



# MESOFAUNA INVERTEBRADA COMO BIOINDICADORA AMBIENTAL EM ECOSISTEMAS COSTEIROS NA APA COSTA DOS CORAIS, ALAGOAS, BRASIL

Invertebrate mesofauna as environmental bioindicators in coastal ecosystems in the APA Costa dos Corais, Alagoas, Brazil

Mesofauna invertebrada como bioindicadora ambiental en ecosistemas costeros en la APA Costa dos Corais, Alagoas, Brasil

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v28.1141>

Wellington dos Santos Graciliano<sup>1</sup>

Maria Hortência da Silva Targino<sup>2</sup>

Élida Monique da Costa Santos<sup>3</sup>

Kallianna Dantas Araujo<sup>4</sup>

## Histórico do Artigo:

Recebido em 24 de maio de 2025

Aceito em 03 de maio de 2026

Publicado em 16 de maio de 2026

## RESUMO

Os ecossistemas de restinga e mangue têm sido impactados por distúrbios antropogênicos, nesse contexto, a mesofauna invertebrada desempenha um papel importante como bioindicadora da qualidade do solo. Objetivou-se avaliar a composição da mesofauna invertebrada em ecossistemas costeiros na APA Costa dos Corais. A pesquisa ocorreu nos meses de junho e setembro/2024 na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais em Maceió, Alagoas. Para quantificação da mesofauna foram coletadas 10 amostras de solo+serapilheira em ambas as áreas. Analisaram-se os índices ecológicos, temperatura e conteúdo de água do solo e presença/ausência dos grupos taxonômicos, além do teste t e correlação de Pearson. Os organismos mostram sensíveis as variações sazonais, com maior abundância no período chuvoso. O Grupo Acarina é o mais abundante em ambas as áreas. A área de restinga apresenta maior abundância e riqueza. Na área de mangue há presença de microplásticos no solo, o que pode representar um fator adicional de estresse para a mesofauna. A temperatura e o

<sup>1</sup> Mestrando em Geografia da Universidade Federal de Alagoas (PPGG/IGDEMA/UFAL).

Email: wellington\_santos1994@outlook.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9441-492X>

<sup>2</sup> Graduação em Geografia pela Universidade Federal de Alagoas (IGDEMA/UFAL).

Email: maria.targino@igdema.ufal.br


 <https://orcid.org/0009-0002-6258-9538>

<sup>3</sup> Doutorado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Docente Substituta do IGDEMA/UFAL.

Email: elida.santos@igdema.ufal.br

 <https://orcid.org/0000-0002-4897-0490>

<sup>4</sup> Doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Docente do PPGG/IGDEMA/UFAL. Email: kallianna.araujo@igdema.ufal.br

 <https://orcid.org/0000-0001-6476-1640>

conteúdo de água do solo influenciam a abundância na restinga, mas sem impacto observado no mangue. Fatores ambientais, antrópicos e biológicos exercem influência na composição da mesofauna, o que reforça a necessidade de conservação da APA Costa dos Corais.

**Palavras-Chave:** Mangue. Restinga. Distúrbios antropogênicos. Microplásticos.

#### ABSTRACT

The restinga and mangrove ecosystems have been impacted by anthropogenic disturbances. In this context, invertebrate mesofauna plays an important role as a bioindicator of soil quality. This study aimed to evaluate the composition of invertebrate mesofauna in coastal ecosystems within the Costa dos Corais Environmental Protection Area. The research was conducted in June and September 2024 within the Costa dos Corais Environmental Protection Area, in Maceió, Alagoas. Ten samples of soil+litter were collected in each area for mesofauna quantification. Ecological indices, soil temperature and moisture content, and the presence or absence of taxonomic groups were analyzed, in addition to applying the t-test and Pearson correlation. The organisms proved to be sensitive to seasonal variations, with higher abundance recorded during the rainy season. The Acarina group was the most abundant in both areas. The restinga area exhibited greater abundance and richness. In the mangrove area, microplastics were detected in the soil, which may represent an additional stress factor for the mesofauna. Soil temperature and moisture content influenced mesofauna abundance in the restinga but had no observable impact in the mangrove. Environmental, anthropogenic, and biological factors influence mesofauna composition, underscoring the need to conserve the Costa dos Corais APA.

**Keywords:** Mangrove. Restinga. Anthropogenic disturbances. Microplastics.

#### RESUMEN

Los ecosistemas de restinga y manglar han sido afectados por disturbios antropogénicos, y la mesofauna invertebrada actúa como bioindicadora clave de la calidad del suelo. El objetivo fue evaluar la composición de la mesofauna invertebrada en ecosistemas costeros del Área de Protección Ambiental Costa dos Corais. El trabajo se realizó en junio y septiembre de 2024, en el Área de Protección Ambiental Costa dos Corais, en Maceió, Alagoas. Se recolectaron 10 muestras de suelo+hojarasca por área para la cuantificación de la mesofauna. Se analizaron los índices ecológicos, la temperatura y el contenido de humedad del suelo, así como la presencia o ausencia de grupos taxonómicos, junto con pruebas t y correlaciones de Pearson. Los organismos respondieron a variaciones estacionales, con mayor abundancia en el período lluvioso. Acarina fue el grupo más abundante en ambas áreas. La restinga presentó mayor abundancia y riqueza. En el manglar se detectaron microplásticos en el suelo, lo que puede representar un estrés adicional para la mesofauna. La temperatura y la humedad influyeron en la abundancia en la restinga, sin efecto aparente en el manglar. Factores ambientales, antropogénicos y biológicos influyen en la composición de la mesofauna, destacando la importancia de conservar el APA Costa dos Corais.

**Palabras Clave:** Manglar. Restinga. Disturbios antropogénicos. Microplásticos.

## INTRODUÇÃO

Os ecossistemas costeiros, como mangue, restinga e recifes, que são encontrados ao longo do litoral brasileiro, caracterizam-se por serem ambientes dinâmicos, influenciados dentre outros fatores, por eventos climáticos, salinidade e variações das marés (Silva; Silva, 2012). São ambientes adaptados às condições locais, compostos por solos predominantemente arenoso em restinga, e no manguezal varia entre silte, argila e franco-arenoso (Oliveira, 2023; Parras, 2022; St Jean, 2017), e essa configuração muda de acordo com as características geográficas de cada região (Baptista, 2021).

O mangue é caracterizado por uma vegetação adaptada à salinidade e à saturação de água, possuem solos ricos em matéria orgânica e estrutura de raízes que ajudam na estabilização das linhas costeiras e na prevenção da erosão (Madi *et al.*, 2016; Silva; Maia, 2022). Já a restinga apresenta

variação na vegetação de acordo com a distância do mar, com presença de gramíneas próximos à praia até estrato arbóreo-arbustivo em áreas mais afastadas da costa (Martini *et al.*, 2014). Essa variação vegetacional desempenha uma importante função no ambiente, pois atua como uma barreira natural contra a ressaca do mar e ajuda na fixação das dunas, reduzindo sua movimentação (Carmo, 2018; Silveira *et al.*, 2021).

Ambos os ambientes são ricos em biodiversidade, e proporcionam condições que favorecem a adaptação e a sobrevivência de uma grande variedade de espécies faunísticas, dentre as quais se destacam a fauna de invertebrados que utilizam esses ecossistemas como refúgio e fonte de recursos (Freitas *et al.*, 2018; Silva; Silva; Araújo, 2020). Em contrapartida, esses organismos atuam diretamente em processos como decomposição, ciclagem de nutrientes e bioturbação (movimentação do solo causada pela atividade da fauna ao construir galerias em busca de alimento e abrigo), atividades fundamentais que garantem a produtividade e a estabilidade ecológica desses ecossistemas (Parron *et al.*, 2015; Ruiz; Hallet; Or, 2023; Wu; Wang, 2019).

Essa riqueza biológica é sustentada por uma rede de interações, constituída por organismos de diferentes tamanhos (Machado *et al.*, 2015; Reis; Kirsch, 2020), como: Acarina (ácaros), Collembola (colêmbolos), Diplura (dipluros), entre outros (Almeida; Souto; Souto, 2013), com comprimento de 0,2 a 2 mm, pertencentes a mesofauna invertebrada do solo (Lavelle, 1997). E por serem sensíveis às mudanças ambientais, esses organismos são considerados indicadores da saúde e integridade do solo (Lima *et al.*, 2024; Toma; Vilas Boas; Moreira, 2017), o que possibilita uma análise das condições ambientais e do estado de conservação desses ecossistemas.

Em Maceió, Alagoas, tanto os manguezais quanto as restingas vêm sendo submetidos a distúrbios antropogênicos crescentes, ou seja, alterações causadas pelas atividades humanas nos ecossistemas (Albuquerque *et al.*, 2018). Na região estudada, essas alterações estão diretamente associadas à expansão urbana e ao turismo, que têm provocado modificações na paisagem geográfica (Instituto Biota, 2024). Como consequência, surgem riscos de degradação além de ameaças a redução da biodiversidade, ao alterar suas características naturais (Sanjuán; González; Prado, 2022).

Além disso, a contaminação do solo por microplásticos intensifica ainda mais essa degradação, uma vez que essas partículas sintéticas, altamente estáveis e resistentes, permanecem no ambiente por tempo indeterminado, e representam uma das maiores ameaças à biodiversidade em escala global (Gloaguen *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2024). Esse fenômeno ocorre devido ao descarte inadequado de resíduos sólidos na natureza, que associado a fatores como temperatura, umidade, ação

mecânica das ondas, radiação ultravioleta, presença de oxigênio e contato com microrganismos, resulta na fragmentação e formação de micropoplásticos (Olivatto *et al.*, 2018).

Entender como a mesofauna responde a essas alterações ambientais é essencial para o desenvolvimento de estratégias de conservação, uma vez que esses organismos refletem diretamente a qualidade do solo e a resiliência do ecossistema (Cunha *et al.*, 2023). Diante deste contexto, objetivou-se avaliar a composição da mesofauna invertebrada em ecossistemas costeiros na APA Costa dos Corais.

## MATERIAL E MÉTODOS

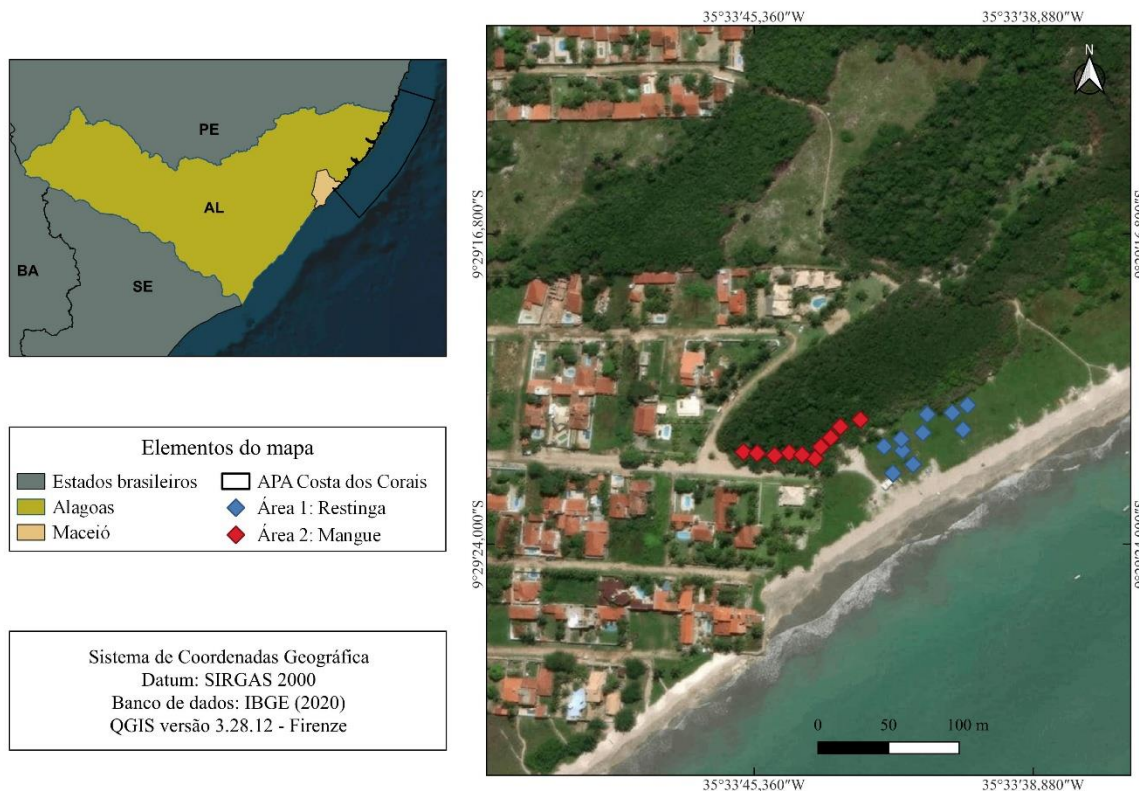
### Caracterização da área de estudo

A área de estudo está inserida na Mesorregião do Leste Alagoano e Microrregião de Maceió (Silva *et al.*, 2017), no bairro Ipioca, em Maceió, Alagoas, entre as coordenadas geográficas 09°29'20,3" e 09°29'22,4" S e 35°33'39,4" e 35°33'46,0" (Figura 1).

O clima é classificado como As' - Tropical chuvoso, de acordo com a classificação de Köppen (Chen; Chen, 2013), com precipitação média anual de 1.867,4 mm (Almeida, 2019), temperatura média anual de 25,3 °C e umidade do ar de 79,2% (INMET, 2022). Os solos são constituídos por Neossolos Quartzarênicos, Neossolo Flúvicos, Latossolos Amarelo, Latossolos Vermelho/Amarelo e solos de mangue (compreendem principalmente Gleissolos e Organossolos com caráter tiomórfico), que são pouco desenvolvidos, de coloração escura e textura lamacenta, com alto teor de sais provenientes da água do mar (Bispo, 2018; EMBRAPA, 2020). A área está situada no bioma Mata Atlântica, onde predomina a vegetação de Floresta Ombrófila Aberta (IBGE, 2018), com presença de manguezais e restingas ao longo da zona costeira (Oliveira, 2020).

A pesquisa foi realizada nos meses de junho e setembro de 2024, em áreas de restinga e mangue, localizadas no interior da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC), no entorno do Residencial Sauaçuhy, em Maceió, Alagoas (Figura 1). A APACC foi instituída no ano de 1997, abrangendo a área entre os municípios de Tamandaré (PE) e norte de Maceió (AL), com a finalidade de conservar os ecossistemas costeiros e marinhos (ICMBIO, 2024).

**Figura 1:** Localização das áreas de estudo na Área de Proteção Ambiental (APA) Costa dos Corais, em Maceió, Alagoas.

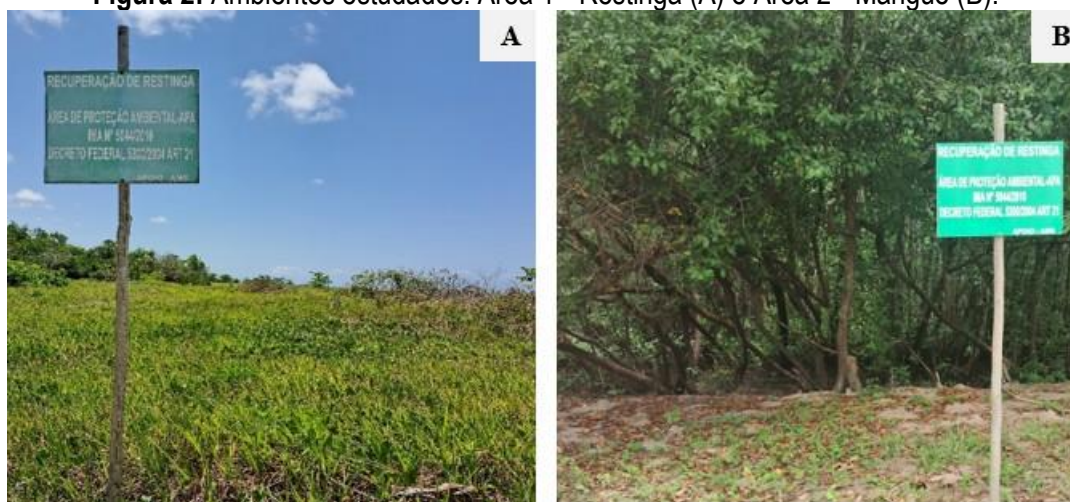


**Fonte:** Os autores (2025).

A Área 1 (Restinga) apresenta uma vegetação composta principalmente por gramíneas, além de arbustos e árvores (Figura 2A), e está sujeita a interferência de atividade antrópica, evidenciada pela presença de trilhas.

A Área 2 (Mangue) contém vegetação densa (Figura 2B), predominando as espécies *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue branco) e *Conocarpus erectus* (mangue-de-botão), e apresenta sinais de degradação devido o descarte de resíduos, como sacos plásticos, garrafas e vidros, além da presença de animais domésticos.

**Figura 2:** Ambientes estudados: Área 1 - Restinga (A) e Área 2 - Mangue (B).



Fonte: Os autores (2024).

### Quantificação da mesofauna invertebrada do solo

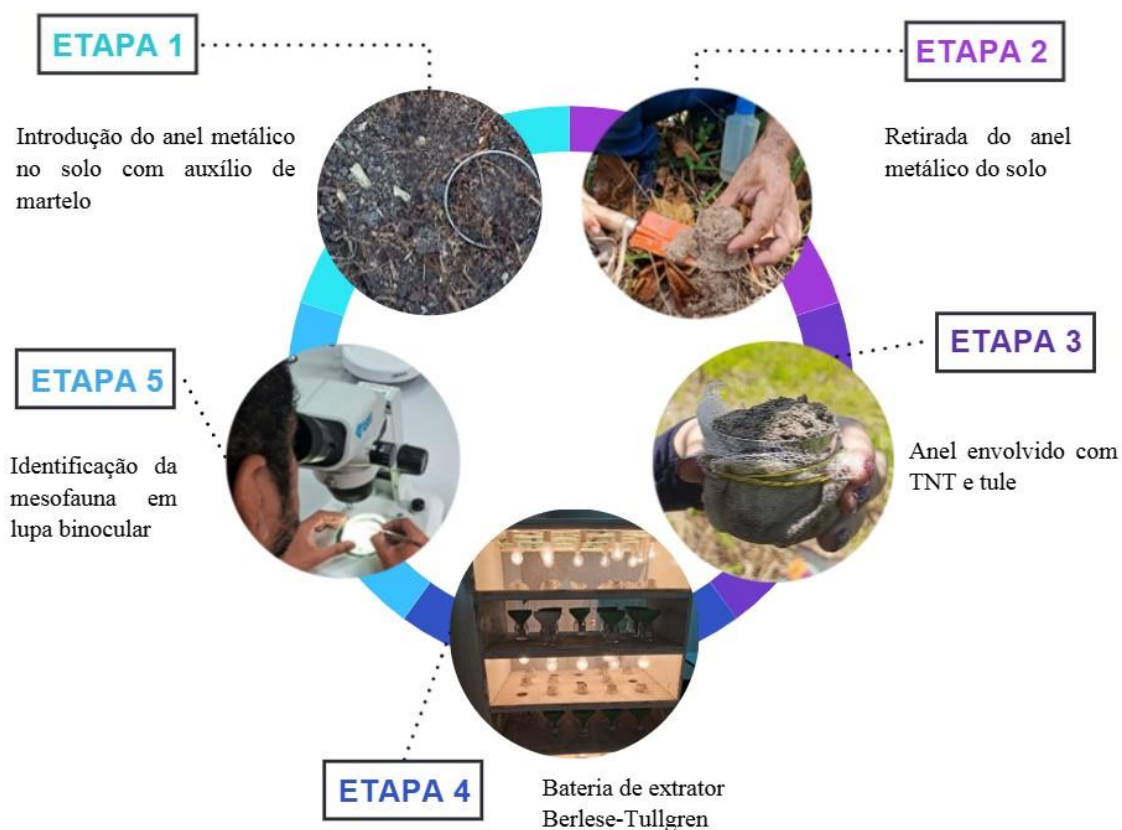
Na Área 1, os pontos amostrais foram distribuídos de forma não sistemática, apenas em locais com vegetação herbácea e arbórea-arbustiva sem distância definida entre os pontos. Já na Área 2, o primeiro ponto foi estabelecido próximo ao residencial, e a partir dele os demais foram distribuídos com espaçamento fixo de 10 m entre si, em direção à praia. Esse percurso foi definido intencionalmente por abranger o trecho com maior evidência de impacto antrópico.

Foram coletadas 10 amostras de solo+serapilheira em ambas as áreas, para a determinação da mesofauna edáfica, na profundidade de 0-5 cm com anéis metálicos (diâmetro=4,8 cm e altura=5 cm) (Souto, 2006). Os anéis foram envolvidos com tecidos TNT e tule, em seguida presos com liga de látex, e transportados até laboratório (Figura 3).

Para a extração dos organismos, as amostras foram inseridas na bateria Berlese-Tullgren por 96 h (Figura 3). Na parte superior da bateria, lâmpadas incandescentes de 25 W aquecem as amostras de solo, induzindo o deslocamento dos organismos para a parte inferior dos anéis, onde caem em funil acoplado a um recipiente de vidro contendo álcool etílico 70% (Araujo, 2010; Souto, 2006).

O conteúdo de cada recipiente foi transferido para placas de Petri, e com auxílio de lupa binocular foi feita a contagem e identificação dos organismos a nível de ordem (Figura 3), utilizando a chave de identificação de Triplehorn e Johnson (2011).

**Figura 3:** Coleta, extração e identificação da mesofauna.



Fonte: Os autores (2024).

### Elaboração da matriz de presença/ausência

Para a representação da presença ou ausência dos grupos taxonômicos da mesofauna invertebrada do solo nas áreas de estudo, foi elaborada uma matriz binária (Lowenberg; Carvalho, 2004). Foi considerada a interseção de linhas e colunas, especificada como (1) = grupo taxonômico presente e (0) = grupo taxonômico ausente. Posteriormente, para melhor visualização da matriz, os valores 1 e 0 foram substituídos por (X) = presença e (-) = ausência.

### Aplicação dos índices ecológicos

Para avaliação da diversidade e uniformidade dos invertebrados da mesofauna, foram utilizados os índices de Shannon (H) e Pielou (e), respectivamente. O Índice de Shannon (H) foi calculado segundo a equação (1) definida por Begon, Harper e Townsend (1996):

$$H = -\sum p_i \ln p_i \quad (1)$$

Em que:  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = densidade de cada grupo;  $N = \sum$  da densidade de todos os grupos. Há uma variação de 0 a 5, cujos menores valores indicam os grupos dominantes. O Índice de Pielou ( $e$ ) varia de 0, indicando uniformidade mínima, a 1, representando uniformidade máxima, sendo utilizado para demonstrar a distribuição uniforme dos indivíduos entre os grupos existentes (Pielou, 1977). Foi definido pela equação (2):

$$e = H/\ln S \quad (2)$$

Em que: H = Índice de Shannon e S = Número de espécies ou grupos.

### **Variáveis edafoclimáticas (temperatura e conteúdo de água do solo)**

O Conteúdo de Água do Solo (CAS%) foi determinado a partir da coleta de dez (10) amostras de solo na profundidade 0-10 cm, acondicionadas em cápsulas de alumínio previamente identificadas. No laboratório, as amostras foram inicialmente pesadas em balança analítica para determinar o peso úmido. Em seguida, foram submetidas à secagem em estufa a 105 °C por 24 h, sem circulação de ar. Após a secagem, as amostras foram novamente pesadas para obter o peso seco. O cálculo do CAS foi realizado com base na metodologia de Tedesco, Volkweiss e Bohnen (1995), utilizando a equação (3):

$$CAS\% = ((P_u - P_s)/P_s) * 100 \quad (3)$$

Em que: CAS = Conteúdo de Água do Solo (%);  $P_u$  = Peso do solo úmido (g);  $P_s$  = Peso do solo seco (g).

Também foram realizadas medidas de temperatura do solo nos mesmos pontos amostrais em ambas as áreas, na profundidade 0-10 cm, com termômetro digital espeto, uma vez que os organismos invertebrados apresentam maior atividade a essa profundidade (Araujo, 2010).

### **Análise estatística**

Foi utilizado o teste t para comparar os valores médios de abundância, temperatura e conteúdo de água do solo entre as duas áreas e a Correlação de Pearson foi utilizada para avaliar a relação entre a abundância e as variáveis edafoclimáticas. Ambas as análises foram realizadas no software RStudio versão 4.4.1 (R Core Team, 2024). A interpretação dos resultados da correlação de

Pearson seguiu os critérios de significância e classificação estabelecidos por Dancey e Reidy (2006), classificando a correlação como: fraca ( $r \leq 0,399$ ), moderada ( $r \geq 0,400 \leq 0,700$ ) ou forte ( $r \geq 0,701$ ).

Para comparar a abundância dos organismos invertebrados e a proporção relativa de cada grupo taxonômico, foi utilizado o Diagrama de Sankey (2014). A distribuição dos grupos taxonômicos comuns e exclusivos entre as áreas foi representada pelo Diagrama de Venn (BEG, 2024).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Organismos invertebrados da mesofauna do solo

Foi verificado 153 organismos na área de Restinga e 131 correspondente ao Mangue, totalizando 284 indivíduos, não apresentando diferença significativa ( $p = 0.2461$ ) (Tabela 1). A proximidade desses valores de abundância entre os ambientes pode estar associada ao período de amostragem, que capturou um momento de equilíbrio entre os organismos independente dos meses (Tabela 1). No entanto, ao comparar individualmente cada área, observou-se uma diminuição de 65,8% nos valores de abundância de junho para setembro na área de Restinga e de 74,0% no ambiente de Mangue, demonstrando uma possível relação da sazonalidade sobre os invertebrados (Tabela 1). De acordo com Broring (2017), os organismos edáficos apresentam variações temporais, sendo influenciados por ciclos ecológicos, como: térmico e reprodutivo, além da produção e decomposição de matéria orgânica que regulam a sua atividade e desenvolvimento.

**Tabela 1:** Abundância da mesofauna invertebrada do solo nos meses de junho e setembro nas áreas de estudo (Área 1: Restinga e Área 2: Mangue).

Áreas	Meses		Total	p valor
	Junho	Setembro		
Restinga	114	39	153	0.2461
Mangue	104	27	131	

Fonte: Os autores (2024).

Em relação aos índices ecológicos, a área de Restinga apresentou menores valores de diversidade de Shannon e uniformidade de Pielou, indicando uma distribuição desigual dos indivíduos. Em contrapartida, a área de Mangue apresentou maiores valores desses índices, refletindo uma distribuição mais uniforme dos organismos (Tabela 2). Esse padrão indica que a área de Restinga apresenta uma comunidade com maior desequilíbrio, possivelmente em função das condições ambientais mais severas, como maior exposição solar, que contribui para um microclima mais instável para os grupos taxonômicos.

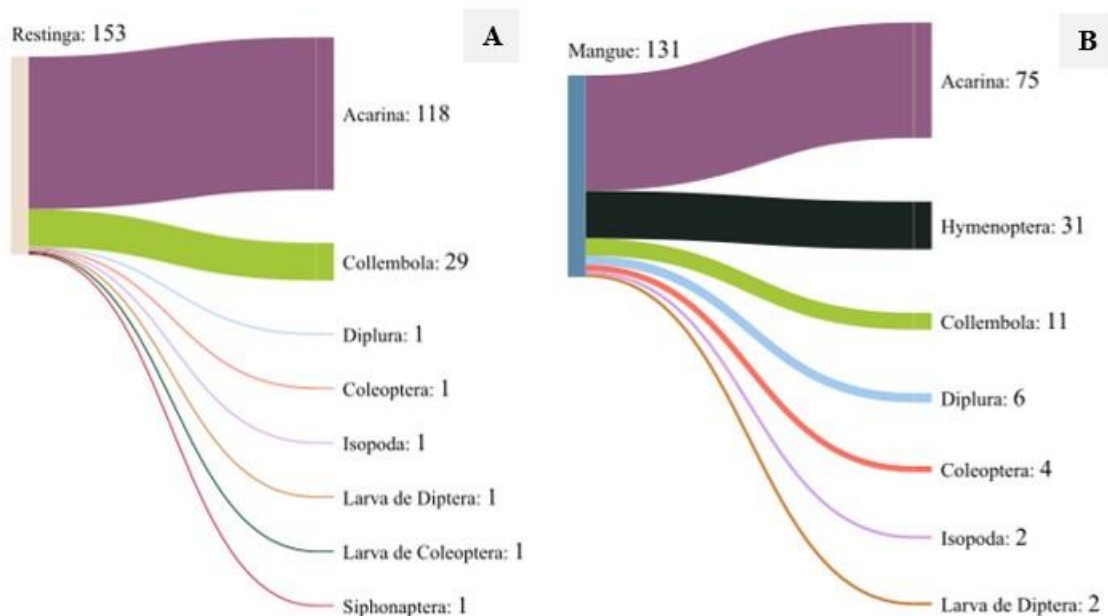
**Tabela 2:** Índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) das áreas de estudo (Área 1: Restinga e Área 2: Mangue).

Áreas	H	e
Restinga	0,71	0,34
Mangue	1,24	0,64

Fonte: Os autores (2024).

A alta abundância do grupo Acarina na área de Restinga evidencia sua dominância em relação as demais grupos, representando 77,1% dos indivíduos (Figura 4A), o que pode estar associado à sua elevada tolerância a diferentes ambientes. Esses organismos possuem estratégias fisiológicas e comportamentais que lhes permitem sobreviver em diversas condições ambientais (Medeiros *et al.*, 2020; Toma; Vilas Boas; Moreira, 2017). De acordo com Berude *et al.* (2015), a capacidade destes indivíduos de tolerar variações de temperatura, umidade e composição do solo é fundamental para a sua ocorrência em diferentes ecossistemas. Segundo Bedano *et al.* (2016), esses organismos também desempenham importantes funções ecológicas, como fragmentação de matéria orgânica e controle de microrganismos, garantindo sua relevância funcional em diferentes ecossistemas.

**Figura 4:** Abundância e proporção relativa dos grupos taxonômicos da mesofauna invertebrada do solo analisados pelo Diagrama de Sankey nas áreas de estudo (Área 1: Restinga e Área 2: Mangue).



Fonte: Os autores (2024).

Outro grupo que se destacou em termos de abundância foi Collembola, que apresentou maior número de indivíduos na área de Restinga em relação ao Mangue (Figuras 4A e 4B). Essa diferença pode estar associada às condições ambientais específicas de cada local, uma vez que, no ambiente de mangue, a alta salinidade atua como fator limitante (Ortiz-Ramírez *et al.*, 2024), o que pode ter contribuído para a restrição da atividade dos colêmbolos.

Em estudo realizado no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro, Silveira e Mendonça (2018), identificaram inúmeras espécies de Collembola, destacando que esse tipo de ambiente oferece microhabitat favorável para esses indivíduos, como solos bem drenados. Em contraste, em pesquisa realizada no ecossistema manguezal no Rio Parnaíba, Maranhão, Lima *et al.* (2024) destacam que fatores como salinidade elevada e solos frequentemente encharcados que são característicos do mangue, limitam a atividade dos colêmbolos. Embora esses organismos geralmente apresentem preferência por ambientes úmidos, condições de saturação hídrica excessiva reduz sua atividade e sobrevivência (Krediet; Ellers; Berg, 2023).

Pela análise da matriz Presença/Ausência confirmou-se a resiliência do grupo Acarina amplamente distribuído nas áreas, independentemente dos meses (Tabela 3). A frequência desse táxon nos diferentes ambientes reflete a variedade funcional e a capacidade de exploração de inúmeros microhabitats (Silva *et al.*, 2014).

**Tabela 3:** Matriz Presença (X)/Ausência (-) dos grupos taxonômicos da mesofauna invertebrada do solo nos meses de junho e setembro nas áreas de estudo (Área 1: Restinga e Área 2: Mangue).

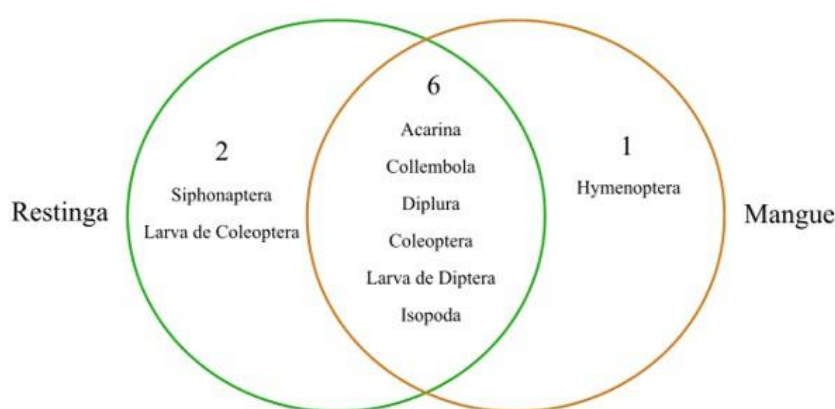
Grupos taxonômicos	Áreas			
	Restinga		Mangue	
	Junho	Setembro	Junho	Setembro
Acarina	X	X	X	X
Collembola	X	X	X	-
Diplura	X	-	X	-
Coleoptera	X	-	X	-
Isopoda	-	X	-	X
Hymenoptera	-	-	X	X
Siphonaptera	X	-	-	-
Larva de Coleoptera	-	X	-	-
Larva de Diptera	X	-	X	-

Fonte: Os autores (2024).

A riqueza correspondeu a um total de 9 (nove) grupos taxonômicos, sendo 8 (oito) registrados na área de Restinga e 7 (sete) na área de Mangue, com 6 (seis) grupos comuns entre as

áreas (Figura 5). A diferença da riqueza de táxons encontrada nos ecossistemas estudados pode estar associada às condições edáficas e aos fatores abióticos característicos de cada ambiente. De acordo com Lima *et al.* (2024), o ambiente de restinga apresenta solos mais aerados e uma menor influência direta da salinidade, resultando em maior número de grupos taxonômicos. Por outro lado, segundo Singh, Ramanathan e Prasad (2005), o mangue é um ambiente mais extremo, com solos anaeróbicos e condições de alagamento periódico, o que tende a limitar a riqueza nessa área.

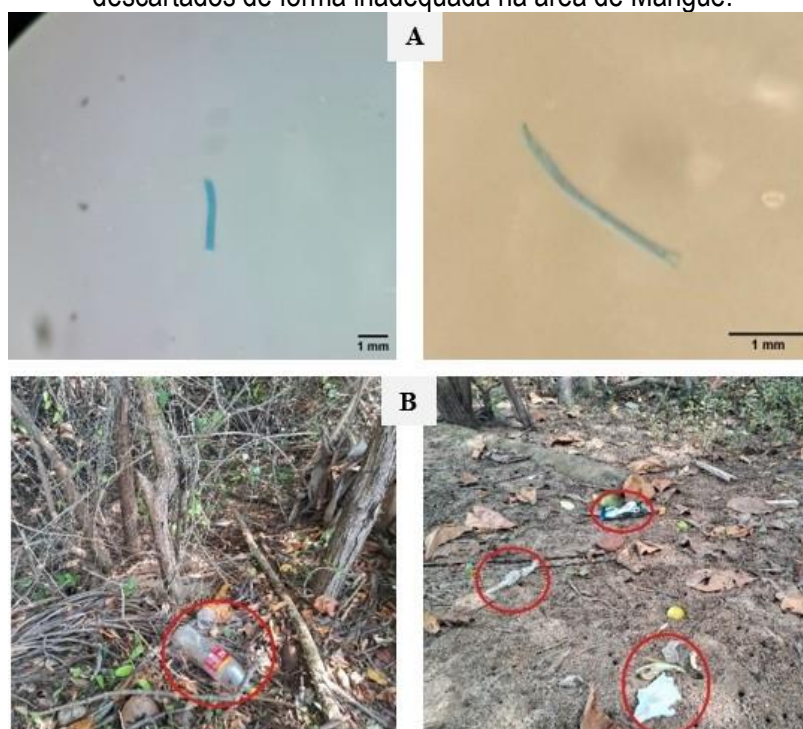
**Figura 5:** Riqueza da mesofauna invertebrada do solo analisada pelo Diagrama de Venn nas áreas de estudo (Área 1: Restinga e Área 2: Mangue).



Fonte: Os autores (2024).

Durante a identificação da mesofauna, foram observados filamentos de microplásticos (Figura 6A), notadamente na área de Mangue. A presença desse material pode ser resultante dos distúrbios antrópicos no local, como a deposição de resíduos sólidos pela população (Figura 6B), refletindo uma intensa pressão ambiental na APA Costa dos Corais. Estudos indicam que os microplásticos no solo impactam negativamente o ambiente, afetando diretamente processos fisiológicos e o comportamento alimentar dos organismos, além de alterar propriedades físicas do solo e modificar a qualidade dos microhabitats. (Ferreiro; Villarreal, 2024; Rillig, 2012). Pode ser que a menor abundância e riqueza registrada nessa área, estejam relacionados com a presença dos filamentos de microplásticos encontrados em alguns pontos da área de Mangue, quando comparada a área de Restinga, cujo ambiente apresenta indícios de menor impacto antrópico. Contudo, ainda são necessários estudos para confirmar esta hipótese. Esse padrão é consistentemente relatado na literatura (Hedde; Oort; Lamy, 2012; Oliveira Filho *et al.*, 2018; Winck *et al.*, 2017), que indica que ambientes conservados apresentam maior abundância e riqueza de invertebrados do solo, em comparação àqueles submetidos a maior intensidade de uso ou em estado mais degradado.

**Figura 6:** Filamentos de microplásticos observados em lupa binocular (A), e resíduos sólidos (B) descartados de forma inadequada na área de Mangue.



**Fonte:** Os autores (2024).

Como esta pesquisa inicialmente não estava focando em microplásticos, são necessários estudos mais aprofundados nessas áreas, tanto nos pontos de coleta e em outros pontos adicionais, para tentar compreender a relação dos microplásticos com a presença e ausência de determinados grupos e o número de indivíduos da mesofauna edáfica.

Considerando que o estudo foi realizado em área de manguezal (ecossistema que abriga diversas espécies de crustáceos e outros organismos utilizados na alimentação humana), a presença de microplásticos no solo levanta preocupações quanto à possível contaminação da fauna. Evidências científicas apontam que crustáceos e organismos bentônicos podem ingerir partículas plásticas presentes no ambiente, seja por confusão com alimento ou por filtragem passiva, favorecendo a bioacumulação dos microplásticos nas brânquias, tecidos digestivos e hemolinfa dos animais (Aguiar, 2024; Avio; Gorbi; Regoli, 2017; Dutra; Maia, 2022; Zanini *et al.*, 2023).

Atualmente, estudos têm evidenciado que os impactos dos microplásticos vão além do meio ambiente, atingindo também a saúde humana, como a presença desse material em tecidos sensíveis como o cérebro (Ferrari, 2025; Silva, 2024) e cordão umbilical (Serafim; Lopes; Fonseca, 2023), indicando que estamos expostos a essas substâncias de forma silenciosa, seja por meio da ingestão de alimentos (Basantes, 2022), do consumo de água (Mandalho; Cardoso; Fonseca, 2024), da inalação de

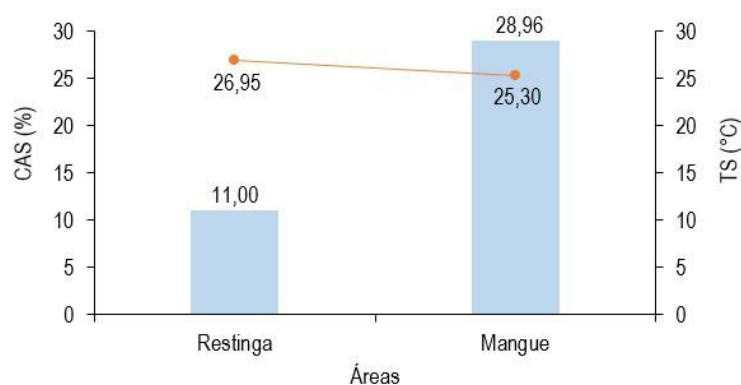
partículas presentes no ar (Saha; Saha, 2024) ou do contato com ambientes contaminados (Alonso, 2014; Borges *et al.*, 2025).

Diante desse cenário, é fundamental intensificar os estudos voltados aos efeitos da presença de microplásticos no organismo humano, visando compreender suas implicações para a saúde pública e a qualidade de vida das pessoas potencialmente afetadas.

### Variáveis edafoclimáticas (temperatura e conteúdo de água do solo)

A área de Restinga apresentou uma temperatura do Solo (TS) mais elevada ( $26,95 \pm 0,88^\circ\text{C}$ ) e um Conteúdo de Água do Solo (CAS) consideravelmente mais baixo ( $11,00 \pm 4,60\%$ ) em comparação à área de Mangue, que teve uma temperatura mais amena ( $25,30 \pm 0,55^\circ\text{C}$ ) e um CAS superior ( $28,96 \pm 11,21\%$ ) (Figura 7). As diferenças significativas encontradas para TS ( $p = 5.086 \times 10^{-8}$ ) e CAS ( $p = 7.897 \times 10^{-8}$ ) entre as áreas de Restinga e Mangue confirmam a relevância dessas variáveis na diferenciação dos ambientes. Isso se explica em razão da Área 1 dispor de uma vegetação herbácea com poucos indivíduos arbóreo-arbustivo, que permite maior exposição solar direta, o que contribui para temperaturas mais elevadas no solo. Por outro lado, na Área 2, as variações nas marés favorecem a ocorrência de um solo mais úmido, e a presença das espécies arbóreas proporcionam maior sombreamento, fornecendo condições para uma temperatura mais amena.

**Figura 7:** Conteúdo de Água do Solo (CAS) e Temperatura do Solo (TS) nas áreas de estudo (Área 1: Restinga e Área 2: Mangue).



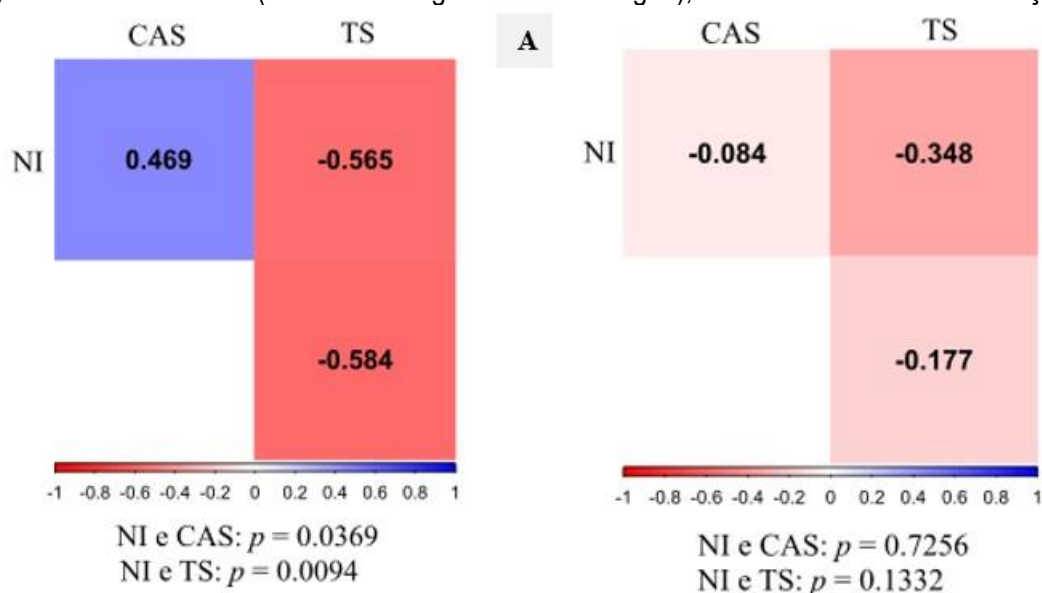
Fonte: Os autores (2024).

A análise de Pearson apontou uma correlação positiva moderada entre CAS e a abundância dos organismos da mesofauna, representada pelo Número de Indivíduos (NI) na área de Restinga, e uma correlação negativa moderada significativa entre TS e NI nessa mesma área (Figura 8A). Esses

resultados indicam que na área de Restinga a abundância da mesofauna invertebrada do solo é diretamente proporcional ao CAS, ou seja, à medida que o solo se encontra mais úmido, torna-se mais atrativo aos invertebrados. E o inverso ocorre com a TS, com dados inversamente proporcionais, pois à medida que a temperatura do solo aumenta há uma redução no número de indivíduos.

Já na área de Mangue, os resultados apontam que as variáveis edafoclimáticas analisadas não exerceram uma influência linear significativa sobre a abundância dos invertebrados da mesofauna do solo, uma vez que o coeficiente de correlação não foi significativo para as variáveis CAS e NI e nem para TS e NI (Figura 8B). Desse modo, outros fatores podem ter contribuído para a variação na abundância, como distúrbios antropogênicos, salinidade e/ou influência da maré.

**Figura 8:** Estimativas de correlação de Pearson da abundância (NI) relacionada com TS (°C) e CAS (%) nas áreas de estudo (Área 1: Restinga e Área 2: Mangue), com um intervalo de confiança de 95%.



Fonte: Os autores (2024).

## CONCLUSÕES

Os organismos da mesofauna invertebrada do solo se mostram sensíveis as variações sazonais, com maior abundância no período chuvoso (junho = solstício de inverno) e redução no período de estiagem (setembro = equinócio de primavera).

A área de Restinga apresenta maior abundância de organismos e riqueza de táxons. No entanto, esse ambiente apresenta distribuição desigual dos indivíduos, em decorrência da elevada abundância de ácaros (Acarina), o que ocasiona na concentração da maioria dos indivíduos em um único grupo, reduzindo a representatividade dos demais. O grupo Acarina tem maior tolerância a variações

ambientais, como oscilações de temperatura e umidade, o que possibilita sua sobrevivência em condições mais instáveis, como a restinga.

Em contraste, a área de Mangue se caracteriza por níveis mais elevados de salinidade e por uma pressão antrópica mais intensa, marcada especialmente pelo descarte irregular de resíduos sólidos, o que favorece a presença de microplásticos no solo. A presença de microplásticos, além de refletir a degradação ambiental, pode afetar diretamente a composição da mesofauna e representar um elo inicial na contaminação de cadeias tróficas.

A análise do test t aponta que as áreas de Restinga e Mangue apresentam diferenças significativas em relação a temperatura e conteúdo de água do solo. Na Restinga, essas variáveis demonstram correlação com a abundância da mesofauna, sendo positiva no caso do conteúdo de água do solo e negativa para temperatura do solo. No Mangue, contudo, a correlação de Pearson não se manifesta, o que evidencia que as propriedades físicas do solo e distúrbios antropogênicos são mais relevantes para a estruturação da comunidade edáfica.

A pesquisa evidencia as múltiplas influências que fatores ambientais, antrópicos e biológicos exercem sobre a composição da mesofauna invertebrada do solo, e reforçam a necessidade de conservação na APA Costa dos Corais, considerando tanto a manutenção da biodiversidade quanto os impactos crescentes da ação humana, que comprometem a funcionalidade e a integridade ecológica desses ambientes.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela concessão de bolsa de estudo.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. **Microplásticos estão em mais de 90% de ostras e mariscos do estuário do Rio Pacoti**. 2024. Disponível em: <https://agenciaeconordeste.com.br>. Acesso em: 01 maio 2025.

ALBUQUERQUE, U. P.; GONÇALVES, P. H. S.; FERREIRA JÚNIOR, W. S.; CHAVES, L. S.; OLIVEIRA, R. C. da S.; SILVA, T. L. L. da; SANTOS, G. C. dos. Humans as niche constructors: revisiting the concept of chronic anthropogenic disturbances in ecology. **Perspectives in Ecology and Conservation**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.08.006>

ALMEIDA, E. M. de A. **A cidade como um sistema complexo: transformações morfológicas e climáticas em Maceió**. 2019. 210 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

ALMEIDA, M. A. X.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. Composição e sazonalidade e da mesofauna do solo do semiárido paraibano. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 4, p. 214-222, out./dez. 2013.

ALONSO, A. L. F. **Avaliação de microplásticos em praias da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, RJ, Brasil**. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ARAUJO, K. D. **Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientes de São João do Cariri – PB**. 2010. 166 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

AVIO, C. G.; GORBI, S.; REGOLI, F. Plastics and microplastics in the oceans: from emerging pollutants to emerged threat. **Marine Environmental Research**, Oxford, v. 128, n. 1, p. 2-11, jul. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012>

BAPTISTA, E. M. de C. Caracterização e importância ecológica e econômica dos recifes da zona costeira do estado do Piauí. **Geografia Publicações Avulsas**, Teresina, v. 3, n. 2, p. 225-250, jul./dez. 2021.

BASANTES, M. F. D. **Microplásticos en alimentos**. 2022. 195 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade de Alicante, Alicante, 2022.

BEDANO, J. C.; DOMÍNGUEZ, A.; AROLFO, R.; WALL, L. G. Effect of good agricultural practices under no-till on litter and soil invertebrates in areas with different soil types. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 158, n. 1, p. 100-109, maio 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.12.005>

BEG. BIOINFORMATICS & EVOLUTIONARY GENOMICS. **Calculate and draw custom Venn diagrams**. 2024. Disponível em: <http://bioinformatics.psb.ugent.be>. Acesso em: 17 nov. 2024.

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

BERUDE, M. C.; GALOTE, L. 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.

BISPO, C. de O. **Suscetibilidade natural e induzida à ocorrência de escorregamentos no litoral norte de Maceió, Alagoas**. 2018. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

BORGES, T. S.; FONSECA, F. V.; BRAZ, C. A.; SILVA, A. G. da; SILVA, I. C. R. da; CARMO, J. P. M. do. Análise da presença potencial de microplásticos em águas de origem fluvial e potável em Itumbiara, Goiás e impacto para a segurança hídrica. **Revista Aracê**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 4, p. 20212-20221, abr. 2025. DOI: <https://doi.org/10.56238/arev7n4-262>

BRORING, J. M. **Diversidade funcional-estrutural de organismos do solo e a prestação de serviços de ecossistema em cenários extremos de regime hídrico**. 2017. 155 f. Tese (Doutorado em Ciência do solo) - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017.

CARMO, W. **Restinga: importância ecológica e proteção legal**. 2018. Disponível em: [www.emporiiodireito.com.br](http://www.emporiiodireito.com.br). Acesso em: 11 dez. 2024.

CHEN, D.; CHEN H. W. Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: an example for 1901–2010. **Environmental Development**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 69-79, abr. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2013.03.007>

CUNHA, M. G. da; BANDEIRA, L. L.; CAVALCANTE, F. G.; MESQUITA, A. de F. N.; CHAVES, V. G.; SILVA, D. A. de Q.; MARTINS, C. M. Efeito do uso do solo sobre a diversidade funcional de grupos microbianos. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Málaga, v. 15, n. 9, p. 8637-8655, set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/cuadv15n9-036>

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

DUTRA, K. A. A.; MAIA, R. C. Caracterização dos microplásticos encontrados na zona entre marés do Parque Nacional de Jericoacoara, Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 55, n. 2, p. 160-172, jul./dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.32360/acmar.v55i2.77950>

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Zoneamento agroecológico de Alagoas/ levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Alagoas**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 11 dez. 2024.

FERRARI, O. **Níveis alarmantes de microplásticos foram encontrados em cérebros humanos**. 2025. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com>. Acesso em: 02 maio 2025.

FERREIRO, N. A.; VILLARREAL, D. Sucesion de mesoinvertebrados en dos pilas de compost contrastantes. **Ciencia del suelo**, Buenos Aires, v. 42, n. 2, p. 208-218, jul./dez. 2024.

FREITAS, A. F. de; SANTOS, J. S. dos; SOUZA, B. I. de; SILVA, I. A. de; ALBUQUERQUE, N. S. L. A Floresta Nacional (FLONA) da Restinga de Cabedelo e a sua influência no clima urbano da cidade de Cabedelo-PB. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 3, n. 2, p. 181-190, abr./jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.24221/jeap.3.2.2018.1650.181-190>

GLOAGUEN, T. V.; BENEVIDES, T. de S. F.; MENDES, L. C.; SILVA, H. dos A. da C.; PAES, E. da S.; DUARTE, T. S.; TRINDADE, L. dos S. Microplásticos em água, sedimentos e solos. In: VALENTIM, A. C. S.; DUARTE, A. da C. L.; ALMEIDA, R. A. S. de; SILVA, S. C. da (orgs.). **Engenharia, saneamento e meio ambiente**. 1. ed. Cruz das Almas: EDUFRRB, 2021. p. 281-314.

HEDDE, M.; OORT, F. V.; LAMY, I. Functional traits of soil invertebrates as indicators for exposure to soil disturbance. **Environmental Pollution**, Amsterdam, v. 164, n. 1, p. 59-65, maio 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.01.017>

ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais**. 2024. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais>. Acesso em: 10 jan. 2025.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 set. 2024.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas territoriais**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 dez. 2023.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil 1991-2020**. 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 15 out. 2024.

INSTITUTO BIOTA. **Relatório de monitoramento**. 2024. Disponível em: [www.institutobiota.org.br](http://www.institutobiota.org.br). Acesso em: 10 nov. 2024.

KREDIET, A. F.; ELLERS, J.; BERG, M. P. Collembola community contains larger species in frequently flooded soil. **Pedobiologia**, Amsterdã, v. 99-100, n. 4, p. 1-14, set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2023.150892>

LAVELLE, P. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. In: BEGON, M.; FITTER, A. H. (eds.). **Advances in Ecological Research**. 1. ed. New York: Academic Press, 1997. p. 93-132.

LIMA, M. G. de M.; SILVA, B. M. da; NUNES, R. C.; MARQUES, A. de O.; MEDEIROS, G. da S.; FREIRE, F. A. de M.; SILVA, C. D. D. da; WINCK, B.; BELLINI, B. C. Collembola diversity across vegetation types of a Neotropical Island in a River Delta. **Diversity**, Basel, v. 16, n. 8, p. 1-25, aug. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/d16080445>

LOPES, S. de F.; VALE, V. S. do; SCHIAVINI, I. Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do cerrado sentido restrito em Caldas Novas, GO. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 695-704, maio 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000400012>

- LOWENBERG, P.; CARVALHO, C. J. B. Análise parcimoniosa de endemicidade (PAE) na delimitação de áreas de endemismo: inferências para conservação da biodiversidade na Região Sul do Brasil. **Natureza & Conservação**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 58-65, out. 2004.
- MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; DINIZ, A. R.; MENEZES, C. E. G. 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. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-509820152505091>
- MADI, A. P. L. M.; BOEGER, M. R. T.; LARCHER, L.; PELOZO, A.; SERENESKI, C. REISSMANN, C. B.; PADIAL. 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. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509821100>
- MANDALHO, L. G. H.; CARDOSO, A. de S.; FONSECA, C. P. Microplásticos em águas potáveis e seus efeitos na saúde humana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SAÚDE ON-LINE, 5., 2024, Nova Olinda. **Anais [...]**. Nova Olinda: SOBREC, 2024. p. 1-7.
- MARTINI, A. M. Z.; CASTANHO, C. T.; ROCHA, M. I. da; STUART, J.; JESUS, F. M. de; OLIVEIRA, A. A. de. Restinga e ecologia. In: AZEVEDO, N. H.; MARTIN, A. M. Z.; OLIVEIRA, A. A. de; SCARPA, D. L. (orgs.). **Ecologia na restinga: uma sequência didática argumentativa**. 1. ed. São Paulo: USP, 2014. p. 23-42.
- MEDEIROS, A. S. de; COSTA, J. G. da; ARAUJO, K. D.; CALHEIROS, A. R.; SANTANNA, S. A. C. de; SILVA, J. A. F.; SOUZA, M. A.; NASCIMENTO, V. X. Anthropoc interference in mangrove areas of the Mundaú-Manguaba estuarine lagoon complex (CELMM), Alagoas (Brazil) as a case study. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 10, p. 1-10, out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200356>
- OLIVATTO, G. P.; CARREIRA, R.; TORNISIELO, V. L.; MONTAGNER, C. C. Microplásticos: contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, nov./dez. 2018. DOI: <https://rvq.sbgq.org.br/pdf/v10n6a16>
- OLIVEIRA, M. dos S. Origem e classificação de solos de manguezais: uma revisão bibliográfica. In: SOUZA, E. S. R. de (ed.). **Pesquisa em temas de ciências agrárias**. 7. ed. Belém: RFB, 2023. p. 111-121.
- OLIVEIRA, E. L. de S. **Análise da distribuição espacial e representatividade das unidades de conservação da zona costeira do Nordeste brasileiro**. 2020. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Ambientais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.
- OLIVEIRA FILHO, L. C. L. de; BARETTA, D.; PEREIRA, J. de M.; MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; POMPEO, P. N.; CARDOSO, E. J. B. N. Fauna edáfica em ecossistemas florestais. In: FORTES, N. L. P.; FORTES NETO, P. (orgs.). **Ciências Ambientais**. 2. ed. Taubaté: Unitau, 2018. p. 10-48.
- ORTIZ-RAMÍREZ, G.; HERNÁNDEZ, E.; PINTO-PACHECO, S.; CUEVAS, E. The dynamics of soil mesofauna communities in a tropical urban coastal wetland: responses to spatiotemporal fluctuations in phreatic level and salinity. **Arthropoda**, Basel, v. 2, n. 1, p. 1-27, mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/arthropoda2010001>
- PARRAS, R. **Pegada ecológica de uso do solo e índice de circularidade na abordagem dos serviços ecossistêmicos**. 2022. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2022.
- PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, E. B. **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2015. 370 p.
- PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. 2. ed. New York: Wiley, 1977. 400 p.
- R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 11 dez. 2024.
- REIS, R. P. do; KIRSCH, G. H. A importância da polinização. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 9, n. 16, p. 1-8, jan./jun. 2020.

- RILLIG, M. C. Microplastic in Terrestrial Ecosystems and the Soil. **Environmental Science & Technology**, Washington, v. 46, n. 12, p. 6453-6454, jun. 2012.
- RUIZ, Siul; HALLET, Paul; OR, Dani. Bioturbation: physical processes. **Encyclopedia of Soils in the Environment**, Amsterdã, v. 5, n. 1, p. 100-114, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00180-4>
- SAHA, S. C.; SAHA, G. Effect of microplastics deposition on human lung airways: a review with computational benefits and challenges. **Heliyon**, Cambridge, v. 10, n. 2, p. 1-10, jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24355>
- SANJUÁN, F. A. B.; GONZÁLEZ, L. C.; PRADO, R. de M. Edaphic mesofauna, some studies done: A review. **INGE CUC**, Barranquilla, v. 18, n. 2, p. 197-208, jul./dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.17981/ingecuc.18.2.2022.16>
- SANKEYMATIC. **Sample diagrams & starting points**. 2014. Disponível em: <https://sankeymatic.com>. Acesso em: 17 nov. 2024.
- SERAFIM, A.; LOPES, B.; FONSECA, T. Microplásticos no ambiente: uma nova ameaça à saúde humana? In: MOURA, D.; MENDES, I.; ANÍBAL, J.; GOMES, A. (eds.). **Micro e Nanoplásticos: um macroproblema**. 1. ed. Faro: CIMA/ARNET, 2023. p. 115-129.
- SILVA, A. J. de J.; SILVA, K. C. B. da; TANANTA, T. M. M.; SANTOS, E. O. dos; OLIVEIRA, E. S. de. Ocorrência de microplásticos na orla do rio Javari, em Benjamin Constant, interior do Amazonas, Brasil. **Journal of Education, Science and Health**, Teresina, v. 4, n. 1, p. 1-20, jan./mar. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.52832/jesh.v4i1.237>
- SILVA, J. **Microplástico é detectado no cérebro humano pela primeira vez**. 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br>. Acesso em: 02 maio 2025.
- SILVA, R. J. R.; MAIA, R. C. Herbivoria foliar em um bosque de mangue no Ceará, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 122-140, jan./mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509843456>
- SILVA, A. P. da; SILVA, J. B. da; ARAÚJO, E. D. S. Marisma, manguezal (mangue e apicum): ecossistemas de transição terra-mar do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 2, p. 727-742, mar./abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p727-742>
- SILVA, G. P. da; MONTEIRO, K. de A.; NOBRE, R. M. C.; DAMASCENO, M. L. Morfometria da Bacia Hidrográfica do Riacho Doce – município de Maceió (AL). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17., 2017, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: UNICAMP, 2017. p. 977-982.
- SILVA, A. C. F. da; SOUTO, P. C.; GUEDES, V. H. de F.; PINTO, M. G. de C. Microartrópodes do solo em dunas degradadas pela mineração. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2174-2180, jan./jun. 2014.
- SILVA, C. H.; SILVA, Q. D. Análise de falésias no litoral ocidental da Ilha do Maranhão. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 4, p. 388-398, jan./jun. 2012.
- SILVEIRA, I. R. L. da; CASTRO, J. W. A.; FERNANDES, D.; CABRAL, C. L.; GOUVEA JUNIOR, W. C.; OLIVEIRA, D. M. V. de. Dinâmica das dunas escalonares transgressivas sobre a região do Peró - Cabo Frio, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 986-1000, out./dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v22i4.2041>
- SILVEIRA, T. C. da; MENDONÇA, M. C. de. Two new species of *Neanuridae* (Collembola: Poduromorpha) from littoral of Rio de Janeiro, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 47, n. 4, p. 508-516, jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0577-0>
- SINGH, G.; RAMANATHAN, A. L.; PRASAD, M. B. K. Nutrient cycling in mangrove ecosystem: a brief overview. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences**, Delhi, v. 31, n. 3, p. 231-244, set. 2005.
- SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

ST JEAN, L. T. **Análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra na APA Litoral Norte da Bahia (1993 - 2010), entre os rios de Pojuca e Imbassá**. 2017. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

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

TOMA, M. A.; VILAS BOAS, R. C.; MOREIRA, F. M. de S. **Mesofauna**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2017. 32 p.

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

WINCK, B. R.; SÁ, E. L. S. de; RIGOTTI, V. M.; CHAUVAT, M. Relationship between land-use types and functional diversity of epigeic Collembola in Southern Brazil. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 109, n. 1, p. 49-59, jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.09.021>

WU, P.; WANG, C. Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: the significance for soil fauna diversity monitoring. **Geoderma**, Amsterdam, v. 337, n. 1, p. 266-272, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.09.031>

ZANINI, L. G.; JUSTINO, A. K. S.; FERREIRA, G. V. B.; FRÉDOU, T.; FRÉDOU, F. L. Contaminação por microplásticos em duas espécies de crustáceos mesopelágicos do Atlântico sudoeste tropical. *In*: ENCONTRO NORDESTINO DE ZOOLOGIA, 21., 2023, Recife. **Anais [...]**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2023. p. 1-3.