality; agroecological systems.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	08
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
2.1	INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO .....	10
2.2	MACROFAUNA EDÁFICA .....	10
2.3	SISTEMAS DE PRODUÇÃO .....	12
<b>2.3.1</b>	<b>Sistema convencional</b> .....	12
<b>2.3.2</b>	<b>Quintais agroflorestais</b> .....	13
<b>2.3.3</b>	<b>Produção Agroecológica Integrada e Sustentável</b> .....	14
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
3.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	15
3.2	DESCRIÇÃO DAS ÁREAS .....	15
3.3	INSTALAÇÃO DAS ARMADILHAS PITFALL .....	19
3.4	VARIÁVEIS ANALISADAS .....	21
3.5	ANÁLISE DOS DADOS .....	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	28
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

O solo é o resultado de um demorado trabalho da natureza, partículas (minerais e orgânicas) que vão sendo depositado em camadas (horizontes) devido à ação da chuva, vento, calor, frio e de organismos (fungos, bactérias, minhocas, formigas e cupins) que vão desgastando as rochas de forma lenta no relevo da terra transformando-as em solo. O solo é um dos principais recursos naturais do nosso planeta, basicamente toda produção hoje depende do solo, pois muitos processos biológicos importantes para a manutenção da vida na terra ocorrem no solo.

O sistema de cultivo convencional pode afetar negativamente os organismos do solo, pois, muitas das vezes, neste sistema os solos sofrem alterações, sejam elas por meio da compactação do solo ou da perda da matéria orgânica, com isso, reduzindo a microbiota do solo (SANTOS, 2015). De uma forma geral o sistema convencional de manejo agrícola utilizado pela agricultura atual, em sua maior parte, é caracterizado pela artificialização e simplificação dos agroecossistemas, formado geralmente por plantas geneticamente similares ou idênticas, que têm sido selecionadas com o propósito de aumento da produtividade, sendo altamente dependente de insumos externos a propriedade (pesticidas, fertilizantes solúveis, máquinas e combustíveis). Tal manejo proporciona um severo desequilíbrio ecológico e tende a alterar os processos de auto-regulação de pragas e doenças, diminui o poder de recuperação dos agroecossistemas frente às adversidades climáticas e fitossanitárias, desregulando a estabilidade, flexibilidade, resiliência, equidade e auto-suficiência que os agroecossistemas diversificados possuem (LOPES; LOPES, 2011). A atividade agrícola vem estimulando alterações em busca de uma agricultura mais sustentável, utilizando sistemas que aumentam a produção e conseqüentemente o rendimento econômico e ainda levam em consideração a questão ecológica (SANTOS, 2019).

Por outro lado temos a agroecologia como ciência que nos proporciona conhecimentos que envolvem a produção de alimentos de forma mais sustentável, respeitando a vida, as pessoas, a terra, sendo uma alternativa ao sistema convencional de cultivo. Na agroecologia alguns sistemas que buscam o equilíbrio entre a produção de alimento e a natureza, a diversificação do agroecossistema e a segurança alimentar, têm sido difundidos, dentre eles podemos citar os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs), os quintais agroflorestais, a produção agroecológica integrada e sustentável (PAIS), dentre outros.

Diante desse cenário a busca por maneiras de avaliar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo nos diferentes sistemas de cultivo tornam-se essencial. A determinação

de indicadores de qualidade de solo se faz necessária para possibilitar a identificação de áreas problemáticas utilizadas na produção, fazer estimativas realistas de produtividade, monitorar mudanças na qualidade ambiental e auxiliar agências governamentais a formular e avaliar políticas agrícolas de uso da terra (GOMES, 2015). Esses indicadores devem ser sensíveis à modificação do solo, capazes de elucidar os processos do ecossistema, ser de fácil mensuração, ser facilmente quantificados, de fácil interpretação e comparáveis a outros indicadores de qualidade (SANTOS, 2015).

Com isso, a macrofauna invertebrada tem sido utilizada como indicadora de qualidade do solo, pois esta é sensível às modificações no meio e praticamente responsiva, com relativa rapidez, ao impacto de diferentes tipos de sistema de produção. São capazes ainda de modificar as características físicas, químicas e biológicas do solo, sendo instrumento importante para a avaliação da organização e funcionamento do solo (SANTOS, 2015).

Neste contexto, considerando a importância da biodiversidade da macrofauna do solo pela qualidade do solo e as constantes mudanças no uso do solo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade e a diversidade da macrofauna epigea como indicadora do efeito em diferentes sistemas de uso de solo agroecológico e convencional no assentamento Jundiá de Cima, em Tamandaré/PE.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO

O conceito de qualidade do solo, nas mais diferentes citações, está relacionado com as funções do solo em ecossistemas naturais e agrícolas, não podendo ser mensurada diretamente, mas pode ser estimada a partir de indicadores de qualidade do solo (KARLEN *et al.*, 1997; ANDREWS *et al.*, 2004). Indicadores de qualidade do solo são propriedades mensuráveis (quantitativas ou qualitativas) do solo ou da planta acerca de um processo ou atividade e que permitem caracterizar, avaliar e acompanhar as alterações ocorridas num dado ecossistema (KARLEN *et al.*, 1997).

Os indicadores biológicos de qualidade do solo apresentam uma sensibilidade a qualquer mudança no meio e a vantagem de estudá-los é que apresentam uma resposta mais rápida quando comparados aos indicadores químicos e físicos, e também permitem avaliar os processos pertencentes ao ciclo do C, N, P e entre outros nutrientes (MATSUMOTO; MARQUES, 2015). Estes indicadores podem ser classificados como físicos, químicos e biológicos, porém, além de realizarem funções essenciais para o funcionamento do solo, organismos vivos apresentam uma mudança mais rápida perante a qualquer alteração na qualidade do solo. Estes organismos são adaptados a sobreviver, se reproduzir e realizar interações ecológicas em condições ambientais específicas (SILVEIRA, 2019).

Atualmente vem crescendo o uso de bioindicadores no monitoramento ambiental, pois eles são sensíveis a pequenas mudanças ambientais, como as características físicas, químicas e estruturais do ambiente em que se encontram (CANDIDO; MARTINS, 2012). Dentre os grupos existentes, as formigas aparecem como a mais dominante, tanto em número de espécies quanto em biomassa, além de serem uma das mais importantes na pirâmide de fluxo de energia por apresentarem funções como a dispersão de sementes, predação, herbivoria, ciclagem de nutrientes, estruturação física e química do solo, proteção de plantas contra a herbivoria e uma grande interação com os demais grupos de organismos (MELO *et al.*, 2009).

### 2.2 MACROFAUNA EDÁFICA

A fauna do solo refere-se à comunidade de invertebrados que vivem permanentemente ou que passam um ou mais ciclos de vida no solo. Esta desempenha importantes funções ecossistêmicas, pois atua nos processos de decomposição e incorporação dos resíduos orgânicos no solo, mineralização de nutrientes, aumento do teor de matéria orgânica, agregação das partículas, formação de bioporos e controle biológico (BROWN *et al.*, 2015).

Conforme o tamanho do corpo dos organismos que a constituem, a fauna do solo é classificada macrofauna, mesofauna e microfauna. A macrofauna edáfica refere-se a invertebrados de solo com dimensão corporal superior a 2 mm. Ela pode ser influenciada tanto pela quantidade quanto pela qualidade de material vegetal aportado ao solo (CARRILLO *et al.*, 2011), especialmente os organismos que habitam a interface serrapilheira solo, conhecida como fauna epígea, é afetada diretamente pela abrasão e pelo esmagamento durante o preparo do solo, ou indiretamente pela remoção da serrapilheira e alterações no microclima próximo ao solo (SILVA *et al.*, 2012).

A macrofauna tem diferentes efeitos nos processos que condicionam a fertilidade do solo, pela regulação das populações microbianas responsáveis pela humificação e mineralização (LAVELLE *et al.*, 1997). A comunidade da macrofauna edáfica é fortemente influenciada pela ação antrópica, podendo modificar sua abundância e diversidade principalmente pela perturbação do ambiente físico e pela modificação da qualidade e quantidade da matéria orgânica (LAVELLE *et al.*, 1993). A macrofauna do solo influencia também, através das suas estruturas biogênicas, as propriedades físicas do solo, podendo promover efeitos benéficos ou não, dependendo da composição da comunidade e a distribuição das populações de diferentes grupos funcionais (LAVELLE, 1996).

Devido à alta sensibilidade às alterações ambientais e atuação nos processos biológicos dos sistemas naturais ou modificados, os organismos da fauna edáfica se mostram eficazes na avaliação da qualidade destes sistemas, possibilitando a tomada de decisões que busquem um manejo mais sustentável, tornando-os excelentes bioindicadores de qualidade do solo (JUNIOR *et al.* 2019). Os cupins, as formigas e as minhocas são considerados engenheiros do solo, pois modificam a disponibilidade ou a acessibilidade de recursos para outros organismos por meio das estruturas físicas que produzem (LAVELLE *et al.*, 1997).

Os organismos da macrofauna edáfica são componentes muito importantes da biota do solo, atuando como engenheiros do ecossistema, fragmentadores de serrapilheira, transformadores de serrapilheira ou predadores (SWIFT *et al.*, 2010). São afetados pelo manejo do solo e pelo declínio da quantidade de matéria orgânica, resultante do cultivo intensivo (ROVEDDER *et al.*, 2009), pela introdução de novas espécies vegetais e pelo uso de insumos (FRAGOSO *et al.*, 1999). Estes organismos são capazes de evidenciar características físico-químicas (VELÁSQUEZ *et al.*, 2010) e estruturais do ambiente em que se encontram (ARIAS *et al.*, 2007). A densidade, a diversidade e a presença de grupos específicos são critérios utilizados na avaliação da qualidade do solo (BARROS *et al.*, 2003). No entanto, o papel ecológico da macrofauna do solo ainda não está totalmente

compreendido, havendo muitos aspectos a serem esclarecidos (GARCIA; CATANOZI, 2011).

### 2.3 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A expansão das fronteiras agrícolas, assim como sua intensificação, tem impulsionado a diminuição gradativa da diversidade biológica nos diferentes ecossistemas naturais e artificiais, por meio da conversão do uso da terra nas práticas agrícolas convencionais, uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos, adoção de sistemas de monoculturas, mecanização, entre outras práticas utilizadas para aumentar a produção agrícola (EMMERSON *et al.*, 2016). Integrar a diversidade biológica e os princípios ecológicos na produção agrícola é uma estratégia para alcançar a intensificação agroecológica desejada (WEZEL *et al.*, 2015) e conservar as funções do ecossistema (CHABERT; SARTHOU, 2020).

#### 2.3.1 Sistema Convencional

O sistema convencional utiliza técnicas tradicionais de preparo do solo, como base, remoção da vegetação nativa, aração, gradagem, calagem, adubação mineral, aplicação de defensivos agrícolas para posteriormente iniciar o plantio, segue ainda durante todo período de desenvolvimento do cultivo a utilização de pesticidas, herbicidas, fungicidas entre outros, sendo o principal objeto o capital (SILVA, 2019).

O revolvimento das camadas superficiais reduz a compactação, aumenta espaços porosos e elevam a permeabilidade do solo e capacidade de armazenamento de água e ar, facilitando o desenvolvimento do sistema radicular (SANTOS; SANTIAGO, 2014). Além disso, o revolvimento das camadas superiores do solo causados pelo processo de aração e gradagem promove o corte e enterro de plantas daninhas e expõe pragas de solos e predadores (LIMA, 2020). No entanto, esta técnica de plantio aumenta consideravelmente o processo de erosão do solo. Visando solucionar o problema, técnicos e pesquisadores desenvolveram o Sistema de Plantio Direto (SPD), que consiste no mínimo revolvimento do solo entre uma cultura e outra (MARTINS, 2020). Esta mudança aparentemente simples, reduziu as perdas de solo em mais de 5 vezes em relação ao sistema convencional de plantio (FERNANDES *et al.*, 2019). Novas tecnologias têm surgido visando aumentar a produtividade e a redução dos custos de produção, entretanto, essas tecnologias muitas vezes estão associadas ao tráfego intenso de máquinas e tratores, alternando a estrutura do solo, tornando-o adensado ou compactado, que pode facilmente ser constatada por meio do aumento da densidade do solo, resistência do solo à penetração (ASSIS *et al.*, 2009). Os sistemas de preparo e manejo do

solo determinam as condições físicas, químicas e biológicas, para o crescimento das plantas e produtividade das culturas (TORMENA *et al.*, 2002).

No sistema convencional de cultivo a macrofauna edáfica pode sofrer perdas em sua abundância e diversidade. Em solos tropicais, que são mais impactados pela intensificação da agricultura, a perda na biodiversidade, antes mesmo de sua caracterização, é uma possibilidade preocupante (GILLER *et al.*, 1997). Santos *et al.* (2016) avaliaram a macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos sob plantio direto e convencional no Sudoeste do Piauí e concluíram estes sistemas de produção altera a estrutura da comunidade de macrofauna edáfica, comparação à condição natural de Cerrado.

### 2.3.2 Quintais Agroflorestais

Quintais agroflorestais são áreas de produção, localizados próximo da casa, onde se cultiva uma variedade de espécies agrícolas e florestais, envolvendo (ou não) a criação de pequenos animais domésticos. Essa prática é encontrada em todas as regiões tropicais do mundo e tem como característica principal a grande diversidade de produção como: alimentos, ervas medicinais, fibras e outros produtos de uso na propriedade durante todo ano (DUBOIS, 1996).

Os quintais se constituem em Sistemas Agroflorestais (SAF's), estes são uma alternativa de uso da terra para a estabilidade do ecossistema tendo como objetivo à eficiência e otimização de recursos naturais na produção de forma integrada e sustentada (SANTOS, 2019). O SAF é um sistema de uso da terra com a introdução ou retenção deliberada de árvores em associação com outras culturas perenes ou anuais e/ou animais, apresentando mútuo benefício ou alguma vantagem comparativa aos outros sistemas de agricultura resultante das interações ecológicas e econômicas. Pode apresentar várias disposições em espaço e tempo, e deve utilizar práticas de manejo compatíveis com o produtor (YOUNG, 1990),

Para que um determinado sistema possa ser chamado de agroflorestal é indispensável que ao menos uma espécie seja tipicamente florestal, entre as espécies que compõem o sistema, independentemente do porte, da permanência (temporária ou permanente) e de a mesma ser ativa ou aclimatada (MAY; TROVATTO, 2008). Os sistemas agroflorestais possuem diversos arranjos produtivos, espaciais, temporais, funcionais, diferentes distribuições ecológicas, aspectos socioeconômicos e tipos de produtos finais que podem ser obtidos (ALMEIDA, 2011). Dentre os principais motivos está a maior quantidade de elementos a serem considerados, a necessidade de prever os efeitos das interações entre as diferentes espécies consorciadas, diferentes épocas de colheita, diferentes equipamentos para manutenção (COSENZA, *et al.*, 2016).

Devido aos benefícios promovidos por sistemas agroflorestais no solo, essa prática é indicada para a recuperação de áreas degradadas e para a preservação de áreas de entorno de reservas ambientais (MENDONÇA *et al.*, 2001). Além da recuperação de funções ecológicas que garantem a sustentabilidade do agroecossistema, os sistemas agroflorestas apresentam grande potencial para o sequestro de carbono atmosférico em tecido vegetal ou matéria orgânica no solo, apesar da necessidade de se estudar a emissão de outros gases de efeito estufa para determinar o benefício líquido do sistema à composição química da atmosfera (ALBRECHT; KANDJI, 2003).

Costa *et al.* (2020) avaliaram a riqueza, abundância e diversidade de morfoespécies da macrofauna do solo presentes em áreas de diferentes coberturas vegetais e uso da terra e concluíram que os sistemas agroflorestais apresentam condições de manter a diversidade da macrofauna de maneira similar às florestas secundárias. Lima *et al.* (2010) em trabalho realizado com solos de diferentes agroecossistemas, observaram que o sistema de manejo também afeta diretamente a estrutura dos grupos faunísticos do solo, sendo que os sistemas agroflorestais propiciam melhores características químicas e aumento na abundância e riqueza das espécies de meso e macrofauna do solo. Nesse contexto, os SAF podem se constituir em alternativa de produção agropecuária que busca minimizar o efeito da intervenção humana nos sistemas naturais (ROCHEFELER, 2017).

### **2.3.3 Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS)**

A tecnologia social PAIS consiste em áreas de produção integrada, com a exploração vegetal aliada à criação de animais; e são dotadas de três canteiros circulares voltados para a produção de hortaliças, com um galinheiro no ponto central, uma área para a pastagem das aves no quintal agroecológico. A produção de alimentos nas áreas do PAIS deve ser isentas do emprego de insumos químicos, seguindo os princípios agroecológicos (FBB, 2009). Ao mesmo tempo o PAIS significa mais alimento, trabalho e renda no campo, incentiva o associativismo dos produtores e aponta novos canais de comercialização dos produtos, permitindo boas colheitas agora e no futuro (BRITO, 2009).

Num cenário agrícola onde o uso de agrotóxicos tem se intensificado e provocado o desgaste dos solos e contaminação dos agricultores e consumidores, a tecnologia social PAIS vem para proporcionar aos pequenos agricultores uma alternativa para a produção de alimentos saudáveis, mas ao mesmo tempo uma oportunidade de gerar renda diante de uma demanda crescente por esses produtos (NDIAYE, 2016).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O trabalho foi realizado em uma propriedade rural localizada na mata sul de Pernambuco, no município de Tamandaré, Pernambuco, no Assentamento Jundiá de Cima, cujas coordenadas geográficas são: 08° 45' 35,8''S de latitude, 35° 16' 18,9'' W de longitude e altitude de aproximadamente 20 m (Figura 1). Segundo classificação köppen, o clima em Tamandaré é tropical.

As quatro áreas selecionadas apresentavam diferentes processos de recuperação e históricos de usos e perturbação oriundos de ações antrópicas, sendo uma delas numa propriedade de cultivo de cana-de-açúcar e as outras três na propriedade da agricultora Elizabete Silva, conhecida na comunidade como Bete. Esta iniciou o processo de transição agroecológica no ano de 2010, mesmo rodeada pelo cultivo da cana-de-açúcar, ela vem sendo um exemplo para outros agricultores que buscam produzir alimentos sem degradar o meio ambiente e com soberania alimentar, seguindo os princípios agroecológicos.

**Figura 1\_** Localização da propriedade da D. Bete no Assentamento Jundiá de Cima, Tamandaré/PE.



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor (2021)

#### 3.2 DESCRIÇÕES DAS ÁREAS

As quatro áreas experimentais o sistemas de uso do solo foram: cultivo de cana-de-açúcar, um quintal agroflorestal agroecológico, um PAIS e uma área de bananeira prata anã em sistema agroecológico.

A área com cana-de-açúcar é em frente a propriedade da D. Bete onde o sistema de cultivo é convencional. O canavial foi renovado a seis meses da coleta da macrofauna e no plantio da cana-de-açúcar também foi semeado milho em consórcio, a colheita das espigas de milho já havia sido realizada e restava apenas a planta seca (Figura 2).

**Figura 2\_** Área com o cultivo de cana-de-açúcar.



Fonte: Celular moto e 5 adaptado pelo autor (2021)

Na área do quintal agroflorestal havia diferentes espécies e o revelo é levemente ondulado (Figura 3). Dentre as espécies frutíferas, ornamentais, florestais, condimentais e medicinais que foram identificadas no quintal agroflorestal podemos citar as seguintes: cupuaçu (*Theobroma cacao*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), caju (*Anacardium occidentale*), coco (*Cocos nucifera*), limão (*Citrus limonum* (L) Burm. f.), *Eugenia uniflora* L. (pitanga), banana (*Musa* spp.), manga (*Mangifera indica*), pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), café (*Coffea* sp.), acerola (*Malpighia emarginata*), moringa (*Moringa oleifera*), graviola (*Annona muricata*), canela (*Cinnamomum*), ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*), jambo (*Syzygium jambos*), atemoia (*A. × atemoya*), ipê (*Handroanthus albus*), mamão (*Carica papaya*), cuité (*Crescentia cujete*), amora (*Rubus fruticosus*), urucum (*Bixa orellana*), pimenta (*Capsicum* sp), hortelã-da-folha-grossa (*Plectranthus amboinicus*), gengibre ornamental (*Zingiber spectabile*), pássaro-de-fogo (*Helicônia bihai*), entre outras.

**Figura 3\_** Área do quintal agroflorestal.



Fonte: Celular moto e 5 adaptado pelo autor (2021)

No PAIS as espécies que se encontravam nos canteiros foram: brócolis (*Brassica oleracea*), manjericão (*Ocimum basilicum*), ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), alho-poró (*Allium porrum*), acelga (*Beta vulgaris*), salsa (*Petroselinum crispum*), cebola roxa (*Allium cepa*), menta (*Mentha*), rúcula (*Eruca vesicaria*), espinafre (*Spinacia oleracea*), hortelã (*Mentha × piperita*), couve flor (*Brassica oleracea* var. botrytis), couve (*Brassica oleracea*), babosa (*Aloe vera*), hortelã da borda branca (*Plectranthus* sp.), louro (*Laurus nobilis*), tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var.) pimenta biquinho amarela (*Capsicum chinense*). (Figura 4).

---

**Figura 4\_** Área do PAIS.



Fonte: Celular moto e 5 adaptado pelo autor (2021)

A área de cultivo da banana prata anã é no plantio solteiro e estava com uns dois anos de plantio. É uma área plana, com presença de gramíneas distribuídas desuniformemente na área. Nas entrelinhas realiza-se a capina seletiva quando necessário, o manejo é agroecológico quando necessário.

**Figura 5\_** Área com cultivo solteiro de banana.



Fonte: Celular moto e 5 adaptado pelo autor (2021)

### 3.3 INSTALAÇÃO DAS ARMADILHAS PITFALL

Para as coletas da macrofauna epígea foram utilizadas armadilhas pitfall, constituída por uma garrafa PET com capacidade de 2 L, cortadas em uma altura de 15 cm da sua base, contendo 500 mL de água e 5 gotas de detergente neutro, visando simplicidade e aplicação destas armadilhas pelas famílias agricultoras.

Foi realizada uma amostragem, em época de estiagem, no dia 11 de novembro de 2021. As oito (8) armadilhas foram instaladas aleatoriamente em caminamento em zigue-zague, nas quatro áreas com diferentes usos do solo citadas anteriormente. No PAIS as armadilhas pitfall foram instaladas somente nos canteiros onde se cultiva olerícolas e medicinais. Para cada armadilha cavou um buraco com auxílio de um cavador e depois colocou as armadilhas pitfall para que as mesmas fiquem com a borda ao nível da superfície do solo. Sobre as armadilhas foram colocadas pratos com 10 mm descartáveis para evitar cair água da chuva foi colocado tacaniço de bambu para segurar os pratos como apoio (Figura 5). Foram colocados bambus com 2m de altura para facilitar encontrar as armadilhas a campo. As armadilhas permaneceram no campo por um período de sete dias, ou seja, até o dia 18 novembro 2021.

Após os sete dias com auxílio de uma peneira e pinça (Figura 6), a triagem foi realizada das amostras foi realizada manualmente, com a coleta de todos os indivíduos com mais que 10 mm de comprimento ou com diâmetro corporal superior a 2 mm, estes foram armazenados em solução de álcool a 70%. em recipiente plástico com tampa, onde foram etiquetados e armazenados para posterior análise (Figura 7). Posteriormente, as amostras foram levadas ao Laboratório de Solos IFPE/*Campus* Barreiros, com o auxílio de uma lupa a macrofauna foi identificada e classificada em grandes grupos taxonômicos e a abundância de cada grupo foi registrada (Figura 8).

**Figura 6\_** Instalação das armadilhas pitfalls.



Fonte: Celular moto e 5 adaptado pelo autor (2021)

**Figura 7\_** Coleta da macrofauna.



Fonte: Celular moto e 5 adaptado pelo autor (2021)

**Figura 8\_** Macrofauna armazenada.



Fonte: Celular moto e 5 adaptado pelo autor (2021)

**Figura 9\_ Identificação da macrofauna.**

Fonte: Celular moto e 5 adaptado pelo autor (2021)

### 3.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

A comunidade da macrofauna edáfica foi avaliada por meio de:

- ✓ Densidade (indivíduos por metro quadrado) - foi obtida a partir da transformação do número de indivíduos, encontrados em cada amostra, em número de indivíduos por metro quadrado (indivíduos m<sup>-2</sup>), conforme a equação:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n.A}$$

Em que n é o número de amostras por grupo; N é o número de indivíduos por amostra; A é a área da seção transversal do amostrador de solos;

- ✓ Frequência relativa (%) - a densidade de indivíduos (ind. por m<sup>2</sup>) comparando-se cada grupo dentro dos tratamentos;
- ✓ Riqueza/diversidade de grupos - número de grupos;
- ✓ Diversidade (índice de Shannon - H): aponta a diversidade da mostra que, quanto maior for seu valor maior será a diversidade da população de macrofauna. É dado pela fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln(p_i)$$

Em que pi é a proporção da espécie, em relação ao número total de espécimes encontrado nas avaliações realizadas.

- ✓ Uniformidade/equitabilidade (índice de Pielou -  $e$ ): refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, varia de 0 a 1, e expressa a uniformidade, sendo que quanto menor o índice maior será a dominância por poucos grupos. A fórmula é derivada a partir de  $H$ , sendo:  $e = H'/\ln(S)$ , onde  $H$  é o índice de Shannon e  $S$  o número de espécies ou grupos amostrados (riqueza).

A utilização dos referidos índices, além de ser um instrumento de análise das áreas investigadas, tem como princípio possibilitar o emprego desse trabalho para futuras comparações com outras investigações, visto tratarem-se dos índices mais adotados nos diversos estudos no Brasil.

### 3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos foram organizados em uma planilha do Excel, realizando os cálculos de Frequência relativa (%), índices de Shannon e Pielou. E, foram analisados por meio da estatística descritiva.

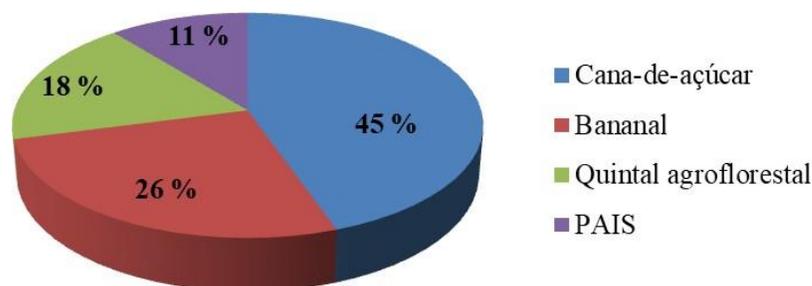
Os dados de abundância (densidade) da macrofauna epígea foram submetidos à análise de variância e teste F, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Em função da falta de homogeneidade, os dados foram transformados em  $\sqrt{(x+1)}$ . As análises foram executadas por meio do programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio das armadilhas de pitfall foram coletados um total 1.015 indivíduos nas quatro áreas amostrais, cana-de-açúcar, quintal agroflorestal, PAIS e bananal. Deste total 991 indivíduos foram caracterizados como macrofauna edáfica.

Observa-se na Figura 9 que 45 % da macrofauna epígea encontrava-se na área de cana-de-açúcar, seguido pelo bananal, quintal agroflorestal e PAIS, num total de 442, 261, 180 e 108 indivíduos respectivamente.

**Figura 10\_** Distribuição total da macrofauna por grupo taxonômico coletado por armadilhas pitfall em diferentes sistemas de uso do solo.



Fonte: Microsoft word adaptado pelo autor (2021)

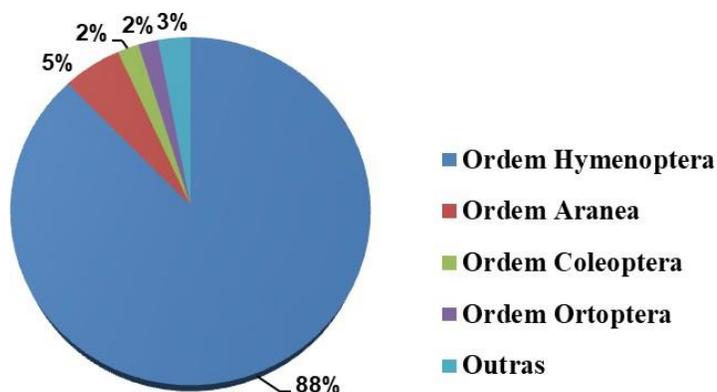
Os invertebrados edáficos foram classificados em 10 ordens taxonômicas sendo eles: Acarina, Aranea, Blattaria, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Orthoptera e Thysanura. O grupo taxonômico Hymenoptera representado pelas formigas representam 88 % do total da macrofauna epígea coletada (Figura 10). As formigas desempenham importância ecológica na manutenção dos processos ecossistêmicos, por interagirem com vários organismos, influenciando na ciclagem de nutrientes (ANDRADE, 2010), a maioria das espécies de formigas constroem seus ninhos no solo, o que as faz responsáveis pelo grande transporte de subsolo para superfície, influenciando diretamente o equilíbrio pedológico (FISHER; BINKLEY, 2000)

Na Figura 11 observamos a frequência relativa quanto a distribuição da macrofauna epígea nas quatro áreas de estudo. A ordem Hymenoptera foi a que apresentou a maior porcentagem de indivíduos nas quatro áreas amostrais, resultados semelhantes foram

encontrados por (ARAÚJO *et al* 2009). Esses insetos se caracterizam por apresentarem distribuição ampla e possuírem grande resistência às mudanças climáticas, o que explica a ocorrência mais constante (HOFFMANN; ANDERSEN, 2003).

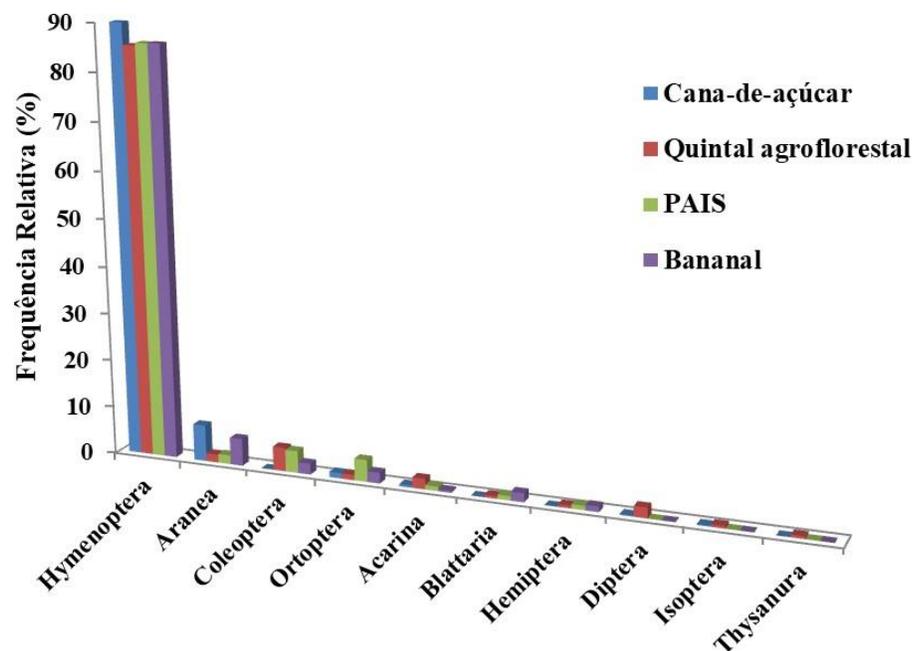
A alta frequência de Hymenoptera (maioria formigas) pode estar relacionada com a grande facilidade de locomoção desta ordem (PARR *et al.*, 1992). Segundo Silva e Silvestre (2000) a fauna de formigas edáficas pode ser caracterizada por envolver espécies que passam a maior parte do seu ciclo de vida em ninhos e cavidades no solo; apenas sexuais vêm à superfície uma ou poucas vezes ao ano, a fecundação é no ar, os machos morrem em seguida ao vôo nupcial, as fêmeas retornam a terra, perdem as asas, enterram-se, e todo o desenvolvimento colonial se dá abaixo da superfície, em geral nas camadas mais superficiais.

**Figura 11\_** Frequência relativa (%) da macrofauna epígea do solo em diferentes sistemas de uso do solo.



Fonte: Microsoft word adaptado pelo autor (2021)

**Figura 12\_** Distribuição total da macrofauna por grupo taxonômico coletado por armadilhas pitfall em diferentes sistemas de uso do solo.



Fonte: Microsoft word adaptado pelo autor (2021)

A segunda maior ordem encontrada foi Araneae que também representa um dos maiores e mais variados grupos de animais efetivos. As aranhas são frequentemente consideradas como importantes membros dos ecossistemas florestais, aparentando ser bons organismos para estudos de padrões de biodiversidade, além de serem abundantes e fáceis de serem amostradas (PODGAISKI *et al.*, 2007). A terceira maior ordem encontrada foi Coleoptera apresentam importantes características de agentes decompositores (CORREIA; AQUINO, 2005). A presença de coleópteros e aranhas nos diferentes sistemas de uso de solo agroecológicos quanto na área de policultivos de cana-de-açúcar com milho salientam sua ampla distribuição e habituação.

Houve interação altamente significativa entre o uso do solo nas diferentes áreas e as ordens encontradas quanto a densidade média da macrofauna epígea (Tabela 1 e 2). A ordem Hymenoptera compreende um maior número de indivíduos nas quatro áreas amostrais e entre as diferentes ordens. A cana-de-açúcar apresentou maior densidade média de indivíduos da macrofauna epígea, entretanto não diferiu estatisticamente da área com bananal e quintal agroflorestal.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância da densidade média (número de indivíduos por m<sup>2</sup>) coletadas com armadilhas pitfall em diferentes sistemas de uso do solo (cana-de-açúcar, quintal agroflorestal, PAIS e bananal).

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio <sup>1</sup>
Uso do solo (US)	3	390,6**
Ordem	9	7632,2**
US * Ordem	27	218,2**
Erro	280	85,7
C. V. (%)		106

<sup>1</sup> Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1,0$ ; \*\* = altamente significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 2.** Densidade média (número de indivíduos por m<sup>2</sup>) coletadas com armadilhas pitfall em diferentes sistemas de uso do solo.

Grupos		Cana-de-açúcar	Quintal agroflorestal	PAIS	Bananal	Totais
Ordem		Ind. m <sup>-2</sup>	Ind. m <sup>-2</sup>	Ind. m <sup>-2</sup>	Ind. m <sup>-2</sup>	
Hymenoptera	Formiga	6234,4 cC	2406,3 bAB	1453,1 bA	3515,6 bBC	13609 c
Aranea	Aranha	531,3 bB	46,9 aA	31,3 aA	234,4 aAB	844 b
Coleoptera	Besouros	0,0 aA	140,6 aA	78,1 aA	93,8 aA	313 ab
Ortoptera	Grilos	78,1 aA	31,3 aA	78,1 aA	93,8 aA	281 ab
Acarina	Ácaros	31,3 aA	62,5 aA	15,6 aA	15,6 aA	125 a
Blattaria	Baratas	0,0 aA	15,6 aA	15,6 aA	78,1 aA	109 a
Hemiptera	Cigarras, pulgões e percevejos	0,0 aA	15,6 aA	15,6 aA	46,9 aA	78 a
Diptera	Moscas	15,6 aA	62,5 aA	0,0 aA	0,0 aA	78 a
Isoptera	Cupins	15,6 aA	15,6 aA	0,0 aA	0,0 aA	31 a
Thysanura	Traças	0,0 aA	15,6 aA	0,0 aA	0,0 aA	16 a
Totais		6906,3 B	2812,5 AB	1687,5 A	4078,1 B	15484

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical ou por letra maiúscula na horizontal não diferem entre si (Tukey,  $p < 0, 05$ ).

A diversidade e a abundância biológica foram analisadas através da aplicabilidade dos índices de Shannon (H) e de Pielou (e), que salientam o domínio dos grupos faunísticos. Conforme a Tabela 3 a análise das quatro áreas maior riqueza da macrofauna epígea foi obtida no quintal agroflorestal, entretanto os índices de Shannon e Pielou foram bem semelhantes as

áreas do PAIS e do bananal. A área com cana-de-açúcar apresentou os piores valores da macrofauna epígea, riqueza total, índice de diversidade Shannon e Pielou, isso se confirma devido a predominância da Ordem Hymenoptera nesta área (Tabela 2).

Esses dados se justificam devido a área de cana-de-açúcar ser uma área de cultivo convencional, e que recentemente, em torno de sete meses antes da coleta, foi realizado o preparo do solo convencional com uso de arado e grade fazendo a renovação do canavial. Segundo Baretta *et al.* (2006), o revolvimento do solo diminui a riqueza da fauna edáfica local. Outra prática que devemos destacar é a utilização do fogo na área para colheita da cana-de-açúcar, que além do impacto deste ainda deixa o solo sem cobertura. Para Pragana *et al.* (2012) a substituição da vegetação nativa por sistemas agrícolas em monocultivo causa mudanças abruptas no ecossistema, com prejuízo para os serviços ecossistêmicos incluindo a perda da biodiversidade.

Contudo o uso da macrofauna como bioindicador da qualidade do solo indica ser uma eminente estratégia para a supervisão dos agroecossistemas familiares, objetivando à conservação e o correto manejo dos mecanismos edáficos.

**Tabela 3.** Riqueza total e índices ecológicos da macrofauna epígea do solo em sistemas de uso do solo, cana-de-açúcar, quintal agroflorestal, PAIS e Bananal.

Tratamentos	Riqueza total	Índice de Diversidade de Shannon	Índice de Equitabilidade de Pielou
Cana-de-açúcar	6	0,39	0,22
Quintal agroflorestal	10	0,69	0,30
PAIS	7	0,62	0,32
Bananeira	7	0,61	0,32

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos na presente pesquisa, pode-se concluir que:

- Os sistemas de uso do solo interferem significativamente na densidade e diversidade da macrofauna epígea.
- Houve uma predominância da ordem Hymenoptera nas áreas com diferentes uso do solo.
- O PAIS e o quintal agroecológico apresentam menor densidade média da macrofauna epígea, entretanto, valores superiores de riqueza, índices Shannon e Pielou quando comparados a área com cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, A. & KANDJI, S.T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Nairobi, v. 99, p. 15-27, 2003.
- ALMEIDA, A. C. S. **Agroflorestas**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília-DF. 2011.
- ANDRADE, A. C. S. **Aspectos da ecologia comportamental de *Dinoponera quadriceps* (Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae)**. 2010, 80f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Caatinga) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe. São Cristóvão: UFS, 2010.
- ANDREWS, S.S.; KARLEN, D.L.; CAMBARDELLA, C.A. The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. **Soil Science Society of America Journal**, v. 68, p. 1945-1962, 2004.
- ARAÚJO, K.D.; DANTAS, R.T.; ANDRADE, A.P.de; PARENTE, H.N.; CORREIA, K. G.; PAZERA Jr., E. Levantamento da cacrofauna invertebrada do solo em área de caatinga no semiárido da Paraíba. **Geoambiente On line**, v. 13, p. 19-31, 2009.
- ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBUQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 61-72, 2007.
- ASSIS, R. L.; LAZARINL, G.D.; LANÇAS, K. P.; CARGNELUTTI FILHO, A. Avaliação da resistência do solo à penetração em diferentes solos com a variação do teor de água. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29 p.558-568, 2009.
- 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. **Journal of Agroveterinary Sciences**, v. 5, n.2, p. 108-117. 2006.
- BARROS, E.; NEVES, A.; BLANCHART, E.; FERNANDES, E. C.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P. Development of the soil macrofauna community under silvopastoral and agrosilvicultural systems in Amazonia. **Pedobiologia**, v. 47, p. 273-280, 2003.
- BRITO, Agência SEBRAE (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) de Notícias. **Programa de Agricultura Sustentável**. 2009.
- BROWN, G.G. *et al.* Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: PARRON, L.M.; GARCIA, J.R.; OLIVEIRA, E.B. de; BROWN, G.G.; PRADO, R.B. (Ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa, 2015, p. 121-154.
- CANDIDO, G. A.; MARTINS, M. F.; Índices de Desenvolvimento Sustentável para Localidades: uma Proposta Metodológica de Construção e Análise. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 03- 19, jan./abr. 2012.
- CARRILLO, Y.; BALL, B.A.; BRADFORD, M.A.; JORDAN, C.F.; MOLINA, M. Soil fauna alter the effects of litter composition on nitrogen mineral soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 43, p. 1440-1449, 2011.

CHABERT, A.; SARTHOU, J. P. Conservation agriculture as a promising trade-off between conventional and organic agriculture in bundling ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 292, p, 2020.

CORREIA; M. E. F.; AQUINO, A. M. Os Diplópodes e suas Associações com Microrganismos na Ciclagem de Nutrientes. *Embrapa Agrobiologia*, Documentos, 2005. 24 p.

COSENZA, D. N.; NETO, S. N. O.; JACOVINE, L. A. G.; RODRIGUES, C. R.; RODE, R.; SOARES, V. P.; LEITE, H. G. Avaliação econômica de projetos de sistemas agroflorestais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Santarém, v. 36, n. 88, p. 527-536. 2016.

COSTA, F. D. F., GARCIA, L. B., BATISTA, R. S., CORREIA, L. D., ARAÚJO, J. S., & FONTOURA, S. B. Riqueza, abundância e diversidade da macrofauna do solo em ambientes sob diferentes formas de uso da terra, v. 15, n. 2, 2020.

DUBOIS, J. C. L. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: Rebraf, 1996.

EMMERSON, M., MORALES, M. B., OÑATE, J. J., BATÁRY, P., BERENDSE, F., LIIRA, J., BENGTTSSON, J. How agricultural intensification affects biodiversity and ecosystem services. In: DUMBRELL, A. J., KORDAS, R. L., WOODWARD, G. (ed.) **Advances in ecological research**. Oxford: Academic Press. 2016.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. PAIS - **Produção Agroecológica Integrada e Sustentável: mais alimento, trabalho e renda no campo**. Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2009.

FERNANDES, C. H. S.; TEJO, D. P.; ARRUDA, K. M. A. Desenvolvimento do sistema de plantio direto no Brasil: Histórico, implantação e culturas utilizadas. *Uniciências*, Paraná, v. 23, n. 2, p. 83-88, 2019.

FISHER, R. F.; BINKLEY, D. **Ecology and management of Forest soils**. 3 ed. London: John Wiley, 2000.

FRAGOSO, C.; KANYONYO, J.; MORENO, A.; SENAPATI, B.K.; BLANCHART, E. E RODRÍGUEZ, C. A survey of tropical earthworms: taxonomy, biogeography and environmental plasticity. In: Lavelle, P.; Brussaard, L. and Hendrix, P. (Eds.) - **Earthworm Management in Tropical Agroecosystems**. Oxon, CAB International, p. 1-25, 1999.

GARCIA, D. V. B.; CATANOZI, G. Análise de macrofauna de solo em área de mata atlântica e de reflorestamento com Pinus SP – zona Sul de São Paulo. *Revista da Universidade Ibirapuera*, Uberlândia, n. 2, p.10-14, 2011.

GILLER, K.E.; BEARE, M.H.; LAVELLE, P.; IZAC, A.-M.N.; SWIFT, M.J. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*, v. 6, p.3-16, 1997.

GOMES, A. da S. Qualidade do solo: conceito, importância e indicadores da qualidade. *Revista Cultivar*, 2015. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/qualidade-do-solo-conceito-importancia-e-indicadores-da-qualidade>. Acesso em: 05 dez 2021.

- HOFFMANN, B.D.; ANDERSEN, A.N. Responses of ants to disturbance in Australia with particular reference to functional groups. **Austr. Ecol.**, v. 28, p. 444-446, 2003
- JUNIOR, A. B. P.; da Silva, G. J. M.; Frantz, H. F. L.; Nunes, J. N.; Ramos, L. H. D.; de Souza, M. A. M.; Sehn, M.; Castro, P. D. B. S.; Santos, C. C. P.; Carvalho, L. A. S. Diversidade de fauna edáfica em um fragmento florestal no município de Chapada dos Guimarães – MT. **Connectionline**, n. 21, p. 82-94. 2019.
- KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.W.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F.; SCHUMAN, G.E. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. **Soil Science Society America Journal**, v. 61, n. 1, p. 4-10, 1997.
- LAVELLE, P. **Diversity of soil fauna and ecosystem function**. Biol. Int., 1996, 33 p.
- LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, S.; SPAIN, A.; TOUTAIN, F.; BAROIS, I. and SCHAEFER, R. A Hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, v. 25, n. 2, p. 130-150, 1993.
- LAVELLE, P.; PASHANASI, B.; CHARPENTIER, F.; GILOT, C.; ROSSI, J.P.; DEROUARD, L.; ANDRÉ, J.; PONGE, J.F.; BERNIER, N. **Large-scale effects of earthworms on soil organic matter and nutrient dynamics**. In: EDWARDS, C.A. (Ed.). **Earthworm Ecology**. Boca Raton: St Lucie Press, 1997. p.103-122.
- LIMA, R. W. S.; DIAS, D. S.; SILVA, C. A. R.; ARAUJO, K. D. Macrofauna invertebrada no compartimento solo, em Maceió, Alagoas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, p. 8891, 2020.
- LIMA, S. S.; AQUINO, A. M.; LEITE, L. F.C.; VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p.322331, 2010.
- LOPES, P. R.; LOPES, K. C. Santos Araújo sistemas de produção de base ecológica – a busca por um desenvolvimento rural sustentável, **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, v. 4, n. 1, p. 2 jul/dez. 2011.
- MARTINS, C. **Fauna Edáfica Associada a Solos com Diferentes Cultivos e Sistemas de Manejo**. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon. Marechal Cândido Rondon – PR, 2020.
- MATSUMOTO, L. S.; MARQUES, R. D.; **Bioindicadores de Qualidade do Solo** Bandeirantes – PR, 5p. 2015.
- MELO, F. V. de; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N.C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. DE; ZANETTI, R. A *et al.* **A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores**. Boletim Informativo da SBCS, jan.-abr. 2009.
- MENDONÇA, E.S.; LEITE, L.F.C. & FERREIRA NETO, P.S. Cultivo de café em sistema agroflorestal: uma opção para a recuperação de solos degradados. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, p. 375-383. 2001.
- NDIAYE, A. **Análise do desenvolvimento do programa PAIS-Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, enquanto estratégia para geração de renda e segurança alimentar e nutricional de sistemas de produção familiares: estudo realizado nos estados do Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul**. 2016. Dissertação (Mestrado), Universidade

Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica. Seropédica, 2016.

PARR, J. F.; PAPENDICK, R. I.; HORNICK, S. B.; MEYER, R. E. Soil quality: attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. **American Journal of Alternate Agriculture**, Greenbelt, v. 7, n. 1/2, p. 5-11, 1992.

PODGAISKI, LUCIANA R.; OTT, RICARDO; RODRIGUES, EVERTON N. L.; BUCKUP, ERICA H.; MARQUES, MARIA A. DE L. Araneofauna (Arachnida; Araneae) do Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotrópica**. v.7, p.197-212, 2007.

PRAGANA, R.B.; RIBEIRO, M.R.; NÓBREGA, J.C.A.; RIBEIRO FILHO, M.R.; COSTA, J.A. da. Qualidade física de Latossolos Amarelos sob plantio direto na região do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1591- 1600, 2012.

ROCHEFELER, P. **Indicadores biológicos de qualidade de solo em sistemas agroflorestais biodiversos para fins de recuperação de áreas de gradadas**. Dissertação, (Mestrado) Universidade Federal da Grande Dourado-faculdade de ciências biológicas. Dourados-MS, 2017

ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F.; DRESCHER, M. S.; SCHENATO, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1061-1068, 2009.

SANTOS DIAS, D., DA SILVA, A. B., DOS SANTOS LIRA, E., DE MELO, N. A., ARAUJO, K. D. Macrofauna presente nas matrizes de *Byrsonima gardneriana* A. Juss na Caatinga de Olho D'Água do Casado, Alagoas. **Revista Ciência Agrícola**, v. 16, p. 25-29, 2018.

SANTOS, A. B.; SANTIAGO, C. M. Informações técnicas para cultura do arroz irrigado nas regiões norte e nordeste do Brasil. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás, GO. 13 p. 2014. (**Documentos 279**)

SANTOS, D. P.; SANTOS, G. G.; SANTOS, I. L. D.; SCHOSSLER, T. R.; NIVA, C. C.; MARCHÃO, R. L. Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste do Piauí. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, p. 1466-1475, 2016.

SANTOS, F. **Indicadores de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo**, Dissertação, Pós-Graduação, Universidade Federal de São Carlos – campus Sorocaba. Sorocaba-SP, 2019.

SANTOS, J. **Macrofauna edáfica e sua relação com as propriedades químicas e microbiológicas do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional de *coffea arabica*** I. Trabalho de conclusão de curso, Universidade vila velha – ES, programa de pós-graduação em ecologia de ecossistemas. Vila velha – ES, 2015

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

SILVA, R. C. G. Sistema de plantio: direto x convencional. **Agrogenética**. 2019. Disponível em: <https://www.laborgene.com.br/sistema-de-plantio/>. Acesso em: 15 nov 21.

SILVA, R. R. da; SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (hymenoptera: formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia** v. 44 p.1-11, 2004.

SILVEIRA, N. **Macrofauna Edáfica como Bioindicadora de Qualidade de solo com Diferentes tipos de uso, Campo mourão, Paraná**, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. PB, 2019

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

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S. da; GONÇALVES, A.C.A. Densidade, Porosidade e Resistencia mecânica a penetração em Latossolos cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v.59, n.4, p.795-801, out./dez. 2002.

VELÁSQUEZ, E.; LIMA, S. S.; AQUINO, A. M.; LAVELLE, P.; LEITE, L. F. C.; **Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas**. Brasília, v.45, n.3, p.322-331, mar. 2010

WEZEL, A., SOBOKSA, G., MCCLELLAND, S., DELESPESE, F.; BOISSAU, A. The blurred boundaries of ecological, sustainable, and agroecological intensification: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, p. 1283-1295, 2015.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**, Nairóbi: ICRAF, 1990.