



Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPR

## OCORRÊNCIA DA FAUNA EDÁFICA (ACARINA E COLLEMBOLA) NO ECOSISTEMA MANGUEZAL, EM MARECHAL DEODORO, ALAGOAS

### *OCCURRENCE OF EDAPHIC FAUNA (ACARINA AND COLLEMBOLA) IN THE MANGROVE ECOSYSTEM, IN MARECHAL DEODORO, ALAGOAS*

(Recebido em 13-10-2022; Aceito em: 22-02-2024)

**Artur Manoel Júnior**

Bacharel em Geografia, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Brasil  
arturmanojr@gmail.com

**Wellington dos Santos Graciliano**

Bacharel em Geografia, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Brasil  
wellington\_santos1994@outlook.com

**Mayara Andrade Souza**

Doutora em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Brasil  
Docente no Centro de Estudos Superiores de Maceió (CESMAC), Maceió, Alagoas  
masouza@cesmac.edu.br

**Kallianna Dantas Araujo**

Doutora em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG),  
Campina Grande, Brasil  
Docente do PPGG-IGDema, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Brasil  
kallianna.araujo@igdema.ufal.br

### **Resumo**

O manguezal contém uma grande riqueza biológica, o que requer atenção na manutenção e na conservação das comunidades de organismos desse ecossistema. O objetivo deste artigo foi avaliar se a abundância, a diversidade e a uniformidade dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola da mesofauna e da macrofauna do solo 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, no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) em maio e junho/2019, onde foram realizadas em cada área 10 coletas de amostras de solo+serapilheira, totalizando 40 amostras em cada mês. A mesofauna foi determinada com anéis metálicos e os organismos foram extraídos na bateria Berlese-Tullgren. A macrofauna foi amostrada com armadilhas Provid. Os dados foram analisados pela estatística descritiva pelo *Software Office Excel 2019*. Acarina da classe *Arachnida* é mais abundante que Collembola (*Entognatha*) em todas as áreas, comprovado pelo baixo valor de diversidade e de uniformidade, com exceção na área de Transição, onde

Collembola da macrofauna é mais abundante do que Acarina; Acarina tem maior preferência pelas áreas Degradada e Cultivo Agrícola. Já Collembola optam pela área de Transição, demonstrando ter preferência por ambientes com fonte de alimentação. Ambos os grupos apresentam uma distribuição expressiva nas áreas de estudo pela matriz presença/ausência, sendo que Acarina encontra-se em todas as áreas e meses. Já no Cultivo Agrícola, Collembola se mostra ausente em maio e Collembola da macrofauna ausente em junho.

**Palavras-chave:** Grupos Taxonômicos; Complexo Estuarino Lagunar; Abundância.

### **Abstract**

*The mangrove contains great biological wealth, which requires attention in the maintenance and conservation of the communities of organisms in this ecosystem. The objective of this article was to evaluate whether the abundance, diversity and uniformity of the Acarina and Collembola taxonomic groups of the mesofauna and macrofauna of the soil vary according to the type of area (Agricultural Cultivation, Degraded, Transition (Civil Construction/Mangrove Edge) and Mangrove). The work was carried out in Marechal Deodoro, Alagoas, in the Estuarine Lagunar Mundaú-Manguaba Complex (CELMM) in May and June/2019 at 10 sampling points (soil+leaf litter) in each area, totaling 40 samples. Mesofauna was determined with metallic rings and organisms were extracted using the Berlese-Tullgren battery. The macrofauna was sampled with Provid traps. Data were analyzed by descriptive statistics using Office Excel 2019 Software. Acarina from the Arachnida class is more abundant than Collembola (Collembolan) in all areas, as evidenced by the low value of diversity and uniformity, except for the Transition area, where Collembola macrofauna is more abundant than Acarina; Acarina has a greater preference for Degraded and Agricultural Cultivation areas. Collembola, on the other hand, opted for the Transition area, demonstrating a preference for environments with power supply; Both groups present an expressive distribution in the study areas by the presence/absence matrix, and Acarina is found in all areas and months. In Agricultural Cultivation, Collembola is absent in May and Collembola from macrofauna is absent in June.*

**Key words:** Taxonomic Groups; Estuarine Lagoon Complex; Abundance.

### **Introdução**

O Manguezal é um ecossistema costeiro especificamente de áreas onde há transição de ambientes terrestre e marinho, em regiões com climas tropicais e subtropicais (SCHAEFFER-NOVELLI; VALE; CINTRÓN, 2015). Nesse ecossistema as espécies vegetais são rigorosamente adaptadas às diferentes condições topográficas e geomorfológicas do ambiente, além do alto grau de salinidade e a influência das marés (OLIVEIRA; TOGNELLA, 2014).

No estado de Alagoas, os manguezais se encontram nas áreas estuarinas, como os rios, os canais e os corpos de água das principais lagunas costeiras (CORREIA; SOVIERZOSKI, 2009) e abriga diversos organismos que desempenham funções importantes para a sustentação e para o funcionamento da dinâmica ambiental (SILVA *et al.*, 2013a).

No entanto, devido à grande importância econômica, estes ambientes são degradados pela ação e ocupação do homem, acarretando danos na estrutura e na qualidade dos manguezais, provocando a morte de diversos organismos (SCHAEFFER-NOVELLI; VALE; CINTRÓN, 2015). Essa interferência antrópica deve-se principalmente ao fato de a região apresentar condições favoráveis à

instalação de empreendimentos, ao fazer aterros para a expansão urbana, e extração desordenada de madeira (MATIAS; SILVA, 2017). No litoral Alagoano, por exemplo, a degradação do manguezal está fortemente relacionada ao aumento da rede hoteleira e às atividades turísticas, além da expansão da monocultura de cana-de-açúcar e de coco (CORREIA; SOVIERZOSKI, 2008).

O complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba – CELMM se destaca como a maior reentrância com ocorrência de manguezais no estado de Alagoas. Possui uma área total de 7.844 km<sup>2</sup> e é formado pelo rio Mundaú, que deságua na laguna Mundaú, e pelo rio Paraíba do Meio e Sumaúma, que deságuam na laguna Manguaba (WANDERLEY *et al.*, 2020). Esse complexo é fonte de sobrevivência de inúmeras famílias, já que muitas pessoas o têm como base de sustento, por meio de atividades de pesca e de coleta de crustáceos (ARAÚJO; CALADO, 2008). Contudo, por causa da sua proximidade com as cidades de Maceió e de Marechal Deodoro já são registradas ocorrências de problemas ambientais como apontam Silva e Sousa (2008) ao mencionarem que a ocupação urbana provocou a perda da beleza natural e aumentou os riscos de degradação de mangue. Notadamente, pela ocupação urbana, como as atividades de lazer e turismo que crescem excessivamente nesse Complexo Estuarino (ICMBIO, 2018). Diante deste contexto, foi selecionada uma área de estudo compreendida por um ambiente de manguezal onde foram praticadas atividades de desmatamento, queimada, plantio de espécies exóticas e construção civil na área que compreende o CELMM, uma vez que essas práticas diminuem a biodiversidade da flora e da fauna edáfica (FERREIRA; BARROS; GAJARDO, 2018). Deste modo, é importante o reconhecimento da fauna edáfica presente nos manguezais que vem sendo constantemente explorados por várias atividades antrópicas, pois assim é possível compreender as interações biológicas no sistema solo/planta (SILVA *et al.*, 2013a).

Os grupos faunísticos edáficos encontrados em manguezais como Acarina e Collembola, pertencentes à mesofauna (comprimento entre 0,2 e 2 mm) (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979; JACQUES *et al.*, 2017) e macrofauna (comprimento  $\geq$  2 mm) (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979; TOMA; VILAS BOAS; MOREIRA, 2017) auxiliam na distribuição de esporos, na estimulação da atividade microbiana e na humificação para remanejar a matéria orgânica, entre outros (SILVA *et al.*, 2013a).

O grupo Acarina é constituído por pequenos organismos que habitam o solo e são decompositores da matéria orgânica, contribuindo para a sua mineralização (SANTOS, 2020). Segundo Balota (2017), os ácaros podem ser utilizados para determinar a qualidade do solo, sendo possível a adoção de práticas para a melhoria das suas condições, uma vez que, segundo Silva (2017), fatores como a cobertura do solo, as espécies vegetais cultivadas e a microclima podem influenciar a distribuição dos ácaros no solo.

Já o grupo Collembola é composto por organismos que atuam na decomposição da matéria orgânica, além de controlarem a população de microrganismos, sendo encontrados com maior frequência em áreas onde há maior umidade (OLIVEIRA FILHO; BARETTA, 2016). Esse grupo exerce uma forte influência na ecologia microbiana do solo, na ciclagem de nutrientes e na fertilidade do solo (SILVA *et al.*, 2013b). São indicadores ecológicos e biogeográficos (GERGÓCS; HUFNAGEL, 2017), pois auxiliam no controle da biomassa de fungos no solo, agindo como dispersores (BERUDE *et al.*, 2015). Desse modo, dado que a fauna edáfica reage às diversas alterações ocorridas no ambiente, o estudo da abundância, da diversidade e da uniformidade desses organismos em ambiente de manguezal torna-se um instrumento para a compreensão do equilíbrio desse ecossistema, bem como para a sua conservação (SILVA *et al.*, 2013a).

Diante disso, foi elaborado o seguinte questionamento: a abundância, a diversidade e a uniformidade 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. Os Ácaros detêm maior abundância nas áreas de Cultivo Agrícola e Degradada por serem mais adaptados às mudanças antrópicas e a ambientes mais secos. Já o grupo Collembola é mais abundante nas áreas de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue por serem sensíveis às mudanças ocorridas nos habitats e por terem preferência por ambientes mais úmidos.

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

## Material e Métodos

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 31m. Está situado na Mesorregião do Leste Alagoano e na 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, fluviomarinha e eólica (EMBRAPA, 2012).

A vegetação predominante em Marechal Deodoro é constituída por Floresta Subperenifólia, Floresta Perenifólia de Restinga e Floresta Perenifólia de Mangue e os solos predominantes dessa unidade geoambiental são representados pelos Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos e Organossolos (EMBRAPA, 2012). A área de estudo está localizada no bairro Barra Nova, que faz parte do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) (Figura 01).

**Figura 01** - Localização da área de estudo em Marechal Deodoro, Alagoas



Fonte: Ferro (2021).

Foram selecionadas quatro áreas experimentais: área 1 - Cultivo Agrícola (9°42'28.9" S e 35°48'27.02" W) (Figura 02A), área 2 - Degradada (9°42'22.39" S e 35°48'17.23" W) (Figura 02B), área 3 - Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (9°42'04.78" S e 35°48'04.16" W) (Figura 02C) e área 4 - Mangue (9°41'56.55" S e 35°47'52.13" W) (Figura 02D).

**Figura 02** - Área 1 - Cultivo Agrícola (A), Área 2 - Degradada (B), Área 3 - Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (C) e Área 4 - Mangue (D)



Fonte: Souza (5A e 5D), Costa (5B), Dantas (5C) (2019).

A primeira área caracteriza-se como um ambiente de manguezal que foi desmatado e posteriormente utilizado para cultivo agrícola de quiabo. 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. A terceira área também está relacionada a um ambiente de manguezal, cuja vegetação foi substituída por um condomínio de alto padrão (Laguna), sendo considerada como uma área de transição denominada borda de Mangue. Por fim, a quarta área refere-se ao ecossistema manguezal que se encontra conservado.

A determinação da abundância dos organismos Acarina e Collembola da mesofauna edáfica (comprimento = 0,2 a 2,0 mm) (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979) foi executada em duas etapas. A primeira se deteve em coletar os indivíduos em campo nas quatro áreas amostrais e a segunda na identificação dos organismos em laboratório (SOUZA *et al.*, 2015).

Em campo foram coletadas 10 amostras de solo em cada área, na profundidade de 0-5 cm, com o uso de anéis metálicos com diâmetro de 4,8 cm e altura de 5 cm, nos meses de maio e de junho de 2019, totalizando 40 amostras de solo. Os anéis foram inseridos no solo com auxílio de martelo e madeira, depois foram removidos com espátula. Em seguida, foram envolvidos com tecidos de tule e TNT e presos com liga de látex. Antes e após a coleta, o solo foi umedecido com água para evitar o desprendimento do material.

No laboratório as amostras foram instaladas na bateria de extrator Berlese-Tullgren. Na parte superior, onde ficam localizadas as lâmpadas, foram instalados os anéis com as amostras e na parte inferior os funis e os frascos de vidro contendo álcool 70% para a conservação dos organismos. As amostras de solo foram mantidas no extrator por 96 horas, expostas à luz e ao calor para a secagem de cima para baixo, forçando os organismos a migrarem para o fundo do anel e, conseqüentemente, para os frascos de vidro com funis contendo álcool etílico 70%. Após 96 horas, o conteúdo de cada frasco foi transferido para placas de Petri e com o auxílio de lupa binocular foi feita a contagem e a identificação dos indivíduos presentes em cada amostra utilizando a chave de identificação de Triplehorn e Johnson (2011).

Para a determinação dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola da macrofauna edáfica (comprimento  $\geq 2$  mm) (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979), foram instaladas armadilhas Provid para captura dos organismos, elaboradas 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 inseridas com as aberturas no nível do solo, permanecendo no campo por 96 horas (FORNAZIER *et al.*, 2007), nos meses de maio e junho de 2019.

As armadilhas foram recolhidas e o material foi transferido para peneiras com malha de 0,25 mm e em seguida os organismos foram armazenados em recipientes plásticos de 350 mL, contendo álcool 70% (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979). Posteriormente, foram contabilizados e identificados com o auxílio de lupa, pinça e chave de identificação de Triplehorn e Johnson (2011).

O índice de Diversidade de Shannon (H), de acordo com Begon, Townsend e Harper (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; TOWNSEND; HARPER, 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 Shannon;  $S$ =Número de espécies ou grupos.

A matriz presença/ausência foi elaborada para demonstrar a distribuição dos organismos no solo, determinando, assim, a frequência em que eles aparecem em cada mês e em cada área de estudo, sendo considerado o valor (1) para representar os grupos presentes em cada ponto e (0) para os grupos ausentes. Os dados da mesofauna e da macrofauna (abundância, diversidade e uniformidade) foram analisados pela estatística descritiva com o auxílio do *software* Office Excel 2019.

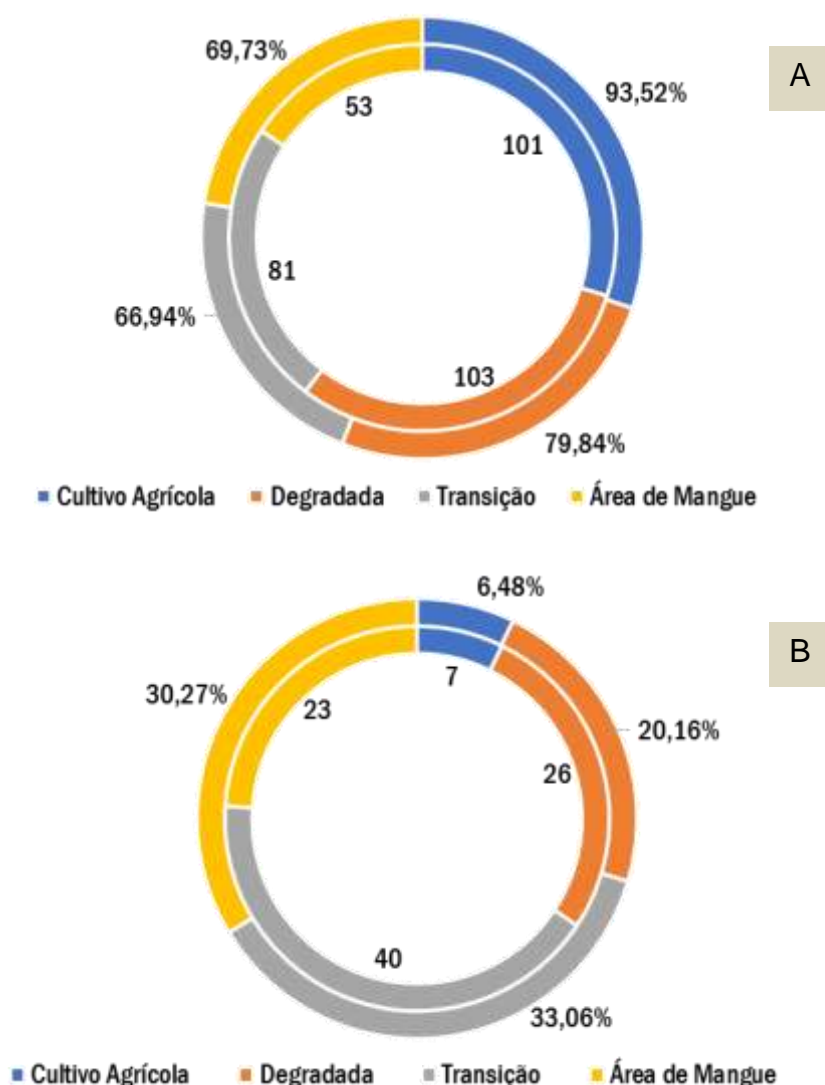
## Resultados e Discussão

A abundância representa a quantidade de organismos em um determinado local ou amostra (FRANCO, 2016). Nas figuras 03A e 03B constam os dados da distribuição dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola da mesofauna em termos de abundância e percentual nas quatro áreas, sendo que o grupo Acarina teve uma ocorrência de 93,52% na área de Cultivo Agrícola, Degradada (79,84%), Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) (66,94%) e Mangue (69,73%), respectivamente. Para o grupo Collembola, os valores corresponderam a 6,48% (Cultivo Agrícola), 20,16% (Degradada), 33,06% (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue) e 30,27% (Mangue), respectivamente.

A distribuição dos invertebrados reflete que na área de Cultivo Agrícola há uma diferença de 94 indivíduos entre os dois grupos, sendo 101 Acarina (93,52%) (Figura 03A) e 7 Collembola (6,48%) (Figura 03B). Esse desequilíbrio mostra que a fauna edáfica pode ser influenciada pelo sistema de cultivo (SILVA; AMARAL, 2013). Na área Degradada, a diferença cai para 77 indivíduos, dos quais 103 pertencem ao grupo taxonômico Acarina (79,84%) (Figura 03A) e 26 (20,16%) ao Collembola (Figura 03B). Como essa área está se recompondo, a tendência é de que esteja entrando em equilíbrio. Na área de 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 (Figura 03A) e 40 (33,06%) Collembola (Figura 03B). Assim, é possível observar que há mais equilíbrio nesta área. Na área de Mangue, essa diferença cai para 30 indivíduos, 53 (69,73%) Acarina (Figura

03A) e 23 (30,27%) Collembola (Figura 03B). Embora em relação aos ambientes citados anteriormente o número de indivíduos tenha diminuído, a diferença também caiu, o que mostra que, em um ambiente protegido, há mais equilíbrio. Então, quanto menos alterada a vegetação de uma área, maior será o equilíbrio de espécies e/ou grupos taxonômicos que ali vivem.

**Figura 03** - Abundância e Percentual (%) dos grupos taxonômicos Acarina (A) e Collembola (B) (mesofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue pelo Método Extrator Berlese-Tullgren



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A dominância do grupo Acarina em relação ao grupo Collembola observada nesses ambientes pode ser explicada pela diversidade de habitat alimentar desses organismos, ou seja, são adaptados aos mais diversos lugares, pois têm uma alimentação variada (PEREIRA; ALBANEZ; MAMÉDIO, 2012). Os Ácaros pertencem a um grupo funcional de organismos fitófagos, isso significa que sua

abundância em áreas agrícolas é explicada pela quantidade e pela qualidade da biomassa disponível nestes sistemas (BARBOSA *et al.*, 2017).

Segundo Machado (2015), o grupo Collembola possui grande distribuição em vários ambientes. Sua abundância e diversidade está ligada ao habitat solo+serapilheira e são organismos sensíveis a abrasões físicas. 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; ZAPPELINE, 2009).

Pela matriz presença/ausência (Tabela 01), foi possível observar que o grupo Acarina, independente do mês, esteve presente em todas as áreas. Já o grupo Collembola não foi registrado na área de Cultivo Agrícola no mês de maio.

**Tabela 01** - 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

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A maior presença do grupo Acarina 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 (SILVA *et al.*, 2013a). De acordo com Berude *et al.* (2015), o grupo Collembola é sensível às mínimas alterações ambientais, como desmatamento e queimadas, conforme aponta Machado (2015) ao mencionar que o grupo Collembola tem preferência por locais mais úmidos e com fonte de alimentação diversificada.

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

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, resultado da maior abundância desse grupo (Tabela 02). 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).

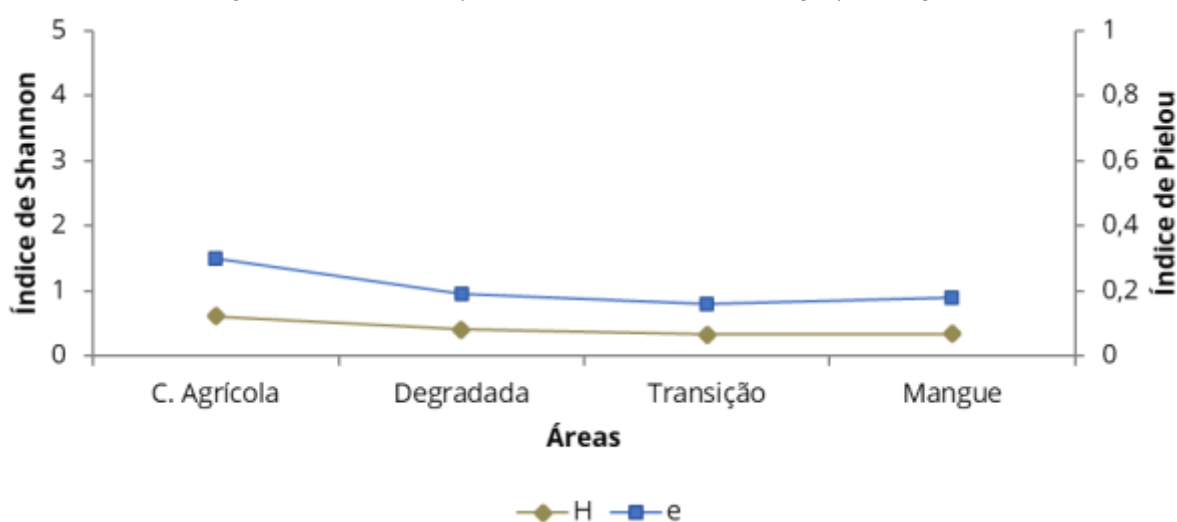
**Tabela 02** - Índice de diversidade de Shannon (H) e Índice de equabilidade de Pielou (e) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (mesofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue

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

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Ao analisarmos 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 (Figura 04). 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 à diversidade e à uniformidade (Figura 04). Segundo Vicente *et al.* (2010), áreas de mata sem perturbação apresentam os maiores índices de diversidade e de uniformidade, diferente das áreas que são impactadas por ações antrópicas, as quais geralmente têm baixa diversidade e uniformidade, como é o caso da área de Cultivo Agrícola e Degradada.

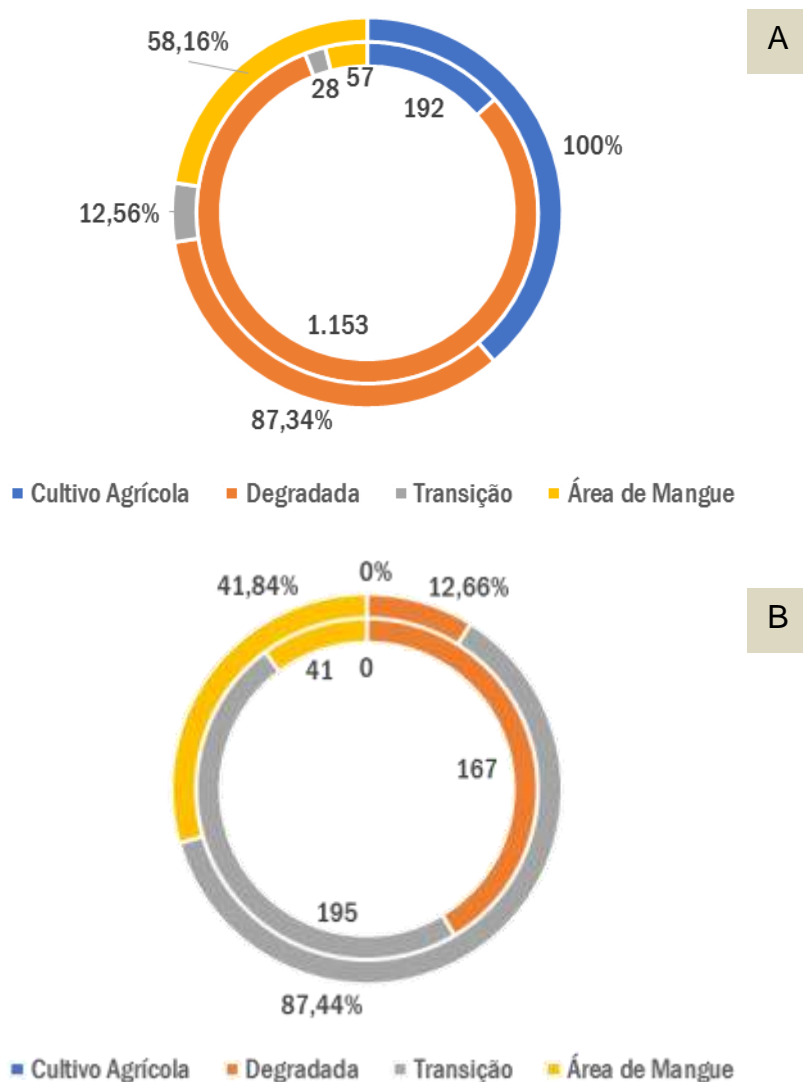
**Figura 04** - Diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradação, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Os dados referentes à abundância e o 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 nas figuras 05A e 05B. O grupo Acarina teve uma ocorrência de 100% na área de Cultivo Agrícola, 87,34% (Degradada), 58,16% (Mangue) e 12,56% (Transição - Construção Civil/Borda de Mangue). Já o grupo Collembola se sobressaiu na área de Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) com 87,44%, seguida da área Mangue (41,84%) e Degradada (12,66%), não tendo sido observado sua ocorrência na área de Cultivo Agrícola (Figuras 05A e 05B).

**Figura 05** - Abundância e Percentual (%) dos grupos taxonômicos Acarina (A) e Collembola (B) (mesofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue pelo Método Provid



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na área de Cultivo Agrícola, foram coletados 192 indivíduos do grupo taxonômico Acarina (100%) (Figura 05A) e nenhum indivíduo do grupo taxonômico Collembola (Figura 05B). Há, portanto, um desequilíbrio causado pelo sistema de cultivo. Na área Degradada, dos 1.320 indivíduos coletados, 1.153 foram do grupo Acarina (87,34%) (Figura 05A) e 167 indivíduos (12,66%) do grupo Collembola (Figura 05B), com uma nítida disparidade em relação à quantidade dos dois grupos, embora essa área esteja lentamente se recompondo. 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%) (Figura 05B) e 28 do grupo Acarina (12,56%) (Figura 05A). Essa área de Borda de Mangue foi o único ambiente que o grupo Collembola se mostrou dominante em relação ao grupo Acarina. Na área de Mangue, foram coletados apenas 98 indivíduos, a menor quantidade, no entanto, é a área que se tem maior equilíbrio, haja vista que foram coletados 57 indivíduos do grupo Acarina (58,16%) (Figura 05A) e 41 do grupo Collembola (41,84%) (Figura 05B). Esse equilíbrio é reflexo da pouca interferência humana nesta área, o que a torna um ambiente mais estabilizado.

Diferentes coberturas vegetais e práticas agrícolas influenciam na diversidade da fauna edáfica, pois ela depende de vários fatores, como a quantidade, o tipo e a permanência de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo (RIEFF, 2014). O tipo de exploração agrícola e a presença de diferentes habitats podem alterar a abundância de organismos da fauna edáfica (LIMA *et al.*, 2016).

Ao observarmos a matriz presença/ausência (Tabela 03), foi possível constatar que o grupo Acarina esteve presente em todas as áreas, enquanto o Collembola não foi registrado nas coletas de campo na área de Cultivo Agrícola nos meses de maio e junho, possivelmente influenciado pelas condições do ambiente, como solos mais secos e com interferência antrópica, apresentando assim, redução do número de Colêmbolos nessa área (NASCIMENTO, 2017). Segundo Oliveira Filho e Baretta (2016), a variação da densidade das populações de Colêmbolos está relacionada aos fatores ecológicos que alteram a sua atividade, como temperatura, umidade e nutrientes disponíveis. De acordo com Rieff (2014), a presença 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.

**Tabela 03** - Matriz Presença (1) /Ausência (0) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (macrofauna) 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	0	1	1	1	1	1	1

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2022).

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 ( $H=0,24$ ;  $e=0,12$ ), uma vez que a abundância foi menor nas respectivas áreas (Tabela 04). 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 de uniformidade ( $H=0,06$ ;  $e=0,02$ ) (Tabela 04). Este ambiente tem uma maior diversidade de alimentos com condições favoráveis para sustentar esses organismos. Cavalcante (2017) cita que esses organismos têm hábito detritívoro e se adaptam melhor em ambientes com maior disponibilidade de matéria orgânica em decomposição. A área de Mangue foi a que demonstrou maior equilíbrio em relação à abundância dos dois grupos taxonômicos e, conseqüentemente, menor desproporcionalidade entre os índices ecológicos.

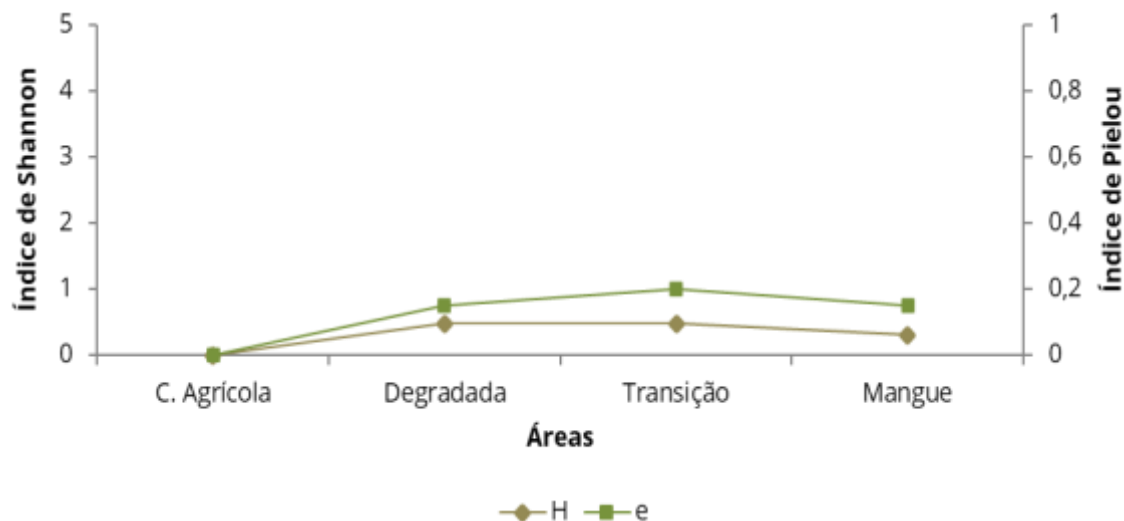
**Tabela 04** - Índice de diversidade de Shannon (H) e Índice de equabilidade de Pielou (e) dos grupos taxonômicos Acarina e Collembola (macrofauna) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradada, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue

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

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2022).

Em relação às áreas, Cultivo Agrícola apresenta desequilíbrio, com elevada abundância de Acarina e nenhum indivíduo do grupo Collembola. Por esta razão, os valores de diversidade e de 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 (Figura 06). 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.

**Figura 06** - Diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) nas áreas de Cultivo Agrícola, Degradação, Transição (Construção Civil/Borda de Mangue) e Mangue



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

## Conclusões

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

O grupo Acarina (mesofauna e macrofauna) tem maior preferência pelas áreas Degradação 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 o mangue.

Os grupos taxonômicos apresentam uma distribuição expressiva nas áreas de estudo pela matriz presença/ausência, sendo que Acarina encontra-se presente em todas as áreas e meses. Somente na área de Cultivo Agrícola Collembola (mesofauna e macrofauna) se mostra ausente em maio e Collembola (macrofauna) ausente em junho. Isso ocorre devido ao grupo Acarina ser mais adaptado às condições edafoclimáticas, resultando em uma distribuição mais ampla em relação ao grupo Collembola, que é mais restrito a ambientes úmidos.

## Agradecimentos

Ao Laboratório de Ecogeografia e Sustentabilidade Ambiental (LabESA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e ao Programa de Pós-Graduação em Análise de Sistemas Ambientais (PPGASA) do Centro Universitário Cesmac.

## Referências

- ALAGOAS EM DADOS E INFORMAÇÕES. *Sistema de informações municipais*. 2018. Disponível em: dados.al.gov.br. Acesso em: 28 ago. 2022.
- ARAÚJO, 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*, Lisboa, v. 8, n. 2, p. 169-181, dez. 2008.
- BALOTA, E. L. *Manejo e qualidade biológica do solo*. 1ª. ed. Londrina: Macenas, 2017. 287 p.
- BARBOSA, M. F. de C.; DEMITE, P. R.; MORAES, G. J. de; POLETTI, M. *Controle biológico com ácaros predadores: e seu papel no manejo integrado de pragas*. 1ª. ed. Engenheiro Coelho: PROMIP, 2017. 69 p.
- BARETTA, D.; SANTOS, J.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. *Revista Tópicos Ciência Solo*, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 119-170, jan. 2011.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecology: individuals, populations and communities*. 3ª. 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.; GALOTE, J. K. B.; PINTO, P. H.; AMARAL, A. A. do. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 14-28, jul./dez. 2015.
- 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.
- CORREIA, M. D.; SOVIERSOSKI, H. H. Gestão e desenvolvimento sustentável da zona costeira do estado de Alagoas, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, Lisboa, v. 8, n. 2, p. 25-45, dez. 2008.
- CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. *Ecossistemas costeiros de Alagoas - The mangrove ecosystem: research methods*. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2009. 144 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*. 1ª. ed. Recife: Embrapa, 2012. 238 p.
- FERREIRA, C. S. dos S.; BARROS, I. de C.; GAJARDO, I. C. S. M. *Recuperação e Manejo Sustentável de Áreas Degradadas*. 1ª. ed. Londrina: Educacional S.A, 2018. 240 p.
- FORNAZIER, R.; GATIBONI, L. C.; WILDNER, L. P.; BIAZI, D.; TODERO, C. Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., Gramado. *Anais [...]*. Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 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*, Dordrecht, v. 189, n. 4, p.189-203, mar. 2017.

- ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. *Atlas dos Manguezais do Brasil*. 1ª. ed. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p.
- JACQUES, C.; MORAIS, D. C.; TIRONI, S.; RADUNZ, A. L.; TRAMONTIN, M. A. Abundância de invertebrados de solo encontrados em diferentes ambientes na Universidade Federal da Fronteira Sul/Campus Chapecó-SC. *Agrarian Academy*, Goiânia, v. 4, n. 8, p. 1-10, dez. 2017.
- LIMA, M. L. da P.; SILVA, F. C. da; SANTANA, I. de J.; MARTINS, R. D.; LEMES, N. M.; RIETJENS, A. R. 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.
- 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 Agro veterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.
- 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.
- NASCIMENTO, D. K. D. *Atividade antibacteriana, citotóxica e imunomodulatória de Conocarpus erectus Linneus (Combretaceae)*. 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Saúde) – Centro de Ciência da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
- 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.
- OLIVEIRA, R. G.; TOGNELLA, M. M. P. Processo de colonização do manguezal do rio Tavares por análise da estrutura de diferentes bosques. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, Itajaí, v. 18, n. 1, p. 9-18, jul./dez. 2014.
- 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.
- 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, S. F. da C. B. dos. *Atributos biológicos do solo e produtividade de culturas anuais e forrageiras em sistemas integrados no Cerrado do Maranhão*. 2020. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2020.
- 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-NOVELLI, Y.; VALE, C. C.; CINTRÓN, G. Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais. In: TURRA, A.; DENADAI, M. R. (org.). *Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros: rede de monitoramento de habitats bentônicos costeiros* – ReBentos. 1ª. ed. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015. p. 62-80.
- SEMARH - SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. *Dados precipitação mensal - 2014*. Disponível em: dados.al.gov.br. Acesso em: 29 abr. 2022.
- SILVA, L. C. S. *Análise da vegetação e organismos edáficos em área de Caatinga na Serra da Caiçara, Maravilha, Alagoas*. 2017. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.
- SILVA, A. C. F. da; SOUTO, P. C.; BARROSO, R. F.; PINTO, M. G. C.; SILVA, G. H. da. Mesofauna edáfica em ecossistema manguezal no litoral sul do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34, Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis: Epagri/SBCS, 2013a. p. 1-4.
- SILVA, R. F.; CORASSA, G. M.; BERTOLLO, G. M.; SANTI, A. L.; STEFFEN, R. B. Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 130-137, abr./jun. 2013b.
- 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, D. F. da; SOUSA, F. de A. S. de. Proposta de manejo sustentável para o Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (AL). *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 1, n. 2, p. 78-94, set./dez. 2008.
- SOUZA, M. H.; VIEIRA, B. de C. R.; OLIVEIRA, A. P. G.; AMARAL, A. A. do. Macrofauna do solo. *Revista Enciclopédia 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*. 5ª. ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1979. 238 p.
- TOMA, M. A.; VILAS BOAS, R. C.; MOREIRA, F. M. de S. *Macrofauna: conhecendo a vida do solo*. 2ª. ed. Lavras: UFLA, 2017. 32 p.
- TRIPLEHORN, C. A.; JONNISON, N. F. *Estudo dos insetos*. 1ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809 p.
- VICENTE, N. M. F.; CURTINHAS, J. N.; PEREZ, A. L.; PREZOTTI, L. 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*. 1ª. ed. Salvador: CPRM, 2016. 165 p.
- WANDERLEY, A. D. P.; MENDONÇA, A. G. R.; OLIVEIRA, L. C. de; FIGUEIREDO, I. M.; FERNANDES, A. P.; BATALHA, L. T.; BOTERO, W. G. Complexo Estuarino Lagunar Mundaú – Manguaba: caracterização da matéria orgânica natural e interação com íons Hg<sup>2+</sup>. *Revista Química Nova*, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 206-211, mar. 2020.