



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE  
CURSO DE GEOGRAFIA BACHARELADO**

**DEISYANE VALÉRIA DE LIMA MONTEIRO**

**MESOFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO NO ECOSISTEMA MANGUEZAL, EM  
MARECHAL DEODORO, ALAGOAS**

**Maceió, Alagoas  
2022**

**DEISYANE VALÉRIA DE LIMA MONTEIRO**

**MESOFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO NO ECOSISTEMA MANGUEZAL, EM  
MARECHAL DEODORO, ALAGOAS**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Geografia Bacharelado do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Kallianna Dantas Araujo

**Maceió, Alagoas**

**2022**

**Catlogação na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**

2021 Monteiro, Deisyane Valéria de Lima.  
Mesofauna invertebrada do solo no ecossistema manguezal, em Marechal Deodoro, Alagoas. Deisyane Valéria de Lima Monteiro. Maceió, 2021.  
52 f.: il.

Orientadora: Kallianna Dantas Araujo  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) –  
Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Bibliografia: f. 46-52 .

1. Organismos edáficos. 2. Diversidade. 3. Variáveis edafoclimáticas. 4. Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE  
CURSO DE GEOGRAFIA BACHARELADO

Deisyane Valéria de Lima Monteiro

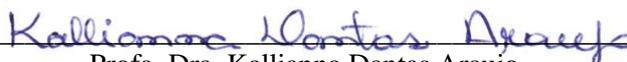
**MESOFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO NO ECOSSISTEMA MANGUEZAL, EM  
MARECHAL DEODORO, ALAGOAS**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Geografia Bacharelado, do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para obtenção da nota final do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

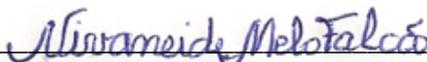
Orientadora: Profa. Dra. Kallianna Dantas Araujo

Monografia defendida e aprovada em 24 de fevereiro de 2022.

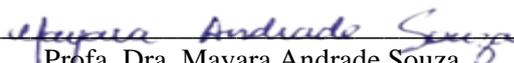
**COMISSÃO EXAMINADORA**



Profa. Dra. Kallianna Dantas Araujo  
Orientadora – Presidente – IGDema - Ufal



Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão  
Examinadora – IGDema - Ufal



Profa. Dra. Mayara Andrade Souza  
Examinadora – CESMAC/Maceió

A Deus, minha fortaleza.

*Ofereço*

Aos meus pais, Aldenise Maria de Lima Monteiro e Jurandir Monteiro, pela realização deste sonho e de muitos outros, eles são o grande exemplo da minha vida, aos meus irmãos, David e Diogo, meus sobrinhos Enzo e Shayla, e a toda a minha família, por me apoiarem e me incentivarem em todo o tempo.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus que esteve ao meu lado e me deu força, ânimo e fé para não desistir e continuar lutando por este meu sonho e objetivo de vida. A Ele eu devo minha gratidão.

A meu pai Jurandir Monteiro, meu grande amor e melhor amigo que sempre me deu orgulho, obrigada pelos sacrifícios e por toda sua batalha para me proporcionar o melhor. A minha mãe Aldenise Maria de Lima Monteiro, que de sua forma sempre me apoiou e não mediu esforços no decorrer da minha vida para minha felicidade, obrigada por todo seu amor. E aos meus irmãos David Anderson de Lima Monteiro e Diogo Arthur de Lima Monteiro, obrigada por serem os melhores que eu poderia ter.

As minhas primas e irmãs Andressa da Silva Lima e Adrielly da Silva Lima, que sempre estiveram presentes em minha vida e que se não fosse por uma delas essa formação não seria possível. Aos meus tios Josimeire Maria da Silva e Adriano Francisco de Lima que me receberam em seu lar no início da graduação com muito amor e felicidade, apesar das dificuldades.

Em especial aos amigos que conquistei no IGDEMA/UFAL Daniel Dantas, Yan Vasconcelos, Antonio Rodrigues, José Ferreira dos Santos Junior, Flavio da Silva Teles, Gabrielli Monteiro e não poderia deixar de agradecer a minha dupla Thamirys Modesto que já é parte da minha família, obrigada por todo apoio e amor, grande parte dessa formação é graças a você.

A Profa. Dra. Kallianna Dantas Araujo, pela orientação e paciência, pelos importantes ensinamentos, incentivo, apoio, companheirismo e pelas oportunidades.

A Universidade Federal de Alagoas e ao Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, e em especial, ao Curso de Geografia, pela possibilidade de Conclusão do Curso Superior.

Aos pesquisadores do Grupo de Pesquisa Biogeografia e Sustentabilidade Ambiental (LabESA/IGDEMA/UFAL) em especial a Élide Monique da Costa Santos pela ajuda na análise estatística. E todos os demais pesquisadores pelos conhecimentos adquiridos, pelas ricas discussões, trabalho em equipe e disponibilidade.

A Mayara Andrade Souza, coordenadora do Projeto Valoração das Funções Ecológicas dos Manguezais em Alagoas, pela possibilidade de realização deste trabalho. Por estar sempre disponível em contribuir, passando o máximo de conhecimento com sua simplicidade e carinho. Agradeço por ter aceitado fazer parte da

Banca Examinadora, juntamente com a Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão, a quem sou grato pelas contribuições.

Hoje sou uma pessoa realizada e feliz porque não estive só nesta longa caminhada. Vocês foram meu apoio. A quem não mencionei, mas estive junto eu prometo reconhecer essa proximidade, ajuda e incentivo todos os dias da minha vida

Obrigada!

Não te mandei eu? Esforça-te, e tem bom ânimo; não temas, nem te espantes, porque o Senhor teu Deus, é contigo por onde quer que andares.

(Bíblia, Josué 1.9)

## RESUMO

O manguezal é um ecossistema com elevada importância ecológica e econômica e a determinação da população e diversidade dos invertebrados do solo é de grande importância, pois são organismos bioindicadores, que respondem a alteração do ambiente, tornando-se um instrumento que permite avaliar a qualidade desse ecossistema. O objetivo da pesquisa foi avaliar se os grupos taxonômicos da mesofauna edáfica apresentam diferenças na abundância e riqueza entre as áreas estudadas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição - Construção Civil/Borda de Mangue, e Mangue) e como os elementos edafoclimáticos influenciam nestas variáveis, em Marechal Deodoro, Alagoas. A pesquisa foi realizada nos meses maio e junho de 2019 em áreas com diferentes tipos de uso do solo, localizadas no Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM). Para a amostragem da mesofauna foram coletadas dez amostras de solo nas quatro áreas, utilizando anéis metálicos com dimensões de 4,8 cm de diâmetro e 5 cm, na profundidade 0-5 cm, as quais foram levadas à bateria de extratores Berlese-Tullgren para a extração dos organismos do solo. Os organismos capturados com comprimento entre 0,2 e 2 mm, foram conservados em álcool etílico 70% e passaram pelo processo de identificação e contagem, com o auxílio de lupa binocular. Foi avaliado a abundância e riqueza, bem como a diversidade e equabilidade pelos índices ecológicos de Shannon (H) e Pielou (e). Também foram realizadas medidas de temperatura do solo e feitas determinações do conteúdo de água do solo na profundidade 0-10 cm. Para análise dos dados, estes foram testados quanto a sua normalidade (Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (Fligner Test), e as hipóteses foram testadas submetendo os dados a estimativas de correlação de Spearman, análise de Kruskal-Wallis e teste post-hoc de Dunn, realizados através dos softwares RStudio, usando o R versão 4.1.0, os pacotes: dplyr, e rstatix, Hmisc, a função corrplot e do pacote GGally. Os grupos taxonômicos da mesofauna do solo com maior dominância são Acarina e Collembola, indicados pelos baixos valores nos índices de Shannon e Pielou, refletindo na menor diversidade e equabilidade; A maior riqueza de grupos taxonômicos encontra-se nas áreas de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue e a abundância mais elevada na área Degradada; A abundância e riqueza dos organismos da mesofauna apresentam correlação direta com a temperatura do solo, confirmadas pela estimativas de correlação de Spearman. Já o conteúdo de água do solo não apresenta influência significativa; A riqueza dos grupos taxonômicos é diferente entre as áreas Cultivo Agrícola e Transição (Construção Civil/Borda de Mangue), já abundância dos organismos não difere nas quatro áreas Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue.

**Palavras-chave:** Organismos edáficos. Diversidade. Variáveis edafoclimáticas. Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM)

## ABSTRACT

The mangrove is an ecosystem with high ecological and economic importance and the determination of the population and diversity of soil invertebrates is of great importance, as they are bioindicator organisms, which respond to changes in the environment, it can be an instrument that allows assessing the quality this mangrove ecosystem. The objective of the research was to evaluate the edaphic mesofauna taxonomic groups present differences in abundance and richness between the studied areas (Agricultural Cultivation, Degraded, Transition - Civil Construction/Mangrove Edge, and Mangrove), and how the edaphoclimatic elements influence these variables, in Marechal Deodoro, Alagoas. The research was carried out in May and June 2019 in areas with different types of land use, located in the Estuarine-Lagunar Mundaú/Manguaba Complex (CELMM). For the sampling of the mesofauna, ten soil samples were collected in the four areas, using metallic rings with dimensions of 4.8 cm in diameter and 5 cm, at a depth of 0-5 cm, which was taken to the Berlese-Tullgren extractor battery to the extraction of organisms from the soil. The captured organisms with a length between 0.2 and 2 mm, were preserved in 70% ethyl alcohol and underwent the process of identification and counting, with the aid of a binocular magnifying glass, identification key, and specialist help. Abundance and richness, as well as diversity and equability, were evaluated by the Shannon (H) and Pielou (e) ecological indices. Soil temperature measurements were also carried out and soil water content determinations were made at a depth of 0-10 cm. For data analysis, they were tested for normality (Shapiro-Wilk) and homoscedasticity (Fligner Test), and the hypotheses were tested by submitting the data to Spearman correlation estimates, Kruskal-Wallis analysis and post-hoc test of Dunn, performed using RStudio software, using R version 4.1.0, the packages: dplyr, and rstatix, Hmisc, the corrplot function, and the GGally package. The most abundant soil mesofauna taxonomic groups are Acarina and Collembola, indicated by the low values of the Shannon and Pielou indices, reflecting lower diversity and equability; The greatest wealth of taxonomic groups is found in the Transition areas – (Civil Construction/Mangrove Edge) and Mangrove and the highest abundance in the Degraded area; The abundance and richness of mesofauna organisms are directly correlated with soil temperature, confirmed by Spearman's correlation estimates. Soil water content does not have a significant influence; A richness of taxonomic groups is difference between the areas Agricultural Cultivation and Transition (Civil Construction/Mangrove Edge), already the abundance of organisms does not differ in the four areas Agricultural Cultivation, Degraded, Transition (Civil Construction/Mangrove Edge) and Mangrove.

**Keywords:** Organisms edaphic. Diversity. Edaphoclimatic variables. Estuarine-Lagunar Mundaú/Manguaba Complex (CELMM)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Manguezal (CELMM/Marechal Deodoro/Alagoas).....	15
Figura 2 - Localização município de Marechal Deodoro, Alagoas .....	21
Figura 3 - Área de Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), Transição - Construção Civil/Borda de Mangue (C) e Mangue (D).....	23
Figura 4 - Localização das áreas experimentais.....	24
Figura 5 - Amostras de solo retiradas com anéis metálicos os quais foram envolvidos em tecidos TNT (Tecido Não Texturizado) e tule, amarrados com liga de látex.....	25
Figura 6 - Bateria de extratores Berlese-tullgren modificada (A), Identificação em lupabinocular (B) e Organismo Identificado (C).....	26
Figura 7 - A amostras do solo Identificadas e vedadas (Figura A e B), paisagem a amostra de solo úmido e seco (Figura C), amostras na estufa (Figura D).....	28
Figura 8 - Medição da temperatura na superfície do solo (0-10 cm), utilizando termômetro digital espeto .....	29
Figura 9 - Estimativas de correlação de Spearman (A) e relação das variáveis edafoclimáticas (CAS e TS) com a abundância e riqueza da mesofauna na Área 1-Cultivo Agrícola (A), Área 2 - Degradada, Área 3 – Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Área 4 (Mangue) .....	44

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Abundância e riqueza nas áreas Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D) nos meses maio e junho/2019 .....	32
Gráfico 2 - Percentagem (%) dos indivíduos capturados nas áreas Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D) nos meses maio e junho/2019.....	34
Gráfico 3 - Abundância e riqueza nas áreas Cultivo Agrícola, Degradada, (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue nos meses de maio/2019 (A) e junho/2019 (B).....	37
Gráfico 4 - Índice de Diversidade de Shannon (H) e Índice de Uniformidade de Pielou ( <i>e</i> ) nas áreas Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D) nos meses maio e junho/2019.....	39
Gráfico 5 - Índice de Diversidade de Shannon (H) e Índice de Uniformidade de Pielou ( <i>e</i> ) para as áreas Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D)...	41

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 -	Matriz Presença (+) /Ausência (-) dos grupos taxonômicos da mesofauna edáfica nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue.....	36
Tabela 2 -	Fatores edafoclimáticos (Temperatura do Solo - °C, Precipitação Pluvial – mm e Conteúdo de Água do Solo – %) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue.....	38
Tabela 3 -	Post-hoc de Dunn para abundância, diversidade da mesofauna edáfica, e variáveis edafoclimáticas em relação as áreas e aos meses...	42

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	x
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>2.1 Caracterização do ecossistem Manguezal</b> .....	15
<b>2.2 Organismos invertebrados na área de manguezal</b> .....	17
<b>2.3 Alterações ambientais no ecossistema manguezal</b> .....	18
<b>2.4 Mesofauna invertebrada do solo</b> .....	19
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
<b>3.1 Inserção territorial da área de estudo</b> .....	21
3.1.1 Área de estudo.....	22
<b>3.2 Quantificação da Mesofauna edáfica</b> .....	24
3.2.1 Avaliação quantitativa e qualitativa dos organismos edáficos.....	26
<b>3.3 Determinação do conteúdo de água do solo e temperatura do solo</b> .....	27
<b>3.4 Análise estatística</b> .....	29
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
<b>4.1. Influência entre as áreas e meses em relação a abundância e riqueza da mesofauna edáfica</b> .....	31
4.1.1 Mesofauna edáfica.....	31
<b>4.2 Matriz presença/ausência</b> .....	35
<b>4.3. Influência dos meses em relação a abundância e riqueza da mesofauna</b> .....	36
<b>4.4. Índice de Shannon e Pielou</b> .....	38
<b>4.5 Diferença entre as áreas e meses em relação a abundância e riqueza da mesofauna edáfica, conteúdo de água do solo e temperatura do solo</b> .....	41
4.5.1. Teste de Kruskal-Wallis e post-hoc de Dunn.....	41
<b>4.6. Influência dos elementos edafoclimáticos sobre a abundância e riqueza, da mesofauna edáfica</b> .....	42
4.6.1 Estimativas de correlação de Spearman.....	42
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	45
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

Os manguezais apresentam boas condições para criação, proteção e reprodução de várias espécies animais que habitam nesse bioma funcional (SILVA *et al.*, 2013). Os autores citam que organismos da mesofauna desse ecossistema desempenham papel fundamental na manutenção e operação da dinâmica do meio ambiente, considerado modificador importante de nutrientes da matéria orgânica.

Os manguezais são ecossistemas altamente produtivos que contribuem para a fertilidade da região costeira, devido à exportação de grande quantidade de matéria orgânica transformada em partículas de detritos utilizada como alimento por moluscos, crustáceos e principalmente peixes de elevado valor comercial (VALE, 2004).

Outras funções desempenhadas pelos manguezais são proteção ao continente contra as tempestades e erosão das marés, retenção de poluentes, retenção de sedimentos finos transportados na água, o que é propício para manutenção do canal; manutenção e proteção populações de peixes no estuário, recreação (pesca esportiva, ecoturismo, dentre outros) (NANI *et al.*, 2005).

Esse ecossistema é muito utilizado por atividades turísticas, carcinicultura, para caça de crustáceos, como caranguejos, entre outros, levando ao desmatamento, provocando processo de degradação e afetando o equilíbrio dos manguezais (SILVA *et al.*, 2013).

No litoral de Alagoas se encontra um dos mais importantes manguezais, localizado no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) é um dos ambientes mais representativos do Litoral Alagoano e apresenta um valor socioeconômico significativo para o estado de Alagoas, sendo considerado um dos mais importantes ecossistemas do Brasil por ter desenvolvimento produtivo e uma importante fonte de sobrevivência para as populações que vivem em suas margens (WANDERLEY *et al.*, 2020). Segundo os autores, esses ecossistemas mesmo desempenhando um papel importante para a comunidade local, os impactos das atividades humanas como ocupação desorganizada no entorno, lançamentos de esgotos sanitários, as inadequadas práticas agrícolas, uso de fertilizantes e agroquímicos utilizados na agricultura da cana de açúcar, assoreamentos, eutrofização, pescas inadequadas, têm se tornado mais frequentes para diversos organismos que deles dependem, levando a mudanças em suas condições ambientais.

Os organismos da mesofauna do solo desempenham papel fundamental na decomposição de material vegetal, na ciclagem de nutrientes e na regulação dos processos biológicos do solo (BERUDE *et al.*, 2015). São compostos por organismos que possuem tamanho corporal entre 0,2 e 2,0 mm, como Ácaro (Acarina), Colêmbolo (Collembola), Proturo (Protura), Dipluro (Diplura), dentre outros (ALMEIDA *et al.*, 2013). Dos grupos taxonômicos da mesofauna edáfica, Acarina e Collembola dominam em abundância e diversidade (MORAIS *et al.*, 2013).

Os organismos do solo como os Ácaros e Collêmbolos atuam na contribuição para a humificação, relocação de matéria orgânica, estimulam a atividade microbiana e a distribuição de esporos, contribuindo para a estrutura do solo (MORSELLI, 2007), sendo, utilizados como indicadores biológicos ambientais da qualidade do solo. Segundo Pompeio (2016) o grupo Collembola exerce função de decompor a matéria orgânica e controle das populações de microrganismos, especialmente dos fungos. O grupo Acarina agem principalmente como predadores, controlando as populações de outros organismos no solo (MELO *et al.*, 2009).

A diversidade biológica no ecossistema é um indicativo de seu estado de equilíbrio e esta é formada pela variedade de espécies ou de grupos taxonômicos, que pode ser descrita como riqueza e a sua equabilidade ou abundância relativa, que é a uniformidade (SANTOS, 2017).

Nesse contexto, a pesquisa levantou os seguintes problemas: 1) Os grupos taxonômicos da mesofauna edáfica apresentam diferenças em relação a abundância e riqueza entre as áreas estudadas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição - Construção Civil/Borda de Mangue, e Mangue)? 2) De que forma os elementos edafoclimáticos influenciam a abundância e riqueza da comunidade de mesofauna nas quatro áreas estudadas?

Para responder os questionamentos, foram criadas as seguintes hipóteses: H1) Os grupos da mesofauna edáfica variam em função da condição das áreas, sendo que a maior riqueza encontra-se na área de Mangue e a maior abundância ocorre na área Degradada; H2) Os elementos edafoclimáticos, conteúdo de água do solo e temperatura do solo, influenciam a abundância e riqueza da comunidade da mesofauna das quatro áreas estudadas, de modo que quando há um aumento do conteúdo de água do solo e temperatura do solo, aumenta a abundância nas áreas de Cultivo Agrícola e Degradada. E nas áreas de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue a menor temperatura favorece o aumento da riqueza.

O objetivo da pesquisa foi avaliar se os grupos taxonômicos da mesofauna edáfica apresentam diferenças na abundância e riqueza entre as áreas estudadas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição - Construção Civil/Borda de Mangue, e Mangue) e como os elementos edafoclimáticos influenciam nestas variáveis, em Marechal Deodoro, Alagoas. Tendo como objetivos específicos: 1) Quantificar a mesofauna do solo nas quatro áreas de estudo; 2) Aplicar os índices ecológicos (Diversidade de Shannon e Uniformidade de Pielou); Comparar a mesofauna com temperatura e conteúdo de água do solo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização do ecossistema de Manguezal

A palavra mangue surgiu na África, sendo comum com ou sem pequenas variações no Senegal, Gâmbia, Casamanca e Guiné (MAIA, 2019; VANNUCCI, 2004). Segundo Maia (2019) no século XV, os portugueses adotaram o nome para designar áreas alagadas em suas cartas e mapas náuticos, dessa forma, difundiram o termo pelo mundo. O manguezal é um dos ecossistemas associados ao bioma Mata Atlântica (Figuras 1A e 1B) e aos recursos hídricos de transição entre os ecossistemas marinho e terrestre e sujeito ao regime de marés, o manguezal é considerado como um dos indicadores ecológicos mais significativos na zona costeira (VASCONCELOS FILHO, 2019).

**Figura 1 - Manguezal (CELMM/Marechal Deodoro/Alagoas).**



Foto: Amanda Silva de Medeiros, abr., 2019.

Os manguezais ocupam uma área de cerca de 137.760 km<sup>2</sup>, distribuídos em 118 países e territórios. Com base nas pesquisas recentes a área de cobertura no Brasil varia de 962.683 a 1.225.444 ha, o que representa cerca de 7,0 a 8,9% do total mundial da área de ocorrência desse ecossistema, podendo ser encontrados em quase todo o litoral brasileiro, desde o Oiapoque (04°30'N) até a Lagoa de Santo Antônio (28°28'S) (PAIVA, 2018).

As florestas de manguezais são ecossistemas abertos, de grande complexidade, onde acontecem significantes conexões entre o solo, o estuário, o oceano e o sistema atmosférico (CUNHA-LIGNON *et al.*, 2009). Segundo Labomar (2006) os manguezais do Brasil apresentam uma divisão de áreas que se concentra em 60% na Região Norte, 10% na Região Nordeste e 30% nas regiões Sudeste e Sul.

O ecossistema manguezal apresenta uma cobertura vegetal que estabiliza a costa, impedindo de ocorrer erosão, caracterizado por espécies de plantas típicas, em comparação com outros ecossistemas, possui uma vegetação muito distinta, como vegetais halófilos de raízes longas e aéreas (THIERS, 2016). O autor ainda aponta a importância de água doce para a vegetação do manguezal, mesmo essa se desenvolvendo em ambientes com salinidade de até 25%. Dentre as espécies dominantes ao longo da costa brasileira encontram-se o mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue-siriúba (*Avicennia schaueriana*), mangue branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue botão (*Conocarpus erectus*) (NASCIMENTO, 2017; SILVA *et al.*, 2019).

O manguezal tem sido de suma importância no sequestro de carbono e manutenção do clima global (MAIA, 2019). A vegetação do manguezal, assim como sua fauna associada, dispõe de uma série de adaptações fisiológicas e morfológicas únicas para resistir as diferentes condições ambientais limitantes das regiões entre marés (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2012; ELLISON, 2019).

Em Alagoas, os manguezais ocorrem ao longo das áreas estuarinas, dos rios, canais e junto aos corpos de água das principais lagunas costeiras (CORREIA e SOVIERZOSKI, 2005). Esse ecossistema atua como berçário para inúmeras espécies da fauna terrestre e marinha, e tanto a flora, como a fauna presente, dispõe de adequações para monitoramento dos níveis de sal em suas estruturas e filtragem de água (ICMBIO, 2018).

Embora a importância dos manguezais seja universalmente reconhecida, a forma de lidar com esses ecossistemas únicos é ainda um problema, pois grande parte das zonas úmidas costeiras, que incluem os manguezais, vem, sendo submetida a pressões antrópicas, e alguns tipos de uso incluem a destruição total de suas florestas (VANNUCCI, 2004). Aliado a isso, as mudanças climáticas vêm pressionando esses ecossistemas, já que são extremamente dependentes das oscilações do nível do mar e dos influxos de água doce, ou seja, os manguezais estão entre os ecossistemas mais ameaçados do planeta (LIMAYE e KUMARAN, 2012).

## 2.2 Organismos invertebrados na área de manguezal

A fauna dos manguezais geralmente pode ser distribuída pelos diferentes compartimentos existentes no ecossistema, que podem ser divididos em: água, sedimento e vegetação. No meio aquático existem crustáceos (caranguejos e camarões) e peixes (tainha, perca, manjuba e outros), enquanto os sedimentos incluem anelídeos (minhocas e poliquetas) e moluscos (crustáceos, ostras e caracóis). E crustáceos (caranguejos), e mamíferos (guaxinins ou guaxinins) em sedimentos. Na vegetação encontram-se moluscos (caracóis, brocas e ostras), crustáceos (caranguejos), insetos (moscas, mosquitos, borboletas, mariposas, dentre outros) e aracnídeos (aranhas) (BARRETO, 2020).

Os invertebrados da classe Aracnida e notadamente a classe Insecta com milhões de espécies descritas, representam a maior diversidade de todos os grupos animais conhecidos na Terra, com grande diversidade morfológica, adaptativa e comportamental, são considerados bons indicadores das condições ambientais, além disso devido à diversidade de suas espécies e habitats, são fundamentais para os processos biológicos dos ecossistemas naturais (ARAÚJO *et al.*, 2019)

De acordo com Almeida (2011) os organismos invertebrados são animais de grande importância que, influenciam todos os tipos de ecossistemas e são utilizados como organismos bioindicadores, que respondem a alteração do ambiente, podendo avaliar o estado de conservação dos ecossistemas, sendo terrestres ou aquáticos, exibem uma variedade de estilos de vida, formas e funções.

Alguns estudos realizados sobre a biologia floral e os mecanismos de polinização de espécies de mangue, apontam espécies de Dipteras (moscas), Hymenoptera (formigas, vespas, abelhas), Lepidopteras (borboletas e mariposas) como os principais polinizadores, além de aves e outros animais (NADIA, 2009). Segundo Almeida (2011) a integridade dos polinizadores está ameaçada por uma série de modificações, como fragmentação de habitats, expansão de áreas agrícolas, monocultura e práticas de uso como corte raso e uso de agrotóxicos.

Na gestão de áreas protegidas, é importante discernir as relações estabelecidas entre plantas e não polinizadores, e é necessário conhecer as espécies que compõem a comunidade, o que é feito através da investigação dos táxons como exemplo das abelhas (WARKENTIN *et al.*, 2014). O autor discorre que ao se tratar de um ambiente delineado para conservação, cercado

por ambientes aquáticos e áreas urbanas, pode ser um santuário para espécies terrestres nativas em ambientes humanizados, embora estudos tenham demonstrado que as espécies são abundantes mesmo em áreas urbanas.

### **2.3 Alterações ambientais no ecossistema manguezal**

O ecossistema de manguezais do Brasil é protegido pela "Lei Florestal". Nº 12.727 de 2012 (ARANE *et al.*, 2017). Em outubro de 2012, foi confirmada como área protegida permanente, mas devido a vários fatores, como: expansão de cidades e áreas portuárias, turismo predatório e pesca, poluição marinha derramamentos de óleo e esgoto doméstico ou industrial, aterros e construção civil, exploração madeireira e a criação desordenada e ilegal de camarão, se encontra ameaçado (SILVA *et al.*, 2018).

Os manguezais têm várias funções: estabilizador da costa, controle de erosão e de enchentes, como reserva de sedimentos, elementos tóxicos e nutrientes, agindo como regulador para a fonte de qualidade da água, recursos florestais e animais, mantenedores e fornecedores de biodiversidade (REZENDE e DUARTE, 2019). Dessa forma, segundo os autores, outra função do manguezal é a sua atuação como meio de transporte e lazer para o turismo. No entanto, devido a ocupação humana, é considerado um dos ambientes mais ameaçados (ALMEIDA *et al.*, 2008; REZENDE e DUARTE, 2019).

O manguezal é um dos ecossistemas mais produtivos do planeta, mas também é o mais vulnerável e susceptível a mudanças climáticas (ODUM e HEALD, 1975; DONATO *et al.*, 2011). Os impactos em manguezais podem ser ocasionados tanto por fenômenos de origem natural quanto antrópica, sendo que a primeira inclui elevação do nível do mar, furacões, tempestades, geadas, mudanças na trajetória de rios e hiper salinidade. A segunda é provocada pela exploração humana excessiva como o desmatamento, a retirada de madeira, construções de residenciais e a conversão dessa área para agricultura (MAIA *et al.*, 2019).

As funções ecológicas nos manguezais, assim como em outros ecossistemas, quando funcionando normalmente, em equilíbrio, estão entrelaçadas por várias inter-relações entre os componentes bióticos e abióticos, de modo cíclico e reaproveitável, demonstrando a própria sustentabilidade ecológica (NASCIMENTO, 2008). O autor ainda destaca que quaisquer alterações atuantes nos manguezais podem provocar desequilíbrios e, dependendo do grau de interferência, podem chegar a destruí-los e a razão mais forte é a expansão urbana.

A falta de informação sobre esse ecossistema os leva a associação a locais de proliferação de insetos, áreas fétidas e propícias para despejo de lixo e esgoto (PEREIRA, 2019). Segundo o autor essas áreas foram submetidas a drástica pressão e redução ao longo do processo de uso e ocupação do solo, incluindo a supressão da área para expansão urbana.

#### **2.4 Mesofauna invertebrada do solo**

Os organismos pertencentes às classes Oligochaeta (família Enchytraeidae), Symphyla (sínfilos), Pauropoda (pau-rópodos), Protura (proturos), Diplura (dipluros), Collembola (colêmbolos), Arachnida e Insecta, quando apresentando um comprimento entre 0,2 e 2 mm (SWIFT *et al.*, 1979), sendo classificados como mesofauna (BARROS *et al.*, 2010).

A classe Insecta é representada pelas ordens Diptera (dípteros), Coleoptera (besouros/broca) e Isoptera (isópteros ou cupins) (SILVA e AMARAL, 2013 ). A classe Arachnida é representada pelas ordens Pseudoscorpionida (pseudoescorpíões), Palpigradi (palpígrados) e Acari (ácaros) (BERUDE *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2012;). Os organismos mais abundantes são os Ácaros e colêmbolos, sendo os ácaros representados por mais de 1.000 espécies no Brasil (MELO *et al.*, 2009).

Os organismos da mesofauna colaboram na humificação, redistribuem a matéria orgânica, estimulam a atividade microbiana (HUBER, 2011), pois estabelecem interações em diferentes níveis com os microrganismos, que são essenciais para a conservação da fertilidade e produtividade do ecossistema (CORREIA, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2005). As atividades exercidas por estes organismos contribuem para a estruturação do ambiente terrestre, por atuarem na decomposição do material vegetal, o que contribui para a catalização das atividades microbianas, ciclagem de nutrientes, estruturação do solo (BRITO *et al.*, 2016) e reposição de nutrientes na cadeia alimentar (VIEIRA e SANTOS, 2001; BRITO *et al.*, 2016). Além de colaborar por meio da movimentação de partículas minerais e orgânicas, constituindo um ambiente fértil, aumentando a porosidade do solo (BERUDE *et al.*, 2015).

Sua diversidade é utilizada como indicador biológico da qualidade do solo (VIEIRA e SANTOS, 2001), uma vez que a sensibilidade da população desses artrópodes às alterações ambientais é importante no monitoramento da degradação e do estágio de recuperação de áreas degradadas (MORAIS *et al.*, 2013).

Conforme Dionísio *et al.* (2016) a distribuição variada no solo se dá em função de vários

fatores como matéria orgânica, temperatura do solo, textura, porosidade, umidade, pH, dentre outros.

O tipo de cobertura vegetal é determinante da biodiversidade e riqueza das comunidades de microinvertebrados (CORRÊA e MELO FILHO, 2004). A remoção da cobertura do solo ou a perda da camada superficial leva à compactação da camada exposta; reduz o teor de matéria orgânica na camada remanescente; além disso, reduz a retenção e infiltração de água e concentração de nutrientes nos horizontes expostos que não permite ou reduz a possibilidade de sua re-vegetação natural (AMARAL, 2017).

Os organismos da mesofauna podem ser influenciados pelo tipo de atividade desenvolvida no ambiente, como o sistema de cultivo utilizado, por exemplo (SILVA *et al.*, 2016). Em sistemas agrícolas diversificados e em solos mais protegidos, a alta diversidade de invertebrados do solo tem sido relatada, indicando que há um equilíbrio ecológico, pois o sistema tem maior sustentabilidade e resiliência (ALMEIDA *et al.*, 2020; ROSA *et al.*, 2015). De acordo com Almeida *et al.* (2020) e Brito (2016) as práticas agrícolas podem mudar a composição por meio de mudanças no habitat, suprimento de alimentos, criação de microambiente e competição intraespecífica e interespecífica, diferindo a diversidade e a intensidade dos organismos do solo.

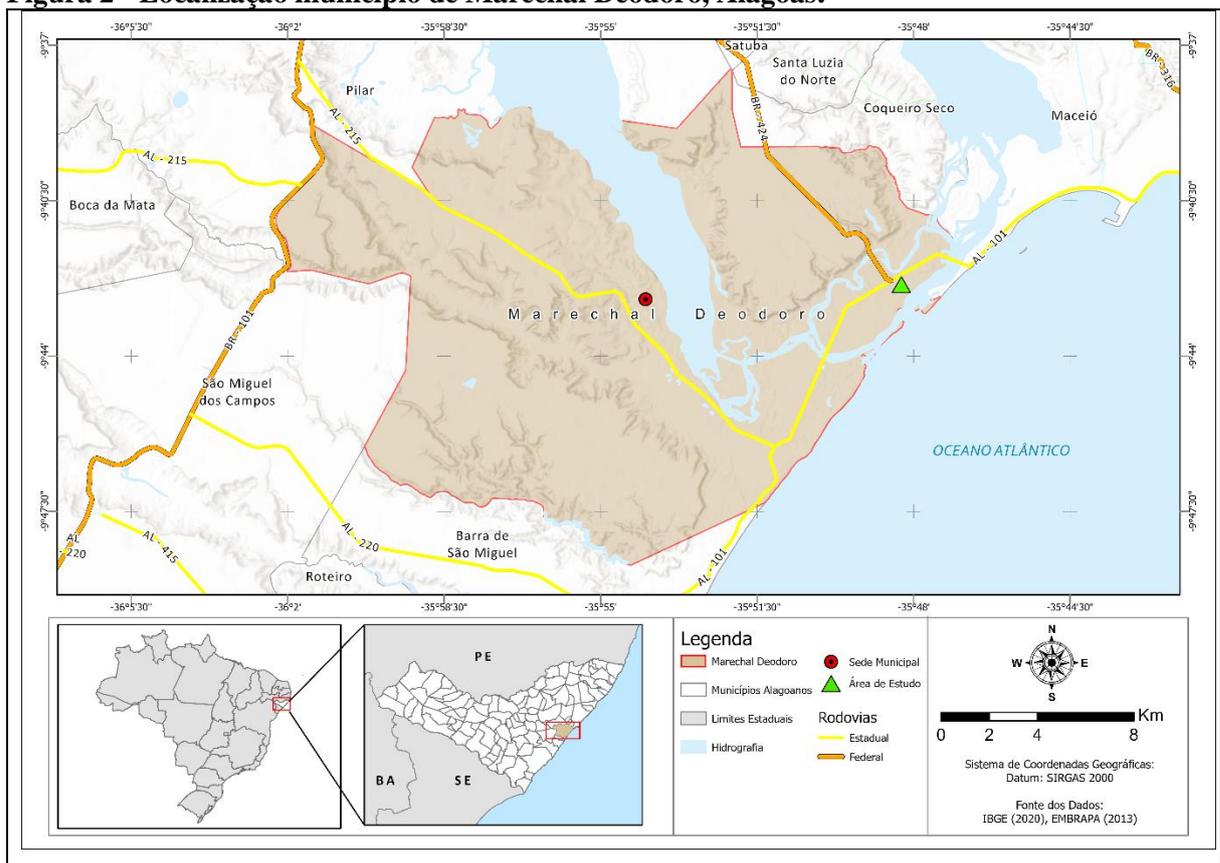
A sensibilidade dos invertebrados do solo em diferentes sistemas de gestão dependem do grau em que uma determinada prática é considerada sustentável ou insustentável em termos de qualidade do solo (SILVA *et al.*, 2012), já que esses organismos são sensíveis e reagem rapidamente devido às mudanças na estrutura da comunidade e diversidade de atividades humanas e naturais (BRITO *et al.*, 2016). Assim, a diminuição da diversidade de espécies e a modificação da estrutura da população de alguns grupos da fauna edáfica podem representar um indicador de degradação do solo e de perda de sua sustentabilidade (SILVA *et al.*, 2012).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Inserção territorial da área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Marechal Deodoro que está localizado na região sudeste do Estado de Alagoas (Figura 2), limita-se a norte com os municípios Pilar, Cajueiro, Santa Luzia do Norte e Satuba, a sul com Barra de São Miguel, a Leste com o Oceano Atlântico e a oeste com São Miguel dos Campos e Pilar (MASCARENHAS *et al.*, 2005).

**Figura 2 - Localização município de Marechal Deodoro, Alagoas.**



Fonte: IBGE (2019); IMA(2010).

Elaboração: José Ferreira dos Santos Junior, nov., 2021.

O relevo de Marechal Deodoro faz parte da unidade dos Tabuleiros e planícies costeiras e flúvio-marinhas, esta unidade acompanha o litoral de todo o Nordeste, apresenta altitude média de 50 a 100 m. Compreende platôs de origem sedimentar, que apresentam grau de entalhamento variável, ora com vales estreitos e encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundos com amplas várzeas (EMBRAPA, 2012; VILLANUEVA, 2016).

O Clima é do tipo As' - Tropical chuvoso com verão seco, de acordo com a classificação de Köppen e com estação chuvosa no período outono-inverno (CPRM, 2005). A precipitação média anual é de 1.634,2 mm, com temperatura do ar de 25 °C/ano e umidade do ar correspondendo a 70% (EMBRAPA, 2012).

Os solos mais representativos no local têm sua ocorrência relacionada às unidades geomorfológicas que integram as regiões da Planície Litorânea e dos Tabuleiros Costeiros, e são do tipo Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos e Organossolos (EMBRAPA, 2018).

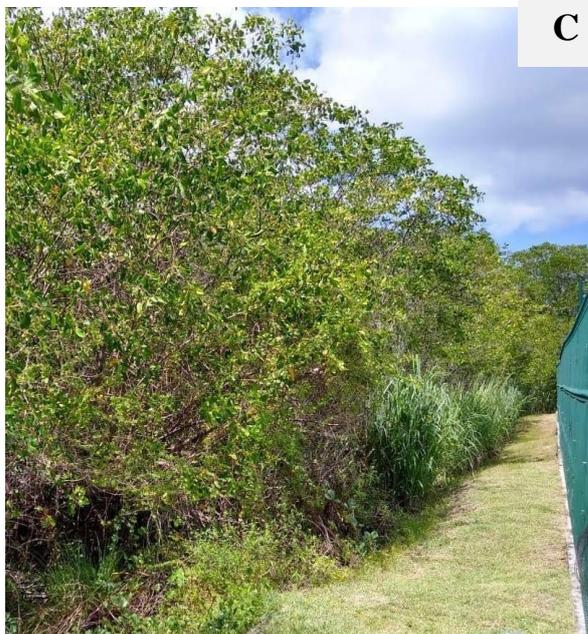
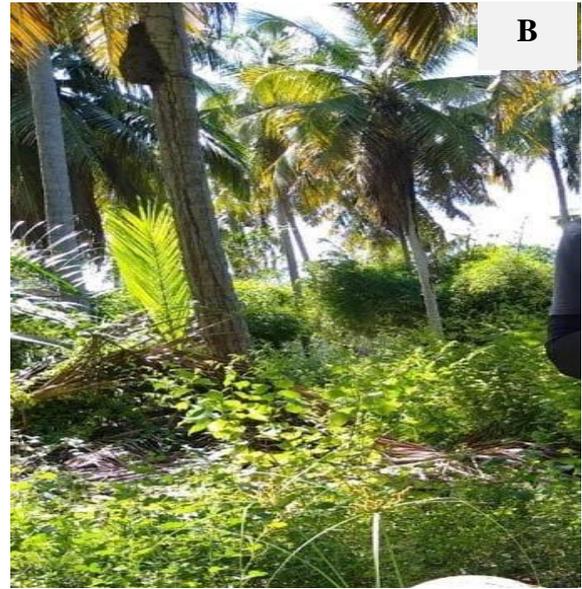
O município apresenta uma vegetação predominante do tipo floresta Subperenifólia, Floresta Perenifólia de Restinga e Floresta Perenifólia de Mangue, de formação densa, alta, com porte na faixa de 20 a 30 m e com elevada riqueza de espécies vegetais (EMBRAPA, 2012). Ainda segundo o autor, dentre as espécies encontradas destacam-se: Visgueiro (*Parkia pendula* Benth.), Marmajuda (*Sloanea obtusifolia* (Moric.) Schum.), Sucupira (*Bowdichia virgilioides* H.B.K.), Murici-da-mata (*Byrsonima sericea* DC.), Ingá-de-porco (*Sclerolobium densiflorum* Benth.), Pau-d'alho (*Gallezia gorazema* Moq.), dentre outras.

### 3.1.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada no bairro Barra Nova, pertencente ao Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba. Para a o estudo foi selecionadas quatro áreas experimentais: Área 1 - Cultivo Agrícola (9°42'28,9" S e 35°48'27,02" W), Área 2 - Degradada (9°42'22,39" S e 35°48'17,23" W), Área 3 - Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (9°42'04,78" S e 35°48'04,16" W) e Área 4 - Mangue conservado (9°41'56,55" S e 35°47'52,13" W) (CELMM).

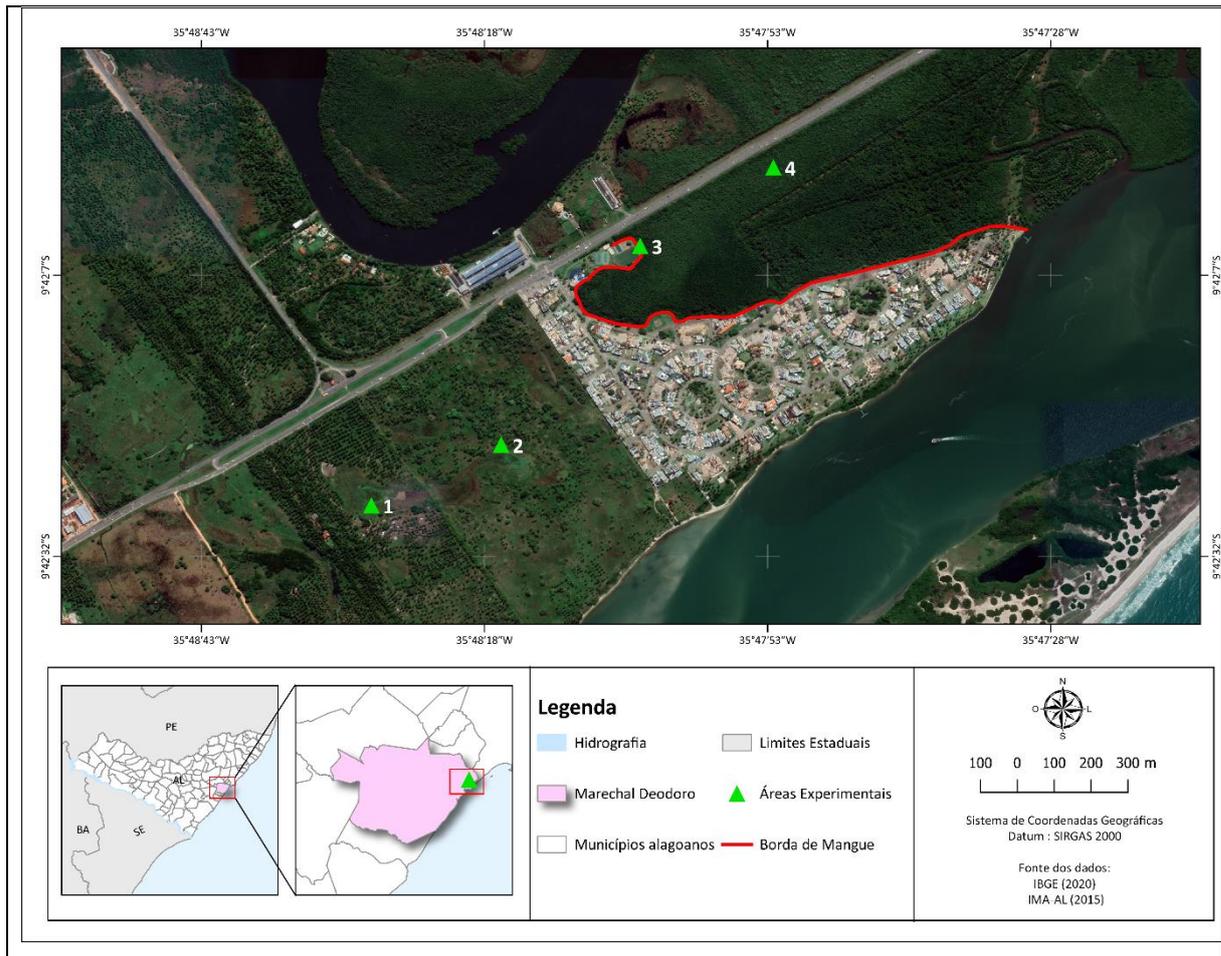
A área 1- Cultivo Agrícola (Figura 3A) é constituída por plantio de quiabo. A área 2 - Degradada (Figura 3B) foi submetida ao desmatamento e queima das florestas de mangue no processo de conversão para agricultura, como técnica de manejo do solo, apresenta partes de cobertura vegetal em processo de lenta regeneração. A área 3 - Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (Figura 3C) está localizada ao lado do Condomínio Laguna e se encontra ameaçado pelo avanço desordenado em seu entorno, gerando grandes impactos na região. A área 4 - Mangue (Figura 3D), está inserida em uma contínua área de mangue conservado, porém, é uma área ameaçada em consequência da especulação imobiliária.

**Figura 3 - Área de Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), Transição - Construção Civil/Borda de Mangue (C) e Mangue (D).**



Fotos: Amanda Silva de Medeiros, abr., 2019.

**Figura 4 - Localização das áreas experimentais.**



Fonte: IBGE (2020); IMA(2015).

Elaboração: José Ferreira dos Santos Junior, nov., 2021.

### 3.2 Quantificação da Mesofauna edáfica

Para a análise da mesofauna foram retiradas dez amostras de solo de cada área amostral (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição - Construção Civil/Borda de Mangue e Mangue), em maio e junho de 2019, com auxílio de anéis metálicos com dimensões de 4,8 cm de diâmetro e altura 5 cm, na profundidade 0-5 cm (ARAUJO *et al.*, 2009). Os anéis metálicos foram introduzidos no solo com auxílio de madeira e martelo, até ficarem totalmente preenchidos com solo (Figura 5A) e posteriormente, foram retirados com ajuda de pá de jardinagem e foram envolvidos em tecidos TNT (Tecido Não Texturizado) e tule, amarrados com liga de látex (Figura 5B).

**Figura 5 - Amostras de solo retiradas com anéis metálicos os quais foram envolvidos em tecidos TNT (Tecido Não Texturizado) e tule, amarrados com liga de látex.**

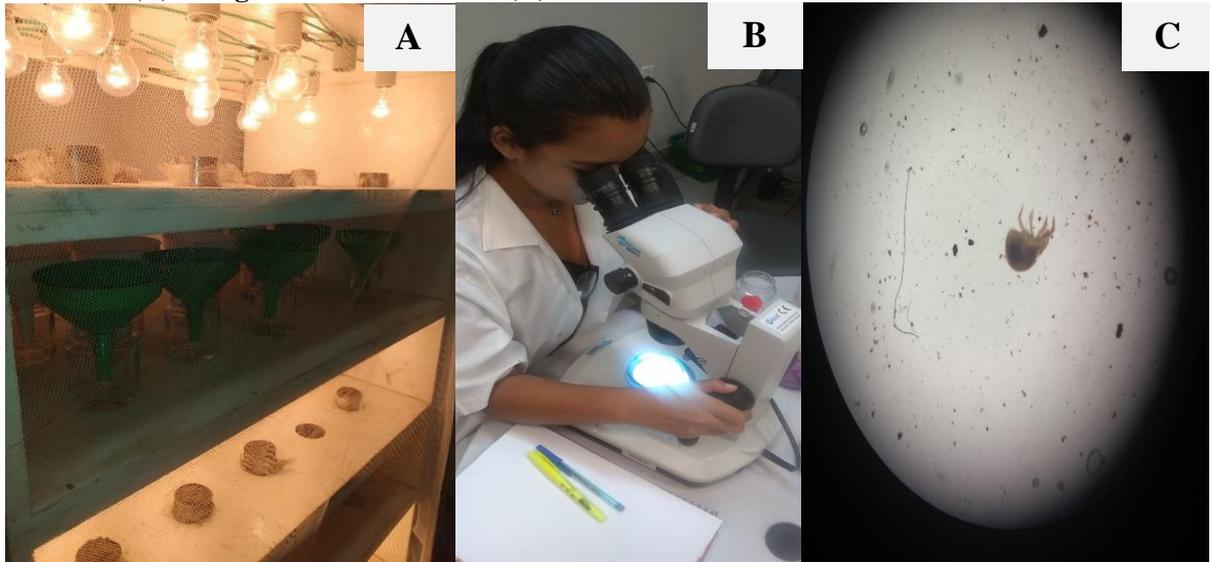


Fotos: Mayara Andrade Souza (A e B), jun., 2019.

As amostras foram acomodadas em caixas de isopor para evitar as perdas de umidade. Depois levadas para ao Laboratório de Ecogeografia e Sustentabilidade Ambiental (LabESA/IGDEMA/UFAL), onde foram inseridas na bateria de extratores Berlese-Tullgren modificada (Figura 6A) para a extração de organismos do solo por 96 horas (4 dias), expostos à luz de lâmpadas incandescentes de 25 W, fixadas no compartimento superior da bateria. No compartimento inferior foram instalados frascos de vidro de 250 mL contendo solução de álcool etílico 70% e funis para auxiliar o recolhimento dos organismos (ARAUJO, 2010).

O método consiste na migração descendente dos organismos das amostras de solo, devido à elevada temperatura gerada pelas lâmpadas. Os organismos caíram no funil e posteriormente no recipiente com solução de álcool 70%. Para identificação dos organismos da mesofauna com comprimento entre 0,2 e 2,0 mm foi utilizado lupa binocular para a identificação (Figura 6B) e contagem dos organismos (Figura 6C) (SWIFT *et al.*, 1979). As identificações foram realizadas utilizando a chave de identificação (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011) e ajuda de especialista.

**Figura 6 - Bateria de extratores Berlese-tullgren modificada (A), Identificação em lupa binocular (B) e Organismo Identificado (C).**



Fotos: Deisyane Valéria de Lima Monteiro (A e C) e Thamirys Modesto Souza (B), abr., 2019.

### 3.2.1 Avaliação quantitativa e qualitativa dos organismos edáficos

Os organismos da mesofauna do solo foram avaliados quantitativamente pela abundância (número total de organismos) e riqueza (variedade de grupos taxonômicos) e qualitativamente avaliou-se a diversidade e uniformidade.

O Índice de Diversidade de Shannon (H) foi quantificado seguindo a metodologia de Begon *et al.* (2007), de acordo com a equação:

$$H = -\sum p_i \cdot \log p_i,$$

Em que:

$$p_i = n_i/N;$$

$n_i$  = Densidade de cada grupo;

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

O índice de Shannon varia de 0 a 5 e indica o domínio dos grupos taxonômicos, sendo que o declínio dos valores é o resultado de uma maior dominância (BEGON *et al.*, 2007).

O Índice de uniformidade de Pielou (e) foi calculado conforme a metodologia de Begon *et al.* (1996) de acordo com a equação:

$$e = H/\log S$$

Onde:

H = Índice de Shannon;

S = Número de espécies ou grupos.

O Índice de uniformidade de Pielou (e) varia de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima), representa a distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELLOU, 1977).

### 3.3 Determinação do conteúdo de água do solo, temperatura do solo

Para determinação do conteúdo de água do solo foram realizadas dez coletas de amostras de solo nas quatro áreas estudadas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição - Construção Civil/Borda de Mangue e Mangue), em maio e junho de 2019. As amostras foram acondicionadas em latas de alumínio, identificadas previamente e com peso conhecido (Figura 7A). As latas foram levadas para o Laboratório de Ecogeografia e Sustentabilidade Ambiental (LabESA/IGDEMA/UFAL), onde foi feita a pesagem em balança analítica, com solo úmido (Figura 7B). Posteriormente, foram colocadas na estufa a 105 °C por 24 h e em seguida, as amostras com solo seco foram pesadas (Figura 7C).

A determinação do conteúdo de água do solo foi feita seguindo a metodologia de Tedesco *et al.* (1995), conforme a equação:

$$\text{CAS}\% = ((\text{Pu}-\text{Ps})/\text{Ps})\cdot 100$$

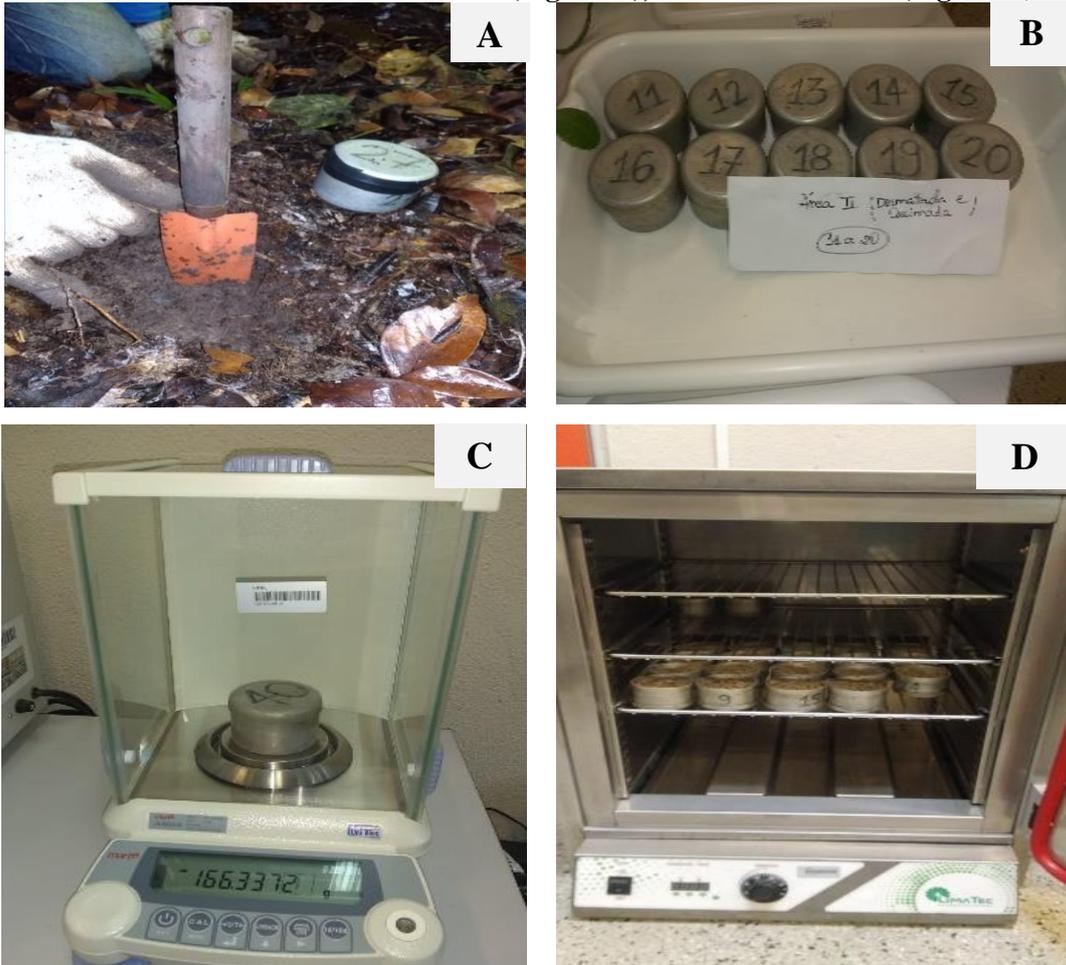
Em que:

CAS = Conteúdo de Água do Solo (%);

Pu= Peso do solo úmido (g);

Ps = Peso do solo seco (g).

**Figura 7 - A amostras do solo identificadas e vedadas (Figura A e B), pesagem a amostra de solo úmido e seco (Figura C), amostras na estufa (Figura D).**



Fotos: Thamirys Modesto Souza Silva (A e B) e Flávio da Silva Teles (C), abr., 2019.

Foram realizadas medições de temperatura na superfície do solo ( $^{\circ}\text{C}$ ) na profundidade (0-10 cm), nos dez pontos amostrais das quatro áreas de estudo, em maio e junho de 2019, utilizando termômetro digital do tipo espeto (Figura 8).

**Figura 8 - Medição da temperatura na superfície do solo (0-10 cm), utilizando termômetro digital espeto.**



Foto: Kallianna Dantas Araujo, abr., 2021.

### 3.4 Análise estatística

Todos os dados foram testados quanto sua normalidade (Shapiro-Wilk) e somente o Conteúdo de Água do Solo (CAS) foi normalizado após transformação com raiz quadrada ("sqrt"). As demais variáveis passaram por transformações com raiz quadrada e com logaritmo ("log"), mesmo assim não atingiram a normalidade.

Assim, os dados foram assumidos como “não normais” e, para testar a hipótese 1, os dados de abundância e riqueza, da mesofauna edáfica, foram submetidos a análise de Kruskal-Wallis e teste post-hoc de Dunn (que são testes não-paramétricos), ao nível de 5% ( $\alpha = 0,05$ ) para verificar se houve ou não diferença entre os valores das variáveis citadas anteriormente, em relação as quatro áreas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição - Construção Civil/Borda de Mangue e Mangue) e entre os dois meses (maio e junho/2019). É importante enfatizar que a análise de Kruskal-Wallis substitui a ANOVA de um fator. No entanto, este conjunto de dados apresenta dois fatores: áreas e meses. Então, esta análise foi realizada separadamente para meses e para áreas.

Já para testar a hipótese 2, devido a não normalidade dos dados, estes foram submetidos a estimativas de correlação de Spearman. As variáveis consideradas como dependentes foram a abundância (número de indivíduos) e a riqueza (número de grupos) da mesofauna edáfica. Já as variáveis consideradas como independentes foram: temperatura do solo e conteúdo de água do solo. Para testar a relação de dependência entre as variáveis, as significâncias foram

verificadas através do teste t de Student a 5% de probabilidade ( $\alpha = 0,05$ ), e a interpretação dos resultados da estimativa de correlação de Spearman foi baseada nos critérios propostos por Dancey e Reidy (2006), no qual as correlações podem ser: fraca ( $r \leq 0,399$ ), moderada ( $r \geq 0,400 \leq 0,700$ ) ou forte ( $r \geq 0,701$ ).

Todos os testes e os gráficos de correlação foram realizados através do software RStudio, usando o R versão 4.1.0 (TEAM, 2021). Nas análises de Kruskal-wallis e teste de Dunn foram utilizados os pacotes: dplyr (WICKHAM *et al.*, 2021) e rstatix (KASSAMBARA, 2021). Para a análise de correlação de Spearman, foram utilizados os pacotes: dplyr (WICKHAM *et al.*, 2021) e Hmisc (HARRELL *et al.*, 2021). E para os gráficos de correlação foi utilizada a função corrplot (WEI e SIMKO, 2021), do pacote GGally (SCHLOERKE *et al.*, 2021).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Influência entre as áreas e meses em relação a abundância e riqueza da mesofauna edáfica

#### 4.1.1 Mesofauna edáfica

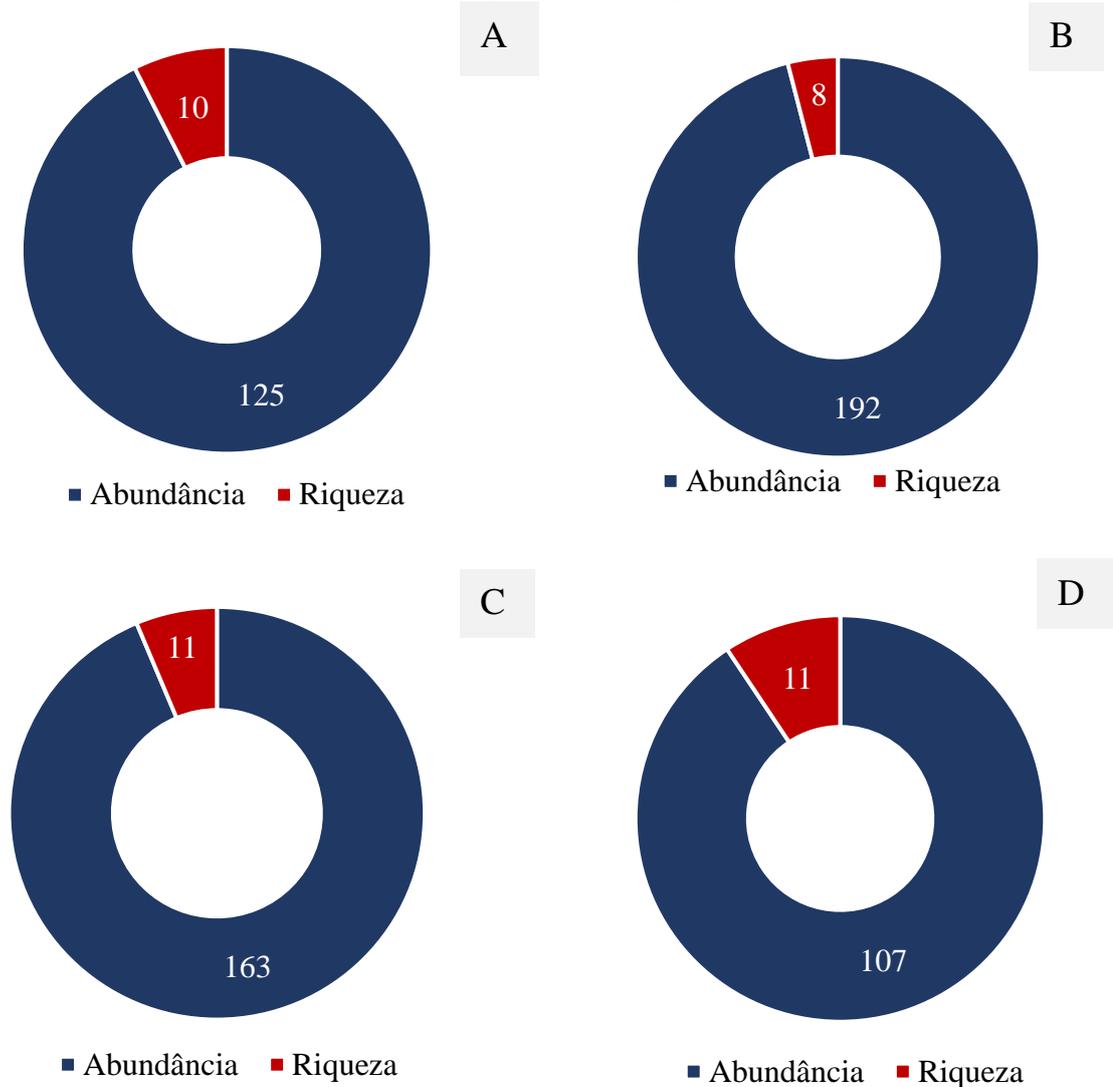
Nas 80 amostras de solo coletadas nos meses maio e junho/2019 nas áreas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição - Construção Civil/Borda de Mangue e Mangue) observou-se uma variedade de táxons com destaque para a área de Borda de Mangue (Construção Civil) e Mangue com a maior riqueza, tendo sido registrado 11 grupos taxonômicos (Gráfico 1C e Gráfico 1D). As demais áreas Cultivo Agrícola (Gráfico 1A) e Degradada (Gráfico 1B) apresentaram 10 e 8 táxons, respectivamente.

A área de Mangue apresentou uma grande riqueza, em virtude de esta ser um ambiente conservado, sem ocorrência de perturbações antrópicas. É importante também destacar que a área de borda de mangue, mesmo com a intervenção da construção civil, ainda se verifica que há elevada variedade de organismos no entorno desta floresta. Nunes *et al.* (2010) destacam que a maior riqueza de grandes grupos taxonômicos, estão diretamente relacionadas a função da relação interdependente da fauna edáfica e diversidade de recursos alimentares. E o tipo de cobertura vegetal é o determinante da biodiversidade e riqueza, conforme apontam Rosa *et al.* (2015) e Lagerlöf *et al.* (2017) quando afirmam que em solos mais protegidos, a diversidade de invertebrados é alta, indicando que há um equilíbrio ecológico, com o sistema é mais sustentável e resiliente.

A área Degradada foi a mais impactada em relação a riqueza de organismos seguida da área com Cultivo Agrícola, por serem ambientes cujos ecossistemas foram totalmente modificados. De acordo com Nascimento (2017) em solos mais secos e com intervenção antrópica é comum que a riqueza de grupos taxonômicos possa diminuir, devido à falta de alimentos propícios do solo para a manutenção do ciclo de vida desses indivíduos.

Já em relação a abundância, foi observado que a área Degradada foi a que apresentou maior concentração de indivíduos (192) (Gráfico 1B), seguida da área de Transição - (Construção Civil/Borda de Mangue) com 163 indivíduos (Gráfico 1C), Cultivo Agrícola (125) (Gráfico 1A) e Mangue (107) (Gráfico 1D).

**Gráfico 1 - Abundância e riqueza nas áreas Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D) nos meses maio e junho/2019.**



Elaboração: Deisyane Valéria de Lima Monteiro, set., 2021.

A área Degradada devido ao ecossistema ter sido submetido a processos de antropização, apresenta-se com uma diminuição das populações de diferentes grupos taxonômicos, além de mudanças na estrutura da comunidade como a diminuição da quantidade de formas juvenis como as larvas, aumento de insetos sociais, especialmente do grupo Formicidae (formigas) e ausência de alguns grupos (NUNES *et al.*, 2008).

O fato dessa área ter apresentado um incremento na abundância, ou seja, uma elevação do número de indivíduos, Nunes *et al.* (2012) explicam que esse aumento ocorre porque a vegetação está em processo de restauração e expansão, assim, nessas condições, a fauna encontra-se em estágio de colonização, e ainda não se formou uma comunidade com uma

estrutura nítida e variáveis como densidade, riqueza e uniformidade ainda podem apresentar grandes modificações até se estabilizar.

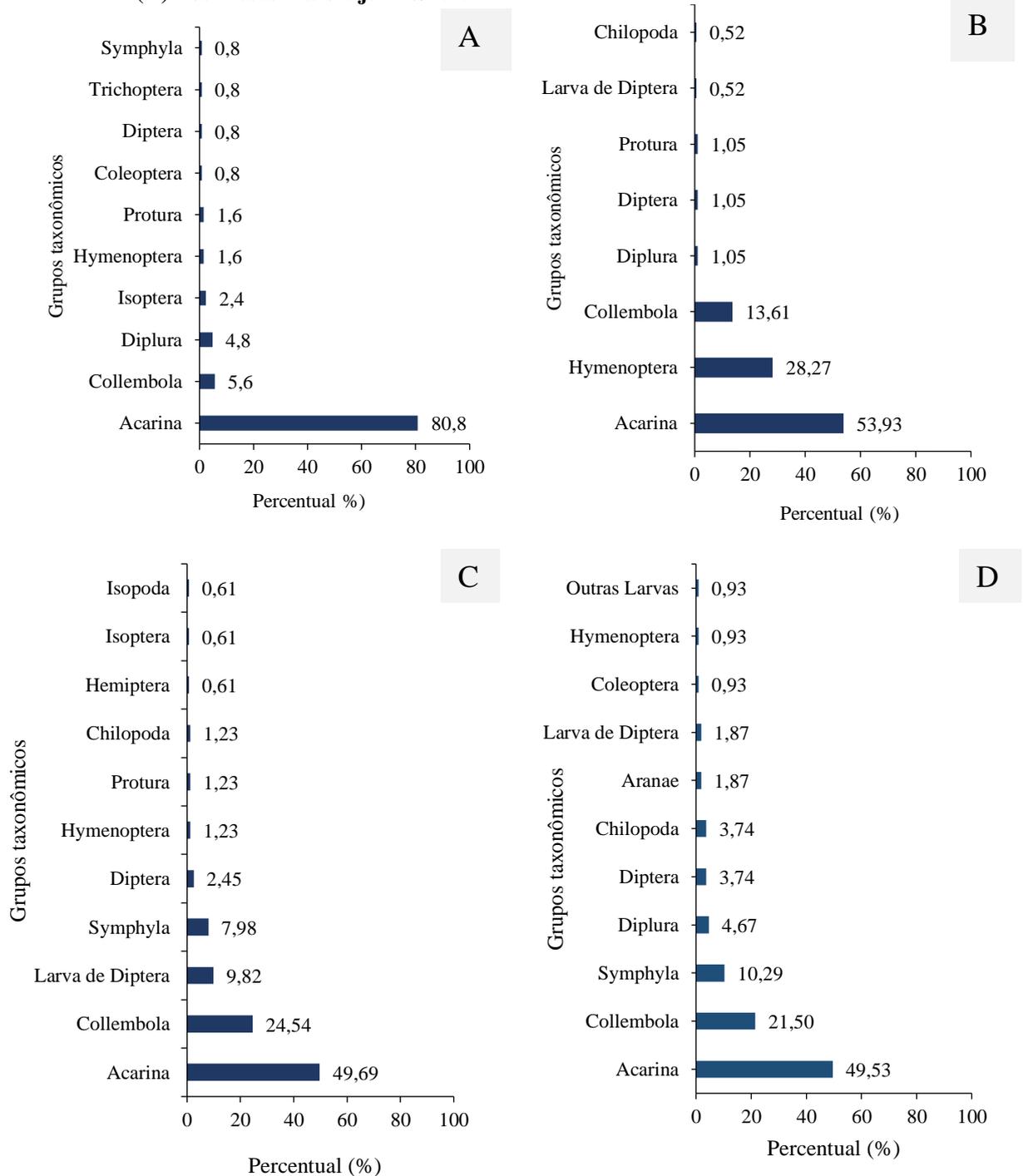
De acordo com Diniz Filho (2010) o manejo de áreas degradadas pode, claramente, levar ao aumento da densidade populacional da fauna do solo, o que pode favorecer o processo de recuperação de solos degradados, aumentando o crescimento das plantas com uso mínimo de fertilizantes.

Observou-se que o grupo Acarina foi mais abundante nas quatro áreas, Degradada (103 ind.; 53,93%) (Gráfico 2B), Cultivo Agrícola (101 ind.; 80,80%) (Gráfico 2A), Transição - Construção Civil/Borda de Mangue (81 ind.; 49,69%) (Gráfico 2C) e Mangue (53 ind.; 49,53%) (Gráfico 2D). Seguido pelo grupo Collembola (40 ind.; 24,54%) que se destacou na área de Transição - Construção Civil/Borda de Mangue (Gráficos 2C) e na área Degradada se sobressaiu o grupo Hymenoptera (54 ind.; 28,27%) (Gráfico 2B).

Cabe chamar atenção também para a disparidade nos valores dos grupos (Acarina=80,80% e Collembola=5,6%) nas áreas de Cultivo Agrícola e Degradada (Acarina=53,93% e Collembola=13,61%), reflexo da intervenção antrópica nesses ambientes. Quando se observa a área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue e Mangue) essa desigualdade reduz (Acarina=49,69% e Collembola=24,54%) e na área de Mangue essa diferença nos valores é ainda menor (Acarina=49,53% e Collembola=21,50%) (Gráfico 2C e 2D).

Outro aspecto a se observar é que segundo Singh e Pillai (1975) os grupos mais abundantes da mesofauna edáfica são Acarina e Collembola, juntos constituem de 72 a 97% dos indivíduos da mesofauna do solo. Esse resultado foi perceptível em todas as áreas, com exceção da área Degradada que embora tenha apresentado Acarina (53,93%) como o mais abundante, no entanto o grupo Hymenoptera (28,27%) superou o percentual de Collembola (13,61%) (Gráfico 2B), indicando o nível elevado de perturbação nessa área, uma vez que o grupo Hymenoptera possui gêneros que apresentam preferência por ambientes simplificados, perturbados e mais abertos (GUIMARÃES, 2021). O autor ainda relata que este grupo, em sua maioria é composto por espécies onívoras, sendo um indicativo de que na área há alimentos variados de origem vegetal e animal. Almeida *et al.* (2020) enfatizam que as formigas servem como alimentos para alguns organismos e também contribuem para melhoria do solo.

**Gráfico 2 - Percentagem (%) dos indivíduos capturados nas áreas Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D) nos meses maio e junho/2019.**



Elaboração: Deisyane Valéria de Lima Monteiro, set., 2021.

O grupo Acarina é mais resistente e perfeitamente adaptado às condições de altas temperaturas e grandes variações no regime hídrico, considerados dominantes (SOUTO, 2008). A elevada presença de ácaros no solo pode ser explicada pela maior variação dos hábitos nutricionais, possibilitando melhor utilização dos recursos disponíveis (SILVA *et al.*, 2013).

Além disso, são predadores e também decompositores de matéria orgânica, tendo um ciclo de vida mais resistente (CARVALHO, 2014). É possível que o grupo Acarina sirva de recurso para Hymenoptera, sobretudo formigas, como fonte de alimentação, o que complementa a explicação para a maior abundância deste grupo no ambiente (ALMEIDA, 2020).

Já o grupo Collembola se sobressaiu na área de borda de mangue por preferirem ambientes úmidos que apresentam fontes de alimentação, há preferência por fungos relacionados à matéria orgânica do solo, bactérias, detritos vegetais e animais (MACHADO, 2015). Segundo Pompeo (2016) os Colêmbolos são invertebrados, dos quais as condições microclimáticas determinam o habitat ideal e controlam a reprodução e a taxa de crescimento dos indivíduos e sua distribuição vertical ao longo do perfil. Ainda segundo o autor, este grupo também está envolvido na decomposição de substâncias como resíduos orgânicos, que afeta diretamente a entrada e manutenção da água no solo, tornando o ambiente propício para a sobrevivência dos demais organismos do solo.

Os grupos com menor quantidade registrados nas amostragens foram Araneae, Chilopoda, Coleoptera, Diptera, Diplura, Larvas e Symphyla nas áreas (Mangue e Degradada) (Gráficos 2B e 2D), Trichoptera, Protura e Isoptera na área de Cultivo Agrícola (Gráfico 2A), já Isopoda e Hemiptera na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (Gráfico 2C). No entanto, esses grupos, embora com abundância reduzida de indivíduos, são muito importantes na regulação interna do fluxo de energia desse ecossistema (SOUTO, 2008).

#### **4.2 Matriz presença/ausência**

Através da matriz presença/ausência foi possível observar que quatro grupos taxonômicos (Acarina, Collembola, Diptera e Hymenoptera) estiveram presentes nas quatro áreas estudadas (Tabela 1). Isto, devido a serem mais resistentes, amplamente distribuídos e adaptáveis as várias regiões, incluindo os manguezais (PEREIRA, 2001). Em alguns estudos feitos sobre o grupo Collembola, observaram que a presença de cobertura verde, matéria orgânica em decomposição e sistema radicular influenciaram o aumento da sua população (MORAIS *et al.*, 201). Segundo Krolow (2009) as formigas apresentam-se mais frequente na maioria dos ecossistemas.

**Tabela 1 - Matriz Presença (+) /Ausência (-) dos grupos taxonômicos da mesofauna edáfica nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue**

Grupos taxonômicos	Áreas			
	Cultivo Agrícola	Degradada	Transição (C. Civil/ B. Mangue)	Mangue
Acarina	+	+	+	+
Araneae	-	-	-	+
Collembola	+	+	+	+
Coleoptera	+	-	-	+
Chilopoda	-	+	+	+
Diptera	+	+	+	+
Diplura	+	+	-	+
Hemiptera	-	-	+	-
Hymenoptera	+	+	+	+
Isopoda	-	-	+	-
Isoptera	+	-	+	-
Larvas	-	-	-	+
Larva de Diptera	-	+	+	+
Protura	+	+	+	-
Symphyla	+	-	+	+
Trichoptera	+	-	-	-

Elaboração: Deisyane Valéria de Lima Monteiro, dez., 2021.

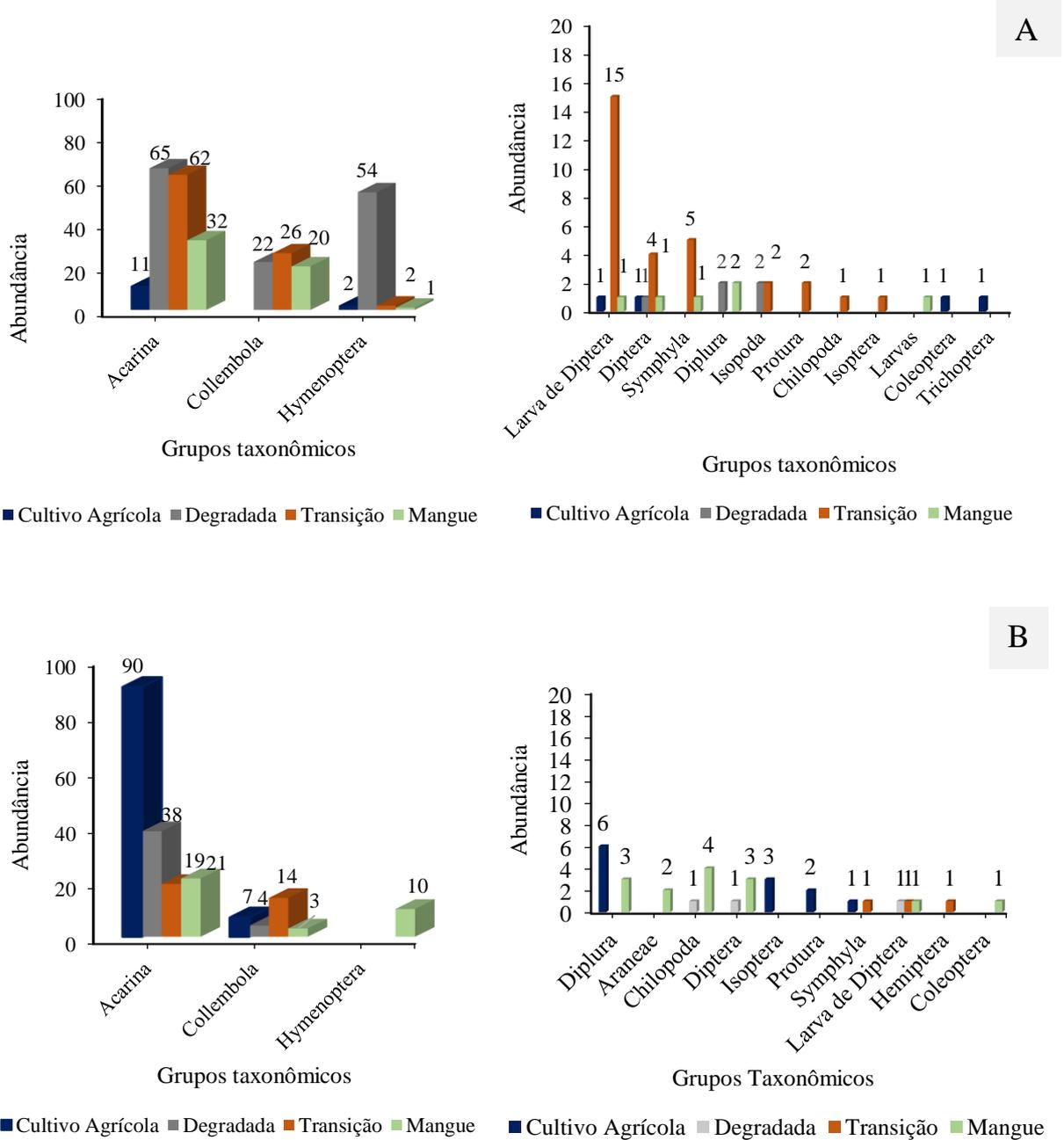
#### 4.3. Influência dos meses em relação a abundância e riqueza da mesofauna

Observando-se os valores da mesofauna entre os meses constatou-se que maio e junho de 2019 apresentaram valores de riqueza total nas áreas de estudo muito próximos, mas diferentes quanto a sua abundância (Gráficos 3A a 3B). No mês de maio observou-se uma abundância de 341 indivíduos e uma riqueza de 14 grupos taxonômicos. Já no mês de junho a abundância reduziu para 244 indivíduos e uma riqueza de 13 grupos taxonômicos, devido ao alto volume de precipitação no mês de junho ter sido elevado (338,5 mm), afugentando os invertebrados. De acordo com Silva *et al.* (2013) os organismos que habitam os espaços porosos do solo, se deslocam para habitat mais profundo, com umidade ideal e suportam apenas algum tempo até a situação ser modificada.

Considerando os meses avaliados observou-se que os grupos da mesofauna do solo com mais representatividade nas quatro áreas foram: Acarina com 338 indivíduos, Collembola com 96 indivíduos e Hymenoptera com 69 indivíduos (Gráficos 3A e 3B). Confirmando a assertiva de Moraes *et al.* (2013) ao afirmarem que os ácaros são os organismos mais abundantes da mesofauna do solo, chegando a 78% em áreas de floresta e 84,7% em áreas de pastagens e como componentes de cadeias alimentares envolvidas na ciclagem da matéria orgânica (PEREIRA *et*

al., 2012). O grupo Collembola de acordo com Machado (2015) possui vasta distribuição e sua maior abundância e diversidade está ligada ao habitat solo-serapilheira.

**Gráfico 3 - Abundância e riqueza nas áreas Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue nos meses de maio/2019 (A) e junho/2019 (B).**



Elaboração: Deisyane Valéria de Lima Monteiro, set., 2021.

As áreas de Cultivo Agrícola e Degradada, no mês de maio de 2019 apresentaram um baixo valor de CAS% (Conteúdo de Água do Solo) (Área 1 - 16,90%; Área 2 - 7,35%) e uma maior TS (Temperatura do Solo) (Área 1 - 27,53 °C; Área 2 - 27,94 °C) em comparação ao mês

de junho de 2019 com CAS (Área 1 - 21,11%; Área 2 - 10,46%) e TS (Área 1 - 26,58 °C; Área 2 - 26,33 °C). No mês de junho de 2019 os valores da precipitação pluvial foram superiores (338,5 mm) em relação ao mês de maio de 2019 (176,4 mm) (Tabela 2). Assim, o encharcamento do solo em junho provocou a redução da comunidade da mesofauna em termos de riqueza e abundância. Essa diminuição da riqueza e abundância em junho é devido a redução da temperatura e aumento do CAS e precipitação pluvial (Tabela 2).

**Tabela 2 - Fatores edafoclimáticos (Temperatura do Solo - °C, Precipitação Pluvial – mm e Conteúdo de Água do Solo – %) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue**

Áreas	Maio			Junho		
	CAS	PP	TS	CAS	PP	TS
Cultivo Agrícola	16,90	176,4	27,53	21,11	338,5	26,58
Degradada	7,35	176,4	27,94	10,46	338,5	26,33
Transição (C. Civil/ B. Mangue)	22,88	176,4	28,34	15,25	338,5	26,69
Mangue	22,03	176,4	26,89	34,36	338,5	25,52

Elaboração: Deisyane Valéria de Lima Monteiro, nov., 2021.

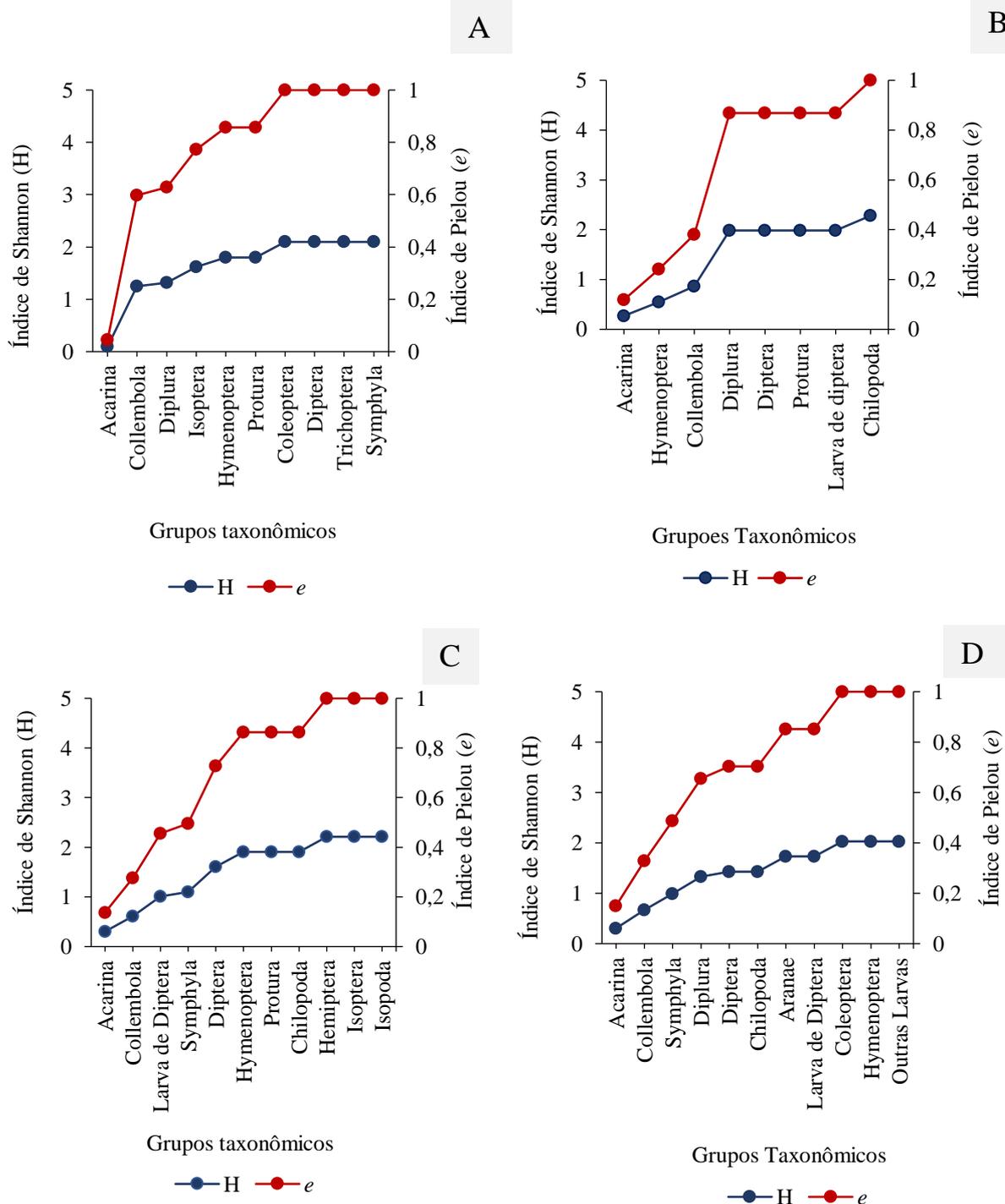
De acordo com Primavesi (2003) e Pereira (2012) as consequências da combinação de alta temperatura e baixa umidade é prejudicial para a maioria dos organismos do solo, devido esses organismos serem recobertos por uma película que impossibilita uma proteção maior contra a perda de água que é gerada pela dinâmica da temperatura e umidade deste ambiente. De acordo com Silva (2016), a fauna edáfica é afetada por efeitos climáticos e fatores como temperatura, umidade, textura e cobertura vegetal. O autor afirma que a umidade e a temperatura são fatores que determinam o habitat ideal e afetam a taxa de reprodução e crescimento dos indivíduos e sua distribuição.

#### 4.4 Índice de Shannon e Pielou

Constatou-se que a menor diversidade e uniformidade correspondeu ao grupo Acarina nas áreas Cultivo Agrícola ( $H=0,09$ ;  $e=0,04$ ) (Gráfico 4A), Degradada ( $H=0,27$ ;  $e=0,12$ ) (Gráfico 4B), Mangue ( $H=0,31$ ;  $e=0,15$ ) (Gráfico 4C) e Transição - Construção Civil/Borda de Mangue ( $H=0,30$ ;  $e=0,14$ ) (Gráfico 4D). Os menores valores nos índices ecológicos para o grupo Acarina decorre do maior número de indivíduos nas áreas Degradada (NI=192) (Gráfico 1B), Transição - Construção Civil/Borda de Mangue (NI=163) (Gráfico 1C), Cultivo Agrícola (NI=125) (Gráfico 1A) e Mangue (NI=107) (Gráfico 1D).

O grupo Acarina segundo Carvalho (2014) é considerado um dos mais diversos, tendo vários hábitos alimentares, sendo por isso, reconhecido em inúmeras áreas como: agricultura, saúde, controle biológico, dentre outras, sendo caracterizados como grupo decompositor e predador.

**Gráfico 4 - Índice de Diversidade de Shannon (H) e Índice de Uniformidade de Pielou (e) nas áreas Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D) nos meses maio e junho/2019.**

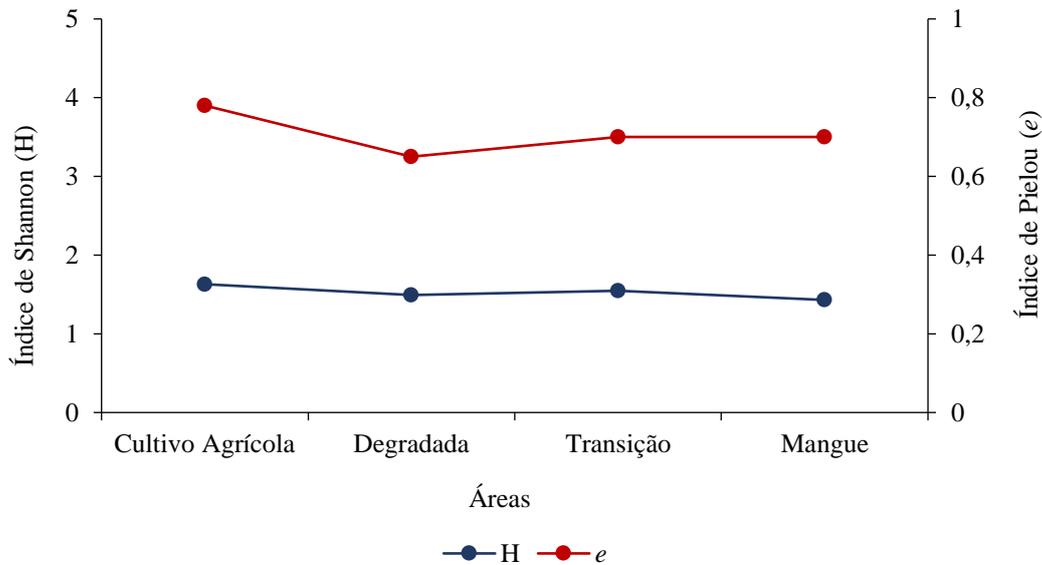


Os colêmbolos são indicadores da qualidade do solo, são sensíveis a alterações ambientais (CASSAGNE *et al.*, 2006; MAUNSELL *et al.*, 2012), as abrasões físicas e aos baixos teores de umidade (MACHADO, 2015). Alguns estudos, indicam a presença desse grupos apenas em solos úmidos, embora alguns deles possam resistir a uma determinada dessecação e ainda comenta que as populações de colêmbolos são maiores na superfície do solo (KROLOW, 2009).

Segundo Barreta *et al.* (2011) esses valores expressam que o aumento da diversidade da fauna e o reestabelecimento da cadeia trófica podem ser indicativos de que o ecossistema vem se mantendo em equilíbrio e se autossustentando (BARRETA *et al.*, 2011). Assim, quanto maior for a diversidade do ecossistema, maior será a estabilidade do solo e melhor será a qualidade deste solo (SILVA, 2016). Por outro lado, de acordo com Carvalho (2014), a baixa diversidade de indivíduos em uma área pode indicar perturbações ocasionadas por populações com hábitos predatórios, formadas por organismos numerosos que se reproduzem rapidamente.

Ao analisar as quatro áreas, observou-se que a melhor distribuição entre os grupos taxonômicos ocorreu nas áreas Mangue ( $H=1,43$ ;  $e=0,70$ ) e Transição - Construção Civil/Borda de Mangue ( $H=1,55$ ;  $e=0,70$ ) (Gráfico 5), coincidindo com a maior riqueza de grupos. Esse resultado decorreu do fato de serem áreas florestadas, com maior umidade e disponibilidade de alimentos, o que proporcionou um ambiente mais propício para o hábitat desses invertebrados. Segundo Andrade (2018) a qualidade da cobertura do solo é um fator importante para abundância e diversidade dos organismos, proporcionando temperaturas estáveis para a fauna local. A área de Cultivo Agrícola apresentou valor elevado em relação a diversidade e uniformidade ( $H=1,63$ ;  $e=0,78$ ) devido à grande concentração do grupo Acarina, não representando fidedignamente a realidade.

**Gráfico 5 - Índice de Diversidade de Shannon (H) e Índice de Uniformidade de Pielou (e) para as áreas Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D).**



Elaboração: Deisyane Valéria de Lima Monteiro, nov., 2021.

#### 4.5 Diferença entre as áreas e meses em relação a abundância e riqueza da mesofauna edáfica, conteúdo de água do solo e temperatura do solo

##### 4.5.1. Teste de Kruskal-Wallis e post-hoc de Dunn

Os testes foram realizados para verificar se há diferença da abundância (número de indivíduos) e riqueza (número de grupos) dos organismos da mesofauna edáfica entre as quatro áreas e entre os dois meses estudados e em relação ao conteúdo de água do solo e temperatura do solo. É importante destacar que foi dado ênfase somente na diferença entre a quantidade de grupos, e não se os grupos diferem ou não entre as áreas e meses.

Comparando as quatro áreas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição - Construção Civil/Borda de Mangue e Mangue) os resultados do teste de Kruskal-Wallis apontaram que há diferença em relação a riqueza ( $X^2_{(3)} = 13.359$ ; p-value = 0.003921), conteúdo de água do solo ( $X^2_{(3)} = 38.109$ ; p-value =  $2.68e^{-08}$ ) e temperatura do solo ( $X^2_{(3)} = 16.192$ ; p-value = 0.001036), mas não há diferença em relação a abundância dos organismos ( $X^2_{(3)} = 4.71$ ; p-value = 0.1945) (Tabela 3).

**Tabela 3 - Post-hoc de Dunn para abundância e riqueza da mesofauna edáfica, e variáveis edafoclimáticas em relação as áreas e meses**

Grupo 1	Grupo 2	Valor de <i>p</i> ajustado e com significância			
		NI	NG	CAS	TS
Áreas					
C. Agrícola	Degradada	0.872 ns	1 ns	2.71e <sup>-4</sup> ***	1 ns
C. Agrícola	Transição	0.210 ns	0.0142 *	1 e <sup>+0</sup> ns	1 ns
C. Agrícola	Mangue	1 ns	0.0533 ns	2.91e <sup>-1</sup> ns	0.0157 *
Degradada	Transição	1 ns	0.0860 ns	4.32e <sup>-3</sup> **	1 ns
Degradada	Mangue	1 ns	0.257 ns	8.57e <sup>-9</sup> *****	0.0314 *
Transição	Mangue	1 ns	1 ns	4.54e <sup>-2</sup> *	0.00108 *
Meses					
Maio	Junho	0.285 ns	0.652 ns	0.187 ns	9.91e-10 *****

ns: não significativo, \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ; Valor de *p* ajustado pelo método de Bonferroni; NI = Número de Indivíduos; NG = Número de Grupos Taxonômicos; CAS = Conteúdo de Água do Solo; TS = Temperatura do Solo.

Já em relação aos meses, só houve diferença entre a temperatura do solo (temperatura do solo:  $X^2_{(1)} = 37.343$ ;  $p$ -value =  $9.908e^{-10}$ ; abundância:  $X^2_{(1)} = 1.1412$ ;  $p$ -value = 0.2854; riqueza:  $X^2_{(1)} = 0.20324$ ;  $p$ -value = 0.6521; conteúdo de água do solo:  $X^2_{(1)} = 1.7379$ ;  $p$ -value = 0.1874) (Tabela 3).

O post-hoc de Dunn (Tabela 3) indicou que a abundância não apresentou resultados significativos entre áreas e meses. No que diz respeito a riqueza, considerando as áreas, houve diferença entre Cultivo Agrícola e Transição (Construção Civil/Borda de Mangue). Quanto as variáveis edafoclimáticas, observou-se que a área Degradada diferiu dos demais ambientes. A área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) diferiu de Mangue para Conteúdo de Água do Solo - CAS. Já em relação aos meses, somente a temperatura do solo apresentou diferença. E entre as áreas, somente Mangue foi diferente dos demais ambientes, em relação a variável temperatura.

#### **4.6 Influência dos elementos edafoclimáticos sobre a abundância e riqueza, da mesofauna edáfica**

##### **4.6.1 Estimativas de correlação de Spearman**

Os resultados das estimativas de correlação de Spearman (relação das variáveis edafoclimáticas com a abundância e riqueza da mesofauna edáfica) estão representados nas figuras 9A a 9D.

É possível observar que nas áreas de Cultivo Agrícola (Figura 9A) e Mangue (Figura 9C), não houve resultados significativos ( $p < 0,05$ ). Já na área Degradada (Figura 9B), a

abundância apresentou correlação positiva ( $r=0.5$ ) com a temperatura do solo, que de acordo com Dancey e Reidy (2006) é classificada como moderada ( $r \geq 0,400 \leq 0,700$ ). O que significa que quando a temperatura do solo se eleva, aumenta o número de indivíduos da mesofauna, e quando a temperatura do solo diminui, a abundância reduz.

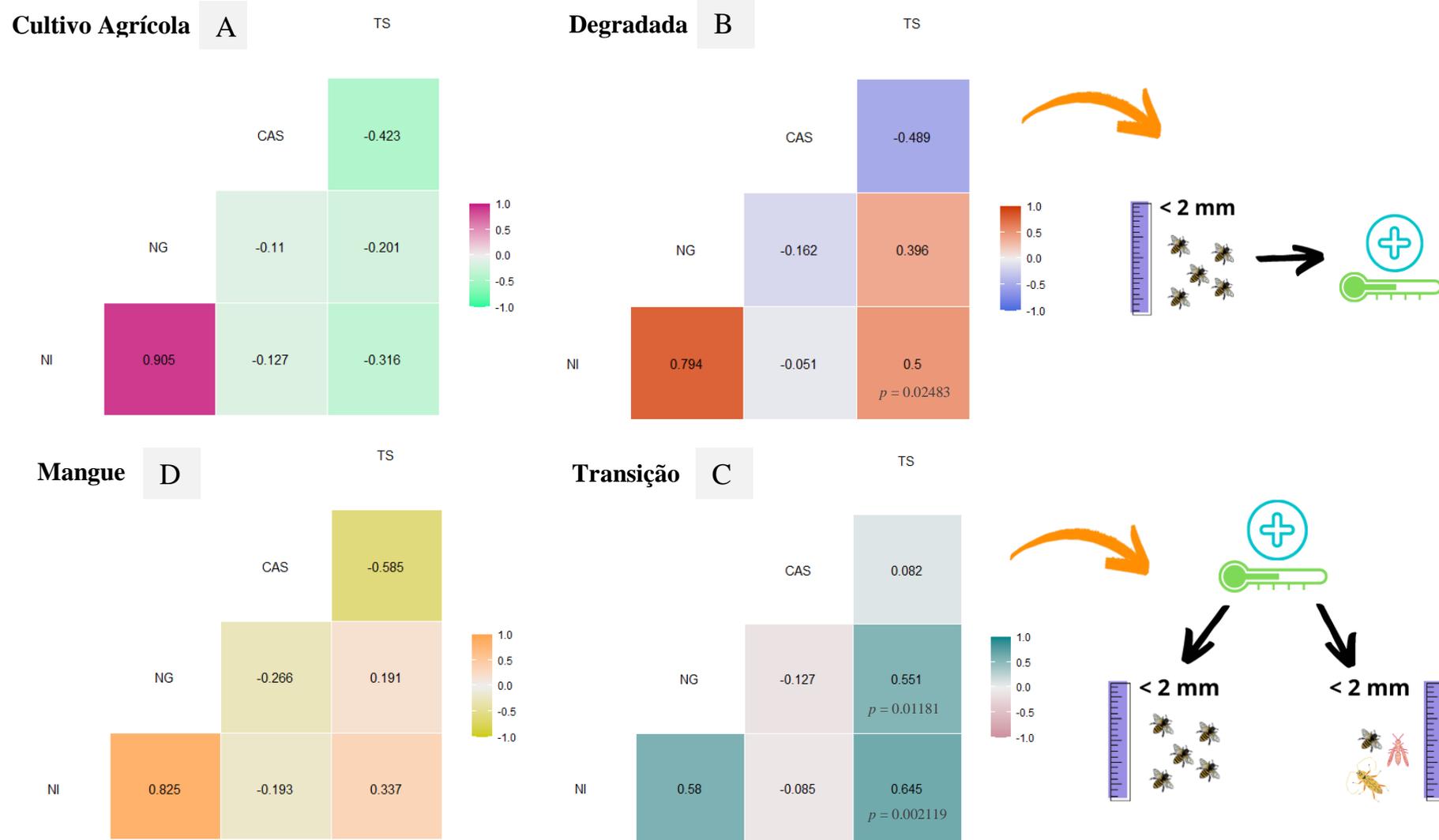
Na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (Figura 9D), a abundância e riqueza apresentaram correlações positivas e moderadas com a temperatura do solo, ou seja, as duas variáveis aumentam ou diminuem proporcionalmente: quando a temperatura se eleva, aumenta a abundância e a riqueza, e quando a temperatura diminui, há uma redução em ambas as variáveis.

A partir dos resultados é possível inferir que a Hipótese 1 em parte foi comprovada, já que os testes mostraram que há uma diferença da riqueza em relação as quatro áreas. Apenas, sendo refutada em relação a abundância nas quatro áreas, pois não houve correlação significativa para o número de indivíduos.

A Hipótese 2 foi parcialmente corroborada, pois os resultados das estimativas de correlação de Spearman entre as variáveis edafoclimáticas (CAS e TS) com a abundância da mesofauna, na área de Cultivo Agrícola, não apresentaram significância. Na área Degradada houve correlação positiva ( $p=0.02483$ ) e moderada ( $r=0.5$ ) entre abundância e TS (corroborada) mas não houve correlação com o conteúdo de água do solo (refutada); Na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) houve correlação positiva da riqueza com TS, mas a hipótese foi refutada porque era esperado uma correlação negativa. Houve também correlação positiva com a abundância e TS, e não houve correlação da riqueza e abundância com CAS (refutada); Na área de Mangue não houve correlação entre riqueza e as variáveis CAS e TS (refutada).

Desse modo, as variáveis edafoclimáticas influenciaram a abundância e riqueza da mesofauna edáfica nas áreas estudadas do ecossistema Manguezal, embora o conteúdo de água do solo não tenha se mostrado uma variável significativa. Outras pesquisas corroboram com os dados verificados, apontando que o aumento da temperatura e umidade são favoráveis a atividade da fauna em função dos grupos taxonômicos e que os diferentes tipos de cobertura e uso do solo têm impacto direto nos organismos edáficos (KRETSCHMER, 2016 e ALVES, 2018), fato observado no presente estudo.

**Figura 9 - Estimativas de correlação de Spearman (A) e relação das variáveis edafoclimáticas (CAS e TS) com a abundância e riqueza da mesofauna nas áreas - Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D).**



Elaboração: Élide Monique da Costa Santos, jan., 2022.

## 5 CONCLUSÕES

Os grupos taxonômicos da mesofauna do solo com maior dominância são Acarina e Collembola, indicados pelos baixos valores nos índices de Shannon e Pielou, refletindo na menor diversidade e equabilidade;

A maior riqueza de grupos taxonômicos encontra-se nas áreas de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue e a abundância mais elevada na área Degradada;

A abundância e riqueza dos organismos da mesofauna apresentam correlação direta com a temperatura do solo, confirmadas pela estimativas de correlação de Spearman. Já o conteúdo de água do solo não apresenta influência significativa;

A riqueza dos grupos taxonômicos é diferente entre as áreas Cultivo Agrícola e Transição (Construção Civil/Borda de Mangue), já abundância dos organismos não difere nas quatro áreas Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue;

Recomenda-se a continuação de pesquisas a longo prazo sobre os grupos taxonômicos da mesofauna do solo, principalmente na área de Mangue, já que há escassez de informações sobre os organismos edáficos que habitam os solos salinos dos manguezais brasileiros, tendo sido encontrados nesta pesquisa os primeiros indícios do que pode ocorrer na área, pois em virtude da recomendação da OMS para a adoção de medidas de distanciamento físico em decorrência do avanço da Pandemia do Covid 19 as amostragens foram interrompidas.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. N. *et al.* Fauna de invertebrados edáficos em áreas com diferentes coberturas vegetais. **Revistas Ifes Ciência**, Espírito Santo, v. 6, n. 2, p. 195-206, ago. 2020.
- ALMEIDA, M. A. X. SOUTO, J. S. SOUTO, P. C. Composição e sazonalidade e da mesofauna do solo do semiárido paraibano. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 4, p. 214-222, out./dez. 2013.
- ALMEIDA, E. M. **Avaliação da ocorrência de insetos em manguezal como subsídio para diagnóstico ambiental**. 2011. 38 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural, Rio de Janeiro, 2011.
- ALMEIDA, M. A. X. **Fauna edáfica, decomposição foliar e liberação de nutrientes em área de Caatinga do Curimataú da Paraíba, Brasil**. 2010, 136 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de da Paraíba, Areia, 2010.
- ALMEIDA, R.; COELHO-JUNIOR, C.; CORTES, E. **Os maravilhosos manguezais do Brasil**. 1. ed. Cariacica: IBB, 2008. 242 p.
- ALVES, S. S. **Dinâmica da macrofauna em serrapilheira em áreas com plantios de *Eucalyptus* ssp. e Caatinga, em Olho D'água das Flores, Semiárido de Alagoas**. 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Intituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.
- AMARAL, T. C. **Invertebrados epígeos como indicadores de recuperação de área degradada tratada com lodo de esgoto e resíduos de poda de árvores**. 2017. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- ANDRADE, A. R. **Efeito do cultivo sobre a fauna edáfica no semiárido sergipano, Simão Dias**. 2018. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnologia em Agroecologia) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Sergipe, São Cristóvão, 2018.
- ARANE, A. R. A.; JARDIM, A. M.; ARANA, D. **Revista Brasileira de Geografia Física**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 280-295, jan. 2017.
- ARAÚJO, R. C. S. *et al.* Entomofauna da Área de Proteção Ambiental Morros Garapenses: conhecimento e educação ambiental. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Corrente, v. 7, n. 2, p. 50-60, set. 2019.
- ARAÚJO, K. D. **Análise da e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e vegetação ambientes de São João do Cariri – PB**. 2010. 166 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- ARAÚJO, K. D. *et al.* Influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna invertebrada do solo em área de caatinga no Semiárido da Paraíba. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia**, Jataí, v. 12, n. 12, p. 1-12, jan./jun. 2009.

- BARETTA, D. *et al.* Fauna edáfica e qualidade do solo. *In*: SEVERIANO, E. C.; MORAES, M. F.; PAULA, A. M. **Tópicos em Ciência do Solo**. 1. ed. Viçosa: SBCS, 2011. p. 119-170.
- BARRETO, A. D. *et al.* Relações socioambientais nas áreas de manguezais na cidade de Magé no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Augustus**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 50, p. 92-110, mar./jun. 2020.
- BARROS, Y. J. *et al.* Indicadores de qualidade de solos de área de mineração e metalurgia de chumbo: II-mesofauna e plantas. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1413-1426, ago. 2010.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 752 p.
- BERUDE, M. C. *et al.* A Mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 1-14, dez. 2015.
- BRITO, M. F. *et al.* Diversidade da fauna edáfica e epigéica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 3, p. 253-260, mar. 2016.
- CARVALHO, T. A. F. **Mesofauna (Acari e Collembola) em solo sob cafeeiro e leguminosas arbóreas**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- CASSAGNE, N. *et al.* Endemic Collembola, privileged bioindicators of forest management. **Pedobiologia**, France, v. 4, n. 50, p. 127-134, out. 2006.
- CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecossistemas marinhos: recifes, praias e manguezais**. 1. ed. Maceió: EDUFAL, 2005. 55 p.
- CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. Aspectos ecológicos da sucessão secundária em áreas mineradas no cerrado. *In*: CORRÊA, R. S.; BAPTISTA, G. M. M. (eds.). **Mineração e áreas degradadas no cerrado**. 1. ed. Brasília:Universa, 2004. p. 123-158
- CUNHA-LIGNON, M. *et al.* Estudos de caso nos manguezais do estado de São Paulo (Brasil): aplicação de ferramentas com diferentes escalas espaço-temporais. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 79-91, nov. 2009.
- CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Precipitação pluviométrica**. 2005. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/>. Acesso em: 16 ago. 2021.
- DANCEY, C. P.; REIDY, T. **Estatística sem matemática para psicologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 608 p.
- DIONÍSIO, J.A. *et al.* **Guia prático de biologia do solo**. 1. ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2016. 152 p.

DONATO, D. C. *et al.* Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. **Nature Geoscience**, Londres, v. 4, n. 5, p. 293-297, abr. 2011.

DUARTE, T. L. S.; REZENDE, V. A. Degradação dos manguezais em Aracaju/SE (Brasil): impactos socioeconômicos na atividade de catador do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*).

**Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Recife, v. 7, n. 1, p. 86-97, jun./out. 2019.

ELLISON, J. C. Biogeomorfologia dos manguezais. In: Wolanski, E.; CAHOON, D.; PERILLO, GME (eds.) **Áreas úmidas costeiras: uma abordagem integrada do ecossistema**, Elsevier Science, Amsterdam, 2019, p. 687-715.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 5. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2018. 335 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas**. 1. ed. Recife: Embrapa Solos, 2012. 238 p. (Boletim Técnico).

FILHO DINIZ, E. M. **Caracterização da fauna de invertebrados do solo em área de empréstimo em recuperação na Ilha da Madeira, Itaguaí, Brasil**. 2010. 18 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

GUIMARÃES, N. F. *et al.* Fauna do solo associada a diferentes sistemas de cultivo. **Research, Society and Development**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 1-16, fev. 2021.

HARRELL JUNIOR, F. E. **With contributions from Charles Dupont and many others Hmisc**: Harrell Miscellaneous. R package version 4.5-0, 2021. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc> Acesso em: 17 jan. 2022.

HUBER, A. C. Estudo da mesofauna (ácaros e colêmbolos) no processo da vermicompostagem. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 18, n. 2, p. 12-20, nov. 2011.

ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas dos manguezais do Brasil**. 1. ed. Brasília: ICMBIO, 2018. 176 p.

LABOMAR. INSTITUTO DE CIÊNCIA DO MAR. **Atlas dos manguezais do nordeste do Brasil**. 1. ed. Fortaleza: LABOMAR, 2006. 124 p.

KASSAMBARA, A. **Rstatix**: Pipe-friendly framework for basic statistical tests. R package version 0.7.0. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=rstatix> Acesso em: 19 dez. 2021.

KROLOW, D. R. V. **Estudo da macro e mesofauna do solo em um sistema de produção de base ecológica**. 2009. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

- KRETSSCHMER, E. **Fauna epigeia em fragmento de mata nativa e área agrícola no município Doutor Mauricio Cardoso.** 2016. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Ciências Biológicas) – Campus Cerro Largo, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2016.
- LAGERLÖF, J.; MARIBIE, C.; JOHN, J. M. Trophic interactions among soil arthropods in contrasting land-use systems in Kenya, studied with stable isotopes. **European Journal of Soil Biology**, Amsterdã, v. 79, n. 1 p. 31-39, mar/abr. 2017.
- LIMAYE, R. B.; KUMARAN, K. P. N. Mangrove vegetation responses to Holocene climate change along Konkan coast of south-western India, **Quaternary International**, China, v. 263, n. 14, p. 114-128, jun. 2012.
- MACHADO, J. S. **Diversidade morfológica de colêmbolos (Hexapoda: Collembola) em sistemas de manejo do solo.** 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.
- MAIA, R. C. Impactos ambientais em manguezais no Ceará: causas e consequências. **Revista Conexões Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 13, n. 5, p. 69-77, dez. 2019.
- MAUNSELL, S. C. *et al.* Springtail (Collembola) assemblages along an elevational gradient in Australian subtropical rainforest. **Australian Journal of Entomology**, Canberra, v. 52, n. 2, p. 114- 124, dez. 2012.
- MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C. de. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Marechal Deodoro, estado de Alagoas.** 1. ed. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 21 p.
- MELO, F. V. de. *et al.* A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 38-43, jan./abr. 2009.
- MORAIS, J. W. de; OLIVEIRA, F. G. L.; BRAGA, R. F.; KORASAKI, V. Mesofauna. *In*: MOREIRA, F. M. S. *et al.* (eds.). **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal.** 1. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2013. p. 185-200.
- MORSELLI, T.B.G.A. **Biologia do solo.** 1. ed. Pelotas: UFPel, 2007. 145 p. (Apostila de acompanhamento de disciplina).
- NADIA, T. C. L. **Fenologia, ecologia da polinização e reprodução de espécies de manguezal, no município de Goiana- PE.** 2009. 145 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.
- NASCIMENTO, D. K. D. **Atividade Antibacteriana, Citotóxica e Imunomodulatória de Conocarpus erectus Linneus (Combretaceae).** 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Saúde) – Centro de Ciência da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

- NASCIMENTO, J. R. **Efeitos da degradação dos manguezais sobre a diversidade e abundância da macrofauna bentônica na Península de Ajuruteua, Bragança-PA.** 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos) – Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), Universidade Federal do Pará, Bragança, 2008.
- NUNES, L. A. P. L. *et al.* Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 30-37, jan./mar. 2012.
- NUNES, A. **Estudo do papel das proteínas mitocondriais desacopladoras na tolerância aos estresses abióticos empregando diferentes abordagens.** 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENESES, R. Í. Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de Caatinga submetidas a queimadas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 214-220, jul./set. 2008.
- ODUM, W.E., HEALD, E.J. Mangrove forests and aquatic productivity. *In*: HASLER, A. D. *et al.* (eds.). **Coupling of land and water systems**. 10. ed. New York: Springer-Verlag, 1975. p. 129-136.
- OLIVEIRA, L. A. K.; FREITAS, R. R. de; BARROSO, G. F. Manguezais: turismo e sustentabilidade. **Caderno Virtual de Turismo**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, p. 51-55, set./dez. 2005.
- PAIVA, L. M. **Variabilidade estrutural da floresta de mangue do estuário do rio Tatuamunha, Porto de Pedras, Alagoas, Brasil.** 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado Oceanografia Biológica) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2018.
- PEREIRA, J. N. *et al.* Os impactos do processo de urbanização da bacia do canal do mangue do Rio de Janeiro (RJ) em seu regime hidrológico. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA, 2., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2019, p. 1-8.
- PEREIRA, A. *et al.* Análise da distribuição espacial de áreas queimadas através da função K de Ripley. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 100, p. 445-455, dez. 2013.
- PEREIRA, R. C.; ALBANEZ, J. M.; MAMÉDIO, I. M. P. Diversidade da meso e macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas – BA. **Revista Magistra**, Cruz das Almas, v. 24 (número especial), p. 63-76, dez. 2012.
- PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 385 p
- POMPEO, P. Fauna e sua relação com atributos edáficos em Lages, Santa Catarina. **Revista Scientia Agrária**, Curitiba, v. 17, n. 1, p.42-51, jan./mar. 2016.
- PRIMAVESI, A. Revisão do conceito de agricultura orgânica: conservação do solo e seu efeito sobre a água. **Revista O Biológico**, São Paulo, v. 65, n. 1/2, p. 69-73, jan./dez. 2003.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 23 ago. 2021.

ROSA, M. G. *et al.* Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1544-1553, nov./dez. 2015.

SILVA, R. S. *et al.* Propriedades medicinais de plantas do mangue do estado de Pernambuco. *In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS DA SAÚDE*, 1., 2019, Recife. **Anais [...]**. Recife: COINTER, 2019. p. 1-14.

SILVA, E. R. A. C. Análise espaço – temporal das características do mangue urbano no estuário do Pina (Pernambuco). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Recife, v. 1, n. 1, p. 30-38, jan./abr. 2018.

SILVA, L. C. S. *et al.* Mesofauna do solo, na caatinga de Maravilha, semiárido alagoano. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO*, 1., 2016, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Editora Realize, 2016. p. 1-10.

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

SILVA, A. C. F. *et al.* Mesofauna edáfica em ecossistema manguezal no litoral sul do Rio Grande do Norte. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 34., 2013, Florianópolis. **Anais[...]**. Florianópolis: UFCG, 2013. p. 1-4.

SILVA, J. *et al.* Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 7, n. 2, p. 112-125, maio/jul. 2012.

SILVA, J. B. da. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do ecossistema manguezal em Pernambuco**. 2012. 183 f. Tese (Doutorado em Regionalização) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SINGH, J.; PILLAI, K. S. A study of soil microarthropod communities in some fields. **Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol**, Paris, v. 12, n. 3, p. 579-590, jul. 1975.

SOUTO, P. C. *et al.* Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 151-160, out. 2008.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *et al.* Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os manguezais brasileiros. *In: SOUZA, G.; JUCÁ, K.; WATHELY, M. (orgs.). Código Florestal e a Ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber*. 1. ed. Brasília: Comitê Brasil, 2012. p. 18-27.

SCHLOERKE, B. GGally: extension to 'ggplot2'. R package version 2.1.2. 2021. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=GGally> Acesso em: 17 jan. 2022.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems: studies in Ecology**. 5. ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1979. 238 p.

TEDESCO, J. M.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises do solo, plantas e outros materiais**. 1. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188 p. (Boletim técnico).

THIERS, P. R. L; MEIRELES, A. J. A; SANTOS, J. O. **Manguezais na costa oeste cearense: preservação permeada de meias verdades**. 1. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016. 126 p.

TRIPLEHORN, C. A.; JONNISON, N. F. **Estudo dos insetos**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809 p.

VALE, C. C. do. **Séries geomórficas costeiras do estado do Espírito Santos e os habitats para o desenvolvimento dos manguezais: uma visão sistêmica**. 2004 386 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

VANNUCCI, M. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. 2. ed. São Paulo: EdUSP, 2004. 843 p.

VASCONCELOS FILHO, J. I. F.; MAIA, R. C.; SALLES, R. Desempenho dos diferentes métodos de amostragem para caracterização da ictiofauna associada ao manguezal da praia de arpoeirás em acaraú, ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 52, n. 1, p. 81-98, nov. 2019.

VIEIRA, M. H. P; SANTOS, H. R. Impacto de herbicidas sobre a mesofauna edáfica em sistema de plantio direto. **Revista Cerrados**, Campo Grande, v. 2, n. 3/8, p. 17-19, fev. 2001.

VILLANUEVA, T. C. B. **Geodiversidade do estado de Alagoas**. 1. ed. Salvador: CPRM, 2016. 165 p.

WEI, T.; SIMKO, V. R package 'corrplot': visualization of a correlation matrix (version 0.90), 2022 Disponível em: <https://github.com/taiyun/corrplot> Acesso em: 17 jan. 2022.

WICKHAM, H. et al. Dplyr: a grammar of data manipulation. R package version 1.0.7., 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr> Acesso em: 17 jan. 2022.