



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DA BIODIVERSIDADE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL**  
**SUSTENTÁVEL - PRODER**

**RELAÇÃO DA MACROFAUNA EDÁFICA COMO BIOINDICADORA DA**  
**QUALIDADE AMBIENTAL NO PERÍMETRO DO RESERVATÓRIO**  
**NEGREIROS, PERNAMBUCO-PE, BRASIL**

**FRANCISCO WELDE ARAUJO RODRIGUES**

**CRATO/CE**

**2024**

**FRANCISCO WELDE ARAUJO RODRIGUES**

**RELAÇÃO DA MACROFAUNA EDÁFICA COMO BIOINDICADORA DA  
QUALIDADE AMBIENTAL NO PERÍMETRO DO RESERVATÓRIO  
NEGREIROS, PERNAMBUCO-PE, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER) da Universidade Federal do Cariri – UFCA, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento Regional Sustentável.

**Linha de Pesquisa:** Meio Ambiente.

**Sublinha:** Controle de pragas agrícolas e urbanas, vetores de doenças ao homem e animal, manejo agroecológico de pragas e inventários da entomofauna.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo

**CRATO - CE**

**2024**

FRANCISCO WELDE ARAUJO RODRIGUES

RELAÇÃO DA MACROFAUNA EDÁFICA COMO BIOINDICADORA DA  
QUALIDADE AMBIENTAL NO PERÍMETRO DO RESERVATÓRIO NEGREIROS,  
PERNAMBUCO-PE, BRASIL


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER) da Universidade Federal do Cariri – UFCA, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento Regional Sustentável.

**Linha de Pesquisa:** Meio Ambiente.

**Sublinha:** Controle de pragas agrícolas e urbanas, vetores de doenças ao homem e animal, manejo agroecológico de pragas e inventários da entomofauna.


Aprovado em: 27/05/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
 FRANCISCO ROBERTO DE AZEVEDO  
Data: 17/06/2024 10:50:27-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo - Orientador.  
Universidade Federal do Cariri (PRODER/UFCA)

Documento assinado digitalmente  
 ANA CELIA MEIRELES OLIVEIRA  
Data: 16/06/2024 12:01:55-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Dra. Ana Célia Maia Meireles - Membro interno  
Universidade Federal do Cariri (PRODER/UFCA)

Documento assinado digitalmente  
 LEONARDO SILVESTRE GOMES ROCHA  
Data: 17/06/2024 17:14:07-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Leonardo Silvestre Gomes Rocha  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

CRATO - CE  
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Cariri  
Sistema de Bibliotecas

---

R696r Rodrigues, Francisco Welde Araújo.

Relação da macrofauna edáfica como bioindicadora da qualidade ambiental no perímetro do reservatório Negreiros, Pernambuco-PE, Brasil / Francisco Welde Araújo Rodrigues – 2024.

70 f. il. color.; 30 cm.

(Inclui bibliografia).

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Cariri, Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER), Crato, 2024.

Linha de Pesquisa: Meio Ambiente.

Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo.

1. Sustentabilidade. 2. Insetos edáficos. 3. Níveis ambientais. 4. Índices faunísticos. I. Azevedo, Francisco Roberto de - orientador. II. Título.

CDD 634.9751

*À Deus, por me dar força e sabedoria na  
realização deste trabalho.  
Aos meus familiares, pelo apoio e motivação.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, primeiramente e acima de tudo, por me conceder uma experiência valiosa e por iluminar todos os meus passos, dando-me proteção nos momentos difíceis enfrentados na execução da pesquisa.

Aos meus entes queridos, em especial aos meus irmãos, a minha mãe Francisca Araújo Rodrigues e ao meu pai João Joaquim Rodrigues, por todo empenho depositado na minha educação e formação do meu caráter, sempre me apoiando em toda a minha jornada de vida.

À minha melhor amiga, companheira e esposa, Esp. Antonia Rosizelia Martins Sampaio, que esteve ao meu lado em todos os momentos de angústias, alegrias e superações, sempre acreditando e incentivando os meus objetivos. Ainda, pela paciência e leal companhia, em campo e na organização dos materiais coletados, apoio este crucial para o êxito da minha pesquisa.

Aos meus estimados amigos e colegas de profissão, Ma. Aretuza Bezerra Brito Ramos e Me. Dan Vítor Vieira Braga, pelo apoio e confiança na minha trajetória acadêmica, sempre motivando-me a ingressar no Mestrado.

Ao meu orientador, Dr. Francisco Roberto de Azevedo, pelos significativos ensinamentos, paciência, incentivo e por toda compreensão com as dificuldades que surgiram, sempre procurando uma maneira de melhor desenvolvermos esta pesquisa.

As pessoas que de alguma forma me auxiliaram na execução desta tarefa, em especial ao Dr. Raul Azevedo, técnico de laboratório de Entomologia da UFCA, por toda paciência e parceria e aos bolsistas que não mediram esforços para que os materiais coletados fossem triados em tempo hábil.

Ao Ministério do Desenvolvimento Regional, pela autorização para a realização desta pesquisa no Reservatório Negreiros.

À Universidade Federal do Cariri (UFCA), junto ao programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável, pela estrutura concedida para armazenamento e análise dos materiais de pesquisa.

Aos professores do PRODER pela competência nos ensinamentos e incentivos durante o período de ensino.

*“Carregue em seu coração a certeza de que sempre valerá a pena esperar. O nosso tempo tem pressa, e o tempo de Deus tem perfeição.”*

Billy Graham

## RESUMO

A macrofauna edáfica pode ser utilizada como bioindicadora de qualidade ambiental dos ecossistemas por serem diversificados e apresentarem respostas eficiente aos distúrbios, fornecendo informações sobre a estrutura, o funcionamento e a composição do sistema ecológico. Assim, a pesquisa buscou inventariar a macrofauna edáfica e analisar a influência desta como bioindicadora da qualidade ambiental do reservatório Negreiros, instalado em Salgueiro no Sertão Central de pernambucano. O perímetro de estudo faz parte do reservatório Negreiros que está localizado no eixo norte, do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional – PISF. Para obtenção de dados utilizou-se de duas áreas caracterizadas como preservada e antropizada, nas dimensões de 500 x 50m cada. O levantamento dos dados ocorreu em dois momentos, dividindo-se em períodos de seca (julho a dezembro de 2022) e chuvoso (janeiro a junho de 2023). Utilizou-se de armadilhas de solo tipo *pitfalle*. Após análise, constatou-se que foram coletados nas duas áreas (antropizada e preservada) o quantitativo de 13.216 espécimes, estando distribuídos em três classes e 11 ordens sendo essas: Hymenoptera, Coleoptera, Araneae, Orthoptera, Diptera, Blattodea, Hemiptera, Scorpiones, Scolopendromorpha, Opiliones e Phasmatodea. Para estudos sobre alterações ambientais, utilizou-se Coleoptera, Blattodea, Orthoptera, Diptera e Hymenoptera. Com relação aos índices pluviométricos observados nos dois tipos de variabilidade de clima, o período seco apresentou 288,6 mm e a chuvosa 342,2 mm. No que concerne a distribuição da macrofauna, no período seco e chuvoso, foi observado a predominância de indivíduos no período seco, apresentando-se com 10.903 espécimes, distribuídas em 11 ordens, enquanto no período chuvoso obteve a ocorrência de 2.313, com distribuição em oito ordens. Já com relação ao índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), a comunidade apresentou (6,27), acentuando a diversidade de espécies não tem um valor máximo e sua interpretação é comparativa com valores maiores indicando maior diversidade. Já para o índice de Pielou ( $J'$ ) foi de 0,83 e o índice de Simpson figurou-se com 0,99. Contudo, para fins de análise, foram levantadas 21 famílias, pois elas possuíam relação direta com o solo e serrapilheira. Mediante o exposto, conclui-se que a área desfruta de bons níveis ambientais, uma vez que esses insetos apresentam dificuldades de reprodução e/ou sobrevivência em ambientes com níveis ambientais prejudicados. No entanto, é necessário acompanhamento da macrofauna da região estudada, uma vez que esta apresentou características distintas do observado em outras pesquisas, onde houve mais incidência no período seco.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Insetos edáficos. Níveis ambientais. Índices faunísticos



## ABSTRACT

Edaphic macrofauna can be used as bioindicators of the environmental quality of ecosystems because they are diverse and respond efficiently to disturbances, providing information on the structure, functioning and composition of the ecological system. The research therefore sought to inventory the edaphic macrofauna and analyze its influence as a bioindicator of the environmental quality of the Negreiros reservoir, located in Salgueiro in the Central Hinterland of Pernambuco. The study perimeter is part of the Negreiros reservoir, which is located on the northern axis of the Project for the Integration of the São Francisco River with the Basins of the Northern Northeast - PISF. To obtain the data, two areas characterized as preserved and anthropized were used, each measuring 500 x 50m. The data was collected in two periods, divided into the dry season (July to December 2022) and the rainy season (January to June 2023). Pitfalle-type soil traps were used. After analysis, it was found that 13,216 specimens were collected in the two areas (anthropized and preserved), distributed in three classes and 11 orders: Hymenoptera, Coleoptera, Araneae, Orthoptera, Diptera, Blattodea, Hemiptera, Scorpiones, Scolopendromorpha, Opiliones and Phasmatodea. Coleoptera, Blattodea, Orthoptera, Diptera and Hymenoptera were used to study environmental changes. With regard to the rainfall rates observed in the two types of climate variability, the dry period had 288.6 mm and the rainy period 342.2 mm. With regard to the distribution of macrofauna in the dry and rainy periods, there was a predominance of individuals in the dry period, with 10,903 specimens, distributed in 11 orders, while in the rainy period there were 2,313 specimens, distributed in eight orders. With regard to the Shannon-Wiener diversity index ( $H'$ ), the community showed (6.27), emphasizing that species diversity does not have a maximum value and its interpretation is comparative with higher values indicating greater diversity. The Pielou index ( $J'$ ) was 0.83 and the Simpson index was 0.99. However, for analysis purposes, 21 families were surveyed, as they had a direct relationship with the soil and litter. From the above, it can be concluded that the area enjoys good environmental levels, since these insects find it difficult to reproduce and/or survive in environments with impaired environmental levels. However, it is necessary to monitor the macrofauna of the region studied, since it showed different characteristics to those observed in other studies, where there was a higher incidence during the dry season.

**Keywords:** Sustainability. Edaphic insects. Environmental levels. Faunal indices

## **LISTA DE SIGLAS**

**AA** – Área Antropizada

**ANA** – Agência Nacional de Água e Saneamento Básico

**AP** – Área Preservada

**APAC** – Agência Pernambucana de Águas e Climas

**BNDES** – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

**DS** – Índice de Dominância de Simpson

**FR** – Frequência relativa

**H'** – Índice de diversidade de Shannon-Wiener

**J'** – Índice de equitabilidade de Pielou

**MDR** - Ministério do Desenvolvimento Regional

**ODS** – Objetivos Desenvolvimento Sustentável

**PE** – Estado de Pernambuco

**PISF** - Projeto de Integração do Rio São Francisco

**UFCA** - Universidade Federal do Cariri

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Reservatório Negreiros, Salgueiro, Pernambuco – Brasil, 2023.....	15
<b>Figura 2.</b> Localização geográfica do semiárido nordestino e do município de Salgueiro - PE, 2023. ....	16
<b>Figura 3.</b> Mapa dos tipos de solo do município de Salgueiro – PE.....	16
<b>Figura 4.</b> Temperaturas e precipitações médias dos dias mais quentes e das noites mais frias de cada mês nos últimos 30 anos, Salgueiro – PE, Brasil, 2024. ....	18
<b>Figura 5.</b> Horizontes do solo com identificação de habitat da macrofauna, 2023.....	20
<b>Figura 6.</b> Área explorada para pesquisa no reservatório Negreiros Salgueiro – PE, 2023. A.P área preservada e A.A área antropizada. ....	29
<b>Figura 7.</b> Área explorada como espaço amostral para pesquisa no reservatório Negreiros Salgueiro – PE, 2023. A, locais de instalação de armadilhas, B, medição para instalação, C, demarcação dos locais a ser implantada as armadilhas. ....	30
<b>Figura 8.</b> Pontos de fixação de armadilha pitfall no perímetro do reservatório Negreiros em Salgueiro – PE, 2023. ....	31
<b>Figura 9.</b> Armadilhas de solo pitfall instaladas no reservatório Negreiros em Salgueiro – PE, 2023. ....	32
<b>Figura 10.</b> Triagem de amostras capturadas no reservatório Negreiros em Salgueiro – PE, 2023. ....	33

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Quantitativo de espécimes pertencente a macrofauna representado por ordens, coletados no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.....	38
<b>Gráfico 2.</b> Frequência relativa (%) da incidência de insetos no período seco presente no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.....	50
<b>Gráfico 3.</b> Frequência relativa (%) de insetos coletados ao mês na área preservada e antropizada no período seca no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023o.....	51
<b>Gráfico 4.</b> Frequência relativa (%) da incidência de insetos no período chuvoso presente no reservatório Negreiros, Salgueiro - PE, 2023.....	52
<b>Gráfico 5.</b> Frequência relativa (%) de insetos coletados ao mês na área preservada e antropizada no período chuvoso no reservatório Negreiros, Salgueiro - PE, 2023. ....	52

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1.</b> Frequência relativa (FR).....	33
<b>Equação 2.</b> Índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ). .....	34
<b>Equação 3.</b> Índice de Equabilidade e (ou Equitabilidade) de Pielou ( $J'$ ).....	34
<b>Equação 4.</b> Índice de Dominância de famílias Simpson (DS).....	35
<b>Equação 5.</b> Abundância. ....	36
<b>Equação 6.</b> Constância. ....	36
<b>Equação 7.</b> Dominância.....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Índices de precipitação pluviométrica no Sertão Central pernambucano, representado a partir do período seco e chuvoso. ....	19
<b>Tabela 2.</b> Valores de referência para as interpretações dos resultados das análises faunísticas da macrofauna de solo e serapilheira.....	36
<b>Tabela 3.</b> Valores de referências para interpretações dos resultados das análises faunísticas das classes de frequência, abundância, constância e dominância da macrofauna edáfica.....	37
<b>Tabela 4.</b> Indivíduos representados por ordens, famílias, número de indivíduos e frequência relativa, coletados em área preservada no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.....	39
<b>Tabela 5.</b> Indivíduos coletados em área antropizada representados por ordens, famílias, número de indivíduos e frequência relativa, Salgueiro-PE, 2023. ....	41
<b>Tabela 6.</b> Indivíduos utilizados como indicadores da qualidade ambiental representados por ordens, famílias e número de indivíduos, Salgueiro-PE, 2023.....	42
<b>Tabela 7.</b> Classificação conforme análise faunística das famílias da macrofauna indicadora da qualidade ambiental do solo e serrapilheira, capturadas no período seco e chuvoso e área preservada e antropizada no ecossistema do reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, de agosto de 2022 a junho de 2023. ....	46
<b>Tabela 8.</b> Distribuição de espécimes nos períodos seco e chuvoso no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.....	49
<b>Tabela 9.</b> Índices de diversidade de Shannon-Wierner, Equitabilidade de Pielou e Dominância de Simpson em duas áreas preservada e antropizada localizada no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.....	53
<b>Tabela 10.</b> Índices de diversidade de Shannon-Wierner, Equitabilidade de Pielou e Dominância de Simpson em dois períodos seco e chuvoso, localizada no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023. ....	54

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2. OBJETIVOS</b>	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	14
3.1 Reservatório Negreiros	14
3.2 Índices pluviométricos	17
3.3 Macrofauna de solo	19
3.4 Análise faunística	21
3.5 Ação antrópica	22
3.6 Ecologia	24
3.7 Qualidade ambiental	25
3.7.1 ODS Objetivos Desenvolvimento Sustentável	25
3.7.2 Dimensões do desenvolvimento sustentável	26
3.7.3 Desenvolvimento Regional Sustentável	27
3.7.4 Indicadores e políticas públicas	27
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	28
4.1 Local da pesquisa	28
4.4 Métodos de coletas	30
4.5 Triagem e identificação do material encontrado nas armadilhas	32
4.6 Análises dos dados	33
4.6.1 Frequência relativa (FR), (Equação 1)	33
4.6.2 Índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), (Equação 2)	33
4.6.3 Índice de Equabilidade e/ou Equabilidade de Pielou ( $J'$ ), (Equação 3)	34
4.6.4 Índice de Dominância de família Simpson (DS), (equação 4)	35
4.7 Caracterização das famílias da macrofauna edáfica	36
4.7.1 Abundância. (Equação 5)	36
4.7.2 Constância (Equação 6)	36
4.7.3 Dominância. (Equação 7)	37
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	38
5.1 Constituição da comunidade	38
5.2 Áreas de estudo	38
5.2.1 Área preservada	39
5.2.2 Área antropizada	40
5.3 Macrofaunas indicadora da qualidade ambiental do solo e da serrapilheira	41

5.3.1 Coleoptera .....	43
5.3.2 Blattodea.....	43
5.3.3 Orthoptera.....	44
5.3.4 Diptera.....	44
5.3.5 Hymenoptera .....	45
5.3.6 Índices faunísticos da Macrofauna indicadora da qualidade ambiental do solo e serrapilheira.....	45
<b>5.4 Distribuições climáticas .....</b>	<b>48</b>
5.4.1 Relação clima e espécimes .....	48
5.4.2 Período seco .....	50
5.4.3 Período chuvoso .....	51
<b>5.5 Índices faunísticos .....</b>	<b>53</b>
5.5.1 Índice de comunidade geral.....	53
5.5.2 Índices de Áreas Preservada/Antropizada.....	53
5.5.3 Índices de Período Seco/Chuvoso .....	54
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>55</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Os organismos vivos podem ser utilizados como indicadores da qualidade ambiental de ecossistemas por serem diversificados, abundantes e terem relevância ecológica, possuindo uma relação íntima com os fatores abióticos, assim, podem indicar mudanças ocorridas nesses ambientes (Santos; Barros, 2021).

À vista disso, a fauna edáfica estão no topo dos estudos relacionados a qualidade ambiental, pois, são formados por espécies que interagem entre si, com o solo e as espécies vegetais, permitindo assim, estudar o funcionamento do ecossistema uma vez que os mesmos possuem importantes funções ecológicas, como o abastecimento de água no solo através de construção e manutenção da porosidade através da bioturbação, ciclagem de nutrientes com a mineralização, deposição e seleção de partículas e controle biológico das pragas do solo (Graciliano, 2022).

Coelho *et al.* (2021) ressaltam que os indivíduos edáficos como os insetos estão divididos em mais de 30 ordens e possuem a Entomologia como definição para estudo, sendo esta a ciência que estuda os insetos sob todos os aspectos, estabelecendo suas relações com os demais seres vivos, como ser humano, plantas e animais. Assim, alguns insetos são considerados primordiais para indicação da qualidade ambiental, pois estes possuem respostas a alterações ambientais, bem como, respondem de maneira clara aos distúrbios, passando informações sobre a estrutura, o funcionamento e a composição do sistema ecológico (Galo, 2002; Mendes, *et al.*, 2020).

Desse modo, o estudo da macrofauna permite identificar a abundância e riqueza dos ecossistemas, promovendo informações sobre o grau de integridade, homogeneidade ou heterogeneidade dos ambientes em que se encontram, auxiliando na estabilidade da biodiversidade (Soares, 2013). Para identificá-los é necessário inventariar as espécies presentes nos ecossistemas, assim, torna-se possível constatar, solucionar e preservar impactos nos diferentes ambientes, uma vez que estes funcionam como bioindicadores da qualidade ambiental (Azevedo, 2011).

Conforme Mendes *et al.*, (2020), os níveis de serrapilheira podem interferir na ocorrência e distribuição da fauna de solo, no entanto, é necessário estudos mais aprofundados para entender, outros fatores que são preponderantes ou concomitantes a este, que possa interferir nas interações das populações ou comunidades. Contudo, é importante salientar que umidade é essencial para os organismos da macrofauna edáfica, pois possuem tegumentos e

outras estruturas que precisam ser mantidas úmidas para realizar a respiração (Chavez *et al.*, 2020).

No entanto, Coelho *et al.* (2021) enfatizam que os organismos que possuem hábito de solo ou incidência edáfica, estão estritamente ligados a períodos chuvosos, assim, a umidade se torna ainda mais importante para sua ocorrência, com isso, a abundância de insetos está potencialmente ligada à sazonalidade de variações na precipitação pluviométrica. No entanto, a macrofauna associada aos domínios edafoclimáticos da Caatinga ainda é pouco conhecida, estudos tem ocorrido em outros tipos de florestas úmidas (Santos; Barros, 2021).

Mediante ao exposto, o estudo teve concentração na macrofauna edáfica, uma vez que, estes animais de solo e de serrapilheiras apresentam alta diversidade e capacidade de reprodução, assim como desempenha papel importante na ciclagem de nutrientes e melhora as propriedades químicas e físicas do solo (Marques *et al.*, 2014). Além do mais esses grupos pertencentes a macrofauna de solo são sensíveis as perturbações do meio ambiente devido às mudanças dos seus habitats e às mudanças ambientais, o que os tornam referência para indicação da qualidade ambiental (Azevedo *et al.*, 2016).

Outra prerrogativa para a escolha da macrofauna de solo como objeto de análise foi em virtude de algumas dessas espécies serem consideradas espécies-chave, haja vista que a perda de suas funções ecológicas faz com que um ecossistema inteiro entre em exaustão (França *et al.*, 2014)

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Inventariar a macrofauna edáfica e analisar a influência desta como bioindicadora da qualidade ambiental do reservatório Negreiros, instalado em Salgueiro no Sertão Central Pernambucano.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Realizar o levantamento de insetos da macrofauna edáfica com armadilhas *Pit Fall*;
- b) Correlacionar as famílias encontradas no perímetro em estudo por meio da análise faunística;

- c) Constatar a influência dos períodos do ano sobre as populações da macrofauna edáfica encontrados;
- d) Analisar a relação das famílias como bioindicadoras da qualidade ambiental do solo local.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

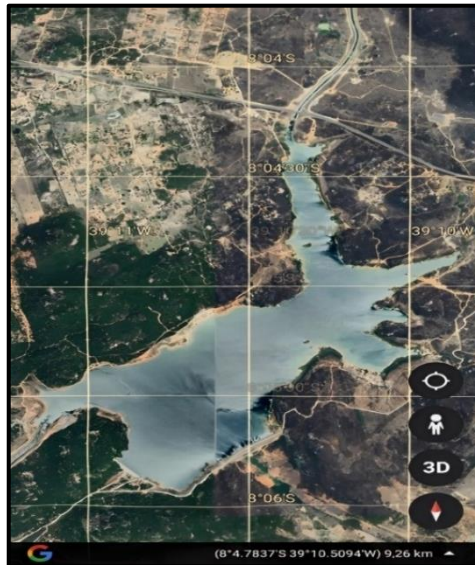
#### **3.1 Reservatório Negreiros**

O perímetro de estudo faz parte do reservatório Negreiros, que está localizado no eixo norte, o qual faz parte o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional – PISF que é um empreendimento do Governo Federal, sob a responsabilidade do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e tem como objetivo garantir a segurança hídrica e promoção do desenvolvimento do agreste e do sertão dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte (APAC, 2022).

O reservatório Negreiros é composto por um entroncamento com núcleo argiloso, com altura máxima de 23,30m e comprimento de crista de 412m e um barramento em concreto compactado a rolo, com altura máxima de 36,80m e comprimento de crista de 229m e sua construção foi finalizado no ano de 2017 (Vanderlei, 2017).

Situando-se a aproximadamente 7,1km da cidade de Salgueiro, em Pernambuco, o reservatório Negreiros apresenta latitude de -8.0976 e longitude de -39.1803 e Coordenadas geográficas sexagesimais Latitude: 8° 4' 3" Sul, Longitude: 39° 7' 27" Oeste (ANA, 2005), com área de inundação de 2,49 km<sup>2</sup>, volume útil de 16 milhões de m<sup>3</sup> (Figura 1). Está inserido em uma região com predominância de *inselbergs* e maciços graníticos, com encostas acentuadas e intercaladas por solos arenosos em áreas pediplanadas e afloramentos rochosos em forma de lajedos (Nascimento, 2017)

Figura 1. Reservatório Negreiros, Salgueiro, Pernambuco – Brasil, 2023

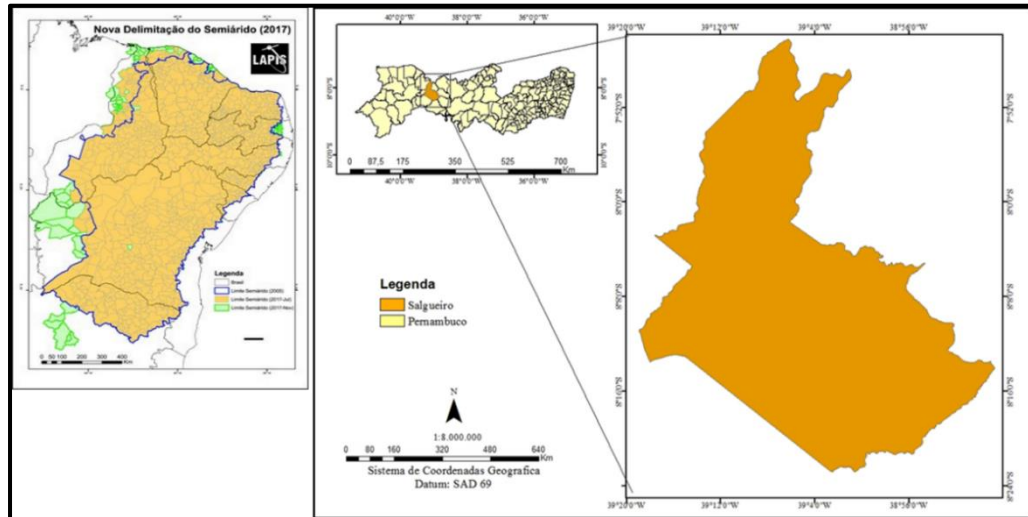


Fonte: adaptado do Google Earth, 2022.

A área da pesquisa apresenta uma variação média na temperatura entre 23 à 26°C a depender do período do ano e, é importante ressaltar, que no Nordeste brasileiro existem duas períodos climáticos no ano, o chuvoso e o seco, devido ocorrer apenas esses dois tipos de variabilidade de clima, isto em decorrência das mudanças de temperatura não serem relevantes ou de outras variáveis meteorológicas ao longo do ano, assim, constata-se oscilação no índice de precipitação pluviométrica no Sertão pernambucano com um volume médio de 360 mm no período chuvoso e 75 mm como menor volume no período seco (APAC, 2020). Com isso, exige adaptações e deslocamentos da macrofauna que habitam este meio à procura de água e/ou alimentos.

O município de Salgueiro, sede do reservatório, faz parte do semiárido nordestino (Figura 2), a região possui o clima do tipo tropical semiárido com chuvas de verão (Macedo, 2016). Ademais, as características do semiárido são limites da disponibilidade de recursos hídricos, fato esse em decorrência do regime pluviométrico irregular, no espaço e no tempo, das elevadas taxas de evapotranspiração, solos rasos a pouco profundos e baixa capacidade de retenção de água, favorecendo a escassez de águas superficiais (Silva, 2022).

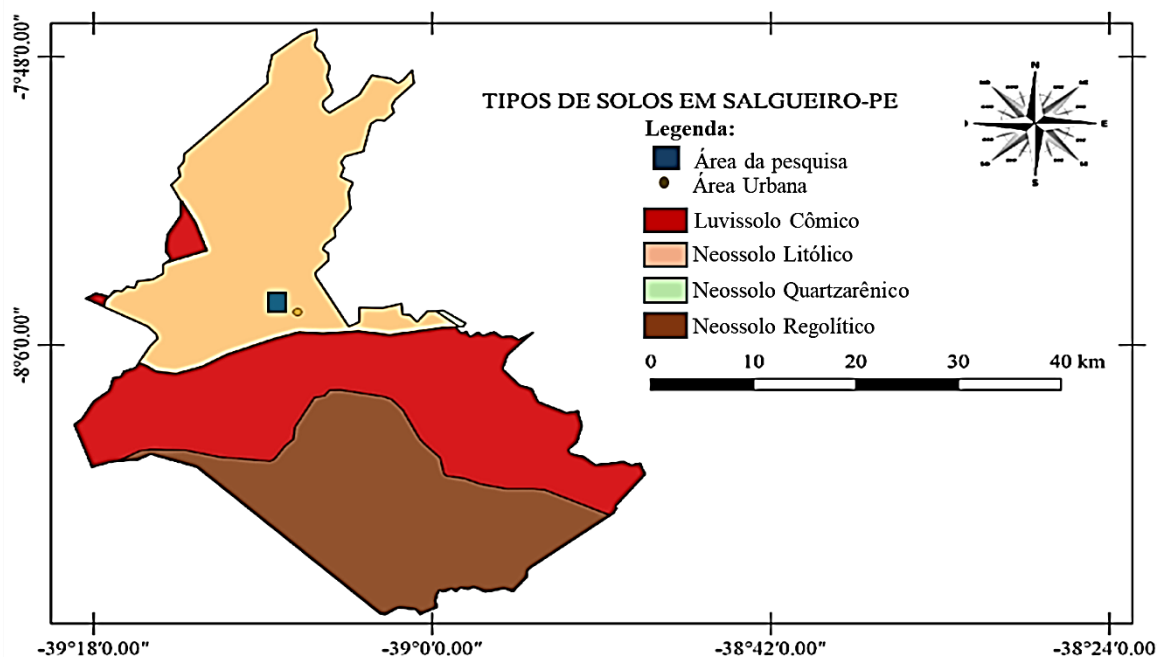
Figura 2. Localização geográfica do semiárido nordestino e do município de Salgueiro - PE, 2023.



Fonte: Adaptado de Listo, 2016.

O município em estudo apresenta predominantemente solo arenosos, pedregosos e rochosos (Prefeitura de Salgueiro, 2018). Conforme Barreto (2019), os tipos de solos presentes no município são: Luvisolo Crômico, Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico e Neossolo Quartzarênico (Figura 3). Contudo o solo presente no perímetro estudado concentra-se em Neossolo Litólico, os quais consistem, em solo raso, não ultrapassando 0,5 metros, estão associados a relevos mais declivosos, o que torna bastante limitado quanto ao uso, este sendo evitado quando estiverem próximo a cursos d'água. (Embrapa, 2024).

Figura 3. Mapa dos tipos de solo do município de Salgueiro – PE.



Fonte: adaptado de Barreto, (2019).

O município em estudo encontra-se inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem comum do semiárido do Nordeste brasileiro, onde apresenta característica como, superfície de pediplanação monótona, com predominância de relevo suave-ondulado, cortado por vales estreitos e vertentes dissecadas (Santos; Valverde, 2020).

O espaço de estudo localiza-se nos domínios edafoclimáticos de Caatinga, que é restrito ao território brasileiro, tendo sua abrangência por quase toda região Nordeste (Vatal *et al.*, 2022). O autor ainda enfatiza que, os domínios edafoclimáticos supracitado apresenta vasta biodiversidade, além de características específicas, como temperaturas elevadas, baixos índices pluviométricos anuais e rajadas de ventos fortes e secos. No entanto, grande parte da vegetação é secundária e possuem adaptações correlatas às condições ambientais, assim, são constituídas basicamente por Caatinga hiperxerófila com trechos de floresta caducifólia, sendo que os tipos mais comuns dessa formação vegetal são as xerófilas e bromeliáceas (Macedo, 2016).

Conforme Vital *et al.* (2022), a área apresenta trechos degradados, sendo perceptíveis as ações antrópicas, ocasionando uma série de fatores negativos na vegetação do local. O autor ainda acrescenta que o aspecto decorrido dessas ações são, o solo compactado, apresentando pouca porosidade, comprometendo o desenvolvimento das espécies vegetais devido às raízes não terem poder de penetrabilidade e expondo-as a luz do sol devido possuir pouca matéria orgânica.

Já Ramos (2019) enfatiza que a cobertura vegetal está relacionada com as condições climáticas e edáficas da região. Portanto, a área observada consta com extensões de vegetação arbustiva aberta e de pequeno porte, sendo esta vegetação adaptada às irregularidades das chuvas, fornecendo pouca matéria orgânica ao solo, tornando-os pobres em húmus, apresentando desenvolvimento incipiente. Desta forma, cabe ressaltar que os períodos do ano e a temperatura, influenciam na diversidade e riqueza das espécies (França *et al.*, 2014).

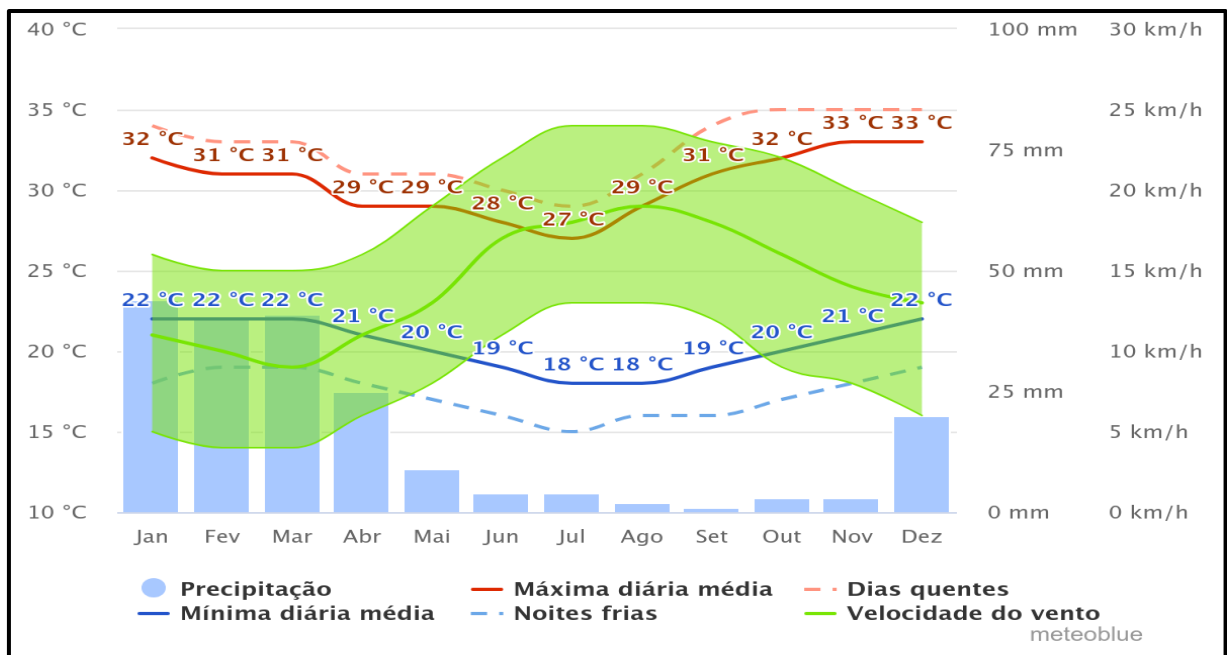
### **3.2 Índices pluviométricos**

A distribuição das precipitações pluviométricas no Sertão pernambucano pode sofrer influência do relevo, pois isso ocorre quando o escoamento das vertentes se acopla aos movimentos descendentes das células de circulação atmosféricas, aumentando as temperaturas médias e diminui a umidade relativa do ar na baixa troposfera (Wanderley *et al.*, 2018).

Por conseguinte, os dados climatológicos dos últimos 30 anos do município de Salgueiro, são mostrados nos diagramas climáticos de meteoblue (2024), os quais indicam

padrões climáticos típicos e condições esperadas (temperatura e precipitação), através de simulações de 30 anos de modelos climáticos. A "máxima diária média" (linha vermelha contínua) mostra a média da temperatura máxima de um dia para cada mês para Salgueiro. Da mesma forma, "mínima diária média" (linha azul contínua) mostra a média da temperatura mínima. Os dias quentes e noites frias (linhas vermelhas e azuis tracejadas) mostram a média do dia mais quente e da noite mais fria de cada mês (Figura 4).

Figura 4. Temperaturas e precipitações médias dos dias mais quentes e das noites mais frias de cada mês nos últimos 30 anos, Salgueiro – PE, Brasil, 2024.



Fonte: Adaptada do meteoblue, (2024).

Conforme os dados acima, os índices pluviométricos são mais recorrentes nos primeiros meses do ano. Assim como, as temperaturas mais elevadas estão presentes nos últimos meses de cada ano. Dessa forma, os resultados estão de acordo com os apresentados por Pinheiro e Souza (2018), estes, ainda citam que as características da região Semiárida, concentram os maiores valores pluviométricos em curto espaço de tempo e normalmente no início do ano.

Para Cequeira *et al.*, (2020), as informações climáticas são indispensáveis para que sejam planejadas estratégias que busquem o manejo adequado dos recursos naturais, pois, informações sobre a aridez são imprescindíveis para elucidar as características da paisagem, com isso, no Sertão, setor semiárido, predomina o clima tropical árido e semiárido, em que as chuvas se concentram em períodos específicos. Genericamente, denota-se que existem dois períodos no ano, período chuvoso e o período seco (Tabela 1), uma vez que são observados dois tipos de variabilidade de clima no Nordeste brasileiro (APAC, 2023).

Tabela 1. Índices de precipitação pluviométrica no Sertão Central pernambucano, representado a partir do período seco e chuvoso.

Posto	Ano	Período chuvoso						Período seco						Acumulado mm.
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Salgueiro	2022	-	-	-	-	-	-	3,9	12,9	-	82,8	88,4	100,6	288,6
Salgueiro	2023	40,1	34,5	167,2	35,6	42,3	22,5	-	-	-	-	-	-	342,2

Fonte: adaptado da APAC, 2023.

### 3.3 Macrofauna de solo

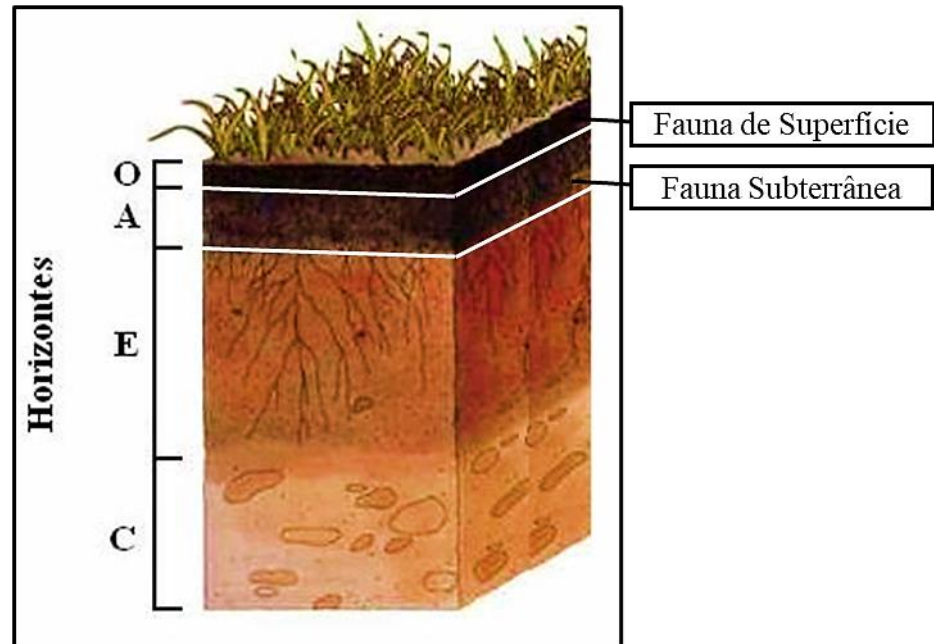
A macrofauna edáfica compreende os maiores invertebrados, são organismos com diâmetro corporal de 4,0 mm a 20,0 cm como minhocas, coleópteros em estado larval e adultos, centopeias, cupins, formigas, piolhos de cobra, tatuzinhos e aracnídeos, possui versatilidade com distribuição em espaço-temporal, que depende de condições específicas do micro-habitat do solo, devido à sua própria heterogeneidade, esse fator faz com que os organismos não se distribuam homogeneamente no solo em um determinado espaço e tempo (Lavelle *et al.*, 1994; Chavez *et al.* 2020).

Á vista disso, a fertilidade do solo se torna essencial, assim como a presença de serapilheira, que funciona basicamente como micrômetro condicionante, proporcionando os recursos necessários para a manutenção da macrofauna nesse ambiente (Marques *et al.*, 2014). Chavez *et al.* (2020) incrementam ao raciocínio, citando, que os organismos edáficos são mais incisivos em perímetros com disponibilidade de recursos alimentares, como rizosfera de plantas, detritos orgânicos provenientes da decomposição de serapilheira e deposições de animais. Assim, a estrutura e a textura do solo também influenciam na diversidade edáfica.

Ademais, Santos *et al.* (2018) mencionam que os organismos de solo são classificados em dois grupos, a fauna subterrânea que habita o horizonte A, a qual consiste no primeiro horizonte mineral do solo que contém maior teor de húmus e a fauna de superfície que habita o horizonte O, que incide na camada com restos de plantas e animais (figura 5).



Figura 5. Horizontes do solo com identificação de habitat da macrofauna, 2023



Fonte: adaptada do Google, (2015).

Conforme Lamparski; Lamparski, (1987), Dionísio *et al.* (2016) e Santos *et al.* (2018), a fauna subterrânea, raramente vem à superfície do solo, apresentam movimentação e visão restritas, possuem sensibilidades químicas e mecânica muito desenvolvida, fotofobia, corpo despigmentado, defesa pela produção de toxinas, resistência ao gás carbônico, corpo coberto por estrutura cuticular hidrofóbica, formando um plasto que permite a respiração e a osmose, desempenham importante função na decomposição de compostos orgânicos.

No entanto, a fauna de superfície, incide sob resíduos orgânicos, são ágeis, apresenta acuidade visual, sensores desenvolvidos e corpo pigmentado, pode penetrar no solo pelas rachaduras ou cavidades naturais. A alimentação das espécies consiste em sementes ou plantas na região do colo ou da coroa e, algumas vezes, da parte aérea. Esse ambiente, comporta os predadores, parasitoides, decompositores de material orgânico e se estabelece os eventos relacionados ao controle natural das populações de espécies-praga (Gassen, 1992; Dionísio *et al.*, 2016).

Para Silva *et al.*, (2006) a macrofauna de solo realiza a formação de microagregados estáveis, por meio de ações mecânicas, protegendo a matéria orgânica de mineralização. Os autores supracitados complementam citando, que dessa forma pode inferir que comunidades edáficas presente em ambientes com vegetação nativa ou preservada apresentam a densidade alta e a diversidade, geralmente diminui, uma vez que o manejo do solo interfere na

disponibilidade de alimentos e abrigos. Correlacionando estes organismos aos fatores ambientais, Cruz (2014), relata que a qualidade ambiental concerne nas características do ambiente, assim, a utilização de indicadores biológicos tem sido uma das técnicas mais exploradas, tendo como foco os invertebrados, dentre estes a macrofauna.

Dessa forma, a comunidade edáfica é um parâmetro sensível aos impactos de diferentes tipos de sistemas de exploração (Silva *et al.*, 2006). À vista disso, pesquisas tem comprovado que a macrofauna de solo pode indicar ações antrópicas como as alterações de paisagens naturais, pois, estes funcionam como bioindicadores, sendo usados para a denotação de alteração de habitats, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão vegetal, mudanças climáticas e degradação dos ecossistemas (Silva; Silva, 2011, Azevedo *et al.*, 2016).

Em complemento ao exposto acima, Azevedo *et al.* (2015) citam que, é importante ter conhecimento acerca da entomofauna de certas áreas, tendo em vista que, a partir dessa sapiência é possível realizar monitoramento dos impactos nessas comunidades, uma vez que, as extinções locais e declínios populacionais são desencadeados por mudanças no clima e ação antrópica. Assim, inferem-se como consequências negativas impactos nas funções desempenhadas pelos insetos nos ecossistemas, como controle de insetos-praga e reciclagem de nutrientes (Vila-Verde *et al.*, 2021).

### **3.4 Análise faunística**

A análise faunística vem sendo aplicada em estudos ecológicos e tem como preceito ser utilizada para determinar conhecimentos das relações entre os seres vivos, bem como, as espécies predominantes em agroecossistemas e quantificar os índices ecológicos de grupos taxonômicos, proporcionando informações para a execução de programas de Manejo Ecológico (Cruz, 2014; Silva *et al.*, 2016). Cruz (2014) acrescenta que, para ter viabilidade, a análise precisa ser analisada através de números, onde utiliza-se de diversos parâmetros.

Assim, a análise faunística torna possível identificar a flutuação populacional das espécies, classificando-as como dominantes ou não (Cividanes; Cividanes, 2008). É através da análise acima citada que descobre a diversidade de espécies, frequência, dominância, constância, entre outros parâmetros faunísticos, que são fundamentais na formulação e execução de estratégias de manejo integrado, isto, a partir do levantamento (Novaes, *et al.*, 2021).

Para Carnáuba (2020), a avaliação pode se dar a partir dos índices que permeiam por diversos indicadores, destes, três atributos destacam-se, composição, que tem como pontos a

riqueza e diversidade; estrutura, que se apresenta com parâmetros fisiológicos e o funcionamento, que integra a regeneração natural, síndrome de dispersão, serapilheira, chuva de semente, macrofauna do solo e polinização.

Para análises faunísticas são utilizados diversos cálculos, dentre estes destacam-se: Diversidade de Shannon – Wiener ( $H'$ ), Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ), Dominância de Simpson ( $D_s$ ) e frequência. Tais cálculos foram utilizados pelos autores abaixo relacionados em seus trabalhos como Garlet (2010), Lima *et al.* (2010), Andrade (2012), Oliveira *et al.* (2013), Silva *et al.* (2013), Cruz (2014), Gogoi *et al.* (2017), Silveira (2022) e Sampaio *et al.* (2022).

O uso de índices faunísticos e de diversidade ecológica em estudos de comunidade é apropriado para amostras aleatórias de espécies podendo ajudar a identificar possíveis tendências de sazonalidade (Cruz, 2014; Silveira, 2022).

O índice de Pielou ( $J'$ ), pertence ao intervalo de 0 - 1, assim, 1 configura-se a máxima diversidade. Desse modo, quanto maior o valor, maior será a uniformidade da comunidade em relação a abundância dos táxons (Silveira, 2022).

O índice de Simpson ( $D$ ) é considerado como um índice de dominância por não só medir o número de espécies e o total de indivíduos, mas também por averiguar a ocorrência de cada espécie. Esse índice indica se os indivíduos estão distribuídos em proporção entre os táxons ou se existe táxons dominantes (maiores abundâncias). O valor de  $D_s$  possui amplitude de zero a um, quanto maior o valor, maior será a diversidade de táxons na comunidade (Cruz, 2014; Silveira, 2022)

Já o índice de Diversidade de Shannon – Wiener ( $H'$ ) é utilizado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade ou sub-comunidade. Onde quanto maior for o valor de  $H'$ , maior será a diversidade da população em estudo e sendo que os menores valores representam dominância maior de grupos em detrimento a outros (Cruz, 2014; Santos *et al.*, 2018).

### **3.5 Ação antrópica**

As ações antrópicas estão ligadas diretamente aos principais fatores de perda de biodiversidade e estas relacionam-se a atividades humanas como caça, desmatamento, expansão e intensificação da agricultura, uso de agrotóxicos, industrialização e urbanização, no entanto, outro fator, que causa o declínio da biodiversidade são as mudanças climáticas (Vila-Verde, *et al.*, 2021).

As práticas de atividades agrícolas têm simplificado e fragmentado os ambientes em mosaicos de áreas naturais e áreas modificadas pelo homem (Cividanes; Cividanes, 2008). No

entanto, as ações antrópicas tiveram início desde o surgimento da humanidade na terra até os dias atuais. Diante disso, destaca-se as principais modificações e destruições do meio ambiente, tais como a criação de paisagens geográficas, humanas ou culturais, alterações das paisagens naturais (Giacometti; Dominschek, 2018).

Porém, para mensurar os níveis de exploração, criou-se os sistemas de indicadores, a partir destes é possível acompanhar o teor de sustentabilidade apresentado por cada setor, seja econômico, social ou ambiental, mostrando de forma geral as dificuldades em relação à complexidade dos sistemas monitorados, fragilidade quanto à carência de base de dados disponíveis, dificuldade de interpretação dos resultados obtidos (Cetrulo *et al.*, 2013).

Desse modo, o indicador 09 “Desmatamento dos Biomas” é incisivo para a “avaliação do avanço das atividades antrópicas em geral, isso, nas áreas recobertas por campos, florestas e outros tipos vegetais no Brasil.” Ainda em conformidade com o indicador supracitado, o desmatamento pode provocar danos e desequilíbrio ambiental como fragmentação de habitats, a extinção de espécies da fauna e da flora, interferindo nos fluxos biológicos e polinização, acarretando danos e percas da biodiversidade (Brasil, 2015).

Cerqueira e Ferreira (2021) ressaltam que o ser humano não compreendeu o quão relevante é o papel que ele desempenha para a ocorrência da manutenção do meio ambiente, haja vista que, a biodiversidade desempenha funções em favor da vida, dentre estas destaca-se reciclagem do carbono e oxigênio e na alimentação que são cruciais para garantir o futuro da humanidade.

Além dos impactos provocados pelo desmatamento, a queimada prejudica ainda mais o ambiente, pois além de agredir a flora nativa, ainda causa sérios danos ao solo, comprometendo a sua capacidade produtiva, tanto para atividades que ali se desenvolverão, como agricultura, quanto para a regeneração do ambiente afetado (Santos; Valverde, 2020). Este processo de fragmentação se dá através do habitat, ocorrendo principalmente em áreas de produtividade agrícola, onde a extensão da área é transformada em pequenas porções, acarretando distúrbios ambientais o que acaba contribuindo para reduzir a diversidade ecológica (Santos; Barros, 2021).

Os fatores supracitados aliados a eventos abióticos no ambiente como temperatura e precipitação podem interferir na dinâmica local, influenciando na estrutura das populações de insetos e demais seres vivos ao longo do tempo, resultando em sazonalidade da comunidade (Silveira, 2022). Ações antrópicas como a extração da vegetação natural são realizadas, fazendo então a retirada da cobertura vegetal para dar lugar ao crescimento tanto de cidades, quanto de

áreas rurais para moradia e agropecuária (Santos; Barros, 2021).

Conforme Vital *et al.* (2022) o uso sustentável aliado a conservação dos recursos florestais do bioma percorre duas vertentes fundamentais, a primeira está relacionada à importância para a manutenção dos meios econômicos, já a segunda, caracteriza-se pela exploração para comercialização dos produtos florestais madeireiros e não-madeireiros. Os autores acrescentam de forma complementar que essas ações aceleram o processo de degradação ameaçando toda a biodiversidade existente na região, em consonância a isto, afeta o desenvolvimento e a manutenção de atividades ligadas ao social, econômico e cultural.

Assim, intervenções humanas devem incidir na realização de atividades ambientais que visem a restauração e recomposição dos ambientes degradados, uma vez que é necessário a reconstrução gradual para recuperar a biodiversidade, as funções do ecossistema e o manejo sustentável (Carnauba, 2020). Cabe enfatizar que impacto ambiental, não consiste em qualquer alteração nas propriedades do ambiente, contudo, em alterações que provoquem o desequilíbrio das relações ecológicas constitutivas do ambiente, tais como, as alterações que excedam a capacidade de absorção do ambiente considerado (Preste; Vincenci, 2019).

O efeito do anantropismo no solo afeta diretamente a fauna edáfica, tendo em vista que as atividades principais desses organismos são discorrer sobre a decomposição de matéria orgânica, produção de húmus, ciclagem de nutrientes e energia e a produção de complexos que causam agregação ao solo. À vista disso, uso de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais atuam diretamente sobre a população da fauna do solo (Hoffmann *et al.*, 2009).

### **3.6 Ecologia**

A ecologia é um ramo científico recente na história da ciência, assim o faz emprestar conceitos de várias áreas do conhecimento, sendo, portanto, uma área transdisciplinar por excelência (Mello, 2014). Conforme o autor supracitado, na ecologia, a unidade mais básica e fundamental para o entendimento de um ecossistema é a espécie, com isso, é notória a importância de se conhecer a história natural de nossa flora e fauna para compreender a dinâmica e funcionamento de comunidades e ecossistemas.

Assim, as diferenças entre os seres vivos são conceituadas de biodiversidade, que se refere à variedade de vida no planeta, incluindo a diversidade genética dentro das populações e espécies, a versatilidade de espécies da flora, da fauna, de fungos macroscópicos e de microrganismos (Cerqueira e Ferreira, 2021). Dessa forma, a degradação ambiental acarreta danos às populações de espécies nativas, englobado vegetais e/ou animais, estes impactos são

mensurados a partir de índices que possibilitam medir a riqueza de espécies e uniformidade (Santos; Barros, 2021).

Para avaliar os conjuntos de espécies faz-se o uso da diversidade filogenética, que proporciona medir as linhagens das espécies, identificando se são distantes umas das outras, assim, uma comunidade com diversidade filogenética alta geralmente é formada por espécies filogeneticamente muito distantes, configura que, ecologicamente elas têm nichos mais distintos (Higino, 2021).

Portanto, para Azevedo *et al.* (2018), para analisar um ambiente utiliza-se de inventários e a identificação de seres vivos nos ecossistemas permitem as prevenções e/ou remediações de impactos nos diferentes níveis ambientais, o que demonstra a importância de estudos que identifiquem grupos de indicadores ecológicos potenciais.

No entanto, conforme Vila-Verde *et al.*, (2021) mudanças climáticas vêm impactando os seres vivos em geral, contudo, os insetos são afetados de várias maneiras com mudança na fenologia, alterações no tamanho da população, nos padrões de migração e na distribuição dos insetos. Os autores incrementam que estas mudanças vêm ocorrendo em níveis rápidos, dificultando a capacidade dos organismos de se adaptarem às alterações ambientais, constituindo uma ameaça à biodiversidade.

A umidade é um fator climático onipresente para desenvolvimento dos ecossistemas e conseqüentemente das espécies, pois, é responsável por influenciar de forma decisiva a aptidão, comportamento reprodutivo e a distribuição geográfica dos seres vivos (Coelho *et al.*, 2021).

Santos e Barros (2021) salientam que ao referir-se em ecologia, vários pontos são observados dentre estes, as metodologias participativas na Educação Ambiental são importantes para que a democracia e, sobretudo, os padrões de consumo dos recursos naturais, sejam estabelecidos através de ações e eventos, uma vez que é necessário o controle destas atividades para a promoção de uma sociedade ambientalmente sustentável e que proporcione boa qualidade de vida.

### **3.7 Qualidade ambiental**

#### **3.7.1 ODS Objetivos Desenvolvimento Sustentável**

A preservação e conservação dos bens naturais de uso comum, como os mares, o ar, a atmosfera, o espaço cósmico, as calotas polares, fazem-se necessário para manter os níveis de qualidades de um ambiente, por isso exigem atuações coordenadas e cooperativa dos estados com o objetivo de zelar pelo substrato material para a produção de bens e serviços para as atuais

e futuras gerações (Gonçalves, 2022).

De modo complementar o ODS 15 (Vida terrestre), infere que é pertinente atenta-se em proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, reverter a degradação do solo e deter a perda da biodiversidade (Agenda 2016, 2030). Portanto, é necessário refletir sobre as consequências danosas como o desaparecimento de espécies nativas, que podem culminar em perda da biodiversidade, prejudicando o desenvolvimento dos ecossistemas, afetando a qualidade de vida dos seres vivos e os meios econômicos (Silva *et al.*, 2021).

O relatório de efetividade 2020-2021 do BNDES traz no monitoramento dos resultados das atuações o seguinte dado: “Área com cobertura vegetal recuperada para conservação ou regularização ambiental (regeneração em andamento) 1.731 Hectares”, realçando a proposta do ODS 15, que consiste na produção sustentável, monitoramento e controle, ordenamento territorial e ciência, tecnologia e instrumentos econômicos (BNDES, 2022).

### 3.7.2 Dimensões do desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento de tecnologias que visem a sustentabilidade na agricultura, aliando-se a produção de alimentos à conservação do meio ambiente, gera soluções tecnológicas e oportunidades de inovação que promove a competitividade nacional, trazendo consigo avanços tecnológicos e anseios para cumprir metas sustentáveis, que tem como objetivo proporcionar melhora nos níveis de qualidade ambiental (Bueno, 2022).

Nunes e Banhal (2022) enfatizam que a Carta de Belgrado estabelece que a meta básica da ação ambiental objetiva em melhorar as relações ecológicas, estas, abordando o ser humano e os demais elementos da natureza. E em consonância a isso, desenvolver uma população mundial consciente e preocupada com o meio ambiente e com os problemas associados a ele.

Deste modo, o desenvolvimento sustentável precisa ser um objetivo imediato e um compromisso com o futuro, não apenas metas a serem atingidas, fazendo-se necessário que as organizações trilhem caminhos que busquem melhores soluções para problemas humanos como econômicos, sociais ou ambientais (Damke, 2022).

Assim, Araújo *et al.* (2022) ressalta em sua pesquisa que na análise de sustentabilidade, três dimensões básicas têm ganhado ênfase no que tange as definições e uso de indicadores, estes são: econômica, ambiental ou ecológica e social. No entanto, existe uma predominância do uso de indicadores de qualidade ambientais como metodologia e indicador diferenciado.

### 3.7.3 Desenvolvimento Regional Sustentável

Para Demétrio *et al.* (2022) seguindo uma linha concomitante aos ODS, o Desenvolvimento Regional Sustentável consiste em três eixos norteadores, sendo que o primeiro nível engloba as dimensões ecológica, econômica e social; o segundo nível leva em conta as dimensões cultural e política, e o terceiro nível considera a dimensão ética.

No entanto, Carvalho-Junior (2022) cita que a percepção acerca da ação das variáveis climáticas nas vidas dos seres vivos e na economia só é notada mediante eventos catastróficos seja natural ou não, dessa forma, é válido ressaltar que essa visão compartimentalizada do sistema é a causa principal dos problemas ambientais, portanto, a falta de entendimento da relação entre o sistema natural e o econômico/social resulta em uma atenção parcial para o desenvolvimento regional de forma sustentável, gerando desperdício de recursos financeiros, além de não sanar problemas futuros como a qualidade ambiental dos ecossistemas.

Assim, fez-se necessário a implementação e acompanhamento dos ODS nas escalas locais, pois é fundamental para o cumprimento da Agenda 2030 e conseqüentemente analisa as condições ambientais e suas variáveis, isto se dar através das articulações dos diferentes atores sociais no processo de aplicação dos ODS, agindo de forma colaborativa para o processo de desenvolvimento regional sustentável (Kasper *et al.*, 2022).

### 3.7.4 Indicadores e políticas públicas

A fim de nortear e direcionar os ODS, os indicadores apresentam-se como ferramentas que se comunicam, interligando o progresso em direção a objetivos, permitindo que estratégias sejam repensadas e alteradas conforme os cenários avaliados, dessa forma tornando possível desenvolver-se e corrigir-se conforme o nível de desequilíbrio (Nogueira, 2022).

Para Silva e Martins (2022) pode-se afirmar que os indicadores de desenvolvimento com sustentabilidade e territorialidade, são essenciais para entender o desenvolvimento territorial sustentável nos territórios rurais, para que isso ocorra é necessário identificar indicadores que relacionem a agricultura ao desenvolvimento sustentável.

De maneira complementar, os indicadores são fatores de informações que podem ser de cunho econômico, social, institucional, físico, químico e biológico, estes concomitante a sustentabilidade forma instrumentos essenciais para classificar e caracterizar obstáculos e a necessidade de implementação de políticas públicas que se atente a preservação do meio ambiente, minimizando os danos causados pela prática nocivas, incidindo em melhora da qualidade ambiental (Abrahão; Natel, 2022).



Desse modo, os indicadores de qualidade ambiental apresentam-se como desafio para construir cidades e florestas mais sustentáveis, utilizando-se de processos bioimpactantes para prever as necessidades de mobilidade das comunidades, além desses processos são observadas as pressões sobre os recursos básicos, como sistema hídrico e alimentício (Callejas *et.al.*, 2022).

Muller *et al.*, (2022) destacam que a finalidade dos indicadores é mensurar a situação atual, os quais permite avaliar a evolução quanto aos parâmetros de sustentabilidade observados, assim, devendo ser construídos a partir da realidade existente, para que possam ser úteis no processo de tomada de decisões acerca da qualidade de cada ambiente.

Entretanto, cabe ressaltar que do ponto de vista conceitual os ‘Indicadores de Sustentabilidade do IBGE’, chamado de documento de 2015, configura-se como uma excelente base para pensar na sustentabilidade, no entanto, a complexidade de dados, fazem com que todos os municípios, perdurem com uma tarefa ainda sem resultado objetivo (Brasil, 2016).

Assim, a sustentabilidade se torna importante, pois estabelece medidas e ações que mantem não somente a biodiversidade, mas os serviços ecossistêmicos que consequentemente são refletidos no bem-estar das populações (Souza *et al.*, 2022). Os autores complementam citando que é fundamental a implementação de políticas públicas que sejam voltadas à implementação de manejo de paisagens, conscientização e educação ambiental às populações locais.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Local da pesquisa**

A pesquisa foi realizada em duas áreas pertencentes aos domínios edafoclimáticos de Caatinga as quais caracterizam-se como preservada e antropizada, foram exploradas nas dimensões de 500m x 50m cada (Figura 6).

Figura 6. Área explorada para pesquisa no reservatório Negreiros Salgueiro – PE, 2023. A.P área preservada e A.A área antropizada.



Fonte: Adaptado de Google Earth, (2022).

A área preservada apresenta solo do tipo Neossolo Litólico, com predominância de *inselbergs* e maciços graníticos, estes resultantes de rochas magmáticas ou ígnea. Assim, é perceptível a presença de solo sedimentar raso/arenoso, abrupto, é recorrente a presença de afloramentos rochosos com vegetação média de 1m a 15m de altura. No espaço é observado a atividade de animais em busca de alimentos e água. Estas características são explicadas por Lourenço *et al.* (2022) quando mencionam que atividade microbiana e demais animais são reguladas pelos fatores climáticos, advindos da relação entre as variáveis do solo e do clima.

A área antropizada, apresenta solo classificado como Neossolo Litólico, sedimentar íngreme parcialmente exposto, em decorrência de atividades com maquinários, voltadas à construção do reservatório, possui áreas coberto por vegetais secundária em sua maioria de hábito herbáceas com predominância das famílias Euphorbiaceae, Fabaceae e Asteraceae (Oliveira *et al.*, 2013). É recorrente a presença humana para fins de pescas, banhos e pastoreio de animais, onde estes buscam alimentos e água, o espaço consta com uma estrada carroçável em sua proximidade. Explicando as condições acima mencionadas Nascimento (2023), relata que as Caatingas de geomorfologia sedimentar representam áreas de importância biológica, no entanto são vulneráveis devido aos solos pobres.

O espaço de estudo situa-se no perímetro que circunda o reservatório Negreiros localizado no município de Salgueiro – PE. Este encontra-se associado a mesorregião do Sertão

pernambucano e microrregião de Salgueiro, apresenta coordenadas geográficas sexagesimais Latitude: 8° 4' 3" Sul, Longitude: 39° 7' 27" Oeste, com altitude de 421 metros acima do nível do mar (Cidade-Brasil, 2021).

### 4.3 Formas de levantamento de dados

O levantamento dos dados ocorreu em dois momentos, dividindo-se em período seco (julho a dezembro de 2022) e chuvoso (janeiro a junho de 2023), permitindo assim, analisar a ocorrência de oscilação do fluxo e na diversidade da macrofauna edáfica no entorno do reservatório.

Deste modo, o levantamento se deu por coletas em duas áreas, sendo uma antropizada e outra não, tendo como base o perímetro que circunda a área que comporta a água pertencente ao reservatório, situando-se no espaço de 100 metros, nas matas ciliares, plantações e demais locais (Figura 7). Coelho *et al.*, (2021) ressalta que no levantamento da ocorrência da macrofauna edáfica, a obtenção de informações sobre a abundância local de uma espécie é obtida através da instalação de armadilhas e da análise da contagem indireta a partir das armadilhas.

Figura 7. Área explorada como espaço amostral para pesquisa no reservatório Negreiros Salgueiro – PE, 2023. A, locais de instalação de armadilhas, B, medição para instalação, C, demarcação dos locais a ser implantada as armadilhas.



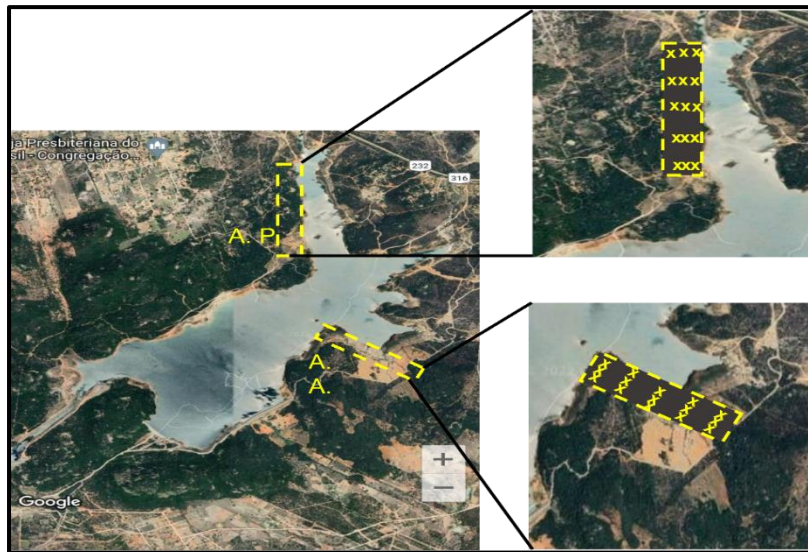
Fonte: Adaptado de Google Earth, (2022).

### 4.4 Métodos de coletas

Utilizou-se de armadilhas de solo tipo *pitfall*, a qual atua na captura da macrofauna que possuem o hábito de caminhar sobre o solo ou com pouca capacidade de voo e de aracnídeos,

esta se configurando como armadilhas de queda que são usadas para amostrar tanto animais vertebrados como invertebrados (Azevedo *et al.*, 2018). A instalação foi distribuída de forma perpendicular à margem do reservatório, colocando-se cinco linhas com três armadilhas a cada 100 m na vegetação, formando um quadrado de X, totalizando 15 unidades amostrais em cada área, antropizada e não (Figura 8).

Figura 8. Pontos de fixação de armadilha pitfall no perímetro do reservatório Negreiros em Salgueiro – PE, 2023.



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2022.

Cada armadilha consistiu em um recipiente plástico com volume de 500 mL, medindo 10 cm de altura por 12 cm de diâmetro, que foi enterrado ao nível do solo (Azevedo *et al.*, 2018), contendo no seu interior 200 mL de uma solução salina supersaturada e algumas gotas de detergente neutro para quebrar a tensão superficial da água, sendo que os potes ficaram dentro de um tubo de anel de cloreto de polivinila (PVC) de 25 cm de altura por 15 cm de diâmetro (Figura 9), (Azevedo *et al.*, 2016; Azevedo *et al.*, 2020).



Figura 9. Armadilhas de solo *pitfall* instaladas no reservatório Negreiros em Salgueiro – PE, 2023.



A frequência de coletas se deu a partir de quatro visitas mensais em cada armadilha (*pitfall*), totalizando 24 coletas no período de seca e 24 no período chuvoso. Após cada coleta simultaneamente as armadilhas foram reabastecidas com novas soluções. O monitoramento é um processo crucial para o êxito da pesquisa, principalmente para a tomada de decisão no tocante ao manejo dos insetos (Coelho *et al.*, 2021).

As coletas nas armadilhas foram realizadas com o auxílio de peneiras plásticas e pinceis finos e para preservação dos indivíduos utilizou-se de recipiente de vidro de 100 mL com álcool a 70%. A triagem dos espécimes ocorreu quinzenalmente, no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Cariri – UFCA, no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, no Crato. O material coletado foi transportado ao laboratório de forma a preservar as estruturas dos espécimes, para isso utilizou-se de acondicionamento temporário, via líquida (Comargo *et al.*, 2015).

#### 4.5 Triagem e identificação do material encontrado nas armadilhas

As amostras capturadas foram separadas a partir do auxílio de uma pinça anatômica sem dentes e filatélicas, em seguida, dispostos em bandejas plásticas (polietileno) medindo 38 x 53 cm, altura de 8,0 cm e capacidade de 2,5 L e placas de Petri de vidro com 60 x 15 mm (Diâmetro x Altura), para identificação e quantificação (Figura 10). Posteriormente, ocorreu a identificação em nível de classe, ordem e família com auxílio de chaves de identificação e bibliografias especializadas como as de Fujihara *et al.* (2011); Camargo *et al.* (2015); Zimerer (2022) e envio para especialistas.

Figura 10. Triagem de amostras capturadas no reservatório Negreiros em Salgueiro – PE, 2023.



#### 4.6 Análises dos dados

Conforme Cruz (2014), para que estes dados sejam estudados, precisa ser representado através de números, para que torne viável analisar em diversos parâmetros. Posteriormente à coleta dos dados foi determinado os índices faunísticos a partir de análise e estatísticas, assim, após a identificação e quantificação foi calculada a frequência relativa, que permitiu identificar os índices descritos a seguir:

##### 4.6.1 Frequência relativa (FR), (Equação 1).

Uma distribuição de frequência agrupa os dados por classes de ocorrência. Portanto, a frequência relativa consiste nos valores das razões entre as frequências absolutas de cada classe e a frequência total da distribuição. A soma das frequências relativas é igual a (100 %) (Silva *et al.*, (2022).

Equação 1. Frequência relativa (FR).

$$f_r = \frac{fa \cdot 100}{n}$$

Fonte: Adaptado pelo autor.

- fr = frequência relativa;
- fa = frequência absoluta;
- n = número de indivíduos.

##### 4.6.2 Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), (Equação 2)

Este índice é mais sensível às mudanças nas espécies raras da comunidade, pois

possibilita a identidade de uma espécie dando o número de famílias e a distribuição de abundância para cada espécie (Silva *et al.*, 2022).

Equação 2. Índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ).

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i * \ln p_i$$

Fonte: Adaptado pelo autor.

- $H'$  = diversidade de Shannon – Wiener.
- $p_i$  = abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade.
- $\ln$  = logaritmo natural, mas outras bases logarítmicas podem ser utilizadas.
- $H'$  = não tem um valor máximo e sua interpretação é comparativa, com valores maiores indicando maior diversidade, sendo classificado em diversidade alta, diversidade média, diversidade baixa (Tabela 2).

#### 4.6.3 Índice de Equabilidade e/ou Equabilidade de Pielou ( $J'$ ), (Equação 3)

É uma métrica que descreve o padrão de distribuição da abundância relativa das espécies na comunidade (Silva *et al.*, 2022).

Equação 3. Índice de Equabilidade e/ ou itabilidade de Pielou ( $J'$ )

$$J = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Fonte: Adaptado pelo autor.

- $H'$  = índice de Shannon-Wiener.
- $H_{max}$  = todas as espécies teriam a mesma abundância relativa.
- $H_{max}$  é calculado aplicando o logaritmo natural ( $\ln$ ) para a riqueza de espécies ( $S$ ).
- Se todas as espécies apresentam a mesma abundância relativa, então  $J = 1$ . Se uma espécie apresenta forte dominância,  $J$  aproxima-se de zero, sendo classificada como heterogêneo em abundância, ligeiramente heterogêneo em abundância e homogêneo em abundância (Tabela 2).

Conforme Cruz (2014) e Silveira (2022), o índice de Pielou's evenness ( $J$ ) representa a equabilidade da comunidade, portanto, é informado a uniformidade da distribuição dos indivíduos na comunidade.

#### 4.6.4 Índice de Dominância de família Simpson (DS), (equação 4)

Quantifica a probabilidade de dois indivíduos retirados ao acaso da comunidade pertencerem à mesma família (Silva *et al.*, 2022).

Equação 4. Índice de Dominância de famílias Simpson (DS).

$$Ds = 1 - \frac{\sum ni \cdot (ni - 1)}{N \cdot (N - 1)}$$

Fonte: Adaptado pelo autor.

ni = Número de indivíduos de cada família;

N = Número de indivíduos.

D = varia de 0 a 1, com valores próximos de 1 indicando menor diversidade enquanto valores próximos de 0 indicam maior diversidade, sendo classificado em dominância alta, dominância média, dominância baixa (Tabela 2).

Para evitar confusão nas interpretações, normalmente o índice de Simpson é expresso como o valor inverso (1 - D) para que os maiores valores representem maior diversidade. Neste caso, o valor inverso é conhecido na literatura como índice Gini-Simpson. Para o índice Gini-Simpson estamos avaliando a probabilidade de dois indivíduos retirados ao acaso da comunidade sejam de famílias diferentes (Silva *et al.*, 2022).

Após o cálculo dos índices supracitados foram realizadas as interpretações dos resultados procurando dar significado às análises faunísticas, para isso, seguiu-se as escalas e padrões de análise utilizadas por Uramoto *et al.*, (2005); Mendoza (2013); Azevedo *et al.*, (2016); Silva *et al.*, (2022), (Tabela 2).



Tabela 2. Valores de referência para as interpretações dos resultados das análises faunísticas da macrofauna de solo e serapilheira.

ÍNDICES	CLASSIFICAÇÃO	VALORES
Índice de <i>Simpson</i> ou Índice de Dominância de <i>Simpson</i> , (1 - D) para que os maiores valores representem maior diversidade. (Silva <i>et al.</i> , 2022).	Dominância Alta	0 a 0,33
	Dominância Média	0,34 a 0,66
	Dominância Baixa	>0,67
Índice de Shannon ou Índice de Shannon-Wiener (Mendoza, 2013):	Diversidade Alta	> 3,5 bits.ind <sup>-1</sup>
	Diversidade Média	1,36 a 3,5 bits.ind <sup>-1</sup>
	Diversidade Muito baixa	0 a 1,35 bits.ind <sup>-1</sup>
Índice de Equitatividade de Pielou (J) ou Índice de Pielou (J) (Mendoza, 2013):	Heterogêneo em abundância	0 – 0,33
	Ligeiramente heterogêneo em abundância	0,34 - 0,66
	Homogêneo em abundância	>0,67

#### 4.7 Caracterização das famílias da macrofauna edáfica

##### 4.7.1 Abundância. (Equação 5).

A abundância relativa foi calculada segundo a fórmula.

Equação 5. Abundância.

$$\% Spi = \frac{n \cdot 100}{N}$$

Fonte: Adaptado pelo autor.

%Spi = porcentagem da família que se quer calcular;

n = o número de organismos da família e (N) = o número total de organismos na amostra, recebendo a seguinte classificação: muito abundantes, abundantes, pouco abundantes e raras (Bezerra; Andrade, 2022), (Tabela 3).

##### 4.7.2 Constância (Equação 6).

A constância possibilita elencar a porcentagem de amostras em que uma determinada família esteve presente (Uramoto *et al.*, 2005), (Azevedo *et al.*, 2016).

Equação 6. Constância.

$$C = \frac{p \cdot 100}{N}$$

Fonte: Adaptado pelo autor.

- p: número de amostras com a família.

- N: número total de amostras.

De acordo com os percentuais obtidos, as famílias foram separadas nas seguintes categorias: constantes, acessórias e acidentais (Bezerra; Andrade, 2022), (Tabela 3).

#### 4.7.3 Dominância. (Equação 7)

A dominância das ordens foi definida seguindo as categorias determinadas por Friebe (1983), a partir da abundância relativa de cada espécie, segundo a fórmula:

Equação 7. Dominância.

$$D\% = \frac{i}{t} \cdot 100$$

Fonte: Adaptado pelo autor.

D% = porcentagem de dominância;

i = número total de indivíduos de uma ordem;

t = total de indivíduos coletados, sendo classificadas em: eudominante, dominante, subdominante, recessiva e rara (Bezerra; Andrade, 2022), (Tabela 3)

Tabela 3. Valores de referências para interpretações dos resultados das análises faunísticas das classes de frequência, abundância, constância e dominância da macrofauna edáfica.

FAMÍLIAS	CLASSIFICAÇÃO	VALORES
Abundância	Muito Abundante	> 50%
	Abundante	50-30%
	Pouco Abundante	30-10%
	Raros	< 10%
Constância	Espécie constante	Mais de 50%
	Espécie acessória	De 25-50%
	Espécie acidental	Menos de 25%
Dominância	Eudominante	> 10%
	Dominante	> 5-10%
	Subdominante	> 2-5%
	Recessiva	1-2%
	Rara	< 1%

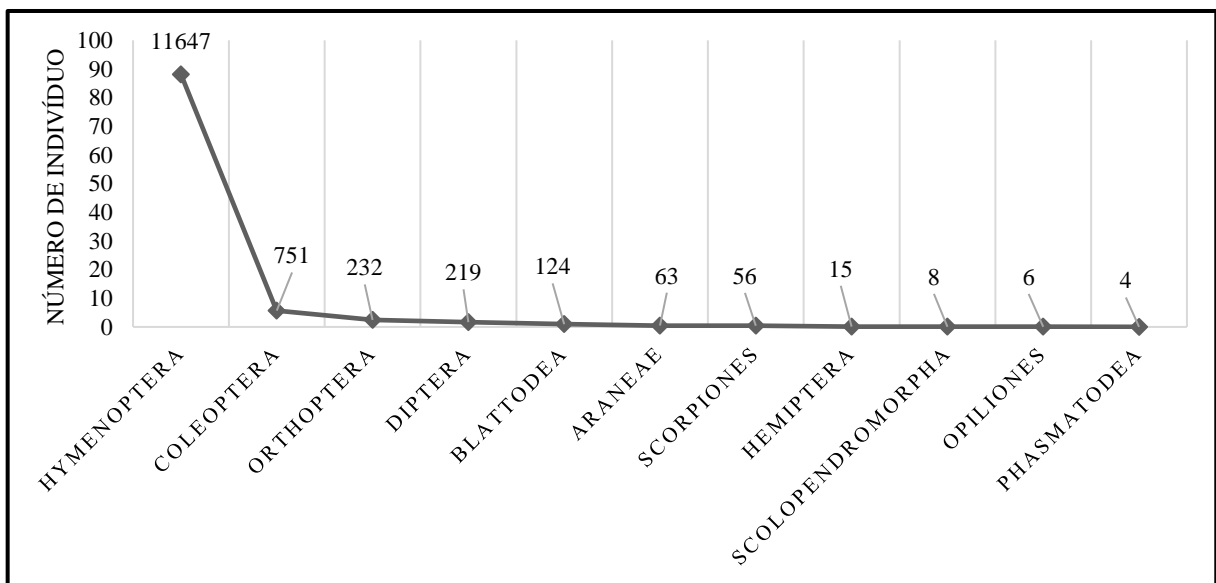
Os dados foram compilados e processados em planilhas eletrônicas pelo Software Microsoft Excel®, versão 2019. Como prosseguimento, ocorreu a correlação dos resultados obtidos com bioindicadores ambiental, realizando o comparativo entre as duas áreas (antropizada e não antropizada), a fim de averiguar os impactos ocasionados no ambiente estudado, podendo assim, mensurar a qualidade ambiental edáfica existente na localidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Constituição da comunidade

Foram coletados nas duas áreas (antropizada e preservada) o quantitativo de 13.216 espécimes, estando distribuídos em três classes e 11 ordens sendo essas: Hymenoptera, Coleoptera, Araneae, Orthoptera, Diptera, Blattodea, Hemiptera, Scorpiones, Scolopendromorpha, Opiliones e Phasmatodea (Gráfico 1). As ordens Hymenoptera e Coleoptera se destacaram mais, apresentando 12.398 indivíduos, enquanto isso, Odonata obteve menor ocorrência, no entanto, espécimes desta ordem obtiveram destaque na pesquisa de Silva *et al.*, (2021).

Gráfico 1. Quantitativo de espécimes pertencente a macrofauna representado por ordens, coletados no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.



As ordens que se destacaram com os maiores números de indivíduos na presente pesquisa foram observadas em destaque em um outro estudo realizado por Jales Martins *et al.* (2023) no período chuvoso, o qual foi utilizado um perímetro litorâneo. Neste referido estudo, a ordem Hymenoptera apresentou porcentual de 45,8% de indivíduos e, foi considerada superdominante, superabundante, superfrequente e constante, seguida da ordem Coleoptera que foi considerada superabundante, superfrequente e constante (Jales Martins *et al.*, 2023).

### 5.2 Áreas de estudo

Com relação às áreas amostradas, a conservada destacou-se apresentado uma

abundância de 8.971 indivíduos o que equivale a 68% do total, enquanto isso o perímetro antropizado apresentou 4.245 espécimes. Essa discrepância dentre as duas áreas está relacionada com as características do habitat como o tipo da vegetação e solo que podem influenciar diretamente na riqueza de espécimes, pois a complexidade da vegetação permite maior nidificação e maior disponibilidade de alimentos (Souza; Cardoso, 2022).

Conforme Guedes *et al.* (2020) outros fatores que podem influenciar na abundância de insetos e outros artrópodes são as mudanças macro e microclimáticas e variação na disponibilidade de recursos alimentares, causando alterações ao longo do tempo. De modo complementar Chavez *et al.* (2020) salientam que outros fatores que determina a variação da macrofauna de origem edáfica pode ser o teor de nutrientes e matéria orgânica, pH, textura, estrutura, temperatura e umidade edáfica.

### 5.2.1 Área preservada

Nesta área observou-se que não há atividade humana, apenas animais domesticados transitam em busca de alimentos. Assim, após a análise constatou-se que, os coletados distribuíram-se em nove ordens e 36 famílias, com destaque para a ordem Hymenoptera com 90,45% dos espécimes e a família Formicidae com 8.087 indivíduos (Tabela 4). Esse domínio de Formicidae não está estritamente ligado à região a qual foi desenvolvida a pesquisa, tendo em vista que, a família em destaque foi observada nos estudos de Bianchi *et al.* (2017), onde salientam que a família mencionada chegou a representar 82% do número de indivíduos da fauna do solo.

Tabela 4. Indivíduos representados por ordens, famílias, número de indivíduos e frequência relativa, coletados em área preservada no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.

ORDENS	FAMÍLIAS	Nº INDIVÍDUO	FR (%)
Araneae	Corinnidae	4	0,55
	Ctenidae	10	
	Lycosidae	12	
	Philodromidae	1	
	Pholcidae	1	
	Salticidae	5	
	Sicariidae	3	
	Thomisidae	1	
	Trochanteridae	1	
	Zodariidae	11	
Blattodea	Blattidae	91	1,01

Continua...

...Continuação

<b>ORDENS</b>	<b>FAMÍLIAS</b>	<b>Nº INDIVÍDUO</b>	<b>FR (%)</b>
Coleoptera	Carabidae	1	4,66
	Cerambycidae	1	
	Coccinellidae	75	
	Curculionidae	16	
	Elateridae	42	
	Scarabaeidae	91	
	Tenebrionidae	192	
Diptera	Muscidae	108	1,20
Hemiptera	Aphidae	7	0,12
	Pentatomidae	2	
	Reduviidae	2	
Hymenoptera	Apidae	11	90,45
	Formicidae	8.087	
	Pompilidae	1	
	Vespidae	15	
Orthoptera	Acridiidae	6	1,55
	Gryllidae	78	
	Gryllotalpidae	51	
	Proscopidae	2	
	Tettigoniidae	2	
Scolopendromorpha	Pselliodidae	2	0,08
	Scolopendridae	3	
	Spirostreptidae	2	
Scorpiones	Bothriuridae	3	0,38
	Buthidae	31	
<b>Total</b>		<b>8.971</b>	

### 5.2.2 Área antropizada

O perímetro apresenta um fluxo de pessoas, animais e veículos, assim como, constatarem-se áreas sem cobertura vegetal, fato decorrente de supressão da vegetação que foi realizado com uso de máquinas, no processo de construção do reservatório. Com isso foram coletados 4.245 indivíduos e estes se apresentaram em 11 ordens e 33 famílias, com destaque para a ordem Hymenoptera que apresentou 83,23% dos espécimes e a família Formicidae 3.441 dos indivíduos, denotando a interferência antrópica na dinâmica faunística (Tabela 5). Conforme Costa e Costa (2020) os insetos são bons bioindicadores ambientais de áreas com perturbações antrópicas. A presença de baixa diversidade de insetos configura-se supostamente, um indício de um ambiente natural degradado ou pouco conservado (Santos, 2022).

Tabela 5. Indivíduos coletados em área antropizada representados por ordens, famílias, número de indivíduos e frequência relativa, Salgueiro-PE, 2023.

ORDENS	FAMÍLIAS	Nº INDIVÍDUO	FR (%)
Araneae	Corinnidae	2	0,33
	Lycosidae	2	
	Miturgidae	1	
	Pholcidae	6	
	Salticidae	1	
	Zodariidae	2	
Blattodea	Blattidae	33	0,78
Coleoptera	Carabidae	3	7,84
	Cerambycidae	2	
	Chrysomelidae	1	
	Coccinellidae	8	
	Curculionidae	7	
	Elateridae	29	
	Meloidae	2	
	Scarabaeidae	88	
	Tenebrionidae	193	
	Diptera	Culicidae	
Muscidae		74	
Hemiptera	Belostomatidae	1	0,09
	Dactylopiidae	2	
	Pentatomidae	1	
Hymenoptera	Apidae	92	83,23
	Formicidae	3.441	
Opiliones	Cosmetidae	6	0,14
Orthoptera	Acridiidae	11	4,33
	Gryllidae	40	
	Gryllotalpidae	130	
	Proscopidae	2	
	Tettigoniidae	1	
Phasmatodea	Phasmatidae	4	0,09
Scolopendromorpha	Scolopendridae	1	0,02
Scorpiones	Bothiuridae	3	0,52
	Buthidae	19	
<b>Total</b>		<b>4.245</b>	

### 5.3 Macrofaunas indicadora da qualidade ambiental do solo e da serrapilheira

Para analisar e correlacionar a macrofauna como indicadora da qualidade ambiental foram utilizados os espécimes que foram identificadas em nível de família e que obtiveram maior quantitativo de indivíduos coletados. Conforme Preste e Vincenci (2019) e Ferreira *et al.*, (2007), grupos de insetos bioindicadores devem apresentar cinco características básicas que são: viabilidade, custo efetivo para amostragem, fácil e confiável identificação, funcionalidade e responder aos distúrbios de maneira consistente. Nesse sentido, para que estudos e análises ambientais de áreas possam ser realizados, faz-se necessário o conhecimento da distribuição geográfica e da diversidade dos organismos.

Dessa forma, destacaram-se 13.064 espécimes distribuídos em uma classe, cinco ordens e 21 famílias (Tabela 6). Conforme os autores abaixo citados, possuem capacidade de percepção a alterações ambientais, Coleoptera (Gerlach *et al.*, 2013), Blattodea e Orthoptera (Santos *et al.*, 2021), Diptera (Arimoro *et al.*, 2018) e Hymenoptera (Argañska *et al.*, 2016).

Tabela 6. Indivíduos utilizados como indicadores da qualidade ambiental representados por ordens, famílias e número de indivíduos, Salgueiro-PE, 2023.

<b>ORDENS</b>	<b>FAMÍLIAS</b>	<b>Nº INDIVÍDUOS</b>	
Blattodea	Blattidae	124	
	Carabidae	04	
Coleoptera	Cerambycidae	03	
	Chrysomelidae	01	
	Coccinellidae	83	
	Curculionidae	23	
	Elateridae	71	
	Meloidae	02	
	Scarabaeidae	179	
	Tenebrionidae	385	
	Diptera	Culicidae	37
		Muscidae	182
Hymenoptera	Apidae	103	
	Formicidae	11.528	
	Pompilidae	01	
	Vespidae	15	
Orthoptera	Acridiidae	17	
	Gryllidae	118	
	Gryllotalpidae	181	
	Proscopidae	04	
	Tettigoniidae	03	
<b>Total</b>		<b>13.064</b>	

De acordo com a tabela acima, destacou-se a classe Insecta e a utilização de diversas espécimes desta classe para a análise de estresse ambiental, cada dia se torna mais frequente, esse fato tem ocorrência devido os insetos apresentarem flutuação na abundância de indivíduos, após serem submetidos a alterações ambientais. Outro fator relevante é que esses organismos apresentam facilidades de amostragem (Santos *et al.*, 2021).

Santos (2022) enfatiza em seu estudo que é possível encontrar diversas pesquisas abordando acerca da utilização de organismos vivos, também chamados como bioindicadores, que são capazes de indicar a qualidade ou a condição ambiental do local no qual estão inseridos. Assim, a fauna de artrópodes é muito diversa e abundante em todos os ambientes, despertando a atenção dos pesquisadores (Costa; Costa, 2020).

### 5.3.1 Coleoptera

Os coleópteros constituem um grupo de insetos abundante e diversos, habitam os mais diversos ambientes e com isso são considerados bioindicadores ambientais chaves, devido a sensibilidade perceptiva à desordem ecológica (Rossi *et al.*, 2018).

Dos 751 indivíduos coletados, distribuíram-se em nove famílias. Esses dados representam a qualidade ambiental da área explorada de forma positiva, uma vez que, os coleópteros figuram-se como indicadores ecológicos capazes de demonstrar efeitos das mudanças ambientais, como alterações de habitats, fragmentação, mudanças climáticas e poluição, tornando explícito os fatores que geram impactos na biota (Pinheiro, *et al.*, 2021)

Vale salientar que a ordem supracitada teve destaque para as famílias de Scarabaeidae e Tenebrionidae com 564 espécimes. Conforme Santos *et al.*, (2019) os scarabaeídeos são habilidosos removedores de excrementos, principalmente em ambientes pastoris, contribuindo para o controle biológico de moscas hematófagas, pois as larvas dos besouros são maiores do que as das moscas, competindo pelo alimento larval e ciclagem de matéria orgânica, tornando os nutrientes mais disponíveis no solo. Para Santos (2022), estes besouros de hábito alimentar coprófago desempenham um importante papel nos ambientes naturais, uma vez que estão envolvidos na ciclagem da matéria, devolvendo ao solo os nutrientes necessários ao desenvolvimento da flora, principalmente, para culturas agrícolas.

O estudo utilizando-se da macrofauna para analisar qualidades de ambientes têm se tornado frequente, haja vista que a diversidade e abundância dos insetos podem prover uma rica base de informações sobre o grau de integridade dos ambientes e o fator preponderante para isso é que constituem o grupo animal que apresenta a maior diversidade de espécies (Martins *et al.*, 2020).

### 5.3.2 Blattodea

Esta ordem apresentou 124 indivíduos, concentrando-se apenas na família Blattidae representando 0,85% do total de espécimes coletadas. Para Martins *et al.* (2020) a importância destes insetos está relacionada a aceleração da decomposição de matéria orgânica no solo, uma vez que apresenta potencial de digestão de celulose e restos orgânicos devido a presença de bactérias em seu intestino médio.

Estes insetos também são considerados importantes na decomposição de árvores mortas caídas na mata (Azevedo *et al.*, 2011) e a presença delas indica uma boa manutenção de nutrientes no solo, decomposição e reciclagem de matéria vegetal morta e oferta de alimento



(Jales Martins *et al.*, 2023). Vale ressaltar que os padrões de abundância biológica podem estar relacionados a fatores ecológicos como baixo índice pluviométrico e altos índices de temperaturas que consequentemente influencia no desenvolvimento de algumas plantas utilizadas como alimento para a classe Insecta, favorecendo para haver uma diminuição do seu número em períodos de estiagem (Santos, 2022).

### 5.3.3 Orthoptera

Distribuem-se em cerca de 29.000 espécimes descritas e estas são conhecidas popularmente como gafanhotos, grilos, esperanças e paquinhas (Nunes-Gutjahr; Braga, 2012; Cigliano *et al.*, 2022).

Após análise, a ordem Orthoptera teve 323 espécimes, distribuíram-se em cinco famílias, com destaque para Gryllidae e Gryllotalpidae concentrando-se em 299 dos indivíduos coletados. A família Gryllotalpidae conhecida como paquinhas ou cachorros d'água provoca distúrbios nas áreas que habitam, isso em decorrência das escavações que fazem atrás das raízes das plantas por apresentarem o primeiro par de pernas escavadoras, importunam a superfície do solo, ocasionando danos ao consumirem as mudas por apresentarem aparelho bucal mastigador (Jales Martins *et al.*, 2023).

No entanto, os Orthopteras são considerados desfolhadores naturais, contribuindo diretamente para o incremento de matéria orgânica no solo. Ademais, as espécies predadoras dessa ordem são inimigas naturais de outros insetos, contribuindo para o equilíbrio e o controle natural de populações de insetos (Avelar *et al.*, 2023).

### 5.3.4 Diptera

É representada pelas moscas e mosquitos e compreendem aproximadamente 160.000 espécies distribuídas em 180 famílias. Os indivíduos dessa ordem são frequentemente utilizados pela área da saúde e é válido mencionar que muitos dípteros desempenham importante papel ecológico especialmente como inimigos naturais (Formiga *et al.*, 2020).

Foram coletados 219 indivíduos, com destaque para a família Muscidae, que contou com 182 espécimes. Esses insetos possuem função biológica na decomposição da matéria orgânica, sendo frequente encontrada em vegetação úmida ou frutíferas, porque atuam sobre frutos fermentados e sobre carcaças de animais silvestres (Azevedo *et al.*, 2011). Os muscídeos são um grupo grande com 620 espécies e seus membros estão em quase todos os lugares e muitos são pragas importantes de culturas agrícolas (Azevedo *et al.*, 2015).

Outra família da ordem Diptera incisiva foi Culicidae, conforme Cardoso *et al.*, (2010), estes insetos são vetores que atraem a atenção de estudiosos em saúde pública, tendo em vista que se trata de espécies envolvidas na transmissão de diversos agentes infecciosos. A família supracitada foi coletada exclusivamente no perímetro antropizado, assim, o comportamento humano influencia no aparecimento, uma vez que a modificação dos ambientes está entre os principais fatores determinantes para emergência de arbovírus (Figueiredo, 2010).

### 5.3.5 Hymenoptera

No que concerne essa ordem, a ocorrência foi de 11.647 indivíduos, com destaque para a família Formicidae, apresentando-se com 11.528 espécimes do total coletado, sobrepondo a todos os indivíduos. As formigas são insetos que desempenham um papel ecológico de fundamental importância no ecossistema (Souza; Cardoso, 2022). Os estudos de Martins *et al.*, (2020) corroboraram com esses dados, onde essa ordem obteve a maior diversidade.

Para Vila-Verde, *et al.* (2021) a família Formicidae, figura como importante no âmbito de qualidade ambiental, uma vez que as formigas são um grupo de elevado interesse entre as espécies invasoras devido aos seus impactos negativos sobre as espécies nativas. Ainda, conforme os autores, estudos desses organismos associados com os efeitos das mudanças climáticas, tornam possível criar medidas de conservação e manejo para que os danos causados pelo crescimento acelerado e invasão aos diferentes habitats sejam mitigados.

Azevedo *et al.* (2011) ressaltam em sua pesquisa que, as formigas são fundamentais em estudo de impacto ambiental, tendo em vista que estas mantêm e restauram a qualidade do solo e operam na redistribuição das partículas dos nutrientes e da matéria orgânica, além de facilitar a infiltração de água no solo pelo aumento da porosidade e a aeração.

### 5.3.6 Índices faunísticos da Macrofauna indicadora da qualidade ambiental do solo e serrapilheira

Para fins de análise, foram levantadas 21 famílias, pois elas possuíam relação direta com o solo e a serrapilheira (Tabela 7). O quantitativo pode estar atrelado às condições ambientais diferentes das matas ciliares e da Caatinga, com isso, pressupõem-se que o número de indivíduos coletados sejam diferente, uma vez que, há famílias que flutuam conforme as condições ambientais, principalmente aquelas relacionadas com a temperatura e a umidade relativa do ar (Bezerra; Andrade, 2022).

Tabela 7. Classificação conforme análise faunística das famílias da macrofauna indicadora da qualidade ambiental do solo e serrapilheira, capturadas no período seco e chuvoso e área preservada e antropizada no ecossistema do reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, de agosto de 2022 a junho de 2023.

FAMÍLIAS	Período Seco				Período Chuvoso				Área Preservada				Área Antropizada			
	FR (%)	D	A	C	FR (%)	D	A	C	FR (%)	D	A	C	FR (%)	D	A	C
Blattidae	0,97	re	p.a	cte	0,84	re	p.a	cte	1,03	re	p.a	cte	0,79	re	p.a	cte
Carabidae	0,0	r	ra	aci	0,18	r	ra	aci	0,01	r	ra	aci	0,07	r	ra	aci
Cerambycidae	0,03	r	ra	ace	0,00	r	ra	aci	0,01	r	ra	aci	0,05	r	ra	aci
Chrysomelidae	0,01	r	ra	aci	0,00	r	ra	aci	0,00	r	ra	aci	0,02	r	ra	aci
Coccinellidae	0,77	re	p.a	ace	0,00	r	ra	aci	0,85	re	p.a	aci	0,19	r	ra	aci
Curculionidae	0,21	r	ra	ace	0,00	r	ra	aci	0,18	re	ra	ace	0,17	r	ra	ace
Elateridae	0,66	re	p.a	aci	0,00	r	ra	aci	0,47	re	ra	aci	0,69	re	p.a	aci
Meloidae	0,02	r	ra	ace	0,00	r	ra	aci	0,00	r	ra	ace	0,05	r	ra	aci
Scarabaeidae	1,08	re	p.a	cte	2,73	su	p.a	cte	1,03	re	p.a	cte	2,10	su	p.a	cte
Tenebrionidae	1,71	re	p.a	cte	8,81	su	ab	cte	2,17	su	p.a	cte	4,60	su	ab	cte
Culicidae	0,34	r	ra	aci	0,00	r	ra	aci	0,00	r	ra	aci	0,88	re	p.a	aci
Muscidae	1,68	re	p.a	cte	0,04	r	ra	aci	1,22	re	pa	ace	1,76	re	p.a	ace
Apidae	0,95	re	p.a	cte	0,00	r	ra	aci	0,08	r	ra	ace	2,19	su	p.a	ace
Formicidae	88,6	eu	m.a	cte	86,2	eu	m.a	cte	91,2	eu	m.a	cte	82,0	eu	m.a	cte
Pompilidae	0,01	r	ra	aci	0,00	r	ra	aci	0,01	r	ra	aci	0,00	r	ra	aci
Vespidae	0,13	r	ra	cte	0,04	r	ra	aci	0,17	r	ra	ace	0,00	r	ra	aci
Acridiidae	0,14	r	ra	ace	0,09	r	ra	ace	0,07	r	ra	ace	0,26	r	ra	aci
Gryllidae	0,98	re	p.a	cte	0,53	re	p.a	cte	0,88	re	p.a	cte	0,95	re	p.a	cte
Gryllotalpidae	1,58	re	p.a	cte	0,44	re	ra	cte	0,58	re	ra	cte	3,10	su	ab	cte
Proscopidae	0,04	r	ra	cte	0,00	r	ra	aci	0,02	r	ra	aci	0,05	r	ra	aci
Tettigoniidae	0,02	r	ra	aci	0,04	r	ra	aci	0,02	r	ra	aci	0,02	r	ra	aci

**Legenda:** FR = Frequência Relativa; D = Dominância; A = Abundância; C = Constância. Dominância: eu = eudominante; d = dominante; su = subdominante; re = recessiva; r = rara; Abundância: m.a = muito abundante; ab = abundante; p.a = pouco abundante; r = raros; Constância: cte = constante; ace = acessório; aci = accidental.

A família Formicidae despontou com os maiores índices em todos os cenários analisados, sendo considerada mais frequente (FR), eudominante (eu), muito abundante (m.a) e constante (cte). Isso deve-se ao fato de que as formigas possuem hábitos alimentares diversos, podendo ser carnívoras, alimentando-se de carne de outros animais vivos ou mortos, fitófagas, outras se alimentam de fungos e muitas se alimentam de seiva, néctar e mela exsudada de outros insetos como pulgões e cochonilhas, além disso, a família supracitada possui preferência por ambientes áridos (Triplehorn; Johnson, 2011).

No entanto, Vila-Verde *et al.*, (2021), faz uma ressalva acerca desses indivíduos, citando, que as formigas são um grupo de elevado interesse a ser observadas, pois, figuram entre as espécies invasoras devido aos seus impactos negativos sobre as espécies nativas. Nesse contexto, estudar esses indivíduos pelo seu crescimento acelerado e invasão aos diferentes habitats, em consonância com os efeitos decorrentes das mudanças climáticas permitem elencar medidas de conservação e manejo, uma vez que, várias formigas invasoras beneficiar-se-ão de altas temperaturas (Bertelsmeier *et al.* 2016).

Já a família Tenebrionidae, destacou-se da maioria, uma vez que a mesma apresentou a segunda maior frequência relativa (FR) dentre os cenários, sendo (8,81%) no período chuvoso. Ademais, despontou como constantes (cte) em todas as análises, figurou-se como subdominante (su), nas áreas preservada e antropizada e período chuvoso, sendo abundante (ab) nos dois últimos cenários citados. Esses dados podem estar atrelado ao hábito dessa família, uma vez que os indivíduos concentram suas funções no tipo saprófagas, alimentando-se de matéria orgânica em decomposição, sendo importantes no ciclo biológico dos ecossistemas (Battirola *et al.*, 2016).

Para Jerónimo (2022), a família Tenebrionidae é um dos grupos mais importantes nos ecossistemas de temperaturas elevadas e plantas caducifolia, maioritariamente detritícos e saprófagos, sendo elementos bem visíveis de ecossistemas terrestres áridos ou semiárido, condições estas encontradas no perímetro do reservatório Negreiros no semiárido pernambucano.

Outra família pertencente à mesma ordem, os Scarabaeidae, apresentou-se como pouco abundante (p.a), no entanto, foi constante (cte) nas análises e subdominante (su) no período chuvoso e área antropizada. Foltz (2022) enfatiza que os nichos de atuação de Scarabaeidae são variados, sendo reconhecido pelos hábitos de realocação de esterco, com alimentação direcionada a materiais vegetais e cárneos em decomposição e fungos. Isso explica a sua frequência devido a presença de animais nesta área e subdominante devido as chuvas e umidade fornecida pelo reservatório hídrico.

Conforme Silva e Silva (2011), muitos indivíduos que compõem a ordem Coleoptera são utilizados como bioindicadores devido apresentarem grande diversidade de hábitos alimentares, só não ocorrendo a hematofagia. O autor infere que a família Scarabaeidae, figuram como uma das principais bioindicadora dentro da ordem, uma vez que fornecem um parâmetro vantajoso em ecossistemas tropicais de florestas e nos ecossistemas derivados destas.

Enquanto isso, a família Gryllotalpidae, apresentou-se como abundante (ab) na área antropizada devido a ação humana e constante (cte) em todas as análises. Godê *et al.*, (2015) salientam, que esses insetos pertencentes a essa família, passam a maior parte da vida em túneis superficiais, em solos arenosos e úmidos, alimentam-se de material orgânico, raízes e pequenos animais que encontram durante a escavação dos túneis, tornando o solo mais poroso e realizando controle biológico. No entanto, podem demonstrar possíveis impactos do solo, devido seus hábitos de sobrevivência (De Oliveira *et al.*, 2013).

Já a família Gryllidae, foi incidente no estudo, sendo constante (cte) em todos os

cenários e isto decorre devido ao tipo de vegetação existente na área, atestando que, existe propensão de condições ideais para estes espécimes, devido à maior concentração de serrapilheira e de matéria orgânica sob as árvores (Azevedo *et al.*, 2016). Dessa forma, Os Gryllidae, popularmente conhecidos como grilos apresentam potencial como bioindicadores, haja vista que participam da restauração ecológica, por estarem mais associados a ambientes florestais (Anso *et al.*, 2022).

A família Blattidae, apresentou-se como pouco abundante (p.a), contudo, despontou de forma constante (cte), em todos os processos analisados nas amostragens, pois estes indivíduos também conhecidas como baratas de madeira são consideradas relevantes, tendo como função ecológica a decomposição de árvores mortas caídas na vegetação (Barbosa, Franco-Assis, 2018). Assim, indicam que o perímetro possui uma adequada ciclagem de nutrientes no solo, através da decomposição de matéria orgânica morta (Jales Martins *et al.*, 2023).

## **5.4 Distribuições climáticas**

### **5.4.1 Relação clima e espécimes**

Com relação à distribuição da macrofauna de solo e da serrapilheira nos períodos seco e chuvoso, foi observado a predominância de indivíduos no período seco, apresentando-se com 10.903 espécimes, distribuídas em 11 ordens, enquanto, que no período chuvoso obteve a ocorrência de 2.313, com distribuição em oito ordens (Tabela 8). Dados similares foram observados no estudo realizado por Guedes (2020), onde ele utilizou uma área semiárida do estado da Paraíba, pesquisando em dois períodos (seco e chuvoso), assim, foi coletado o maior percentual do número estimado de espécies durante o período seco na mata ciliar representando 72,6%.

Tabela 8. Distribuição de espécimes nos períodos seco e chuvoso no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.

<b>ORDEM</b>	<b>N. T. I.</b>	<b>A. P. C.</b>	<b>A. P. S.</b>
Araneae	63	-	63
Blattodea	124	19	105
Coleoptera	751	266	485
Diptera	219	1	218
Hemiptera	15	-	15
Hymenoptera	11.647	1.960	9.687
Opiliones	6	4	2
Orthoptera	323	26	297
Phasmathodea	4	3	1
Scolopendromorpha	8	-	8
Scorpiones	56	34	22
<b>TOTAL</b>	<b>13.216</b>	<b>2.313</b>	<b>10.903</b>

**Legenda:** N. T. I Número Total de Indivíduo, A. P. C Área/Período Chuvoso, A. P. S Área/Período Seco.

Fonte: Dados da pesquisa, (2023).

Os resultados podem ter como justificativa que, em virtude das condições climáticas, que possuem forte influência sobre a dinâmica comportamental dos insetos, a temperatura, umidade relativa do ar e índices pluviométricos podem influenciar de forma positiva ou negativa na atividade forrageadora de algumas espécies (Silva *et al.*, 2021).

Ademais, Costa e Costa (2020) afirmam que a sazonalidade de alguns insetos na Caatinga parece estar relacionada ao ciclo de vida sazonal das plantas, indicando que as áreas preservadas mantem grande riqueza durante o período seco. Os pesquisadores supracitados enfatizam em seus estudos que a diversidade faunística de insetos na Caatinga indica que as taxas atingem indicadores mais elevados de diversidade em ambientes com estrutura de vegetação mais complexa.

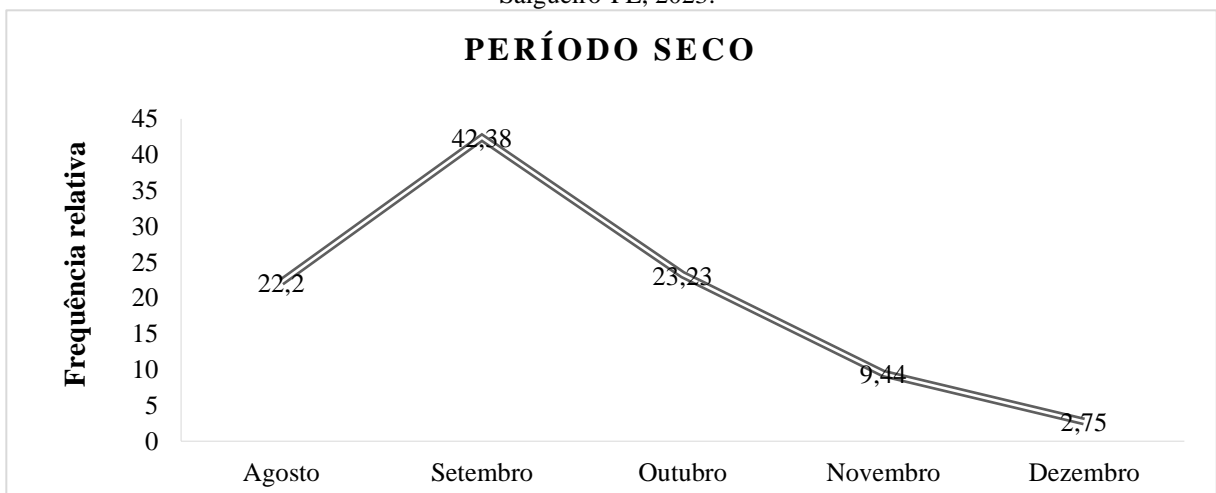
A oscilação quanto às espécies a depender do período do ano pode ser atestada por Silva e Neves (2014) que argumentam que para atravessar o período adverso os insetos apresentam duas estratégias: uma sendo migrar no espaço, deslocando-se para áreas que apresentem recursos necessários à sobrevivência, nesse sentido vegetações ciliares a reservatórios ou ambientes de plantas verdes ou migrar no tempo, por meio de processos de dormência (diapausa ou quiescência).

Prado (2003) acrescenta em sua pesquisa que o efeito da manutenção da umidade do solo na mata ciliar e a vegetação sempre verde durante todo o ano propicia no interstício do período seco um ambiente com condições mais favoráveis em comparação à área de vegetação xerófila predominante, funcionando como refúgio para a manutenção de populações de espécies com indivíduos adultos ativos durante esse período desfavorável.

### 5.4.2 Período seco

No período seco foi coletado o quantitativo de 10.903 indivíduos, com incidência maior no mês de setembro que obteve 4.621, equivalente ao percentual de 42,38% da macrofauna, seguido dos meses de agosto que despontou com 2.420 e outubro com 2.533, ambos consistindo em aproximadamente 23%. Com isso, constata-se que esse período trimestral, destacou-se dos demais (Gráfico 2). Como se trata de uma época de pouco índice pluviométrico pressupõem que esse alto número de espécimes decorre da proximidade de açudes, uma vez que esses são ambientes que podem atuar como refúgios para insetos durante períodos secos do ano em regiões tropicais secas, não sendo necessário atravessar o período seco como inativo (Guedes, *et al.*, 2020).

Gráfico 2. Frequência relativa (%) da incidência de insetos no período seco presente no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.



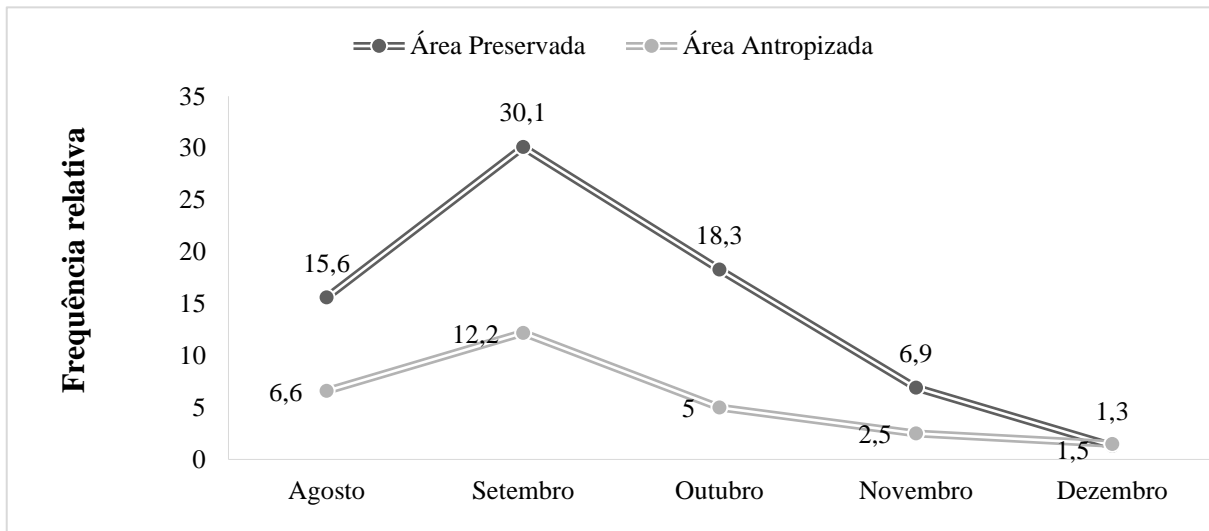
Um fator a ser observado é que a pesquisa ocorreu em uma vegetação ciliar de um reservatório hídrico, com isso, no período seco há maior concentração de recursos viáveis para ocorrência de vida, permitindo ser um refúgio para a manutenção de populações de espécies com indivíduos adultos ativos durante esse período desfavorável (Guedes; *et al.*, 2020).

Outro ponto que pode ter influenciado na maior concentração de espécimes no mês de setembro é que o referido mês incide no período massivo de serrapilheira que ocorre na transição do fim do período chuvoso e início do período seco (Lopes *et al.*, 2009). Assim, torna-se um momento propício para a fauna de superfície, uma vez que estas habitam o horizonte O, residindo sob resíduos orgânicos (Dionísio *et al.*, 2016).

Ao comparar a incidência de espécimes de acordo com o perímetro, percebeu-se que o acréscimo e decréscimo foram simultâneos, tendo o mês de setembro com o maior índice com 3.287, equivalente a 30,1% para a área preservada e 1.334, representando 12,2% para a área

antropizada (Gráfico 3).

Gráfico 3. Frequência relativa (%) de insetos coletados ao mês na área preservada e antropizada no período seca no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023o



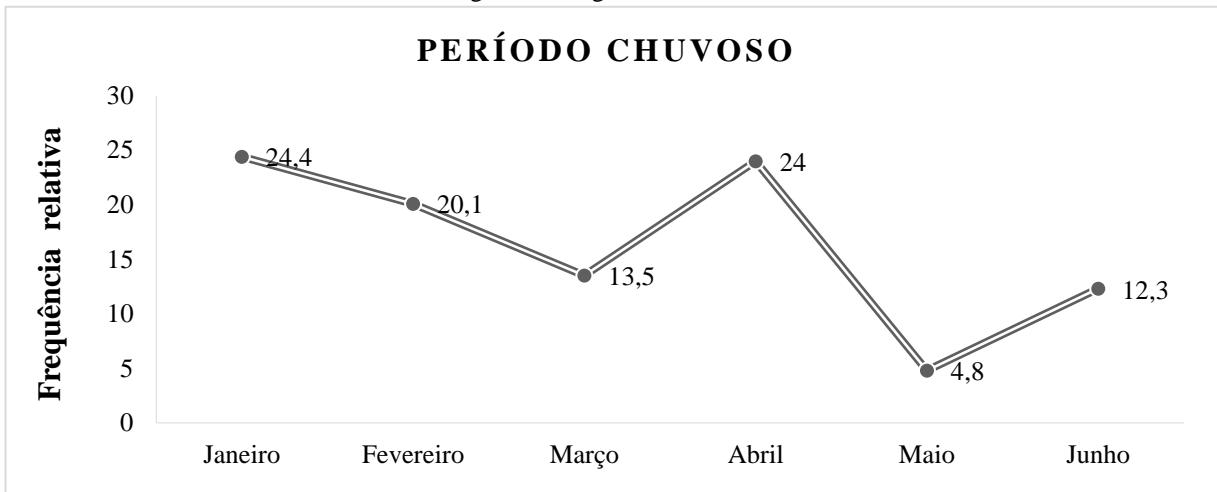
Um fato a ser ressaltado é que se trata de áreas de mata ciliar que circundam um reservatório hídrico, dessa forma, há uma alta produção de serrapilheira, conseqüentemente ocorre maior movimentação de nutrientes, o que provoca um aumento na fertilidade do solo, tornando-se local de abrigo para diversos animais, sendo um ambiente propício para se desenvolverem e reproduzirem-se (Chabaribery *et al.*, 2008).

#### 5.4.3 Período chuvoso

De acordo com a análise foi constatado decréscimo na ocorrência de insetos no período chuvoso, figurando-se com 2.319 indivíduos, o equivalente a 18,3% dos espécimes coletados na pesquisa. Em janeiro notificou-se 588 indivíduos, representando 24,4% dos indivíduos de toda o período, tornando-se o mês com maior frequência, enquanto isso maio e junho tiveram menor índice (gráfico 4). As informações supracitadas não corroboram com a pesquisa de Costa e Costa (2020) onde em seu estudo apontou a ocorrência de aumento na abundância e riqueza dos táxons da fauna do solo, principalmente no período chuvoso em áreas de Caatingas antropizadas.

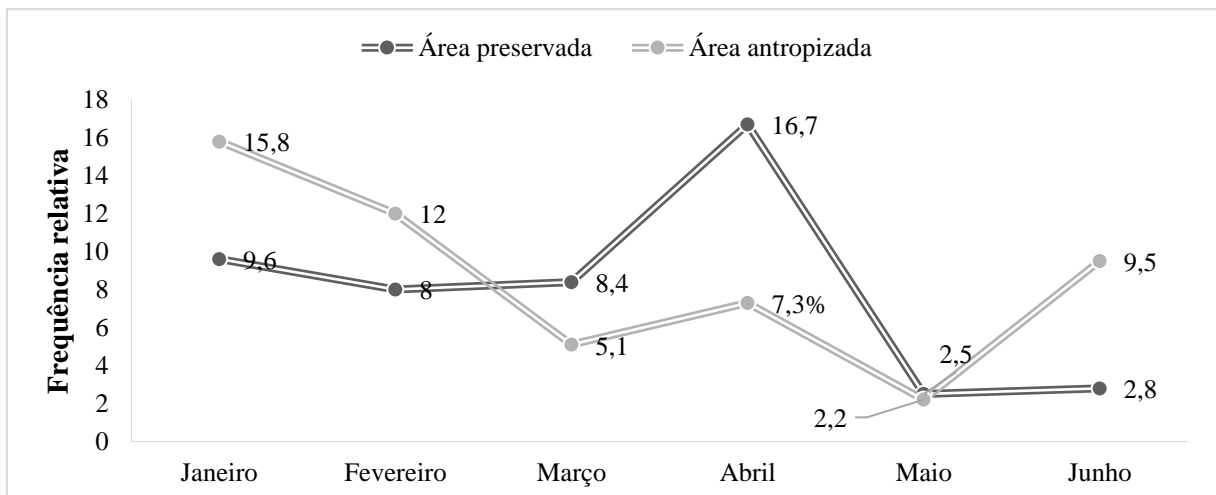


Gráfico 4. Frequência relativa (%) da incidência de insetos no período chuvoso presente no reservatório Negreiros, Salgueiro - PE, 2023.



Ao realizar o comparativo da área preservada com a área antropizada, observou-se que no mês de abril ocorreu o maior índice na área preservada, com 388 espécimes, sendo assim 16,7% dos indivíduos coletados (Gráfico 5). O acréscimo pode estar relacionado com os índices pluviométricos apresentados pela APAC (2023), que indica o mês de março com maior pluviosidade do semestre, com isso fornece as condições necessárias para a expansão da macrofauna, seja por condições alimentícias ou reprodutivas.

Gráfico 5. Frequência relativa (%) de insetos coletados ao mês na área preservada e antropizada no período chuvoso no reservatório Negreiros, Salgueiro - PE, 2023.



Outros fatores são preponderantes para alterações, assim, conforme Zanchi *et al.* (2009) e Souza *et al.* (2022) em áreas vegetais onde a cobertura de dossel é mais densa, constata-se menos intensidade luminosa incidindo sobre o local, essa observação condiz com o período de

amostragem (chuvoso). Os autores complementam inferindo que em matas ciliares, as temperaturas tendem a ser menor e a umidade relativa do ar mais alta, proporcionando um microclima ameno.

## 5.5 Índices faunísticos

### 5.5.1 Índice de comunidade geral

Com relação ao índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), a comunidade apresentou (6,27), acentuando a diversidade de espécimes que não tem um valor máximo e sua interpretação é comparativa com valores maiores indicando maior diversidade (Silva *et al.*, 2022). Já para o índice de Pielou ( $J'$ ) foi de 0,83 e o índice de Simpson figurou-se com 0,99. Estes asseguram a uniformidade e diversidade de espécimes, tendo em vista que o índice de Simpson é expresso como o valor inverso ( $1 - D$ ) para que os maiores valores representem maior diversidade (Silva *et al.*, 2022).

Melo (2008) assegura que saber os índices de espécimes de uma área é fundamental para a compreensão da natureza, possibilitando a otimização e gerenciamento da área em relação a atividades de exploração de baixo impacto, conservação de recursos naturais e/ou recuperação de ecossistemas degradados.

### 5.5.2 Índices de Áreas Preservada/Antropizada

Os índices faunísticos de ambas as áreas se apresentaram com similaridade, comprovando que as áreas dos dois perímetros compactuam com qualidades ambientais análogas (Tabela 9).

Tabela 9. Índices de diversidade de Shannon-Wiener, Equitabilidade de Pielou e Dominância de Simpson em duas áreas preservada e antropizada localizada no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.

Áreas	Índices		
	Shannon-Wiener ( $H'$ )	Pielou ( $J'$ )	Simpson ( $DS$ )
Área Preservada	5,49	0,79	0,98
Área Antropizada	5,93	0,88	0,99

Embora os índices tenham mostrado similaridade entre as áreas, a diversidade de Shannon-Wiener obteve maior destaque com 5,93 no perímetro antropizado, dessa forma, a área mencionada apresenta maior diversidade. No índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) que retrata a uniformidade, a área antropizada despontou com 0,88, comprovando que há maior

diversidade na referida área. E quanto aos índices de dominância de Simpson (DS), o perímetro antropizado apresentou-se com o valor de 0,99. Portanto, conclui-se que a área possui maior diversidade e menor dominância.

Os padrões observados na área preservada mostram alto índice de diversidade e os dados estão de acordo com a pesquisa de Martins *et al.* (2021), onde argumentam que geralmente áreas conservadas, estáveis ou com alto grau de recuperação, apresentam valores altos de diversidade (Shannon) e equabilidade (Pielou) dos invertebrados edáficos devido à melhor estabilidade do sistema.

### 5.5.3 Índices de Período Seco/Chuvoso

No que concerne às alterações conforme os períodos, o período chuvoso despontou no índice de Pielou (J'), mostrando-se maior equitabilidade (homogênea em abundância) (Tabela 10). Esse destaque relacionado ao período mencionada pode ser devido aos índices pluviométricos que influenciam no desenvolvimento de algumas plantas as quais são utilizadas como fonte alimentícia para a classe Insecta, contribuindo assim para o aumento do seu número em períodos chuvosos (Silva *et al.*, 2020).

Tabela 10. Índices de diversidade de Shannon-Wiener, Equitabilidade de Pielou e Dominância de Simpson em dois períodos seco e chuvoso, localizada no reservatório Negreiros, Salgueiro-PE, 2023.

Período	Índice		
	Shannon-Wiener (H')	Pielou (J')	Simpson (DS)
Período Seco	5,79	0,80	0,991
Período Chuvoso	5,78	0,92	0,996

Conforme a tabela acima, os índices apresentaram-se com proximidade dentre os dois períodos. O período seco pontuou maior índice de diversidade de Shannon-Wiener, com o valor de 5,79, configurando-se como período com maior diversidade. Ao constatar a época seca com maior diversidade da fauna do solo pode estar relacionada aos ambientes em processo de sucessão vegetal, ou seja, à floresta secundária que possui leguminosas fixadoras de nitrogênio (Bianchi *et al.*, 2017).

Com relação ao índice de equitabilidade de Pielou (J'), onde este expõe a uniformidade, o período chuvoso apresentou o valor de 0,92, configurando-se como o período com mais uniformidade entre os espécimes. Após realização do teste de significância através do (teste f e teste t), constatou-se que a hipótese nula foi rejeitada, denotando que possui diferença significativa na abundância dos indivíduos entre os dois períodos. Para o índice de Simpson

(DS), os dois períodos obtiveram valores similares, contudo, o período chuvoso apresentou 0,99, sendo assim o interstício com maior diversidade e menor dominância de espécimes.

Os índices que evidenciam maior riqueza e diversidade em período chuvoso realça a prerrogativa que nesse período a área estava representada por uma comunidade mais diversa, na qual os grupos ocorreram de forma mais representativa e mais bem distribuída (Martins *et al.*, 2021), No entanto, a pouca diferença nos índices pode ser devido às condições ambientais da mata ciliar e do período chuvoso, uma vez que na época úmida as áreas apresentam uma comunidade mais diversa (Bianchi *et al.*, 2017); (Bezerra; Andrade 2022).

## 6. CONCLUSÕES

Esta pesquisa contribui com o debate científico acerca dos impactos ocasionados na macrofauna, tendo em vista que os insetos de solo são altamente sensíveis a perturbações e são perceptíveis a alterações primárias nessa comunidade do ecossistema.

A disponibilidade de umidade e condições de sobrevivência interferem na dinâmica populacional da macrofauna de solo da região, constatando-se mais indivíduos e espécimes no período seco. Já maior abundância, observada na área preservada é decorrente da maior disponibilidade de alimento, fontes hídricas e condições de reprodução. Já a maior diversidade na área antropizada é devido o ambiente apresentar fluxo de veículos e humanos o que inviabiliza a macrofauna estabelecer seus nichos reprodutivos na referida área.

Contudo, a presença de umidade e vegetação verde no entorno da área, contribui para a sobrevivência e perpetuação das espécimes. Cabe enfatizar, que por apresentar melhores níveis de conservação, o perímetro preservado, destaca-se com maior número de indivíduos, isto em função de que os espécimes procuram melhores condições para perpetuar-se.

Nos perímetros estudado, apresentam-se como destaque, cinco ordens de insetos, que possuem capacidade de percepção a alterações ambientais como os Coleoptera, Blattodea, Orthoptera, Diptera e Hymenoptera. Dentre estas, seis famílias são abundantes e constantes, Formicidae, Tenebrionidae e Scarabaeidae, Gryllotalpidae, Gryllidae e Blattidae. Com isso, denota-se que a área desfruta de bons níveis ambientais, uma vez que esses insetos apresentam dificuldades de reprodução ou sobrevivência em ambientes com níveis ambientais prejudicados.

Sugere-se a execução de mais pesquisa na região utilizando a macrofauna, a fim de perceber se o observado foi um evento esporádico em decorrência de alterações nos períodos

chuvoso e seco ou se os insetos mudaram seus hábitos em virtude da presença do reservatório hídrico.

## 7. REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. A.; NATEL, A, S. Indicadores de sustentabilidade ambientais na pecuária leiteira: revisão sistemática. **Research Society and Development**, v. 11, n. 5, p. 1-10, 2022.

AGÊNCIA PERNAMBUCANO DE ÁGUAS E CLIMA. APAC. Disponível em: <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/estacoes-do-ano.php?estacao> Acesso em: 22 de mar. 2022.

ANDRADE, G. C. B. **Entomofauna como indicador para avaliar impactos ambientais da agricultura na região de Teresina, Piauí**. 2012. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

ANSO J, GASC A, BOURGUET E, DESUTTER GRANDCOLAS L, JOURDAN H. Crickets as indicators of ecological succession in tropical systems, **New Caledonia. Biotropica**; n. 54, v.5, p.1270-1284, 2022.

ARAÚJO, F. A. da, S.; ANDRADE, L. P. de; MOLICA, R. J. R.; ANDRADE, H. M. L. da, S. Indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais: levantamento de metodologias e indicadores utilizados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, p. 1-16, 2022.

AVELAR, M. S.; DE SOUZA BRAGA, C. E.; GUTJAHR, A. L. N. Similaridade entre três formações vegetais com base na fauna de Ommatolampidinae (Orthoptera: Acrididae) na Mesorregião Marajó, Pará, Brasil. **Mundo Amazônico**, v. 14, n. 2, p. 60-80, 2023.

AZEVEDO, F. R. de. MOURA, M. A. R.; ARRAIS, M. S. B.; NERE, D. R. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. **Revista Ceres**, 58, n. 6, p. 740-748, 2011.

AZEVEDO, F. R.; AZEVEDO, R.; SANTOS, C. A. M.; NERE, D. R.; MOURA, E. S. Análise faunística e sazonalidade de insetos edáficos em ecossistemas da Área de Proteção Ambiental do Araripe em duas estações do ano, Barbalha-CE. **Revista Agro@mbiente Online**, v. 10, n. 3, p. 263-272, 2016.

AZEVEDO, F. R.; MOURA, M. A. R.; ARRAIS, M. S. B.; NERE, D. R. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. **Revista Ceres**, v. 58, n.6, p. 740-748, 2011.

AZEVEDO, R; AZEVEDO, F. R.; LIMA, J. A.; SILVA, G. B. O.; FARIAS, R. B. Atratividade de iscas alimentares para insetos edáficos em vegetação de mata úmida da Floresta Nacional do Araripe na estação seca. **Ciência e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p. 22-38, 2018.

AZEVEDO, R.; R. N. C.; AZEVEDO, F. R. de, NASCIMENTO, L. da, S.; SANTOS, J. R. P. dos, FERREIRA, R. de, C. A. de, B.; MESQUITA, F. de, O. Resposta antecipada ou atrasada em relação à chuva: Efeito da precipitação sobre uma assembleia de artrópodes em um enclave de floresta perenifólia. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. 1-24, 2020.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Relatório de efetividade 2020|2021**. Rio de Janeiro: Gabinete da Presidência Departamento de Comunicação Gerência de Editoração e Memória, 2022. 104 p.

BARBOSA, A. G.; FRANCO-ASSIS, G. A. Entomofauna Associada ao Pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Cambess) na Serra da Bandeira, Barreiras, Bahia. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 3, p.78-103, 2018.

BARRETO, T. H. L. **Dinâmica de uso e cobertura da terra em floresta tropical seca no sertão pernambucano**. 2019. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

BATTIROLA, L. D; DOS SANTOS, G. B.; ROSADO-NETO, G. H; MARQUES, M. I. Coleoptera (Arthropoda, Insecta) Associados às Copas de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae) no Pantanal de Mato Grosso, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 1, p. 20–28, 2014.

BERTELSMEIER, C.; LIGHT O. B.; OURCHAMP F. C. Invasions of ants (Hymenoptera: Formicidae) in light of global climate change. **Myrmecological News**, 22, 25-42, 2016.

BEZERRA, C. W. F.; ANDRADE, L. de M. Diversidade da artropodofauna de serrapilheira de mata ciliar e caatinga em região semiárida de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 10, n. 2, 2022.

BIANCHI, M. D. O., SCORIZA, R. N., RESENDE, A. S. D., CAMPELLO, E. F. C., CORREIA, M. E. F., SILVA, E. M. R. D. Macrofauna edáfica como indicadora em revegetação com leguminosas arbóreas. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1-8, 2017.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores do Brasil. Centro de informação das Nações Unida para Brasil. **Transformações nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF: Presidência da República, 2016. 59 p.

BUENO, A. M. C.; TORRES, D. A. P. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 e bioeconomia: oportunidades e potencialidades para atuação da Embrapa**. 1 ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2022. 103 p.

CALLEJAS, I. J. A.; CRUZ NETO, M. M. da; DURANTE, L. C.; GUARDA, E. L. A. da. Indicadores de desenvolvimento urbano sustentável aplicados a cidade de médio porte. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2022.

CAMARGO, A.J. A.; OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R.; SONODA, K. C.; CORRÊA, D. C. V. **Coleção entomológicas: legislação brasileira, coleta, curadoria e taxonomia para as principais ordens**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. 118 p.

CARDOSO, J. D. C.; PAULA, M. B. D.; FERNANDES, A.; SANTOS, E. D.; ALMEIDA, M. A. B. D.; FONSECA, D. F. D.; SALLUM, M. A. M. Novos registros e potencial epidemiológico de algumas espécies de mosquitos (Diptera, Culicidae), no estado do Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, p. 552-556, 2010.

CARNAUBA, A. F. **Análise da restauração passiva por meio de indicadores ecológicos em floresta tropical, Alagoas – Brasil**. 2020. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2020.

CARVALHO JUNIOR, O. O. A importância do clima no desenvolvimento econômico sustentável. **Brazilian Applied Science Review**, v. 6, n.1, p. 257-280, 2022.

CEQUEIRA, M. A.; RODRIGUES, F. M.; ALMEIDA, G. V. L. de. Susceptibilidade a desertificação para o estado de Pernambuco. **Geosul**, v. 35, n. 76, p. 151-170, 2020.

CERQUEIRA, L. L. M.; FERREIRA, L. A. D. **Biodiversidade e interações ecológicas**. Cuiabá – MT: Universidade Federal do Mato Grosso, 2021. 45 p.

CETRULO, T. B.; MOLINA, N. S.; MALHEIROS, T. F. Indicadores de sustentabilidade: proposta de um barômetro de sustentabilidade estadual. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB)**, n. 30, p. 33–45, 2013.

CHABARIBERY, D., SILVA, J. R. da, TAVARES, L. F. DE J., LOLI, M. V. B., SILVA, M. R. da, MONTEIRO, A. V. V. M. Recuperação de matas ciliares: sistemas de formação de floresta nativa em propriedades familiares. **Informações Econômicas**, v.38, p.7-20, 2008.

CHÁVEZ, L.; RODRÍGUEZ, I.; BENÍTEZ, D.; TORRES, V.; ESTRADA, W.; HERRERA, M.; MEDINA, Y.; BRUQUETA, D. Caracterização da macrofauna edáfica em cinco agroecossistemas campestres da província de Granma. Riqueza e abundância. **Revista Cubana de Ciências Agrárias**, v. 54, n. 4, p. 599-609, 2020.

CIDADE-BRASIL. **Município de Salgueiro**. Cidade-Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-salgueiro.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

CIGLIANO, M. M.; BRAUN, H.; EADES, D.C.; OTTE, D. **Arquivo de espécies de Orthoptera**. 2023. Disponível em: <<http://orthoptera.speciesfile.org/>> Acessado em: 22 out. 2023.

CIVIDANES, F. J.; CIVIDANES, T. M. S. Flutuação populacional e análise faunística de Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) em Jaboticabal. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, n. 4, p. 449-456, 2008.

COELHO, M. S.; RODRIGUES, V. S.; BARBOZA, J. B.; XAVIER, L. M. S; ARAÚJO, J. R. E. S.; CARTAXO, P. H. A.; SILVA, J. H. B.; BULHÕES, L. E. L.; SANTOS, J. P. O. Ecologia, monitoramento populacional e análise faunística de insetos: uma revisão. **Scientific Electronic Archives Issue**, v. 14, n. 9, p. 82-88, 2021.

COSTA, A. A.; COSTA, P. W. da. Insetos como Bioindicadores de Áreas Degradadas ou em Processo de Restauração no Bioma Caatinga. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 5, p. 630–635, 2021.

CRUZ, J. M. **Qualidade ambiental em áreas agrícolas da Caatinga potiguar usando entomofauna edáfica**. 2014. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Seme-Árido, Mossoró-RN, 2014.

DAMKE, L. I. **Práticas de gestão orientadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável e o desempenho empresarial**. 2022. 213 f. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2022.

DE OLIVEIRA, C. S. P.; MENDES, M. P.; DUARTE, M. N.; RODRIGUES, W. C. Composição e Diversidade da Fauna de Grilos (Orthoptera: Grylloidea) em um Fragmento de Floresta Pluvial Atlântica do Estado do Rio de Janeiro. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 3, p. 184-192, 2013.

DEMÉTRIO, M.; GODOY, W. I.; WALLAU, A. S. DE; SIMONETTI, A. L. A Contribuição da agroecologia para o desenvolvimento regional sustentável. **Colóquio – Revista do Desenvolvimento Regional – Faccat**, v. 19, p. 85-98, 2022.

DIONISIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D.; De Paula, A. M.; MACEDA, A.; MATANNA, A. L. **Guia prático de biologia do solo**. 1. ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2016. 152 p.

EMBRAPA. **Neossolo litólico**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos>. Acesso: 05 de fevereiro. 2024.

FERREIRA, L.V., FERNANDES, J. A. M. E FERREIRA, J. L. G. Zoneamento ecológico-econômico da área de influência da Rodovia BR-163 (Cuiabá-Santarém): **Meio Ambiente e Recursos Naturais**. Belém: EMBRAPA, v.3, p. 101, (2007).

FIGUEIREDO, L. T. M. Emergent arboviruses in Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, p. 224-229, 2007.

FOLTZ, T. A. **Ocorrência de famílias de coleoptera na mesorregião sudoeste do Paraná**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR, 2022.

FORMIGA, L. D. A. S.; OLIVEIRA, J. S.; GONÇALVES, M. V. P.; LIMA, F. O.; MARTINS, A. E. S.; RODRIGUES, J. C.; SOARES, F. I. L.; MOREIRA, J. O. Estudo da entomofauna de Diptera em área de proteção ambiental no Maranhão. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 6, n. 2, p. 257–265, 2020.

FRIEBE, B. Zur Biologie eines Buchenwaldbodens: 3. **Die Kaferfauna**, v. 41, p. 45- 80, 1983.

FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C.de; BALDIN, E. L. L. **Insetos de**



**Importância Econômica:** guia ilustrado para identificação de famílias. 21 ed. FEPAF: Botucatu, 2011. 391 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BETE FILHO, E.; PARR, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MACHINIM, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ/Universidade de São Paulo, Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, v. 10, p. 920, 2002.

GARLET, J. **Levantamento populacional da entomofauna em plantios de *Eucalyptus* spp.** 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

GASSEN, D. N. Classificação de pragas de solo de acordo com habitat e com os hábitos alimentares. In: Reunião sobre pragas subterrâneas dos países do CONE Sul, 2., 1992, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa/CNPMS, 1992. p. 179.

GIACOMETTI, K.; DOMINSCHEK, D. L. Ações antrópicas e impactos ambientais: industrialização e globalização. **Caderno Intersaberes**, v. 7, n. 10, p. 141-156, 2018.

GODÊ, L. E.; ZEFA, M. K. M.; COSTA, J.; CHAMORRO-RENGIFO. Gafanhotos, Grilos e Esperanças (Orthoptera) da Reserva Biológica de Pedra Talhada. In: STUDER, A.; NUSBAUMER, L.; SPICHIGER, R. **Biodiversidade da Reserva Biológica de Pedra Talhada (Alagoas, Pernambuco - Brasil)**. Boissiera: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, p. 251-265, 2015.

GOGOI, H.; LEGO, O.; TAYENG, M.; METH, T. A Report on Insect Community and Their Habitat Association in Daying Ering Memorial Wildlife Sanctuary, Arunachal Pradesh. **National Academy Science Letters**, v. 40, n. 4, p. 257-266, 2017.

GONÇALVES, P. G. S. **O Direito (humano) à água potável no quadro do tripé da sustentabilidade**. 2022. 134 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2022.

GRACILIANO, W. S. **Amostragem da mesofauna edáfica em área de ocorrência de *Byrsonima triopterifolia* A. Juss na Caatinga de olho d'água do casado, Alagoas**. 2022. 56 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió – AL, 2022.

GUEDES, R. da S.; ZANELLA, F. C. V.; GROSSI, P. C. Sazonalidade na comunidade de coleoptera em duas fitofisionomias de Caatinga. **Ciência florestal**, v. 30, n. 4, p. 995-1007, 2020.

HIGINO, G. T. **Estudo empírico, teórico e metodológico em macroecologia de interações ecológicas**. 2021. 140 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia – Go, 2021.

HOFFMANN, R. B. NASCIMENTO, M. S. V.; DINIZ, A. A.; ARAÚJO, L. H. A.; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em Areia,

Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, 117-121, 2009.

IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais e Coordenação de Geografia**: Brasil: 2015. n. 10. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 352 p.

JALES MARTINS, J.; GOMES GONÇALVES, N. G.; LIMA FERNANDES, C. E.; DA ROCHA PEREIRA, M. M.; SILVA DE OLIVEIRA, E.; DA SILVA FERREIRA, S. E.; QUEIROZ FREIRES, R. M. Levantamento preliminar da entomofauna, em período chuvoso, em área de borda da Arie Matinha do Pici, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE. **Revista Foco (Interdisciplinary Studies Journal)**, v. 16, n. 4, p. 1-24, 2023.

JERÓNIMO, J. F. P. **Influência de diferentes tipos de silvicultura (sobreiral, pinhal e eucaliptal) na abundância e diversidade de macroartrópodes do solo**. 2022, 68 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Biologia da Conservação). Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia, Évora 2022.

KASPER, L.; PATIAS, I. A.; GESSI, N. L.; SILVA, P. R. DA; SAUSEN, J. O.; BAGGIO, D. K.; ALLEBRANDT, S. L. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: O caso de um município do COREDE-Fronteira Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. **Conjecturas**, v. 22, n. 2, p. 1498–1514, 2022.

LAMAPRSKI, F.; LAMPARSKI, K. A. R. The burrows of *lumbricus badensis* and *Lumbricus polyphemus*. In: PAGLIAI, B.; OMEDIO, P. (Ed.). **On earthworms**. Moderna: Mucchi, 1987. p. 131-140.

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ-HERNANDEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSSAARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J (Ed.). **The Biological management of tropical soil fertility**. New York: Wiley-Sayce, 1994. p. 137-169.

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

LOPES, J. F. B.; de ANDRADE, E. M.; de OLIVEIRA LOBATO, F. A.; de QUEIROZ PALÁCIO, H. A.; ARRAES, F. D. D. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 3, n. 2, p. 72-79, 2009.

LOURENÇO, E. R. C.; SOUZA, B. I. de; D'ANDREA, A. F.; SOUZA, J. J. L. L. de. Temporal variation of soil CO<sub>2</sub> emission different land uses in the Caatinga. **Applied Geography, Wuhan**, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2022.

MACEDO, A. O. **Estudo geoarqueológico dos níveis arenoso e de cascalheira cimentada por concreção carbonática do sítio lagoa uri de cima, salgueiro-PE**. 2016. 224 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Universidade Federal de Pernambuco Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Recife – PE, 2016.

MARQUES, D. M.; SILVA, A. B. D.; SILVA, L. M. D.; MOREIRA, E. A.; PINTO, G. S.

Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. **Bioscience. Journal (Online)**, v. 30, n. 5, p. 1588-1597, 2014.

MELLO, R. A Relevância da vida social das formigas na estruturação dos ecossistemas terrestres: ciência e literatura como proposta transdisciplinar de conscientização ecológica. **Núcleo de Pesquisa e Estudos em Educação Ambiental e Transdisciplinaridade**, v. 4, n. 1, p. 24-43, 2014.

MELO, A. S. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade?. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 21-27, 2008.

MENDES, M. P.; DUARTE, M. N.; RODRIGUES, W. C. Levantamento de insetos com potencial bioindicador de qualidade ambiental em fragmento de floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro. **Entomology Beginners**, v. 1, p. 1-4, 2020.

MENDOZA, Z. A. Guía de métodos para medir la biodiversidad. **Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador, v. 37, n. 6, p. 82, 2013.

METEOBLUE. **Tempo Salgueiro Pernambuco, Brasil, 8.07°S 39.12°O, 420m s.n.m.** Disponível em: [https://www.meteoblue.com/pt/tempo/semana/salgueiro\\_brasil\\_3389860](https://www.meteoblue.com/pt/tempo/semana/salgueiro_brasil_3389860) acessado em: 20 de janeiro, 2024.

MULLER, D. F.; BULHÕES, F. M.; BIONDO, E. Indicadores de sustentabilidade de agroindústrias familiares do arranjo produtivo local (apl) do vale do taquari, RS. **Tecnológica**, n. 1, p. 44-59, 2022.

NASCIMENTO, C. S. I. **Análise paleoecológica e paleoparasitológica em coprólitos de vertebrados do quaternário do sítio paleontológico e arqueológico lagoa uri de cima (região de Salgueiro, Pernambuco, Brasil)**. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

NASCIMENTO, G. B. C. do. **Efeitos de formigas cortadeiras nas concentrações de nutrientes em solos da Caatinga do Parque Nacional do Catimbau**. 2023. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

NOGUEIRA, D. R. C. **Turismo e agenda 2030: sistema de indicadores alinhados aos objetivos de desenvolvimento sustentável para avaliar o turismo local**. 2022. 125 f. Dissertação (Mestrado em ciências do ambiente e sustentabilidade na Amazônia) - Universidade federal do Amazonas – UFAM, Manaus, 2022.

NOVAES, N. S.; YAMAMOTO, R. R.; NEVES MARQUES, R. Entomofauna capturada em pomar recém-implantado de pessegueiro e ameixeira no município de Buri, São Paulo, Brasil. **Entomology Beginners**, v. 2, p. 1-5, 2021.

NUNES, N. A.; BANHAL, A. E. A educação ambiental como caminho para o desenvolvimento sustentável. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 1, p. 1547–157, 2022.

NUNES-GUTJAHR, A. L.; BRAGA, C. E. **Gafanhotos da Flona Caxiuanã: guia prático**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. p.62, 2012.

OLIVEIRA, D. G. de; PRATA, A. P.; FERREIRA, R. A. Herbáceas da Caatinga: composição florística, fitossociologia e estratégias de sobrevivência em uma comunidade vegetal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 623-633, 2022.

OLIVEIRA, I. B. R.; MOURA, S. G.; BRITO, W. C.; SOUSA, A. A.; SANTANA, J. D. P.; MAGIONI, K. Diversidade da entomofauna em uma área de Caatinga no município de Bom Jesus-PI, Brasil. **Científica Jaboticabal**, v. 41, n. 2, p. 150-155, 2013.

PINHEIRO, A. G.; SOUZA, T. E. M. dos S. Erosividade e padrões hidrológicos no município de salgueiro, Pernambuco. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 3, p. 250-257, 2018.

PINHEIRO-JÚNIOR, E. C.; DA SILVA, N. C. Diversidade de coleoptera (insecta) presente no centro de formação laranjal no município de abaetetuba-pa. **Journal of Education Science and Health**, v. 1, n. 3, p. 1–11, 2021.

PRADO, D. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, 2003. 73 p.

PREFEITURA DE SALGUEIRO. **História de Salgueiro**. Disponível em: <<https://www.salgueiro.pe.gov.br/municipio-salgueiro-em-numeros.html>>. Acesso em: 04 de fevereiro. 2024

PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental/Bioindicators as environmental impact assessment. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019.

RAMOS, D. A. M. C. **Contribuição da análise de fitólitos para a reconstrução paleoambiental na lagoa do uri, semiárido de Pernambuco**. 2019. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife– PE, 2019.

ROSSI, C.; GALINDO, I.; HUAMAN, G.; CUADROS, B.; ORTEGA, Y.; QUISPITUPAC, E.; MARTÍNEZ, N. Primer estudio de la riqueza de coleópteros en un bosque de *Polylepis tomentella* del distrito de Chaviña (Ayacucho, Perú). **Ecología Austral**, v. 28, n. 1, p. 229–234, 2018.

SAMPAIO, A. R. M.; ALVES, A. C. S.; GUERRA, A. S.; OLIVEIRA, H. A.; RAMOS, A. B. B.; BRAGA, D. V. V. Diversidade vegetal em quintais produtivos: um estudo no sertão central pernambucano. In: SANTOS, D. A. dos. SILVA, A. T. B.; FREITAS, P. G. de. (ORG). **Ciência e divulgação científica: Desdobramentos, pesquisa e extensão**. Rio de Janeiro: E-publicar, 2022. P. 296-309.

SANTOS, A. F.; VALVERDE, L. H. O. Ecologia e Educação Ambiental: Estudo da Degradação Ambiental para a Promoção de Práticas Educativas. **Revista Multidisciplinar Psicologia**, v. 14, n. 50, p. 864-882, 2020.

SANTOS, G. R. dos; ARAUJO, K. D.; SILVA, F. G. Macrofauna edáfica na Estação Ecológica Curral do Meio, Caatinga Alagoana. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 4, n. 2, p. 01–21, 2018.

SANTOS, R. S.; SOUZA, C. S. de; RUFINO, C. P. B. Escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados em armadilhas pitfall em um remanescente florestal no município de Plácido de Castro, AC. **Agrotropica**, v. 31, n. 3, p. 219-224. 2019.

SANTOS, T. da S. Levantamento entomológico em área de caatinga como bioindicador de qualidade ambiental. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**. v. 3, n. 1, p. 1–6, 2022.

SANTOS, T. S.; BARROS, R. P. Entomofauna em área de Caatinga no município de Batalha – AL. **Revista Ambientale Revista da Universidade Estadual de Alagoas**, v. 13, n. 2, p. 53-59, 2021.

SILVA, A. G. da; VILAR, L. O.; VILAR, V. O.; COELHO, F. P.; ACIOLI, N. R. dos S.; RAMOS, R. B. G. A.; MOREIRA, J. G.; DIARES, T. R.; SILVA, D. F. da; CRUZ, M. S. da; MOURA, R. G. de. O manejo florestal sustentável da caatinga. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 5, p. 872-884, 2021.

SILVA, A. K. P. M. **Sistemas de dessalinização como medida de adaptação às mudanças climáticas no semiárido Pernambucano**. 2022. 85 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, Recife, PE, 2022.

SILVA, D. O. L.; RAMOS, M. A.; SILVA, H. C. H.; ALVES, A. G. C. Análise Faunística de Insetos Associados à Cultura do Quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] em Plantio Comercial, no Município de Canindé de São Francisco, SE, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 2, p. 146-149, 2016.

SILVA, E. F.; GUERRA, N. M.; COSTA-NETO, E. M.; SILVA, L. D.; LUCENA, R. F. P. da. Influência da altitude na diversidade e distribuição de insetos da caatinga na Serra da Engabelada, Paraíba (Nordeste do Brasil). **Revista Nordestina de Biologia**, v. 28, n. 1, p. 1-31, 2020.

SILVA, F. R. da. GONÇALVES-SOUZA, T.; PATERNO, G. B.; PROVETE, D. B.; VANCINE, M. H. **Análises ecológicas no R**. Recife, PE: NUPEEA, 2022. 640 P.

SILVA, J. E. da; MARTINS, M. de, F. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: uma análise no território do Cariri Oriental Paraibano. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. 1-16, 2022.

SILVA, J. O.; NEVES, F. S. Insect herbivores associated with an evergreen tree *Goniorrhachis marginata* Taub. (Leguminosae: Caesalpinioideae) in a tropical dry forest. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 3, p. 623-631, 2014.

- SILVA, L. C. M. da. ALVES, M. A. S.; RODRIGUES, N. S.; XAVIER, S. J.; LOPES, F. M. Influência de parâmetros abióticos na riqueza e abundância de insetos em duas áreas de Cerrado em Poconé, Mato. *In: SOUSA, C. S.; LIMA, F. S.; SABIONI, S. C. (ORG.). Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável. Guarujá/SP: Científica Digital, 2021. p. 179-188.*
- SILVA, P. G.; SILVA, F. C. G. Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como bioindicadores. **Revista Congrega Centro Universitário da Região da Campanha**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2011.
- SILVA, R. F. D., AQUINO, A. M. D., MERCANTE, F. M., & GUIMARÃES, M. D. F. Macrofauna invertebrado de solo sob diferentes sistemas de produção em latossolo da região de Cerrado. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 697-704, 2006.
- SILVA, R. F.; CORASSA, G. M.; BERTOLLO, G. M.; SANTI, A. L.; STEFFEN, R. B. Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 130-137, 2013.
- SILVA, S. T. da. LEVANTAMENTO ENTOMOLÓGICO EM ÁREA DE CAATINGA COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 3, n. 1, p. 1–6, 2022.
- SILVEIRA, L. C. A. **Análise faunística e sazonal da comunidade de Insetos presente em área de conservação “ex situ” de Baru (dipteryx alata)**. 2022. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2022.
- SOARES, E. L.; CHAVES, M. E.; FIRMO, C. L. Inventário da entomofauna do Campus centro da universidade Guarulhos, São Paulo, Brasil (Hexapoda: Insecta). **Revista educação**, v. 8, n. 2, p. 30-37, 2013.
- SOUZA, J. A. P. DE; AMORIM, A. T.; SOUZA, J.C. DE; HENRIQUE EWBANK, H.; LOURENÇO, R. W. Proposta de um indicador de sustentabilidade para fragmentos florestais (ISFF) por meio de modelagem ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física** v. 15, n. 1, p. 250-267, 2022.
- SOUZA, J. L. S. de; CARDOSO, J. S. Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas do município de Igarapã, Bahia. *In: V Seminário Interdisciplinar em Ensino, Extensão e Pesquisa*, 5., 2022, Caetité/BA. **Anais [...]**. Caetité/BA: UNEB, 2022. p.1-9.
- TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. **Estudo dos insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 816p.
- URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de anastrepha (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, 34(1), 33-39, 2005.
- VANDERLEI, A. B. G. **Aspectos operacionais da transposição do Rio São Francisco**.

2017. 61 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

VILA-VERDE, G., SANTOS, C. R. DOS, BOMFIM, G. S. Insetos (Insecta: Hymenoptera, Lepidoptera e Odonata) e as mudanças climáticas. **Terrae Di-datica**, v. 17, p.1-11, 2021.

VITAL, M. J. L.; ALVES, G. C. P.; SILVA, A. A.; OLIVEIRA, M. S. G. Levantamento florístico na Caatinga: comparação entre uma área preservada e uma área degradada no Sertão Pernambucano. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p.1-9, 2022.

ZANCHI, F. B.; WATERLOO, M. J.; AGUIAR, L. J. G.; VON RANDOW, C.; KRUIJT, B., CARDOSO, F. L.; MANZI, A. O. Estimativa do Índice de Área Foliar (IAF) e Biomassa em pastagem no estado de Rondônia, Brasil. **Acta Amazonica**, v.39, n. 2, p. 335-347, 2009.

ZIMERER, A. P. M. **Aplicativo mobile de chave de identificação de insetos integrado a glossário ilustrado de terminologias**. 2022. 22 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 2022.