



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

ARTUR MANOEL JÚNIOR

**ACARINA E COLLEMBOLA NO ECOSSISTEMA MANGUEZAL, EM MARECHAL
DEODORO, ALAGOAS**

**Maceió
2022**

ARTUR MANOEL JÚNIOR

**ACARINA E COLLEMBOLA 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**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale – CRB4 - 661

M294a Manoel Júnior, Artur.
Acarina e collembola no ecossistema manguezal, em Marechal Deodoro,
Alagoas / Artur Manoel Júnior. – 2022.
54 f.: il.

Orientadora: Kallianna Dantas Araujo.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia) – Universidade
Federal de Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Curso de Geografia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 50-54.

1. Geografia regional. 2. Manguezais. 3. Comunidade Edáfica – Diversidade.
4. Ecossistemas. 5. Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) –
Alagoas. I. Título.

CDU: 913:574(815.3)

À minha mãe, Maria do Carmo, minhas tias Zélia e Rosângela, Manuela minha filha e à Luciana minha esposa que sempre estiveram ao meu lado durante a minha graduação.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus e a minha família que me deram sustentação durante toda a minha vida.

A Universidade Federal de Alagoas, que possibilitou a minha conquista de fazer um curso superior de qualidade. E a todos que fazem parte do IGDEMA, sejam os servidores efetivos ou terceirizados por todo o suporte dado durante o curso.

A contribuição de todos os professores na minha formação, em especial a professora Dra. Kallianna Dantas Araujo que me orientou em dois estágios e neste TCC, sempre com muita clareza e paciência.

Ao LabESA (Laboratório de Ecogeografia e Sustentabilidade Ambiental), pela possibilidade de execução dos dois Estágios Supervisionados Obrigatórios e pela realização do TCC. E ao grupo de Pesquisa Biogeografia e Sustentabilidade Ambiental pelo apoio, principalmente a Élide Monique da Costa Santos pela ajuda com a análise estatística.

Ao Alesson Santana Ferro, meu colega de turma, pela ajuda na produção do mapa de localização da área de estudo deste trabalho e em tantos outros trabalhos durante o curso.

A Professora Dra. Mayara Andrade Souza, que coordena o Projeto Valoração das Funções Ecosistêmicas dos Manguezais em Alagoas, pela possibilidade de realização deste trabalho.

A banca examinadora na pessoa da Profa. Dra. Ana Paula Lopes da Silva e da Profa. Dra. Mayara Andrade Souza, pela disponibilidade em agregar mais valor ao trabalho pelas inúmeras contribuições.

Aos amigos que fiz durante o curso, pelas trocas de experiências e informações que agregaram muito na minha formação e aos meus amigos de infância que torceram muito por mim.

A todos que sempre estiveram ao meu lado e acreditaram em mim, mesmo com todas as dificuldades e obstáculos enfrentados durante toda minha trajetória na UFAL e na vida pessoal.

“Cooperação para benefício mútuo, uma estratégia de sobrevivência muito comum em sistemas naturais, é algo que a humanidade precisa imitar”.

Eugene Pleasants Odum (1913 - 2002).

RESUMO

O ecossistema manguezal compreende um sistema complexo, que abriga muitas espécies da flora e fauna, e vem sendo submetido a interferências antrópicas como desmatamento, queimada e poluição que provocam a alteração na qualidade do solo e na comunidade edáfica. O objetivo do trabalho foi avaliar se a abundância, diversidade e uniformidade dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola variam conforme o tipo de área (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue). O trabalho foi realizado em Marechal Deodoro, Alagoas, localizado na Região Metropolitana de Maceió, especificamente na área do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM). As avaliações ocorreram nos meses maio e junho de 2019 nas quatro áreas, considerando dez pontos amostrais. Foram realizadas coletas de amostras de solo com anéis metálicos para captura de organismos da mesofauna edáfica, cuja extração foi realizada no extrator Berlese-Tullgren. Também foram instaladas armadilhas Provid em campo para captura de organismos da macrofauna edáfica. Foi realizada a quantificação da abundância dos invertebrados e feita a aplicação dos índices ecológicos de diversidade de Shannon e uniformidade de Pielou, distribuição dos organismos nas áreas pela matriz presença/ausência e a relação da distribuição de Acarina e Collembola com temperatura e conteúdo de água do solo. Os dados estatísticos foram analisados através do software RStudio versão 4.1.0, os quais foram testados quanto a sua normalidade (Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (Fligner Test), e para testar as hipóteses foram realizadas estimativas de correlação de Spearman, análise de Kruskal-Wallis e teste post-hoc de Dunn. Independente do método, extrator Berlese-Tullgren (mesofauna) e armadilhas Provid (macrofauna), o grupo Acarina é mais abundante que Collembola em todas as áreas de estudo (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue), comprovado pelos menores valores de diversidade e uniformidade de Shannon e Pielou, com exceção na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) onde o grupo Collembola da macrofauna (armadilhas Provid) é mais abundante que Acarina; O grupo Acarina (mesofauna e macrofauna) tem maior preferência pelas áreas Degradada e Cultivo Agrícola, que são ambientes mais secos. Já o grupo Collembola (mesofauna e macrofauna) optam pela área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue), demonstrando ter preferência por ambientes com fonte de alimentação diversificada e por locais mais úmidos, mas não encharcados como no mangue; Os grupos Acarina e Collembola (mesofauna e macrofauna) apresentam uma distribuição expressiva nas áreas de estudo pela matriz presença/ausência, sendo que Acarina encontra-se presente em todas as áreas e meses. Já na área de Cultivo Agrícola Collembola (mesofauna e macrofauna) se mostra ausente em maio e Collembola (macrofauna) ausente em junho; A temperatura do solo influencia a abundância de Collembola (macrofauna) na área Degradada, Acarina (macrofauna) e Collembola (macrofauna e mesofauna) na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Collembola (mesofauna) na área de Mangue. Na área de Cultivo Agrícola não há influência dessa variável sobre abundância desses organismos edáficos. Já o Conteúdo de Água do Solo (CAS) não influencia a abundância de Acarina e Collembola (mesofauna e macrofauna) nas áreas e meses.

Palavras-chave: Comunidade Edáfica. Abundância. Diversidade. Mesofauna. Macrofauna.

ABSTRACT

The mangrove ecosystem comprises a complex system, which houses many species of flora and fauna, and has been subjected to anthropic interference such as deforestation, burning, and pollution that cause changes in soil quality and the edaphic community. This work aimed to evaluate whether the abundance, diversity, and uniformity of the Acarina and Collembola taxonomic groups vary according to the type of area (Agricultural Cultivation, Degraded, Transition (Civil Construction/Mangrove Edge) and Mangrove). The work was performed in Marechal Deodoro, Alagoas, located in the Metropolitan Region of Maceió, specifically in the area of the Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM). The evaluations occurred in May and June 2019 in the four areas, considering ten sample points. Soil samples were collected with metallic rings to capture edaphic mesofauna organisms, whose extraction was performed in the Berlese-Tullgren extractor. Provid traps were also installed in the field to capture edaphic macrofauna organisms. Invertebrate abundance was quantified and the Shannon diversity and Pielou uniformity ecological indices were applied, the distribution of organisms in the areas by the presence/absence matrix and the relationship between the distribution of Acarina and Collembola with temperature and water content of the ground. Statistical data were analyzed using RStudio software version 4.1.0, which were tested for normality (Shapiro-Wilk) and homoscedasticity (Fligner Test), and to test the hypotheses, Spearman correlation estimates, Kruskal analysis-Wallis and Dunn's post-hoc test. Regardless of the method, Berlese-Tullgren extractor (mesofauna) and Provid traps (macrofauna), the Acarina group are more abundant than Collembola in all study areas (Cultivation, Degraded, Transition (Civil Construction/Mangrove Edge) and Mangrove), evidenced by the lower values of diversity and uniformity of Shannon and Pielou, except in the Transition area (Civil Construction/Mangrove Edge) where the Collembola group of macrofauna (Provid traps) is more abundant than Acarina; The Acarina group (mesofauna and macrofauna) has a greater preference for the Degraded and Agricultural Cultivation areas, which are drier environments. The Collembola group (mesofauna and macrofauna) opt for the Transition area (Civil Construction/Mangrove Edge), showing a preference for environments with diversified food sources and more humid places, but not soggy ones, as in the mangrove; The Acarina and Collembola groups (mesofauna and macrofauna) present an expressive distribution in the study areas by the presence/absence matrix, and Acarina is present in all areas and months. In the Agricultural Cultivation area, Collembola (mesofauna and macrofauna) is absent in May and Collembola (macrofauna) is absent in June; Soil temperature influences the abundance of Collembola (macrofauna) in the Degraded area, Acarina (macrofauna) and Collembola (macrofauna and mesofauna) in the Transition area (Civil Construction/Mangrove Edge) and Collembola (mesofauna) in the Mangrove area. In the Agricultural Cultivation area, there is no influence of this variable on the abundance of these edaphic organisms. Soil Water Content (CAS) does not influence the abundance of Acarina and Collembola (mesofauna and macrofauna) in areas and months.

Keywords: Edaphic Community. Abundance. Diversity. Mesofauna. Macrofauna.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Manguezais e Unidades de Conservação em Alagoas.....	15
Figura 2 - Organismos do grupo taxonômico Acarina.....	18
Figura 3 - Organismos do grupo taxonômico Collembola.....	19
Figura 4 - Localização da área de estudo em Marechal Deodoro, Alagoas.....	22
Figura 5 - Área 1 - Cultivo Agrícola (A), área 2 - Degradada (B), área 3 - Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e área 4 - Mangue (D).....	23
Figura 6 - Anel utilizado para a coleta de Acarina e Collembola (A), amostra retirada com espátula (B), anéis envolvidos com tecidos de tule e TNT e presos com liga de látex (C) e umedecimento da amostra de solo (D).....	24
Figura 7 - Parte superior da bateria de extrator Berlese-Tullgren modificada (A), parte inferior onde foram instalados os frascos de vidro contendo álcool 70% e funis (B), equipamento coberto com tecido tule (C), identificação e contagem dos indivíduos da mesofauna edáfica (D).....	25
Figura 8 - Armadilha Provid enterrada no solo na área 1 (Cultivo Agrícola).....	26
Figura 9 - Coletas de amostras de solo em campo (A), acondicionamento em latas de alumínio (B), pesagem das amostras (C) e secagem do material em estufa (D).....	28
Figura 10 - Medição da temperatura do solo (°C).....	29
Figura 11 - Resultados da correlação de Spearman para as áreas Cultivo Agrícola (A) e Degradada (B) relacionada com temperatura do solo e conteúdo de água do solo.....	47
Figura 12 - Resultados da correlação de Spearman para as áreas Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (A) e Mangue (B) relacionada com temperatura do solo e conteúdo de água do solo.....	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual (%) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (mesofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D) pelo Método Extrator Berlese-Tullgren.....	31
Gráfico 2 - Diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradação, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue.....	35
Gráfico 3 - Percentual (%) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (macrofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D) pelo Método Provid.....	38
Gráfico 4 - Diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradação, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz Presença (1) /Ausência (0) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (mesofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue.....	33
Tabela 2 - Índice de diversidade de Shannon (H) e Índice equabilidade de Pielou (e) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (mesofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue.....	34
Tabela 3 - Números de indivíduos (NI) relacionados com o conteúdo de água do solo (CAS %), temperatura do solo (TS °C) e precipitação pluvial PP (mm) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue, nos meses Maio e Junho de 2019.....	36
Tabela 4 - Abundância dos indivíduos nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição e Mangue, nos meses Maio e Junho de 2019....	37
Tabela 5 - Matriz Presença (1) /Ausência (0) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue pelo Método Provid..	39
Tabela 6 - Índice de diversidade de Shannon (H) e Índice equabilidade de Pielou (e) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola.....	40
Tabela 7 - Número de indivíduos (NI) relacionados com o conteúdo de água do solo (CAS %), temperatura do solo (TS °C) e precipitação pluvial PP (mm) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue, nos meses Abril, Maio e Junho de 2019.....	42
Tabela 8 - Abundância dos indivíduos nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue, nos meses Abril, Maio e Junho de 2019.....	43
Tabela 9 - Post-hoc de Dunn para abundância de Acarina e Collembola da macrofauna e mesofauna e temperatura e conteúdo de água do solo....	44

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE GRÁFICOS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Caracterização dos Manguezais	13
2.2 Organismos edáficos	15
2.2.1 Macrofauna e mesofauna.....	15
2.2.2 Fatores que influenciam os organismos edáficos.....	16
2.3 Caracterização dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola	17
2.3.1 Acarina.....	17
2.3.2 Collembola.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Inserção territorial da área de estudo	21
3.1.1 Área de estudo.....	21
3.2 Quantificação dos grupos Acarina e Collembola pelo método de extrator Berlese-Tullgren (Mesofauna) e armadilhas Provid (Macrofauna)	23
3.2.1 Método de extrator Berlese-Tullgren.....	23
3.2.2 Armadilhas Provid para captura da macrofauna do solo.....	26
3.3 Quantificação da diversidade e uniformidade por meio dos índices ecológicos de Shannon e Pielou	26
3.4 Distribuição dos organismos nas áreas pela matriz presença/ausência	27
3.5 Relação da distribuição de Acarina e Collembola com temperatura e conteúdo de água do solo	27
3.6 Análise estatística	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Avaliação de Acarina e Collembola da mesofauna pelo método extrator Berlese-Tullgren	31
4.1.2 Distribuição dos organismos nas áreas pela Matriz Presença/Ausência.....	32
4.1.3 Quantificação da diversidade e uniformidade com base nos índices ecológicos de Shannon e Pielou.....	33
4.1.4 Relação da distribuição de Acarina e Collembola (mesofauna) com temperatura e conteúdo de água do solo.....	35
4.2 Avaliação de Acarina e Collembola da macrofauna pelo método armadilhas Provid	37
4.2.1 Distribuição dos organismos nas áreas pela matriz presença/ausência.....	39
4.2.2 Quantificação da diversidade e uniformidade com base nos índices ecológicos de Shannon e Pielou.....	39
4.2.3 Relação da distribuição de Acarina e Collembola com temperatura e conteúdo de água do solo.....	41
4.3 Variação da abundância dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola conforme as áreas de influência da temperatura e Conteúdo de Água do Solo	43
4.3.1 Estimativas de correlação de Spearman.....	45
5 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

O manguezal está localizado em terras baixas existentes nas zonas do entre marés em regiões costeiras, abrigado por rios, compreendendo um sistema estuarino complexo, com condições ideais para a alimentação, proteção e reprodução de várias espécies de animais, já que abriga comunidades de organismos edáficos que desempenham um papel importante na sustentação e funcionamento da dinâmica ambiental desse ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

No entanto, impactos ambientais de origem antrópicas vêm prejudicando a estrutura e qualidade dos manguezais, causando, em condições extremas, a morte de diversos organismos, entre esses impactos ambientais destacam-se a extração desordenada de madeira e aterros para expansão urbana (MATIAS e SILVA, 2017).

O Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM), em Marechal Deodoro, Alagoas é a fonte de sobrevivência de muitas famílias, conforme destacam Araújo e Calado (2008), quando afirmam que muitas pessoas tem o CELMM como fonte de sustento, e ali realizam atividades de pesca e coleta de crustáceos. Sendo importante conhece-lo para manter sua preservação, uma vez que o ecossistema manguezal está sendo degradado, pela forte pressão antrópica exercida pela urbanização do litoral, em regiões metropolitanas brasileiras que se desenvolvem próximas à costa (SOUZA *et al.*, 2018).

As características edáficas dos manguezais, como a salinidade e a matéria orgânica estão entre as mais importantes na separação entre áreas (MADI *et al.*, 2016). Assim, o conhecimento da fauna edáfica em ambientes como os manguezais que são amplamente explorados por várias atividades como turismo, desmatamento, carcinicultura, retirada de crustáceos (caranguejo, camarão), dentre outros, é importante principalmente na análise das interações biológicas no sistema solo/planta (BARROSO *et al.*, 2013), uma vez que este vem sendo degradado, o que afeta o equilíbrio do ecossistema, muitas vezes de forma irreversível.

Assim, informações sobre a comunidade de organismos no solo como abundância, diversidade, uniformidade, dentre outros, em manguezais submetidas a alterações ambientais, permitem subsidiar a conservação desses ecossistemas (BARROSO *et al.*, 2013), pois a fauna edáfica responde as inúmeras mudanças ocorridas no ambiente, sendo uma ferramenta na compreensão do equilíbrio do ecossistema.

Diante deste contexto foi elaborado o seguinte questionamento: a abundância dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola variam conforme o tipo de ambiente (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue)?

Para responder a esse questionamento foi elaborada a seguinte hipótese: os organismos edáficos Acarina e Collembola se distribuem de acordo com as condições favoráveis do ambiente em termos de umidade e temperatura. Os Ácaros detêm maior abundância nas áreas de Cultivo Agrícola e Degradada por serem mais adaptados às mudanças antrópicas e com microclima mais seco e temperatura mais elevada. Já o grupo Collembola é mais abundante nos ambientes de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue, por serem sensíveis às mudanças ocorridas nos habitats e por terem preferência por microclimas mais úmidos e com temperaturas mais amenas.

O objetivo do trabalho foi avaliar se a abundância, diversidade e uniformidade dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola da mesofauna e macrofauna variam conforme o tipo de área (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue), em Marechal Deodoro, Alagoas.

Tendo como objetivos específicos: 1) Mensurar a abundância dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola pelo método de extrator Berlese-Tullgren (mesofauna) e armadilhas Provid (macrofauna) nas quatro áreas; 2) Quantificar a diversidade e uniformidade com base nos índices ecológicos de Shannon e Pielou; 3) Avaliar a distribuição dos organismos nas áreas pela matriz de presença e ausência; 4) Relacionar a distribuição de Acarina e Collembola da mesofauna e macrofauna de acordo com a temperatura e conteúdo de água do solo em cada área.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização dos Manguezais

O manguezal é um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés, encontra-se ao longo do litoral brasileiro, associado a lagunas, estuários e baías, e quase sempre exposto na linha de costa (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Ainda segundo os autores, este ecossistema, é considerado, como de preservação permanente e está incluído em diversos dispositivos constitucionais (Constituição Federal e Constituições Estaduais) e infraconstitucionais (leis, decretos, resoluções, convenções), de modo que a observação desses instrumentos legais impõe uma série de ordenações de uso e de ações em áreas de mangue.

Esse ecossistema é composto por plantas lenhosas de porte arbóreo-arbustivo, adaptadas às condições halófitas, associadas a espécies herbáceas e aquáticas típicas, adaptadas a influência das marés e elevada variação da salinidade (BARROSO *et al.*, 2013).

O fato dos manguezais serem o aparador do mar e a ligação entre este e o continente, faz com que recebam muitos compostos orgânicos como restos de folhas, excrementos de animais e sais minerais da própria terra pela força da maré, o que lhes dá uma destacada função biológica, favorecendo a alta produção (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

O manguezal é um dos ecossistemas mais produtivos do planeta, apresenta elevado destaque para a manutenção de bens e serviços, pois são importantes sequestradores e estocadores de carbono na biomassa e no solo (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018). Cabe destacar segundo o autor, que o processo de sequestro de carbono por área de florestas de mangue é da mesma ordem de grandeza do observado em outras florestas tropicais úmidas, ou seja, quando se considera o reservatório de carbono contido na biomassa acima do solo, essa similaridade se mantém. No entanto, quando é considerado o estoque total de carbono no sistema, incluindo a biomassa subterrânea e a contida no solo, o estoque de carbono em manguezais por unidade de área é maior que o observado em outras florestas terrestres, incluindo as florestas tropicais úmidas, como a Amazônia.

A despeito da sua importância ambiental, os manguezais desempenham funções econômicas para as comunidades que vivem no seu entorno, pois retiram desse ambiente o

sustento para as suas famílias, com a extração e venda de peixes, moluscos e crustáceos. Mas, esse ecossistema continua sendo alvo de impactos que causam a destruição total ou parcial de sua área por meio de ações como a exploração desordenada de sua fauna e flora (MATIAS e SILVA, 2017).

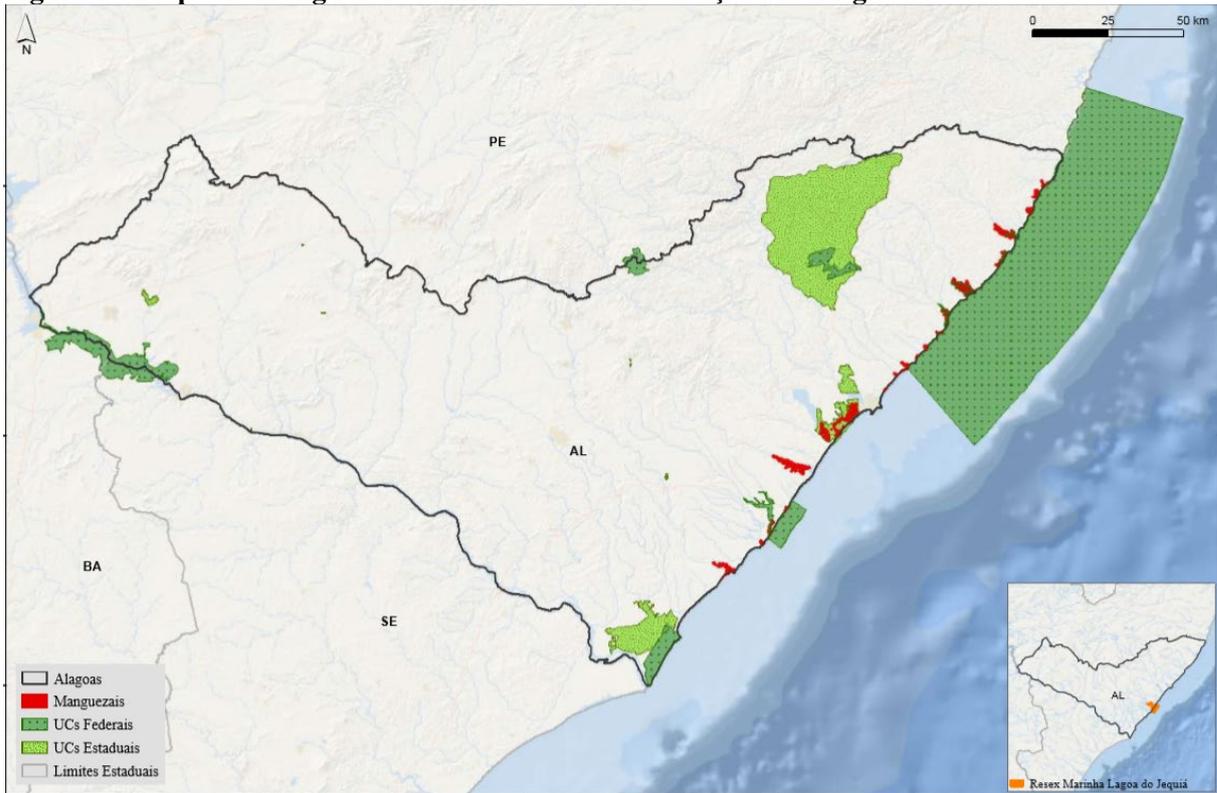
Embora importante, os manguezais são vulneráveis a ameaças, como a perda e fragmentação da cobertura vegetal, deterioração da qualidade dos habitats aquáticos, devido à ocupação, poluição e mudanças na hidrodinâmica, que promovem diminuição na oferta de recursos, dos quais muitas comunidades tradicionais e setores dependem diretamente para sobreviver (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018). Ainda segundo o autor, estima-se que 25% dos manguezais em todo o Brasil tenham sido eliminados desde o começo do século 20, principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste, que apresentam um grande nível de fragmentação onde cerca de 40% da extensão contínua de manguezais foi suprimida.

Por outro lado, o esforço de conservação é significativo e crescente, uma vez que o Brasil possui 120 unidades de conservação com manguezais no interior (sendo 55 federais, 46 estaduais e 19 municipais, dessas 83% são de uso sustentável e 17% de proteção integral) que cobrem uma área de 1.211.444 ha, o que representa 87% de todo ecossistema no Brasil (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018). Cabe destacar ainda segundo o autor, que a área total dos manguezais no Brasil é de 1.535.966,13 ha e em Alagoas corresponde a 5.535,27 ha, o que significa 0,40% do total nacional (Figura 1).

Em Alagoas o Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba se destaca como a maior reentrância com ocorrência de manguezal. Esse complexo é formado pelos rios Mundaú, que deságua na laguna Mundaú, com 23.122 km², e Paraíba do Meio, que deságua na laguna Manguaba, com 31.335 km² (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018).

Segundo Araújo e Calado (2008), a presença da cidade de Maceió, às margens da laguna Mundaú, e de Marechal Deodoro, às margens da laguna Manguaba, compromete as condições naturais desse importante complexo, pois a demanda por ocupação e por atividades de lazer e turismo vem crescendo rápida e desordenadamente.

Figura 1 - Mapa de Manguezais e Unidades de Conservação em Alagoas.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2018)

2.2 Organismos edáficos

2.2.1 Macrofauna e mesofauna

O solo de modo geral em condições normais apresenta alta diversidade de organismos e por essa razão é considerado um sistema complexo e dinâmico, possui, agentes biológicos como as raízes das plantas, microbiota e a fauna edáfica que são responsáveis por diversas atividades essenciais na sua qualidade (BARDGETT e PUTTEN, 2014).

A macrofauna edáfica é composta por grupos de organismos que habitam a interface solo-serapilheira e que promovem serviços ecológicos ao ecossistema (PINHEIRO *et al.*, 2014). Inclui organismos visíveis a olho nu, dos quais destacam-se: Isoptera (cupim, térmita), Hymenoptera (formiga, abelha, vespa), Coleoptera (besouro, broca), Isopoda (tatuzinho de jardim), Araneae (aranha), Chilopoda (centopeia), Diplopoda (piolho-de-cobra), Blattaria (barata), Dermaptera (tesourinha), Orthoptera (grilo, gafanhoto, esperança), Scorpiones (escorpião), Hemiptera (percevejo, cigarrinha, pulgão, cochonilha), dentre outros (SILVA e AMARAL, 2013). Esses organismos apresentam um tamanho corporal com comprimento ≥ 2 mm (SWIFT *et al.*, 1979).

Os organismos da macrofauna influem tanto na ciclagem de nutrientes, quanto na formação de poros e na agregação do solo e agem como controladores biológicos, por meio da predação de outros invertebrados (MACHADO *et al.*, 2015).

Os organismos da mesofauna edáfica englobam Acarina (ácaros), Collembola (colêmbolos), Diplura (dipluro), Protura (proturo), Symphyla (sinfilos), e outros invertebrados como Coleoptera (besouros) e Hymenoptera (formigas) que se alimentam principalmente de matéria orgânica em decomposição, fungos e outros organismos menores (ALMEIDA *et al.*, 2013).

Os organismos da mesofauna edáfica apresentam um comprimento entre 0,2 a 2,0 mm (SWIFT *et al.*, 1979), os grupos Acarina e Collembola são os representantes mais comuns, atuando como transformadores do material vegetal e também como micropredadores, contribuindo com papel regulatório na biota do solo (MACHADO *et al.*, 2015).

No solo, as atividades principais dos organismos edáficos são: decomposição da matéria orgânica, produção de húmus, ciclagem de nutrientes e energia, produção de complexos que causam agregação do solo (ARAÚJO *et al.*, 2009b) e regulação dos processos biológicos do solo (BERUDE *et al.*, 2015).

Além disso, a fauna edáfica reflete as condições do ambiente, como: características de habitat, clima, tipo de solo, quantidade de serapilheira acumulada, quantidade de matéria orgânica, tipo de manejo, determinam quais os grupos da fauna do solo que estarão presentes e em que quantidades (BARETTA *et al.*, 2016).

Desse modo, a fauna de invertebrados desempenha funções fundamentais para a manutenção dos ecossistemas, sendo considerada bioindicadora de qualidade do solo (BERUDE *et al.*, 2015). E em um ecossistema a qualidade do solo sustenta a produtividade biológica, mantém a qualidade do ambiente e promove a saúde das plantas e animais (BARETTA *et al.*, 2016).

2.2.2 Fatores que influenciam os organismos edáficos

Estudos em diferentes ecossistemas tem demonstrado que a fauna do solo responde as ações antrópicas realizadas em ambiente natural, podendo dessa forma, indicar a sustentabilidade, a degradação, e também a recuperação da área (HOFFMANN *et al.*, 2009).

Já que as ações antrópicas, acarretam a redução da diversidade e abundância de organismos edáficos (BERUDE *et al.*, 2015).

Existem vários fatores que podem influenciar a abundância, diversidade e uniformidade da fauna edáfica, como tipo de solo, minerais, temperatura, pH, matéria orgânica, umidade, estrutura, textura, vegetação, precipitação, topografia, dentre outros (MACHADO *et al.*, 2015). A temperatura é o principal fator que influencia na regulação metabólica dos indivíduos edáficos, e juntamente com a precipitação e a umidade do solo, determinam sua distribuição espacial e os períodos de atividade elevada (BARETTA *et al.*, 2016).

Para Hoffmann *et al.* (2018), o solo usado de forma inadequada influencia diretamente na população de organismos presentes em determinados ecossistemas e uma redução da biodiversidade acarreta várias transformações na composição e diversidade dos organismos do solo, em diferentes graus de intensidade, em função de mudanças de hábitat, fornecimento de alimento, criação de microclimas e competição intra e interespecífica.

De acordo com Costa *et al.* (2019) o desmatamento atrelado ao uso do fogo como uma forma de eliminação da vegetação, notadamente em área de manguezal, reduz a abundância e diversidade da fauna edáfica, provocando um impacto negativo na biota. Uma vez que, a ação do fogo provoca no solo, de forma direta ou indireta, uma série de modificações de natureza física, química e biológica, e essas modificações podem ser pontuais ou permanentes (DENECA *et al.*, 2011).

Reiterando que um ambiente equilibrado pode ser verificado na observação da população de organismos da fauna edáfica, pois são considerados bioindicadores, e desempenham de forma satisfatória esse papel, revelando o nível de qualidade ambiental (WINK *et al.*, 2005).

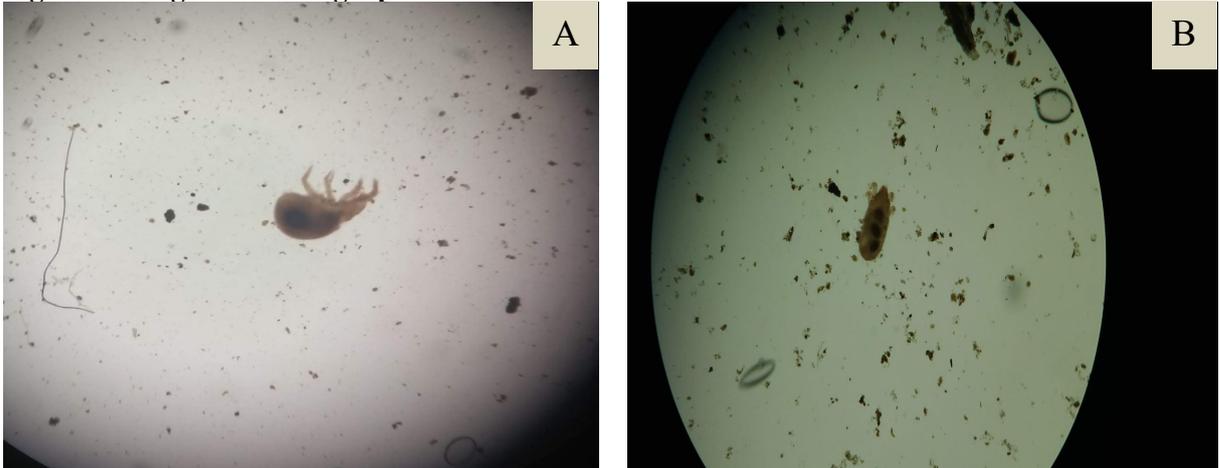
2.3 Caracterização dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola

2.3.1 Acarina

O grupo Acarina apresenta como características a presença de quelíceras como peças bucais, ausência de antenas e de um modo geral apresentam quatro pares de patas no estágio adulto (Figuras 2A e 2B) (EMBRAPA, 2007).

Segundo Melo *et al.* (2009) os organismos do grupo Acarina são responsáveis por ações predadoras, especialmente sobre a microbiota do solo, mantendo o controle entre os indivíduos. Ainda segundo os autores, existem mais de 1.000 espécies de Ácaros conhecidas no Brasil.

Figura 2 - Organismos do grupo taxonômico Acarina.



Fotos: Deisyane Valéria de Lima Monteiro, abr., 2019.

São organismos encontrados em quase todos os ambientes terrestres e seu hábito alimentar é diverso, apresentam importância tanto pelos danos que algumas espécies causam ao homem, aos animais e às plantas, como pelos aspectos positivos que outras espécies apresentam como a predação de pragas agrícolas e o auxílio no processo de decomposição de matéria orgânica (MORAIS *et al.*, 2013). Ainda segundo os autores, os Ácaros são os organismos mais abundantes da mesofauna edáfica, chegando a 78% em áreas de floresta e 84,7% em áreas de pastagens.

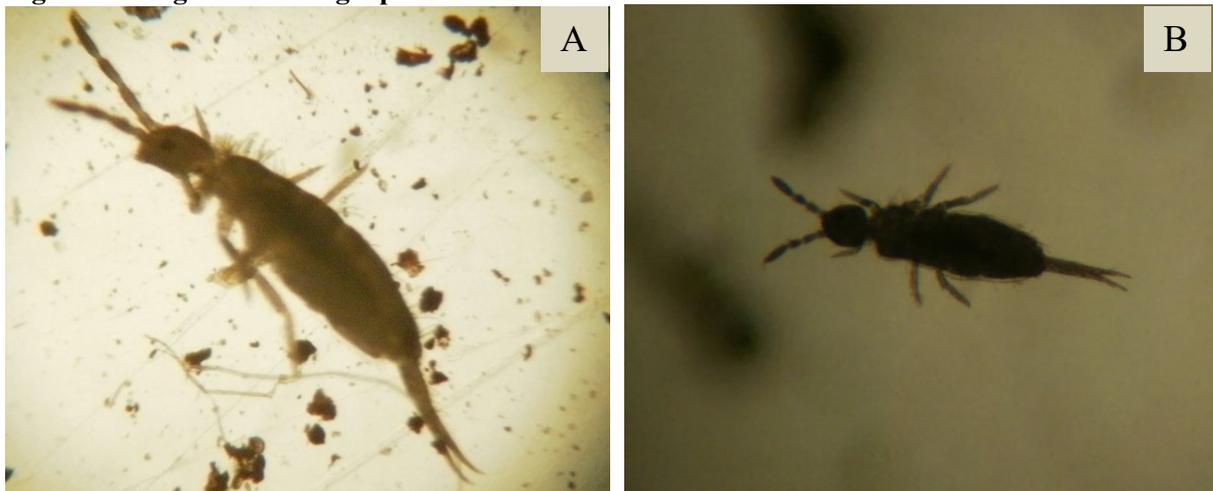
As populações de Ácaros são determinadas por diversos fatores, como matéria orgânica, cobertura do solo, espécies vegetais cultivadas, microclima, entre outros e embora pequenos, são muito importantes para os solos, pois são um dos organismos responsáveis pela fragmentação da matéria orgânica morta, dessa forma aceleram a decomposição e a ciclagem de nutrientes realizada pelos fungos e bactérias (BERUDE *et al.*, 2015).

Os indivíduos deste grupo são afetados pelas modificações físicas que ocorrem no solo como a compactação, pois habitam os poros do solo e a compactação reduz a capacidade de criarem suas galerias (BARETTA *et al.*, 2011). E são organismos adaptados as altas temperaturas (ARAÚJO *et al.*, 2009a).

2.3.2 Collembola

Os organismos do grupo Collembola (Figura 3), agem na decomposição da matéria orgânica e no controle da população de microrganismos, principalmente os fungos, sendo mais frequentes em áreas onde há maior umidade e ainda exercem influência significativa na ecologia microbiana do solo, ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo, alimentando-se de matéria orgânica morta (SILVA *et al.*, 2013).

Figura 3 - Organismos do grupo taxonômico Collembola.



Fotos: Kallianna Dantas Araujo, abr., 2019.

A variação da densidade das populações desse grupo está relacionada com fatores ecológicos que alteram a sua atividade (OLIVEIRA FILHO e BARETTA, 2016). Ainda segundo os autores, estes organismos dependem do fornecimento de água, com possíveis migrações verticais e horizontais no solo para encontrarem as condições mais adequadas, pois a falta de umidade pode aumentar a taxa de mortalidade em espécies mais sensíveis, e esta situação afeta também a comunidade fúngica do solo, importante fonte de alimento para os Colêmbolos. Segundo Braga *et al.* (2020) existe uma forte relação desse grupo taxonômico com o percentual de umidade do solo, assim como a presença dos mesmos a condições ambientais mais bem estabelecidas, ou seja, locais menos degradados.

Por causa da sua sensibilidade as condições ambientais o grupo Collembola tem se destacado como indicador da qualidade biológica do solo (SILVA *et al.*, 2013). De acordo com Braga *et al.* (2020) a diversidade da fauna de Collembola pode ser considerada indicadora da qualidade ambiental, pois estes organismos são capazes de caracterizar a estrutura da vegetação (a partir da sua composição faunística) e as condições do solo em diferentes ambientes, evidenciando a sua qualidade ecológica. Segundo Gergócs e Hufnagel

(2017) estes organismos são indicadores biogeográficos e ecológicos, pois tem uma grande competência para especiação, ciclos curtos de vida e para dispersão, e podem indicar também poluição ambiental.

Os Colêmbolos são comuns e abundantes em diversos tipos de solos e sistemas de cultivos em todo o mundo, alimentando-se de microrganismos e matéria orgânica em decomposição, com significativa influência na ecologia microbiana, ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo. Segundo Oliveira Filho e Baretta (2016) estes invertebrados vivem e atuam na mesma porção do solo dos fungos e fazem parte de um complexo de organismos antagônicos e concorrentes que podem influenciar as interações fungo-planta de forma positiva ou negativa. Desse modo, ajudam a controlar a biomassa de fungos no solo, atuando também como dispersores desses fungos (BERUDE *et al.*, 2015).

Em pesquisa realizada por Almeida (2011) no interior e na borda do mangue encontrou grupos de invertebrados como Orthoptera, Thysanoptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Isoptera e Hymenoptera, tendo sido capturados com armadilhas aéreas. No entanto, se verifica escassez de trabalhos sobre invertebrados no ecossistema manguezal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Inserção territorial da área de estudo

O trabalho foi realizado no município de Marechal Deodoro, Alagoas, que está localizado na Região Metropolitana de Maceió, coordenadas geográficas de 09°42'37'' de latitude sul e 35°53'42'' de longitude oeste, na altitude de 31 m. Situado na Mesorregião do Leste Alagoano e Microrregião Geográfica de Maceió. Limita-se com os municípios Maceió, Coqueiro Seco, Satuba, Pilar, Barra de São Miguel, São Miguel dos Campos e é banhado pelo oceano Atlântico (ALAGOAS EM DADOS E INFORMAÇÕES, 2018).

Apresenta clima As' - Tropical chuvoso com verão seco, de acordo com a classificação de Köppen e estação chuvosa no período outono-inverno. A temperatura média anual corresponde a 25 °C, apresentando máxima de 29 °C e mínima de 22 °C, com precipitação pluvial média de 1.648,1 mm/ano (ALAGOAS EM DADOS E INFORMAÇÕES, 2018).

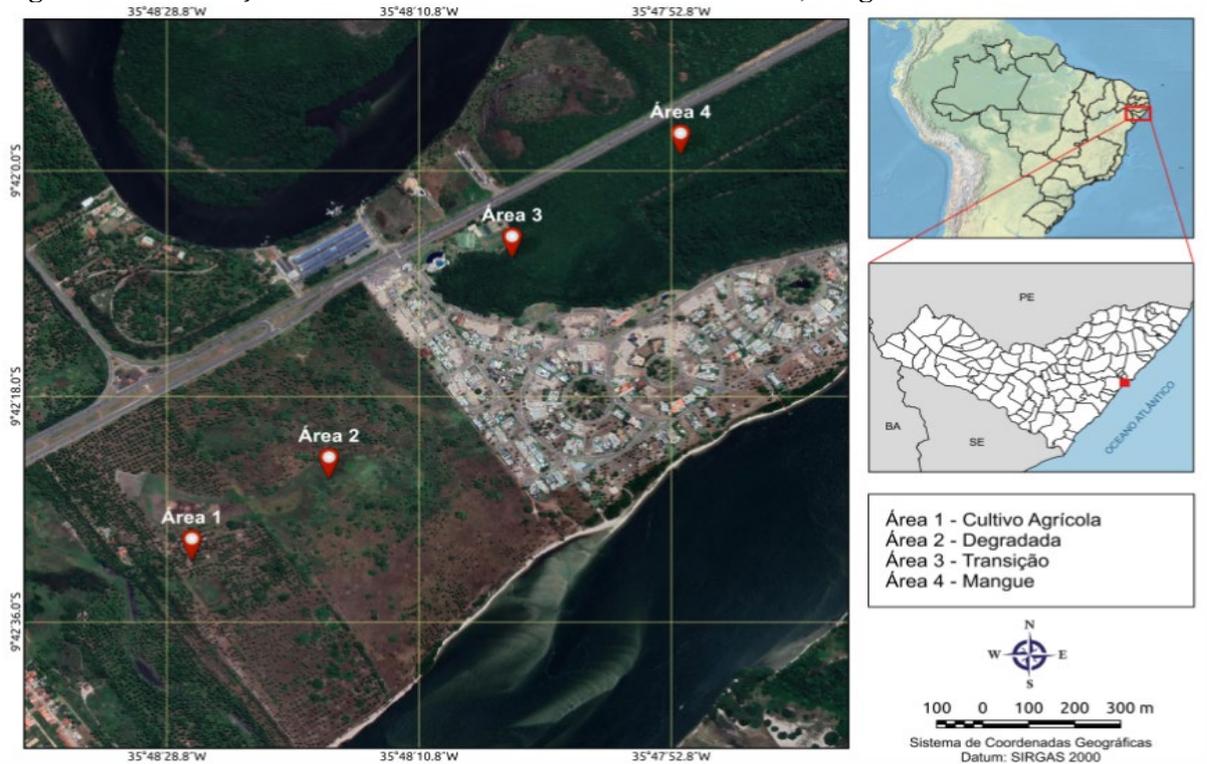
O relevo de Marechal Deodoro faz parte da unidade dos Tabuleiros Costeiros (SEMARH, 2014) e da Planície Costeira Alagoana (VILLANUEVA, 2016). Os Tabuleiros Costeiros são formas de relevo que se desenvolvem em rochas sedimentares e localizam-se após as planícies costeiras, que são formadas por um conjunto de ambientes deposicionais de origens marinha, fluviomarina e eólica (EMBRAPA, 2012).

A vegetação predominante em Marechal Deodoro é a do tipo Floresta Subperenifólia, Floresta Perenifólia de Restinga e Floresta Perenifólia de Mangue (EMBRAPA, 2012). Ainda de acordo com o autor, os solos predominantes dessa unidade geoambiental são representados pelos Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos e Organossolos.

3.1.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no bairro Barra Nova que faz parte do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) (Figura 4).

Figura 4 - Localização da área de estudo em Marechal Deodoro, Alagoas.



Fonte: IBGE (2018); Google Satélite (2021).

Elaboração: Alesson Santana Ferro, abr., 2021.

Foram selecionadas quatro áreas experimentais: área 1 - Cultivo Agrícola ($9^{\circ}42'28.9''$ S e $35^{\circ}48'27.02''$ W) (Figura 5A), área 2 - Degradada ($9^{\circ}42'22.39''$ S e $35^{\circ}48'17.23''$ W) (Figura 5B), área 3 - Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) ($9^{\circ}42'04.78''$ S e $35^{\circ}48'04.16''$ W) (Figura 5C) e área 4 - Mangue ($9^{\circ}41'56.55''$ S e $35^{\circ}47'52.13''$ W) (Figura 5D).

A primeira área caracteriza-se como um ambiente de manguezal que foi desmatado e posteriormente utilizado para cultivo de Quiabo (Figura 5A). A segunda área corresponde a um ambiente de manguezal que foi desmatado, posteriormente queimado e atualmente encontra-se em processo de regeneração e/ou sucessão ecológica (Figura 5B). A terceira área que também está relacionada a um ambiente de manguezal, cuja vegetação foi substituída por um condomínio de alto padrão (Laguna), foi considerada como uma área de transição, denominada borda de Mangue (Figura 5C). E a quarta área refere-se ao ecossistema manguezal que se encontra preservado (Figura 5D).

Figura 5 - Área 1 - Cultivo Agrícola (A), área 2 - Degradada (B), área 3 - Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e área 4 - Mangue (D).



Fotos: Mayara Andrade Souza (5A e 5D), João Gomes Costa (5B), Daniel Mendes Dantas (5C), abr., 2019.

3.2 Quantificação dos grupos Acarina e Collembola pelo método de extrator Berlese-Tullgren (Mesofauna) e armadilhas Provid (Macrofauna)

3.2.1 Método de extrator Berlese-Tullgren para extração da mesofauna do solo

Para determinação da abundância dos organismos Acarina e Collembola da mesofauna do solo (comprimento = 0,2 a 2,0 mm) (SWIFT *et al.*, 1979) nos habitats, a primeira etapa consistiu em coletar os indivíduos e posteriormente feita a identificação dos mesmos (SOUZA *et al.*, 2015).

Desse modo, os grupos Acarina e Collembola foram determinados em campo nas quatro áreas amostrais. Em cada área foram coletadas 10 amostras de solo na profundidade de 0-5 cm, com anéis metálicos com diâmetro correspondente a 4,8 cm e altura de 5 cm (Figura

6A), nos meses de maio e junho de 2019. Os anéis foram introduzidos no solo com auxílio de martelo e madeira até que estivessem totalmente preenchidos com o material, depois foram removidos com espátula (Figura 6B). Em seguida, foram envolvidos com tecidos de tule e TNT e presos com liga de látex (Figura 6C). Antes e após a coleta, o solo foi umedecido com água, para evitar o desprendimento do material (Figura 6D).

Figura 6 - Anel utilizado para a coleta de Acarina e Collembola (A), amostra retirada com espátula (B), anéis envolvidos com tecidos de tule e TNT e presos com liga de látex (C) e umedecimento da amostra de solo (D).



Fotos: Mayara Andrade Souza, abr., 2019.

No laboratório de Ecogeografia e Sustentabilidade Ambiental - Labesa/IGDEMA/UFAL as amostras foram instaladas na bateria de extrator Berlese-Tullgren modificada. Na parte superior onde estão localizadas as lâmpadas ficaram os anéis com as amostras e na parte inferior os funis e os frascos de vidro contendo álcool 70% para a conservação dos organismos (Figuras 7A e 7B).

As amostras de solo foram mantidas no extrator por 96 horas, expostas a luz e calor para a secagem de cima para baixo, forçando os organismos a migrarem para o fundo do anel e consequentemente, estes caíram nos frascos de vidro com funis contendo álcool etílico 70%. O equipamento foi coberto com tecido de Tule para evitar a entrada de indivíduos externos. Depois do tempo de permanência, o conteúdo de cada frasco foi transferido para placas de Petri e com o auxílio de lupa binocular foi feita a contagem e identificação dos indivíduos presentes em cada amostra (Figuras 7C e 7D) utilizando a chave de identificação de Triplehorn e Johnson (2011).

Figura 7 - Parte superior da bateria de extrator Berlese-Tullgren modificada (A), parte inferior onde foram instalados os frascos de vidro contendo álcool 70% e funis (B), equipamento coberto com tecido tule (C), identificação e contagem dos indivíduos da mesofauna edáfica (D).



Fotos: Artur Manoel Júnior (7A, 7B e 7D) e Wellington dos Santos Graciliano (7C), abr., 2019.

3.2.2 Armadilhas Provid para captura da macrofauna do solo

Foram instaladas armadilhas Provid para captura dos organismos Acarina e Collembola da macrofauna do solo (comprimento ≥ 2 mm) (SWIFT *et al.*, 1979), confeccionadas com garrafas PET com capacidade de 2 L, com quatro aberturas de 2x2 cm, a partir da altura de 10 cm da base, contendo 200 ml de solução de detergente na concentração de 5% e 5 gotas de formol P.A., as quais foram enterradas no nível do solo, permanecendo no campo por 96 horas (FORNAZIER *et al.*, 2007), nos meses de maio e junho de 2019 (Figuras 8A e 8B).

Figura 8 - Armadilha Provid enterrada no solo na área 1 (Cultivo Agrícola).



Fotos: Mayara Andrade Souza, abr., 2019.

Após as 96 horas de permanência no campo, as armadilhas foram recolhidas e o material foi peneirado em peneiras com malha de 0,25 mm. Os organismos maiores que 2,0 mm foram armazenados em recipientes plásticos contendo álcool etílico 70% (SWIFT *et al.*, 1979). Em seguida, foram contados e identificados com o auxílio de lupa binocular e placas de Petri, utilizando a chave de identificação proposta por Triplehorn e Johnson (2011).

3.3 Quantificação da diversidade e uniformidade por meio dos índices ecológicos de Shannon e Pielou

O índice de Diversidade de Shannon (H) de acordo com Begon *et al.* (1996) avalia a diversidade de grupos taxonômicos e classifica cada um em mais, ou menos dominantes, considerando a abundância e a riqueza da amostragem. Ainda de acordo com os autores, esse índice assume valores que variam de 0 a 5, sendo que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros.

A equação consiste no somatório do resultado da densidade de cada grupo, dividido pela densidade de todos os grupos, multiplicado pelo logaritmo do resultado da densidade de cada grupo, dividido pela densidade de todos os grupos, conforme 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 Equabilidade Pielou (e) é um complemento ao índice de Shannon (H), cuja redução do valor de determinado grupo indica que se trata de um organismo raro em determinado local (BEGON *et al.*, 1996). Ainda segundo os autores esse índice varia de 0 a 1 e complementa o índice de Shannon, já que considera a distribuição de cada indivíduo na área estudada através do cálculo do número de espécies ou grupos na parcela, resultado do índice de Shannon dividido pelo logaritmo do número de espécies ou de grupos, conforme equação:

$$e = H/\log S$$

Em que:

H = Índice de Diversidade de Shannon;

S = Número de espécies ou grupos.

3.4 Distribuição dos organismos nas áreas pela matriz presença/ausência

A matriz presença(1)/ausência(0) foi elaborada para demonstrar a distribuição de um organismo em relação ao outro, de acordo com a frequência em que eles aparecem em cada mês e em cada área de estudo. Desse modo, foi considerado o valor (1) para identificar os grupos presentes em cada ponto e (0) para os pontos onde não apareceu nenhum indivíduo.

3.5 Relação da distribuição de Acarina e Collembola com temperatura e conteúdo de água do solo

Para determinar o conteúdo de água do solo, foram coletadas 10 amostras de solo em cada área (Figura 9A). As amostras foram acondicionadas em latas de alumínio identificadas e depois foram realizadas as pesagens para determinação do solo úmido (Figuras 9B e 9C). Posteriormente, esse material foi para estufa a 105 °C onde permaneceu por 24 horas (Figura

9D). Em seguida, foram realizadas novas pesagens para determinar o peso seco, seguindo a metodologia de Tedesco *et al.* (1995), conforme equação:

$CAS\% = ((P_u - P_s) / P_s) \times 100$, Onde:

CAS = Conteúdo de Água do Solo (%);

P_u = Peso do solo úmido (g);

P_s = Peso do solo seco (g).

Figura 9 - Coletas de amostras de solo em campo (A), acondicionamento em latas de alumínio (B), pesagem das amostras (C) e secagem do material em estufa (D).



Fotos: Thamirys Modesto Souza Silva, abr., 2019.

A temperatura do solo ($^{\circ}\text{C}$) foi obtida por meio de um termômetro digital modelo espeto, inserido no solo, na profundidade de 0-10 cm, considerando 10 pontos amostrais por área (Figura 10).

Figura 10 - Medição da temperatura do solo ($^{\circ}\text{C}$).



Foto: Mayara Andrade Souza, abr., 2019.

3.6 Análise estatística

Todos os dados foram testados quanto sua normalidade (Shapiro-Wilk) e foi constatado que estes não apresentaram normalidade. Somente o Conteúdo de Água do Solo - CAS que foi normalizado após transformação com raiz quadrada ("sqrt"). As outras variáveis não atingiram a normalidade mesmo depois de passar por transformações com raiz quadrada e com logaritmo ("log"). Para responder a hipótese foram realizados os seguintes testes e/ou predições:

Predição 1: Há diferença entre as quatro áreas, de modo que os Ácaros da mesofauna e macrofauna são mais abundantes nas áreas de Cultivo Agrícola e Degradada (ambos nas duas áreas), por serem mais adaptados às mudanças antrópicas; e Colêmbolos tanto da macrofauna quanto da mesofauna, são mais abundantes nas áreas de Transição - Construção Civil/Borda de Mangue e Mangue, por serem sensíveis às mudanças ocorridas nos habitats.

Predição 2: Ácaros são mais abundantes em áreas com menor umidade do solo e maior temperatura do solo e Colêmbolos são mais abundantes em áreas com teor de umidade do solo mais elevado e temperatura do solo mais amena.

Desse modo, os dados foram assumidos como “não normais” e, para predição 1, os dados de abundância da mesofauna e macrofauna edáfica de Ácaros e Colêmbolos, foram submetidos a análise de Kruskal-Wallis e teste post-hoc de Dunn (testes não-paramétricos), ao nível de 5% ($\alpha = 0,05$) para verificar, se haveria ou não, diferença em relação as quatro áreas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição - Construção Civil/Borda de Mangue e Mangue). Também foi testado, se haveria ou não, diferença entre os dois meses estudados (maio e junho/2019). A soma dos indivíduos nos pontos amostrais, também foi usada para identificar a área com maior abundância de Acarina e Collembola (Mesofauna e Macrofauna). Destaca-se ainda 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.

Já para testar predição 2, os dados foram submetidos a estimativas de correlação de Spearman. Como variáveis dependentes, foi considerada a abundância de Acarina e Collembola (mesofauna e macrofauna). 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 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 ($r \geq 0,701$).

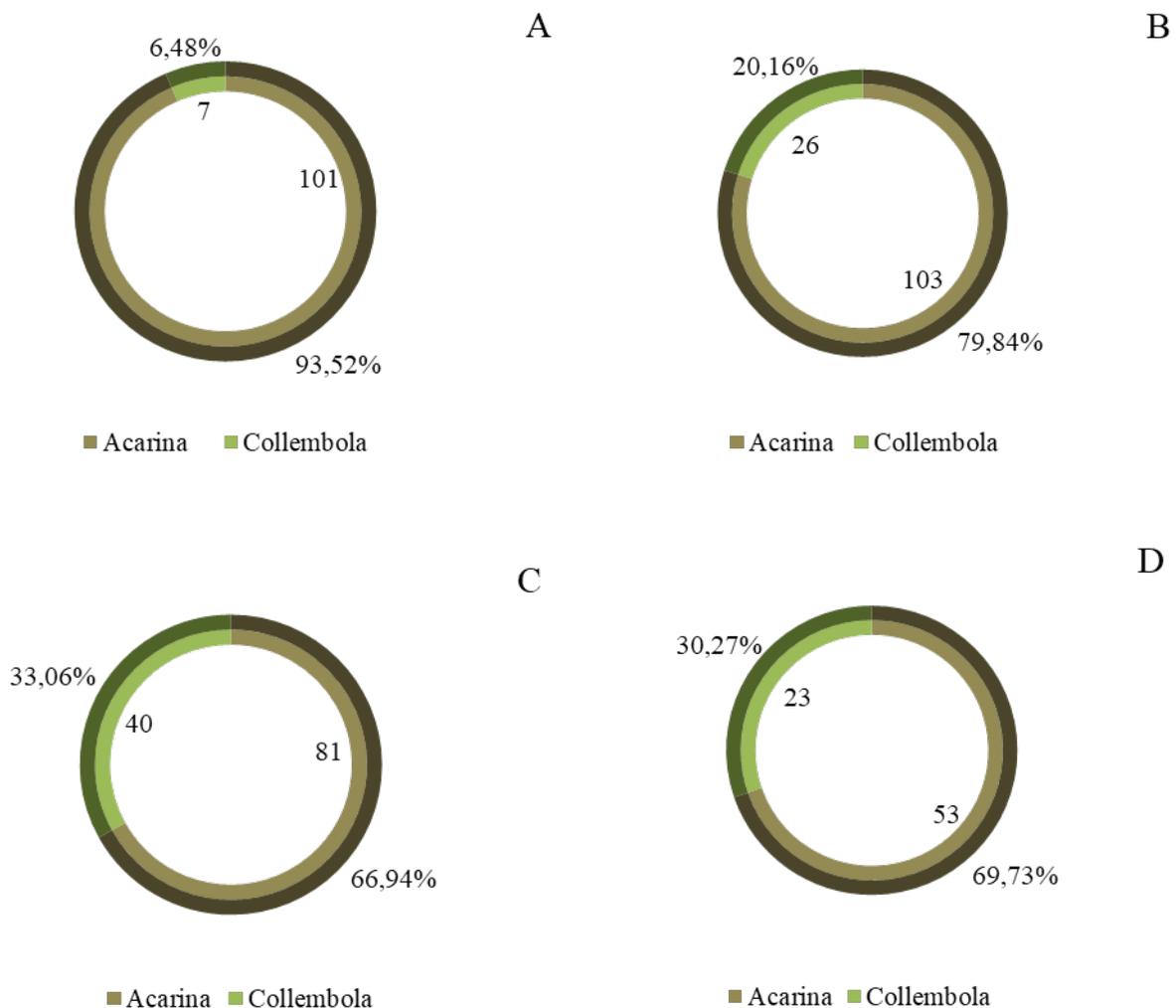
Todos os testes e os gráficos de correlação foram realizados através do software RStudio, usando o R versão 4.1.0 (R CORE TEAM, 2022). Nas análises de Kruskal-wallis e teste de Dunn foram utilizados os pacotes: dplyr (WICKHAM *et al.*, 2022) e rstatix (KASSAMBARA, 2022). Para a análise de correlação de Spearman, foram utilizados os pacotes: dplyr (WICKHAM *et al.*, 2022) e Hmisc (HARRELL JR e DUPONT, 2022). E para os gráficos de correlação foi utilizada a função corrplot (WEI e SIMKO, 2022), do pacote GGally (SCHLOERKE *et al.*, 2022). Os esquemas gráficos foram feitos no CANVA versão gratuita.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação de Acarina e Collembola da mesofauna pelo método extrator Berlese-Tullgren

A abundância representa a quantidade de organismos em um determinado local ou amostra (FRANCO, 2016). Nos gráficos 1A a 1D constam os dados da distribuição dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola da mesofauna em termos de abundância e percentual nas quatro áreas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue).

Gráfico 1 - Abundância e Percentual (%) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (mesofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D) pelo Método Extrator Berlese-Tullgren.



Elaboração: Artur Manoel Júnior, abr., 2020.

A distribuição dos invertebrados reflete que na área 1 (Cultivo Agrícola) há uma diferença de (94 indivíduos) entre os dois grupos sendo 101 Acarina (93,52%) e 7 Collembola (6,48%), esse desequilíbrio mostra que a fauna edáfica pode ser influenciada pelo sistema de cultivo (SILVA e AMARAL, 2013) (Gráfico 1A). Na área 2 (Degradada) a diferença cai para (77 indivíduos), dos quais 103 pertencem ao grupo taxonômico Acarina (79,84%) e 26 (20,16%) ao Collembola, como essa área está se recompondo a tendência é que esteja entrando em equilíbrio (Gráfico 1B). Na área 3 (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) que é um local de transição entre o ambiente com mudanças antrópicas e o ambiente inalterado a diferença é de (41 indivíduos), 81 (66,94%) Acarina e 40 (33,06%) Collembola, é possível observar que há mais equilíbrio nesta área (Gráfico 1C). E na área 4 (Mangue) essa diferença cai para (30 indivíduos), 53 (69,73%) Acarina e 23 (30,27%) Collembola (Gráfico 1D), embora em relação aos ambientes citados anteriormente o número de indivíduos tenha diminuído, a diferença também caiu e isso mostra que em um ambiente protegido há mais equilíbrio. Então, quanto menos destruída a vegetação de uma área, maior será o equilíbrio de espécies e/ou grupos taxonômicos que ali vivem.

A dominância do grupo Acarina em relação ao grupo Collembola observada nestes ambientes pode ser explicada pela diversidade de habitat alimentar desses organismos, ou seja, são adaptados aos mais diversos lugares, pois tem uma alimentação variada (PEREIRA *et al.*, 2012). Os Ácaros pertencem a um grupo funcional de organismos fitófagos e isso significa que sua abundância em áreas agrícolas é explicada pela quantidade e qualidade da biomassa disponível nestes sistemas (CASTRO *et al.*, 2018).

Segundo Machado (2015) o grupo Collembola, possui grande distribuição em vários ambientes e sua abundância e diversidade está ligada ao habitat solo-serapilheira, são organismos sensíveis a abrasões físicas e baixa umidade. Rieff (2014) destaca a importância de se determinar a abundância de Ácaros e Colêmbolos para monitorar as mudanças na qualidade ambiental e assim auxiliar e incentivar o uso de práticas agrícolas que sejam menos degradantes ao ambiente. Em relação a outros grupos da mesofauna edáfica, Acarina e Collembola são os grupos taxonômicos mais abundantes (BELLINI e ZAPPELINE, 2009).

4.1.2 Distribuição dos organismos nas áreas pela Matriz Presença/Ausência

A matriz presença/ausência (Tabela 1) indica que o grupo Acarina, independente do mês, esteve presente em todas as áreas e com uma abundância superior ao grupo Collembola.

A maior presença desse grupo no solo pode ser explicada pela maior variação dos seus hábitos nutricionais, que possibilitam a melhor utilização dos recursos disponíveis e, assim, a possibilidade de ocupar mais nichos (BARROSO *et al.*, 2013). Já o grupo Collembola não foi registrado na área 1 (Cultivo Agrícola) no mês de maio, mostrando que são sensíveis as mínimas alterações ambientais, como desmatamento, queimadas e variações na precipitação, temperatura e umidade do solo (AMARAL *et al.*, 2015).

As áreas cultivadas de acordo com Santos (2016) são representadas por diversidade e densidade vegetal inferior aos sistemas naturais, necessitando de fauna especializada em decomposição do tecido vegetal ou resíduos culturais do sistema, que pode reduzir a diversidade da fauna edáfica nestes sistemas.

Tabela 1 - Matriz Presença (1) /Ausência (0) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (mesofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue

Grupos taxonômicos	Áreas							
	Cultivo Agrícola		Degradada		Transição		Mangue	
	Maio	Junho	Maio	Junho	Maio	Junho	Maio	Junho
Acarina	1	1	1	1	1	1	1	1
Collembola	0	1	1	1	1	1	1	1

Elaboração: Artur Manoel Júnior, abr., 2020.

4.1.3 Quantificação da diversidade e uniformidade com base nos índices ecológicos de Shannon e Pielou

A partir dos índices ecológicos diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) observou-se que o grupo Acarina foi o que apresentou a menor diversidade e uniformidade em todas as áreas em relação ao grupo Collembola (Tabela 2), resultado da maior abundância desse grupo (Tabela 2). A maior abundância do grupo Acarina registrada nessas áreas deve-se à capacidade que esses organismos têm de se adaptarem mais facilmente a ambientes alterados (SANTOS, 2016).

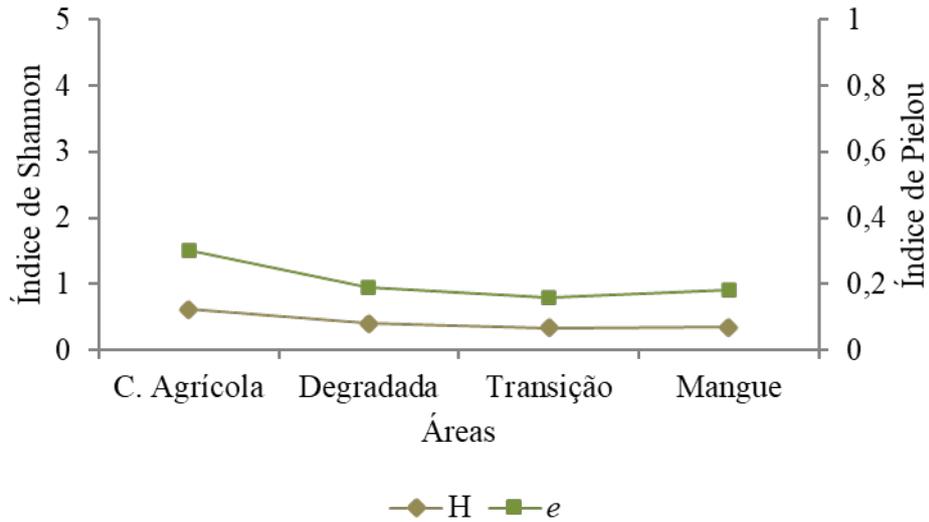
Tabela 2 - Índice de diversidade de Shannon (H) e Índice de equabilidade de Pielou (e) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (mesofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue

Áreas	Grupos Taxonômicos	NI	H	e
Cultivo Agrícola	Acarina	101	0,03	0,01
	Collembola	7	1,19	0,58
Degradada	Acarina	103	0,10	0,05
	Collembola	26	0,70	0,33
Transição (C. Civil/B. Mangue)	Acarina	81	0,17	0,08
	Collembola	40	0,48	0,23
Mangue	Acarina	53	0,16	0,08
	Collembola	23	0,52	0,28

Elaboração: Artur Manoel Júnior, jan., 2022.

Analisando-se os índices ecológicos nas áreas, observou-se que a baixa abundância de Collembola em relação a Acarina, principalmente, na área de Cultivo Agrícola causou a elevação dos valores médios dos índices ($H=0,61$; $e=0,30$). Essa mesma desproporcionalidade foi verificada na área Degradada ($H=0,40$; $e=0,19$), que também resultou em valores mais elevados nos índices, o que não demonstra a realidade dessas áreas (Gráfico 2). Desse modo, embora os valores médios dos índices ecológicos tenham sido mais baixos nas áreas de Mangue ($H=0,34$; $e=0,18$) e Transição (Construção Civil/Borda de mangue) ($H=0,33$; $e=0,16$) essas áreas são mais equilibradas em relação a diversidade e uniformidade (Gráfico 2). Segundo Vicente *et al.* (2010), áreas de mata sem perturbação apresentam os maiores índices de diversidade e uniformidade, diferente das áreas que são impactadas por ações antrópicas que geralmente têm baixa diversidade e uniformidade, como é o caso da área de Cultivo Agrícola e Degradada.

Gráfico 2 - Diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradação, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue.



Elaboração: Artur Manoel Júnior, nov., 2021

4.1.4 Relação da distribuição de Acarina e Collembola (mesofauna) com temperatura e conteúdo de água do solo

O grupo Acarina apresentou maior número de indivíduos na área Degradação (103 indivíduos) e área de Cultivo Agrícola (101 indivíduos), em relação à área de Mangue (53 indivíduos) e a área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (81 indivíduos) (Tabela 2). Por outro lado, observou-se que o grupo Collembola apresentou menor abundância na área de Cultivo Agrícola (7 indivíduos) em comparação com as demais áreas, sendo maior na área de Transição (40 indivíduos) (Tabela 2). Demonstrando o que consta na literatura conforme aponta Machado (2015) ao mencionar que o grupo Collembola tem preferência por locais mais úmidos e com fonte de alimentação diversificada.

Essa diferença na abundância dos grupos Acarina e Collembola reflete que cada indivíduo responde de forma diferente as variáveis umidade e temperatura do solo, ou seja, a área de Mangue independente dos meses apresentou maior CAS (%) (Maio=22,03% e Junho=34,36%) e menor temperatura do solo (Maio=26,89 °C e Junho=25,52 °C), enquanto a área de Cultivo Agrícola apresentou menor CAS (%) (Maio=16,90% e Junho=21,11%) e maior temperatura do solo (Maio=27,53 °C e Junho=26,58 °C) (Tabela 3).

Além dessas variáveis, também se observou que a precipitação pluvial em maio correspondeu a 176,4 mm e em junho o volume aumentou, tendo sido verificado 338,5 mm, o que provocou a redução da abundância de organismos neste mês, demonstrando a influência

dessa variável sobre a fauna edáfica (Tabela 3), de modo a confirmar que os organismos edáficos são influenciados por vários fatores como textura, porosidade, temperatura, umidade, precipitação pluvial, dentre outros (MANHÃES e FRANCELINO, 2012).

As condições microclimáticas, para o grupo Collembola, por exemplo, determinam o habitat ideal, controlam a taxa de reprodução, crescimento dos indivíduos e sua distribuição vertical ao longo de um perfil (BARETTA *et al.*, 2016). De modo geral, os organismos que fazem parte da fauna edáfica dependem da umidade do solo e passam boa parte da vida no ambiente terrestre, vivem em comunidades, tem uma distribuição heterogênea e concentram-se próximo à superfície do solo (DIONÍSIO *et al.*, 2016).

Tabela 3 - Números de indivíduos (NI) relacionados com o conteúdo de água do solo (CAS %), temperatura do solo (TS °C) e precipitação pluvial PP (mm) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue, nos meses Maio e Junho de 2019

Áreas	Meses							
	Maio				Junho			
	NI	CAS (%)	TS (°C)	PP (mm)	NI	CAS (%)	TS (°C)	PP (mm)
Cultivo Agrícola	11	16,90	27,53	176,4	97	21,11	26,58	338,5
Degradada	87	7,35	27,94	176,4	42	10,46	26,33	338,5
Transição	88	22,88	28,34	176,4	33	15,25	26,69	338,5
Mangue	52	22,03	26,89	176,4	24	34,36	25,52	338,5

Elaboração: Artur Manoel Júnior, abr., 2020.

No mês de junho/2019 foram capturados 168 indivíduos do grupo taxonômico Acarina, sendo mais representativos nas áreas Degradadas e de Cultivo Agrícola com 103 e 101 indivíduos, respectivamente e menos abundante nas áreas de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue com 81 e 53 indivíduos, respectivamente (Tabela 4).

O grupo Collembola foi mais abundante em maio/2019 com 68 indivíduos, tendo sido registrado em maior quantidade na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) com 40 indivíduos, principalmente em maio, onde foram registrados 26 indivíduos, e foi menos abundante na área de Cultivo Agrícola, totalizando sete (07) indivíduos nos dois meses, sem nenhum registro em maio (Tabela 4).

Tabela 4 - Abundância dos indivíduos nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição e Mangue, nos meses Maio e Junho de 2019

Áreas	Acarina			Collembola		
	Meses					
	Maio	Junho	Total	Maio	Junho	Total
Cultivo Agrícola	11	90	101	0	7	7
Degradada	65	38	103	22	4	26
Transição	62	19	81	26	14	40
Mangue	32	21	53	20	3	23

Elaboração: Artur Manoel Júnior, abr., 2020.

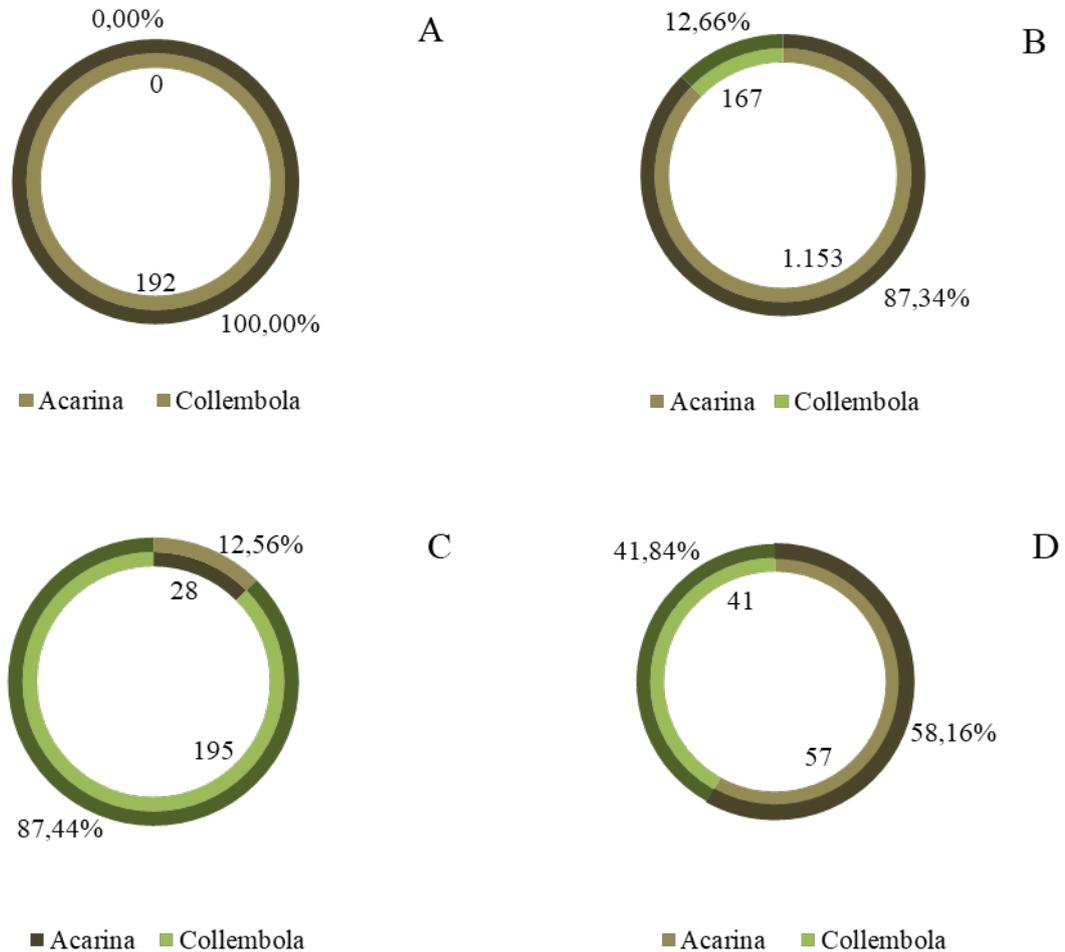
Desse modo, os resultados apontam que a fauna do solo é sensível as modificações ocorridas no ambiente, tanto as biológicas, físicas e químicas, como resultantes das práticas de manejo do solo e de cultivo empregadas (BARETTA *et al.*, 2011). Ainda segundo os autores, dependendo do tipo e intensidade do impacto promovido ao ambiente, essas práticas podem ter efeitos sobre determinadas populações, ou seja, aumentam, diminuem ou não influem na diversidade de organismos edáficos.

Assim, as modificações que implicaram na redução dos organismos no mês de junho foi o elevado volume da precipitação pluvial. Fato também confirmado por Souza *et al.* (2020) que verificaram diminuição da abundância dos organismos edáficos ligada ao aumento da precipitação pluvial.

4.2 Avaliação de Acarina e Collembola da macrofauna pelo método armadilhas Provid

Os dados referentes a abundância e percentual dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola da macrofauna edáfica amostrados com as armadilhas Provid nas quatro áreas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue) estão representados nos gráficos 3A a 3D.

Gráfico 3 - Abundância e Percentual (%) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (macrofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola (A), Degradada (B), Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Mangue (D) pelo Método Provid.



Elaboração: Artur Manoel Júnior, nov., 2021.

Na área de Cultivo Agrícola foram coletados 192 indivíduos do grupo taxonômico Acarina (100%) e nenhum indivíduo do grupo taxonômico Collembola, há aí um desequilíbrio causado pelo sistema de cultivo (Gráfico 3A). Na área Degradada dos 1.320 indivíduos coletados, 1.153 foram do grupo Acarina (87,34%) e 167 indivíduos (12,66%) do grupo Collembola, com uma nítida disparidade em relação a quantidade dos dois grupos, embora essa área esteja lentamente se recompondo (Gráfico 3B). Na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue), o grupo Collembola foi dominante, pois dos 223 indivíduos coletados 195 foram do grupo Collembola (87,44%) e 28 do grupo Acarina (12,56%), essa área de Borda de Mangue foi o único ambiente que o grupo Collembola se mostrou dominante em relação a Acarina (Gráfico 3C). Na área de Mangue foram coletados apenas 98 indivíduos a menor quantidade, no entanto é a área que se tem maior equilíbrio,

pois foram coletados 57 indivíduos do grupo Acarina (58,16%) e 41 do grupo Collembola (41,84%), esse equilíbrio é reflexo da pouca interferência humana nesta área o que a torna um ambiente mais estabilizado (Gráfico 3D).

De acordo com Rieff (2014), a diversidade de Ácaros e Colêmbolos em áreas de cultivo agrícola, pode ter influência de fatores diretos, como a desestruturação do habitat, e indiretos, através de modificações nas fontes de alimentação (Gráfico 3A). Ainda segundo o autor, diferentes coberturas vegetais e práticas agrícolas influenciam na diversidade da fauna edáfica, pois esta depende de vários fatores, como, a quantidade, o tipo e a permanência de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo. Silva *et al.* (2016) também enfatizam que o tipo de exploração agrícola e a presença de diferentes habitats podem alterar a abundância de organismos da fauna edáfica.

4.2.1 Distribuição dos organismos da macrofauna nas áreas pela matriz presença/ausência

A matriz presença/ausência (Tabela 5) indica que o grupo Acarina esteve presente em todas as áreas, enquanto o grupo Collembola não foi registrado nas coletas de campo na área 1 (Cultivo Agrícola) nos meses de maio e junho, possivelmente influenciados pelas condições ambientais, uma vez que segundo Oliveira Filho e Baretta (2016) a variação da densidade das populações de Colêmbolos está relacionada com fatores ecológicos que alteram a sua atividade, como umidade, temperatura e nutrientes disponíveis.

Tabela 5 - Matriz Presença (1) /Ausência (0) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue pelo Método Provid

Grupos taxonômicos	Áreas							
	Cultivo Agrícola		Degradada		Transição		Mangue	
	Maior	Junho	Maior	Junho	Maior	Junho	Maior	Junho
Acarina	1	1	1	1	1	1	1	1
Collembola	0	0	1	1	1	1	1	1

Elaboração: Artur Manoel Júnior, nov., 2021.

4.2.2 Quantificação da diversidade e uniformidade com base nos índices ecológicos de Shannon e Pielou

Com a aplicação dos índices ecológicos de Shannon (H) e Pielou (*e*) observou-se que Acarina deteve menor diversidade e uniformidade na área Degradada ($H=0,06$; $e=0,02$) decorrente da maior abundância (1.153 indivíduos) tendo sido observado o inverso nas áreas de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) ($H=0,90$ e $e=0,38$) e Mangue ($H=0,24$;

$e=0,12$), pois a abundância foi menor nas respectivas áreas (Tabela 6). Já em relação ao grupo Collembola como na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) este grupo foi o mais abundante (195 indivíduos) resultando em baixos valores de diversidade e uniformidade ($H=0,06$; $e=0,02$) (Tabela 6). Este ambiente tem uma maior diversidade de alimentos, umidade e temperatura adequada para os organismos do grupo Collembola. Cavalcante (2017) cita que esses organismos têm hábito detritívoro, e se adaptam mais em ambientes com maior disponibilidade de matéria orgânica em decomposição. A área de (Mangue) foi a que demonstrou maior equilíbrio em relação a abundância dos dois grupos taxonômicos e consequentemente menor desproporcionalidade entre os índices ecológicos.

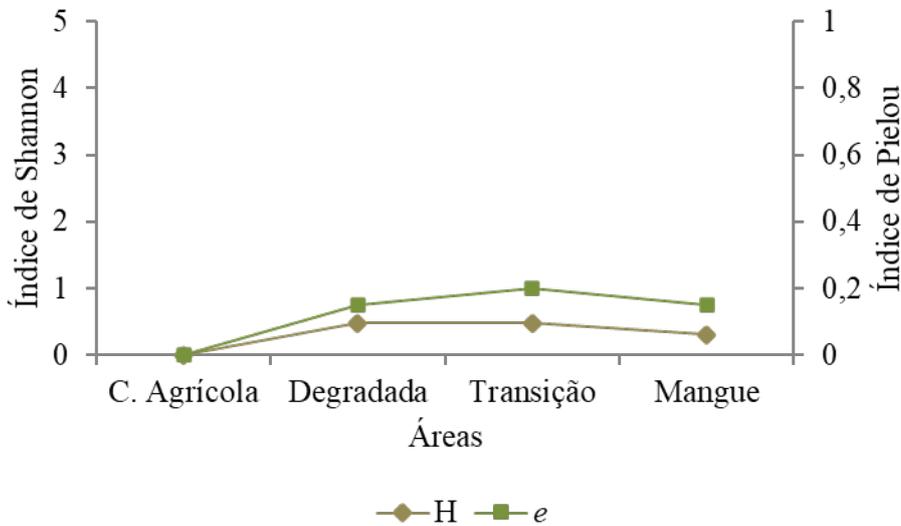
Tabela 6 - Índice de diversidade de Shannon (H) e Índice de equabilidade de Pielou (e) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola

Áreas	Grupos Taxonômicos	NI	H	e
Cultivo Agrícola	Acarina	192	0,00	0,00
	Collembola	0,0	-	-
Degradada	Acarina	1.153	0,06	0,02
	Collembola	167	0,90	0,29
Transição (C. Civil/B. de Mangue)	Acarina	28	0,90	0,38
	Collembola	195	0,06	0,02
Mangue	Acarina	57	0,24	0,12
	Collembola	41	0,38	0,19

Elaboração: Artur Manoel Júnior, jan., 2022.

Em relação as áreas, Cultivo Agrícola apresenta desequilíbrio, com elevada abundância de Acarina e nenhum indivíduo do grupo Collembola, por esta razão os valores de diversidade e uniformidade se apresentaram inconsistentes. Isso acontece porque essa área foi submetida a impactos antrópicos no preparo da terra para o plantio, como desmatamento e queimadas e os invertebrados como Collembola apresentam limitações em se adaptar a essas situações de estresse e restrição de alimento e abrigo (Gráfico 4). Segundo Baretta *et al.* (2011) a população de Collembola pode ser diretamente alterada pela ação antrópica, com o uso indiscriminado ou incorreto do solo, por isso a diversidade desse grupo é amplamente utilizada para estudar o nível de intervenção antrópica.

Gráfico 4 - Diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradação, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue.



Elaboração: Artur Manoel Júnior, nov., 2021.

4.2.3 Relação da distribuição de Acarina e Collembola com temperatura e conteúdo de água do solo

Os indivíduos dos grupos Acarina e Collembola responderam de formas diferentes as variáveis temperatura e conteúdo de água do solo nas áreas estudadas (Tabela 7). A área de Mangue onde foi coletada a menor quantidade de indivíduos do grupo Acarina, apresentou independente do mês o maior CAS (%) (Maio=22,03% e Junho=34,36%) e menor temperatura do solo (Maio=26,89 °C e Junho=25,52 °C), enquanto a área Degradação que apresentou o maior número de indivíduos do grupo Acarina, teve nos dois meses o menor CAS (%) (Maio=7,35% e Junho=10,46%) e a maior temperatura do solo (Maio=27,94 °C e Junho=26,33 °C) (Tabela 7). Segundo Silva (2017) os Ácaros são colonizadores de áreas degradadas. Desse modo, as condições do ambiente degradado, com solo exposto, favoreceram o menor percentual de umidade e a maior temperatura do solo, condições que favorecem a presença dos indivíduos do grupo Acarina.

O grupo Collembola não apresentou indivíduo na área de Cultivo Agrícola nos meses de maio e junho, onde o CAS (%) (Maio=16,90% e Junho=21,11%) e a temperatura do solo (Maio=27,53 °C e Maio=26,58 °C). Na área de Transição (C. Civil/Borda de Mangue) o grupo Collembola teve o maior número de indivíduos coletados, essa área apresentou o CAS (%) (Maio=22,88% e Junho=15,25%) e a temperatura do solo (Maio=28,34 °C e Maio=26,69 °C) (Tabela 7). Essa é uma área úmida, no entanto não é tão úmida quanto o ambiente de

Mangue, confirmando a assertiva de Barroso *et al.* (2013) que mencionam que a umidade excessiva prejudica a sobrevivência desses organismos que habitam os espaços porosos do solo, migrando para profundidades com umidade ideal ou resistindo por pouco tempo nessa situação.

Outra variável que deve ser considerada é a precipitação pluvial (mm) que em junho foi muito elevada correspondendo a 338,5 mm em relação a maio (176,4 mm) (Tabela 7), o que contribuiu para a redução do número de indivíduos. Outras pesquisas já verificaram essa tendência como (ARAUJO *et al.*, 2009a; DAMASCENO e SOUTO, 2014; PEREIRA *et al.*, 2020).

Esses resultados estão de acordo com Silva (2016) que afirma que a fauna edáfica é influenciada pela temperatura, precipitação pluvial e umidade do solo. Wink *et al.* (2005) afirmam que cada grupo responde de forma diferente as diversas variáveis, sendo fundamental, reconhecer a sua interação com as alterações ambientais, bem como entender a sua evolução, tanto em locais degradados como em estágio de recuperação.

Para Baretta *et al.* (2016) a cobertura vegetal quando se mantém inalterada, garante menores variações de temperatura, proporcionando ambiente mais favorável para o estabelecimento de vários grupos de organismos edáficos. Ainda de acordo com os autores outro aspecto importante é a diversidade florística, que promove a formação de uma serapilheira mais diversa, ou seja, oferece variedade de alimento e substrato para a fauna do solo. O tipo de folha sobre o solo, cobertura e diversidade vegetal, temperatura, precipitação e umidade são variáveis que influenciam na ciclagem, respondendo com diferenças na densidade da fauna do solo (SANTOS, 2016).

Tabela 7 - Número de indivíduos (NI) relacionados com o conteúdo de água do solo (CAS %), temperatura do solo (TS °C) e precipitação pluvial PP (mm) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue, nos meses, Maio e Junho de 2019

Áreas	Meses							
	Maio				Junho			
	NI	CAS (%)	TS (°C)	PP (mm)	NI	CAS (%)	TS (°C)	PP (mm)
Cultivo Agrícola	19	16,90	27,53	176,4	173	21,11	26,58	338,5
Degradada	737	7,35	27,94	176,4	583	10,46	26,33	338,5
Transição	161	22,88	28,34	176,4	62	15,25	26,69	338,5
Mangue	71	22,03	26,89	176,4	27	34,36	25,52	338,5

Elaboração: Artur Manoel Júnior, nov., 2021.

Observou-se que independente dos meses, o grupo Acarina dominou a área Degradada (1.153 indivíduos) e de Cultivo Agrícola (192 indivíduos) e mostrou-se menos adaptado as condições de Mangue já que sua abundância foi muito reduzida (57 indivíduos), assim como na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue), com apenas (28 indivíduos) coletados (Tabela 8). Já em relação ao grupo Collembola o ambiente mais propício a sua ocorrência foi a área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) por ser um hábitat onde as condições de umidade mostraram atender as suas exigências, tendo sido registrado nas amostragens uma abundância de (195 indivíduos). Já na área de Mangue por apresentar um percentual de umidade mais elevado, a abundância do grupo caiu para (41 indivíduos) (Tabela 8). Segundo Braga *et al.* (2020) existe uma forte relação do grupo taxonômico Collembola com o percentual de umidade do solo, assim como a presença dos mesmos a condições ambientais mais bem estabelecidas, ou seja, locais menos degradados.

Tabela 8 - Abundância dos indivíduos nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue, nos meses Abril, Maio e Junho de 2019

Áreas	Acarina			Collembola		
	Meses					
	Maio	Junho	Total	Maio	Junho	Total
Cultivo Agrícola	19	173	192	0	0	0
Degradada	598	555	1.153	139	28	167
Transição	19	9	28	142	53	195
Mangue	55	2	57	16	25	41

Elaboração: Artur Manoel Júnior, nov., 2021.

4.3 Variação da abundância dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola conforme as áreas e influência da temperatura e Conteúdo de Água do solo

Após a realização dos testes estatísticos visando à verificação se havia diferença entre as quatro áreas e entre os dois meses estudados, em relação à abundância (número de indivíduos) dos organismos Acarina e Collembola da mesofauna e macrofauna e, também se havia diferença em relação ao conteúdo de água do solo e temperatura do solo, obteve-se os seguintes resultados:

Comparando-se as quatro áreas (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue) os resultados do teste de Kruskal-Wallis indicaram diferença em relação à abundância de Acarina da macrofauna ($X^2_{(3)} = 29.383$; p-value = $1.86e^{-06}$), abundância de Collembola da macrofauna ($X^2_{(3)} = 19.83$; p-value = 0.0001841), abundância de Collembola da mesofauna ($X^2_{(3)} = 10.627$; p-value = 0.01393), 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) (Tabela 9).

Já em relação aos meses, observou-se diferença somente entre abundância de Collembola da macrofauna ($X^2_{(1)} = 7.3206$; p-value = 0.006817) e temperatura do solo ($X^2_{(1)} = 37.343$; p-value = $9.908e^{-10}$) (Tabela 9).

O post-hoc de Dunn (Tabela 9) indicou para a mesofauna que a única variável que não diferiu significativamente, entre áreas e meses, foi a abundância de Acarina. Já a abundância de Collembola teve diferença significativa apenas entre Cultivo Agrícola e Transição (Construção Civil/Borda de Mangue). Em relação à macrofauna, o número de indivíduos de Acarina apresentou diferença significativa na área “Degradada” em relação às demais áreas. E para abundância de Collembola, verificou-se diferença da área “Cultivo Agrícola” entre as outras áreas e entre os dois meses (Tabela 9).

Quanto ao Conteúdo de Água do Solo (CAS), observou-se que a área “Degradada” se diferenciou de todas as outras áreas e “Transição (Construção Civil/Borda de Mangue)” diferiu da área de “Mangue”. Já a variável temperatura do solo, apresentou diferença em relação aos meses. E comparando esta variável entre as áreas “Mangue” foi diferente de todas as outras (Tabela 9).

Tabela 9 - Post-hoc de Dunn para abundância de Acarina e Collembola da macrofauna e mesofauna e temperatura e conteúdo de água do solo

Grupo 1	Grupo 2	Valor de <i>p</i> ajustado e com significância					
		NIAMACRO	NICMACRO	NIAMESO	NICMESO	CAS	TS
C. Agrícola	Degradada	0.0000951****	0.000157***	1 ns	1 ns	$2.71e^{-4}$ ***	1 ns
C. Agrícola	Transição	1 ns	0.00478**	1 ns	0.0115*	$1 e^{+0}$ ns	1 ns
C. Agrícola	Mangue	1 ns	0.0385*	1 ns	0.141 ns	$2.91e^{-1}$ ns	0.0157*
Degradada	Transição	0.0000270****	1 ns	1 ns	0.452 ns	$4.32e^{-3}$ **	1 ns
Degradada	Mangue	0.0000796****	0.836 ns	1 ns	1 ns	$8.57e^{-9}$ ****	0.0314*
Transição	Mangue	1 ns	1 ns	1 ns	1 ns	$4.54e^{-2}$ *	0.00108*
Meses							
Mai	Junho	0.448 ns	0.00682 **	0.586 ns	0.0604 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; NIAMACRO = Número de indivíduos de Acarina da macrofauna; NICMACRO = Número de indivíduos de Collembola da macrofauna; NIAMESO = Número de indivíduos de Acarina da mesofauna; NICMESO = Número de indivíduos de Collembola da mesofauna; CAS = Conteúdo de Água do Solo; TS = Temperatura do Solo.

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

4.3.1 Estimativas de correlação de Spearman

Os resultados das estimativas de correlação de Spearman para todas as variáveis estão representados nas figuras 11 e 12. É possível observar que na área Cultivo Agrícola não houve resultados significativos ($p < 0,05$) (Figura 11A). Cabe destacar que nesta área, todas as correlações com o número de indivíduos de Collembola da macrofauna estão em branco porque não foi constatado indivíduo em nenhum dos pontos amostrados.

Na área Degradada, a abundância de Collembola (macrofauna) apresentou correlação positiva ($p = 0.008275$) e moderada ($r = 0.573$) (DANCEY e REIDY, 2006) com a temperatura do solo. Isso significa que quando a temperatura do solo aumenta o número de indivíduos de Collembola (macrofauna) também se eleva, ou se a temperatura do solo diminui a abundância também diminui (Figura 11B). Na área Transição (Construção Civil/Borda de Mangue), observou-se correlações significativas da abundância de Collembola (macrofauna), bem como da abundância de Acarina e Collembola (mesofauna) com a temperatura do solo, e todas as correlações foram positivas e moderadas (Figura 12A). Na área de Mangue, houve correlação positiva ($p = 0.0005328$) e forte ($r = 0,704$) entre abundância de Collembola (mesofauna) com a temperatura do solo (Figura 12B). Segundo Silva (2016) tanto a mesofauna como a macrofauna são influenciadas pela temperatura.

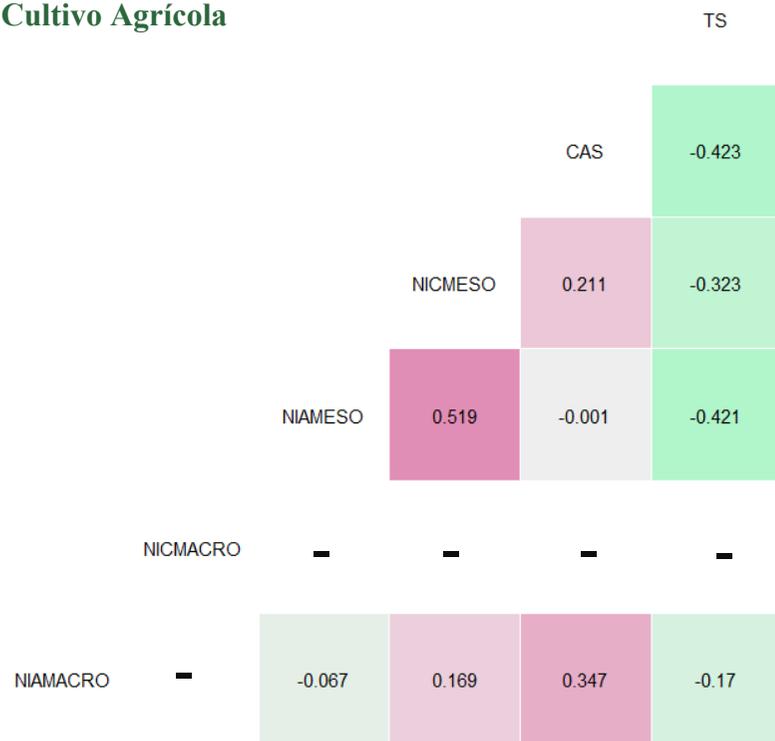
De acordo com os resultados, é possível inferir que a Hipótese foi corroborada parcialmente, pois a partir da Predição 1, verificou-se que a única variável que não diferiu significativamente, entre áreas e meses, foi a abundância de Acarina da mesofauna que se mostrou mais dominante nas áreas de Cultivo Agrícola e Degradada. Já a abundância de Collembola da mesofauna teve diferença significativa apenas entre Cultivo Agrícola e Transição (Construção Civil/Borda de Mangue). Em relação a macrofauna, o número de indivíduos de Acarina apresentou diferença significativa na área “Degradada”. E para abundância de Collembola, verificou-se diferença da área “Cultivo Agrícola”.

É possível inferir que a Hipótese foi corroborada parcialmente, pois a partir da Predição 2, foi possível observar pelas estimativas de correlação na área de Cultivo Agrícola, que não há influência significativa de (CAS) e (TS) com os indivíduos dos grupos Acarina e Collembola da mesofauna e macrofauna. Na área Degradada a abundância de Acarina da mesofauna e macrofauna não teve correlação com essas variáveis, enquanto Collembola (macrofauna) teve resultados significativos relacionados apenas com a (TS). Na área de

Transição (Construção Civil/Borda de Mangue), os resultados foram significativos para a abundância de Collembola da mesofauna e macrofauna em relação a variável (TS), e Acarina da (mesofauna) também teve correlação apenas com essa variável. Na área de Mangue apenas o Collembola (mesofauna), teve correlação positiva com a (TS). Segundo os resultados obtidos pelas estimativas de correlação de Spearman, a (TS) influenciou parcialmente a abundância dos dois grupos taxonômicos Acarina (mesofauna) e (macrofauna), e Collembola (mesofauna) e (macrofauna), enquanto o (CAS) não teve influência significativa.

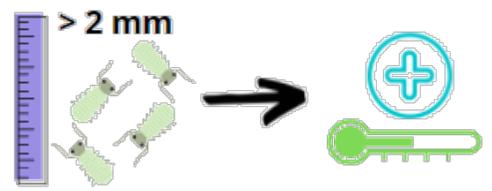
Figura 11 - Resultados da correlação de Spearman para as áreas Cultivo Agrícola (A) e Degradada (B) relacionada com temperatura do solo e conteúdo de água do solo.

Cultivo Agrícola

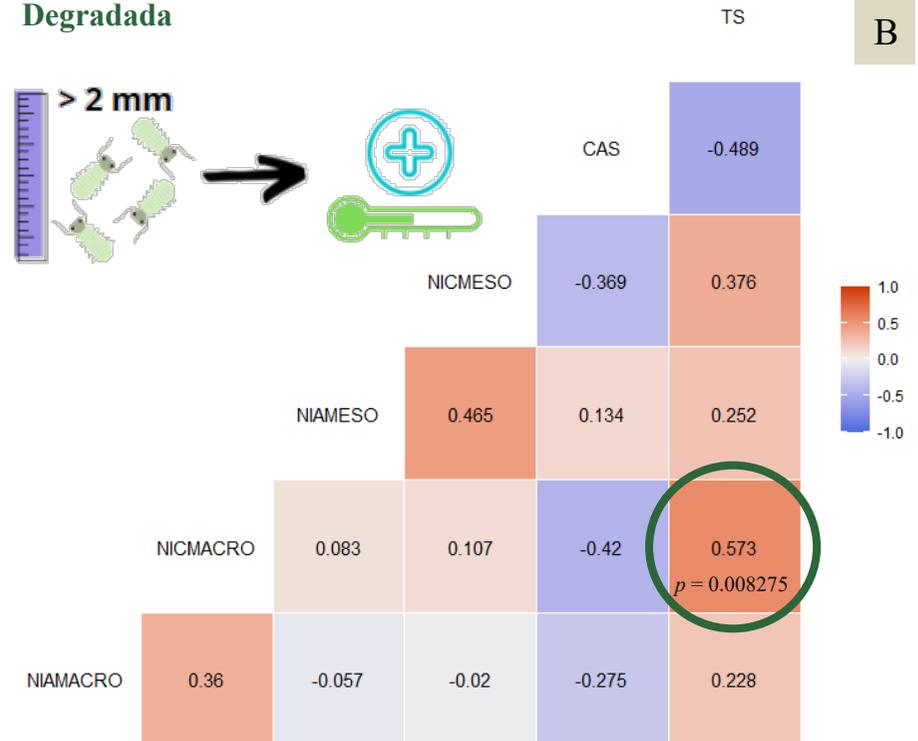


A

Degradada

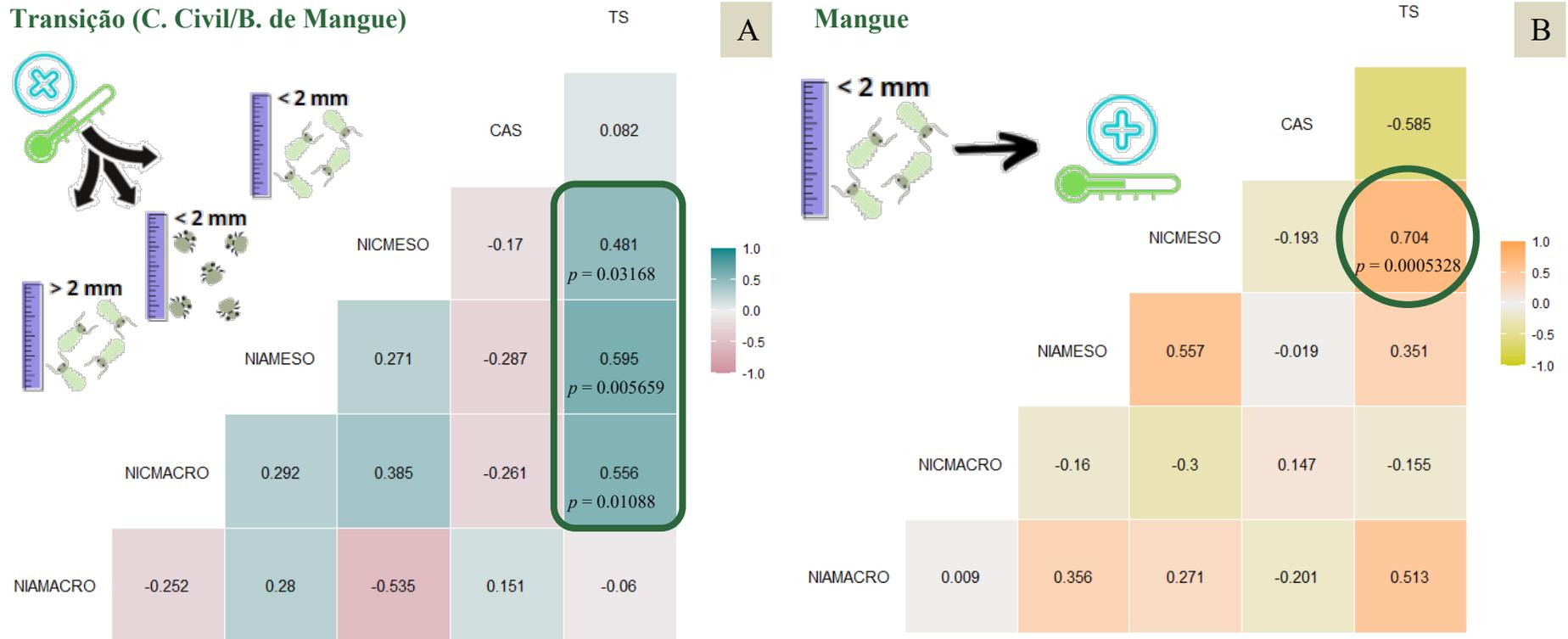


B



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

Figura 12 - Resultados da correlação de Spearman para as áreas Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (A) e Mangue (B) relacionada com temperatura do solo e conteúdo de água do solo.



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

5 CONCLUSÕES

Independente do método, extrator Berlese-Tullgren (mesofauna) e armadilhas Provid (macrofauna), o grupo Acarina é mais abundante que Collembola em todas as áreas de estudo (Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue), comprovado pelos menores valores de diversidade e uniformidade de Shannon e Pielou, com exceção na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) onde o grupo Collembola da macrofauna (armadilhas Provid) é mais abundante que Acarina;

O grupo Acarina (mesofauna e macrofauna) tem maior preferência pelas áreas Degradada e Cultivo Agrícola, que são ambientes mais secos. Já o grupo Collembola (mesofauna e macrofauna) opta pela área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue), demonstrando ter preferência por ambientes com fonte de alimentação diversificada e por locais mais úmidos, mas não encharcados como no mangue;

Os grupos Acarina e Collembola (mesofauna e macrofauna) apresentam uma distribuição expressiva nas áreas de estudo pela matriz presença/ausência, sendo que Acarina encontra-se presente em todas as áreas e meses. Já na área de Cultivo Agrícola Collembola (mesofauna e macrofauna) se mostra ausente em maio e Collembola (macrofauna) ausente em junho;

A temperatura do solo influencia a abundância de Collembola (macrofauna) na área Degradada, Acarina (macrofauna) e Collembola (macrofauna e mesofauna) na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Collembola (mesofauna) na área de Mangue. Na área de Cultivo Agrícola não há influência dessa variável sobre abundância desses organismos edáficos. Já o Conteúdo de Água do Solo (CAS) não influencia a abundância de Acarina e Collembola (mesofauna e macrofauna) nas áreas e meses;

Recomenda-se a continuação da pesquisa, uma vez que as coletas foram interrompidas pela orientação da OMS como medida de segurança ao combate a Covid 19. Logo, estes resultados é um reflexo momentâneo do ambiente. Para ter resultados mais robustos e que simulem o que realmente ocorre na natureza, é necessário a execução de um trabalho em escala temporal maior, mostrando a dinâmica que ocorre ao longo dos meses.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS EM DADOS E INFORMAÇÕES. **Sistema de informações municipais**. 2018. Disponível em: dados.al.gov.br. Acesso em: 28 abr. 2021.

ALMEIDA, M. A.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. S. Composição e sazonalidade da mesofauna do solo do semiárido paraibano. **Revista Verde da Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 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. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

AMARAL, A. A. *et al.* A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 14, dez. 2015.

ARAUJO, K. D. *et al.* Influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna invertebrada do solo em área de Caatinga no Semiárido da Paraíba. **Geoambiente On-line**, Jataí, v. 1, n. 1, p. 5-6, jan./jun. 2009. (a)

ARAUJO, L. H. A. *et al.* Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em areia, Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 117-121, jul./set. 2009. (b)

ARAUJO, M. S. L. C.; CALADO, T. C. S. Bioecologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus) no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, Itajaí, v. 8, n. 2, p. 169-181, dez. 2008.

BARDGETT, R. D.; VAN DER PUTTEN, W. H. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. **Nature**, Londres, v. 515, n. 7528, p. 505-511, nov. 2014.

BARETTA, D. *et al.* Fauna e sua relação com atributos edáficos em Lages, Santa Catarina - Brasil. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 42-51 jan./mar. 2016.

BARETTA, D. *et al.* Fauna edáfica e qualidade do solo. **Revista Tópicos Ciência Solo**, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 119-170, jan. 2011.

BARROSO, R. 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: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. p. 1-4.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068 p.

BELLINE, B. C.; ZAPPELINE, D. Registros da fauna Collembola (Arthropoda, Hexapoda) no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 386-390, jul./set. 2009.

BERUDE, M. C. *et al.* A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 14-28, jan./dez. 2015.

BRAGA, C. E. S.; GUTJAHR, A. L. N.; MARTINS, A. M. Caracterização da fauna de Collembola em diferentes formações vegetais no município de Santa Bárbara, estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, Belém, v. 15, n. 2, p. 393-407, mai/ago. 2020.

CAVALCANTE, F. L. **Caracterização preliminar da mesofauna edáfica em área de policultivo no Cariri Paraibano**. 2017. 41 f. Monografia (Tecnólogo em Agroecologia) – Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade federal de Campina Grande, Sumé, 2017.

CASTRO, E. B. *et al.* Dinâmica populacional dos principais ácaros fitófagos e predadores associados à plantação de seringueira no Estado da Bahia, Brasil. **Acarologia Sistemática e Aplicada**, v. 23, n. 8, p. 1578–1591, 2018.

COSTA, J. G. *et al.* Impacto do desmatamento e uso do fogo na mesofauna do solo. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 2, n. 6, p. 1901-1906, out./dez. 2019.

DAMASCENO, J.; SOUTO, J. S. Indicadores biológicos do núcleo de desertificação do seridó ocidental da Paraíba. **Revista de Geografia**, Recife, v. 31, n. 1, p. 100-132, jan. 2014.

DANCEY, C. P.; REIDY, T. **Estatística sem matemática para psicologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 608 p.

DENEGA, G. L. *et al.* Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 381-392, abr./jun. 2011.

DIONÍSIO, R. T. *et al.* **Guia prático de biologia do solo**. 1. ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2016. 152 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Ácaros: taxonomia, bioecologia e sua importância agrícola**. 1. ed. Seropédica: Embrapa, 2007. 24 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas: levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Alagoas**. 1. ed. Recife: Embrapa, 2012. 238 p.

FORNAZIER, R. *et al.* Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais[...]**. Gramado: SBCS, 2007. p. 1-5.

FRANCO, R. **Fauna edáfica sob modelos em estágio inicial de restauração da floresta subtropical**. 2016. 138 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

GERGÓCS, V.; HUFNAGEL, L. Comparing the natural variation of oribatidmite communities with their changes associated with anthropogenic disturbance. **Environmental monitoring and assessment**, Suíça, v. 189, n. 4, p.189-203, mar. 2017.

GOOGLE SATÉLITE. **Imagem de satélite em Marechal Deodoro, Alagoas**. 2021. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 21 abr. 2021.

HARRELL JR, F. E.; DUPONT, C. **Hmisc**: Harrell Miscellaneous. R package version 4.5-0. 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>. Acesso em: 25 jan. 2022.

HOFFMANN, R. B. *et al.* Efeito do uso do solo sobre a macrofauna edáfica. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 125-133, jul./set. 2018.

HOFFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. S. V.; DINIZ, A. A. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em areia, Paraíba, Brasil. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 121-125, jul./set. 2009.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 abr. 2021.

KASSAMBARA, A. **rstatix**: pipe-friendly framework for basic statistical tests. R package version 0.7.0. 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=rstatix>. Acesso em: 25 jan. 2022.

MACHADO, D. L. *et al.* Fauna edáfica na dinâmica sucessional da mata atlântica em floresta estacional semidecidual na bacia do rio Paraíba do Sul-RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 91-106, jan./mar. 2015.

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.

MADI, A. P. L. M. *et al.* Estrutura do componente de regeneração natural e arbóreo de dois manguezais no estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 159-170, jan./mar. 2016.

MANHÃES, C. M. C.; FRANCELINO, F. M. A. Estudo da inter-relação da qualidade do solo e da serapilheira com a fauna edáfica utilizando análise multivariada. **Revista Nucleus**, Ituverava, v. 9, n. 2, p. 21-32, out. 2012.

MATIAS, L.; SILVA, M. D. Monitoramento e análise da vegetação de Manguezal no litoral sul de Alagoas. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 2, n. 3, p. 312-319, jul. 2017.

MELO, F. V. *et al.* A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 39-43, jan./abr. 2009.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Atlas dos manguezais do Brasil**. 2018. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 03 abr. 2021.

MORAIS, J. W. *et al.* **O ecossistema solo**: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. 1. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2013. p. 352.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D. Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos? **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 21-40, abr./maio. 2016.

PEREIRA, J. M. *et al.* Fauna edáfica e suas relações com atributos químicos, físicos e microbiológicos em Floresta de Araucária. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 242-257, jan./mar. 2020.

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, n. esp, p. 63-76, dez. 2012.

PINHEIRO, F. J. *et al.* Caracterização da macrofauna edáfica na interface solo-serapilheira em uma área de Caatinga do Nordeste brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 2964-2974, dez. 2014.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. 2022. R Foundation for Statistical Computing: Vienna. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 25 jan. 2022.

RIEFF, G. G. **Dinâmica dos ácaros e collembolos edáficos e seu potencial como bioindicadores da qualidade do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo**. 2014. 137 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SANTOS, A. M. G. **Mudança no uso da terra e seu efeito no solo na região de floresta no estado de Roraima**. 2016. 135 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SCHAEFFER, N. Y. (coord.). **Manguezal**: ecossistema entre a terra e o mar. 1. ed. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 64 p.

SCHLOERKE, B. *et al.* **GGally**: extension to 'ggplot2'. R package version 2.1.2. 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=GGally>. Acesso em: 25 jan. 2022.

SEMARH. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Dados precipitação mensal - 2014**. Disponível em: <http://dados.al.gov.br>. Acesso em: 21 abr. 2021.

SILVA, L. C. S. **Análise da vegetação e organismos edáficos em área de Caatinga na Serra da Caiçara**. 2017. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

SILVA, A. M. **Dinâmica temporal da fauna edáfica em áreas de caatinga sob pastejo caprino**. 2016. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

SILVA, F. C. *et al.* Quantificação da microbiota e diversidade ecológica da meso e macrofauna do solo sob diferentes usos no município de Urutaí (região Sudeste Goiano). **Multi-Science Journal**, Goiânia, v. 1, n. 4, p. 12-18, mar. 2016.

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

SILVA, R. F. *et al.* Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 130-137, abr./jun. 2013.

SOUZA, M. A. *et al.* Sazonalidade da mesofauna edáfica em fragmentos de vegetação de caatinga no semiárido nordestino do Brasil. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, v. 1, n. 50, p. 64-71, jul. 2020.

SOUZA, C. A. *et al.* Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, *In*: PINHEIRO, M. A. A.; TALAMONI, A. C. B. (orgs.). **Educação ambiental sobre manguezais**. 1. ed. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 2018. p. 16-56.

SOUZA, M. H. *et al.* Macrofauna do Solo. **Revista Enciclopedia Biosfera Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 115, dez. 2015.

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. *et al.* **Análises do solo, plantas e outros materiais**. 5. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188 p.

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

VICENTE, N. M. F. *et al.* Fauna edáfica auxiliando a recuperação de áreas degradadas do córrego Brejaúba, MG. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 17, n. 2, p. 104-110, jul. 2010.

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: 25 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: 25 jan. 2022.

WINK, C. *et al.* Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 1, p. 60-71, out. 2005.