



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



Cristina Vasconcelos Santos

Serrapilheira e invertebrados terrestres em
floresta nativa e eucaliptal no bioma
Mata Atlântica na Bahia (Brasil)

Alagoinhas, Bahia (Brasil)
2024

Dissertação de Mestrado

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Pós-Graduação em Modelagem e Simulação de Biosistemas

Cristina Vasconcelos Santos

Serrapilheira e invertebrados terrestres em floresta nativa e eucaliptal
no bioma Mata Atlântica na Bahia (Brasil)

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Estado da Bahia, Curso de Modelagem e Simulação de Biosistemas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Modelagem e Simulação de Biosistemas.

Área de conhecimento: Interdisciplinar

Linha de Pesquisa: Análise de Biosistemas

Orientadora: Dra. Maria Dolores Ribeiro Orge, UNEB.

Alagoinhas, Bahia (Brasil)

2024

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB

Departamento de Ciências Exatas e da Terra – DCET (*Campus II*)

Profa. Dra. Adriana Marmorini Lima

Reitora

Prof. Dr. Elizeu Clementino de Souza

Pró-Reitor 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

S237s Santos, Cristina Vasconcelos
Serrapilheira e invertebrados terrestres em floresta nativa e eucaliptal no bioma Mata Atlântica na Bahia (Brasil)/ Cristina Vasconcelos Santos – Alagoinhas, 2024.
49f. il.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Dolores Ribeiro Orge

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado da Bahia, Programa de Pós-graduação em Modelagem e Simulação de Biosistemas - Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Mestrado em Modelagem e Simulação de Biosistemas. Alagoinhas, 2024.

1. Serrapilheira – Floresta nativa 2. Biodiversidade 3. Invertebrados terrestres I. Orge, Maria Dolores Ribeiro. II. Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Ciências Exatas e da Terra. III. Título.


CDD – 333.35

FOLHA DE APROVAÇÃO


SERRAPILHEIRA E INVERTEBRADOS TERRESTRES EM FLORESTA NATIVA E EUCALIPTAL NO BIOMA MATA ATLÂNTICA NA BAHIA (BRASIL)

CRISTINA VASCONCELOS SANTOS


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem e Simulação de Biosistemas – PPGMSB, em 26 de setembro de 2024, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestra em Modelagem e Simulação de Biosistemas pela Universidade do Estado da Bahia, conforme avaliação da Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **MARIA DOLORES RIBEIRO ORGE**
Data: 26/09/2024 17:33:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Documento assinado digitalmente
 **ERIVELTON NONATO DE SANTANA**
Data: 26/09/2024 17:24:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. ERIVELTON NONATO DE SANTANA
UNEB, Avaliador interno (PPGMSB).
Doutorado em Letras e Lingüística
Universidade Federal da Bahia

Documento assinado digitalmente
 **FRANCIS LUIZ SANTOS CALDAS**
Data: 26/09/2024 17:02:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. FRANCIS LUIZ SANTOS CALDAS
SEMA (Barra dos Coqueiros-SE)/UFS, Avaliador externo (PPEC).
Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia)
Universidade Federal da Paraíba

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua grande demonstração diária de amor, dando-me força em todas as adversidades que encontrei no meu caminho. E a minha família por todo o apoio diário.

A minha orientadora Maria Dolores Ribeiro Orge por todo apoio, palavra e compreensão em todos os momentos que necessitei. Aos colegas Jordana Gabriela Barreto de Sá pela revisão deste manuscrito, a Ueverton Santos Neves pelas identificações dos invertebrados e a José Gabriel Ferreira dos Santos pelo suporte com o mapa. Aos queridos parceiros Joelma Araujo dos Santos e Everton Vitor de Almeida Monville, por compartilharem momentos alegres e difíceis de campo e laboratório, mas sempre fortalecidos no espírito de equipe.

À Universidade do Estado da Bahia por todo suporte para realização do meu trabalho de pesquisa. Ao PPGMSB e todos os docentes que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico.

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

*Dedicada a Deus
e a minha família por
todo o apoio de sempre.*

RESUMO

A produção de serrapilheira e a diversidade de invertebrados terrestres foram analisadas no fragmento florestal nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba e no eucaliptal a 3 km na estrada para Catuzinho durante 12 meses (setembro/2022 a agosto/2023). Investigou-se possíveis impactos da desertificação verde do *Eucalyptus* spp. sobre a biodiversidade de invertebrados terrestres esperada na área de abrangência do bioma. As amostras de serrapilheira foram triadas manualmente, para captura de invertebrados, e separadas nas respectivas frações caulinar, foliar e parte reprodutiva (flor, fruto e semente) pesadas e secas para registros de biomassa fresca e seca. A quantidade de serrapilheira acumulada na borda (P0) pode ser atribuída a uma menor atividade de decomposição em relação ao interior (P2) do fragmento florestal de Mata Atlântica. A quantidade de material vegetal na serrapilheira do eucaliptal é menor do que na floresta e a espécie exótica segue uma fase de senescência diferente das espécies nativas. Entre as frações constituintes da serrapilheira, predominou a foliar conforme esperado. Foi capturado um total de 524 invertebrados terrestres na serrapilheira das duas áreas de estudo. No fragmento nativo de Mata Atlântica foram 435 espécimes de 19 ordens e 33 famílias na serrapilheira entre os três ambientes da borda (P0) e do interior (P1 e P2). Já o eucaliptal teve 89 espécimes de 18 ordens e 22 famílias na serrapilheira do ambiente degradado do eucaliptal. No fragmento florestal nativo, a borda (P0) do fragmento florestal apresentou o maior número de invertebrados, com 184 espécimes, onde a maior abundância foi representada pelos tatuzinhos-de-jardim *Philoscia muscorum*. Nas ordens com maior abundância, destacaram-se Isopoda, Blattodea e Hymenoptera, correspondentes a mais de 50% dos invertebrados terrestres. Os maiores índices de diversidade e riqueza foram registrados no ponto intermediário (P1) no interior do fragmento florestal, seguido do eucaliptal com a menor densidade. Áreas degradadas costumam abrigar espécies próprias e visitantes de áreas adjacentes. Os invertebrados terrestres capturados foram classificados em sete grupos funcionais: predador, fitófago, detritívoro, saprófago, coprófago, parasita e bioturbador. Detritívoros (tatuzinhos) e predadores (formigas e aranhas) dominaram em relação aos demais grupos funcionais na borda (P0) do fragmento nativo de Mata Atlântica. No eucaliptal foram encontrados sete grupos funcionais distintos, com organismos representados em apenas três ordens: Isopoda, Blattaria e Hymenoptera. A presença desses organismos nessa área, deve-se a capacidade de tolerância desses grupos a diversos ambientes. Os detritívoros, importantes para a decomposição da serrapilheira e a ciclagem de nutrientes para a rede trófica, apesar de presentes não se destacaram pela abundância como na Mata Atlântica. O equilíbrio entre presas (detritívoros) e predadores (carnívoros) na floresta e no eucaliptal se deveu principalmente aos grupos de formigas (Hymenoptera) e aranhas (Araneae). Nessa abordagem de grupos funcionais, os organismos predadores das ordens Hymenoptera e Araneae tiveram destaque no controle biológico, principalmente das presas do tipo detritívoras, predominantes em ambas as áreas de estudo. A simulação simples de Lotka-Volterra para a relação predador-presa mostra a recuperação das presas em até 50 dias. No ambiente natural, esta situação pode representar o caos dada a complexidade de interações ecológicas possíveis mesmo no universo dos invertebrados terrestres associados à serrapilheira. Em um ambiente degradado do eucaliptal, a interação predador-presa discreta pela baixíssima abundância demanda apenas 5-15 dias para recuperação de sua comunidade.

Palavras-chaves: biodiversidade, desertificação verde, processos ecossistêmicos.

ABSTRACT

Litter production and terrestrial invertebrate diversity were analyzed in the native forest fragment of the Atlantic Forest at Patioba Farm and eucalyptus at 3 km on the road to Catuzinho for 12 months (September 2022 to August 2023). Possible impacts of the green desertification of *Eucalyptus* spp. on the biodiversity of terrestrial invertebrates expected in the area covered by the biome were investigated. The litter samples were manually sorted for invertebrate capture and separated into the respective weighted and dry stem, leaf and reproductive part (flower, fruit, and seed) fractions for fresh and dry biomass records. The amount of litter accumulated at the edge (P0) can be attributed to a lower decomposition activity in relation to the interior (P2) of the Atlantic Forest fragment. The amount of plant material in the eucalyptus litter is lower than in the forest and the exotic species follows a phase of senescence different from the native ones. Among the component fractions of the litter, leaf litter predominated, as expected. A total of 524 terrestrial invertebrates was captured in the litter of the two study areas. In the native fragment of the Atlantic Forest, there were 435 specimens of 19 orders and 33 families in the litter between the three environments of the edge (P0) and the interior (P1 and P2). On the other hand, the *Eucalyptus* field had 89 specimens from 18 orders and 22 families in the litter of the degraded eucalyptus environment. In the native forest fragment, the edge (P0) of the forest fragment presented the highest number of invertebrates, with 184 specimens, where the highest abundance was represented by the armadillos *Philoscia muscorum*. In the orders with the highest abundance, Isopoda, Blattodea, and Hymenoptera stood out, corresponding to more than 50% of terrestrial invertebrates. The highest indices of diversity and richness were recorded for the eucalyptus and the intermediate point (P1) within the forest fragment. Degraded areas are usually home to their own species and visitors from adjacent area. The terrestrial invertebrates captured were classified into seven functional groups: predator, phytophagous, detritivore, saprophagous, coprophagous, parasite, and bioturbator. Detritivores (armadillos) and predators (ants and spiders) dominated in relation to the other functional groups at the edge (P0) of the native fragment of the Atlantic Forest. In eucalyptus, seven distinct functional groups were found, with organisms represented in only three orders: Isopoda, Blattaria, and Hymenoptera. The presence of these organisms in this area is due to the ability of these groups to tolerate different environments. The detritivores, important for the decomposition of litter and the cycling of nutrients to the trophic network, although present did not stand out for their abundance as in the Atlantic Forest. The balance between prey (detritivores) and predators (carnivores) in the forest and eucalyptus was mainly due to the groups of ants (Hymenoptera) and spiders (Araneae). In this functional group approach, the predatory organisms of the orders Hymenoptera and Araneae were highlighted in the biological control, especially of the detritivorous prey, predominant in both areas of study. The simple Lotka-Volterra simulation for the predator-prey relationship shows prey recovery within 50 days. In the natural environment, this situation can represent chaos given the complexity of ecological interactions possible even in the universe of terrestrial invertebrates associated with leaf litter. In a degraded eucalyptus environment, the discrete predator-prey interaction due to the very low abundance requires only 5-15 days for the recovery of its community.

Keywords: biodiversity, green desertification, ecosystem processes.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Áreas de estudo com indicações dos locais de coletas na borda (P0), intermediário (P1) e no interior (P2) do fragmento nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba e no eucaliptal na estrada para o Curralinho. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 21
- Figura 2. Detalhe dos locais de amostragem nas parcelas em borda (P0), intermediário (P1) e no interior (P2) do fragmento nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba e no eucaliptal na estrada para o Curralinho. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 21
- Figura 3. Estrutura da vegetação nas parcelas 0, 1 e 2 do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 22
- Figura 4. Triagem manual, registro e secagem das frações da serrapilheira dos coletores no fragmento de Mata Atlântica na Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 23
- Figura 5. Produção e frações da serrapilheira em borda (P0) e interior (P2) do fragmento nativo de Mata Atlântica e no eucaliptal. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 27
- Figura 6. Produção de serrapilheira no eucaliptal e densidade de invertebrados capturados. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 27
- Figura 7. O maior fragmento florestal nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba e o eucaliptal que o cerca no município de Alagoinhas, Bahia (Brasil). 30/11/2019 (esquerda) e 03/04/2020 (direita). 28
- Figura 8. Invertebrados capturados na serrapilheira do fragmento de Mata Atlântica, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Legenda: 1. Blaberidae, 2. formiga *Odontomachus* sp., 3. Gryllidae, 4. *Bradybaena similaris*, 5. Spirostreptida 1, 6. Spirostreptida 2, 7. Coleoptera, 8. aranha Ctenidae, 9. gafanhoto, 10. escorpião..... 31
- Figura 9. Relação massas úmida e seca da serrapilheira no eucaliptal com invertebrados capturados. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 32
- Figura 10. Análise de *Cluster* das ordens de invertebrados terrestres coletados nas parcelas do fragmento nativo e no eucaliptal. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 33
- Figura 11. Curva de rarefação de suficiência amostral entre as áreas de coleta no fragmento florestal e no eucaliptal. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 34

Figura 12. Simulação simples de Lotka-Volterra para a relação de 158 predadores e 187 presas entre invertebrados terrestres associados à serrapilheira no fragmento florestal nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. Fluxo contínuo (acima) e presa-dependente (abaixo). 38

Figura 13. Simulação simples de Lotka-Volterra para a relação de 16 predadores e 29 presas entre invertebrados terrestres associados à serrapilheira no eucaliptal em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. Fluxo contínuo (acima) e presa-dependente (abaixo)... 38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Precipitação média mensal (mm) e temperatura (°C) em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 22
- Tabela 2. Parâmetros, índice e valores de referência para análise de dados populacionais. 24
- Tabela 3. *Checklist* dos invertebrados terrestres capturados no fragmento de Mata Atlântica e no eucaliptal (Bahia, Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 30
- Tabela 4. Índices de diversidade dos invertebrados terrestres capturados no fragmento de Mata Atlântica e no eucaliptal (Bahia, Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 31
- Tabela 5. Grupos funcionais de invertebrados terrestres na serrapilheira (parcelas P0, P1 e P2) do fragmento de Mata Atlântica na Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 36
- Tabela 6. Grupos funcionais de invertebrados terrestres no eucaliptal, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. 36

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 Hipótese	15
2. Fundamentação teórica	15
2.1 Mata Atlântica	15
2.2 Estrato arbóreo na produção de serrapilheira	16
2.3 Efeito de borda pela fragmentação florestal	17
2.4 Eucaliptal	18
2.5 Invertebrados terrestres associados à serrapilheira	19
3. Material e métodos	20
3.1 Áreas de estudo	20
3.2 Produção e composição da serrapilheira	22
3.3 Invertebrados terrestres e grupos funcionais	23
4. Resultados e discussão	26
4.1 Produção e composição da serrapilheira	26
4.2 Invertebrados terrestres e grupos funcionais	29
5. Conclusões	39
Referências	41

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é uma das florestas mais ricas em diversidade de espécies, porém uma das mais ameaçadas do planeta, sendo considerada um *hotspot* mundial (Hirota, 2022). Abrange uma área de cerca de 15% do total do território brasileiro (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2021) e abriga um número considerável de espécies endêmicas (Tabarelli *et al.*, 2012). A ação antrópica é um dos fatores que mais contribuem para a degradação desse bioma, entre essas atividades destacam-se o extrativismo vegetal, atividades agropecuárias e desmatamento que afetam negativamente a fauna e a flora desse ecossistema (Wolf, 2013; Silva *et al.*, 2022).

A perda da biodiversidade ocasiona consequências diretas e indiretas sobre a qualidade dos ecossistemas florestais. As interações entre os organismos e fatores abióticos do ecossistema são fundamentais para garantir essa biodiversidade (Pádua; Chiaravalloti, 2012). A serrapilheira é um componente essencial, composta pela camada de matéria orgânica que é depositada no solo florestal (Andrade *et al.*, 2020). A relação entre invertebrados-serrapilheira é fundamental no processo de ciclagem de nutrientes (Portela; Santos, 2007; Henriques, 2012).

Os invertebrados são um grupo abundante nos ecossistemas florestais executam processos ecossistêmicos essenciais como decomposição da matéria orgânica, dispersão de sementes e ciclagem de nutrientes (Correia, 2002; Fujii; Berg; Cornelissen, 2020). Estes organismos utilizam a serrapilheira como fonte nutricional e abrigo, evidenciando uma relação mutualística que contribui para manutenção dos processos ecossistêmicos (Pereira *et al.*, 2013).

Há um impacto direto de monoculturas de manejo ambiental destrutivo, com destaque para o *Eucalyptus* spp., relacionado à perda da biodiversidade nos ecossistemas florestais. A avaliação de danos gerados por monoculturas de espécies exóticas vem se impondo nas últimas duas décadas (Ferreira *et al.*, 2017). De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores, houve um crescimento de mais de 6% de monoculturas entre 2018 e 2020, totalizando 9,55 milhões de hectares, principalmente por plantio de espécies de eucalipto (IBÁ, 2021). A expansão desta monocultura causa o fenômeno atual da desertificação verde, isso ocorre pela falsa impressão de que pode haver riqueza vegetal e animal nesse latifúndio, sobretudo pela degradação do solo, contaminação de corpos de água por agrotóxicos e perda da biodiversidade (Lima *et al.*, 2020).

O presente trabalho surgiu da necessidade de conhecer possíveis impactos da espécie exótica *Eucalyptus* sobre a biodiversidade tropical, haja vista a expansão desta monocultura em todo o território brasileiro com perturbações ambientais severas pela fragmentação florestal. O desenvolvimento de eucaliptais tem aumentado em resposta à demanda da indústria madeireira comercial global (Forrester *et al.*, 2006). Devido ao seu rápido crescimento, curta rotação no plantio e alto consumo de água e dos nutrientes do solo (Gama-Rodrigues; Barros, 2002), a ciclagem de nutrientes é uma das limitações para o estabelecimento de sistemas agroflorestais em áreas com monoculturas de eucalipto (Lema *et al.*, 2007).

Devido à importância da decomposição da matéria orgânica para manutenção da ciclagem de nutrientes no sistema serrapilheira-solo e da rede trófica, surge a necessidade de investigar o impacto de *Eucalyptus* spp. sobre a biodiversidade de invertebrados terrestres da Mata Atlântica na Fazenda Patioba, município de Alagoinhas, Bahia (Brasil).

1.1 Problema

A produção de serrapilheira e a diversidade de invertebrados terrestres em fragmentos nativos de Mata Atlântica são superiores às encontradas em latifúndios de *Eucalyptus* spp., que expandem a degradação pelo manejo predatório à semelhança de um deserto verde?

1.2 Justificativa

A perda de biodiversidade é uma questão global preocupante e está associada a problemas ambientais (Bensunsan, 2006), como a monocultura de eucalipto (Ebling *et al.*, 2021). A expansão da desertificação verde com os latifúndios de eucalipto nas últimas décadas foi justificada para produção de celulose, papel e lenha (IBÁ, 2021).

Essa monocultura impacta negativamente a diversidade de invertebrados terrestres associados à serrapilheira pela presença de polifenóis tóxicos (Zimmer; Kautz; Topp, 2003), o alto teor de lignina que torna lenta a decomposição (Margida; Lashermes; Moorhead, 2020) e a folha do eucalipto, com cutícula espessa e resistente que tende a dificultar sua decomposição (Abelho *et al.*, 2010).

Os invertebrados terrestres desempenham uma série de funções ecológicas vitais para o funcionamento do ecossistema, como a decomposição da matéria orgânica, a

ciclagem de nutrientes e a polinização das plantas (Gullan; Cranston, 2000; Fujii; Berg; Cornelissen, 2020). A serrapilheira, com seus resíduos vegetais e animais, é um habitat importante para esses invertebrados e reflete alterações na cobertura vegetal (Costa *et al.*, 2010). Desta maneira, a substituição de florestas nativas pela plantação de eucalipto pode impactar diretamente sobre a comunidade de invertebrados terrestres associados à serrapilheira.

Essa pesquisa contribuirá para o desenvolvimento de medidas de conservação da biodiversidade, estimulando a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis, e a promoção de uso responsável dos recursos naturais. Além disso, os resultados obtidos poderão ser utilizados para levantar dados que possam contribuir com políticas públicas com decisões relacionadas ao manejo de plantações de eucalipto na região da Mata Atlântica, visando minimizar impactos negativos sobre a biodiversidade e fortalecer o desenvolvimento sustentável dessa importante área de preservação. Portanto, é fundamental compreender os possíveis impactos das plantações de eucalipto sobre a biodiversidade de invertebrados terrestres associados à serrapilheira da Mata Atlântica a fim de contribuir com a preservação desse bioma.

1.3 **Objetivos**

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar a produção de serrapilheira e a diversidade de invertebrados terrestres em eucaliptal e Mata Atlântica na Bahia (Brasil), durante 12 meses (setembro/2022 a agosto/2023), para investigar possíveis impactos da desertificação verde sobre a área de abrangência do bioma.

1.3.2 Objetivos específicos

Comparar o efeito de borda sobre a dinâmica de produção e a composição da serrapilheira nas áreas nativa e de eucaliptal;

avaliar o papel ecossistêmico dos grupos funcionais de invertebrados terrestres nas serrapilheiras das áreas nativa e de eucaliptal;

identificar possíveis efeitos sazonais de precipitação e temperatura na produção de serrapilheira e na distribuição espaço-temporal dos invertebrados terrestres em ambas

as áreas;

avaliar possível efeito da desertificação verde do eucaliptal sobre a diversidade de invertebrados terrestres no bioma Mata Atlântica, exposta ao seu impacto da fragmentação e manejo predatório.

1.4 Hipóteses

A serrapilheira com substâncias tóxicas para microrganismos e invertebrados apresenta baixa decomposição e acumula-se sobre o solo, o que reduz a ciclagem de nutrientes, especialmente em áreas de cultivo de *Eucalyptus* spp. Este acúmulo impacta negativamente a diversidade local dos invertebrados, afetando a composição, abundância e riqueza das espécies.

Portanto, a serrapilheira do eucalipto pode exercer um efeito prejudicial sobre a diversidade e os grupos funcionais dos invertebrados, bem como o modelo Lotka-Volterra simula o cenário nos dois ambientes antagônicos do eucaliptal e do fragmento nativo de Mata Atlântica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um dos ecossistemas mais ricos em biodiversidade e o mais ameaçado do mundo (Cunha; Guedes, 2013; Ribeiro *et al.*, 2009). A ocupação e desenvolvimento antrópico nesse ecossistema ocasionou a destruição da vegetação nativa e fomentou o crescimento desordenado dos centros urbanos, instalação de complexos industriais e atividades agropecuárias (Groppo *et al.*, 2019). Devido a influência das atividades humanas nesse bioma, atualmente restam cerca de 12,4% de sua cobertura original (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2021). A Floresta Atlântica tem a segunda maior biodiversidade das Américas e o maior número de espécies por área, sendo o terceiro maior bioma brasileiro (Tabarelli *et al.*, 2005; Morellato; Haddad, 2000). É constituída de florestas ombrófilas (densa, aberta e mista) e estacionais (semidecíduais e decíduais), além das formações de restingas e manguezais (Brasil, 2022).

De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica e o INPE (2021), a área deste bioma contempla 72% da população brasileira, cerca de 145 milhões de pessoas. Portanto, este contingente populacional depende da conservação dos remanescentes dessa mata para a garantia do abastecimento de água, a regulação do microclima, a fertilidade do solo, entre outros serviços ambientais (Dantas *et al.*, 2017). Estes órgãos vêm documentando áreas fragmentadas em conjunto de pequenos remanescentes florestais nativos sem conectividade, circundados por extensas monoculturas de eucalipto e agropecuária (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2014).

Apesar da devastação, estima-se que existam na Mata Atlântica cerca de 20 mil espécies vegetais, incluindo oito mil espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2018). Dessa forma, a preservação desse bioma possui um papel importante para a sobrevivência da flora e fauna, além da manutenção dos serviços ambientais.

2.2 Estrato arbóreo na produção de serrapilheira

A serrapilheira é composta por material vegetal depositado na superfície do solo florestal, proveniente da queda da parte aérea das plantas, folhas, ramos, cascas, troncos e órgãos reprodutivos das espécies vegetais (Costa *et al.*, 2010; Arato; Martins; Ferrari, 2003). Além disso, é formada acúmulo de material orgânico vivo em diferentes estágios de decomposição e resíduo de origem animal, como fezes e partes mortas (Neto *et al.*, 2001). A serrapilheira funciona como uma manta que facilita a entrada de sementes e incorporação do banco de sementes ao solo, e como manta não deixa o solo exposto às intempéries ambientais (Bauer; Santos; Schmitt, 2016).

As espécies arbóreas fornecem material vegetal à serrapilheira, que se acumula sobre o solo em função da atividade de decomposição. A produção é vital para a ciclagem de nutrientes no sistema solo-planta (Andrade; Tavares; Coutinho, 2003; Cunha Neto *et al.*, 2013; Andrade *et al.*, 2020). A decomposição desta matéria orgânica é influenciada por fatores bióticos e abióticos (Bani *et al.*, 2018; Scoriza *et al.*, 2012). A entrada desse material vegetal por senescência ou queda e seu consequente acúmulo influenciam na dinâmica populacional das comunidades vegetal e animal (Portela; Santos, 2007).

A maior parte dos nutrientes extraídos pelas árvores do solo retornam ao ecossistema via serrapilheira, o que é denominado ciclagem de nutrientes (Bauer; Santos; Schmitt, 2016). A queda sazonal das folhas e outras partes vegetais é responsável por

alimentar tanto a microbiota quanto outros organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (Barreto, 2014). Esses organismos influenciam o aumento das taxas de decomposição (Jewell *et al.*, 2017) e suas populações são reguladas por fatores climáticos, como precipitação e temperatura (Sanches *et al.*, 2009).

O acúmulo de serrapilheira varia de acordo com diversos elementos, como a composição de espécies, intensidade da cobertura florestal, estágio sucessional, idade, proporção de copa e padrão sazonal (Lima *et al.*, 2015). Sob essa perspectiva, estudos desenvolvidos por Portela (2007) e Andrade *et al.* (2020) em fragmentos de Mata Atlântica, verificaram que a maior produção, acúmulo e decomposição de serrapilheira estavam relacionadas principalmente aos fatores sazonais. Dentre os fatores sazonais, a temperatura e a precipitação são elementos que mais afetam o acúmulo e decomposição da serrapilheira (Paudel *et al.*, 2015).

Assim, percebe-se que a produção de serrapilheira depende das características físicas, climáticas e químicas para apresentar aumento ou redução nas taxas de decomposição nas florestas nativas ou plantadas (autor, ano). A presença de estrato arbóreo contribui na diminuição da erosão e da perda de água no solo (Moraes, 2002), além de auxiliar na ciclagem de nutrientes e na manutenção da matéria orgânica favorecendo a produção de serrapilheira em determinada área pode ser utilizada como bioindicador de recuperação de áreas degradadas.

2.3 Efeito de borda pela fragmentação florestal

O efeito de borda consiste em alterações nos parâmetros físicos, químicos e biológicos observadas na área de contato do fragmento de vegetação com a matriz circundante. Assim, pode ser entendido como o resultado da interação entre dois ecossistemas adjacentes, separados por transição abrupta (Forman; Godron, 1986; Murcia, 1995; Silva, 2010;).

De acordo com Murcia (1995), os efeitos de borda são divididos em dois tipos: abióticos e os biológicos diretos e indiretos. Assim, os efeitos abióticos envolvem mudanças nos fatores climáticos ambientais, alterações nos regimes de luminosidade, maior exposição da borda à ação dos ventos, altas temperaturas e baixa umidade (Pinto *et al.*, 2008). Os efeitos biológicos diretos envolvem mudanças na abundância e na distribuição de espécies provocados pelos fatores abióticos nas proximidades das bordas, além de favorecer o estabelecimento de espécies vegetais exóticas introduzidas por ação

humana. Algumas espécies generalistas nativas são favorecidas por clareiras ou desmatamento. Já as espécies exóticas se beneficiam da condição gerada pelo efeito de borda porque possuem nicho abrangentes e a única coisa que impedia a ocupação do hábitat era uma barreira geográfica (Burgiel; Muir, 2010; Laranjeira, 2012). Os indiretos envolvem mudanças na interação entre as espécies, como predação, parasitismo, herbivoria, competição e dispersão de sementes (Kollmann e Buschor, 2003).

O efeito de borda altera a estrutura e dinâmica da vegetação em fragmentos de florestas, acarretando mudanças no equilíbrio do ecossistema, como alterações na cadeia trófica (Brown, 1971). Favorece ainda modificações na estrutura e umidade do solo, sendo que estes efeitos são mais acentuados nas bordas dos fragmentos, levando ao aumento de indivíduos, sejam eles vegetais ou animais danificados ou mortos (Camargo; Kapos, 1995; Holanda *et al.*, 2010).

Assim, ao modificar o ambiente natural, o efeito de borda no perímetro da floresta altera a complexidade dos nichos, levando à perda da biodiversidade (Holanda *et al.*, 2010; Haddad *et al.*, 2015). Bem como, afeta a produção da serrapilheira, reduzida devido ao menor porte das árvores e menor taxa de sobrevivência pela maior exposição aos elementos abióticos, tais como vento e radiação solar, impactando na menor produção e acúmulo de biomassa (Azevedo *et al.*, 2011; Santana *et al.*, 2021). Diferente do interior do fragmento florestal, que produz mais biomassa em relação à borda pelo maior porte das árvores e as condições ambientais favoráveis, como umidade e temperatura, abrigando maior quantidade de espécies com nichos mais especialistas ou que dependem da maior heterogeneidade espacial (Silva *et al.*, 2019).

2.4 Eucaliptal

Silvicultura é um termo que remete ao cultivo de espécie selvagem (nativa) (Galindo; Almeida, 2021), mas a planta da espécie *Eucalyptus* spp. não é nativa de biomas tropicais e sim exótica de manejo predatório e assim será tratada em comparação às espécies nativas da vegetação tropical de Mata Atlântica.

Plantios homogêneos de eucalipto estão distribuídos em todo o território nacional, com destaque para as regiões Sudeste, Sul e Nordeste. Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná seguem como principais produtores desta monocultura no país (Vital, 2007; IBGE, 2022). Neste cenário, áreas degradadas de Mata Atlântica vêm sendo substituídas pela espécie exótica *Eucalyptus* sp. ao invés de serem

recuperadas com espécies nativas adequadas do bioma, favorecendo o desmatamento e a redução da área natural (Groppo *et al.*, 2019), além da perda de habitats e da biodiversidade (Branco *et al.*, 2021). Esta substituição por aproximações sucessivas de espécies nativas por invasoras de manejo predatório é o processo de instalação da desertificação verde.

A substituição da vegetação nativa por monoculturas homogeniza a paisagem reduzindo a complexidade estrutural e afetando a variabilidade de nichos (Pádua; Chiaravalloti, 2012). Latifúndios de eucalipto instalam a desertificação verde de manejo predatório. Plantios de eucalipto se estendem e competem pela demanda hídrica, afetando lençóis freáticos e atuar no empobrecimento do solo (Meirelles, 2006).

O rápido crescimento, com curta rotação no plantio, acarreta alto consumo de água e nutrientes do solo, contribuindo para baixas taxas de decomposição e acúmulo de serrapilheira (Gama-Rodrigues; Barros, 2002). A ciclagem de nutrientes é uma das limitações para o estabelecimento de ecossistemas sustentáveis em áreas onde ocorrem a cultura de *Eucalyptus* spp. (Lema *et al.*, 2007).

Batish *et al.* (2008) investigaram a utilização de óleos essenciais de eucalipto como pesticidas naturais, evidenciando seu efeito biocida contra insetos, ácaros e bactérias, que atuam na decomposição da serrapilheira. Estudos feitos por Maestri *et al.* (2013), em área de mata nativa comparada a uma monocultura de eucalipto, indicaram maior presença de artropodofauna na mata nativa devido à heterogeneidade dos recursos tróficos no ambiente, o que contribui para a diversidade e riqueza de espécies.

Gurgel *et al.* (2020) afirmaram que os plantios de eucalipto, principalmente em encostas próximas a rios com potencial de regeneração no bioma Mata Atlântica, aumentam o risco de assoreamento, erosão e perda de habitat, evidenciando os efeitos negativos causados pelas monoculturas de *Eucalyptus* spp.

2.5 Invertebrados terrestres associados à serrapilheira

A serrapilheira de florestas é habitat de invertebrados, que interagem com a fauna do solo e são influenciados por fatores ambientais, tais como umidade, temperatura e vegetação. As florestas em estágios avançados de sucessão têm maior diversidade de invertebrados na serrapilheira do que florestas em estágios iniciais (Moço *et al.*, 2005; Menezes *et al.*, 2009; Machado, 2011). A grande diversidade de invertebrados é diretamente relacionada com a fragmentação e a decomposição do material que

naturalmente fertiliza o solo florestal (Moço *et al.*, 2005).

Em ecossistemas florestais, os invertebrados representam um grupo abundante que desempenha funções primordiais como decomposição da matéria orgânica, dispersão de sementes e decomposição (Correia, 2002). Geralmente, a ação dos organismos decompositores é estimulada pelo aumento da precipitação e da temperatura, principalmente nos ecossistemas mais secos (Alves *et al.*, 2006; Bauer; Santos; Schmitt, 2016). Estes organismos utilizam a serrapilheira como fonte nutricional e abrigo, evidenciando uma relação mutualística que contribui para manutenção dos processos ecossistêmicos (Pereira *et al.*, 2013).

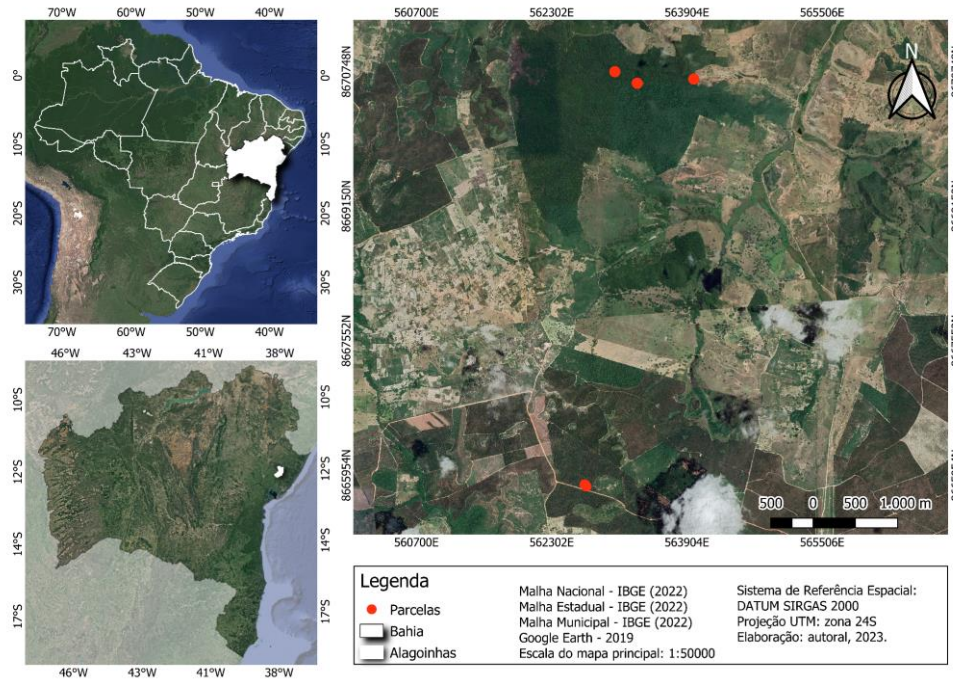
A fauna de invertebrados contribui de maneiras distintas na ciclagem do material vegetal aportado. Estes organismos podem ser reunidos em grupos funcionais (GF) de acordo com sua morfologia, hábito alimentar e captura de alimento, sendo categorizados em predadores, geófagos, bioturbadores, fitófagos, coprófagos e micrófagos (Pereira *et al.*, 2013; Parron *et al.*, 2015). Os predadores realizam o controle populacional de diversos organismos, os detritívoros nutrem-se da matéria orgânica em decomposição, os fitófagos se alimentam de tecidos vegetais, sendo considerados pragas agrícolas e os micrófagos se alimentam de fungos (Parron *et al.*, 2015). Os geófagos e bioturbadores promovem a aeração do solo, aumentando sua porosidade e recirculação da matéria orgânica (Brown *et al.*, 2015). Nos ecossistemas florestais, esses organismos desempenham funções essenciais na manutenção dos processos ecossistêmicos (Santos *et al.*, 2019) e podem servir como bioindicadores de qualidade ambiental (Andersen *et al.* 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudo

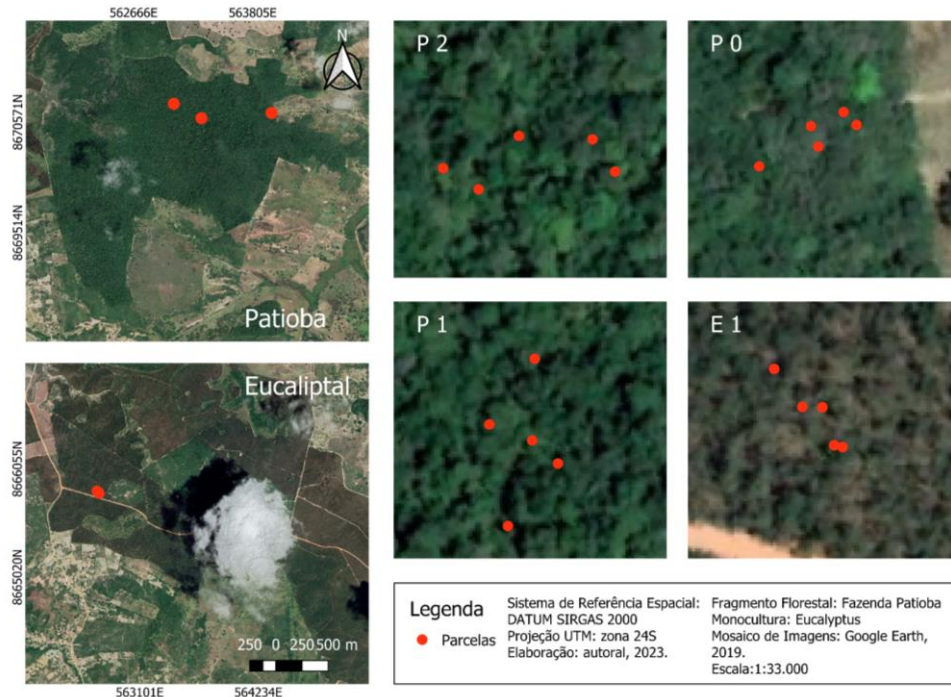
O estudo foi realizado durante 12 meses (setembro/2022 a agosto/2023) no fragmento florestal nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba e no eucaliptal a 3 km na estrada para Catuzinho, município de Alagoinhas, referência para o Litoral Norte do estado da Bahia (Brasil) (Figuras 1 e 2). Em cada parcela foram feitas 5 coletas mensais ao longo de um transecto imaginário, evitando os pontos amostrais anteriores e representados no mapa (Figuras 2 e 3).

Figura 1. Áreas de estudo com indicações dos locais de coletas na borda (P0), intermediário (P1) e no interior (P2) do fragmento nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba e no eucaliptal na estrada para o Curralinho. Alagoíneas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a outubro/2023.



Fonte: José Gabriel Ferreira dos Santos, 2023.

Figura 2. Detalhe dos locais de amostragem nas parcelas em borda (P0), intermediário (P1) e no interior (P2) do fragmento nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba e no eucaliptal na estrada para o Curralinho. Alagoíneas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a outubro/2023.



Fonte: José Gabriel Ferreira dos Santos, 2023.

Figura 3. Estrutura da vegetação nas parcelas 0, 1 e 2 do fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a outubro/2023.



Fonte: autoral, 2022.

O fragmento nativo da Patioba é o maior do município de Alagoinhas, com cerca de 343 hectares, caracterizado como Floresta Ombrófila Densa, composta por árvores perenifólias (médias e grandes) de copa densa, portes arbustivos e subarbustivos, além de lianas (Evangelista; Almeida, 2020; Dantas, 2021). O eucaliptal tem árvores com altura média de 8 metros de idade estimada em 3 anos com base na imagem de satélite de 03/04/2020 mostrando a área sem vegetação.

Os dados de precipitação (mm) e temperatura (°C) para o município de Alagoinhas foram obtidos do website Weather Spark (2023) (Tabela 1).

Tabela 1. Precipitação média mensal (mm) e temperatura (°C) em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023.

Variável	Set/2022	Out	Nov	Dez	Jan/2023	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Precipitação (mm)	47.7	42.4	51.8	46.0	43.8	52.1	65.2	114.7	130.1	111.5	82.4	56.6
Temperatura (°C)	24.4	26.0	26.0	27.0	27.0	28.0	28.0	26.5	25.0	24.0	23.0	23.0

Fonte: adaptado do website Weather Spark (2022, 2023).

3.2 Produção e composição da serrapilheira

As amostras de serrapilheira foram triadas manualmente com suas frações caulinar, foliar e reprodutiva (flor, fruto e semente) separadas em envelopes de papel identificados, pesadas em balanças semi e analítica para registro da massa fresca (g), secas em estufa a 60°C por 72 horas e pesadas para registro da massa seca (g). Estes valores foram usados para estimativa da produção de biomassa mensal (Figura 4).

Figura 4. Triagem manual, registro e secagem das frações da serrapilheira dos coletores no fragmento de Mata Atlântica na Fazenda Patioba. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023.



Fonte: autoral, 2023.

As análises foram feitas com o *software* de código aberto *PAST Analyst* (*Paleontological Statistics*), versão 4.17.

3.3 Invertebrados terrestres e grupos funcionais

Durante a triagem manual das frações da serrapilheira, os invertebrados terrestres encontrados foram contados, conservados em álcool a 70% com 5 gotas de glicerina concentrada e separados em morfotipos. A identificação foi feita por Neves (2023) com base na literatura específica de Paoletti e Hassall (1999), Baccaro (2006), Cardoso (2017), Brusca, Moore e Shuster (2018) e por comparações com imagens de coleções virtuais.

Com estes dados taxonômicos, os invertebrados terrestres capturados foram classificados em 7 grupos funcionais de acordo ao hábito alimentar e seu papel atribuído na serrapilheira, a saber: predador, fitófago, detritívoro, saprófago, coprófago, parasita e bioturbador, seguindo os critérios de Podgaiski, Mendonça Jr. e Pillar (2011) e Parron *et al.* (2015). Para evitar sobreposição de dados das espécies multifuncionais na simulação da relação predador-presa, os animais foram considerados apenas uma vez em cada grupo pelas características de nicho ocupado observadas em campo e/ou laboratório.

Os dados foram analisados para cálculos dos índices de diversidade através do *Paleontological Statistics (PAST Analyst)* 4.17 de código aberto e apenas os dados mensais foram modelados pelo *Populus* 6.0 de uso livre (ALSTAD, 2001).

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.

Esses índices também podem ser calculados com base nas equações a seguir:

$$D = S \sum p_i^2$$

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:

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S [N]$$

Onde: N, número total de indivíduos da comunidade; N_i , 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:

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

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 pode ser calculado pela fórmula:

$$i\text{Chao-1} = S_{\text{obs}} + [n_1(n_1-1)/2(n_2+1)]$$

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

A modelagem matemática clássica de sistemas ecológicos foi feita com a aplicação expandida do modelo simples de Lotka-Volterra para o caso onde há competição intra-trófica entre detritívoros (presas) e carnívoros (predadores) (Souza, 2017). A dinâmica da interação predador-presa foi modelada em fluxo contínuo e na dependência da presa (presa-dependente) para borda (P0) e interior (P2) ao longo de 100 dias, período usado como padrão comparativo para as coletas mensais ao longo de 12 meses.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção e composição da serrapilheira

Em geral, o aporte de material vegetal da serrapilheira foi maior na floresta nativa do que na monocultura do eucalipto. Este resultado foi atribuído à maior densidade e diversidade do estrato arbóreo nativo, que aporta material continuamente à serrapilheira vegetal. Por sua vez, a espécie exótica do eucalipto tem um ciclo fenológico com fase de senescência diferente das espécies nativas da floresta (Figura 5).

Dentro do fragmento florestal de Mata Atlântica, a quantidade de serrapilheira acumulada foi inicialmente maior na borda (P0) em relação ao interior (P2) (Figura 5).

Entre as frações constituintes da serrapilheira, predominou a foliar em ambas as áreas de estudo, como já era esperado. Uma fração de material reprodutivo (flores, frutos e sementes) importante foi coletada no interior (P2), onde as espécies nativas em maior densidade e diversidade apresentam normalmente maior floração. No fragmento nativo, um padrão similar foi registrado no ano anterior por Sá (2023). No eucalipto, observou-se um padrão inverso ao fragmento nativo (Figura 5).

A curva de produção da biomassa no eucalipto, espécie exótica, não correspondeu à curva de precipitação ao longo do ano (Figura 6).

No eucalipto, as substâncias bactericidas podem estar na forma de óleo essencial não hidrossolúvel, reduzindo a atividade microbiótica para decomposição, comprometendo a ciclagem de nutrientes em áreas dessa monocultura e favorecendo o acúmulo do material vegetal.

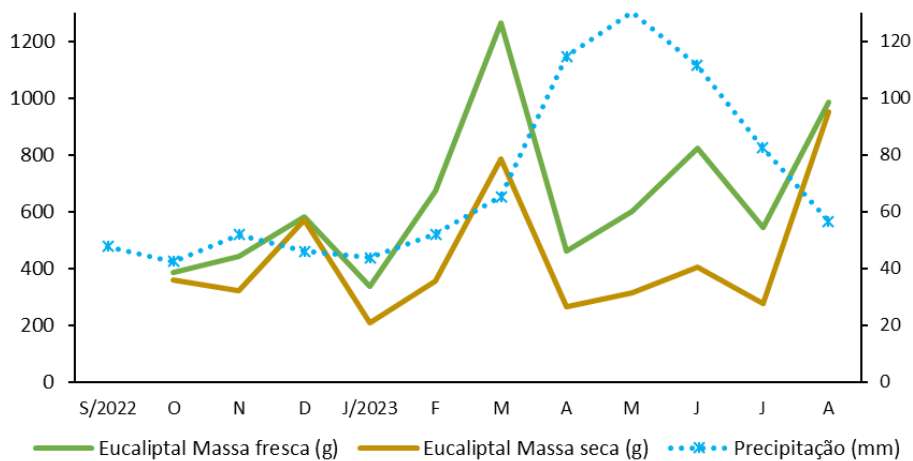
A umidade acumulada nos meses chuvosos contribui para solubilizar compostos de polifenóis tóxicos da serrapilheira, tanto na floresta nativa de Mata Atlântica como no eucalipto, permitindo a ação de invertebrados terrestres para sua decomposição. O material vegetal mais diversificado acumula maior umidade no interior em relação à borda mais exposta à desidratação (Santos; Cabreira, 2019).

Figura 5. Produção (esquerda) e frações (direita) da serrapilheira na borda (P0) (superior) e no interior (P2) (meio) do fragmento nativo de Mata Atlântica e no eucaliptal (inferior). Alagoínhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023.



Fonte: autoral, 2023.

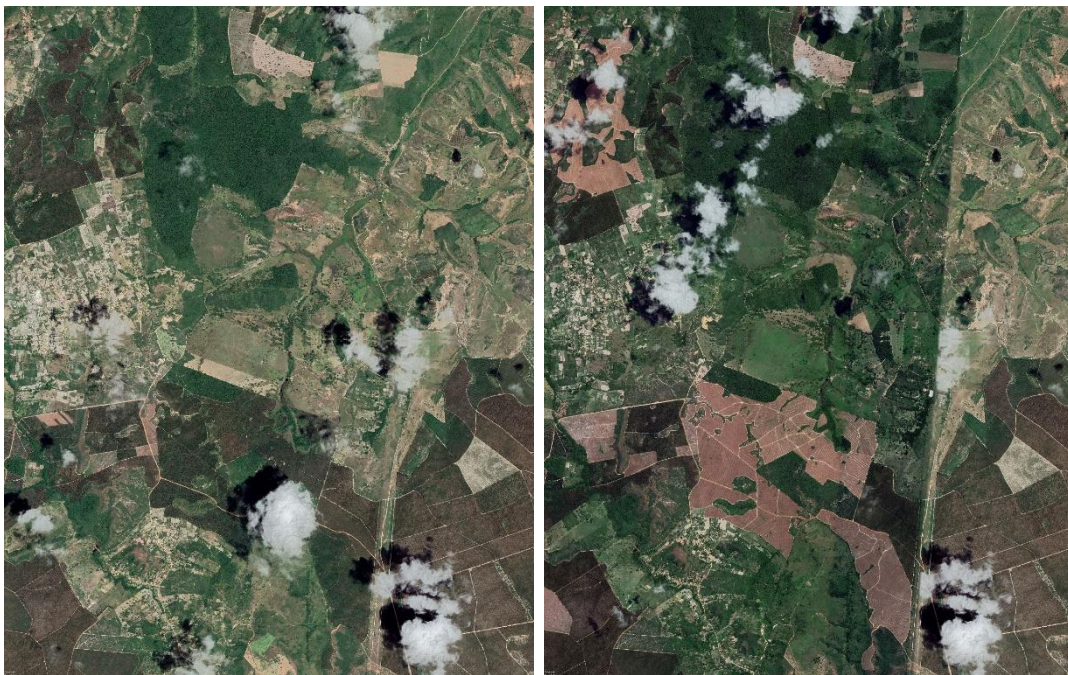
Figura 6. Produção de serrapilheira no eucaliptal e curva de precipitação. Alagoínhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023.



Fonte: autoral, 2023.

Este cenário é semelhante à área que circunda o remanescente de Mata Atlântica na Patioba. O manejo ambiental destrutivo do eucaliptal para colheita da madeira, observado em campo, também dificulta o desenvolvimento de espécies nativas pioneiras instaladas ao longo de 5 anos do eucaliptal, porque o método usado de correntes entre dois tratores arranca também plântulas que estão neste percurso da destruição. O dano pode ser pior do que a pastagem ou o campo de cultivo com ciclos curtos de produção e colheita, onde as espécies nativas de estágio sucessional primário podem colonizar as bordas e voltar a expandir a borda do fragmento nativo, contribuindo para a revegetação natural. Imagens de satélite de 2019 e 2020 do maior fragmento florestal nativo de Mata Atlântica e do eucaliptal circundante em Alagoínhas dão uma ideia do avanço da degradação ambiental pela fragmentação florestal notória (Figura 7).

Figura 7. O maior fragmento florestal nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba e o eucaliptal que o cerca no município de Alagoínhas, Bahia (Brasil). 30/11/2019 (esquerda) e 03/04/2020 (direita).



Fonte: dados espaciais do Google Earth.

O eucalipto teve o maior crescimento de área cultivada nos últimos 30 anos, com aumento de 847% em uma área atual de 4.808.520 de hectares (ABAF, 2023). Na contra-mão desta atividade econômica predatória pelo avanço da fragmentação sobre áreas de floresta tropical, houve perda de 3.129.930 de hectares (31,18%) do bioma Mata Atlântica no mesmo período.

4.2 Invertebrados terrestres e grupos funcionais

Em 12 meses foram capturados 524 invertebrados terrestres na serrapilheira das áreas de estudo. O fragmento nativo de Mata Atlântica com 435 espécimes de 19 ordens e 33 famílias no total dos três ambientes de borda (P0) e interior (P1 e P2). O eucaliptal com 89 espécimes de 18 ordens e 22 famílias. Os invertebrados terrestres coletados nas amostras das serrapilheiras da Mata Atlântica e do eucaliptal estão representados em morfoespécies de uma variedade de grupos taxonômicos e funcionais mais alta na serrapilheira de Mata Atlântica em relação ao eucaliptal (Tabela 3).

No fragmento florestal nativo, a borda (P0) do fragmento florestal apresentou o maior número de invertebrados, com 184 espécimes devido à maior abundância de tatuzinhos-de-jardim *Philoscia muscorum* (Isopoda) e aranhas (Araneae). Nas ordens com maior abundância, destacaram-se Isopoda, Blattodea e Hymenoptera, correspondentes a mais de 50% dos invertebrados terrestres. Entre os grupos, houve maior riqueza de formigas (Hymenoptera), com predominância de 3 subfamílias/famílias: Myrmicinae na borda (P0), Formicidae no ponto intermediário (P1) e Formicinae no interior (P2) da floresta (Tabela 3, Figuras 8 e 9). Isso pode ter ocorrido devido à alta capacidade de adaptação das formigas a locais variados, incluindo ambientes perturbados da borda (Santos; Figueiredo, 2019) e degradados do eucaliptal.

Os maiores índices de diversidade e riqueza foram registrados para o ponto intermediário (P1) no interior do fragmento florestal, seguido do eucaliptal. O interior do fragmento nativo abriga espécies raras dos grupos taxonômicos Formicidae e Gastropoda, que dependem de condições ambientais de maior complexidade estrutural de uma vegetação diversa e densa para reter maior umidade. Esses grupos raros do interior são fortemente impactados pela homogeneização ambiental do eucaliptal, evidenciando que estas espécies estão mais adaptadas às especificidades do habitat nativo.

Áreas degradadas, como a borda e o eucaliptal, costumam ser visitadas e até exploradas por indivíduos de espécies resilientes de áreas nativas adjacentes, buscando recursos tróficos durante o forrageio. Foi registrado um alto índice de riqueza no eucaliptal, porém com ocorrência de apenas 1 indivíduo/espécie ou em frequência muito baixa no período de 12 meses, o oposto da alta abundância de invertebrados terrestres capturados nas 3 parcelas do fragmento nativo (Tabelas 3 e 4).

Este comportamento pode mascarar e atribuir elevados índices de diversidade e riqueza para áreas degradadas, distorcendo a avaliação ecológica. A baixa ocorrência das

ordens generalistas mais resilientes no eucaliptal favoreceu a equitatividade, gerando assim um alto índice de diversidade no eucaliptal que não indica qualidade ambiental e zoológica da área.

Tabela 3. Checklist das morfoespécies de invertebrados terrestres capturados no fragmento de Mata Atlântica e no eucaliptal (Bahia, Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. Fonte: autoral, 2023.

Classe	Ordem	Sub/família	Gênero	Espécie	P0	P1	P2	PE	
Malacostraca	Isopoda	Philosciidae	<i>Philoscia</i>	<i>P. muscorum</i>	65	7	3	9	
	Blattaria/ Blattodea	Blaberidae			20	5	5	6	
Insecta		Isoptera			0	15	0	0	
		Thysanoptera			2	0	0	2	
		Hymenoptera	Formicidae			11	17	1	6
			Formicinae			0	5	39	0
			Ponerinae	<i>Pachycondyla</i>	<i>P. striata</i>	0	3	0	4
				<i>Odontomachus</i>		0	2	0	0
			Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex</i>		4	0	2	1
			Ectatomminae			0	2	2	0
			Myrmicinae	<i>Monomorium</i>	<i>M. pharaonis</i>	27	0	0	0
		Coleoptera				0	5	1	6
		Lepidoptera				1	0	0	1
		Diptera				0	1	1	3
		Orthoptera	Gryllidae			1	2	0	2
		Mantodea				0	0	0	1
		Embioptera	Anisembiidae			0	1	1	0
	Neuroptera	Myrmeleontidae			0	2	0	1	
	Larvas				4	1	6	20	
Arachnida	Araneae	Araneae			13	7	6	4	
		Ctenidae			3	2	2	3	
		Dictynidae			1	0	0	0	
		Theraphosidae			0	1	0	0	
		Phoneutria			0	1	0	0	
		Salticidae			2	3	1	1	
		Zodariidae			0	1	0	0	
		Opiliones				5	0	0	2
	Scorpiones	Buthidae			0	0	0	1	
	Pseudoscorpiones				1	0	0	0	
Gastropoda	Stylommatophora	Achatinidae	<i>Achatina</i>	<i>A. fulica</i>	1	3	0	0	
			<i>Neobeliscus</i>	<i>N. calcareus</i>	1	7	8	0	
		Bradybaenidae	<i>Bradybaena</i>	<i>B. similis</i>	9	19	16	1	
				Sp. 1	2	24	4	1	
Diplopoda	Spirostreptida				7	9	3	12	
Chilopoda	Scolopendridae	Scolopendridae	<i>Rhysida</i>		2	1	1	1	
Collembola					1	0	0	0	
Entognatha	Diplura	Japygidae			1	3	0	1	
Abundância total					184	149	102	89	

Fonte: autoral, 2023.

Tabela 4. Índices de diversidade dos invertebrados terrestres capturados no fragmento de Mata Atlântica e no eucaliptal (Bahia, Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023.

Índices de diversidade e riqueza	MA Borda (P0)	MA Intermediário (P1)	MA Interior (P2)	Eucaliptal (PE)
Taxa_S	23	27	18	23
Individuals	184	149	102	89
Dominance_D	0,1687	0,0756	0,1833	0,0914
Simpson_1-D	0,8313	0,9244	0,8167	0,9086
Shannon_H	2,3330	2,9040	2,2600	2,7740
Evenness_e^H/S	0,4481	0,6758	0,5324	0,6966
Brillouin	2,0960	2,5580	1,9440	2,3230
Menhinick	1,6960	2,2120	1,7820	2,4380
Margalef	4,2190	5,1960	3,6760	4,9010
Equitability_J	0,7440	0,8811	0,7819	0,8847
Fisher_alpha	6,9380	9,6410	6,3420	10,0500
Berger-Parker	0,3533	0,1611	0,3824	0,2247
Chao-1	28,57	30,48	21,71	34,12
iChao-1	31,82	31,87	25,43	41,54
ACE	32,81	32,29	23,15	35,08
Squares	34,15	31,04	24,96	33,47

Fonte: autoral, 2023.

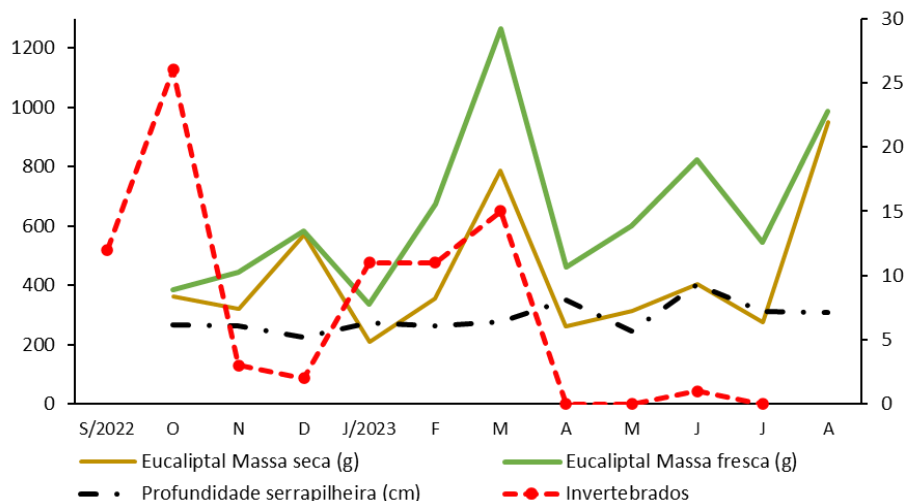
Figura 8. Invertebrados capturados na serrapilheira do fragmento de Mata Atlântica, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Legenda: 1. Blaberidae, 2. formiga *Odontomachus* sp., 3. Gryllidae, 4. *Bradybaena similaris*, 5. Spirostreptida 1, 6. Spirostreptida 2, 7. Coleoptera, 8. aranha Ctenidae, 9. gafanhoto, 10. escorpião.



Fonte: autoral, 2023.

Na relação planta-animal da serrapilheira e dos invertebrados terrestres, a ocorrência dos animais sofre efeito sazonal da precipitação, considerando o eucaliptal como um campo aberto exposto a uma maior irradiação e dessecação, sendo a serrapilheira uma camada de proteção dessa fauna (Figura 9).

Figura 9. Relação massas úmida e seca da serrapilheira no eucaliptal com invertebrados capturados. Alagoínhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023.

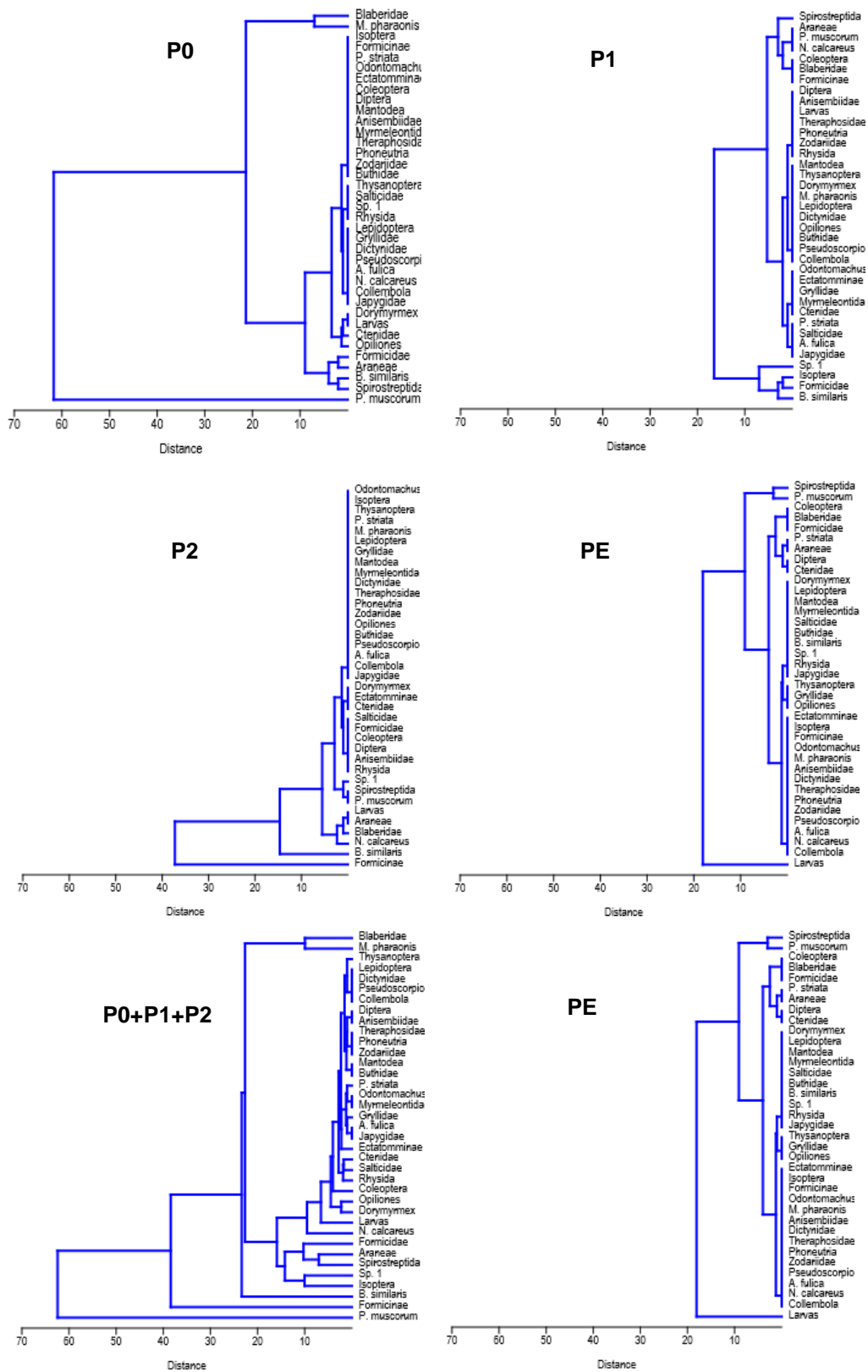


Fonte: autoral, 2023.

No remanescente florestal, houve maior densidade de invertebrados na borda (P0) do fragmento, devido à ordem Isopoda com maior abundância de apenas 1 espécie. Este resultado foi corroborado por Neves (2023) e Sá (2023). Não houve o mesmo destaque desta espécie na área degradada do eucaliptal. Uma alta abundância de *Philoscia muscorum* (Isopoda) pode estar relacionada à proximidade de pastagens na borda do fragmento e alta presença de fezes bovinas, que servem de alimento para esses organismos coprófagos (Paoletti; Hassall, 1999; Frouz Pižl; Tajovsky, 2007). A ocorrência de gastrópodes no interior do fragmento foi similar a Silva (2023), resultado atribuído à presença de plantas da família botânica Myrtaceae, que produzem uma serrapilheira rica no nutriente cálcio, necessário à fabricação das conchas.

A análise de grupos taxonômicos (*cluster*) mostrou o domínio de isópodes (*Philoscia muscorum*, Isopoda) na borda (P0) junto com formigas (Hymenoptera), aranhas (Araneae) e gastrópodes (Stylommatophora) no interior (P1 e P2) de Mata Atlântica, em oposição a larvas de insetos no eucaliptal (PE) (Figura 10). A ocorrência dos grupos de invertebrados terrestres no eucaliptal pode indicar seu uso para forrageio, apenas com escorpião (Scorpiones, Buthidae) com predileção pelo eucaliptal.

Figura 10. Análise de *Cluster* das ordens de invertebrados terrestres coletados nas parcelas do fragmento nativo e no eucaliptal. Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023.

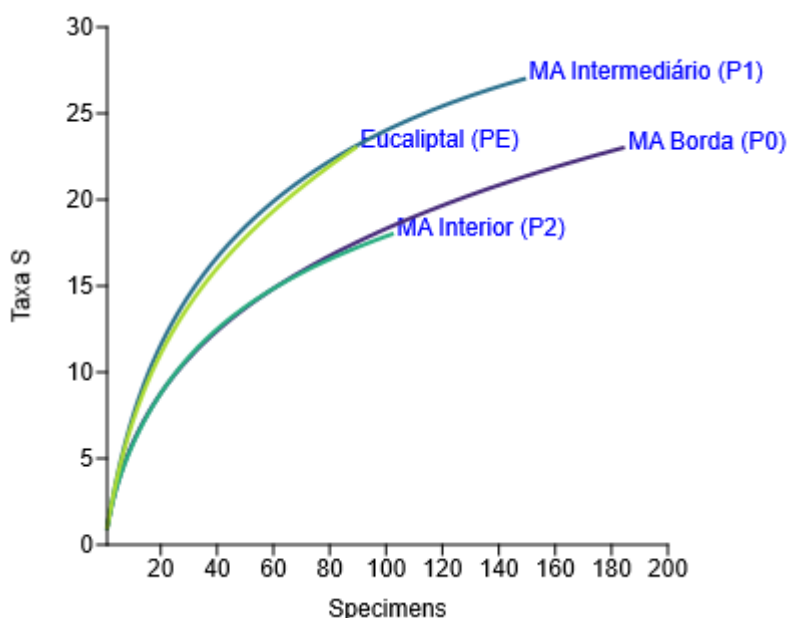


Fonte: autoral, 2023.

O impacto na dinâmica de decomposição natural pode reduzir nichos com consequente perda de densidade e até de biodiversidade em área nativa (Gonçalves *et al.*, 2012; Andrade *et al.*, 2020).

A curva de rarefação mostrou que a suficiência amostral foi alcançada para a borda (P0) e o ponto intermediário (P1) do fragmento nativo (Figura 11). Devido à densidade e à riqueza registradas nas parcelas em 12 meses, tanto as coletas mensais na borda (P0) quanto as trimestrais no ambiente intermediário (P1) do fragmento nativo foram suficientes para alcançar uma amostragem da diversidade ocorrente nestes pontos.

Figura 11. Curva de rarefação de suficiência amostral entre as áreas de coleta no fragmento florestal e no eucaliptal. Alagoínhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a outubro/2023.



Fonte: autoral, 2023.

A maior complexidade da vegetação nativa garante um piso florestal mais heterogêneo, contribuindo para a complexidade estrutural de nichos para exploração por uma maior diversidade e abundância de espécies (Maestri *et al.*, 2013).

O padrão sazonal pode interferir na interação planta-animal (dinâmica serrapilheira-invertebrados), onde variações de temperatura, umidade e também a profundidade da serrapilheira são fatores que favorecem a predominância destes organismos da mirmecofauna (Gontijo *et al.*, 2007). Outro fator importante é a presença de possíveis presas que servem de alimento para as formigas, pois possuem dieta variada, utilizando outros animais como fonte de proteína em sua dieta (Fowler *et al.*, 1991), a exemplo das miriápodes e grilos que são presas de formigas das subfamílias Ponerinae e

Myrmicinae (Feitosa *et al.*, 2008).

Com relação aos invertebrados encontrados no eucaliptal, apesar da baixa diversidade e abundância, foram encontrados organismos das subfamílias Dolichoderinae, Formicidae e Ponerinae, além das ordens Blattaria e Isopoda. Essa baixa ocorrência encontrada se deve à degradação ambiental ocasionada por plantios de eucalipto, que alteram o meio e ocasionam perturbações ambientais, impactando negativamente na biodiversidade (Baretta *et al.*, 2014). A baixa qualidade da serrapilheira também é um fator que contribui para uma menor abundância de invertebrados, isso ocorre pelo fato da monocultura apresentar baixa heterogeneidade vegetal, afetando a fauna edáfica/serrapilheira e a ciclagem de nutrientes (Pereira *et al.*, 2015).

Os grupos funcionais dos invertebrados terrestres estão apresentados nas tabelas 5 e 6, respectivamente para o fragmento nativo de Mata Atlântica e o eucaliptal.

Detritívoros (tatuzinhos) e predadores (formigas e aranhas) dominaram em relação aos demais grupos funcionais na borda (P0) do fragmento nativo de Mata Atlântica. No eucaliptal, os detritívoros, importantes para a decomposição da serrapilheira e a ciclagem de nutrientes para a rede trófica, não se destacaram pela abundância apesar de presentes como na Mata Atlântica. O balanço entre presas (detritívoros) e predadores (carnívoros) na floresta e no eucaliptal se deveu principalmente aos grupos de formigas (Hymenoptera) e aranhas (Araneae). Nessa abordagem de grupos funcionais, os organismos predadores das ordens Hymenoptera e Araneae tiveram destaque no controle biológico, principalmente das presas do tipo detritívoras, predominantes em ambas as áreas.

Para análise de grupos funcionais, pela sua importância ecológica, três ordens foram consideradas também ao nível taxonômico menor de família ou subfamília, a exemplo de Blattaria, com cupins (Isoptera) destacados pela abundância característica; Hymenoptera com as famílias Ponerinae, Formicidae e Myrmicinae; Stylommatophora com as famílias Achatinidae, Bradybaenidae, Scolopendridae e Japygidae, onde foram encontrados alguns espécimes. Esta estratégia dá valor a categorias menores com equivalência às ordens (Tabela 5 e 6).

No eucaliptal foram encontrados 6 grupos funcionais distintos, com organismos representados em apenas três ordens: Isopoda, Blattaria e Hymenoptera (Tabela 6).

Tabela 5. Grupos funcionais de invertebrados terrestres na serrapilheira (P0, P1 e P2) do fragmento nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023.

Ordem	Subordem Família Subfamília	Grupos Funcionais						
		Predador	Fitófago	Detritívoro	Saprófago	Coprófago	Parasita	Bioturbador
Isopoda	Philoscidae			X	X	X		
Blattaria	Blaberidae			X				X
	Isoptera			X				X
Thysanoptera	Thrips	X	X					
Hymenoptera	Formicidae	X	X					X
	Formicidae	X		X				X
	Ponerinae	X	X	X				X
	Dolichoderinae	X						X
	Ectatomminae	X	X					X
Araneae	Myrmicinae	X						X
	Araneae	X						
	Ctenidae	X						
	Dictynidae	X						
	Theraphosidae	X						
Opiliones	Phoneutria	X						
	Salticidae	X						
Opiliones		X						
Stylommatophora	Achatinidae			X				
	Bradybaenidae			X				
Orthoptera	Gryllidae		X					
Diplopoda	Spirostreptida		X	X	X			X

Fonte: autoral, 2023.

Tabela 6. Grupos funcionais de invertebrados terrestres no eucaliptal, Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023.

Ordem	Subordem Família Subfamília	Grupo funcional						
		Predador	Fitófago	Detritívoro	Saprófago	Coprófago	Parasita	Bioturbador
Isopoda	Philoscidae			X	X	X		
Blattaria	Blaberidae			X				X
Thysanoptera	Thrips	X	X					
Hymenoptera	Formicidae	X						
	Ponerinae	X	X	X				X
	Dolichoderinae	X						
Coleoptera		X	X	X	X	X		X
Diptera		X	X					
Orthoptera		X	X					
Mantodea		X						
Neuroptera	Myrmeleontidae	X						
Araneae	Araneae	X						
	Ctenidae	X						
	Salticidae	X						
Opiliones		X						
Scorpiones	Buthidae	X						
Stylommatophora	Bradybaenidae			X				
Spirostreptida			X	X	X			X
Chilopoda	Scolopendridae						X	
Entognatha	Diplura			X				

Fonte: autoral, 2023.

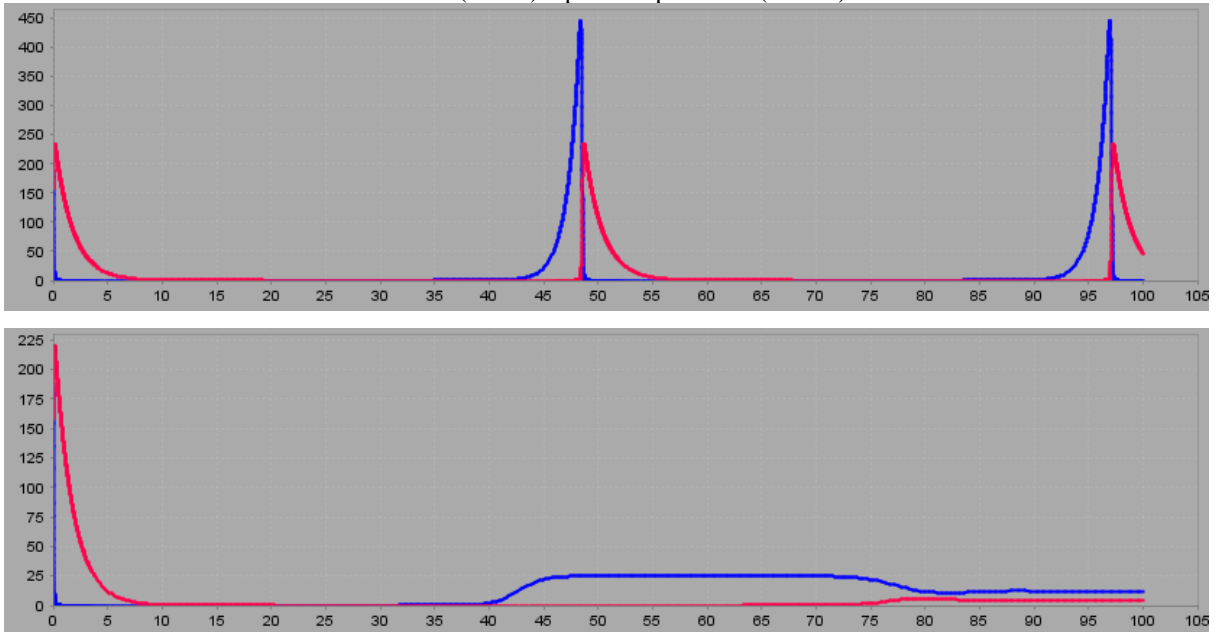
Além de predadoras, as formigas também desempenham importante papel como bioturbadores na pedogênese, principalmente as formigas de serrapilheira e de solo. Ao revolverem a serrapilheira e o solo, as formigas acumulam matéria vegetal residual como fonte de nutrientes e contribuem, assim, para a fertilização do solo, aumentam a porosidade e com isso a aeração e a permeabilidade do solo para o transporte de água até a rizosfera e a fauna edáfica (Gunadi; Verhoef, 1993; Offenberg *et al.*, 2019). O grupo dos bioturbadores incluem ainda cupins (Blattaria: Isoptera) e baratas (Blaberidae). Esses organismos são importantes, pois revolvem e transformam o solo, pelo transporte e ingestão, promovendo sua aeração, recirculação da matéria orgânica, aumentando a porosidade e a entrada de água., sendo considerados bioindicadores da qualidade edáfica (Brown *et al.*, 2015; Amazonas *et al.*, 2018).

As ordens Isopoda, Stylommatophora e Diplopoda são representantes dos organismos detritívoros que atuam na decomposição da matéria orgânica e, conseqüentemente, na regeneração da comunidade vegetal (Jordano; Bascompte; Olesen, 2003). A ação detritívora dos isópodes na ciclagem de nutrientes contribui para a restauração de ambientes degradados (Quadros, 2010).

A presença dos organismos no eucaliptal deve-se à capacidade de resiliência/tolerância desses grupos a ambientes degradados. Apesar dessa diversidade dos grupos, houve uma baixa densidade nas ordens taxonômicas provavelmente devido à alta predação pela falta de nichos para refúgio nas condições ambientais de estresse ocasionadas pelo manejo predatório dessa monocultura de eucalipto (Ferreira; Marques, 1998).

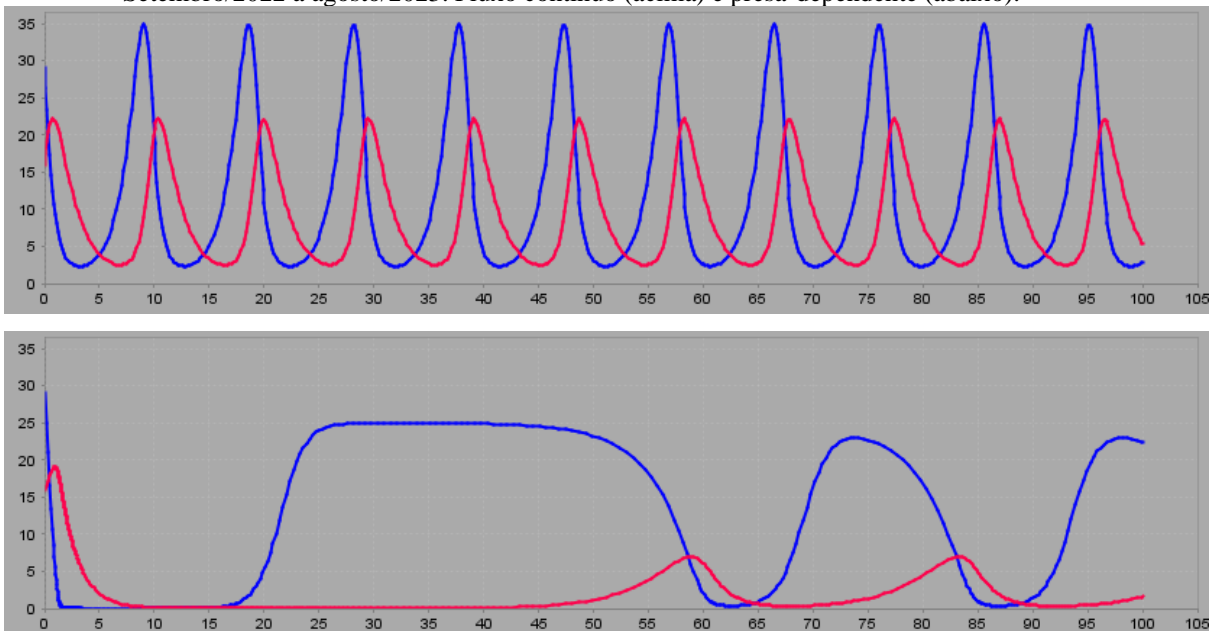
Em um cenário hipotético de simulação da relação predador-presa, há duas situações possíveis representadas com base nos dados de abundância de invertebrados capturados nas amostras de serrapilheira durante um ano. A simulação simples de Lotka-Volterra para a relação de 158 predadores e 187 presas mostrou a recuperação das presas em até 50 dias. No ambiente natural, esta situação pode representar o caos dada a complexidade de interações ecológicas possíveis mesmo no universo dos invertebrados terrestres associados à serrapilheira (Figura 12). Quanto maior o grupo de presas, menor é a pressão exercida pelos predadores e mais rápida será a recuperação das populações de invertebrados deste grupo funcional. No ambiente degradado do eucaliptal, a interação de 16 predadores e 29 presas, discreta pela baixíssima abundância, demandou apenas de 5-15 dias previstos para recuperação de sua comunidade se forem cessadas as fontes de estresse (Figura 13).

Figura 12. Simulação simples de Lotka-Volterra para a relação de 158 predadores e 187 presas entre invertebrados terrestres associados à serrapilheira no fragmento florestal nativo de Mata Atlântica na Fazenda Patioba em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. Fluxo contínuo (acima) e presa-dependente (abaixo).



Fonte: autoral, 2023.

Figura 13. Simulação simples de Lotka-Volterra para a relação de 16 predadores e 29 presas entre invertebrados terrestres associados à serrapilheira no eucaliptal em Alagoinhas, Bahia (Brasil). Setembro/2022 a agosto/2023. Fluxo contínuo (acima) e presa-dependente (abaixo).



Fonte: autoral, 2023.

5. CONCLUSÕES

A quantidade de serrapilheira acumulada na borda (P0) pode ser atribuída a uma menor atividade de decomposição em relação ao interior (P2) do fragmento florestal de Mata Atlântica. A quantidade de material vegetal aportado à serrapilheira no eucaliptal é menor do que na floresta e a espécie exótica segue uma fase de senescência diferente das espécies nativas da floresta.

Na relação serrapilheira-invertebrados terrestres, a ocorrência dos animais sofreu efeito sazonal da precipitação no eucaliptal como campo aberto exposto à maior irradiação e dessecação, sendo importante a serrapilheira como proteção dessa fauna.

A quantidade de material vegetal na serrapilheira do eucaliptal foi menor do que na floresta com a espécie exótica seguindo uma fase de senescência diferente das espécies nativas. Entre as frações constituintes da serrapilheira, predominou a foliar, como esperado no fragmento nativo e no eucaliptal, sendo a fração reprodutiva registrada no verão após a primavera apenas no fragmento nativo.

Em 12 meses foram capturados 524 invertebrados terrestres na serrapilheira das áreas de estudo. No fragmento nativo de Mata Atlântica foram 435 espécimes de 19 ordens e 33 famílias na serrapilheira entre os três ambientes da borda (P0) e do interior (P1 e P2). Já o eucaliptal teve 89 espécimes de 18 ordens e 22 famílias na serrapilheira do ambiente degradado do eucaliptal.

No fragmento florestal nativo, a borda (P0) do fragmento florestal apresentou o maior número de invertebrados, com 184 espécimes, onde a maior abundância foi representada pelos tatuzinhos-de-jardim *Philoscia muscorum*. Nas ordens com maior abundância, destacaram-se Isopoda, Blattodea e Hymenoptera, correspondentes a mais de 50% dos invertebrados terrestres.

Os maiores índices de diversidade e riqueza foram registrados para o ponto intermediário (P1) no interior do fragmento florestal, seguido do eucaliptal, onde as espécies foram representadas geralmente por 1 indivíduo cada, ao contrário de grupos numerosos na área nativa. Grupos de maior raridade e dependentes de maior complexidade ambiental foram encontrados no interior do fragmento nativo, enquanto áreas degradadas, como bordas e eucaliptal, costumam abrigar espécies visitantes de áreas adjacentes, haja vista o alto índice de riqueza, porém com a maioria das espécies com

ocorrência de apenas 1 indivíduo ao longo de 12 meses, em oposição a grupos numerosos de algumas espécies no fragmento nativo. A baixa abundância das ordens generalistas mais resilientes no eucaliptal favoreceu a equitatividade, gerando assim alto índice de diversidade, que não necessariamente indica maior qualidade ambiental e zoológica da área.

A análise de grupos taxonômicos (*cluster*) mostrou o domínio de isópodes (*Philoscia muscorum*, Isopoda) na borda junto com formigas (Hymenoptera), aranhas (Araneae) e gastrópodes (Stylommatophora) no interior do fragmento da Mata Atlântica, em contraposição a larvas de insetos no eucaliptal. A ocorrência dos grupos de invertebrados terrestres registrados no eucaliptal pode ser atribuída ao uso do eucaliptal para busca e captura de alimento, mas não foram registrados grupos com predileção pelo eucaliptal.

Os invertebrados terrestres capturados foram classificados em sete grupos funcionais: predador, fitófago, detritívoro, saprófago, coprófago, parasita e bioturbador. Detritívoros (tatuzinhos) e predadores (formigas e aranhas) dominaram em relação aos demais grupos funcionais na borda (P0) do fragmento nativo de Mata Atlântica. No eucaliptal foram encontrados sete grupos funcionais distintos, com organismos representados em apenas três ordens: Isopoda, Blattaria e Hymenoptera. A presença desses organismos nessa área, deve-se a capacidade de tolerância desses grupos a diversos ambientes. Os detritívoros, importantes para a decomposição da serrapilheira e a ciclagem de nutrientes para a rede trófica, apesar de presentes não se destacaram pela abundância como na Mata Atlântica.

O equilíbrio entre presas (detritívoros) e predadores (carnívoros) na floresta e no eucaliptal se deveu principalmente aos grupos de formigas (Hymenoptera) e aranhas (Araneae). Nessa abordagem de grupos funcionais, os organismos predadores das ordens Hymenoptera e Araneae tiveram destaque no controle biológico, principalmente das presas do tipo detritívoras, predominantes em ambas as áreas de estudo.

A simulação simples de Lotka-Volterra para a relação predador-presa mostra a recuperação das presas em até 50 dias. No ambiente natural, esta situação pode representar o caos dada a complexidade de interações ecológicas possíveis mesmo no universo dos invertebrados terrestres associados à serrapilheira. Em um ambiente degradado do eucaliptal, a interação predador-presa discreta pela baixíssima abundância demanda apenas 5-15 dias para recuperação de sua comunidade.

REFERÊNCIAS

ABAF, Associação Baiana das Empresas de Base Florestal. **Bahia Florestal 2023 – Ano Base 2022**. Disponível em: <https://www.abaf.org.br/bahia-florestal-2023-sintese-do-setor-florestal-baiano-dados-2022/> Acesso em: 29 out. 2023.

ABELHO, M.; MORETTI, M.; FRANÇA, J.; Callisto, M. Nutrient addition does not enhance leaf decomposition in a Southeastern Brazilian stream (Espinhaço mountain range). **Brasiliano Journal of Biology**, v. 70, p. 747-754, 2010.

ALONSO, J. M. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações. *In*: 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.

ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; HOLANDA, A. C. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 194-203, 2006.

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: 15 out. 2023

AMAZONAS, N. T.; VIANI, R. A. G.; REGO, M. G. A.; CAMARGO, F. F.; FUJIHARA, R. T.; VALSECHI, O. A. Soil macrofauna density and diversity across a chronosequence of tropical forest restoration in Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 3, p. 449-456, 2018.

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.

ANDRADE, A. M. D. D.; CARNEIRO, R. G.; LOPES JÚNIOR, J. M.; QUERINO, C. A. S.; MOURA, M. A. L. Dinâmica do aporte e decomposição de serapilheira e influência das variáveis meteorológicas em um fragmento de Mata Atlântica (floresta ombrófila) em Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 17, p. 1499-1517, 2020.

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de áreas degradadas em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa 27: 715-721, 2003.

AZEVEDO, J. V. S.; ROTT, L. A.; MAYOR, M. S.; VOGEL, H. L. M. Produção da serapilheira na borda e no interior de um fragmento de Floresta Estacional Subtropical na região do bioma Pampa, Rs. *In*: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2011. **Anais [...]** UNIPAMPA, 2011, v. 3, n. 2.

BANI, A.; PIOLI, S. VENTURA, M.; PANZACCHI, P.; BORRUSO, L.; TOGNETTI, R.; TONON, G.; BRUSETTI, L. The role of microbial community in the decomposition of leaf litter and deadwood. **Applied Soil Ecology**, v. 126, p. 75-84, 2018.

BARETTA, D.; BARTZ, M. L. C.; FACHINI, I.; ANSELMINI, R.; ZORTÉA, T.; BARETTA-MALUCHE, C. R. D. Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 871-879, 2014.

BARRETO, P. A. P.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; FONSECA, S. Atividade, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em uma sequência de idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 611– 619, 2014.

BATISH, D.; SINGH, H.; KOHLI, R.; KAUR, S. *Eucalyptus* essential oil as natural pesticide. **Forest Ecology and Management**, 256, 2166-2174, 2008.

BAUER, D.; SANTOS, E. L.; SCHMITT, J. L. Avaliação da decomposição de serapilheira em dois fragmentos de caatinga no sertão paraibano. **Revista de Pesquisas Botânica**, v. 69, n. 1, p. 307-318, 2016.

BENSUNSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. Ed. 1. Rio de Janeiro: Editora FGV, 176 p., 2006.

BRANCO, A. F. V. C.; LIMA, P. V. P. S.; MEDEIROS FILHO, E. S.; COSTA, B. M. G.; PEREIRA, T. P. Avaliação da perda da biodiversidade na Mata Atlântica. Santa Maria-RS. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1885-1909, 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Mata Atlântica. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/mata-atlantica>, 2022. Acesso em: 24 out. 2023.

BROWN, G. G. *et al.* (+18 coautores) **Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais**. In: PARRON, L. M. *et al.* (Ed.). Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. Brasília: Embrapa, cap. 10, p. 121-154, 2015.

BROWN, J. H. Mammals on Mountaintops: Nonequilibrium Insular Biogeography. **The American Naturalist**, v. 105, n. 945, p. 467-478, sep/oct, 1971.

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.

BURGIEL, S.; MUIR, A. **Invasive species, climate change and ecosystem-based adaptation: addressing multiple drivers of global change**. IUCN: International Union for Conservation of Nature. Global Invasive Species Programme (GISP), ZA. Disponível em: <https://policycommons.net/artifacts/1375221/invasive-species-climate-change-and-ecosystem-based-adaptation/1989482/> Acesso em: 15 dez. 2023.

- BUZZI, Z. J. **Entomologia didática**. 4a. ed. Curitiba: Ed. UFPR, 347 p., 2002.
- CAMARGO, J. L. C.; KAPOS, V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in Central Amazonian Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.11, p. 205-221, 1995.
- CARVALHO, C. J. B. de; RAFAEL, J. A.; COURI, M. S.; SILVA, V. C. Diptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Eds.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 701-743.
- CORREIA, M. E. F. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia Documentos**, n. 156, 33 p., 2002.
- COSTA, C. C. de A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D. de.; SILVA, P. C. M. da. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na flona de Açú-RN. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 259-265, 2010.
- CUNHA NETO, F. V.; LELES, P. S. S.; PEREIRA, M. G.; BELLUMATH, V. G. H.; CUNHA, A. A.; GUEDES, F.B. Mapeamentos para a conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas (Série Biodiversidade, 49). Brasília: MMA, 2013. 216 pp.
- DANTAS, J. A. S. **Diversidade em florística em fragmentos florestais no litoral norte da Bahia (Brasil)**. 2021. 80 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal - PPGBVeg) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado da Bahia, Alagoinhas, 2021.
- DANTAS, M. S.; ALMEIDA, N. V.; MEDEIROS, I. S.; SILVA, M. D. Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 2, n. 1, p. 87-97, 2017.
- EBLING, E. D.; REICHERT, J. M., PELÁEZ, J. J. Z., RODRIGUES, M. F., VALENTE, M. L., CAVALCANTE, R. B. L.; REGGIANI, P.; SRINIVASAN, R. Event-based hydrology and sedimentation in paired watersheds under commercial eucalyptus and grasslands in the Brazilian Pampa biome. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 9, n. 2, p. 180-194, 2021.
- EVANGELISTA, M.; ALMEIDA, G. S. S. Briófitas de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Fazenda Patioba, Alagoinhas, Bahia, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, n. 74, p. 325-336, 2020.
- FEITOSA, R.; BRANDÃO, C. R. F.; DINIZ, J. L. M. Revisionary studies on the enigmatic neotropical ant genus *Stegomyrmex* Emery, 1912 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae), with the description of two new species. **Journal of Hymenoptera Research**, v. 17, n. 1, p. 64–82, 2008.
- 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.

FERREIRA, D. H. A. A.; LELES, P. S. D. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. D.; PAULA, T. R.; COUTINHO, R. P.; SILVA, R. L. D. Crescimento e produção de eucalipto na região do Médio Paraíba do Sul, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1 - 9, 2017.

FOWLER, H. G.; FORTI, L. C. BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C. VASCONCELOS, H. L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. ed. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, p. 131-223, 1991.

FORMAN, RTT; GODRON, M. **Ecologia da Paisagem**. John Wiley and Sons Ltd., Nova York, 1986.

FORRESTER, D. I.; BAUHUS, J.; COWIE, A. L.; VANCLAY, J. K. Mixed-species plantations of *Eucalyptus* with nitrogen-fixing trees: a review. **Forest Ecology and Management**, v. 233, n. 2-3, p. 211-230, 2006.

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>.

FREITAS, S.; PENNY, N. D. Neuroptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 537-546.

FUJII, S.; BERG, M. P.; CORNELISSEN, J. H. C. Living litter: dynamic trait spectra predict fauna composition. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 35, n. 10, p. 886-896, 2020.

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 2012-2013. São Paulo, 61 p., 2018.

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.

GALINDO, V.; DE ALMEIDA, V. T. B. Silvicultura e seus impactos. **Guia Universitário de Informações Ambientais**, v. 2, n. 2, p. 39-40, 2021.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. Ciclagem de Nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 26, n. 2, p. 193-207, 2002.

GONÇALVES, J. R. J. F.; REZENDE, R. S.; MARTINS, N. M.; GREGORIO, R. S. Leaf breakdown in an Atlantic Rain Forest stream. **Austral Ecology**, v. 37, n. 7, p. 807-815, 2012.

GONTIJO, A. B.; CASTRO, F. S.; ESTEVES, F. A.; ROCHA, W. D.; RIBEIRO, S. P. Distribuição de espécies de formigas de serrapilheira (Hymenoptera: Formicidae) em resposta a heterogeneidade ambiental em diferentes escalas. **O Biológico**, São Paulo, v. 69, p. 293-296, 2007.

GROPPO, J. D.; SALEMI, L. F.; MORAIS, J. M.; TREVISAN, R.; SEGHESE, G. B. MARTINELLI, L. A. Capacidade de retenção de água do dossel vegetativo: comparação entre Mata Atlântica e plantação florestal de eucalipto. Santa Maria-RS. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 96-104, 2019.

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

GUNADI, B.; VERHOEF, H. A. The flow of nutrients in a *Pinus merkusii* forest plantation in Central Java: the contribution of soil animals. **European Journal of Soil Biology**, 29, 133-139, 1993.

GURGEL, V. A.; SANTOS, R. C. DE A. L.; SALOMON, K. R. Avaliações de impactos nas implantações do cultivo do eucalipto na mesorregião leste do estado de Alagoas. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 37, n. 1, 2020.

HADDAD, N. M. *et al.* Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's Ecosystems. **Science Advances**, v. 1, n. 2, p. 1-9, mar, 2015.

HOLANDA, A. C.; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; SANTOS, M. S. D., MELO, C. L. S. M. S. D.; PESSOA, M. M. D. L. Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, v. 34, p. 103-114, 2010.

IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores. *2021 Relatório Anual IBÁ*. São Paulo: Instituto Brasileiro de Economia (IBRE), Fundação Getúlio Vargas (FGV), 93 p., 2021. Disponível em: <https://twosides.org.br/wp-content/uploads/sites/15/2022/01/relatorioiba2021-compactado.pdf> Acesso em: 4 jun. 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Rio de Janeiro, v. 35, p. 1-8, 2022.

JEWELL, M. D.; SHIPLEY, B.; LOW-DÉCARIE, E.; TOBNER, C. M.; PAQUETTE, A.; MESSIER, C.; REICH, P. B. Partitioning the effect of composition and diversity of tree communities on leaf litter decomposition and soil respiration. **Oikos**, v. 126, n. 7, p. 959-971, 2017.

JORDANO, P.; BASCOMPTE, J.; OLESEN, J. M. Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. **Ecology letters**, v. 6, n. 1, p. 69-81, 2003.

KOLLMANN, J.; BUSCHOR, M. Edges effects on seed predation by rodents in deciduous forests of northern Switzerland. **Plant Ecology**, v. 164, p. 249-261, 2003.

LARANJEIRA, Maria. Estrutura espacial e processos ecológicos: o estudo da fragmentação dos habitats. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, v. 1, n. 1, p. 59-83, 2012.

LEMA, M., KEBE, S.; OPIO, R.; FENDERSON, C.; ADEFOPE, N. Evaluation of TRICAL-336 triticale, Maton rye and Kentucky-31 fescue as winter pasture for meat goats. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 30, n. 2, p. 89-104, 2007.

LIMA, L. G.; BARBOSA, J. L., DA SILVA SANTOS, J. R.; LIMA, E. N. O deserto verde cresce em Alagoas: uma análise crítica da expansão do eucalipto no estado. **Caderno de Geografia**, v. 30, n. 63, p. 1210-1210, 2020.

LIMA, N. L.; SILVA-NETO, C. de M.; CALIL, F. N.; SOUZA, K. R. de; MORAES, D. C. de. Acúmulo de serapilheira em quatro tipos de vegetação no estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 11, n. 22, p. 39-46, dez. 2015.

LIMA, W de P. Impacto ambiental do eucalipto. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 1996.

MACHADO, D. L. Indicadores da Dinâmica Sucessional em Fragmento de Mata Atlântica na Região do Médio Vale Paraíba do Sul, Pinheiral, RJ. (Dissertação). Seropédica: UFRRJ, 2011. MASON, C. F. Decomposition. **Temas de Biologia**, v.18. São Paulo: EPU, 64 p., 1980.

MAESTRI, R.; LEITE, M. A. S.; SCHMITT, L. Z.; RESTELLO, R. Efeito de mata nativa e bosque de eucalipto sobre a riqueza de artrópodos na serrapilheira. Erechim, **Perspectiva**, v. 37, n. 31-40, 2013.

MARGIDA, M. G.; LASHERMES, G.; MOORHEAD, D. L. Estimating relative cellulolytic and ligninolytic enzyme activities as functions of lignin and cellulose content in decomposing plant litter. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 141, p. 107689, 2020.

MENEZES, C. E. G; CORREIRA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BATISTA, I.; RODRIGUES, K. M.; COUTO, W. H.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, I. P. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1647-1656, 2009.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 555-564, 2005.

MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A.; ZUCCHI, R. A. Espécies de Thrips (Thysanoptera: Thripidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 61-63, 2001.

MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A. Thysanoptera Haliday, 1836. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, p. 408-422, 2012.

MORAES, R. M. **Ciclagem de nutrientes na floresta do PEFI: produção e decomposição da serrapilheira.** In **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo.** (D. Bicudo, M. Forti & C. Bicudo, eds). Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, p.133-142, 2002.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, p. 58-62, 1995.

MEIRELLES, D. *et al.* **H₂O para celulose x água para todas as línguas: o conflito ambiental no entorno da Aracruz Celulose SA-Espírito Santo.** 4a. ed. Conceição da Barra Editora Fase, 92 p., 2006.

NETO, T. A. C.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 70–75, dez/jan 2001.

NEVES, U. S. **Terrestrial invertebrates associated with litter from the Atlantic Forest in Bahia (Brazil).** Dissertation (Modeling and Simulation of Biosystems) at Universidade do Estado da Bahia, 65 p., 2023.

OFFENBERG, J.; NIELSEN, J.S.; DAMGAARD, C.; SANTOS, G. M.; OFFENBERG, J. Wood Ant (*Formica polyctena*) Services and Disservices in a Danish Apple Plantation. **Sociobiology**, 66(2), 247-256, 2019

PÁDUA, C. B. V.; CHIARAVALLI, R. M. Silvicultura e biodiversidade. Rio do Sul, SC. APREMAVI, **Cadernos do Diálogo**, v. 4, 2012. Disponível em: <https://dialogoflorestal.org.br/wpcontent/uploads/2018/05/cadernos-do-dialogo4-silvicultura-e-biodiversidade.pdf> Acesso em: 5 fev. 2023.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2015.

PAUDEL, E.; DOSSA, G. G.; XU, J.; HARRISON, R. D. Litterfall and nutrient return along a disturbance gradient in a tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, v. 353, p. 97-106, 2015.

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, p. 1317-1327, 2013.

PEREIRA, J. M.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Fauna edáfica em florestas com Araucária. In: CARDOSO, E. J. B. N.; VASCONCELLOS, R. L. F. Floresta com Araucária – composição florística e biota do solo. Piracicaba. FEALQ, p. 153-180. agosto de 2015.

PINTO, S. I. DO C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F. D.; DIAS, H. C. T. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na Reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p. 545-556, 2008.

PORTELA, R. DE C. Q.; SANTOS, F. A. M. DOS. Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 2, p. 271-280, abr. 2007.

QUADROS, A. F. Os isópodos terrestres são boas ferramentas para monitorar e restaurar áreas impactadas por metais pesados no Brasil? **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 569-583, 2010.

RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n.6, p. 1141-1153, 2009.

SÁ, J. G. B. DE. **Litter production and action of functional groups of terrestrial invertebrates in a native fragment of the Atlantic Forest in Bahia (Brazil)**. Dissertation (Modeling and Simulation of Biosystems), Bahia State University, 55 p., 2023.

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

SANTANA, L. D., PRADO-JUNIOR, J. A., RIBEIRO, J. H. C., RIBEIRO, M. A. S., PEREIRA, K. M. G., ANTUNES, K., VAN DEN BERG, E. (2021). Edge effects in forest patches surrounded by native grassland are also dependent on patch size and shape. **Forest Ecology and Management**, v. 482, p. 118842, 2021.

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, n. 30, p. 174-185, 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.

SCORIZA, R. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Influence of precipitation and air temperature in production of litterfall in stretch of seasonal forest. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 687-695, 2014.

SILVA, M. A. M. Efeito de borda na estrutura e na dinâmica espaço-temporal de um fragmento de Mata Atlântica no Nordeste brasileiro. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife/PE, 48 p., 2010.

SILVA, M. C.; TEODORO, G. S.; BRAGION, E. F. A.; VAN DEN BERG, E. How do

soil and fire control aboveground biomass in natural forest patches? **Forest Ecology and Management**, v. 451, p. 117518, 2019.

DA SILVA, L. F.; BATAZZA, A.; DE SOUZA, N. F.; SOUZA, N. F. D.; ROCHA, N. S. Impactos das ações antrópicas aos Biomas do Brasil: Artigo de revisão. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 4, n. 1, 2021.

SILVA, S. A. DA. **Contribution of tree species to litter production and in the action of terrestrial invertebrates in the Atlantic Forest of Bahia (Brazil)**. Dissertation (Modeling and Simulation of Biosystems), Bahia State University, 55 p., 2023.

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, n. 1, p. 132-138, 2005.

THOMAS, W. W.; CARVALHO, A. M. V. DE; AMORIM, A. M. A.; GARRISON, J.; ARBELAEZ, A. L. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, n. 3, p. 311–322, 1998.

TAVARES, A. M; GARCIA, M. V. B. Tripes do guaranazeiro: *Liothrips adisi* zur Strassen, 1977 (Thysanoptera: Phlaeothripidae, Phlaeothripinae). Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. 47pp.

VITAL, M. H. F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, 2007. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/924/4/RB%2028_final_A.pdf Acesso em: 29 out. 2023.

WEATHER SPARK, 2022, 2023. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/31067/Clima-caracter%3%ADstico-em-Alagoinhas-Brasil-durante-o-ano#Sections-Precipitation> Acesso em: 15 abr. 2023.

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.