



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Departamento de Ciências Exatas e da Terra - *Campus II*
Programa de Pós-Graduação em
Modelagem e Simulação de Biossistemas



Uevertton Santos Neves

**INVERTEBRADOS TERRESTRES ASSOCIADOS À SERRAPILHEIRA
DE MATA ATLÂNTICA NA BAHIA (BRASIL)**

Alagoinhas - Bahia - Brasil

2023

Uleverton Santos Neves

**INVERTEBRADOS TERRESTRES ASSOCIADOS À SERRAPILHEIRA DE MATA
ATLÂNTICA NA BAHIA (BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem e Simulação de Biossistemas da Universidade do Estado da Bahia, *Campus* II - Alagoinhas, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Modelagem e Simulação de Biossistemas.

Orientadores

**Profa. Dra. Maria Dolores Ribeiro Orge, UNEB.
Dr. Florêncio Mendes Oliveira Filho, SENAI.**

Alagoinhas - Bahia - Brasil

2023

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA - DCET II *Campus II*

Profa. Dra. Adriana Marmorí Lima

Reitora

Profa. Dra. Tânia Hetkowski

Pró-Reitora de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação

Sistema de Bibliotecas da UNEB

Biblioteca Carlos Drummond de Andrade – *Campus II*

Manoela Ribeiro Vieira

Bibliotecária - CRB 5/1768

N518i Neves, Uevertton Santos.

Invertebrados terrestres associados à serrapilheira de Mata Atlântica na Bahia (Brasil) – Alagoinhas, 2023
65 f. : il

Orientadora: Profa. Dra. Maria Dolores Ribeiro Orge
Coorientador: Prof. Dr. Florêncio Mendes Oliveira Filho
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado da Bahia,
Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Mestrado em
Modelagem e Simulação de Biossistemas, 2023.

1. Invertebrados – Serrapilheira 2. Diversidade 3. Mata Atlântica
I. Orge, Maria Dolores Ribeiro. II. Oliveira Filho, Florêncio Mendes.
III. Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Ciências
Exatas e da Terra. IV. Programa de Pós-Graduação em Modelagem
e Simulação de Biossistemas. V. Título

CDD – 581

FOLHA DE APROVAÇÃO

"INVERTEBRADOS TERRESTRES ASSOCIADOS À SERRAPILHEIRA DE MATA ATLÂNTICA NA BAHIA (BRASIL)"

UEVERTON SANTOS NEVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem e Simulação de Biossistemas – PPGMSB, em 20 de junho de 2023, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Modelagem e Simulação de Biossistemas pela Universidade do Estado da Bahia, conforme avaliação da Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br MARIA DOLORES RIBEIRO ORGE
Data: 20/06/2023 16:21:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Dra. MARIA DOLORES RIBEIRO ORGE
UNEB, Orientadora.
Doutorado em Ecología y Medio Ambiente
Universidad Complutense de Madrid

FLORENCIO MENDES Assinado de forma digital por
OLIVEIRA FLORENCIO MENDES OLIVEIRA
FILHO:61835692591 Dados: 2023.06.20 17:42:43
FILHO:61835692591 -03'00"

Professor Dr. FLORÊNCIO MENDES OLIVEIRA FILHO
SENAI – CIMATEC, Coorientador.
Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial
SENAI - Departamento Regional da Bahia

Documento assinado digitalmente
gov.br ANTONIO TEÓFILO ATAÍDE DO NASCIMENTO
Data: 20/06/2023 18:02:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. ANTÔNIO TEÓFILO ATAÍDE DO NASCIMENTO
UNEB, Avaliador interno.
Doutorado em Matemática
Universidade Federal da Bahia

Documento assinado digitalmente
gov.br FRANCIS LUIZ SANTOS CALDAS
Data: 20/06/2023 16:26:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. FRANCIS LUIZ SANTOS CALDAS
UFS, Avaliador externo.
Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia)
Universidade Federal da Paraíba

Agradecimentos

Primordialmente, gratidão ao Deus Eterno, pelo dom da vida.

A toda minha família, pelo amor que eu recebo e posso dar de graça. Em especial, aos meus pais, Maria Deilde Santos e Rondinele de Jesus Neves.

À minha mãe Evanilza de Jesus Conceição.

À minha irmã Ranielle Santos Neves, para que lhe sirva de exemplo e inspiração.

Ao meu amigo/irmão Mailson da Silva Gomes, pelo auxílio nas triagens e pelo apoio emocional.

À professora Dra. Maria Dolores Ribeiro Orge pela orientação e ao Prof. Dr. Florêncio Mendes Oliveira Filho pela coorientação.

Ao Dr. Rômulo Mendonça Machado Carleial (Royal Botanic Gardens, Kew, UK) pela revisão do manuscrito e análises de dados.

Às colegas do mestrado, Jordana Gabriela Barreto de Sá, Daniela Karine Carvalho Batista do Nascimento, Simone Amador da Silva, Stefanie Chaves dos Santos e demais.

À UNEB e ao PPGMSB, por oferecer toda a estrutura e equipe de excelentes professores.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela bolsa de Mestrado 2022/2023.

À Diretora Profa. Ma. Érica Nogueira Macêdo do DCET II pela logística para o campo.

Aos professores da banca examinadora, Dr. Antonio Teófilo Ataíde Nascimento (UNEB) e Dr. Francis Luiz Santos Caldas (UFS), pelas valiosas contribuições neste trabalho para meu aprendizado e crescimento profissional.

À Profa. Dra. Mara Rojane Barros de Matos pela gentileza na cessão do uso do microscópio estereoscópico Leica do Centro de Pesquisa em Ecologia e Recursos Hídricos (CEPERH).

A Enéas Lima Santos e Evanildo Lima Santos pela logística inicial em campo e todo o apoio de sempre.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para que tudo isso se tornasse real.

A todos que contribuíram nesta nova etapa de minha vida acadêmica, *gratidão!* 

“Eu sou um vencedor, eu lutei pelo que eu quis!”

- CBJr

Siglas

APA - Áreas de Preservação Ambiental

APP - Áreas de Preservação Permanente

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MMA - Ministério do Meio Ambiente

Sumário

1. Introdução	12
1.1 Problema	13
1.2 Justificativa	13
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo geral	14
1.3.2 Objetivos específicos	14
1.4 Hipóteses	14
2. Fundamentação teórica	15
2.1 Fragmentação florestal	15
2.2 O papel dos invertebrados na serrapilheira	17
2.3 Interações entre grupos tróficos	18
2.4 Influência da sazonalidade	20
3. Materiais e métodos	21
3.1 Área de estudo	21
3.2 Coleta de amostras da serrapilheira	22
3.3 Tratamento das amostras e análise dos dados	24
4. Resultados e discussão	27
4.1 Diversidade e distribuição dos invertebrados	27
4.2 Grupos funcionais/tróficos	43
4.3 Efeitos da sazonalidade	49
5. Conclusões	53
Referências	54
Anexo I. Catálogo de morfoespécies de invertebrados terrestres	62

Lista de figuras

- Figura 1. Copas das espécies arbóreas formando um dossel contínuo no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba, município de Alagoinhas, Bahia (Brasil). 2022. 21
- Figura 2. Área de estudo com indicação dos ambientes de borda (T0), intermediário (T1) e interior (T2) amostrados no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia (Brasil). 2023. 22
- Figura 3. Desenho amostral do transecto no centro da parcela de 100 m x 20 m, com 5 pontos de coleta equidistantes a cada 20 m para lançamento aleatório do gabarito de 0,25 m². ... 23
- Figura 4. Indivíduo adulto do isópode *Philoscia muscorum* (Scopoli 1763) coletado no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba, Alagoinhas - Bahia (Brasil): incidências ventral (A) e dorsal (B) sob estereomicroscópio (marca Leica). 29
- Figura 5. Ordens de invertebrados associados à serrapilheira do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba, Alagoinhas - Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. 33
- Figura 6. Abundância mensal das ordens de invertebrados associados à serrapilheira no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia. Outubro/2021 a setembro/2022. 33
- Figura 7. Ocorrência e abundância das ordens de invertebrados terrestres coletados mensalmente na borda (T0) e no interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica na Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. 35
- Figura 8. Abundância das ordens de invertebrados associados à serrapilheira do fragmento de Mata Atlântica na Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. 35
- Figura 9. Modelo de distribuição da abundância nas ordens de invertebrados coletados mensalmente (12M) e trimestralmente (3M) nos ambientes de borda (T0), intermediário (T1) e interior (T2) no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. 36
- Figura 10. Curva de rarefação para avaliação de suficiência amostral (padrão mensal) - observado (linha principal) e estimado (abas laterais)- em borda (T0) e interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. 37
- Figura 11. Análise de agrupamentos (*Cluster*) por distância (Euclidiana acima) e similaridade (Bray-Curtis abaixo) entre as ordens de invertebrados coletados mensalmente (coluna à esquerda) em borda (T0) e interior (T2) e trimestralmente (coluna à direita) em borda (T0), intermediário (T1) e interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. 37
- Figura 12. Abundância das comunidades de invertebrados terrestres associados e produção de serrapilheira total em borda (T0) e interior (T2), coletada mensalmente no fragmento de Mata

Atlântica na Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	39
Figura 13. Dinâmica da comunidade de invertebrados terrestres associados e da produção de serrapilheira coletadas trimestralmente nos ambientes de borda, intermediário e interior do fragmento da Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Dezembro/2021, março, junho e setembro/2022.	41
Figura 14. Abundância populacional de invertebrados e profundidade da serrapilheira na borda (acima) e no interior (abaixo) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	42
Figura 15. Modelo simples Lotka-Volterra da dinâmica de competição entre detritívoros (presas) Isopoda (vermelho) e Blattaria (azul) e carnívoros Araneae (vermelho) e Hymenoptera (azul) para o período de t=100 dias na borda (T0) e no interior (T2) do fragmento.	44
Figura 16. Relação mensal da abundância dos grupos de predadores e presas na borda (acima) e no interior (abaixo) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	45
Figura 17. Modelo de distribuição de abundância entre os grupos de predadores e presas na borda e no interior do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. Escalas normal (esquerda) e logarítmica (direita).	46
Figura 18. Previsão da abundância entre os grupos de predadores (vermelho) e presas (azul) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	47
Figura 19. Modelo simples Lotka-Volterra da dinâmica predador (vermelho) presa-dependente (azul) para o período de t=100 dias na borda (T0) e no interior (T2) do fragmento.	48
Figura 20. Abundância total da comunidade de invertebrados coletados mensalmente no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	49
Figura 21. Análise de correlação da abundância de invertebrados entre estações seca e chuvosa, coletados mensalmente em borda e interior do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	50
Figura 22. Efeito da precipitação e da temperatura ($p<0,05$) sobre a abundância de invertebrados na borda (T0) e no interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	52
Figura 23. Simulação das curvas mensais de crescimento das comunidades de invertebrados na borda (T0), no interior (T2) e no total (T0+T2) para o fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	54

Lista de tabelas

Tabela 1. Precipitação média mensal (mm) e temperatura (°C) em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	24
Tabela 2. Parâmetros, índice e valores de referência para análise de dados populacionais.	25
Tabela 3. <i>Checklist</i> dos invertebrados coletados nas parcelas da borda (T0), intermediária (T1) e interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da fazenda Patioba, município de Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	27
Tabela 4. Índices de diversidade dos invertebrados coletados mensalmente por 12 meses nas parcelas da borda (T0) e do interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.	29
Tabela 5. Teste dos índices de diversidade de invertebrados de coletas mensais na borda (T0) e no interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Dezembro/2021, março, junho e setembro/2022.	30
Tabela 6. Índices de diversidade dos invertebrados coletados trimestralmente nas parcelas da borda (T0), intermediária (T1) e do interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Dezembro/2021, março, junho e setembro/2022.	31
Tabela 7. Teste dos índices de diversidade dos invertebrados de coletas trimestrais nas parcelas da borda (T0), intermediária (T1) e do interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Dezembro/2021, março, junho e setembro/2022.	31
Tabela 8. Índices de correlação (Pearson, Spearman e Kendall) para abundância de invertebrados, frações e profundidade da serrapilheira e dados climáticos mensais em borda (T0) e interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. Correlação de Pearson ($p<0,05$).	52

Lista de quadros

Quadro 1. Ordens de invertebrados artrópodes considerados em grupos funcionais predadores e presas por critério de exclusão.	44
---	----

Resumo

Invertebrados contribuem com a decomposição e a ciclagem de nutrientes, que podem ser afetadas por fatores ambientais, como precipitação e temperatura. A dinâmica de interação entre invertebrados e serrapilheira é fundamental para conhecer o estado do fragmento florestal. O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade e a distribuição de invertebrados terrestres associados à serrapilheira sob variações sazonais em ambientes de borda e interior em um fragmento nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba, município de Alagoinhas na Bahia (Brasil). A serrapilheira foi coletada ao longo de um transecto linear dentro de parcelas (100 m x 20 m), uma na borda e duas no interior do fragmento, com dois métodos de coletas mensal e trimestral. Foram registrados 1.080 invertebrados, em 17 ordens e pelo menos 32 famílias, com 571 (53%) indivíduos na estação seca (setembro a fevereiro) e outros 509 (47%) na estação chuvosa (março a agosto). Isopoda foi a ordem mais abundante, com a espécie terrestre *Philoscia muscorum*, seguida de Blattaria e Araneae. Amostras trimestrais mostraram consideráveis índices de diversidade, mas foram insuficientes no período de 12 meses para avaliar a dinâmica dos invertebrados, devendo ser realizadas por 24 meses no mínimo. Os ambientes de borda, intermediário e interior apresentaram considerável diversidade e exclusividade de poucas ordens. No fragmento da Patioba, o ambiente intermediário apresentou menor diversidade e maior abundância, enquanto o interior apresentou maior diversidade e menor abundância de invertebrados terrestres associados à serrapilheira, atribuídas a uma combinação da variedade de consistências foliares e a competição e predação respectivamente. O modelo simples Lotka-Volterra mostrou que uma menor abundância de predadores permite uma recuperação populacional mais rápida das presas com intervalo menor no interior (32 dias) em relação à borda (40 dias).

Palavras-chave: índices, abundância, diversidade, sazonalidade, precipitação.

Abstract

Invertebrates contribute to the decomposition and cycling of nutrients, which can be affected by environmental factors such as precipitation and temperature. The interaction dynamics between invertebrates and litter is fundamental to understand the state of the forest fragment. This work aimed at evaluating the diversity and distribution of terrestrial invertebrates associated with litter under seasonal variations in edge and interior environments in a native fragment of Atlantic Forest at Patioba Farm, municipality of Alagoinhas in Bahia (Brazil). The litter was collected along a linear transect within plots (100 m x 20 m), one at the edge and two inside the fragment, with two monthly and quarterly collection methods. A total of 1,080 invertebrates were recorded, belonging to 17 orders and at least 32 families, with 571 (53%) individuals in the dry season (September to February) and another 509 (47%) in the rainy season (March to August). Isopoda was the most abundant order, with the terrestrial species *Philoscia muscorum*, followed by Blattaria, and Araneae. Quarterly samples showed considerable diversity indices but were insufficient in 12 months to evaluate the dynamics of the invertebrates and should be performed for at least 24 months. The environments of edge (T0), intermediate (T1), and interior (T2) presented considerable diversity and exclusivity of a few orders. In the Patioba fragment, the intermediate environment (T1) presented lower diversity and higher abundance, while the interior (T2) presented higher diversity and lower abundance of terrestrial invertebrates associated with litter, attributed to a combination of the variety of leaf consistencies and competition and predation respectively. The simple model Lotka-Volterra showed that a lower abundance of predators allows a faster population recovery of prey with a shorter interval in the interior (32 days) in relation to the edge (40 days).

Keywords: indexes, abundance, diversity, seasonality, precipitation.

1. Introdução

Os invertebrados ocupam diversos níveis tróficos na floresta e desempenham importantes funções na manutenção dos processos ecossistêmicos, tais como movimentos da matéria orgânica, fragmentação biológica e ciclagem de nutrientes para a rede trófica (SANTOS et al., 2019). Especialmente na camada da serrapilheira, estes animais pequenos e numerosos reduzem o material vegetal em fragmentos, aumentando a superfície de colonização por fungos e bactérias para a ação de enzimas e o consequente processo de decomposição. Dessa maneira, eles também podem influenciar as características físico-químicas essenciais do solo, a exemplo de minhocas e besouros enterradores (FACELL; PICKETT, 1991).

A diversidade dos grupos funcionais garante um conjunto amplo de agentes de fragmentação biológica para decomposição por fungos e bactérias. O material orgânico, predominantemente vegetal (caules e folhas), forma uma camada de proteção e um compartimento de aporte de nutrientes para nutrição do solo (SCORIZA et al., 2012). Essa diversidade e a distribuição de invertebrados na serrapilheira podem ser afetadas por fatores ambientais em fragmentos nativos de Mata Atlântica, a exemplo de valores baixos de precipitação e temperatura que favorecem a presença de populações da família Formicidae (CARVALHO et al., 2018).

Fatores ambientais, principalmente precipitação e temperatura, podem afetar a comunidade de invertebrados pela regulação na abundância de presas e predadores. A estação chuvosa tende a lavar os polifenóis tóxicos da serrapilheira, favorecendo a ação de detritívoros que servem de alimento aos predadores naturais. Desta maneira, os fatores climáticos controlam a diversidade de invertebrados terrestres que atuam na dinâmica de decomposição da serrapilheira e consequente ciclagem de nutrientes (ZIMMER; KAUTZ; TOPP, 2003). Portanto, o estudo dos invertebrados terrestres associados à serrapilheira, com destaque para os artrópodes, serve como ferramenta de análise e entendimento da qualidade do ecossistema devido ao seu potencial como bioindicador, dada a capacidade de resposta de suas populações às alterações ambientais (ANDERSEN *et al.* 2004).

Diante da alta biodiversidade e da lacuna do conhecimento, este estudo é pioneiro nos objetivos propostos para avaliação da comunidade de invertebrados da serrapilheira como indicador da qualidade ambiental de remanescentes expostos ao processo de fragmentação crescente da Mata Atlântica no estado da Bahia. A conservação da biodiversidade é essencial à manutenção de serviços ambientais para sobrevivência e desenvolvimento socioeconômico responsável da comunidade que vive no Litoral Norte da Bahia (Brasil), uma região de grande

potencial ecológico e econômico.

1.1 Problema

A diversidade e a distribuição de grupos tróficos de invertebrados terrestres associados à serrapilheira são afetadas por fatores ambientais, como precipitação e temperatura, em resposta ao efeito da sazonalidade em um fragmento nativo de Mata Atlântica, exposto ao efeito de borda pelo processo crescente de fragmentação florestal em comparação com o interior da floresta?

1.2 Justificativa

A Mata Atlântica é o maior *hotspot* do Brasil e uma das áreas mais importantes de referência mundial pela alta biodiversidade (SANTOS et al., 2019). Na floresta nativa, a variedade de invertebrados terrestres é notável, entre os quais se destacam os artrópodes (filo Arthropoda) como o maior grupo representativo do reino Animalia, e a dinâmica das populações dessa comunidade deve ser investigada. Invertebrados associados à serrapilheira são elementos bióticos importantes para a decomposição da matéria orgânica por fungos e bactérias, sendo portanto garantia para ciclagem de nutrientes e consequente manutenção da rede trófica (SOUTO et al., 2018).

Na floresta, a abundância de invertebrados terrestres, a exemplo de insetos e aranhas, e a produção de serrapilheira como fonte de nutrientes no sistema solo-planta são, por sua vez, reguladas pela umidade abundante durante a estação chuvosa (SANCHES et al., 2009; SOUTO et al., 2018). A informação sobre esta relação representa base de referência para trabalhos de restauração ou conservação da biodiversidade no bioma Mata Atlântica.

Ao norte do estado da Bahia ainda estão preservadas áreas de alto valor ecológico-econômico, cuja riqueza natural vem sendo perdida pela expansão de plantios homogêneos de eucalipto e atividades de mineração sobre áreas de preservação ambiental (APA) e/ou permanente (APP), que deveriam estar supostamente protegidas. Estudos sobre a diversidade e a distribuição dos invertebrados, como agentes de ciclagem da serrapilheira em fragmentos nativos de Mata Atlântica, são inexistentes, fato que torna esta pesquisa pioneira para o norte do estado.

A principal contribuição científica deste trabalho foi gerar resultados que servirão de referência para preencher a lacuna do conhecimento regional, com entendimento da diversidade, dinâmica populacional e ação desses invertebrados terrestres sobre processos ecossistêmicos como decomposição da serrapilheira, ciclagem de nutrientes e manutenção da rede trófica. A informação poderá ser também expressada através de parâmetros ecológicos indicadores de qualidade ambiental, como referência para manejo da biodiversidade, recuperação de áreas degradadas e conservação de fragmentos nativos no estado da Bahia (Brasil).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar a diversidade e a distribuição de grupos tróficos de invertebrados terrestres associados à serrapilheira sob variações sazonais, de precipitação e temperatura, em ambientes de borda e interior em um remanescente de Mata Atlântica na Bahia, Brasil.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar a distribuição e riqueza de invertebrados;
- avaliar a influência da sazonalidade entre as estações chuvosas e secas na abundância dos invertebrados associados à serrapilheira;
- representar a distribuição espaço-temporal dos invertebrados associados à serrapilheira no fragmento em modelos e equações matemáticos;
- identificar grupos tróficos em borda e interior do fragmento;
- comparar a suficiência amostral entre coletas mensais e trimestrais para avaliar um menor esforço de campo;
- produzir um catálogo de referência para as morfoespécies de invertebrados encontrados.

1.4 Hipóteses

A riqueza e a abundância populacional de invertebrados terrestres associados à

serrapilheira podem ser diretamente influenciadas por fatores climáticos, como pluviosidade e temperatura, bem como a variação da cobertura vegetal entre a borda e interior que regulam a diversidade e a distribuição dos grupos funcionais na borda e no interior do fragmento florestal nativo de Mata Atlântica.

Nos grupos funcionais, espera-se que uma menor abundância de predadores exerça também menos pressão sobre as presas, permitindo sua recuperação mais rápida. Uma espécie mais resiliente poderá excluir outra mais sensível ao competirem pelo mesmo recurso.

2. Fundamentação teórica

2.1 Fragmentação florestal

As florestas tropicais apresentam estruturas complexas devido à grande diversidade vegetal, que oferece habitats variados para uma ampla exploração dos recursos e condições em muitos nichos. Nestes ambientes, as espécies arbóreas se dispõem interconectadas por suas copas, formando um dossel contínuo e mantendo um amplo aporte de material vegetal -caule, folhas, flores, frutos e sementes- para a rede trófica através da serrapilheira. A riqueza vegetal é refletida na composição das frações constituintes, entre as quais se destacam galhos e folhas, possibilitando a exploração por uma grande diversidade animal e microbiológica (FERREIRA; MARQUES, 1998). Uma comunidade vegetal mais complexa também responde ao efeito do clima, cujas estações seca e chuvosa bem marcadas ao longo do ano afetam também o aporte contínuo de uma serrapilheira diversificada e rica em nutrientes (SANCHES et al., 2009).

A Mata Atlântica está localizada em toda a zona costeira do país, abrangendo 17 estados (AL, BA, CE, ES, PI, GO, MS, MG, RJ, SP, PB, PE, PR, SC, SE, RN, RS). Segundo registros conjuntos da Fundação SOS Mata Atlântica e INPE (2021), restam apenas 12,4% da vegetação original com extensão acima de 3 hectares no bioma de Mata Atlântica. Nos anos 2019 e 2020 foi desmatada uma área de 13.053 ha, um valor 14% maior que o período de 2017 e 2018. A Bahia foi o segundo estado com maior área devastada de 3.230 hectares. Essa situação mais severa nos estados da BA, MG, MS, PR e SC chama a atenção de órgãos internacionais, que apontam a Mata Atlântica como prioridade de restauração, objetivando conservar a sua diversidade biológica e combater alterações microclimáticas.

A Fundação SOS Mata Atlântica e o INPE (2014) vêm registrando áreas fragmentadas em conjunto de pequenos remanescentes florestais nativos sem conectividade, circundados por extensas monoculturas de eucalipto (desertificação verde) e agropecuária. Devido à

fragmentação, áreas florestais adjacentes são reduzidas a pequenas manchas isoladas, ocorrendo uma diminuição nas populações e no número de espécies arbóreas, bem como no volume de pólen produzido e acarretando menor taxa de frutificação. O efeito de borda, causado pelo avanço da fragmentação, acarreta perdas de nichos e de biodiversidade, com consequente interrupção na atividade de decomposição e a garantia para a ciclagem de nutrientes. Outras consequências desse evento ocorrem sobre a síndrome de dispersão, com redução de polinizadores, aumento na taxa de autofecundação com diminuição da variabilidade genética e alteração na composição das espécies (MAUÉS; OLIVEIRA, 2010).

A composição de espécies é geralmente determinada pelas características ambientais e a fragmentação dos habitats aumenta o efeito de borda, sendo a principal causa de perda da biodiversidade (GOMES et al., 2014). Entretanto, Santos e Cabreira (2019) observaram que a densidade da fauna de invertebrados varia menos em áreas com maior estabilidade da arborização, minimizando esse efeito de borda. Costa, Silva e Silva (2019) registraram apenas 17,12% de efeito de borda em fragmentos com pastagem adjacente, que eles consideraram de baixo impacto na análise do efeito de borda em remanescentes de Mata Atlântica. Neste caso, alterações na vegetação podem ser superadas em pouco tempo, após a estabilização da morte de árvores, e um reequilíbrio da biodiversidade que tende a harmonizar-se. A redução populacional e a perda na variabilidade genética afetam a heterogeneidade ambiental, com perda de tipos funcionais e de ecossistemas, favorecendo a invasão por espécies exóticas. A união desses fatores prejudica os processos ecológicos vitais para a permanência no ambiente nativo (LARANJEIRA, 2001).

A Resolução CONAMA nº. 388/2007 convalidou as resoluções anteriores que definiram a vegetação primária e secundária nos estágios sucessionais inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, conforme a Lei nº. 11.428/2006. Os fragmentos da Mata Atlântica de maior índice de preservação estão protegidos nas Unidades de Conservação (CARDOSO, 2016).

Costa, Silva e Silva (2019) analisaram a intensidade do efeito de borda decorrente de usos antrópicos no entorno de fragmentos florestais remanescentes. Atividades humanas intensas causaram até 33,6% de efeito de borda, sendo consideradas mais nociva aos remanescentes da vegetação original. Estes efeitos podem ser magnificados com a alteração dos ventos pela abertura de estradas, o aumento do tráfego de veículos e a poluição (química, sonora e luminosa) decorrente. A redução da área vegetal pelo aumento do efeito de borda é um fator resultante do processo de degradação, que conforma um mosaico de unidades ecológicas dentro de um fragmento florestal (VIANA; PINHEIRO, 1998). Dentre as principais ações antrópicas

envolvidas com a perda de habitat estão a retirada de lenha por exploração ilegal de madeira, o extrativismo vegetal, as atividades de caça e a invasão de espécies exóticas (TABARELLI et al., 2005).

Tabarelli et al. (2005) propuseram meios para reverter a degradação florestal, tais como embasar as ações de conservação até as fronteiras naturais, independente de limites de municípios ou estados; implementar paisagens com ampla colaboração entre agências governamentais; criar corredores de conservação entre áreas de proteção; restabelecer florestas de galeria para manter os recursos hídricos e monitorar o uso responsável da paisagem, buscando integrar as necessidades socioeconômicas aos aspectos ecológicos.

2.2 O papel dos invertebrados na serrapilheira

A serrapilheira é a camada formada por material orgânico depositado sobre o solo a partir da senescênciade componentes, principalmente da parte aérea do estrato vegetal, como caules, folhas, flores, frutos e sementes. Este substrato possui a importante função de proteção do solo contra erosão e desidratação, bem como constitui um compartimento de aporte de quantidades significativas de nutrientes através da sua decomposição, contribuindo assim na manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (TOLEDO; PEREIRA; MENEZES, 2002; SCORIZA et al., 2012). Esse processo de ciclagem ocorre de maneira contínua em ecossistemas de florestas, permitindo que parte desses nutrientes sejam reabsorvidos pelas plantas e outros organismos presentes no solo (ANDRADE; TAVARES; COUTINHO, 2003).

Alguns mecanismos regulam a taxa de decomposição, como os macro e microrganismos que se dispõem no substrato, as características físicas e químicas do material orgânico que podem alterar a sua degradabilidade e os fatores bióticos e abióticos do ambiente (TOLEDO; PEREIRA; MENEZES, 2002). As primeiras etapas do processo de decomposição da matéria orgânica são executadas pela fauna do solo, com grande relevância dos invertebrados (MUDREK; MASSOLI JUNIOR, 2014).

O processo de degradação da serrapilheira estocada no piso florestal é contínuo. Por meio da decomposição da matéria orgânica, os nutrientes são disponibilizados para ciclagem nas camadas superficiais do solo, sendo reabsorvidos pelas raízes das plantas após a solubilização. Deste modo, a serrapilheira compõe um dos meios de entrada de matéria orgânica para o biossistema (SCORIZA et al., 2012).

A produção de serrapilheira é influenciada de acordo com a sazonalidade, variando

conforme a umidade retida após a precipitação pluviométrica (SANCHES et al., 2009). As folhas compõem a principal fração e é fortemente influenciada pelo fator climático, em especial a umidade (ESPIG et al., 2009). A serrapilheira representa, em certa medida, um sumidouro temporário de carbono ao imobilizar os nutrientes antes de sua liberação, contribuindo também nos ciclos biogeoquímicos de alguns elementos gasosos e sedimentares e para regular o microclima no interior da floresta, ao formar uma camada que retém umidade (GOULART et al., 2012).

Nas florestas secundárias, a taxa de decomposição da serrapilheira aumenta conforme a evolução da sucessão florestal. Entretanto, a fragmentação florestal pode retardar essa dinâmica e, assim, afetar a ciclagem de nutrientes e comprometer a rede trófica. Florestas em estado inicial de regeneração produzem serrapilheira com folhas mais duras e maior grau de esclerificação, porém essas propriedades dificultam a fragmentação pelos invertebrados associados e posterior decomposição (PEREIRA et al., 2013). A taxa de decaimento e a meia-vida da serrapilheira são sensíveis ao gradiente borda-matriz, sendo consideradas eficientes indicadores do efeito borda (OLIVEIRA et al., 2013).

O transplante de serrapilheira de ecossistemas similares adjacentes é uma estratégia que vem sendo utilizada em planos de recuperação de áreas degradadas (PRAD), pelo benefício que esse reservatório natural representa de matéria orgânica, sementes e micorrizas. Plantas germinadas contribuem para o sucesso inicial com a recuperação de nichos ecológicos. Ao florescerem, essas plantas refletem o repovoamento pela fauna de polinizadores e dispersores (ALMEIDA, 2016).

2.3 Interações entre grupos tróficos

A grande diversidade dos invertebrados se deve a fatores como: pequeno tamanho com ciclo de vida curto, desenvolvimento neuromotor e sensorial avançado, interações com espécies vegetais, metamorfose e adultos alados que promovem a própria dispersão. Eles realizam polinização, dispersão de sementes, controle biológico pela predação e ciclagem de nutrientes pela decomposição do material biológico (GULLAN; CRANSTON, 2000).

Os isópodes terrestres (Isopoda: Oniscidea) destacam-se em dois aspectos: a maioria está adaptada ao uso de recursos terrestres e, em muitos ecossistemas, os isópodes são peça-chave no processo de decomposição por seu hábito detritívoro. Esta adaptação fisiológica contribui sobremaneira para a ciclagem de nutrientes. Devido às peças bucais mastigadoras, os isópodes tritaram o material vegetal antes de ingeri-lo. Esta fragmentação biológica da

serrapilheira favorece a colonização rápida por fungos e bactérias, tornando-a mais palatável e de fácil digestão em relação ao material vegetal fresco. No intestino do isópode, os detritos também sofrem ação enzimática mais rápida até a excreção das fezes, que é atacada e torna-se enriquecida por uma microbiota nutritiva, estimulando o hábito coprófago dos isópodes terrestres após detecção por quimiorreceptores (ZIMMER, 2002).

A camada de serrapilheira sobre o solo é também uma fonte de alimento para invertebrados saprófagos, que fragmentam o material vegetal e contribuem, assim, para colonização pelos fungos e bactérias. Insetos colêmbolos (Colembolla) e moluscos micrófagos pastadores (Gastropoda) também atuam como detritívoros e promovem a ciclagem de nutrientes, garantindo a manutenção de teias tróficas e exploração de novos nichos.

Besouros enterradores são agentes biológicos que realizam a fertilização no manejo natural do solo e afetam suas características físico-químicas. Saprófagos, colêmbolos e minhocas, por sua vez, são recursos alimentares para invertebrados predadores como besouros (Coleoptera) e formigas (Hymenoptera) (FACELL; PICKETT, 1991). Portanto, a remoção de serrapilheira reduz a complexidade estrutural e altera a composição da comunidade de invertebrados terrestres associados, afetando direta e indiretamente o sistema florestal (CAMARA et al., 2019).

Outra adaptação de invertebrados a diferentes nichos no ciclo de vida é a metamorfose (holometabolismo) entre os insetos, o que evita a competição intraespecífica entre jovens e adultos. Nesse processo de transformação, o corpo da larva é sempre diferente do corpo do adulto. Mais de 80% das espécies de insetos, equivalentes a 60% de todas as espécies de animais, passam por uma metamorfose, com um estágio de vida ecologicamente inativo (pupa) entre uma larva e um adulto, quando o corpo do inseto é quase completamente renovado (ROLFF; JOHNSTON; REYNOLDS, 2019).

Por serem sensíveis aos estímulos do ambiente, como composição vegetal, vento, temperatura, luminosidade, nutrientes do meio e efeitos da ação antrópica, os invertebrados apresentam potencial como indicador biológico da qualidade do solo, podendo ser utilizados em processos de remediação e recuperação de áreas degradadas (CORREIA, 2002; BAUNGRAT et al., 2016). Pereira (2010) registrou a riqueza de espécies de plantas influenciando no aumento da abundância de artrópodes, mas não em sua riqueza, com maior taxa de decomposição e consequente liberação de nutrientes para o solo. Resíduos nitrogenados de isópodes são liberados na forma gasosa de amônia e pouco sobra nas fezes, caracterizadas pelo alto teor de nitrogênio, que servem de substrato para colonização por bactérias e fertilizam o solo (ZIMMER, 2002).

Populações de invertebrados também regulam e são reguladas por seus predadores vertebrados, cuja presença pode indicar uma boa estruturação da comunidade trófica (PEREIRA et al., 2013). Por exemplo, artrópodes interferem na abundância populacional do sagui-de-cara-branca *Callithrix geoffroyi*, do qual é base principal da dieta e influenciam, assim, seu comportamento, forçando-o a aumentar o esforço de forrageio ou buscar outras fontes nutricionais na estação seca (PASSAMANI, 1996). O mesmo acontece com roedores e marsupiais, que regulam o período reprodutivo na estação chuvosa quando há maior oferta de alimento (SANTOS FILHO; SILVA; SANAIOTTI, 2008). Em casos de alimentação específica, o roedor *Trinomys albispinus* se alimenta principalmente de Hymenoptera, cuja maior abundância ocorre no período seco (SENA; LESSA, 2020).

Com o aumento da fragmentação, o efeito de borda provoca mudanças no comportamento das espécies à medida que vegetais e animais se adaptam melhor a certas condições abióticas, como temperatura, umidade e luminosidade altas. Entretanto, pode ocorrer o desaparecimento ou declínio dessas espécies na borda da vegetação. Além de maior biomassa de serrapilheira, os ambientes internos da floresta permitem a ocorrência de microhabitats mais diversos, com condições microclimáticas e tróficas mais favoráveis à diversificação e funcionamento da comunidade de invertebrados (COMPARI et al., 2021).

2.4 Influência da sazonalidade

A composição da comunidade de invertebrados sofre influência da vegetação, do clima, do solo e dos microhabitats (MUDREK; MASSOLI JUNIOR, 2014). Alguns invertebrados passam a vida ou parte do seu ciclo vital no solo, compondo a fauna edáfica, e também desempenham importante papel na decomposição da serrapilheira ao interagirem com microrganismos na ciclagem de nutrientes para a fertilidade do solo (BERUDE et al., 2015). Em estudos sobre a distribuição espaço-temporal de invertebrados em ecossistemas tropicais, a maioria dos táxons foi encontrada na estação chuvosa (KAI; CORLLET, 2002; VASCONCELLOS et al. 2010; ARAÚJO et al. 2010).

Guildas de formigas e demais organismos do solo são ativados principalmente pela precipitação em ecossistemas semiáridos e surgem na estação chuvosa (WHITFORD, 1996). Populações de aranhas também são afetadas pela complexidade estrutural da serrapilheira, característica de florestas tropicais, durante as estações seca e chuvosa. As folhas impedem a perda de água do solo por evaporação e agem como abrigo à ação de predadores (BENATI et al., 2005). Uma maior biomassa foliar pode proporcionar maior heterogeneidade aos

microhabitats da serrapilheira, favorecendo assim um ambiente seguro para aranhas e demais invertebrados. Por outro lado, a fração caulinar pode não conferir essa proteção, pois não formam abrigos complexos. Galhos ramificados têm efeito negativo sobre a diversidade e abundância de aranhas (VARJÃO; BENATI; PERES, 2010).

Fragmentos perturbados geram impacto sobre a comunidade de invertebrados, com táxons especialistas sendo substituídos por generalistas, mais tolerantes a mudanças ambientais e que conseguem adaptar-se aos ambientes alterados.

3. Materiais e métodos

3.1 Área de estudo

Este estudo de diversidade e distribuição dos invertebrados foi realizado em um fragmento nativo de Floresta Ombrófila Densa do bioma Mata Atlântica, com uma área de 343 hectares de vegetação nativa na fazenda Patioba, município de Alagoinhas referência socioeconômica e ambiental para o Litoral Norte da Bahia (Brasil). Está localizado na porção sudoeste da bacia hidrográfica do rio Subaúma (IBGE, 2021).

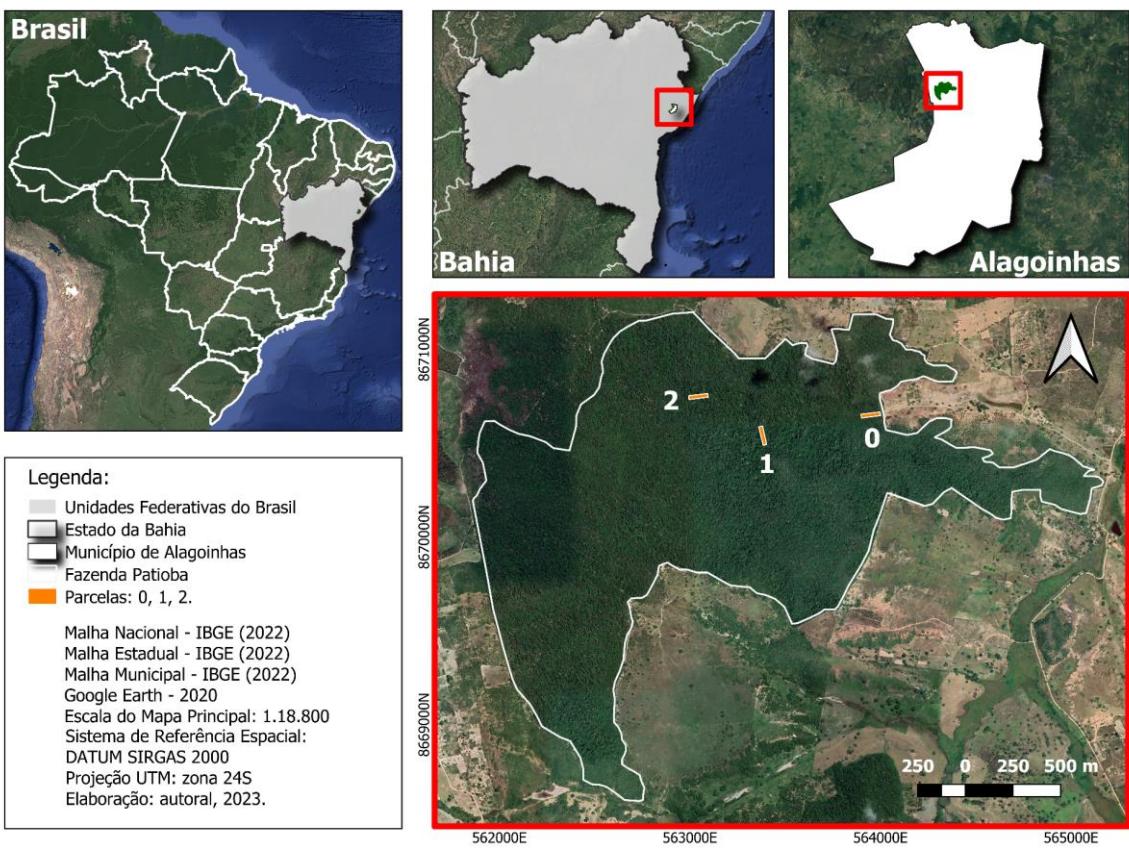
Foram escolhidos três locais para coleta: i) a borda em terreno plano (24 563.956 L; 8.670.645 S) na entrada adjacente à trilha principal que atravessa o fragmento; ii) um intermediário na mesma altitude da entrada e em terreno plano distante 522 metros da borda (24 563.388 L; 8.670.530 S) e iii) um mais no interior do fragmento a 804 metros da borda (24 563.052 L; 8.670.745 S) em terreno elevado a 268 m de altitude (Figuras 1 e 2).

Figura 1. Copas das espécies arbóreas formando um dossel contínuo no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba, município de Alagoinhas, Bahia (Brasil). 2022.



Fonte: autoral, 2022.

Figura 2. Área de estudo com indicação dos ambientes de borda (T0), intermediário (T1) e interior (T2) amostrados no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia (Brasil). 2023.



3.2 Coleta de amostras da serrapilheira

Foram marcadas 3 parcelas de 100 m x 20 m na borda (T0), no local intermediário (T1) e no interior (T2) do fragmento. Esses pontos amostrais foram escolhidos pelos critérios de proximidade da borda no caso da T0 e do aspecto visual de conservação no interior do fragmento com facilidade de acesso para amostragem. Para avaliar a suficiência amostral com menor esforço de campo, foram usados dois métodos de coletas:

- coletas mensais na borda (T0) e no interior (T2), durante 12 meses de outubro/2021 a setembro/2022;
- coletas trimestrais nas três parcelas em borda (T0), intermediário e interior (T2) nos meses específicos de dezembro/2021, março, junho e setembro/2022.

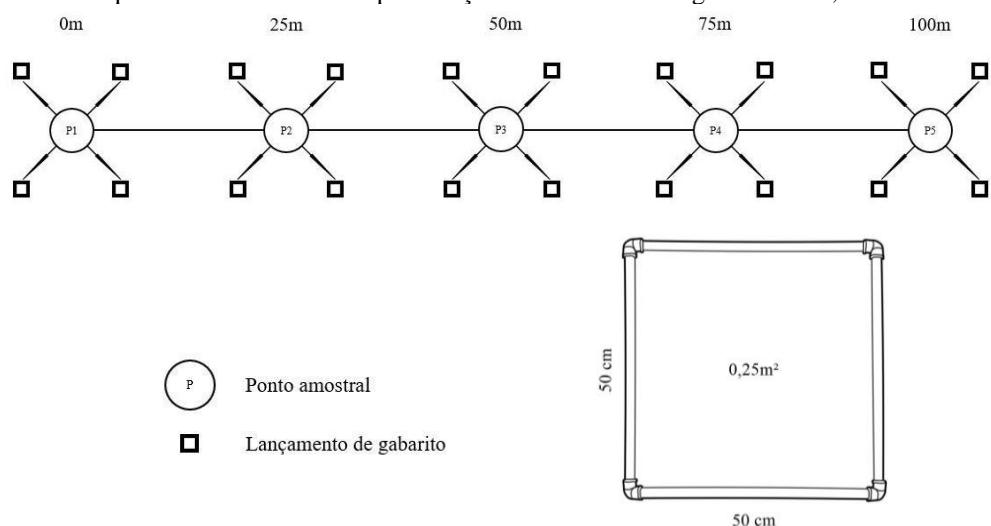
Por desconhecimento do fragmento e o esforço amostral mensal em 3 parcelas requerer maior apoio em campo e laboratório, fechado na época por decreto de pandemia em 2021, e limitação humana para triagem do material, a parcela intermediária (T1), que se mostrou mais rica, só foi amostrada em campanhas trimestrais. Uma curva de rarefação, com base na riqueza

(espécies no eixo Y) e a abundância (número de indivíduos no eixo X), foi usada como ferramenta adicional para avaliação do esforço amostral.

As amostras foram coletadas em cinco pontos (P1 a P5), equidistantes a cada 20 m ao longo do transecto dentro de cada parcela nos respectivos locais de coleta no fragmento.

Para o levantamento da diversidade de invertebrados, amostras de serrapilheira foram obtidas com uso do gabarito, enriquecido pela busca ativa dentro do perímetro amostral em campo. Um quadrado amostral de tubo plástico de $0,25 \text{ m}^2$ foi lançado pelo método de amostragem gradual mensal com referência a cada intervalo do transecto para cobrir cada um dos cinco pontos, alternando os lançamentos para direções subsequentes em cada mês, permitindo a renovação da serrapilheira no local anterior (Figura 3).

Figura 3. Desenho amostral do transecto no centro da parcela de 100 m x 20 m, com 5 pontos de coleta equidistantes a cada 20 m para lançamento aleatório do gabarito de $0,25 \text{ m}^2$.



Fonte: autoral, 2022.

A profundidade da serrapilheira foi medida mensalmente com uma régua colocada no centro do gabarito após o lançamento.

As amostras da serrapilheira foram armazenadas em sacos plásticos identificados. Os invertebrados coletados manualmente foram armazenados em coletores universais etiquetados, com solução de álcool etílico a 70% e 5 gotas de glicerina concentrada para conservar a amostra no melhor estado morfológico e de coloração.

Mensalmente foram coletadas 10 amostras, equivalente a $2,5 \text{ m}^2$ de serrapilheira. Nos meses de coleta trimestral, esses valores aumentam para 15 amostras resultantes de $3,75 \text{ m}^2$ de serrapilheira.

3.3 Tratamento das amostras e análise dos dados

O material foi transportado até o laboratório para triagem manual minuciosa das amostras e identificação dos artrópodes, agrupados e contabilizados de acordo com suas ordens, famílias, morfoespécies e hábitos alimentares em grupos funcionais.

Os invertebrados terrestres foram armazenados em potes de vidro com tampa, sendo um pote por ponto amostral, contendo álcool etílico a 70% e 5 gotas de glicerina para melhor preservação. Posteriormente, os espécimes foram agrupados pelas morfoespécies em coletores plásticos universais. O registro de imagens e a descrição de indivíduos representantes de cada morfotipo foram feitos sob microscópios estereoscópicos binoculares das marcas Zeiss e Leica.

A identificação dos invertebrados foi feita até o nível taxonômico possível, com base na literatura especializada de Paoletti e Hassall (1999), Baccaro (2006), Cardoso (2017), Brusca, Moore e Shuster (2018), além de consultas a especialistas e comparação com imagens de coleções virtuais. Os invertebrados foram agrupados em predadores e presas e esta série de dados temporal foi usada para análise estatística e modelagem de previsão da dinâmica de flutuação da comunidade. Dita análise é uma forma de estudar as características da variável resposta em relação ao tempo como variável independente e concentra-se na compreensão das dependências nos dados à medida que eles mudam ao longo do tempo..

Apenas os parâmetros precipitação (mm) e temperatura (°C) foram considerados para análises de correlação e obtidos do website Weather Spark (2022) (Tabela 1). Nenhum parâmetro foi medido na área de estudo, razão pela qual não foi considerada a umidade já que a atmosfera no município de Alagoinhas mostra registros de saturação ao longo de anos anteriores. A umidade pode ser fornecida ao ambiente através da precipitação e mantida por ação da cobertura de serrapilheira sobre o solo.

Tabela 1. Precipitação média mensal (mm) e temperatura (°C) em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.

Fator abiótico	Out/2021	Nov	Dez	Jan/2022	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Precipitação (mm)	47,3	54,5	53,3	40,8	50,1	53,2	91,7	131,1	122,5	97,4	67,6	47,2
Temperatura (°C)	22,7	27,1	26,9	28,5	28,2	27,8	25,3	25,0	21,4	21,7	24,0	24,4

Fonte: adaptado do website Weather Spark, 2022.

Os dados foram analisados para cálculos dos índices de diversidade através do *Paleontological Statistics (PAST Analyst)* 4.10 de código aberto; modelados pelo *Populus* 6.0 de uso livre (ALSTAD, 2001) e análises complementares pelo software *OriginPro2019b* sob licença. A estatística descritiva e os índices de correlação de Pearson, Spearman e Kendall foram gerados no software *Origin* sob licença. Esta descrição dos dados apresenta o número de pontos (N), a média (Mean), o desvio padrão (SD), a soma das observações (Sum), os valores mínimos (Min) e máximos (Max) (SILVA; OLIVEIRA, 2015). O coeficiente de Pearson avalia a relação linear entre variáveis, Spearman verifica como variáveis tendem a mover-se na mesma direção relativa, mas não a uma taxa constante (MENDES; RODRIGUES, 2016; LEITE, 2020). Já Kendall mede a correlação de concordância (GOMES JUNIOR; ELY, 2021).

Os índices medem diversidade (Simpson e Shannon-Wiener), equidade (Pielou), riqueza e projeção de riqueza (Chao-1, iChao-1 e ACE). Índices de dominância, diversidade, riqueza e equidade foram usados para estimar o estado ecológico da comunidade de invertebrados terrestres associados à serrapilheira (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros, índice e valores de referência para análise de dados populacionais.

Parâmetros	Índices	Valores de referência
Dominância	Simpson	0 - 1
Diversidade	Shannon-Wiever	1,5 - 3,5
Riqueza	Margalef	3,81
	Menhinick	2,05
	Chao	2,5 - 97,5
Equidade	Pielou	0,76

Fonte: autoral, 2023.

Eles podem ser calculados com base nas equações a seguir:

$$D = \sum p_i^2$$

Onde: D, índice de Simpson (1949); p_i , abundância relativa (proporção) da espécie i na amostra. O índice de Simpson indica a probabilidade de dois indivíduos sorteados ao acaso pertencerem à mesma espécie.

$$H = -\sum p_i * \ln p_i \quad \text{e} \quad p_i = n_i / N$$

Onde: H, índice de Shannon-Wiener (1949); p_i , abundância relativa; \ln , logaritmo natural; N, número total de indivíduos; n_i , número de indivíduos de cada ordem.

Os valores da curva de rarefação foram obtidos por meio de análises combinatórias, usando-se a equação de Hurlbert (1971), para verificar quantas combinações possíveis podem ser feitas e quantos subconjuntos podem ser obtidos:

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^N \left[1 - \frac{(N-Ni) n}{(N n)} \right]$$

Onde: N, número total de indivíduos da comunidade; Ni, número de indivíduos da i-ésima espécie; n, número de indivíduos padronizado para a rarefação.

O índice Chao-1 é um estimador de abundância de indivíduos pertencentes a uma determinada classe e estima a riqueza de espécie em uma dada comunidade ecológica a partir de uma amostragem. A proposta do estimador baseia-se na frequência de espécies raras, ou seja, aquelas que ocorrem apenas uma ou duas vezes nas amostras (CHAO, 1987). Este índice é útil para comparar a diversidade biológica entre habitats ou áreas e para avaliar a suficiência do esforço amostral em capturar a maioria das espécies presentes na comunidade (SANOS, 2006). A equação pode ser descrita da seguinte forma:

$$Chao-1 = S_{obs} + F_1^2/2F_2$$

Onde: S_{obs} , número de espécies observadas; F_1 , número de espécies que ocorrem apenas uma vez nas amostras; F_2 , número de espécies que ocorrem duas vezes nas amostras.

O índice iChao-1 assume que a frequência de indivíduos únicos e duplicados é proporcional à abundância de espécies raras na comunidade e que essas espécies raras são as que contribuem mais para a riqueza de espécies. O iChao-1 é um estimador robusto e simples que pode ser aplicado a diferentes tipos de dados ecológicos e que tem boa performance em comparação com outros estimadores de riqueza de espécies (BALDRIAN et al., 2022). O iChao-1 é calculado pela fórmula:

$$iChao-1 = S_{obs} + [n_1(n_1-1)/2(n_2+1)]$$

Onde: S_{obs} , número de espécies observadas; n_1 , número de indivíduos únicos; n_2 , número de indivíduos duplicados.

Para comparação entre médias foi calculado o teste de hipótese “t” de Student, um tipo de estatística inferencial usado para determinar se há uma diferença significativa entre as médias de dois grupos para uma determinada característica. Existem três tipos testes paramétricos baseados na distribuição normal:

- teste t de amostras independentes, que compara médias de dois grupos;
- teste t de amostras pareadas ou dependentes, que compara médias do mesmo grupo em momentos diferentes;

- teste t de uma amostra que testa a média de um grupo em relação a uma média conhecida.

O teste t independente também assume que as variâncias são iguais (homogeneidade da variância) e os escores são independentes. No teste t, o tamanho da amostra é extremamente importante para determinar a significância da diferença entre as médias, por isso ao aumentar o tamanho da amostra as médias tendem a ser mais estáveis e mais representativas.

4. Resultados e discussão

Este trabalho se enquadra nas categorias de pesquisa exploratória e de campo. Os dados de invertebrados, que vêm sendo registrados desde 2021 até o presente em outros trabalhos, servirão para uma modelagem futura com maior número de observações.

Após os primeiros 6 meses de análises dos dados de campo, percebeu-se uma maior riqueza no ambiente intermediário, mas decidiu-se manter o método de coleta trimestral inicial, sendo esta amostragem corrigida para o trabalho posterior a esse.

4.1 Diversidade e distribuição dos invertebrados

Durante os 12 meses amostrais, a abundância total de invertebrados correspondeu a 1.080 indivíduos, representantes de 17 ordens e, pelo menos, 32 famílias nos ambientes de borda (T0), intermediário (T1) e interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba (Tabela 3).

Tabela 3. Checklist dos invertebrados coletados nas parcelas da borda (T0), intermediária (T1) e interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da fazenda Patioba, município de Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.

Classe	Ordem	Sub/família	Gênero	Espécie	T0	T1	T2
Malacostraca	Isopoda	Philosciidae	<i>Philoscia</i>	<i>P. muscorum</i>	194	170	100
Insecta	Blattaria/Blattodea	Blaberidae			48	15	23
		Isoptera			0	111	7
	Hymenoptera	Ponerinae	<i>Pachycondyla</i>	<i>P. striata</i>	3	1	1
			<i>Odontomachus</i>		3	2	2
		Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex</i>		4	0	2
		Myrmicinae	<i>Cephalotes</i>		0	0	2
		Formicinae			0	0	39

Hemiptera	Coreidae			0	0	2	
	Emesinae			0	0	2	
	Cicadidae			0	1	0	
	Reduviidae			2	0	0	
	Aphidoidea			14	0	0	
Coleoptera	Carabidae	<i>Calosoma</i>	<i>C. granulatum</i>	1	0	0	
			Coleoptera 1	1	0	3	
			Coleoptera 2	8	0	1	
Orthoptera	Gryllidae			3	0	3	
Dermoptera	Spongiphoridae			2	0	5	
Embioptera	Anisembiidae			0	1	1	
Neuroptera	Myrmeleontidae			0	1	5	
Larvas				8	19	53	
Arachnida	Araneae	Ctenidae			14	2	11
		Araneidae			8	2	3
		Amaurobiidae			2	0	0
		Theridiidae			2	0	3
		Salticidae			5	2	3
		Nephilidae	<i>Trichonephila</i>	<i>T. clavipes</i>	0	1	0
		Zodariidae			8	0	4
		Aranha jovem			2	0	3
Opiliones					23	0	2
Pseudoscorpiones					1	0	1
Ixodida					1	0	1
Gastropoda	Stylommatophora	Achatinidae	<i>Achatina</i>	<i>A. fulica</i>	2	3	1
			<i>Neobeliscus</i>	<i>N. calcareus</i>	6	3	6
		Bradybaenidae	<i>Bradybaena</i>	<i>B. similaris</i>	19	4	17
				Gastropoda 1	3	5	19
				Gastropoda 2	0	1	1
Diplopoda	Spirostreptida				9	1	3
Chilopoda	Scolopendridae				10	0	0
Abundância total					406	345	329
Diversidade total (morfoespécies de invertebrados)					29	19	32

Fonte: autoral, 2023.

A espécie dominante foi o isópode terrestre *Philoscia muscorum* (Figura 4), mas os índices de Simpson e Shannon indicaram considerável diversidade dos invertebrados (Tabelas 3 e 4).

Figura 4. Indivíduo adulto do isópode *Philoscia muscorum* (Scopoli 1763) coletado no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba, Alagoinhas - Bahia (Brasil): incidências ventral (A) e dorsal (B) sob estereomicroscópio (marca Leica).



Fonte: autoral, 2022.

Entre os métodos de coletas mensais e trimestrais, os ambientes de borda (T0), intermediário (T1) e interior (T2) apresentaram considerável diversidade e exclusividade de poucas ordens. O interior (T2) do fragmento da Patioba apresentou a maior diversidade e a menor abundância de invertebrados terrestres associados à serrapilheira (Tabela 4). A diversidade foi atribuída à complexidade de nichos pela variedade de tipos e consistências foliares (membranácea, cartácea e coriácea), aportada também pela diversidade arbórea com copas frondosas no interior do fragmento, e a abundância pode ter sido regulada pela competição (Isopoda, Blattaria/Blaberidae, Hymenoptera: Formicinae, Coleoptera, Blattaria/Isoptera, larvas de insetos) e predação (Hymenoptera: Formicinae, Araneae e Opiliones).

Nas coletas mensais ao longo de 12 meses, os índices de diversidade de Simpson e Shannon mostraram diferença entre a borda (T0) e o interior (T2), graças à contribuição dos isópodes (Isopoda) e aranhas (Araneae) na borda (T0) e formigas (Hymenoptera: Formicinae), larvas (Insecta) e gastrópodes de ordem não identificada no interior (T2). Essa dominância de algumas ordens supracitadas refletiu uma maior eqüidade no interior (0,75) em relação à borda (0,68). A maior riqueza foi registrada no interior (T2) (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Índices de diversidade dos invertebrados coletados mensalmente por 12 meses nas parcelas da borda (T0) e do interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.

Índices	Borda (T0) 12M	—	Interior (T2) 12M
Taxa_S	16	—	18
Individuals	406	—	329
Dominance_D	0,2627	—	0,1600
Simpson_1-D	0,7373	—	0,8400
Shannon_H	1,8890	—	2,1580

Evenness_e^H/S	0,4135	0,4807
Brillouin	1,7990	2,0400
Menhinick	0,7941	0,9924
Margalef	2,4970	2,9330
Equitability_J	0,6815	0,7466
Fisher_alpha	3,3240	4,0910
Berger-Parker	0,4778	0,3040
Chao-1	16,50	20,99
iChao-1	18,49	26,84
ACE	17,06	20,33

Fonte: autoral, 2023.

Tabela 5. Teste dos índices de diversidade de invertebrados de coletas mensais na borda (T0) e no interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Dezembro/2021, março, junho e setembro/2022.

Índice de Simpson		Índice de Shannon	
Borda (T0) Mensal	Interior (T2) Mensal	Borda (T0) Mensal	Interior (T2) Mensal
D = 0.2645 Variância = 0.0004	D = 0.1626 Variância = 0.0001	H = 1.871 Variância = 0.004	H = 2.1320 Variância = 0.003
t = 4.3526 gl = 622.13 p = 1.5725E-05*		t = -3.1869 gl = 734.79 p = 0.002*	

Fonte: autoral, 2023.

Comparando os métodos de coleta, os índices de diversidade (Simpson e Shannon) e de riqueza (Chao) das coletas trimestrais foram mais altos no ambiente intermediário (T1) do que aqueles obtidos com as coletas mensais nas duas parcelas T0 e T2. O valor mais alto de riqueza (Chao) confirmou a suficiência amostral também para o método de amostragem trimestral (Tabelas 4 e 6).

Dentro do método de coleta trimestral, o ambiente intermediário (T1) apresentou menor diversidade e maior abundância por causa das observações reduzidas em comparação com as outras duas parcelas T0 e T2. Para adequada representatividade em inventários similares, a suficiência amostral trimestral deve ser compensada por no mínimo 24 meses quando os recursos financeiros não sejam limitantes.

Nas coletas trimestrais, os índices de diversidade de Simpson mostraram diferença entre os três ambientes (T0, T1 e T2), entretanto o índice de Shannon deu equivalência entre borda (T0) e interior (T2), destacando-se o ambiente intermediário (T1) pela contribuição da alta abundância dos cupins em uma das amostragens (Blattaria, Isoptera) (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6. Índices de diversidade dos invertebrados coletados trimestralmente nas parcelas da borda (T0), intermediária (T1) e do interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Dezembro/2021, março, junho e setembro/2022.

Índices	Borda (T0) 3M	Intermediário (T1) 3M	Interior (T2) 3M
Taxa_S	12	12	12
Individuals	139	345	79
Dominance_D	0,2209	0,3790	0,1438
Simpson_1-D	0,7791	0,6210	0,8562
Shannon_H	1,9510	1,2610	2,1620
Evenness_e^H/S	0,5864	0,2942	0,7240
Brillouin	1,7730	1,1940	1,8790
Menhinick	1,0180	0,6461	1,3500
Margalef	2,2290	1,8820	2,5170
Equitability_J	0,7852	0,5076	0,8700
Fisher_alpha	3,1500	2,4150	3,9380
Berger-Parker	0,4245	0,4928	0,2278
Chao-1	12,00	21,97	12,33
iChao-1	12,00	23,21	13,01
ACE	12,00	19,57	13,02

Fonte: autoral, 2023.

Tabela 7. Teste dos índices de diversidade dos invertebrados de coletas trimestrais nas parcelas da borda (T0), intermediária (T1) e do interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Dezembro/2021, março, junho e setembro/2022.

Índice de Simpson			Índice de Shannon		
Borda (T0) Trimestral	Intermediário (T1) Trimestral	Interior (T2) Trimestral	Borda (T0) Trimestral	Intermediário (T1) Trimestral	Interior (T2) Trimestral
D = 0.2265 Variância=0.0009	D = 0.3808 Variância=0.0003	D = 0.1546 Variância=0.0004	H = 1.9115 Variância=0.008	H = 1.2453 Variância=0.003	H = 2.0923 Variância=0.009
Borda (T0) x Intermediário (T1) t = -4.5602 gl = 232.07 p = 8.2753E-06*			Borda (T0) x Intermediário (T1) t = 6.2503 gl = 262.88 p = 1.6455E-09*		
Borda (T0) x Interior (T2) t = 2.0638 gl = 212.51 p = 0.04*			Borda (T0) x Interior (T2) t = -1.4001 gl = 196.46 p = 0.16		
Borda (T1) x Interior (T2) t = 9.0651 gl = 222.83 p = 6.565E-17*			Borda (T1) x Interior (T2) t = -7.7063 gl = 147.33 p = 1.762E-12*		

Fonte: autoral, 2023.

Menores valores de diversidade correspondem aos maiores valores de dominância de alguma ou poucas espécies sobre as demais. O índice de Simpson contempla a proporção do total de ocorrências de cada espécie e varia de 0 a 1. A diversidade de espécie corresponde à variedade em cada comunidade e, na variância da distribuição das espécies, torna-se um dos mais significativos na medida de diversidade.

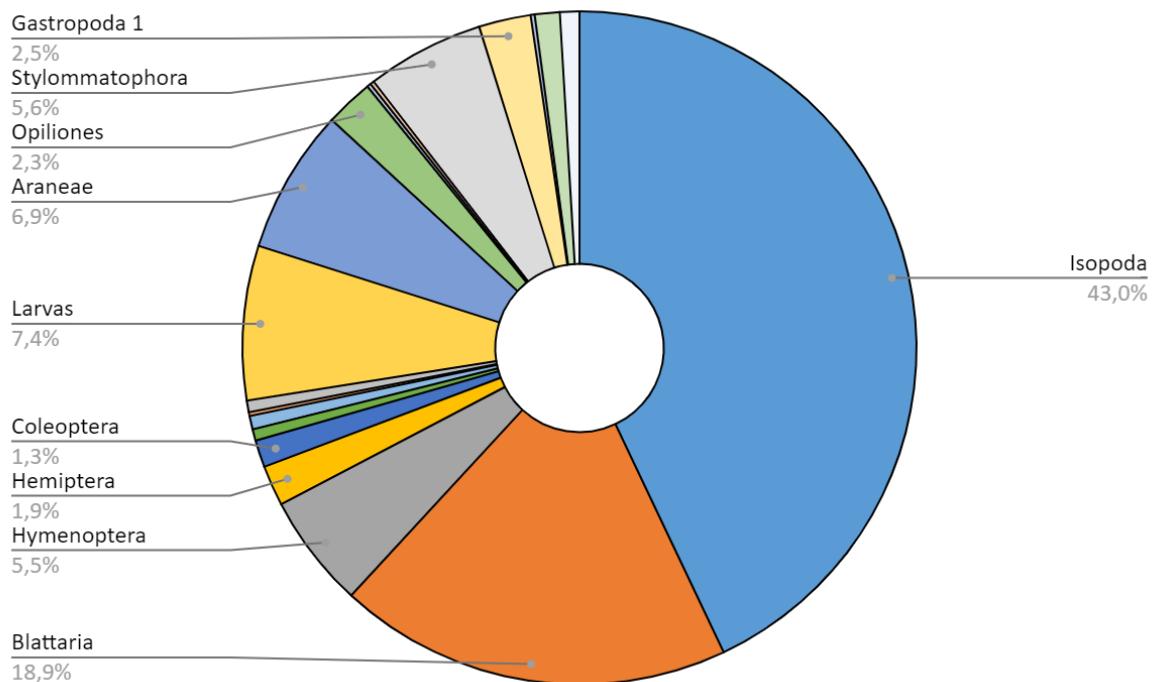
O índice de Shannon (H) considera todas as espécies amostradas e corresponde ao intervalo de 1,5 a 3,5, com valores excepcionais >4,0 indicando amplo universo amostral. O índice de Berger-Parker estabelece uma medida de domínio da percentagem máxima de uma contagem de espécie em uma amostra. Nesta correlação negativa, a redução da dominância de uma espécie acarreta o aumento da diversidade (LIMA; SOUZA; PEDERASSI, 2016).

Na avaliação das ordens amostradas, Isopoda esteve representada apenas por uma espécie, *Philoscia muscorum*, ao longo dos 12 meses, mas dominou com 464 (43%) indivíduos e foi coletado em todos os meses. À distância, seguiram-lhe os taxa Blattaria 204 (19%) e Araneae com 75 (6,9%), além da classe Insecta com 80 (7,4%) larvas. As demais ordens somaram 257 (23,8%) indivíduos na diversidade registrada. No mês de maio/2022, houve destaque de Aphidoidea (Hemiptera) na borda (T0), mas sem relação com qualquer evento observado na coleta (Figuras 5 e 6).

A dominância de Isopoda na borda pode ser explicada pela presença de detritos e fezes (fontes de nitrogênio) de animais domésticos (vacas e cavalos) que acessam a borda, dando maior diversidade de alimentos para estes artrópodes. Este fator biótico externo pode ter dado vantagem para a ordem em relação às demais, segundo Frouz, Pižl e Tajovsky (2007).

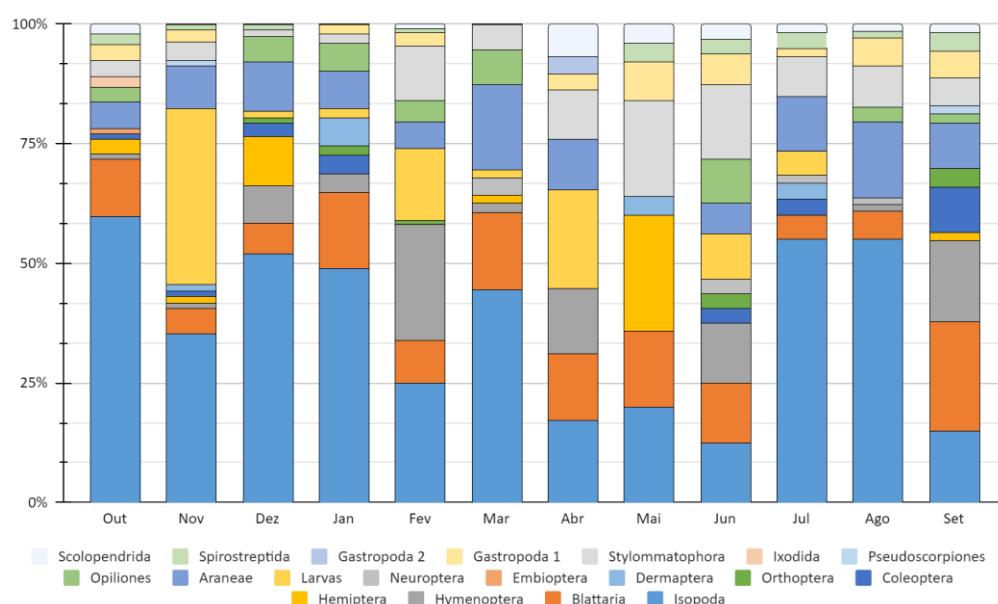
Alguns espécimes esporádicos de outras ordens foram encontrados pelo fato de ocuparem nichos próximos à serrapilheira, mas não estarem diretamente associados a ela, e terem caído no quadrado amostral por motivos aleatórios. Ao longo de 12 meses foram exemplos disso os registros da aranha *Trichonephila clavipes* (Araneae, Nephilidae) (n=1), que constrói teia e não tem o hábito de caçar ativamente (GERAQUE, 2020); o besouro *Calosoma granulatum* (Coleoptera, Carabidae) (n=1); e a exúvia de cigarra (Hemiptera, Cicadidae) (n=1), que passa a maior parte do desenvolvimento abaixo do solo fazendo a ecdise, para tornar-se adulto alado (COSTA-NETO, 2008; KUBOTA, 2013).

Figura 5. Ordens de invertebrados associados à serrapilheira do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba, Alagoinhas - Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2023.

Figura 6. Abundância mensal das ordens de invertebrados associados à serrapilheira no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia. Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2023.

A abundância populacional ao longo de 12 meses indicou as ordens Isopoda, Blattaria, Hemiptera, Coleoptera, Orthoptera, Araneae e Opiliones com maior representadas na borda (T0); bem como as ordens Hymenoptera e larvas da classe Insecta com preferência pelo interior (T2) do fragmento (Figuras 7 e 8). As ordens citadas estiveram representadas na borda e no interior, mostrando uma adaptação dos grupos mais tolerantes às variações ambientais.

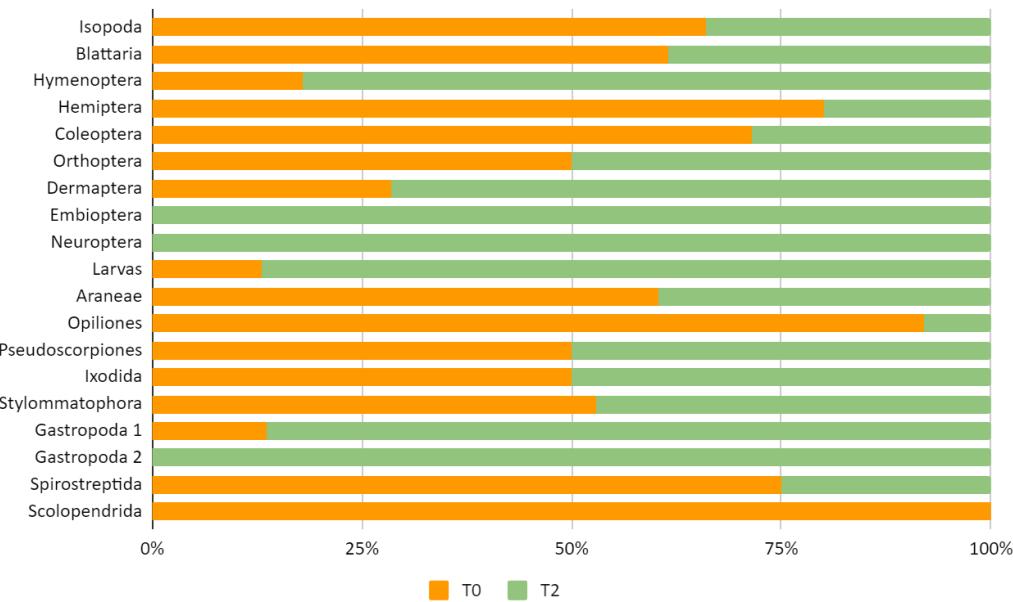
Foi observado um número elevado de larvas de insetos nos meses de novembro de 2021 e maio de 2022. A abundância nesses meses se compara à ordem Isopoda dominante. Este fato ocorreu devido à grande umidade retida nas folhas onde as larvas foram encontradas. Além da temperatura, a umidade entre 40 e 80% é um fator favorável para o desenvolvimento de insetos pois ambientes encharcados, como aquele criado pela fração foliar da serrapilheira, são selecionados para a deposição de ovos (RODRIGUES, 2004).

Santos e Figueiredo (2019) encontraram uma maior riqueza de morfoespécies de formigas (Hymenoptera) na borda do fragmento e também no interior da floresta. Os autores atribuíram esse resultado à alta capacidade de adaptação das formigas a locais variados, incluindo ambientes perturbados.

A ordem Scolopendridae foi exclusiva da borda (T0), enquanto as ordens Embioptera, Neuroptera e do morfotipo 2 da classe Gastropoda ocorreram apenas no interior (T2) do fragmento (Figura 7).

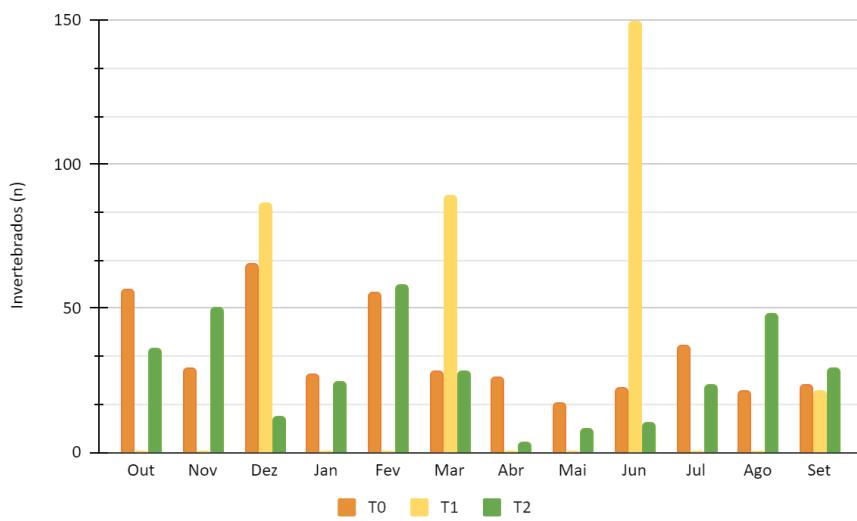
As coletas mensais realizadas em dois ambientes revelaram maior abundância (número de indivíduos) e maior diversidade no interior (T2) do fragmento, enquanto as coletas trimestrais em três ambientes mostraram maior abundância (número de indivíduos) e maior diversidade (número de ordens) no ambiente intermediário (T1) no interior do fragmento. Certamente se as coletas fossem todas mensais, o ambiente intermediário teria mostrado maiores abundância e diversidade em relação aos outros dois ambientes, como demonstra a relevância dos registros trimestrais e a contribuição dos dados de T1. Apenas uma ordem (Scolopendridae) foi exclusiva da borda (T0) frente a duas ordens (Embioptera e Neuroptera) do interior (T2) do fragmento (Figura 8).

Figura 7. Ocorrência e abundância das ordens de invertebrados terrestres coletados mensalmente na borda (T0) e no interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica na Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2022.

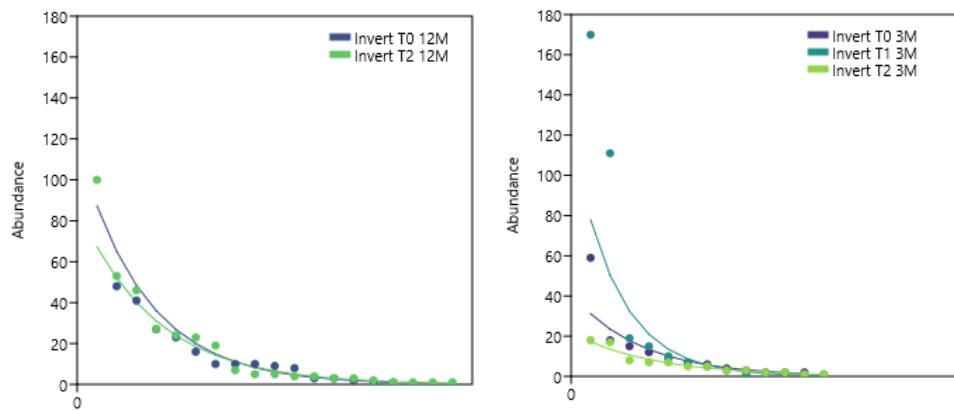
Figura 8. Abundância das ordens de invertebrados associados à serrapilheira do fragmento de Mata Atlântica na Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2022.

Apesar de apenas 4 coletas trimestrais em um ano, a análise dos dados de distribuição da abundância das ordens mostrou uma riqueza considerável no ambiente intermediário (T1) do fragmento (Figura 9).

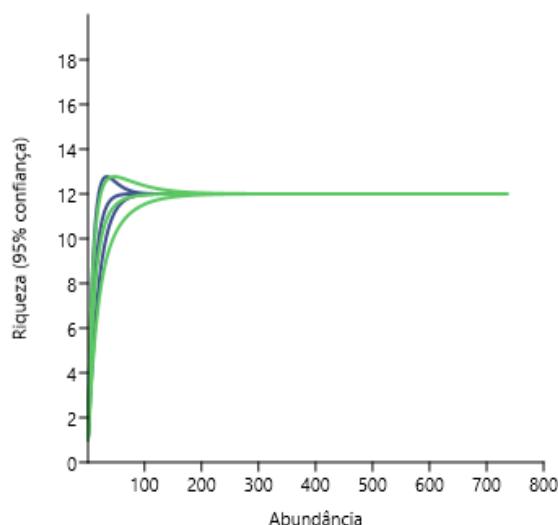
Figura 9. Modelo de distribuição da abundância nas ordens de invertebrados coletados mensalmente (12M) e trimestralmente (3M) nos ambientes de borda (T0), intermediário (T1) e interior (T2) no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2023.

A suficiência amostral foi alcançada com o método de coleta mensal e no período mínimo de 12 meses demonstrados na curva de rarefação (Figura 10). Para medir o esforço ou suficiência amostral foi usado o método clássico com a estimativa da riqueza de espécies e o número de indivíduos para cálculo de estimativas e plotagem da curva de rarefação. Se a curva da amostragem com um intervalo padronizado (diário, mensal, trimestral) estabilizar com uma assimtota, a composição de espécies não varia mais e o esforço amostral é considerado suficiente. A padronização de período e método amostrais é imprescindível para comparações estatísticas entre áreas inventariadas. As coletas mensal e trimestral pelo período de 1 ano não permitiram alcançar a suficiência amostral.

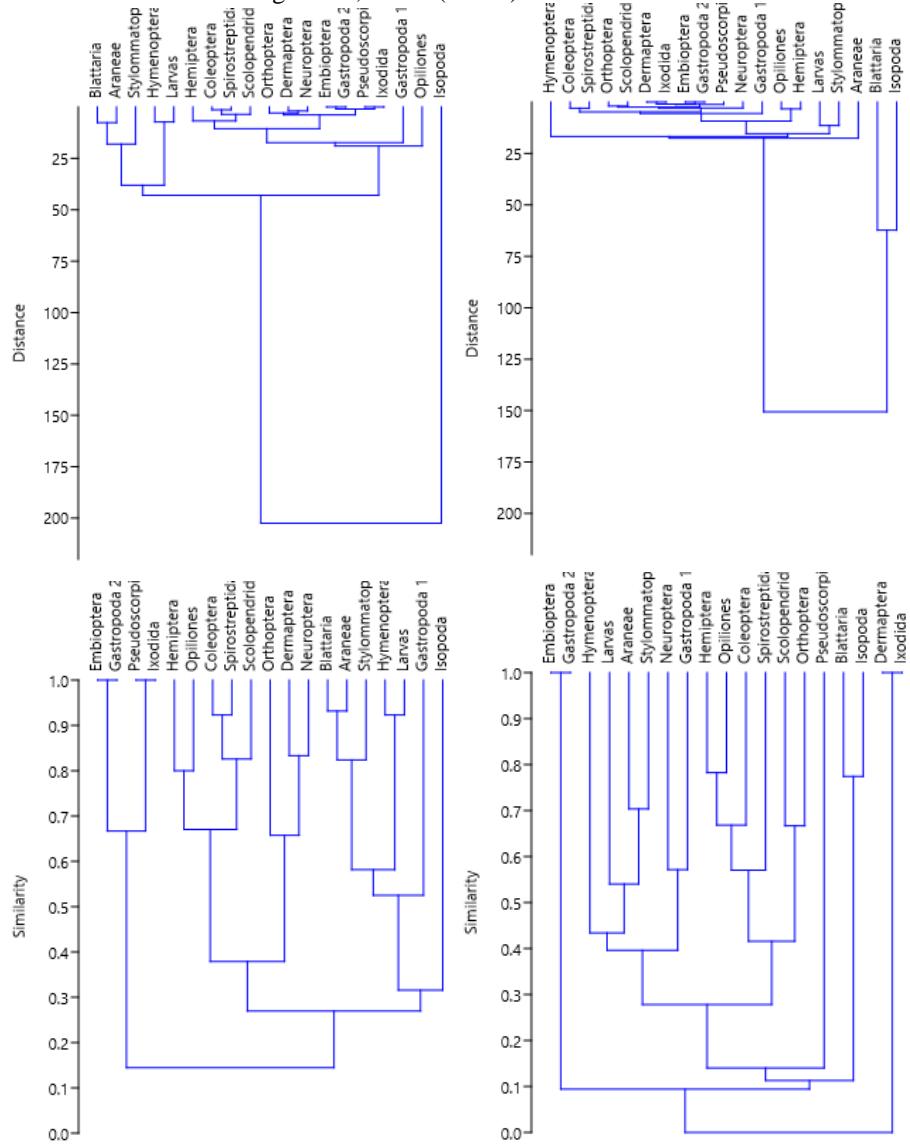
Figura 10. Curva de rarefação para avaliação de suficiência amostral (padrão mensal) -observado (linha principal) e estimado (abas laterais)- em borda (T0) e interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2023.

Quanto aos agrupamentos possíveis entre ordens de invertebrados coletados mensal e trimestralmente, as proporções de dissimilaridade (distância Euclidiana) e similaridade (índice de Bray-Curtis) mostraram a abundância nos respectivos ambientes borda, intermediário e interior do fragmento. As coletas no ambiente intermediário, ainda que trimestrais, serviram para aumentar a diversidade comparativa no total amostrado e aumentar a similaridade entre os ambientes. A ordem Isopoda se destacou sobre as demais nas coletas mensais na borda, onde dominou, e por apenas uma coleta trimestral no ambiente intermediário junto com a ordem Blattaria pela abundância destacada de cupins (Blattaria: Isoptera) capturados juntos na mesma coleta trimestral no ambiente intermediário (Figura 11).

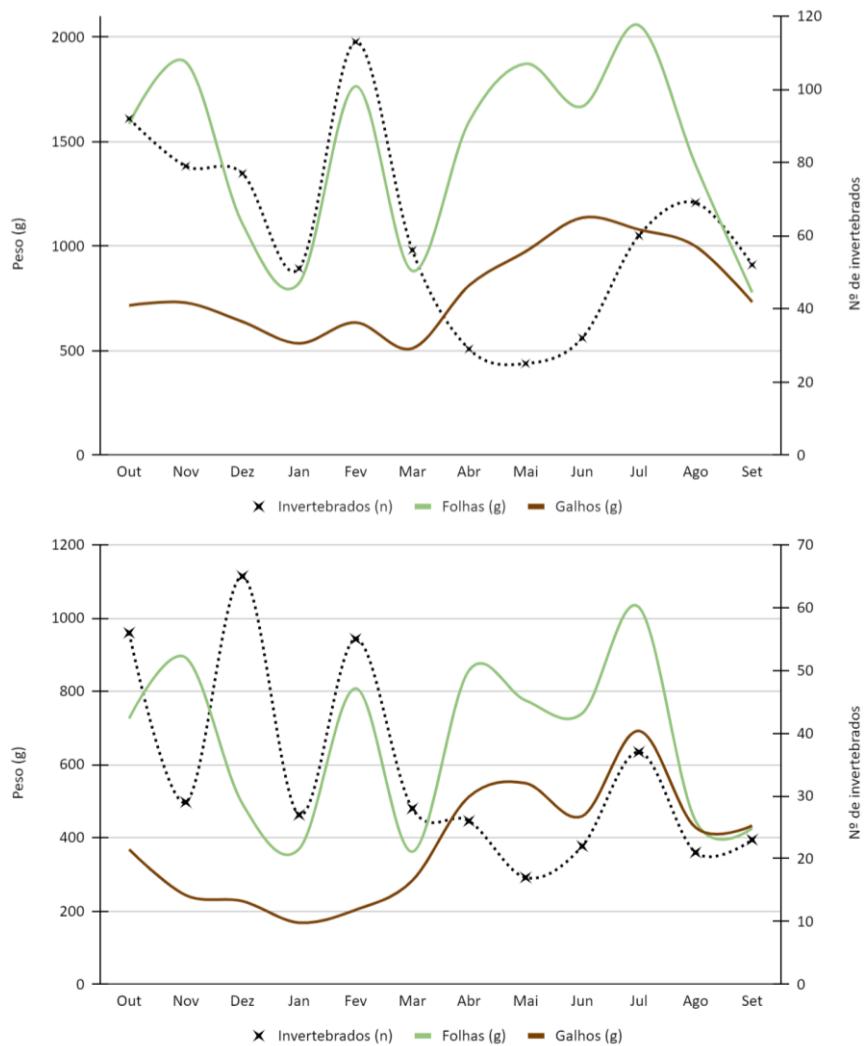
Figura 11. Análise de agrupamentos (*Cluster*) por distância Euclidiana (superior) e similaridade de Bray-Curtis (inferior) entre as ordens de invertebrados coletados mensalmente (à esquerda) em borda (T0) e interior (T2) e trimestralmente (à direita) em borda (T0), intermediário (T1) e interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.

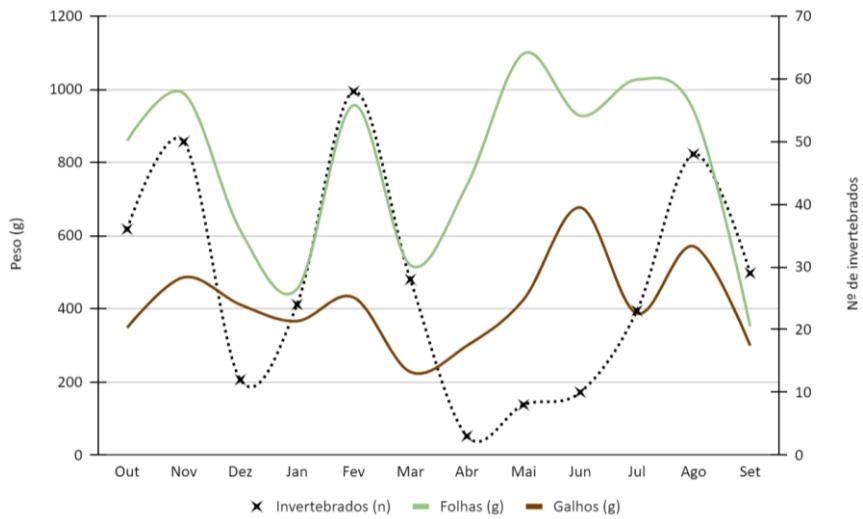


Fonte: autoral, 2023.

Devido ao papel dos invertebrados na fragmentação e decomposição da serrapilheira, fez-se a relação entre abundância dos invertebrados associados e a dinâmica da serrapilheira (profundidade e biomassa das frações). Dados da dinâmica populacional de invertebrados mensais (T0 e T2) e trimestrais (T0, T1 e T2) foram somados. Não houve correlação entre abundância de invertebrados e biomassa de serrapilheira para a fração caulinar (galhos) na borda, onde as folhas foram a principal fonte de alimento em maior quantidade, junto com as fezes de vacas e cavalos a esse ambiente. Entretanto no interior, a diversidade de grupos funcionais pode explicar a flutuação da fração foliar em maior proporção, mas também da fração caulinar foi usada talvez na preparação de ninhos ou armadilhas para as presas (Figura 12).

Figura 12. Abundância das comunidades de invertebrados terrestres associados e produção de serrapilheira coletada mensalmente no fragmento de Mata Atlântica na Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. Legenda: borda (T0) e interior (T2) (superior), borda (T0) (centro) e interior (T2) (inferior).



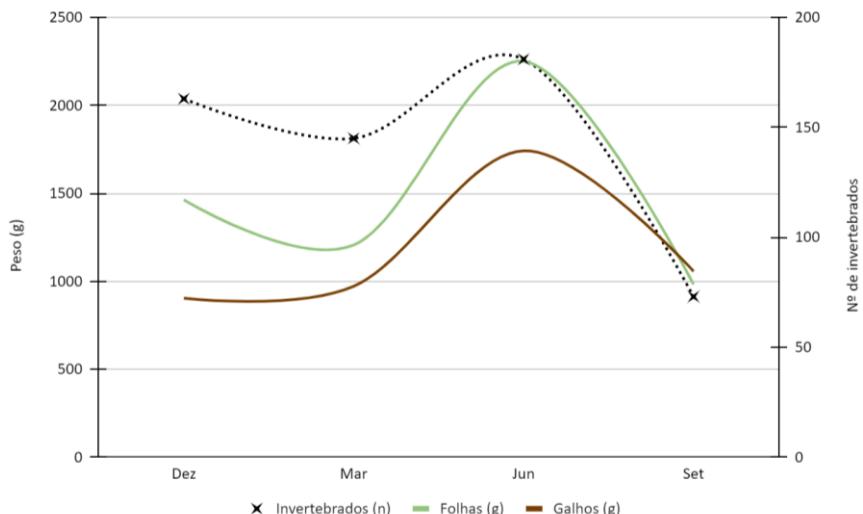


Fonte: autoral, 2023.

No ambiente intermediário (T1) de amostras trimestrais, a curva populacional de invertebrados acompanhou a flutuação na produção das frações caulinares e foliares. Em junho, houve um pico de crescimento da comunidade de invertebrados e da produção de ambas as frações da serrapilheira (Figura 13).

A coleta de dados com esse intervalo omite informações pertinentes quando comparadas às amostras mensais e as variações ficam mais evidentes quando a lacuna de tempo é menor. As coletas trimestrais não foram suficientes para entender a dinâmica entre invertebrados terrestres e a serrapilheira, sendo as coletas mensais mais detalhadas para compreender essas interações. Se este método amostral for aplicado, deverá contemplar um período mínimo de 24 meses.

Figura 13. Dinâmica da comunidade de invertebrados terrestres associados e da produção de serrapilheira coletadas trimestralmente nos ambientes de borda, intermediário e interior do fragmento da Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Dezembro/2021, março, junho e setembro/2022.



Fonte: autoral, 2023.

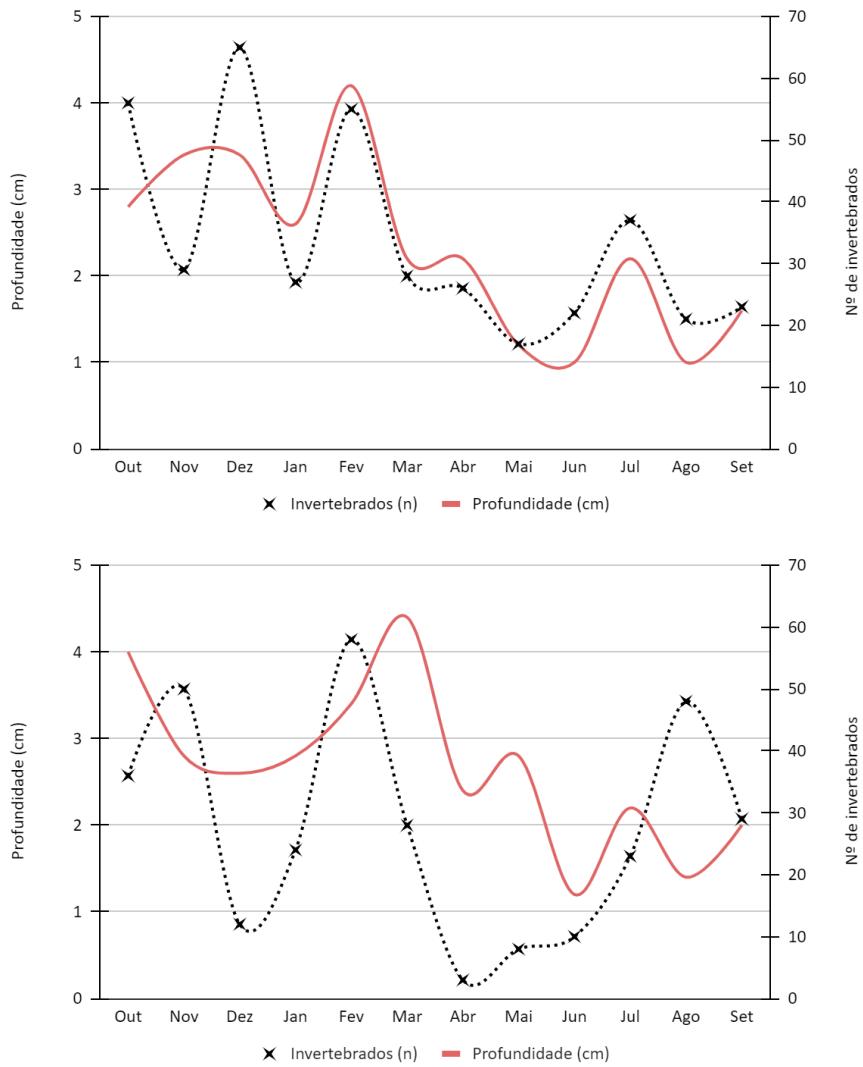
No mesmo período amostral, a biomassa total de serrapilheira coletada nas três áreas foi de 30,02 kg, composta por 11,15 kg (37%) de fração caulinar e 18,87 kg (63%) de fração foliar. Flores, frutos e sementes não foram considerados nas amostras coletadas pela biomassa inexpressiva. A produção de serrapilheira foi maior na estação chuvosa, com pico no mês de junho/2022. Este fator climático coincidiu com o baixo índice de invertebrados encontrados no mesmo período, mas não teve relação com a temperatura (Figura 14).

Na borda (T0) e no interior (T2), a profundidade da serrapilheira foi maior em fevereiro/2022 e menor em junho/2022. A comunidade de invertebrados na borda está mais suscetível às oscilações ambientais e seu crescimento determina a profundidade da serrapilheira (Figura 14). A configuração da serrapilheira gera respostas de sua fauna associada. Uma maior profundidade proporciona maior complexidade de nichos com disponibilidade de alimentos para os herbívoros e detritívoros, além de servir como proteção contra predadores. De forma geral, variados grupos de invertebrados interagem de diferentes maneiras com a serrapilheira, reduzindo mais ou menos sua espessura (profundidade) (FERREIRA; MARQUES, 1998; CAMARA et al., 2019).

Na borda (T0), a profundidade média da serrapilheira variou de 4 a 1 cm (Figura 14). Neste ambiente, tanto a serrapilheira como as fezes de animais domésticos (vacas e cavalos) servem de alimentos aos detritívoros e/ou coprófagos, como é o caso dos isópodes. A ação dos invertebrados detritívoros, grupo massivamente representado pelos isópodes dominantes, reduziu a profundidade da serrapilheira e provocou a escassez de alimento e abrigo, com consequente queda populacional até novo aporte da fração foliar pela precipitação abundante, que lava o conteúdo polifenólico tóxico e torna apta a entrar na rede trófica em novo ciclo no processo de retroalimentação do ecossistema (ZIMMER; KAUTZ; TOPP, 2003).

No interior (T2), a profundidade média variou de 4,5 a 1,5 cm (Figura 14). A ação dos invertebrados detritívoros também reduziu a profundidade da serrapilheira, mas não provocou sua escassez como alimento e abrigo, dado o dossel frondoso em estágios variados de senescênci a e uma variedade de consistências foliares (membranácea, cartácea e coriácea). A queda populacional pode ter sido regulada pela competição entre detritívoros das ordens Isopoda, Blattaria, Hymenoptera (Formicinae), Coleoptera e larvas de insetos; juntamente com sua predação por Hymenoptera (Formicinae), Araneae e Opiliones. As populações de detritívoros só podem atuar sobre novo aporte de fração foliar depois que a precipitação abundante lavar o conteúdo polifenólico tóxico da serrapilheira fresca, deixando-a apta ao consumo na rede trófica em um mecanismo de retroalimentação no ecossistema (ZIMMER; KAUTZ; TOPP, 2003).

Figura 14. Abundância populacional de invertebrados e profundidade da serrapilheira na borda (acima) e no interior (abaixo) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2023.

4.2 Grupos tróficos

Os grupos tróficos encontrados nas amostras foram analisados com destaque para os invertebrados do filo Arthropoda e as interações de competição entre predadores (carnívoros), entre presas (detritívoros) e predadores-presas, dada a importância das dinâmicas populacionais para a decomposição da serrapilheira e a ciclagem de nutrientes na manutenção da teia trófica no fragmento nativo.

Ao longo das coletas mensais, a abundância de invertebrados correspondeu à espessura (profundidade) da serrapilheira na borda (T0) ($0,77$ $p<0,05$) do fragmento, provavelmente devido ao hábito detritívoro de algumas espécies (Figura 15). O acúmulo de serrapilheira

proporciona retenção de umidade e facilita a fuga de predadores, o que favorece os isópodes detritívoros. No interior (T2), nenhum isópode foi encontrado de abril a junho, provavelmente devido ao período de chuvas abundantes e maior exposição a uma maior diversidade de predadores.

A dominância de Isopoda na borda foi atribuída às fezes ricas em nitrogênio de alguns animais domésticos (vacas e cavalos) que entram pela trilha e descansam à sombra das árvores esparsas nesse ambiente. O hábito coprófago dá ao grupo uma vantagem de adaptação sobre as demais ordens, segundo Frouz Pižl e Tajovsky (2007). Este fator biótico externo pode ter interferido e tornado nossos resultados diferentes de Comparsi *et al.* (2021), com maior abundância no interior do fragmento de floresta tropical em Maringá (Paraná), e de Vasconcellos *et al.* (2015), com condições favoráveis de umidade para crescimento em áreas de recuperação (efeito de borda) de floresta subtropical em Santa Maria (Rio Grande do Sul). Podgaiski (2009) também registrou Isopoda como o grupo mais abundante, com 2 espécies (*Benthana taeniata* e *Atlantoscia floridana*) da mesma família Philosciidae, na serrapilheira de plantas pioneiras em depósitos de carvão no Rio Grande do Sul, mostrando a importância do seu hábito detritívoror na recuperação de área degradada por mineração.

Na análise das dinâmicas de interações de competição intra-trófica (carnívoro ou detritívoror) e de predador-presa, os invertebrados foram agrupados entre as ordens por critério de exclusão, ou seja, uma ordem seria considerada apenas em um grupo trófico em todas as modelagem matemáticas (Quadro 1).

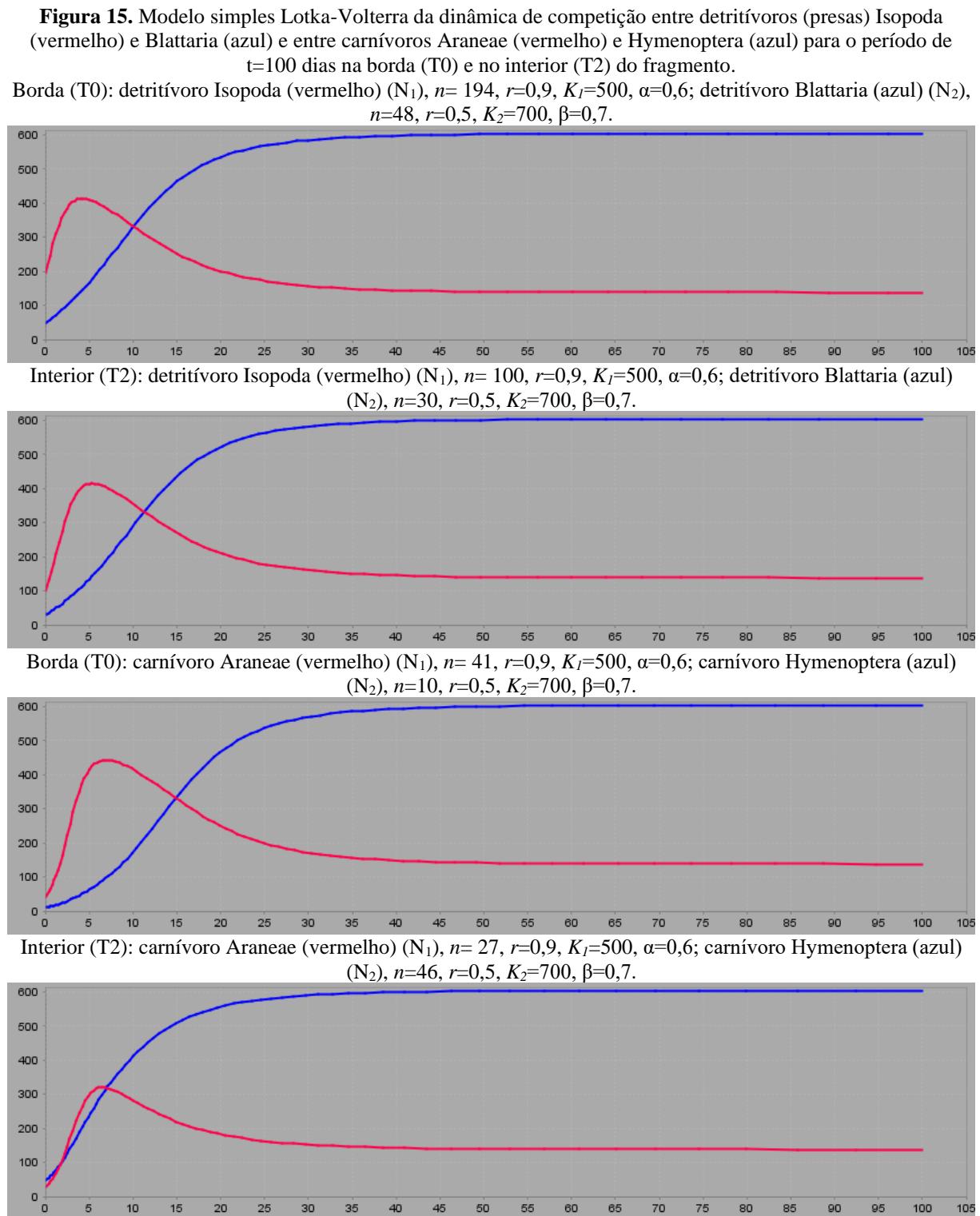
Quadro 1. Ordens de invertebrados artrópodes considerados em grupos funcionais predadores e presas por critério de exclusão.

Carnívoros/Predadores (T0 + T2 = 187)	Detritívoros/Presas (T0 + T2 = 466)
Coleoptera	Isopoda
Hymenoptera	Blattaria
Araneae	Ixodida
Opiliones	Hemiptera
Pseudocorpiones	Orthoptera
Dermoptera	Embioptera
Neuroptera	Spirostreptida
Scolopendrida	Larvas

Fonte: autoral, 2023.

A modelagem matemática clássica de sistemas ecológicos foi feita com a aplicacação expandida do modelo simples de Lotka-Volterra para o caso onde há competição intra-trófica entre detritívoros (presas) e carnívoros (predadores) (SOUZA, 2017). Se as espécies

concorrerem pelo mesmo recurso trófico então quanto menor a diferença entre as abundâncias de cada ordem comparada, as curvas serão mais próximas no início e depois cada população vai aumentar à medida que a outra decresça (Figura 15).

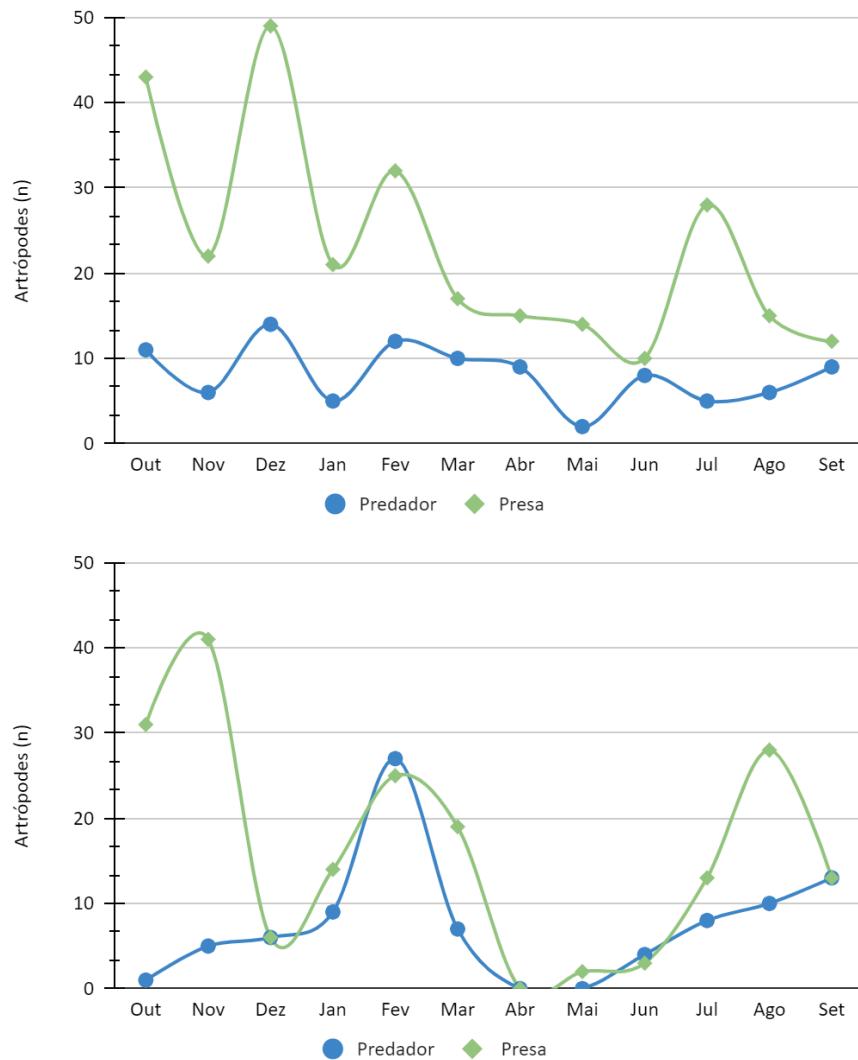


Fonte: autoral, 2023.

A abundância total de presas foi superior ao de predadores na borda ($F=13,36$, $p<0,05$), mas não no interior ($F=3,07$; $p>0,05$). Foram observadas oscilações com declínio populacional acentuado na abundância de presas em alguns meses seguido pelos predadores (Figura 16).

No ambiente de borda, a curva expressada entre os meses de outubro a abril mostrou um espelhamento entre os dois grupos analisados, a comunidade de predadores cresceu e decaiu em conformidade com as presas. O mesmo fenômeno não foi observado no interior do fragmento. Os predadores foram mais abundantes na borda, as presas não (Figura 16).

Figura 16. Relação mensal da abundância dos grupos de predadores e presas na borda (acima) e no interior (abaixo) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.

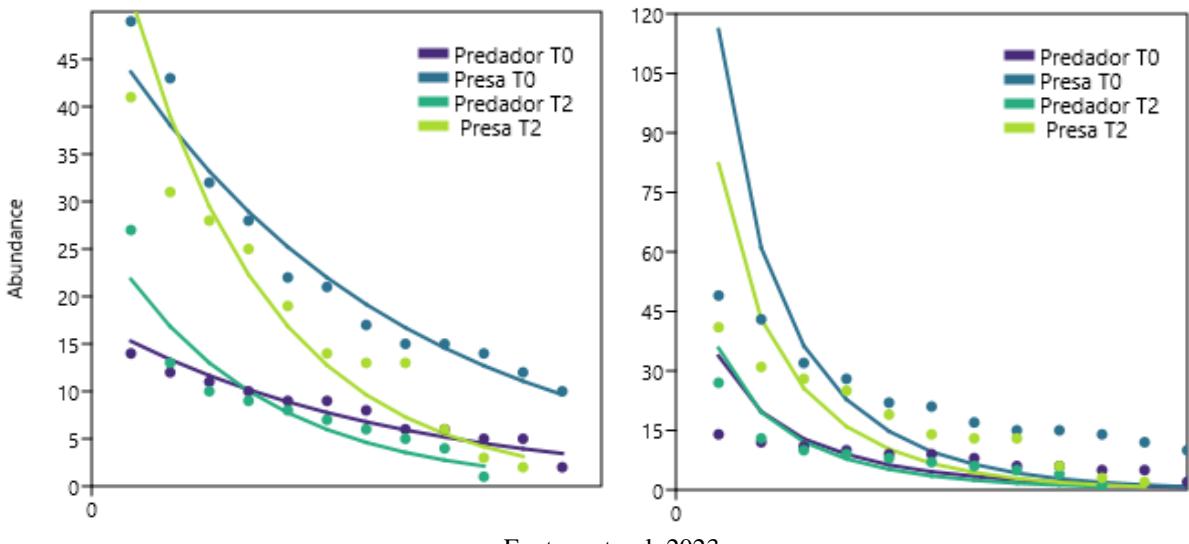


Fonte: autoral, 2023.

Nos modelos de distribuição de abundância e de previsão de séries temporais, a abundância de presas diminuiu significativamente pela ação de predadores ao longo do período de observações (Figuras 17 e 18). A análise de dados de séries temporais usa estatísticas e

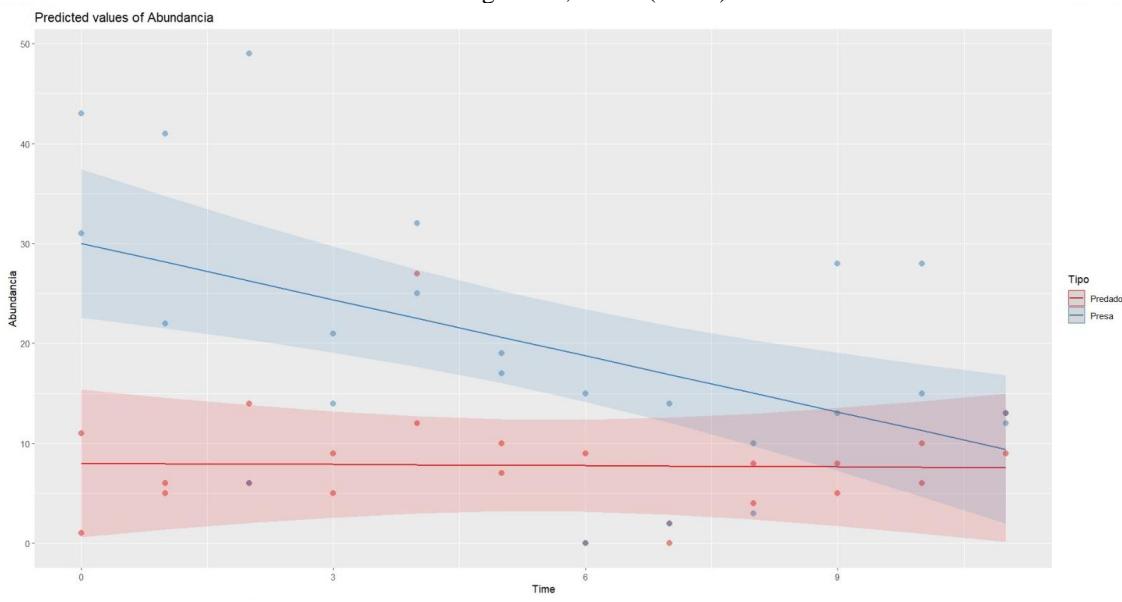
modelagem para fazer previsões e dar informações que possam servir em decisões estratégicas de manejo.

Figura 17. Modelo de distribuição de abundância entre os grupos de predadores e presas na borda e no interior do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. Escalas normal (esquerda) e logarítmica (direita).



Fonte: autoral, 2023.

Figura 18. Previsão da abundância entre os grupos de predadores (vermelho) e presas (azul) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2023

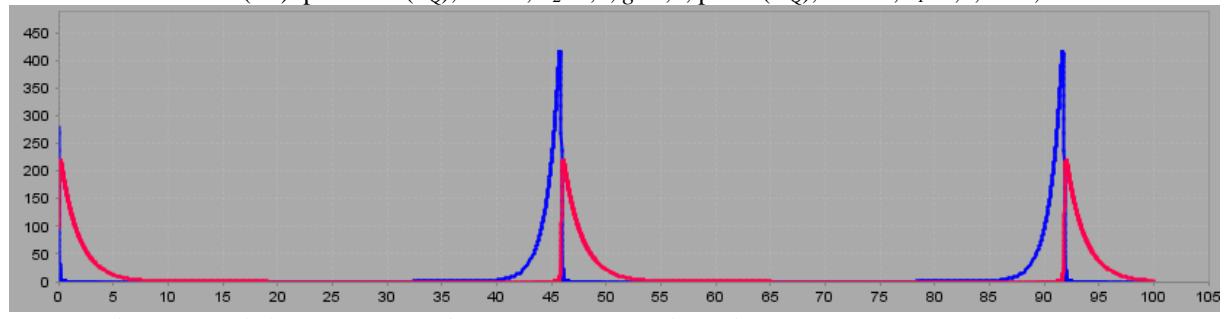
A dinâmica da interação predador-presa foi modelada em fluxo contínuo e na dependência da presa (presa-dependente) para a borda (T0) e o interior (T2) ao longo de 100 dias, período usado como padrão comparativo. Quanto menor a abundância de predadores, um menor tempo é necessário para recuperação populacional das presas. Na borda (T0) com mais

predadores ($n=97$), a população de presas levaria 40 dias para iniciar sua recuperação, enquanto no interior sete predadores a menos ($n=90$) o tempo necessário seria de 32 dias considerando o fluxo contínuo. Já no modelo presa-dependente, o tempo mínimo necessário reduz em 5 dias para os dois ambientes (Figura 19).

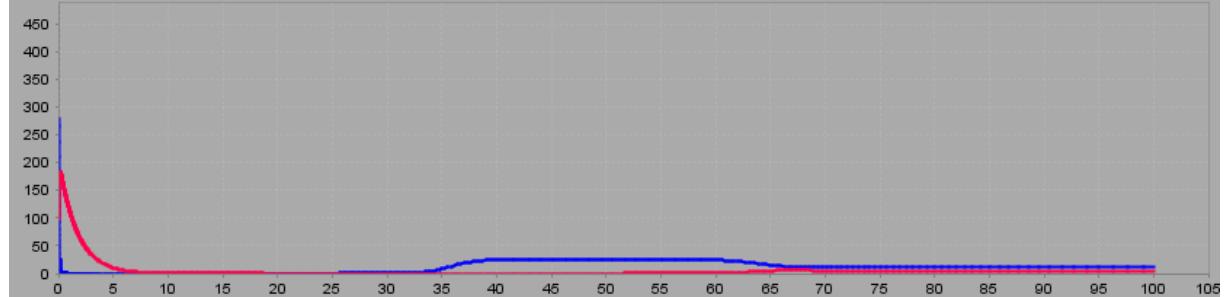
As interações predador-presa e de competição são usadas para representar modelos de possíveis controles biológicos, que servem ao manejo de pragas em cultivos, sendo uma ferramenta importante para avaliação ambiental na seleção de parâmetros que favoreçam o equilíbrio entre as espécies. Os predadores dependem da oferta de presas como alimento na teia trófica, uma vez que elas decrescem, os predadores também são logicamente afetados. O predador consome exclusivamente a presa (presa-dependente) e a presa se alimenta de recursos disponíveis no habitat. A outra possibilidade é a dinâmica populacional do predador e da presa seguindo um fluxo contínuo, sem considerar a interferência de outros fatores ecológicos (SOUZA, 2017).

Figura 19. Modelo simples Lotka-Volterra da dinâmica predador (vermelho) presa-dependente (azul) para o período de $t=100$ dias na borda (T_0) e no interior (T_2) do fragmento.

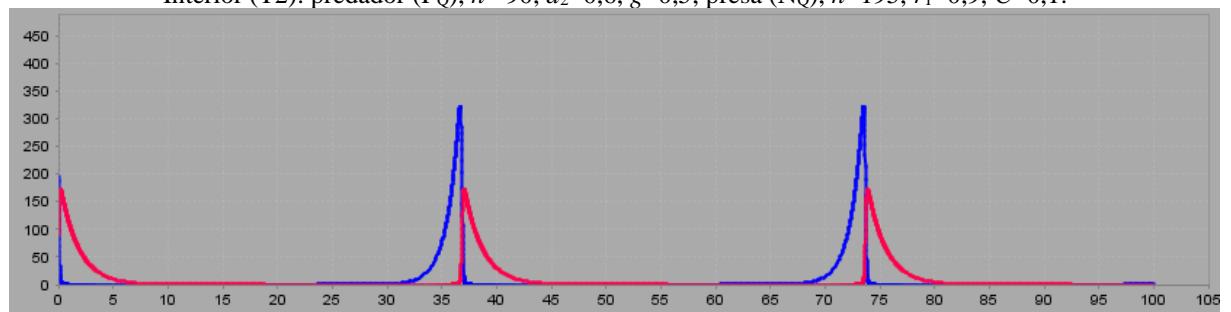
Borda (T_0): predador (P_Q), $n=97$, $d_2=0,6$, $g=0,5$; presa (N_Q), $n=278$, $r_1=0,9$, $C=0,1$.

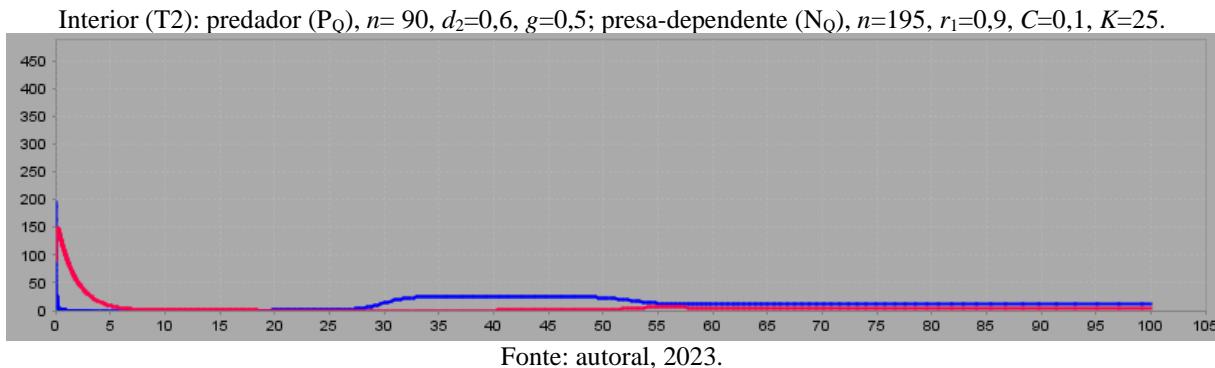


Borda (T_0): predador (P_Q), $n=97$, $d_2=0,6$, $g=0,5$; presa-dependente (N_Q), $n=278$, $r_1=0,9$, $C=0,1$, $K=25$.



Interior (T_2): predador (P_Q), $n=90$, $d_2=0,6$, $g=0,5$; presa (N_Q), $n=195$, $r_1=0,9$, $C=0,1$.





4.3 Efeitos da sazonalidade

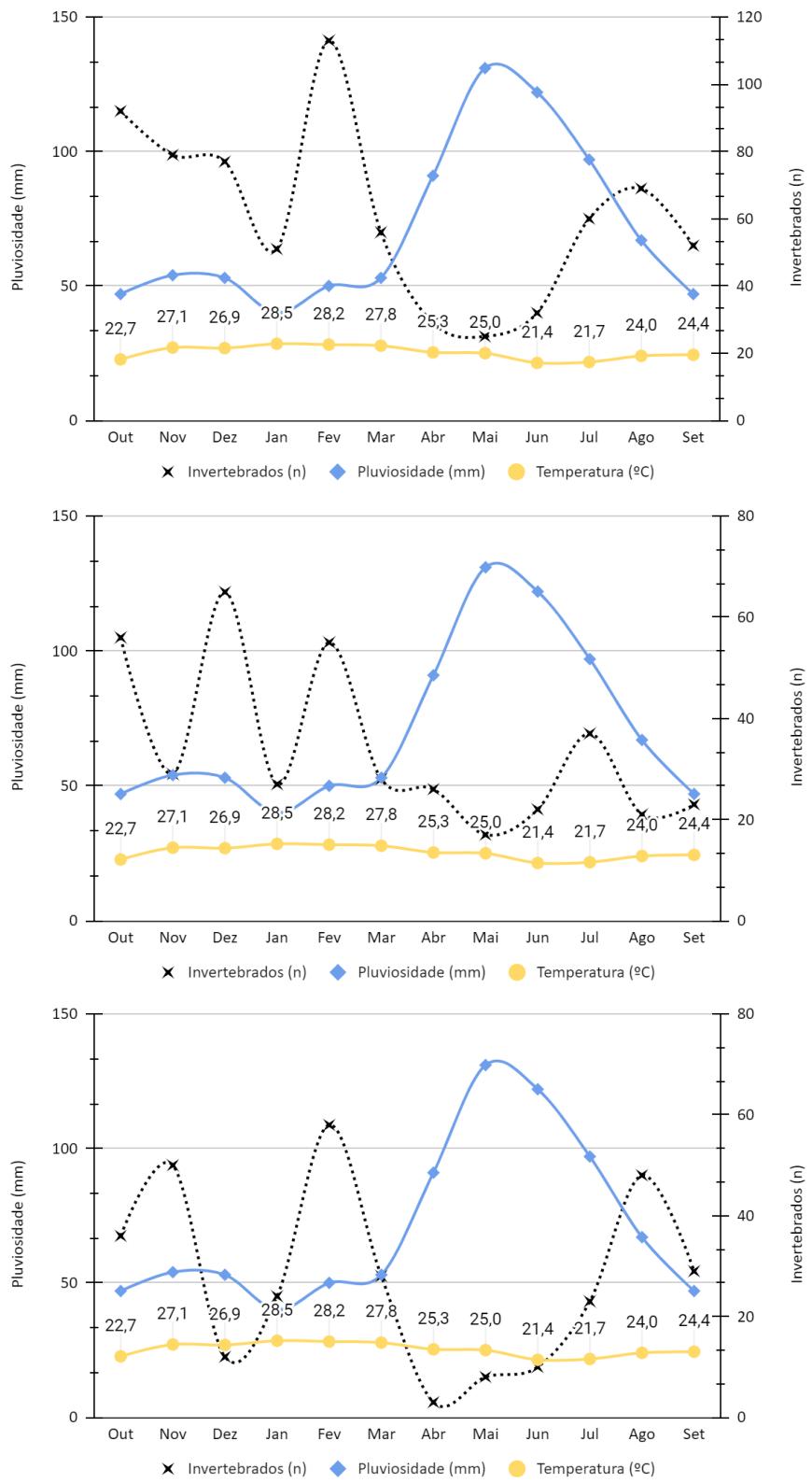
Fatores como temperatura, umidade, relações ~~interespecíficas e intraespecíficas~~ geram impactos significativos sobre a comunidade de invertebrados, principalmente os artrópodes.

Durante os 12 meses do estudo, os 1.080 invertebrados distribuídos em 571 (53%) na estação seca (setembro/primavera a fevereiro/verão) e 509 (47%) na estação chuvosa (março/outono a agosto/inverno) não diferiram ($p>0,05$) entre estações climáticas (seca e chuvosa), apesar da maior variação na estação chuvosa, nem entre transectos em borda (T0), intermediário (T1) e interior (T1) do fragmento (Figuras 20 e 21).

Os invertebrados contaram com a fração foliar da serrapilheira como alimento e proteção na estação seca (primavera e verão) após a presumida lixiviação dos polifenóis vegetais tóxicos da serrapilheira na estação chuvosa anterior (outono e inverno) em meados de 2021. A precipitação abundante na estação chuvosa em 2022 promoveu maior queda de ramos e folhas, com movimentação da serrapilheira e seus habitantes, contribuindo para reduzir a abundância dos invertebrados até que houvesse novo lavado da serrapilheira fresca.

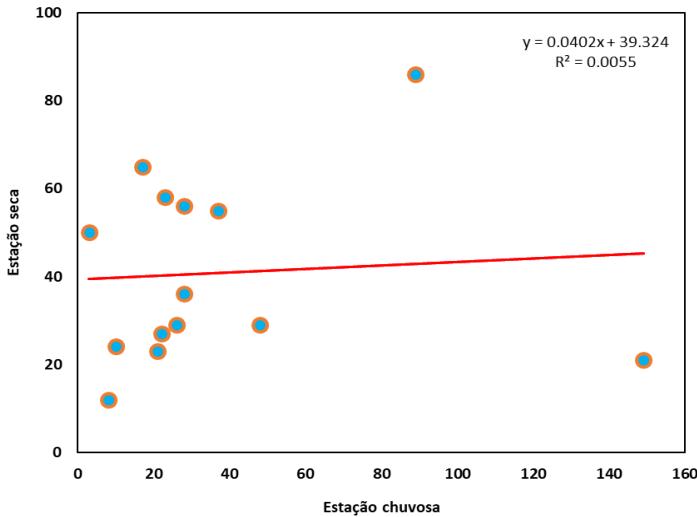
Não houve diferença entre abundâncias porque, no Nordeste, há uma amplitude térmica baixa principalmente com a regularidade de variáveis climáticas mantida pelo maciço florestal na Mata Atlântica.

Figura 20. Abundância total da comunidade de invertebrados coletados mensalmente no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2023.

Figura 21. Análise de correlação da abundância de invertebrados entre estações seca e chuvosa, coletados mensalmente em borda e interior do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2023.

As chuvas abundantes e contínuas alteram a estrutura da serrapilheira, onde os invertebrados vivem e movem-se facilmente, de três formas: i) impacto físico sobre os pequenos animais, ii) queda de folhas com polifenóis tóxicos e iii) lixiviação de detritos onde abrigam-se. A chuva reduz a concentração dos polifenóis tóxicos hidrossolúveis da fração foliar, que é então colonizada por microrganismos que servem de coquetel nutritivo para invertebrados como os isópodes (ZIMMER; KAUTZ; TOPP, 2003).

Apesar do pico de precipitação pluviométrica ter ocorrido principalmente no mês de maio, não houve diferença significativa na abundância populacional geral em T0 e T2, mas nos índices que apontaram algumas discrepâncias. Fatores abióticos, como temperatura e pluviosidade, costumam afetar a dinâmica das comunidades de invertebrados terrestres associados à serrapilheira (CARVALHO et al., 2018; CORREIA, 2002). Entre os meses amostrados, os menores índices de pluviosidade foram registrados no período de outubro a março, mas a temperatura não apresenta flutuações importantes pelo clima tropical. A partir do final de março/2022, chuvas abundantes características da região afetaram a comunidade no interior do fragmento.

Algumas ordens taxonômicas de artrópodes são favorecidas pela estação chuvosa, estando correlacionada a sua abundância máxima com a sazonalidade, a exemplo de Diptera, Hymenoptera, Orthoptera, Coleoptera e Araneae (SOUTO et al., 2018). Pinheiro *et al.* (2002) registraram baixo efeito sazonal na abundância de insetos, exceto Coleoptera afetado por temperatura e umidade no bioma Cerrado.

A abundância de invertebrados controlou a espessura (profundidade) da serrapilheira na

borda (T0), mas não foi afetada pela precipitação nem pela temperatura ($p<0,05$) no fragmento. A precipitação e a temperatura contribuíram para uma maior biomassa da fração caulinar apenas na serrapilheira da borda (T0) ($p<0,05$), atribuído ao efeito do dossel esparsa e exposta ao impacto da chuva abundante sobre galhos e ramos do caule (Figura 22).

Figura 22. Efeito da precipitação e da temperatura ($p<0,05$) sobre a abundância de invertebrados na borda (T0) e no interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.

	Borda Invert	Borda Caule	Borda Folha	Borda Prof	Prec (mm3)	Temp (°C)		Inter Invert	Inter Caule	Inter Folha	Inter Prof	Prec (mm3)	Temp (°C)
Borda Invert		-0.40	0.10	0.77	-0.46	0.17			0.12	0.17	0.23	-0.59	0.29
Borda Caule			0.50	-0.64	0.74	-0.81				0.57	-0.67	0.43	-0.37
Borda Folha				0.19	0.50	-0.42					-0.16	0.59	-0.40
Borda Prof					-0.60	0.59						-0.45	0.51
Prec (mm3)						-0.58							-0.58
Temp (°C)													

Fonte: autoral, 2023.

Os invertebrados foram mais abundantes na maior profundidade da serrapilheira, onde podem encontrar refúgio e alimento, e a precipitação favoreceu uma maior produção da fração caulinar (Tabela 8).

Tabela 8. Índices de correlação (Pearson, Spearman e Kendall) para abundância de invertebrados, frações e profundidade da serrapilheira e dados climáticos mensais em borda (T0) e interior (T2) do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022. Correlação de Pearson ($p<0,05$).

Correlação Pearson/ $(p<0,05)$	Invertebrados (n)	Caule (g)	Folha (g)	Profundidade (cm)	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)
Invertebrados (n)	1 -	-0.3959 0.20	0.1002 0.76	0.7678 0.00	-0.4608 0.13	0,1712 0,60
Caule (g)	-0.3959 0.20	1 -	0.4998 0.10	-0.6372 0.03	0.7400 0.00	-0,7940 0,00
Folha (g)	0.1002 0.76	0.4998 0.10	1 -	0.18761 0.56	0.5037 0.10	-0,3917 0,21
Profundidade (cm)	0.7678 0.00	-0.6372 0.03	0.1876 0.56	1 -	-0.6062 0.04	0.5988 0.04
Pluviosidade (mm)	-0.4608 0.13	0.7400 0.00	0.5037 0.10	-0.6062 0.04	1 -	-0.5669 0.06

Temperatura (°C)	0.1712 0.60	-0.7940 0.00	-0.3917 0.21	0.5988 0.04	-0.5669 0.06	1 -
-------------------------	----------------	-----------------	-----------------	----------------	-----------------	--------

Correlação Spearman/(p<0,05)	Invertebrados (n)	Caule (g)	Folha (g)	Profundidade (cm)	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)
Invertebrados (n)	1 -	-0.4895 0.11	0.1608 0.62	0.8658 0.00	-0.4266 0.17	0,2518 0,43
Caule (g)	-0.4895 0.11	1 -	0.4196 0.18	-0.6820 0.02	0.7273 0.00	-0,7552 0,00
Folha (g)	0.1608 0.62	0.4196 0.17	1 -	0.2085 0.52	0.5734 0.05	-0,2587 0,42
Profundidade (cm)	0.8658 0.00	-0.6820 0.02	0.2185 0.52	1 -	-0.5018 0.10	0.6078 0.04
Pluviósidade (mm)	-0.4266 0.17	0.7272 0.00	0.5734 0.05	-0.5018 0.10	1 -	-0.5105 0.09
Temperatura (°C)	0.2518 0.43	-0.7552 0.00	-0.2587 0.42	0.6078 0.04	-0.5105 0.09	1 -

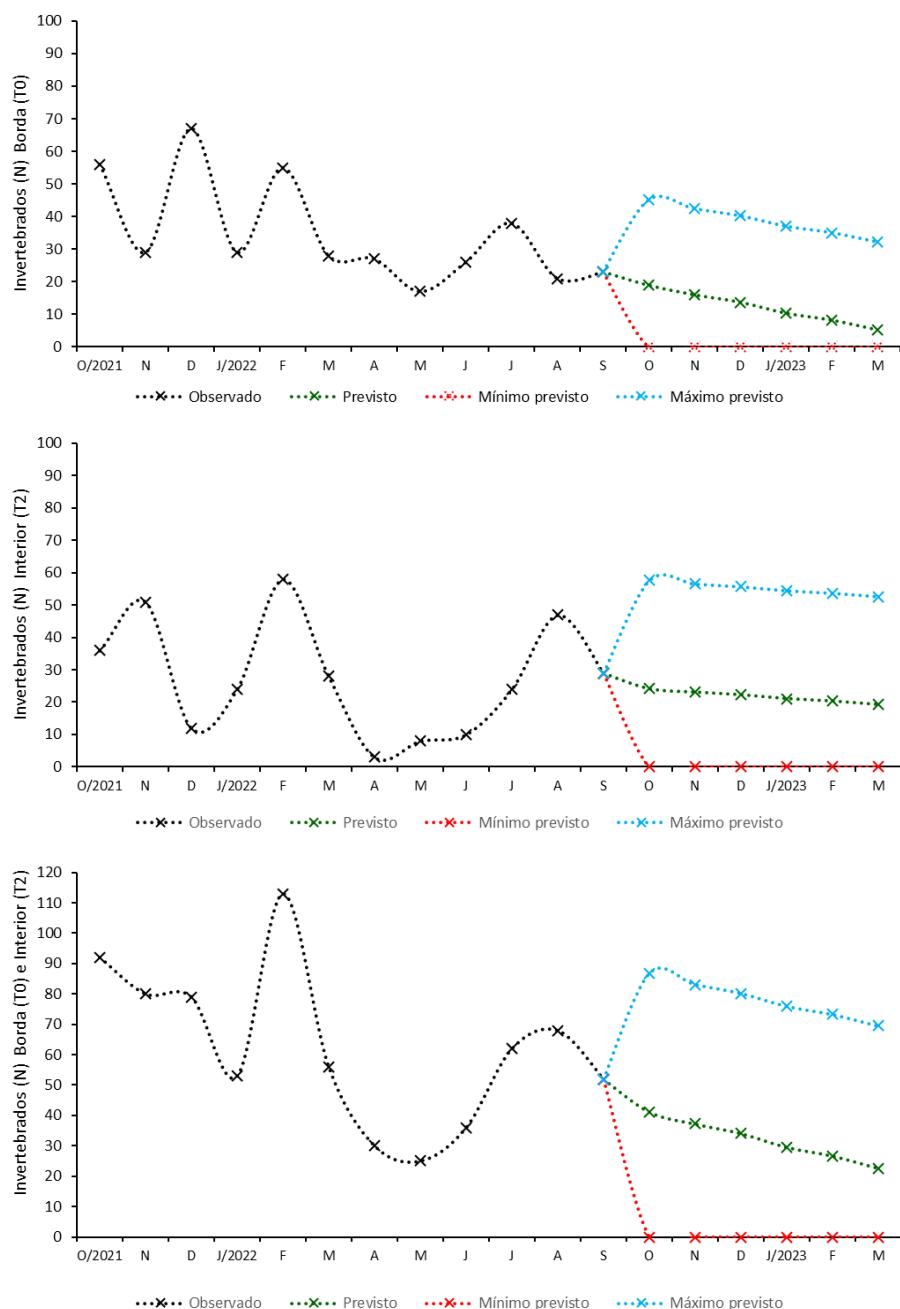
Correlação Kendall/(p<0,05)	Invertebrados (n)	Caule (g)	Folha (g)	Profundidade (cm)	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)
Invertebrados (n)	1 -	-0.3333 0.13	0.0303 0.89	0.7092 0.00	-0.3030 0.17	0,1818 0,41
Caule (g)	-0.3333 0.13	1 -	0.3333 0.13	-0.4886 0.03	0.5454 0.01	-0,5454 0,01
Folha (g)	0.0303 0.89	0.3333 0.13	1 -	0.1418 0.53	0.4242 0.06	-0,1818 0,41
Profundidade (cm)	0.7092 0.002	-0.4886 0.03	0.1418 0.53	1 -	-0.3310 0.14	0.4886 0.03
Pluviósidade (mm)	-0.3030 0.17	0.5454 0.01	0.4242 0.06	-0.3310 0.14	1 -	-0.4546 0.04
Temperatura (°C)	0.1818 0.41	-0.5454 0.01	-0.1818 0.41	0.4886 0.03	-0.4546 0.04	1 -

Fonte: autoral, 2023.

Por último foi feita a simulação para a curva de crescimento dos invertebrados terrestres da serrapilheira com base nos dados de 12 meses, com um máximo previsto similar ao

observado até o declínio durante a estação chuvosa. Os valores negativos calculados para o limite inferior não foram representados porque a comunidade só pode chegar até o ponto zero da curva, ou seja, sem crescimento ou declínio da população. Com base nas observações, apesar de limitadas a 12 meses, a previsão pode servir de ferramenta para conhecer a tendência de crescimento da população se não ocorrerem perturbações ambientais que levem a população ao declínio (Figura 23).

Figura 23. Simulação das curvas mensais de crescimento das comunidades de invertebrados na borda (T0), no interior (T2) e no total (T0+T2) para o fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Outubro/2021 a setembro/2022.



Fonte: autoral, 2023.

Este estudo conseguiu mostrar a rica diversidade de invertebrados terrestres associados à serrapilheira no fragmento nativo e servirá como referência para o estudo do bioma Mata Atlântica.

5. Conclusões

Durante os 12 meses do estudo foram amostrados 1.080 invertebrados, distribuídos em 17 ordens, sendo as mais abundantes Isopoda, Blattaria e Araneae em pelo menos 32 famílias registradas no fragmento da Patioba em Alagoinhas, Bahia (Brasil). O isópode terrestre *Philoscia muscorum* foi a espécie dominante, destacando-se pela sua adaptabilidade aos diferentes ambientes e fatores abióticos.

O efeito sazonal não foi observado neste inventário de 1 ano. Não houve diferença entre os 571 (53%) invertebrados coletados na estação seca (setembro/primavera a fevereiro/verão) e os 509 (47%) na estação chuvosa (março/outono a agosto/inverno), apesar da maior variação na estação chuvosa, nem entre os ambientes amostrados no fragmento.

Entre os métodos de coletas mensais e trimestrais, os ambientes de borda, intermediário e interior apresentaram considerável diversidade e exclusividade de poucas ordens. O interior do fragmento da Patioba apresentou maior diversidade e menor abundância de invertebrados terrestres associados à serrapilheira, atribuídas a uma combinação da variedade de consistências foliares e a competição e predação respectivamente. A curva de rarefação (riqueza) mostrou suficiência amostral para o método de coleta mensal no período mínimo de 12 meses e os índices de diversidade mostraram semelhança com os índices para o método de coleta mensal, mas recomenda-se o aumento no período de 1 para 2 anos.

Coletas trimestrais mostraram índices de diversidade semelhante às mensais, portanto houve suficiência amostral para esta análise. Entretanto, não mostraram o potencial visto em campo nas análises para avaliação da dinâmica dos invertebrados terrestres associados à serrapilheira. O ambiente intermediário dentro do fragmento apresentou menor diversidade e maior abundância por causa das observações reduzidas.

Para a população do isópode terrestre da espécie dominante *Philoscia muscorum*, o crescimento e a abundância não diferiram entre a borda e o interior, porém foi regulada pela precipitação na borda mais exposta pelo dossel esparso. A borda foi caracterizada por maior abundância e diversidade de predadores, a baixa competição com outras espécies de detritívoros e a presença de fezes de animais domésticos como fonte extra de nutrientes.

A população de isópodes controlou a composição e a profundidade da serrapilheira na borda por baixa competição com outros detritívoros. No interior, a ausência de isópode após abril foi provavelmente devido à presença de uma diversidade mais alta de predadores, principalmente as aranhas.

A abundância de isópodes na borda representa um benefício para o remanescente ao garantir a fragmentação da serrapilheira e a ciclagem de nutrientes neste ambiente sob estresse, onde a espécie apresentou resiliência.

A abundância de invertebrados controlou a espessura (profundidade) da serrapilheira na borda, mas não foi afetada pela precipitação nem pela temperatura no fragmento. A precipitação e a temperatura contribuíram para uma maior biomassa da fração caulinar apenas na serrapilheira da borda, atribuído ao efeito do dossel esparsa e exposto ao impacto da chuva abundante sobre galhos e ramos do caule.

A fração foliar (63%) correspondeu ao maior aporte de biomassa da vegetação à serrapilheira e o acúmulo dessa fração abrigou mais indivíduos após as chuvas abundantes por possível lixiviação de polifenóis tóxicos das plantas. Na borda, a fração caule foi aumentada pela precipitação pluviométrica provavelmente devido ao impacto da água através do dossel esparsa.

Espécies resilientes como os isópodes, versáteis fisiologicamente quanto ao aproveitamento de recursos tróficos por seus hábitos detritívoro e saprófago, e adaptados a ambientes de estresse como é o caso da borda de um fragmento, podem ser estudadas quanto ao seu potencial para recuperação de área degradada.

O modelo simples Lotka-Volterra mostrou que a relação presa-predador na borda foi mais intensa em comparação com o interior do fragmento, ocorrendo a recuperação populacional de presas mais rápido no ambiente de menor perturbação.

Pelo modelo, uma menor abundância de predadores requer um menor tempo para recuperação populacional das presas. Na borda com mais predadores, a população de presas levaria 40 dias para iniciar sua recuperação, enquanto no interior com sete predadores a menos, o tempo necessário seria de 32 dias.

Referências

ALMEIDA, D. S. de. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3a. ed. rev. Ilhéus: Editus, 200 p., 2016. <https://doi.org/10.7476/9788574554402> Disponível em: <https://books.scielo.org/id/8xvf4> Acesso em: 23 maio 2023.

ALSTAD, D. *Populus simulations of population biology version 6.0*. Basic Populus Models of Ecology, Prentice Hall, Inc., 2001. Disponível em: <https://github.com/cbs-rlt/populus/releases/tag/6.0.0> Acesso em: 3 jun. 2023.

ANDERSEN, A. N.; FISHER, A.; HOMANN, B. D.; READ, J. L.; RICHARDS, R. Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands, with particular reference to ants. **Austral Ecology**, v. 29, p. 87-92, 2004.

ANDRADE, A. G. de; TAVARES, S. R. de L.; COUTINHO, H. L. da C. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. Belo Horizonte, MG, **Informe Agropecuário**, v. 24, n. 220, p. 55-63, 2003.

ARAÚJO, C. C.; NOMELINI, Q. S. S.; PEREIRA, J. M.; LIPORACCI, H. S. N.; KATAGUIRI, V. S. Comparação da abundância de invertebrados de solo por meio da estimativa intervalar encontrados em diferentes ambientes na cidade de Ituiutaba-MG. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 817-823, 2010.

BACCARO, F. B. **Chave para as principais subfamílias e gêneros de formigas (Hymenoptera: Formicidae)**. INPA, PPBio, Faculdades Cathedral, 34 p., 2006.

BALDRIAN, P.; VETROVSKÝ, T.; LEPINAY, C.; KOHOUT, P. High-throughput sequencing view on the magnitude of global fungal diversity. **Fungal Diversity**, v. 114, n. 1, p. 539-547, 2022.

BAUNGRAT, M. de Q.; STRUCKER, G. K.; BREITENBACH, D.; ALBRECHT, B.; FERREIRA, F. W. Fauna de artrópodes em serrapilheira no Mato do Silva-Chiapetta/RS. Salão do Conhecimento: **Ciência alimentando o Brasil**, Chiapetta, RS, p. 1-5, 2016.

BENATI, K. R.; ALVES, J. P. S.; SILVA, E. A.; PERES, M. C. L.; COUTINHO, É. O. Aspectos comparativos das comunidades de Aranhas (Araneae) em dois remanescentes de Mata Atlântica do estado da Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, ed. 1, p. 1-9, 2005.

BERUDE, M. C.; GALOTE, J. K. B.; PINTO, P. H.; AMARAL, A. A. do. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. Goiânia, **Centro Científico Conhecer**, v. 11, n. 22, 14-28, 2015.

BRUSCA, R. C.; MOORE, W.; SHUSTER, S. M. **Invertebrados**. Caps. 13, 20, 21, 22, 23 e 24. 3a. ed. Rio de Janeiro, GEN e Guanabara Koogan, 2018. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5424537/mod_resource/content/2/3.BRUSCA%20%20BRUSCA%202019%20Invertebrados%20-%203%C2%AA%20ed%20Port.pdf Acesso em: 3 mar. 2023.

CAMARA, R.; SILVA, V. D.; CORREIA, M. E. F.; VILLELA, D. M. Impacto da remoção de serrapilheira sobre a comunidade de artrópodes edáficos em plantios abandonados de *Corymbia citriodora*. **Ciencia Florestal**, Santa Maria, v. 29, ed. 1, p. 14-26, 2019.

CÁRDENAS, R. R. **Modelagem da distribuição espaço-temporal da broca do café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) em uma cultura na região central colombiana**. 127 p. Dissertação (Mestre em Agronomia), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CARDOSO, G. M. **Revisão taxonômica e análise filogenética em Bathytropidae Vandel, 1952 (Crustacea: Isopoda: Oniscidea)**. 174 f. il. Tese (Biologia Animal). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

CARDOSO, J. T. A Mata Atlântica e sua conservação. **Encontros Teológicos**, Florianópolis, v. 31, ed. 3, p. 441-458, 2016.

CARVALHO, M. T. C.; DORVAL, A.; PERES FILHO, O.; SOUZA, M. D. de; FAVARE, L. G. de; SILVA JUNIOR, J. G. da. Diversity of Ants (Hymenoptera: Formicidae) In Urban Forest Fragment of Cuiabá-MT. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 12, n. 9, p. 107-115, 2018.

CHAO, A. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. **Biometrics**, v. 43, n. 4, 783 pp., 1987. <https://doi.org/10.2307/2531532>.

COMPARI, D. M.; FELTRIN, B. C.; SANTOS, M. S. B.; SAPATEIRO, M. F.; RAGONHA, F. H. Alterações na composição, diversidade e abundância da fauna edáfica ocasionadas pelo efeito de borda em um fragmento urbano de Mata Atlântica. **Arquivos do Mudi**, v. 25, ed. 2, p. 71-90, 2021.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº. 388, de 23 de fevereiro de 2007**. 2007 Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=519 Acesso em: 27 mar. 2023.

CORREIA, M. E. F. Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna de solo e de grupos chave de invertebrados como bioindicadores do manejo de ecossistemas. Seropédica, RJ, **Embrapa**, p. 1-23, 2002.

COSTA, A. dos S.; SILVA, A. da; SILVA, L. G. da. Mata Atlântica brasileira: análise do efeito de borda em fragmentos florestais remanescentes em hotspot para conservação da biodiversidade. **Geomae**, Campo Mourão, v. 10, ed. 1, p. 112-123, 2019.

COSTA NETO, E. M. As cigarras (Hemiptera: Cicadidae) na visão dos moradores do povoado de Pedra Branca, Bahia, Brasil. **Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa**, 43, p. 453-457, 2008. Disponível em: http://sea-entomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN43/453_457BSEA43EtnoentomologiaCigarras.pdf Acesso em: 26 mar. 2023.

ESPIG, S. A.; FREIRE, F. J.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; FREIRE, M. B. G. dos S.; ESPIG, D. B. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica. Viçosa, MG, **Revista Árvore**, v. 33, n. 5, p. 949-956, 2009.

FACELLI, J. M.; PICKETT, S. T. A. Plant litter: Its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, v. 57, p. 1-32, 1991.

FARINA-JUNIOR, Oscar. Araneofauna de serrapilheira: influência da profundidade do folhiço e presença de artrópodes. **Revista Científica do Centro Universitário de Jales** (Unijales). REUNI, Edição VI, p. 39-46, 2013. Disponível: <http://reuni2.unijales.edu.br/> Acesso: 27 fev. 2023.

FERREIRA, R. L.; MARQUES, M. M. G. S. M. A fauna de artrópodes de serrapilheira de áreas de monocultura com *Eucalyptus* sp. e mata secundária heterogênea. Belo Horizonte, MG, **An. Soc. Entomol. Brasil.**, v. 27, n. 3, p. 395-403, 1998.

FROUZ, J.; PIŽL, V.; TAJOVSKY, K. The effect of earthworms and other saprophagous macrofauna on soil microstructure in reclaimed and un-reclaimed post-mining sites in central Europe. **European Journal of Soil Biology**, v. 43, n. 1, p. 184-189, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.08.033>

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Relatório Técnico: Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**. Período 2012-2013. São Paulo, 61 p., 2014.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Relatório Técnico: Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**. Período 2019-2020. São Paulo, p. 1-39, 2021.

GERAQUE, E. Trama venenosa. **Revista FAPESP**, ed. 297, 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/trama-venenosa/> Acesso em: 26 mar. 2023.

GOMES, E. C. F.; RIBEIRO, G. T.; SOUZA, T. M., S.; SOUSA-SOUTO, L. Ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in three different stages of forest regeneration in a fragment of Atlantic Forest in Sergipe, Brazil. **Sociobiology**, v. 61, n. 3, p. 250-257, 2014.

GOMES JUNIOR, E. C.; ELY, D. F. Métodos estatísticos não-paramétricos como ferramenta no monitoramento pluviométrico. **Revista da Casa da Geografia de Sobral** (RCGS), v. 23, p. 38-53, 2021.

GOULART, A. C.; MONTEIRO, J. M. G.; COELHO, M. R.; FONTANA, A.; GONÇALVES, A. O. Estoque de carbono e nutrientes na serapilheira e solos de fragmentos florestais da Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro. **Embrapa: Comunicado Técnico**, Rio de Janeiro, p. 1-6, 2012.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of Entomology**. 2a. ed., Blackwell Science, Oxford, 470 p., 2000.

HURLBERT, S. H. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. **Ecologia**, v. 52, n. 4, p. 577-586, 1971. <https://doi.org/10.2307/1934145>

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais.html> Acesso em: 26 mar. 2023.

KAI, W. H.; CORLETT, R. T. Seasonality of forest invertebrates in Hong Kong, South China. **Journal of Tropical Biology**, v. 18, p. 637-644, 2002.

KUBOTA, M. M. **Aspectos biológicos de *Quesada gigas* (Olivier, 1790) (Hemiptera: Cicadidae) em cafeiro**. 48 f. il. Dissertação (Entomologia Agrícola), Universidade Estadual Paulista, 2013.

LARANJEIRA, M. Estrutura espacial e processos ecológicos: o estudo da fragmentação dos habitats. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, v. 1, p. 59-83, 2001.

LEITE, P. J. **Estudo da ecologia das populações de espécies de Haemagogus (Diptera: Culicidae) na Área de Proteção Ambiental do Sana, Macaé, estado do Rio de Janeiro.** 76 p. Tese (). 2020.

LIMA, M. S. C. S.; SOUZA, C. A. dos S.; PEDERASSI, J. Qual Índice de Diversidade Usar? Volta Redonda, **Cadernos UniFOA**, n. 30, p. 129-138, 2016.

MAUÉS, M. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. de. Conseqüências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. **Oecologia Australis**, v. 14, p. 238-250, 2010.

MENDES, A. B.; RODRIGUES, R. M. Análise da correlação entre a temperatura e a umidade relativa do ar utilizando o coeficiente de correlação de Spearman em uma região de floresta tropical. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Recife, v. 42, n. 1, p. 31-42, 2016.

MUDREK, J. R.; MASSOLI JUNIOR, E. V. Estrutura da comunidade de artrópodes de solo em diferentes fitofisionomias da Reserva Particular do Patrimônio Natural – SESC Pantanal, Brasil. **Holos**, v. 1, 60-67, 2014.

OLIVEIRA, C. V. de; BARRETO, P. A. B.; GOMES, A. S.; GUIMARÃES, S. O. Efeito de borda e decomposição da serapilheira foliar de um fragmento florestal em Vitória da Conquista – BA. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, ed. 17, p. 1150-1161, 2013.

PASSAMANI, M. **Ecologia e comportamento de um grupo de sagui-da-cara-branca (*Callithrix geoffroyi*) em um fragmento de Mata Atlântica no Espírito Santo.** 85 p. Dissertação (Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre), Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

PAOLETTI, M. G.; HASSALL, M. Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 157-165, 1999.

PEREIRA, A. S. **Influência da riqueza de espécies de plantas que compõem a serapilheira sobre a comunidade de artrópodes e o funcionamento dos ecossistemas.** 60 f.il. Dissertação (Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, MG, 2010.

PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos; AMORIM, T. de A.; MENEZES, C. E. G. Decomposição da serrapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de Floresta Atlântica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, ed. 5, p. 1317-1327, 2013.

PINHEIRO, F.; DINIZ, I. R.; COELHO, D.; BANDEIRA, M. P. S. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. **Austral Ecology**, v.27, p.132-136, 2002.

PODGAIISKI, L. R. **Decomposição foliar de espécies pioneiras e macrofauna de solo em ecossistemas degradados pela deposição de cinzas e extração do carvão.** Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

148 p., 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/17820> Acesso em: 27/11/2022.

RESENDE, A. S. de; CAMPOLLO, E. F. C.; SILVA, G. T. A.; RODRIGUES, K. M.; OLIVEIRA, W. R. D. de; CORREIA, M. E. F. Artrópodes do solo durante o processo de decomposição da matéria orgânica. *Agronomía Colombiana: Soils, Fertilization and Management of Water*, v. 31, 89-94, 2013.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. *Entomologistas do Brasil*, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004.

ROLFF, J.; JOHNSTON, P. R.; REYNOLDS, S. Complete metamorphosis of insects. *The Royal Society*, p. 1-8, 2019.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. de S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. Campina Grande, PB. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. 2, 183-189, 2009.

SANOS, A. J. **Estimadores de riqueza em espécies.** In: RUDRAN, R., CULLEN, L; VALLADARES-PADUA, C. (Orgs) *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida terrestre*. Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 19-41, 2006.

SANTOS, E. dos; TOLEDO, V. G.; FERNANDES, H.; PEREIRA, L. A. Macrofauna edáfica invertebrada como bioindicador em dois diferentes fragmentos remanescentes de floresta ombrófila mista no Paraná. Goiânia, Enciclopédia Biosfera, v. 16, n. 29, 1010-1025, 2019.

SANTOS, M. R. A. dos; FIGUEIREDO, P. M. F. G. de. Composição e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de bordas e no interior de mata fragmentada de ecossistema de transição em Simão Dias (SE). *Agroforestalis News*, v. 4, ed. 1, p. 1-9, 2019.

SANTOS, R. N. dos; CABREIRA, W. V. Densidade da fauna invertebrada da serapilheira em função do efeito de borda de diferentes áreas de reflorestamento. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 16, ed. 30, p. 174-185, 2019.

SANTOS FILHO, M. dos; SILVA, D. J. da; SANAIOTTI, T. M. Variação sazonal na riqueza e na abundância de pequenos mamíferos, na estrutura da floresta e na disponibilidade de artrópodes em fragmentos florestais no Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 8, ed. 1, p. 115-121, 2008.

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; SILVA, E. M. R. da. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. Seropédica, RJ, *Série Técnica Floresta & Ambiente*, v. 2, n. 2, 1-18, 2012.

SENA, V. G.; LESSA, L. G. Variação sazonal na dieta de *Trinomys Albispinus* (Rodentia, Echimyidae) em uma área de Campos Rupestres no Sudeste do Brasil. *Oecologia Australis*, v. 24, ed. 3, p. 635-643, 2020.

SILVA, A. F. da; CARVALHO, Y. C. de; COSTA, S. J. M.; OLIVEIRA, L. R. de; NOVATO, T. da S.; ALMEIDA, N. G. de; BRUGIOLI, S. S. S. Fauna de Formigas (Hymenoptera,

Formicidae) em um fragmento de Floresta Atlântica no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 19, ed. 1, p. 44-55, 2018.

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, M. A. Análise da correlação entre a temperatura e a precipitação em uma região semiárida utilizando o coeficiente de correlação de Pearson. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 23-32, 2015.

SOUTO, G. H. B. de O.; LIMA, W. M. de; FRANÇA, N. N. de C.; SEIXAS, N. R. de M.; PAIVA, F. G. B. Variação Sazonal na Artropodofauna de Solo em Fragmento de Mata Atlântica no Litoral Sul do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Bioscience**, v. 7, ed. 3, p. 258-263, 2018.

SOUZA, F. C. S. de. **Estudo do padrão de interação predador - presa em dinâmica de populações aplicado ao controle biológico de pragas**. UFRB, Monografia (Bacharelado), Cruz das Almas, Bahia, 46 pp., 2017.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, ed. 1, p. 132-138, 2005.

TOLEDO, L. de O.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, C. E. G. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. Santa Maria, RS, Ciência Florestal, v. 12, n. 2, 9-16, 2002.

VARJÃO, S. L. de S.; BENATI, K. R.; PERES, M. C. L. Efeitos da variação temporal na estrutura da serrapilheira sobre a abundância de aranhas (Arachnida: Araneae) num fragmento de Mata Atlântica (Salvador, Bahia). **Revista Biociências**, v. 16, ed. 1, p. 1-10, 2010.

VASCONCELLOS, A.; ANDREAZZE, R.; ALMEIDA, A. M.; ARAÚJO, H. F. P.; OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, U. Seasonality of Insects In the Semi-Arid Caatinga of Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 3, p. 471-476, 2010.

VASCONCELLOS, N. J. S.; SILVA, R. F.; BINS, F. H.; SILVA, B. L. Reservas legais: um importante refúgio para os isópodos terrestres em áreas agrícolas. **Revista Ambiente & Água** [online], v. 10, n. 3, p. 676-684, 2015.

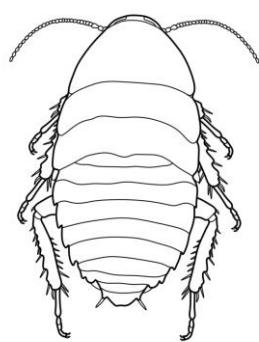
VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, ed. 31, p. 25-42, 1998.

WEATHER SPARK, 2022. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com> Acesso em: 30 nov. 2022.

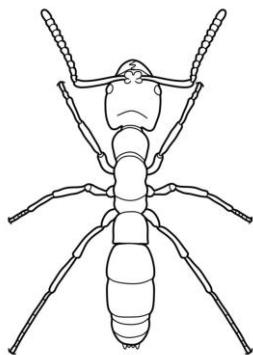
WHITFORD, W. G. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. **Biodiversity and Conservation**, v. 5, p. 185-195. 1996.

ZIMMER, M. Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea): An evolutionary-ecological approach. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Soc.**, v. 77, n. 4, p. 455-493, 2002.

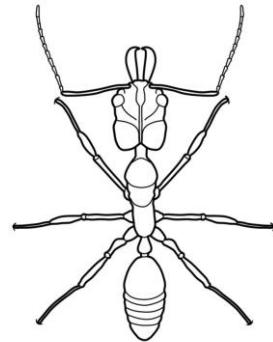
ZIMMER, M.; KAUTZ, G.; TOPP, W. Leaf litter-colonizing microbiota: supplementary food source or indicator of food quality for *Porcellio scaber* (Isopoda: Oniscidae)? **European Journal of Soil Biology**, v. 39, p. 209-216, 2003.

ANEXO I. Catálogo de morfoespécies de invertebrados terrestres

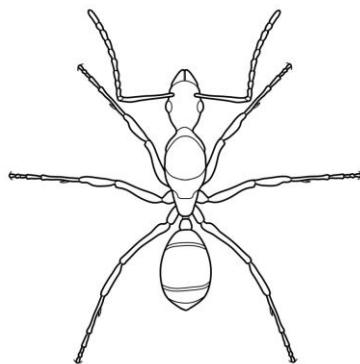
Blaberidae
(ninha)
Blattaria



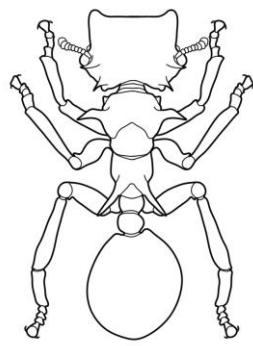
Pachycondyla striata
Ponerinae
Hymenoptera



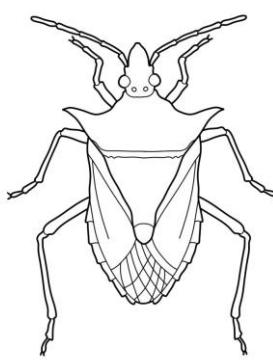
Odontomachus sp.
Ponerinae
Hymenoptera



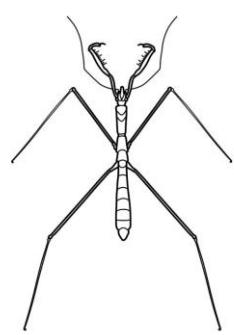
Dorymyrmex sp.
Dolichoderinae
Hymenoptera



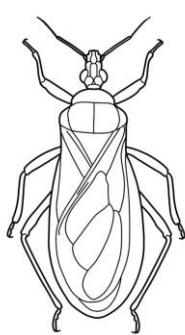
Cephalotes sp.
Myrmicinae
Hymenoptera



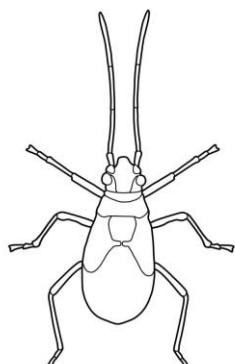
Coreidae
(adulto)
Hemiptera



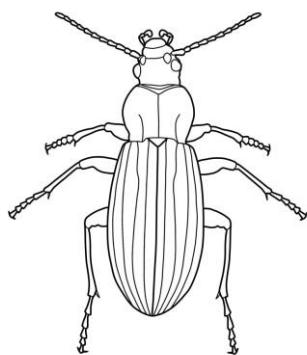
Emesinae
(adulto)
Hemiptera



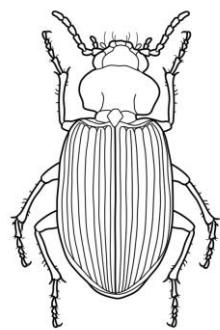
Reduviidae
(adulto)
Hemiptera



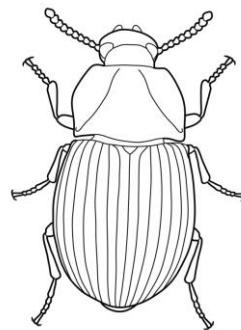
Aphidoidea
(ninha)
Hemiptera



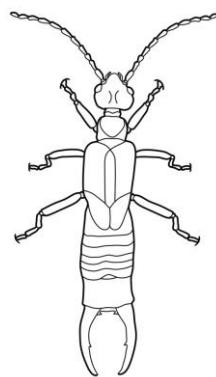
Calosoma granulatum
Carabidae
Coleoptera



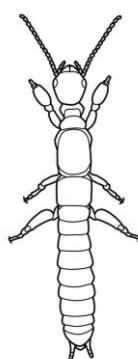
(adulto)
Coleoptera 1



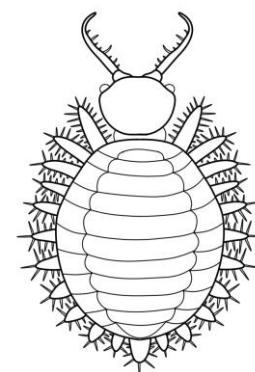
(adulto)
Coleoptera 2



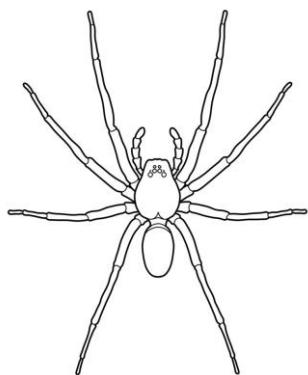
Spongiphoridae
(adulto)
Dermaptera



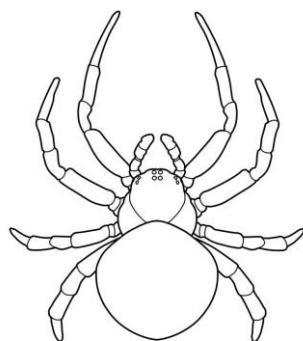
Anisembidae
(adulto)
Embioptera



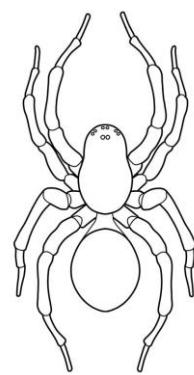
Myrmeleontidae
(larva)
Neuroptera



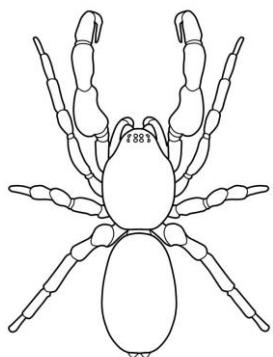
Ctenidae
Araneae



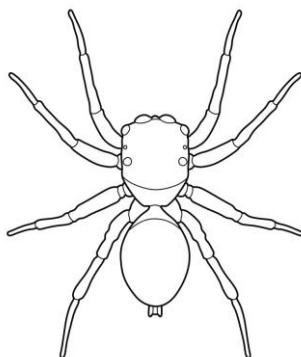
Araneidae
Araneae



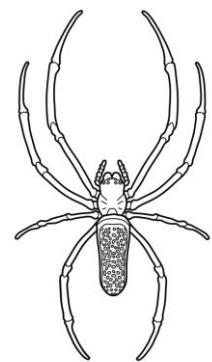
Amaurobiidae
Araneae



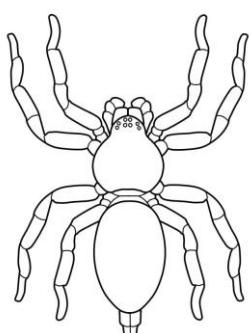
Theridiidae
Araneae



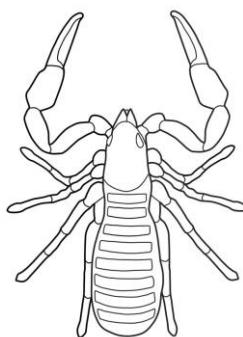
Salticidae
Araneae



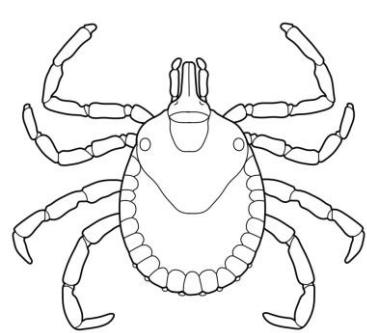
Trichonephila clavipes
Nephilidae
Araneae



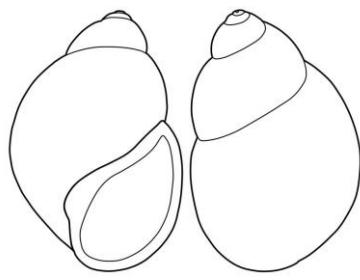
Zodariidae
Araneae



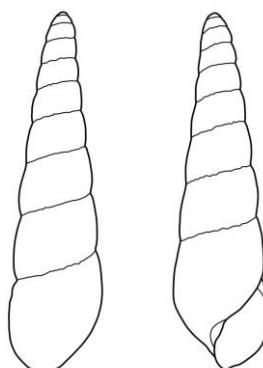
Pseudoscorpiones



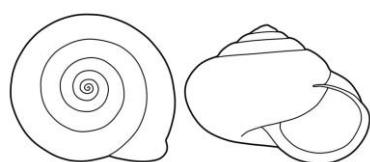
Ixodida



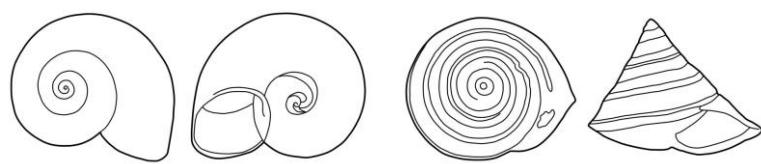
Achatina fulica
Achatinidae
Stylommatophora



Neobeliscus calcareus
Achatinidae
Stylommatophora



Bradybaena similaris
Bradybaenidae
Stylommatophora



Gastropoda 1

Gastropoda 2