

JULIA DA SILVA MACHADO

**FAUNA DO SOLO E DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA EM FRAGMENTOS
DE FLORESTA ALTO-MONTANA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência do Solo.

Orientador: Dr. Osmar Klauberg Filho

LAGES, SC

2020

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Machado, Julia

Fauna do solo e decomposição da serrapilheira em fragmentos
de floresta Alto-Montana / Julia Machado. -- 2020.
78 p.

Orientador: Osmar Klauberg Filho

Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação
em Ciência do Solo, Lages, 2020.

1. Fauna edáfica. 2. Qualidade da serrapilheira. 3.
Decomposição. I. Klauberg Filho, Osmar . II. Universidade do
Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. III. Título.

JULIA DA SILVA MACHADO

**FAUNA DO SOLO E DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA EM FRAGMENTOS
DE FLORESTA ALTO-MONTANA**

Tese apresentada ao curso de Pós Graduação em Ciência do Solo do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciência do Solo.

Banca Examinadora:

Orientador/Presidente:

Dr. Osmar Klauberg Filho
UDESC Lages, Brasil.

Membro externo:

Dr. Julia Carina Niemeyer
UFSC Curitiba, Brasil.

Membro externo:

Dr. José Paulo Filipe Afonso de Sousa
Universidade de Coimbra, Portugal.

Membro interno:

Dra. Polliana D'angelo Rios
UDESC Lages, Brasil

Membro interno:

Dr. Dennis Goss de Souza
UDESC Lages, Brasil.

Membro interno (suplente):

Dr. Dilmar Baretta
UDESC Oeste, Brasil

Lages, 17 de fevereiro de 2020.

A minha mãe Joana, por ter aceitado a difícil missão de me acompanhar nessa vida.

AGRADECIMENTOS

A meus pais por seu amor incondicional, paciência inesgotável e por suas presenças em todos os momentos dessa jornada.

A minha mentora e mãe, Maria de Lourdes, e a toda a sua equipe, pelos cuidados dispendidos a mim e minha família.

Ao prof. Dr. Osmar Klauberg Filho, por ter me recebido de coração como sua orientada, por mais trabalho e problemas que isso pudesse lhe ocasionar. Agradeço todos os ensinamentos e momentos de pura humanidade.

Ao prof. Dr. Julio Cesar Pires Santos, por ter me dado a oportunidade de iniciar o doutorado, e por não ter permitido que eu desistisse nos momentos de fraqueza. Agradeço ainda pela concessão de sua área para o estudo.

Ao prof. Dr. Dennis Goss, por ter aceitado me ajudar quando estava mais desesperada com o projeto e por sempre dizer verdades necessárias de se ouvir.

A prof. Dr^a. Polliana D'angelo Rios, pela receptividade e parceria para a realização de um número infinito de análises e por todo o conhecimento compartilhado.

A Dr^a. Mireli Pitz, em nome da empresa Klabin, pela parceria neste trabalho, com a concessão da RPPN no Complexo da Farofa e pela disponibilidade de carros para as coletas frequentes.

A minha psicóloga Estela Maris C. Bernardelli, por ter me ajudado a manter a saúde mental.

A todos os colegas e amigos do Lab. de Ecologia do Solo, em especial a Daniela Tomazelli, Douglas Alexandre, Rafaela Peron, Elston Kraft, Camila Casaril, Mayara Carneiro e Pâmela Niederauer, sem os quais eu não teria realizado a proeza de finalizar esse doutorado. Muito obrigada pelas idas a campo, pela força tarefa na realização de análises, pelas risadas em momentos tensos, pela companhia no almoço e por todo o suporte de sempre.

Um agradecimento especial, a amiga Gilvani Mallmann, por ter sido parceira nas felicidades e angústias de ser uma doutoranda, e pela sensatez (quase sempre) com a qual me trazia para a realidade. Obrigada por me ouvir sempre, mesmo que eu não estivesse fazendo sentido.

A Gabriele Campos, a melhor bolsista que eu poderia ter, obrigada por todo o empenho no trabalho, por todos os perrengues enfrentados e por ter sido corajosa a ponto de estar comigo na minha primeira viagem dirigindo. Você é excepcional!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade do Estado de Santa Catarina, pela oportunidade do doutorado e a CAPES/UEDESC pelo apoio financeiro e disponibilização da bolsa de doutorado.

E a todas as outras pessoas, que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste doutorado, e que por ventura eu tenha esquecido de citar.

Muitíssimo Obrigada!

RESUMO

Machado, Julia da Silva. **Composição da serrapilheira e suas relações com a diversidade da fauna edáfica em floresta alto-montana**. 2020. 64 p. Tese de Doutorado em Ciência do Solo. Área: Biologia do Solo. Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2020

A decomposição da serrapilheira é influenciada principalmente pela qualidade do material vegetal, fatores edafoclimáticos e por organismos decompositores. Em florestas, estudos sobre a decomposição de resíduos que considerem esses fatores são escassos e de grande importância no contexto do manejo e da preservação florestal. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar as relações entre a diversidade florística da serrapilheira e a diversidade das comunidades da fauna do solo e da serrapilheira. Os experimentos foram desenvolvidos em dois cenários de florestas Ombrófila Mista Alto-Montana, localizadas nos municípios de Urubici e Urupema, no Planalto Serrano Catarinense. Em cada área foram estabelecidas cinco parcelas de 20×15m, onde foram conduzidos experimentos com os seguintes objetivos: 1) Caracterizar a diversidade da fauna do solo e da serrapilheira, e sua relação com a composição da serrapilheira e com propriedades do solo; 2) Avaliar a taxa de decomposição da serrapilheira original e 3) Verificar a existência da *home-field advantage*, com a mensuração da taxa de decomposição das espécies fora seus ambientes locais. Para a caracterização da fauna do solo, foram utilizados os métodos *Tropical Soil Biology and Fertility* (TSBF), armadilhas de queda (*Pitfall traps*) e amostras indeformadas de solo para os colêmbolos. Já para a fauna da serrapilheira, foram utilizados os métodos de catação manual e extração por funis de Berlese. Os organismos coletados foram identificados até o maior nível taxonômico possível. Para avaliação da atividade decompositora, foi utilizada a técnica de bolsas de decomposição (*litterbags*). Em relação aos resultados obtidos para fauna da serrapilheira, a comunidade variou entre os cenários. Urubici apresentou riqueza de 19 grupos, enquanto Urupema apresentou riqueza de 17 grupos. Através dos resultados da fauna da serrapilheira, foram calculados os índices de diversidade de Shannon, dominância de Simpson e equitabilidade para ambos os cenários, onde, Urubici apresentou 1,50, 0,55 e 0,51 e Urupema 1,24, 0,49 e 0,44 respectivamente. Para a estrutura da comunidade do solo, Urubici apresentou riqueza de 18 grupos e Urupema de 21 grupos. Urubici apresentou 2,13 para diversidade de Shannon, 0,83 para dominância Simpson e 0,74 para equitabilidade, enquanto Urupema apresentou 2,24 para Shannon, 0,84 para Simpson e 0,74 para equitabilidade. Para a taxa de decomposição, as espécies *Ilex paraguariensis* e *Drimys angustifolia* usadas no cenário de Urupema, obtiveram constantes de decomposição 0,0033 g g⁻¹ dia e 0,0025 g g⁻¹ dia⁻¹ respectivamente; enquanto em Urubici, a espécie *Araucaria angustifolia* obteve 0,0028 g g⁻¹ dia⁻¹ e *Drimys angustifolia* obteve 0,0031 g g⁻¹ dia⁻¹. Para a *home-feld advantage*, a espécie *Ilex paraguariensis* obteve uma constante de 0,0027 g g⁻¹ dia⁻¹ em Urubici, enquanto *Araucaria angustifolia* obteve 0,0023 g g⁻¹ dia⁻¹, com os cálculos não comprovando a existência de uma vantagem de campo. Os dados obtidos demonstraram áreas com alto índice de diversidade, tanto para fauna da serrapilheira quanto para fauna edáfica. Enquanto os resultados da taxa de decomposição indicaram diferenças entre as espécies utilizadas. Já a hipótese de *home-field advantage* testada nesta tese, foi refutada.

Palavras-chave: Fauna. Qualidade de serrapilheira. Decomposição. *Home-field Advantage*.

ABSTRACT

MACHADO, Julia da Silva. **Litter composition and its relationship with the diversity of edaphic fauna in High-montane Forest**. 2020. 64 p. PhD Thesis in Soil Science. Area: Soil Biology. Santa Catarina State University – Agroveterinary Sciences Center, Lages, 2020.

The litter decomposition is mainly influenced by the quality of the litter, edaphoclimatic factors and by decomposing organisms. In forests, studies about the litter decomposition that consider these factors are scarce and very important in the context of forest management and preservation. Thus, the aim is to study the relationship between the floristic diversity of the litter and the diversity of the soil and litter fauna communities. The experiments were conducted in two scenarios of Alto-montana Ombrophilous Mixed Forest, located in Urubici and Urupema, in the state of Santa Catarina. In each area, five 20×15 m plots were established, where experiments were conducted with the following objectives: 1) To characterize the diversity of soil and litter fauna, and their relationship with litter composition and soil properties; 2) Evaluate the decomposition rate of the original litter and 3) Verify the existence of the home-field advantage, with the measurement of the species decomposition rate outside their locations. For the characterization of soil fauna, the Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), Pitfall traps and undisturbed soil samples for the Collembola were used. For the litter fauna, methods of manual picking and extraction by Berlese funnels were used. For the litter fauna, methods of manual collection and extraction by Berlese funnels were used. The collected organisms were identified to the highest possible taxonomic level. To evaluate the decomposing activity, the litterbag technique was used. As for the results obtained for fauna of the litter, the community varied between the scenarios. Urubici presented richness of 19 groups, while Urupema presented richness of 17 groups. Through the results of the litter fauna, the Shannon diversity, Simpson dominance and equitability indices were calculated for both scenarios, where Urubici presented 1.50, 0.55 and 0.51 and Urupema 1.24, 0.49 and 0.44, respectively. For the structure of the soil fauna, Urubici presented a richness of 18 groups and Urupema of 21 groups. Urubici presented 2.13 for Shannon diversity, 0.83 for Simpson dominance and 0.74 for equitability, while Urupema presented 2.24 for Shannon, 0.84 for Simpson and 0.74 for equitability. For the decomposition rate, the species *Ilex paraguariensis* and *Drimys angustifolia*, used in the Urupema scenario, obtained decomposition constants $0.0033 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$ and $0.0025 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$ respectively; while in Urubici, *Araucaria angustifolia* obtained $0.0028 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$ and *Drimys angustifolia* obtained $0.0031 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$. For home-field advantage, the species *Ilex paraguariensis* obtained a constant of $0.0027 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$ in Urubici, while *Araucaria angustifolia* obtained $0.0023 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$, with the calculations not proving the existence of a field advantage. The data obtained showed areas with a high diversity index, both for litter and edaphic fauna. While the results of the decomposition rate indicated differences between the species used. The hypothesis of home-field advantage tested in this thesis has been refuted.

Keywords: Fauna. Litter quality. Decomposition. Home-field Advantage.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 - Esquema amostral e distribuição das parcelas no fragmento de Urupema (A) e Urubici (B).....	31
Figura 2 - Distribuição dos pontos de coleta nas parcelas.....	31
Figura 3 – Abundância relativa dos grupos da fauna da serrapilheira, encontrados nos cenários de Urupema (URP) e Urubici (URB).	35
Figura 4 - Diagrama de Venn dos grupos da fauna da serrapilheira em Urupema e Urubici...	35
Figura 5 – Abundância relativa dos grupos da fauna edáfica, encontrados nos cenários de Urupema (URP) e Urubici (URB).	38
Figura 6 -Diagrama de Venn dos grupos da fauna edáfica em Urupema e Urubici.....	39

CAPÍTULO II

Figura 7 - Litterbags utilizados para avaliação da (A) taxa de decomposição e (B) home-field advantage.	54
Figura 8 - Esquema amostral da distribuição dos litterbags da taxa de decomposição e home-field a campo em cada parcela.....	55
Figura 9 – Relação entre as curvas de decomposição das espécies (massa remanescente) e as condições climáticas (Temperatura e Precipitação) do cenário de Urupema.	58
Figura 10 - Relação entre as curvas de decomposição das espécies (massa remanescente) e as condições climáticas (Temperatura e Precipitação) do cenário de Urubici.....	59
Figura 11 - Relação entre as curvas de decomposição das espécies (massa remanescente) e as condições de temperatura dos cenários.	63
Figura 12 - Abundância média dos grupos da fauna encontrados nos litterbags das espécies <i>Araucaria angustifolia</i> e <i>Ilex paraguariensis</i> , cenários de Urupema e Urubici.	64

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Índices de diversidade da fauna da serrapilheira para os cenários de Urupema e Urubici.....	34
Tabela 2 - PERMANOVA para a fauna da serrapilheira, com base no coeficiente de Bray-Curtis para os dados transformados de abundância.	36
Tabela 3 - Contribuição dos grupos taxonômicos para a dissimilaridade dos cenários por análise SIMPER.....	36
Tabela 4 - Correlação de Spearman entre abundância média de grupos e os atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo, e atributos químicos da serrapilheira, no cenário de Urupema.	37
Tabela 5 - Índices de diversidade da fauna edáfica para os três métodos de coleta, nos cenários de Urupema e Urubici.....	38
Tabela 6 - PERMANOVA da fauna edáfica com base no coeficiente de Bray-Curtis para os dados transformados de abundância média.	39
Tabela 7 - Contribuição dos grupos taxonômicos da fauna edáfica para a dissimilaridade dos cenários por análise SIMPER.	40
Tabela 8 - Correlação de Spearman entre abundância média de grupos da fauna edáfica e os atributos químicos, físicos e biológicos do solo e químicos da serrapilheira.....	41

CAPÍTULO II

Tabela 9 – Estimativa dos parâmetros (a,k) da equação de decomposição para as espécies estudadas em cada cenário.....	60
Tabela 10 – Conteúdo de nutrientes (mg g ⁻¹) remanescente após cada período de decomposição das espécies <i>Drimys angustifolia</i> e <i>Ilex paraguariensis</i> no cenário de Urupema.	60
Tabela 11 - Conteúdo de nutrientes (mg g ⁻¹) remanescente após cada período de decomposição das espécies no cenário de Urubici.....	61
Tabela 12 - Estimativa dos parâmetros (a,k) da equação de decomposição para as espécies trocadas de seu ambiente original.....	62
Tabela 13 - Valores dos cálculos para a Home-field Advantage, nos cenários de Urubici e Urupema.	62

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL	19
	REFERÊNCIAS	22
2.	DIVERSIDADE DA FAUNA E A COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DA SERRAPILHEIRA EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTO-MONTANA	25
	RESUMO.....	25
	ABSTRACT	27
2.1	INTRODUÇÃO.....	29
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	30
2.2.1	Caracterização das áreas e amostragem.....	30
2.2.2	Análises das propriedades do solo e serrapilheira.....	32
2.2.3	Triagem e identificação da fauna do solo e da serrapilheira	33
2.2.4	Análise dos dados.....	33
2.3	RESULTADOS	34
2.3.1	Compartimento serrapilheira.....	34
2.3.1.1	Ocorrência e distribuição de grupos da fauna da serrapilheira nos cenários de floresta	34
2.3.1.2	Influência dos cenários e dos atributos da serrapilheira na estrutura da comunidade da fauna.....	36
2.3.2	Compartimento solo	38
2.3.2.1	Ocorrência e distribuição de grupos da fauna edáfica nos cenários de floresta ..	38
2.4	DISCUSSÃO	41
2.5	CONCLUSÃO.....	44
	REFERÊNCIAS	44
3.	DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA DE <i>Drimys angustifolia</i>, <i>Araucaria angustifolia</i> E <i>Ilex paraguariensis</i>	49
	RESUMO.....	49
	ABSTRACT	51
3.1	INTRODUÇÃO.....	53
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	54
3.2.1	Preparo do material vegetal e instalação de <i>litterbags</i>	54
3.2.3	Análises do material vegetal e fauna dos <i>litterbags</i>	55
3.2.4	Análises dos dados	56
3.3	RESULTADOS	57
3.3.1	Taxa de decomposição nos cenários de Urupema e Urubici.....	57

3.3.2	<i>Home-field Advantage</i> nos cenários de Urupema e Urubici	61
3.4	DISCUSSÃO	65
3.5	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICES	73

1. INTRODUÇÃO GERAL

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), também conhecida como mata de Araucária, se distribui no Planalto Meridional e apresenta disjunções florísticas nas Serras do Mar e Mantiqueira (IBGE, 2012), com sua composição florística caracterizada principalmente pela presença de gêneros primitivos como *Drymis*, *Araucaria* e *Podocarpus*. Ao todo, quatro formações da FOM podem ser identificadas, de acordo com a altitude e a proximidade do curso de água: Aluvial, em terraços associados a rede hidrográfica; Submontana, em altitudes inferiores a 400 m; Montana, situada entre 400 e 1000 m de altitude e Alto-montana, com altitudes superiores a 1000 m (IBGE, 2012).

As FOM Alto-montanas são também chamadas de florestas nebulares devido à presença constante de nuvens encobrindo a vegetação, influenciando a atmosfera pela elevada umidade relativa do ar e menor radiação solar. Possui sua maior ocorrência nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, mas fragmentos podem ser encontrados nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (IBGE, 2012).

A baixa temperatura somada a elevada altitude nestas florestas, induzem mudanças na estrutura da comunidade vegetal, associadas a redução na estatura da floresta, incremento na densidade de indivíduos, com elevada biomassa de briófitas e pteridófitas, e menor riqueza de espécies arbóreas (HIGUCHI et al., 2013). Essas especificidades somadas à predominância de solos pouco profundos, exprime um ambiente ecologicamente seletivo, onde, as taxas de decomposição da serrapilheira e de ciclagem de nutrientes tendem a ser menores. A lenta decomposição é responsável pelo maior acúmulo de matéria orgânica nesses ambientes, indicando altos potenciais de fixação de carbono e retenção hídrica (SCHEER; MOCOCHINSKI, 2009).

O acúmulo de serrapilheira, resulta em uma série de benefícios físicos, químicos e biológicos à qualidade do solo de florestas. É a principal fonte de resíduos orgânicos utilizados nos processos de formação da matéria orgânica do solo, servindo de fonte de alimento e habitat para uma infinidade de organismos. Os processos de decomposição da serrapilheira e ciclagem de nutrientes nesses ambientes são mediados por organismos da fauna edáfica, que encontram condições ideais de temperatura e umidade. Estudos já constataram que a presença de meso e macrofauna pode aumentar de 8,4% a 13% a decomposição da serrapilheira de florestas (LIN et al., 2019; PEÑA-PEÑA; IRMLER, 2016). Além disso, espécies de grupos específicos como Isoptera, podem ser responsáveis pelo consumo de até 1,71% do total de serrapilheira e galhos produzidos em uma área (BARCA et al., 2018).

Os organismos da fauna edáfica têm importância reconhecida pelos benefícios prestados ao solo, tais como: fragmentação da serrapilheira e digestão de compostos recalcitrantes, facilitando o ataque microbiano; translocação de matéria orgânica, nutrientes e micro-organismos pelo perfil do solo; melhoria de características do solo como porosidade e agregação, pela movimentação, criação de galerias e deposição de excrementos; além de seu uso como indicadores da qualidade do solo (BARETTA et al., 2014; CORTET et al., 2018; CULLINEY, 2013; MA et al., 2019; MAASS et al., 2015; WOLTERS, 2001; YANG et al., 2012). Porém, mudanças nos seus habitats naturais, através de alterações na dinâmica da paisagem, no uso do solo e na composição da vegetação, podem influenciar fortemente a estrutura da comunidade da fauna, afetando assim as funções prestadas por ela ao ecossistema (BARTZ et al., 2014; MACHADO et al., 2019; PONGE et al., 2013; VAN CAPELLE; SCHRADER; BRUNOTTE, 2012).

Sabe-se que a Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina mantém apenas 26% da sua cobertura original, distribuída em fragmentos com menos de 50 ha (VIBRANS et al., 2013), tendo sofrido alterações antrópicas, como o corte seletivo de Araucária e o pastoreio no interior da floresta. Essas alterações nas composições florísticas e estruturais dos fragmentos, podem ser notadas mesmo após décadas de sucessão (LIEBSCH et al., 2016). A adaptação de organismos da fauna edáfica a estes fragmentos, vai além das condições de temperatura e umidade proporcionados por ambientes alto-montanos; está ligada diretamente às características das espécies vegetais que compõem a serrapilheira. Dessa adaptação local decorre a execução de funções nesse ecossistema. Porém, alguns autores relatam que existe ainda um outro fator ecológico relevante para a manutenção da decomposição da serrapilheira, chamado de “*Home-field Advantage*” (HFA) (AYRES et al., 2009; GERGÓCS; HUFNAGEL, 2016; GHOLZ et al., 2000). De acordo com esses autores, a HFA resulta da adaptação local das comunidades edáficas, para decompor a serrapilheira produzida pelas espécies de plantas situadas diretamente acima dela, resultando assim, em acesso rápido a energia e aos nutrientes contidos na serrapilheira. Essa vantagem competitiva leva à seleção de espécies localmente, fazendo com que a estrutura das comunidades do solo varie de acordo com as espécies de plantas (CORTET et al., 2018; KORBOULEWSKY et al., 2016).

Conservar os fragmentos de FOM Alto-montanas no sul do Brasil é de extrema importância, principalmente por apresentarem alto endemismo e pelos serviços prestados na manutenção da qualidade e quantidade de água (GOMES et al., 2006; MARCON et al., 2014), já que abrigam nascentes de rios. Estudar suas características edáficas e de serrapilheira é essencial para uma melhor compreensão dos processos que regulam esse ecossistema, além de

ser uma premissa fundamental para gerar subsídios para planos de conservação e de recuperação de áreas impactadas pelo homem, ou mesmo para o uso sustentável dos recursos florestais nativos. Poucas informações são encontradas na literatura relacionando a fauna edáfica e da serrapilheira a ambientes Alto-Montanos e mais escassos ainda são trabalhos voltados a estudar o processo de decomposição nesses ambientes. Esperando lançar uma luz sobre esses aspectos ainda desconhecidos e poder colaborar com a construção de estratégias de conservação da diversidade biológica e da qualidade ambiental, foram traçadas as seguintes hipóteses:

- I. As características do solo e da serrapilheira condicionam a diversidade da macro e mesofauna edáfica;
- II. A composição bioquímica da serrapilheira afeta a dinâmica da decomposição, sendo essa função modulada por fatores climáticos;
- III. A decomposição da serrapilheira fora de seu ambiente original será mais lenta, devido à falta de organismos adaptados às suas características (*Home-field Advantage hypothesis*).

Para comprová-las ou refutá-las, esta tese teve como objetivo estudar as relações entre a diversidade florística da serrapilheira e a diversidade das comunidades da fauna edáfica, em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Alto-montana, em Santa Catarina, sul do Brasil. Para isto, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- I. Caracterizar a abundância e a diversidade da macro e mesofauna da serrapilheira e do solo e suas relações com a composição bioquímica da serrapilheira e com as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo;
- II. Avaliar a dinâmica da atividade decompositora da serrapilheira;
- III. Verificar se há alteração na decomposição quando a serrapilheira é transposta do seu local de origem (*Home-field Advantage hypothesis*).

REFERÊNCIAS

- AYRES, E. et al. Soil biota accelerate decomposition in high-elevation forests by specializing in the breakdown of litter produced by the plant species above them. **Journal of Ecology**, v. 97, n. 5, p. 901–912, 2009.
- BARCA, R. R. B.; LUCENA, E. F.; VASCONCELLOS, A. Nest population structure and wood litter consumption by *microcerotermes indistinctus* (Isoptera) in a seasonally dry tropical forest, northeastern Brazil. **Insects**, v. 9, n. 3, 2018.
- BARETTA, D. et al. Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5, p. 871–879, 2014.
- BARTZ, M. L. C. et al. The influence of land use systems on soil and surface litter fauna in the western region of Santa Catarina. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 880–887, 2014.
- CORTET, J. et al. Soil Fauna: Determinants of Community Structure and Impacts on Soil Functioning. **Soils as a Key Component of the Critical Zone 6: Ecology**, p. 105–123, 2018.
- CULLINEY, T. Role of Arthropods in Maintaining Soil Fertility. **Agriculture**, v. 3, n. 4, p. 629–659, 25 set. 2013.
- GERGÓCS, V.; HUFNAGEL, L. The effect of microarthropods on litter decomposition depends on litter quality. **European Journal of Soil Biology**, v. 75, p. 24–30, 2016.
- GHOLZ, H. L. et al. Long-term dynamics of pine and hardwood litter in contrasting environments: toward a global model of decomposition. **Global Biochemical Cycles**, v. 6, p. 751–765, 2000.
- GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F.; SPADOTTO, C. Classificação das áreas de recarga do sistema Aquífero Guarani no Brasil em domínios pedomorfoagroclimáticos – subsídio aos estudos de avaliação de risco de contaminação das águas subterrâneas. **Geography Department**, University of São Paulo, p. 67–74, 2006.
- HIGUCHI, P. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo e análise ambiental de um fragmento de floresta ombrófila mista alto-montana no Município de Pádua, SC. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 153–164, 2013.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- KORBOULEWSKY, N.; PEREZ, G.; CHAUVAT, M. How tree diversity affects soil fauna diversity: A review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 94, n. December, p. 94–106, 2016.
- LIEBSCH, D. et al. Influência de impactos antrópicos em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 277, 2016.
- LIN, D. et al. Soil fauna promote litter decomposition but do not alter the relationship between leaf economics spectrum and litter decomposability. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 136, n. October 2018, p. 8, 2019.

MA, C. et al. Effects of soil fauna on cellulose and lignin decomposition of plant litter in the Changbai Mountain, China. **Environmental Entomology**, v. 48, n. 3, p. 592–602, 2019.

MAASS, S.; CARUSO, T.; RILLIG, M. C. Functional role of microarthropods in soil aggregation. **Pedobiologia**, v. 58, n. 2–3, 2015.

MACHADO, J. DA S. et al. Morphological diversity of springtails (Hexapoda: Collembola) as soil quality bioindicators in land use systems. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 1, p. 1–11, 2019.

MARCON, A. K. et al. Variação florístico-estrutural em resposta à heterogeneidade ambiental em uma floresta nebular em Ububici, Planalto Catarinense. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 103, p. 439–450, 2014.

PEÑA-PEÑA, K.; IRMLER, U. Moisture seasonality, soil fauna, litter quality and land use as drivers of decomposition in Cerrado soils in SE-Mato Grosso, Brazil. **Applied Soil Ecology**, v. 107, p. 124–133, 2016.

PONGE, J.-F. et al. The impact of agricultural practices on soil biota: A regional study. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 67, n. September, p. 271–284, 2013.

SCHEER, M. B.; MOCOCHINSKI, A. Y. Florística vascular da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de quatro serras no Paraná. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 2, p. 51–69, jun. 2009.

VAN CAPELLE, C.; SCHRADER, S.; BRUNOTTE, J. Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota - A review with a focus on German data. **European Journal of Soil Biology**, v. 50, p. 165–181, 2012.

VIBRANS, A. C. et al. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina - Floresta Ombrófila Mista**. Blumenau: Edifurb, 2013. v. 3

WOLTERS, V. Biodiversity of soil animals and its function. **European Journal of Soil Biology**, v. 37, n. 4, p. 221–227, 2001.

YANG, X. et al. Mechanical fragmentation enhances the contribution of Collembola to leaf litter decomposition. **European Journal of Soil Biology**, v. 53, p. 23–31, nov. 2012.

2. DIVERSIDADE DA FAUNA E A COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DA SERRAPILHEIRA EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTO-MONTANA

RESUMO

Diferentes fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Alto-montana resultam na produção de serrapilheira de diferentes composições, impactando as comunidades da fauna da serrapilheira e edáfica, que tem nesse ambiente seu habitat e/ou fonte de alimentação. O objetivo deste capítulo foi caracterizar a abundância e a diversidade da fauna da serrapilheira e do solo, relacionando-as com a composição florística e bioquímica da serrapilheira e com as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Os experimentos foram desenvolvidos em dois cenários de florestas Ombrófila Mista Alto-Montana, localizadas nos municípios de Urubici e Urupema, no Planalto Serrano Catarinense. Em cada área foram estabelecidas cinco parcelas de 20×15m. As coletas de amostras de solo para análises químicas e microbiológicas foi realizada por tradagens na camada de 0-10 cm. Para as análises físicas, foram coletadas amostras indeformadas de solo com o auxílio de anéis de aço. A coleta de serrapilheira ocorreu dentro de um quadro amostral de 50x50 cm. Para a caracterização da fauna do solo, foram utilizados os métodos *Tropical Soil Biology and Fertility* (TSBF), armadilhas de queda (*Pitfall traps*) e amostras indeformadas de solo para os colêmbolos. Já para a fauna da serrapilheira, foram utilizados os métodos de catação manual e extração por funis de Berlese. Os organismos coletados foram identificados até o maior nível taxonômico possível. Foi observada diferença na diversidade de organismos da fauna da serrapilheira entre os cenários estudados, com o grupo Collembola sendo o maior responsável por essa diferenciação. Urupema apresentou riqueza de 17 grupos e índice de Shannon de 1,24, enquanto Urubici apresentou riqueza de 19 grupos e diversidade de 1,50. Atributos como teor de humina do solo e teor de polifenóis apresentaram correlações com os grupos da fauna da serrapilheira. Também foi observada diferença na diversidade de organismos da fauna edáfica entre os cenários, com os grupos Oligochaeta e Isoptera contribuindo para essa distinção. Urupema apresentou riqueza de 21 grupos e índice de Shannon de 2,24, enquanto Urubici apresentou riqueza de 18 grupos e diversidade de 2,13. Os grupos da fauna apresentaram correlação com os atributos umidade e porosidade total do solo, e os atributos relação C:N e holocelulose da serrapilheira. Os resultados obtidos permitem diferenciar os dois cenários quanto a diversidade da fauna da serrapilheira e edáfica, e aferir que as características de serrapilheira e solo influenciam essa diversidade.

Palavras-chave: Florestas. Fauna edáfica. Fauna da serrapilheira.

FAUNA DIVERSITY AND THE LITTER BIOCHEMISTRY COMPOSITION IN FRAGMENTS OF ALTO-MONTANA OMBROPHILOUS MIXED FOREST

ABSTRACT

Different fragments of Alto-montana Ombrophilous Mixed Forest result in the production of different litter-forming materials, impacting the litter and edaphic fauna communities, which have their habitat and / or food source in this environment. Thus, the aim of this chapter is to characterize the abundance and diversity of the litter and the soil fauna, relating them to the floristic and biochemical composition of the litter and to the chemical, physical and biological properties of the soil. The experiments were realized in two scenarios of Alto-montana Ombrophilous Mixed Forest, located in the cities of Urubici and Urupema, in the state of Santa Catarina. In each area, five 20×15m plots were established. Soil samples for chemical and microbiological analysis were collected from the 0-10 cm layer. For physical analysis, undisturbed soil samples were collected with the aid of steel rings. Litter collection took place within a 50x50 cm sample frame. For the characterization of soil fauna, the Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), fall traps (Pitfall traps) and undisturbed soil samples for the collemboli were used. The gathering of litter occurred within a sample frame 50x50 cm. For the characterization of soil fauna, the Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), Pitfall traps and undisturbed soil samples for the Collembola group were used. For the litter fauna, the methods of manual collection and extraction by Berlese funnels were used. The sampled organisms were identified to the highest possible taxonomic level. A difference was observed in the diversity of litter fauna organisms between the studied scenarios, with the Collembola group being the main responsible for this differentiation. Urupema obtained a richness of 17 groups and a Shannon index of 1.24, while Urubici obtained a richness of 19 groups and a diversity of 1.50. Attributes such as soil humin content and polyphenols content showed correlations with the litter fauna groups. A difference was also observed in the diversity of edaphic fauna organisms between the scenarios, with the groups Oligochaeta and Isoptera contributing to this distinction. Urupema had a richness of 21 groups and a Shannon index of 2.24, while Urubici had a richness of 18 groups and a diversity of 2.13. The fauna groups showed correlation with the attributes of humidity and total porosity of the soil, and the attributes C:N and holocellulose ratio of litter. The results obtained allow us to differentiate the two scenarios for the litter and edaphic fauna diversity, and to verify that the litter and soil characteristics influence this diversity.

Keywords: Edaphic fauna. Litter fauna. Litter quality.

2.1 INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista Alto-montana no estado de Santa Catarina, tão importante por seu alto endemismo e sua relevância hidrológica (HIGUCHI et al., 2013), apresenta-se hoje em fragmentos isolados e simplificados, sem ou com baixa presença de espécies vegetais características desse ambiente (VIBRANS et al., 2013); isso é resultado de décadas de interferências antrópicas. Em meados dos anos 40, a Floresta Ombrófila Mista sofreu um intenso processo exploratório com extração de madeira para fins econômicos, principalmente da espécie *Araucaria angustifolia* (NODARI, 2010). Todo esse “boom” madeireiro deu início a uma sucessão de modificações nessas áreas, com supressão, queima e conversão da floresta para implantação de pecuária e agricultura. Após as alterações nesses ecossistemas, a velocidade com que o ambiente responde vai depender do grau do distúrbio, fazendo com que a floresta apresente diferentes trajetórias sucessionais, com reflexo na riqueza de espécies vegetais, e densidade de indivíduos (LIEBSCH et al., 2016).

Essa diferença entre os fragmentos de florestas resulta na produção de materiais formadores de serrapilheira diferentes, onde em florestas em estágios iniciais de sucessão, por exemplo, a serrapilheira formada é mais rígida, com maior quantidade de material de difícil decomposição (PEREIRA et al., 2013); diferente de fragmentos em estágios sucessionais mais avançados. Esses atributos impactam as comunidades da fauna edáfica, que tem nesse ambiente seu habitat e/ou fonte de alimentação. Essas mudanças podem ocasionar alterações nas funções prestadas pela fauna para a manutenção do ecossistema, como a conservação da estrutura do solo, decomposição da matéria orgânica, regulação de processos hidrológicos do solo, troca gasosas e sequestro de carbono entre outras.

Considerando a importância de fragmentos de FOM Alto-montanas, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a abundância e a diversidade da macro e mesofauna da serrapilheira e do solo e suas relações com a composição bioquímica da serrapilheira e com as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo neste ecossistema.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização das áreas e amostragem

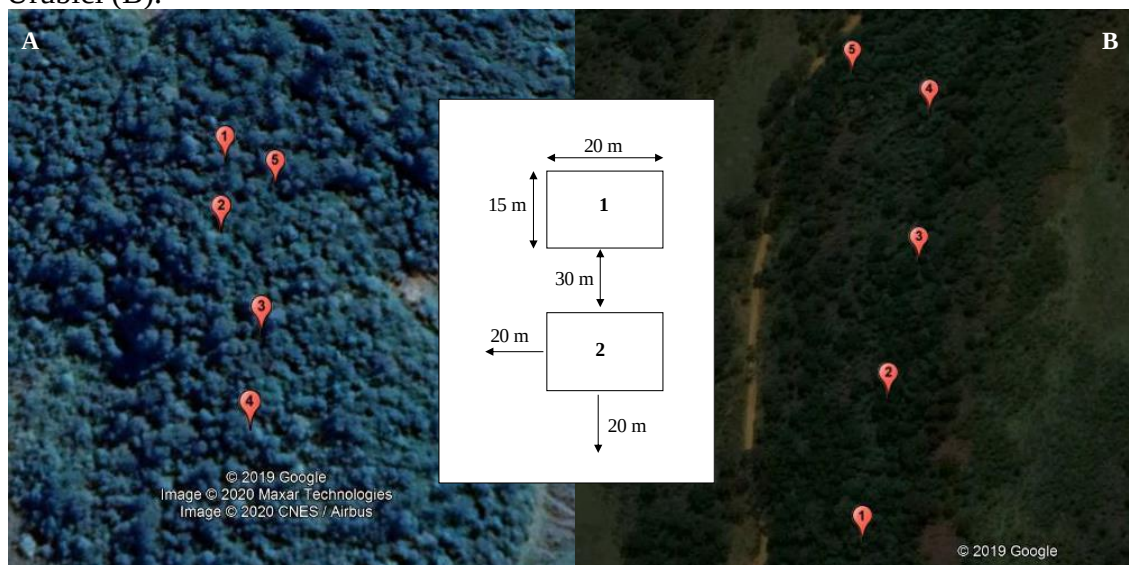
O estudo foi realizado no bioma Mata Atlântica, em dois cenários com fitofisionomia de Floresta Ombrófila Mista Alto-montana, localizadas nos municípios de Urupema (27°57'51.60"S, 49°50'9.60"W) e Urubici (28°00'40.92"S, 49°42'31.14"W), em Santa Catarina. O clima da região é Cfb (Köppen-Geiger), com temperatura média mínima anual (set/2018 – set/2019) de 10°C e máxima de 18°C, com precipitação média anual variando entre 1750 e 2000 mm, bem distribuída durante o ano. Os fragmentos de floresta utilizados para este estudo foram escolhidos de acordo com seu histórico de uso e composição florística.

O cenário de Urupema está localizado a uma altitude de 1490 m, com a umidade relativa do ar em média de 88%, apresentando 292 dias com chuva (set/2018-set/2019) (Apêndice A). É uma área de estágio sucessional com vegetação primária, sem intervenções antrópicas e/ou entrada de animais há mais de 10 anos em um solo de classificação Cambissolo Húmico alumínico (EMBRAPA SOLOS, 2004). De acordo com o levantamento das espécies vegetais que contribuem para a formação da serrapilheira local (Apêndice B), predominam, *Drimys angustifolia* (Casca de anta), *Dicksonia sellowiana* (Xaxim) e *Myrceugenia oxyssepala* (Guamirim).

O cenário de Urubici está a uma altitude de 1300 m, com umidade relativa do ar média de 89%, somando 226 dias com chuva (set/2018-set/2019). É uma área com vegetação secundária em estágio médio de regeneração, que até 2014 era usada para criação de bovinos em sistema extensivo. Em 2015, após a retirada dos animais, passou a ser oficialmente uma unidade de conservação, conhecida como Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), da empresa Klabin. O solo predominante é também Cambissolo Húmico alumínico, com manchas de Neossolo Litólico distrófico. As três espécies mais relevantes para a formação de serrapilheira são *Araucaria angustifolia* (Araucária), *Drimys angustifolia* (Casca de Anta) e *Dicksonia sellowiana* (Xaxim).

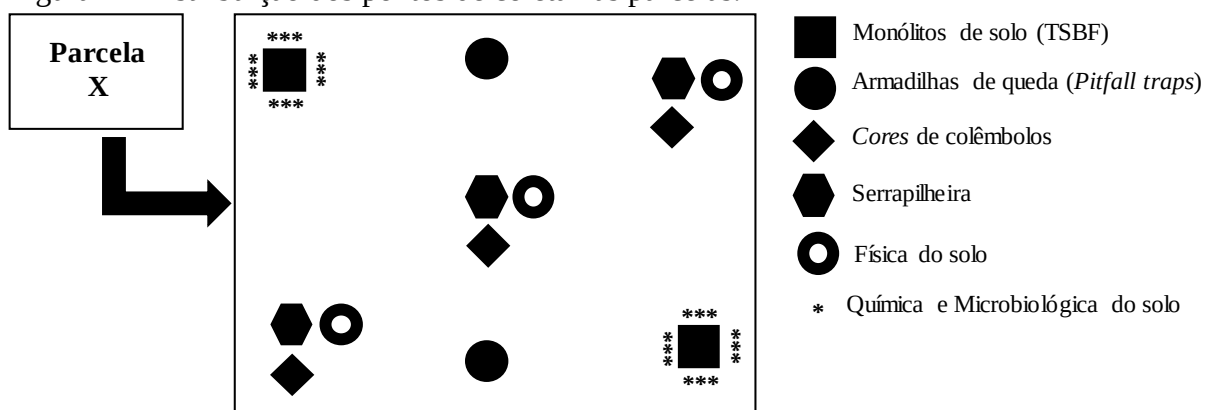
Em cada cenário, foi escolhido um fragmento de floresta, onde cinco parcelas de 15×20 m foram estabelecidas, distantes 30 m entre si, respeitando uma bordadura de 20 m (Figura 1). As parcelas entre os fragmentos dos dois cenários apresentaram variação de até 202 m de altitude (Apêndice C).

Figura 1 - Esquema amostral e distribuição das parcelas no fragmento de Urupema (A) e Urubici (B).



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Figura 2 - Distribuição dos pontos de coleta nas parcelas.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

A coleta de amostras de solo, de serrapilheira e da fauna edáfica ocorreu em fevereiro de 2018, com metodologias adequadas a cada propósito (Figura 2). A amostragem do solo para as análises microbiológicas e químicas foi realizada por meio de tradagens na camada de 0-10 cm. Ao todo, foram feitas 12 tradagens em cada ponto, sendo o solo homogeneizado para a formação de uma amostra composta representativa. Para as análises físicas, foram coletadas amostras indeformadas de solo, com o auxílio de anéis de aço, com 6 cm de diâmetro e 5 cm de altura. A coleta de serrapilheira ocorreu dentro de um quadro amostral de 50x50 cm, delimitando a área a ser retirada.

Para o estudo da fauna edáfica, três métodos de coleta foram utilizados para representar a estrutura das comunidades, abrangendo meso e macrofauna: 1) Monólito de solo, como descrito na metodologia TSBF - *Tropical Soil Biology and Fertility* (INTERNATIONAL

ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2011); 2) Armadilhas conhecidas como *Pitfall Traps* (BARETTA et al., 2007) e; 3) *Cores* para a amostragem de colêmbolos (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2006).

2.2.2 Análises das propriedades da serrapilheira e do solo

As amostras da serrapilheira coletada foram secas em estufa a 55°C, até massa constante, e moída para determinação dos teores de carbono total e nitrogênio total foram determinados por combustão no Multi N/C 2100, Analytik (TOC), e com bases nestes dados, calculou-se a relação carbono/nitrogênio (C:N) da serrapilheira. Ainda para mensurar a qualidade da serrapilheira, foram analisados os teores de polifenóis (FRIGUETTO; VALARINI, 2000), extrativos totais (ABN/NBR 14853, 2010a), lignina (ABNT/NBR 7989, 2010b), cinzas (ABNT/NBR 13999, 2017) e holocelulose (obtida pela diferença entre os valores de extrativos totais, lignina e cinzas).

As análises químicas, físicas e microbiológicas do solo (Apêndice D e E) foram realizadas para cada parcela, respeitando o número de pontos de amostragem à campo.

As propriedades químicas e físicas do solo determinadas de acordo com Tedesco et al. (1995) foram, pH-H₂O (1:1), índice SMP, capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva e a pH 7, saturação de alumínio (Al) e bases, teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), sódio (Na), potássio (K), fósforo (P), matéria orgânica (MO), carbono orgânico (CO), argila e a relação Ca/Mg. Foram ainda mensurados os teores de carbono total (C) e nitrogênio total (N), pela combustão no Multi N/C 2100 e Analytik (TOC); realizado o fracionamento de substâncias húmicas do solo (BENITES; MADAR; MACHADO, 2003) e por fim, mensurado o carbono particulado (MENDONÇA; MATOS, 2005).

As amostras indeformadas de solo foram utilizadas para determinação da densidade do solo (DS), porosidade total (PT), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro), bioporos (Bio) e a umidade volumétrica (EMBRAPA, 1997).

Quanto as análises microbiológicas, foram determinadas as seguintes características: o carbono da biomassa microbiana (C_{mic}), determinado pelo método de extração-fumigação (VANCE; BROOKES; JENKINSON, 1987) e o comprimento de micélio extra radicular total (Hifa), pelo método modificado do proposto por Melloni (1999), usando a seguinte relação: $C = [(0,0347 \times N) \div (10 - U)]$. Onde: C = comprimento de micélio extra-radicular total (cm hifa/g de solo seco); N = soma do número de interseções entre as hifas e linhas horizontais do gride e U = umidade da amostra de solo (g de água).

2.2.3 Triagem e identificação da fauna da serrapilheira e do solo

Para a análise da fauna da serrapilheira, dois métodos foram utilizados. O primeiro consistiu na catação manual da macrofauna nos 2/3 da serrapilheira (que posteriormente foram para a secagem em estufa), com os organismos sendo conservados em álcool 70%. Para o segundo método, 1/3 da serrapilheira coletada foi utilizada em funis de *Berlese-Tullgren* (AQUINO et al., 2006) para a extração dos organismos da meso e macrofauna. A solução resultante do método, foi lavada em peneira de 53 μm e os organismos conservados em álcool 70%. A identificação dos organismos da serrapilheira, funcionou tal qual para os organismos do solo.

O processamento das amostras de fauna edáfica, foi diferente para cada método de coleta. Os monólitos de solo (TSBF) retirados a campo, foram triados por catação manual, com os organismos da macrofauna sendo conservados em álcool 70% para posterior identificação. O conteúdo das armadilhas *Pitfall* foi vertido em peneira de 53 μm para lavagem e os organismos da meso e macrofauna também foram conservados em álcool 70%. Os organismos coletados em ambos os métodos, foram analisados em lupa (microscópio estereoscópico) ao nível de grandes grupos taxonômicos (ordem ou classe).

2.2.4 Análise dos dados

As análises foram realizadas ao nível de Cenários, usando o valor das parcelas (cinco por cenário) como réplicas verdadeiras. As avaliações foram realizadas utilizando-se os valores dos métodos de amostragem de fauna juntos, ou seja, a abundância média de organismos em cada parcela, uma vez que cada método possui sua limitação quanto a capacidade representativa de todos os grupos.

Os dados de riqueza e abundância dos grupos da fauna edáfica foram utilizados para obter os índices de diversidade de Shannon-Wiener, equitabilidade de Pielou, dominância de Simpson e riqueza, para os dois compartimentos (serrapilheira e solo) de cada cenário. Estas análises foram realizadas usando o software PAST 3.17 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

Para verificar a diferença estatística entre os cenários, foi realizada uma PERMANOVA unifatorial (*Permutational multivariate analysis of variance*), com base no índice de Bray-curtis da matriz de dados de abundância transformados $\log(x+1)$. A análise de SIMPER foi utilizada para verificar quais grupos da fauna mais contribuíram para a separação dos cenários (maiores que 8%). Estas análises foram realizadas usando o software Primer 7.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Compartimento serrapilheira

2.3.1.1 Ocorrência e distribuição de grupos da fauna da serrapilheira nos cenários de floresta

Ao todo, foram encontrados 17 grupos taxonômicos no cenário de Urupema, enquanto em Urubici 19 grupos. Na Tabela 1, são apresentados os valores de riqueza total e médios de abundância e índices de diversidade.

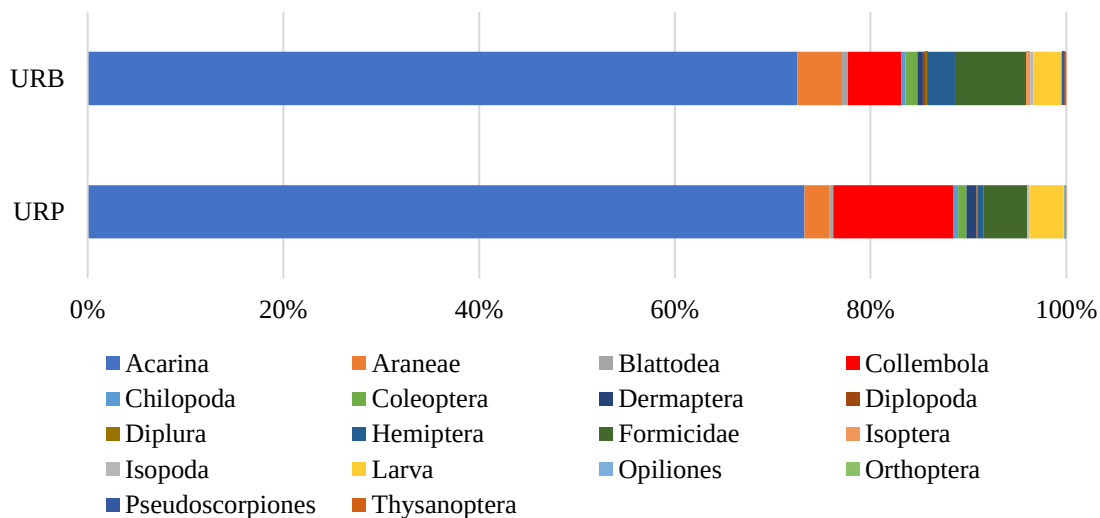
Tabela 1 - Índices de diversidade da fauna da serrapilheira para os cenários de Urupema e Urubici.

Índices de diversidade	Cenários	
	Urupema	Urubici
Riqueza	17	19
Abundância	216	109
Simpson	0,494	0,548
Shannon	1,237	1,496
Pielou	0,437	0,508

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Para avaliar a estrutura da comunidade da fauna na serrapilheira, com base na abundância relativa (média de ind parcela⁻¹), os grupos foram distribuídos em um gráfico de barras (Figura 3). Neste gráfico é possível notar pouca mudança na estrutura da comunidade entre os cenários, com Urubici apresentando Acarina, Formicidae e Collembola como os grupos mais frequentes e Urupema apresentando Acarina, Collembola e Formicidae.

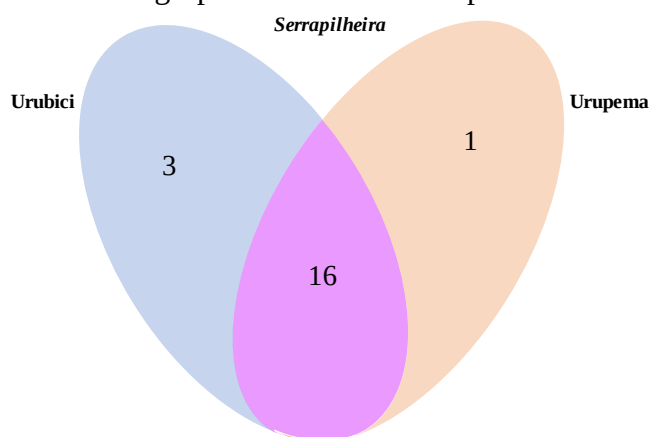
Figura 3 – Abundância relativa dos grupos da fauna da serrapilheira, encontrados nos cenários de Urupema (URP) e Urubici (URB).



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Mesmo sendo uma ótima ferramenta para visualizar a estrutura da comunidade, o gráfico não contempla grupos com menor abundância, que possam ser de caráter raro. Com isso, foi elaborada um diagrama de Venn (Figura 4), que permite a visualização de grupos compartilhados entre os cenários e exclusivos a um único cenário. Nele é possível notar que três grupos da fauna apareceram apenas no cenário de Urubici, sendo eles Diplura, Isoptera e Pseudoscorpiones, enquanto em Urupema apresentou o grupo Opiliones.

Figura 4 - Diagrama de Venn dos grupos da fauna da serrapilheira em Urupema e Urubici.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

2.3.1.2 Influência dos cenários e dos atributos da serrapilheira na estrutura da comunidade da fauna

Foi observada diferença na variabilidade (Tabela 2) da abundância de organismos (média de ind. parcela⁻¹) entre os dois cenários estudados.

Tabela 2 - PERMANOVA para a fauna da serrapilheira, com base no coeficiente de Bray-Curtis para os dados transformados de abundância.

Parâmetros	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Cenários	1	638,23	638,23	2,9951	0,037
Resíduo	8	1704,7	213,09		
Total	9	2342,9			

(n=10; $\alpha=5\%$). Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Com a análise de SIMPER, determinou-se a contribuição dos grupos da fauna para a separação dos cenários (Tabela 3). Os grupos que mais contribuíram ($\geq 8\%$) foram Collembola, Dermaptera, Larva e Acarina.

Tabela 3 - Contribuição dos grupos taxonômicos para a dissimilaridade dos cenários por análise SIMPER.

Grupos	Contribuição (%)	Cumulativo (%)
Collembola	18,49	18,49
Dermaptera	8,46	26,95
Larva	8,44	35,39
Acarina	8,02	43,42
Diptera	7,21	50,63
Hemiptera	5,74	56,37
Chilopoda	5,43	61,80
Formicidae	5,16	66,96
Blattodea	4,10	71,06

(n=10; $\alpha=5\%$). Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Para tentar perceber a relação entre a abundância dos grupos da fauna com os atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo, e os atributos químicos da serrapilheira, efetuou-se uma correlação de Spearman para o cenário de Urupema e Urubici (Tabela 4). Ao todo, no cenário de Urupema, 18 atributos apresentaram correlação (negativa ou positiva) com algum grupo da fauna; sendo, 13 atributos do solo e 5 da serrapilheira. Para o cenário de Urubici, 22 atributos se correlacionaram com grupos da fauna, entre os quais, 19 foram atributos do solo e 3 da serrapilheira.

Tabela 4 - Correlação de Spearman entre abundância média de grupos e os atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo, e atributos químicos da serrapilheira, no cenário de Urupema.

Grupos	Atributos
	Urupema
Acarina	Afulv (-0,900); Al (-0,900); Cmic (-0,900); NT-ser (-0,900)
Araneae	CT-solo (-0,900); Ahum (-0,900); Cmic (-0,900); NT-ser (-0,900)
Blattodea	Ca (-0,975); PT (-0,975)
Collembola	Humi (-0,900); Ca (-0,900); P (0,900); Micro (-0,900)
Chilopoda	K (-0,900)
Coleoptera	Umi (-0,900)
Dermaptera	CT-ser (0,900)
Diplopoda	CT-ser (-0,975)
Diptera	Humi (0,900); P (-0,900); Al (-0,900); Micro (0,900), C:N (0,900)
Hemiptera	Ca (0,900); P (-0,900); Micro (0,900)
Isopoda	Ahum (0,894); Argi (-0,894)
Larva	Cinzas (-0,900); Holo (-0,900)
Thysanoptera	Humi (0,949); P (-0,949); PT (0,949), Micro (0,949)
Grupos	Urubici
Acarina	Humi (-0,975)
Araneae	Afulv (0,900); CT-solo (0,900); M.O (0,900); C.O (0,900); Cpart (0,900)
Blattodea	Humi (0,900); Micro (-0,900); Poli (0,900)
Collembola	Mg (0,900)
Chilopoda	Ahum (0,900)
Coleoptera	K (0,975)
Dermaptera	Humi (-0,975)
Diplopoda	Umi (-0,894)
Diptera	P (0,975)
Diplura	Hifas (0,894); Poli (0,894), Extrat (0,894)
Hemiptera	Hifas (0,900); Cinzas (-0,900)
Formicidae	Cinzas (-0,900)
Larva	Humi (-0,900); Micro (0,900); Poli (-0,900)
Orthoptera	NT-solo (0,949); Ca (0,949); Al (-0,949)
Pseudoscorpiones	pH (0,889)
Thysanoptera	PT (-0,894); Argi (0,894)

Apenas valores significativos ($\alpha=5\%$) são apresentados. Valores da correlação de Spearman entre parênteses. Ácidos Fúlvicos (Afulv); Ácidos Húmicos (Ahum); Humina (Humi); Carbono Total do solo (CT-solo); Nitrogênio Total do solo (NT-solo); pH em água (pH); Teor de Cálcio no solo (Ca); Teor de Magnésio no solo (Mg); Teor de Alumínio no solo (Al); Matéria Orgânica (MO); Carbono Orgânico (CO); Teor de Fósforo no solo (P); Teor de Potássio no solo (K); Carbono Particulado (Cpart); Carbono da biomassa microbiana (Cmic); Comprimento de Micélio Extrarradicular (Hifas); Umidade Volumétrica do solo (Umi); Porosidade Total (PT); Microporosidade (Micro); Teor de Argila (Argi); Carbono Total da serrapilheira (CT-ser); Nitrogênio Total da serrapilheira (NT-ser); Relação C:N da serrapilheira (C:N); Teor de Polifenóis (Poli); Teor de Extrativos totais (Extrat); Teor de Cinzas (Cinzas); Teor de Holocelulose (Holo). Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

2.3.2 Compartimento solo

2.3.2.1 Ocorrência e distribuição de grupos da fauna edáfica nos cenários de floresta

Ao todo, 21 grupos taxonômicos foram encontrados no cenário de Urupema e 18 no cenário de Urubici. Na Tabela 5, são apresentados os valores de riqueza total e valores médios de abundância e índices de diversidade.

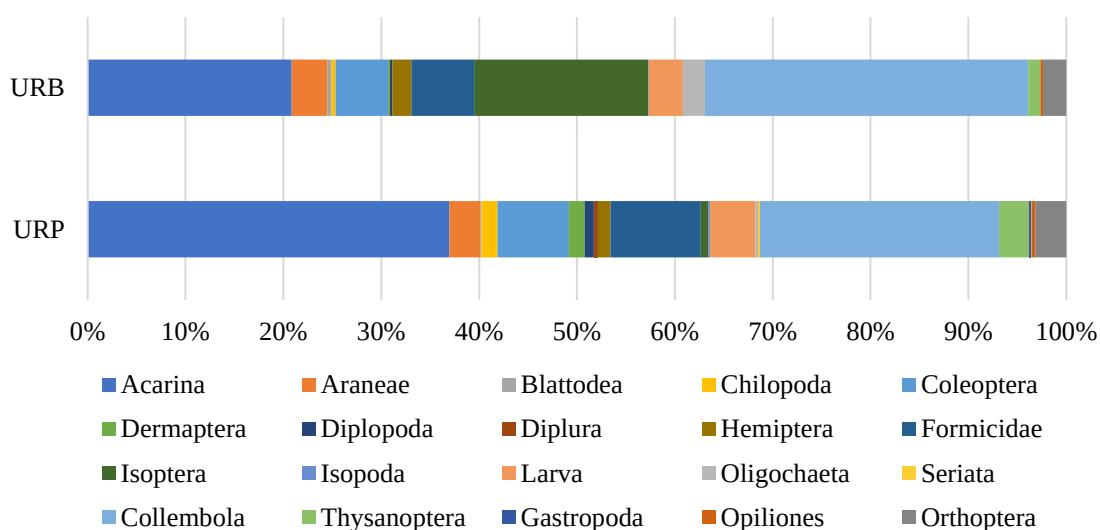
Tabela 5 - Índices de diversidade da fauna edáfica para os três métodos de coleta, nos cenários de Urupema e Urubici.

Índices de diversidade	Cenários	
	Urupema	Urubici
Riqueza	21	18
Abundância	124	160
Simpson	0,836	0,825
Shannon	2,242	2,128
Pielou	0,737	0,736

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Para a avaliação da estrutura da comunidade edáfica, com base na abundância relativa (média de ind parcela⁻¹), os grupos foram distribuídos em um gráfico de barras (Figura 5). Neste gráfico, pode-se notar que os cenários possuem um arranjo diferente da abundância dos grupos. Para o cenário de Urubici, os grupos mais abundantes foram Collembola, Acarina e Isoptera; enquanto para Urupema, foram os grupos Acarina, Collembola e Formicidae.

Figura 5 – Abundância relativa dos grupos da fauna edáfica, encontrados nos cenários de Urupema (URP) e Urubici (URB).



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Para se observar melhor a distribuição dos grupos nos cenários, um diagrama de Venn foi elaborada (Figura 6). Nele é possível apontar a presença de três grupos específicos do cenário de Urupema, são eles, Diplura, Seriata e Gastropoda.

Figura 6 -Diagrama de Venn dos grupos da fauna edáfica em Urupema e Urubici.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

2.3.2.2 Influência dos cenários e dos atributos do solo na estrutura da comunidade da fauna edáfica

Foi observada diferença na variabilidade (Tabela 6) da abundância de organismos (média de ind parcela⁻¹), nos cenários estudados.

Tabela 6 - PERMANOVA da fauna edáfica com base no coeficiente de Bray-Curtis para os dados transformados de abundância média.

Parâmetros	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Cenários	1	460,69	460,69	2,3228	0,025
Resíduo	8	1586,7	198,34		
Total	9	2047,4			

(n=10; $\alpha=5\%$). Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Utilizando análise de SIMPER, determinou-se a contribuição dos grupos edáficos para a separação dos cenários (Tabela 7). Onde, os grupos que mais contribuíram ($\geq 8\%$) foram, Oligochaeta, Isoptera e Collembola.

Tabela 7 - Contribuição dos grupos taxonômicos da fauna edáfica para a dissimilaridade dos cenários por análise SIMPER.

Grupos	Contribuição (%)	Cumulativo (%)
Oligochaeta	10,58	10,58
Isoptera	10,15	20,73
Collembola	8,06	28,79
Diptera	7,11	35,90
Dermaptera	6,83	42,74
Chilopoda	5,50	48,24
Coleoptera	5,30	53,54
Diplopoda	5,26	58,80
Thysanoptera	4,71	63,51
Hemiptera	4,71	68,22
Araneae	4,47	72,69

(n=10; $\alpha=5\%$). Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Para tentar compreender relação entre a abundância (média de ind. parcela⁻¹) dos grupos da fauna edáfica com os atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo, e os atributos químicos da serrapilheira, efetuou-se uma correlação de Spearman para os cenários de Urupema e Urubici (Tabela 8). Ambos os cenários apresentaram ao todo 21 atributos correlacionados com algum grupo da fauna edáfica; porém, no cenário de Urupema, 17 eram atributos do solo e quatro da serrapilheira, enquanto em Urubici, 14 eram do solo e 7 da serrapilheira.

Tabela 8 - Correlação de Spearman entre abundância média de grupos da fauna edáfica e os atributos químicos, físicos e biológicos do solo e químicos da serrapilheira.

Grupos	Atributos
	Urupema
Acarina	pH (0,900); Umi (-0,900); Extrat (0,900)
Araneae	MO (-0,900); CO (-0,900); PT (-0,900)
Chilopoda	Mg (-0,900); PT (-0,900)
Coleopter	Ca (-0,900)
Dermaptera	Cpart (0,975)
Diplopoda	Cinzas (0,900); Holo (0,900)
Diptera	K (-0,900); Macro (0,900)
Hymenop	Umidade (-0,900)
Larva	NT-solo (-0,900); Mg (-0,900); Hifas (-0,900)
Collembola	Humi (-0,900); Al (0,900); P (0,900); Micro (-0,900); C:N (-0,900)
Orthoptera	Ahum (-0,894); K (-0,894)
Grupos	Urubici
Acarina	Macro (-0,900)
Araneae	Umi (-0,900)
Chilopoda	Biop (-0,949); CT-ser (-0,949); Cinzas (0,949)
Coleop	NT-solo (-0,900); Ca (-0,900); Al (0,900)
Dermapt	NT-ser (0,949); C:N (-0,949); Extrat (-0,949); Holo (0,949)
Diplopo	Umi (-0,894); NT-ser (0,894); C:N (-0,894); Holo (0,894)
Hemip	K (-0,975)
Larva	Biop (-0,900); CT-ser (-0,900); Nt-ser (0,900) C:N (-0,900); Extrat (-0,900); Holo (0,900)
Oligochaeta	K (0,975)
Collembola	Micro (-0,900); NT-ser (-0,900); C:N (0,900); Poli (0,900); Holo (-0,900)
Thysanoptera	Afulv (-0,900); CT-solo (-0,900); MO (-0,900); CO (-0,900); P (-0,900); Cpart (-0,900)

Apenas valores significativos ($\alpha=5\%$) são apresentados. Valores da correlação de Spearman entre parênteses. Ácidos Fúlvicos (Afulv); Ácidos Húmicos (Ahum); Humina (Humi); Carbono Total do solo (CT-solo); Nitrogênio Total do solo (NT-solo); pH em água (pH); Teor de Cálcio no solo (Ca); Teor de Magnésio no solo (Mg); Teor de Alumínio no solo (Al); Matéria Orgânica (MO); Carbono Orgânico (CO); Teor de Fósforo no solo (P); Teor de Potássio no solo (K); Carbono Particulado (Cpart); Comprimento de Micélio Extrarradicar (Hifas); Umidade Volumétrica do solo (Umi); Porosidade Total (PT); Microporosidade (Micro); Macroporosidade (Macro); Bioporosidade (Biop); Carbono Total da serrapilheira (CT-ser); Nitrogênio Total da serrapilheira (NT-ser); Relação C:N da serrapilheira (C:N); Teor de Polifenóis (Poli); Teor de Extrativos totais (Extrat); Teor de Cinzas (Cinzas); Teor de Holocelulose (Holo). Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

2.4 DISCUSSÃO

Apesar da aparente semelhança entre os cenários, já que possuem a mesma fitofisionomia, estão localizados em municípios próximos e ambos de altitude elevada; pequenas distinções tornam cada cenário único. A principal características que os distingue é o histórico de uso, já que o cenário de Urubici tem como fator relevante, a perturbação da área

pela entrada de animais até 2014. Sabe-se que essa é uma atividade de bastante impacto para a vegetação (LIEBSCH et al., 2016), prejudicando a regeneração natural (VIBRANS et al., 2011), modificando características do solo e principalmente, ocasionando mudanças quanto a estrutura da fauna edáfica (CUNHA NETO et al., 2012; FRANCO et al., 2017; KAMAU et al., 2017; NOGUEIRA et al., 2017) e, conseqüentemente, os serviços prestados por ela. Só este fator já refletiria diferenças significativas entre os dois cenários, mas somados a ele, existem diferenças de altitude que chegam a 100 m e estágios sucessionais distintos, fazendo com que cada um possua sua própria dinâmica de funcionamento.

Tanto a estrutura da comunidade da fauna da serrapilheira quanto a estrutura da comunidade da fauna edáfica foram capazes de diferenciar os cenários. O grupo Collembola foi o que mais contribuiu para a distinção entre os cenários no compartimento serrapilheira. No compartimento solo foram os grupos Oligochaeta e Isoptera. Estes grupos pertencentes a meso e macrofauna desenvolvem funções detritívoras nas cadeias tróficas da serrapilheira e do solo, estando associados a processos como transformação e movimentação do C, ciclagem de nutrientes, manutenção da estrutura do solo e regulação biológica (NORIEGA et al., 2017; SCHOWALTER et al., 2017).

A avaliação da fauna da serrapilheira através dos índices de diversidade, nos indica a dominância (Simpson) de um grupo perante os outros. Observando a estrutura da comunidade da fauna, é possível identificar o grupo Acarina determinando essa dominância. No Brasil, alguns estudos demonstram que os ácaros mais abundantes nos ambientes edáficos são a subordem Oribatida seguida pela Mesostigmata (MINEIRO et al., 2019; MORAIS et al., 2010; MUSSURY et al., 2008). A primeira apresenta alimentação baseada em vegetais em decomposição e fungos, promovendo assim a fragmentação da matéria orgânica; enquanto a segunda é composta por predadores de vida livre, que têm em sua dieta colêmbolos, enquitreídeos e larvas (KAMCZYC et al., 2019), regulando o tamanho da população das comunidades edáficas. Visto a importância das funções prestadas por essas subordens, é possível que elas estejam presentes nos cenários estudados, já que possuem condições favoráveis para o seu desenvolvimento.

Ainda quanto a estrutura da comunidade da serrapilheira, dois grupos merecem destaque por aparecerem somente no cenário de Urubici, são eles Isoptera e Pseudoscorpiones. A presença do grupo Isoptera nesse cenário, onde há predominância de *Araucaria angustifolia*, se deve a sua afinidade com materiais lenhosos, já que um número considerável de espécies consome madeira em algum estágio de decomposição (BARCA; LUCENA; VASCONCELLOS, 2018), podendo ser responsáveis pela degradação de até metade da

madeira em florestas tropicais (CORNWELL et al., 2008). Já o grupo Pseudoscorpiones, com organismos predadores, têm sua ocorrência relacionada à boa estruturação do ambiente (NOGUEIRA et al., 2017; PEREIRA et al., 2013), indicando equilíbrio trófico da fauna nessa área, ainda que seja um fragmento de floresta em recuperação.

Se faz necessário salientar que, embora este estudo tenha separado os resultados em solo e serrapilheira, essa divisão naturalmente não ocorre, pois são muitos os processos que interligam os dois compartimentos. Essa unidade é refletida na relação existente entre os atributos do solo com a fauna da serrapilheira e vice-versa. Atributos edáficos como humina, teor de P e microporosidade apresentaram maior número de interações com grupos da fauna da serrapilheira. Entre eles, a humina se destaca por correlações negativas com grupos como Acarina e Dermaptera muito possivelmente, por se tratar de um componente insolúvel da matéria orgânica do solo (HAYES et al., 2017), que por sua natureza recalcitrante, dificulta o processo de degradação. Quanto aos atributos da serrapilheira, os polifenóis interagiram de maneira positiva com os grupos Blattodea e Diplura, sugerindo uma adaptação desses organismos para lidar com estes compostos. Quando em associação a proteínas, os polifenóis reagem formando complexos insolúveis que diminuem a disponibilidade de N (FROUZ, 2018), induzindo os organismos a desenvolverem estratégias para lidar com esses compostos durante a digestão.

Quando a fauna edáfica dos cenários é avaliada através dos índices de diversidade, pouca coisa pode ser inferida, pois os índices indicam semelhantes valores de diversidade de organismos com baixa dominância de grupos. Esta é uma característica encontrada com frequência em avaliações envolvendo florestas nativas, onde supõem-se um ambiente equilibrado, livre de agentes estressores não naturais (ROSA et al., 2015). Porém, quando se vai além, e a estrutura das comunidades edáficas é avaliada, grupos taxonômicos estruturados de maneira diversa aparecem entre os cenários. A visualização desse arranjo da comunidade permitiu não só o ranqueamento dos grupos mais abundantes, como também que grupos raros se destacassem. Este foi o caso dos grupos Seriata e Gastropoda, no cenário de Urupema, com suas presenças justificadas pela alta umidade local; principalmente a do grupo Seriata, que possui organismos exigentes quanto ao habitat, não tolerando condições de seca (LEAL-ZANCHET et al., 2011). A presença desses grupos pode ainda sugerir uma estruturada teia alimentar, com Seriata predador de minhocas, lesmas, aranhas, baratas, entre outros (ANTUNES; LEAL-ZANCHET; FONSECA, 2012).

Os grupos da fauna edáfica, quando correlacionados aos atributos do solo e da serrapilheira, demonstraram certa diferenciação entre os cenários. No cenário de Urupema, os

atributos edáficos foram mais pronunciados, enquanto em Urubici, os atributos da serrapilheira foram mais determinantes. No primeiro cenário, atributos como umidade volumétrica e porosidade total do solo parecem ter influenciado de maneira negativa os grupos Acarina, Formicidae e Araneae. Neste cenário, a alta umidade do solo é recorrente por suas características de altitude, temperatura e principalmente pelo acúmulo de serrapilheira, o que pode desfavorecer alguns grupos da fauna que não sejam dependentes dessa condição para sua sobrevivência, por possuírem tegumento com cutícula quitinosa, que os protege da perda de umidade (ANDERSEN, 2010).

Já quanto ao cenário de Urubici, os atributos relacionados à qualidade da serrapilheira, pareceram ser muito mais influentes para a fauna, do que os atributos do solo, principalmente relação C:N e teor de holocelulose. O curioso é que os grupos que apresentaram correlação negativa com C:N foram os mesmos que apresentaram correlação positiva com a holocelulose, e vice-versa. Porém, esse resultado inversamente proporcional dos atributos, parece não fazer sentido, já que o composto holocelulose é fonte de carbono da serrapilheira, contribuindo para alta relação C:N. Este cenário apresenta uma alta relação C:N, que diminui o efeito da bioturbação pela macrofauna, com a serrapilheira sendo consumida principalmente por organismos da mesofauna (FROUZ, 2018), tanto que o grupo Collembola obteve correlação positiva com esse valor. Logo, os grupos Dermaptera e Diplopoda, que apresentaram correlação negativa com C:N, parecem ter sido influenciados positivamente pela holocelulose, possivelmente devido a sua capacidade de digerir esse composto por suas naturezas detritívoras.

2.5 CONCLUSÃO

A composição da comunidade de organismos da serrapilheira e do solo foram influenciados pelas características da serrapilheira e do solo, correspondente a cada cenário.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, S. O. Insect cuticular sclerotization: A review. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 40, n. 3, p. 166–178, 2010.
- ANTUNES, M.; LEAL-ZANCHET, A. M.; FONSECA, C. R. Habitat structure, soil properties, and food availability do not predict terrestrial flatworms occurrence in Araucaria Forest sites. **Pedobiologia**, v. 55, n. 1, p. 25–31, 2012.
- AQUINO, A. M. DE et al. **Amostragem da Mesofauna Edáfica utilizando Funis de Berlese-Tüllgren Modificado**. Seropédica: EMBRAPA, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT/NBR 14853 Madeira: Determinação do material solúvel em etanol-tolueno, em diclorometano e em acetona.** Rio de Janeiro: ABNT, 2010a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT/NBR 7989 Pasta celulósica e madeira: Determinação de lignina insolúvel em ácido.** Rio de Janeiro: ABNT, 2010b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT/NBR 13999 Papel, cartão, pastas celulósicas e madeira: Determinação do resíduo (cinza) após a incineração a 525 °C.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

BARCA, R. R. B.; LUCENA, E. F.; VASCONCELLOS, A. Nest population structure and wood litter consumption by microcerotermes indistinctus (Isoptera) in a seasonally dry tropical forest, northeastern Brazil. **Insects**, v. 9, n. 3, 2018.

BARETTA, D. et al. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 5, n. 2, p. 108–117, 2007.

BENITES, V. M.; MADAR, B.; MACHADO, P. L. O. D. A. Extração e Fracionamento Quantitativo de Substâncias Húmicas do Solo: um Procedimento Simplificado de Baixo Custo. **Comunicado Técnico**, v. 16, p. 1–7, 2003.

CORNWELL, W. K. et al. Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. **Ecology Letters**, v. 11, n. 10, p. 1065–1071, 2008.

CUNHA NETO, F. V. DA et al. Soil fauna as an indicator of soil quality in forest stands, pasture and secondary forest. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 5, p. 1407–1417, nov. 2012.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo.** 2a ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. v. 26.

EMBRAPA SOLOS. **Solos do Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

FRANCO, A. L. C. et al. Relating the visual soil structure status and the abundance of soil engineering invertebrates across land use change. **Soil and Tillage Research**, v. 173, p. 49–52, 2017.

FRIGUETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000.

FROUZ, J. Effects of soil macro- and mesofauna on litter decomposition and soil organic matter stabilization. **Geoderma**, v. 332, n. March, p. 161–172, 2018.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package. for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HAYES, M. H. B.; MYLOTTE, R.; SWIFT, R. S. Humin: Its Composition and Importance in Soil Organic Matter. In: **Advances in Agronomy**. v. 143p. 47–138, 2017.

HIGUCHI, P. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo e análise ambiental de um fragmento de floresta ombrófila mista alto-montana no Município de Paineira, SC. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 153–164, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 23611-2 Soil quality: Sampling of soil invertebrates. Part 2: Sampling and extraction of microarthropods (Collembola and Acarina)**. Genebra, 2006.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 23611-5 Soil quality: Sampling of soil invertebrates. Part 5: Sampling and extraction of soil macro-invertebrates**. Genebra, 2011.

KAMAU, S. et al. Soil macrofauna abundance under dominant tree species increases along a soil degradation gradient. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 112, p. 35–46, 2017.

KAMCZYC, J. et al. Mite communities (Acari, Mesostigmata) in the initially decomposed “Litter Islands” of 11 tree species in scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forest. **Forests**, v. 10, n. 5, 2019.

LEAL-ZANCHET, A. M. et al. Spatial and temporal patterns of land flatworm assemblages in Brazilian Araucaria forests. **Invertebrate Biology**, v. 130, n. 1, p. 25–33, 2011.

LIEBSCH, D. et al. Influência de impactos antrópicos em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 277, 2016.

MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Quantificação de micélio extrarradicular de fungos micorrízicos arbusculares em plantas cítricas e endófitos: I. Método empregado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 1, p. 53–58, mar. 1999.

MENDONÇA, E. DE S.; MATOS, E. DA S. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análises**. Viçosa: UFV, 2005.

MINEIRO, J.; SOUZA FILHO, M. Acarofauna edáfica em duas áreas de mata ciliar, em Cosmópolis e Iracemápolis, Estado de São Paulo, Brasil. **O Biológico**, v. 81, n. 1, p. 1–13, 2019.

MORAIS, J. W. DE et al. Mesofauna do solo em diferentes sistemas de uso da terra no Alto Rio Solimões, AM. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, p. 145–152, abr. 2010.

MUSSURY, R. M. et al. Flutuação populacional da mesofauna em fragmentos de mata na região de Dourados - MS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 645–650, abr. 2008.

NODARI, E. S. Araucária E Os Progressivos Avanços Da Indústria Madeireira Sobre As Florestas Primárias (1870-1970). **Anais do Simpósio Internacional de História Ambiental e Migrações**, May, p. 707–726, 2010.

NOGUEIRA, L. R. et al. Epigeal Fauna and Soil Chemical Attributes in Grazing and Regeneration Areas. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

NORIEGA, J. A. et al. Research trends in ecosystem services provided by insects. **Basic and Applied Ecology**, v. 26, p. 8–23, 2017.

PEREIRA, G. H. A. et al. Decomposição da serrapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de floresta atlântica. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1316–1326, 2013.

ROSA, M. G. DA et al. Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1544–1553, 2015.

SCHOWALTER, T. D.; NORIEGA, J. A.; TSCHARNTKE, T. Insect effects on ecosystem services—Introduction. **Basic and Applied Ecology**, v. 26, p. 1–7, 2017.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, n. 6, p. 703–707, jan. 1987.

VIBRANS, A. C. et al. Structure of mixed ombrophylous forests with *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) under external stress in Southern Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 59, n. 3, p. 1371–1387, 2011.

VIBRANS, A. C. et al. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina - Floresta Ombrófila Mista**. Blumenau: Edifurb, 2013. v. 3

3. DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA DE *Drimys angustifolia*, *Araucaria angustifolia* E *Ilex paraguariensis*

RESUMO

O processo de decomposição da serrapilheira é o processo biogeoquímico mais importante na ciclagem de nutrientes nos ecossistemas terrestres, sendo regulado pelo clima, qualidade da serrapilheira e organismos do solo. Assim, os objetivos deste capítulo, são avaliar a dinâmica da atividade decompositora da serrapilheira e verificar a hipótese de *home-field advantage* pela transposição do material vegetal entre os cenários de Urubici e Urupema, verificando mudanças na velocidade de decomposição. Para isso, *Drimys angustifolia* (ambos os cenários), *Ilex paraguariensis* (cenário de Urupema) e *Araucaria angustifolia* (cenário de Urubici) foram escolhidas para representar a serrapilheira local. A metodologia utilizada para avaliar a taxa de decomposição e a *home-field*, foi a de *litterbags*. Eles possuíam tamanho de 25×10 cm com 10 g de material vegetal seco para a taxa de decomposição e 40×50 cm, contendo 80 g de material para a *home-field*. As coletas dos *litterbags* para a taxa de decomposição ocorreu aos 40, 80, 120, 160, 200, 245 e 310 dias após a instalação a campo. Já para a *home-field*, a coleta aconteceu aos 160 e 270 dias após a instalação. O material vegetal dos *litterbags* foi seco e pesado, para mensuração da perda de massa. No material da taxa de decomposição, foram avaliados ainda os macronutrientes; enquanto nos da *home-field*, a fauna foi classificada. Para a taxa de decomposição, evidenciou-se uma perda de massa média bastante elevada nos primeiros 40 dias de exposição dos *litterbags* em ambos os cenários, com a temperatura média máxima influenciando a perda de massa. As espécies *Drimys angustifolia* e *Ilex paraguariensis*, do cenário de Urupema, obtiveram constantes de decomposição de 0,0025 g g⁻¹ dia⁻¹ e 0,0033 g g⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Enquanto em Urubici, as espécies *Drimys angustifolia* e *Araucaria angustifolia* obtiveram constantes de 0,0031 g g⁻¹ dia⁻¹ e 0,0028 g g⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. No cenário de Urupema, os nutrientes N, Ca e P, tiveram sua máxima liberação nos primeiros 40 dias; já em Urubici, apenas o N demonstrou esse comportamento. Quanto a *home-field*, os resultados de ADH não indicaram uma vantagem de campo, mas, a diversidade da fauna mudou entre os tempos de coleta. Por fim, a qualidade da serrapilheira parece influenciar o processo de decomposição, aumentando ou reduzindo a quantidade de nutrientes liberados para o solo. E a hipótese de *home-field advantage* foi refutada, já que o processo de decomposição ocorreu sem alterações para as espécies transpostas, demonstrando uma capacidade de adaptação dos organismos que desempenham essa função.

Palavras-chave: Decomposição. Qualidade de serrapilheira. Vantagem de campo.

LITTER DECOMPOSITION OF *Drimys angustifolia*, *Araucaria angustifolia* AND *Ilex paraguariensis*

ABSTRACT

The litter decomposition process is the most important biogeochemical process in the cycling of nutrients in terrestrial ecosystems, being regulated by the climate, litter quality and soil organisms. Thus, the objectives of this chapter are to evaluate the dynamics of litter decomposition activity and to verify the hypothesis of home-field advantage by transposing plant material between the scenarios, verifying changes in the decomposition speed. For this, *Drimys angustifolia* (both scenarios), *Ilex paraguariensis* (Urupema scenario) and *Araucaria angustifolia* (Urubici scenario) were chosen to represent the local litter. The methodology used to evaluate the decomposition rate and the home-field was that of litterbags. They were 25×10 cm in size with 10 g of dry plant material for the decomposition rate and 40×50 cm, containing 80 g of material for the home-field. Sampling of litterbags for the decomposition rate occurred at 40, 80, 120, 160, 200, 245 and 310 days after installation in the field. As for the home-field, sampling occurred at 160 and 270 days after installation. The vegetable material of the litterbags was dried and weighed, to measure the mass loss. In the material of the decomposition rate, macronutrients were also evaluated; while in the home-field, the fauna was classified. For the decomposition rate, there was a very high average mass loss in the first 40 days of exposure of the litterbags in both scenarios, with the maximum average temperature influencing the mass loss. The species *Drimys angustifolia* and *Ilex paraguariensis*, from the Urupema scenario, obtained decomposition constants of 0.0025 g g⁻¹ day⁻¹ and 0.0033 g g⁻¹ day⁻¹, respectively. While in Urubici, the species *Drimys angustifolia* and *Araucaria angustifolia* obtained constants of 0.0031 g g⁻¹ day⁻¹ and 0.0028 g g⁻¹ day⁻¹. In the Urupema scenario, the nutrients N, Ca and P, had their maximum release in the first 40 days; in Urubici, only N showed this behavior. As for the home-field, the ADH results did not indicate a field advantage, but the diversity of fauna changed between the sampling times. Finally, the quality of the litter seems to influence the decomposition process, increasing or reducing the amount of nutrients released to the soil. And the hypothesis of home-field advantage was refuted, since the decomposition process occurred without changes for the transposed species, demonstrating an adaptability of the organisms that perform this function.

Keywords: Decomposition. Litter quality. Home-field advantage.

3.1 INTRODUÇÃO

A decomposição da serrapilheira é o processo biogeoquímico mais importante na ciclagem de nutrientes nos ecossistemas naturais, especialmente para a manutenção da fertilidade dos solos nos ecossistemas florestais (BARDGETT; VAN DER PUTTEN, 2014) e para a manutenção da biodiversidade e atividade dos organismos do solo. Estudos sugerem que esse processo é regulado pela interação entre três principais fatores, ambiente físico-químico (clima e do solo), qualidade da serrapilheira e organismos do solo (CORNWELL et al., 2008; FORTUNEL et al., 2009; LAVELLE et al., 1993).

Os organismos que habitam o solo e a serrapilheira desempenham diversos papéis no processo de decomposição, podendo afetá-lo de maneira direta ou indireta. Os organismos da mesofauna por exemplo, podem aumentar as taxas de decomposição de maneira direta através do consumo e trituração da serrapilheira (CORTET et al., 2018) e indiretamente através da mobilização do N, tornando-o disponível aos micro-organismos (FROUZ, 2018; SETÄLÄ et al., 1996). Porém, Carvalho et al. (2008), descrevem que a susceptibilidade do material vegetal à decomposição está relacionada à sua composição química (ex. lignina, celulose, polifenóis e hemicelulose), exigindo assim adaptações dos organismos à decomposição desses compostos.

Com essa premissa, a comunidade dos organismos decompositores será moldada pela qualidade do material vegetal a ser decomposto (FUJII; TAKEDA, 2017; SCHADLER et al., 2003); tal especialização poderia levar a uma menor capacidade da comunidade nativa de decompor material vegetal provindo de outro ambiente em comparação ao seu ambiente original. Esse efeito é referido como “Home-field Advantage” (HFA) (AYRES et al., 2009; GHOLZ et al., 2000; GIESSELMANN et al., 2011), onde as comunidades de decompositores parecem utilizar de maneira mais eficiente os nutrientes da serrapilheira ao qual estavam adaptados inicialmente.

O objetivo deste capítulo foi avaliar a dinâmica de decomposição da serrapilheira em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Alto-montana e testar a ocorrência de *home-field advantage* nessas áreas.

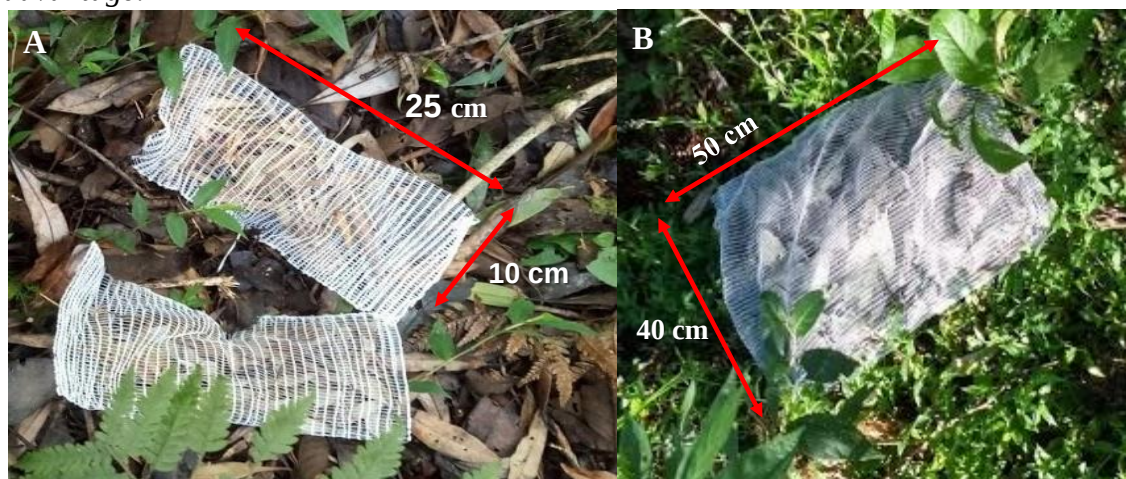
3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Preparo do material vegetal e instalação de *litterbags*

Para avaliar a taxa de decomposição das espécies em seu local de origem e a para a montagem dos *litterbags*, visando a hipótese de *home-field advantage* (HFA), o material vegetal predominante dos cenários de Urubici e Urupema foi coletado previamente. A coleta consistiu na retirada de folhas e acículas novas. O material foi transportado ao laboratório de Ecologia do Solo, CAV/UEDESC, Lages. Foram utilizadas folhas *Drimys angustifolia* e *Ilex paraguariensis* e acículas e ramos finos de *Araucaria angustifolia*. O material separado foi seco em estufa a 55°C.

Para a confecção dos *litterbags*, foi utilizado nylon com malha de 4 mm, a fim de não restringir o acesso da fauna edáfica e da serrapilheira ao material vegetal alocado em seu interior. Para a taxa de decomposição, foram utilizados sacos de 25×10 cm, preenchidos com 10 g de material vegetal seco. Já para o teste HFA, os sacos mediam 40×50 cm, contendo 80 g de material (Figura 7).

Figura 7 - *Litterbags* utilizados para avaliação da (A) taxa de decomposição e (B) *home-field advantage*.

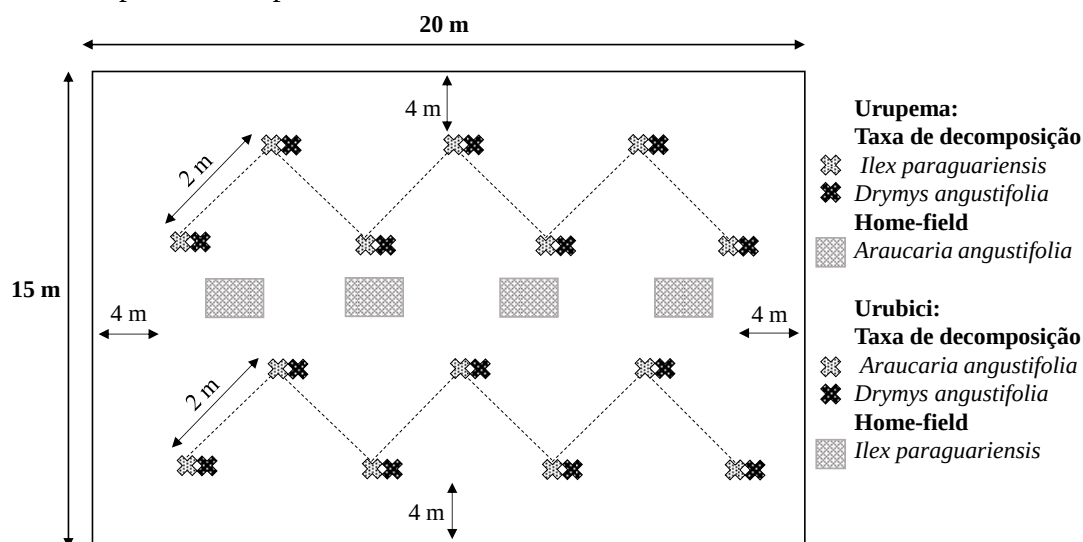


Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Cada cenário contou com o total de 140 *litterbags*, com cada parcela recebendo 28, distribuídos aos pares (*Drimys* e *Araucária* ou *Drimys* e *Ilex*), em duas linhas paralelas em ziguezague (Figura 8). Os *litterbags* foram colocados sobre o solo previamente limpo, e fixados com grampos de aço, para evitar a movimentação deles por animais ou escoamento superficial. A cada coleta, eram retirados dois pares de cada parcela, um par por linha de maneira espelhada,

ao todo foram sete coletas, aos 40, 80, 120, 160, 200 e 310 dias após a instalação, em dezembro de 2018.

Figura 8 - Esquema amostral da distribuição dos *litterbags* da taxa de decomposição e *home-field* a campo em cada parcela.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Para testar a hipótese de HFA, apenas as espécies predominantes, *Araucaria angustifolia* e *Ilex paraguariensis* foram utilizadas. Foram confeccionados e instalados à campo, em janeiro de 2019, um total de 40 *litterbags*, 20 de cada espécie. Os *litterbags* foram distribuídos quatro por parcela (Figura 8). A principal característica deste teste, foi a introdução de espécies de uma área de maior ocorrência natural para uma de menor ocorrência. Para tanto os *litterbags* contendo *Ilex paraguariensis*, originários de Urupema, foram introduzidos na serrapilheira do cenário de Urubici, enquanto os de *Araucaria angustifolia* provenientes Urubici, foram introduzidos no cenário de Urupema. As coletas dos *litterbags*, para avaliação da decomposição e caracterização da fauna, aconteceram aos 160 e aos 270 dias após a instalação, sendo retirados dois *litterbags* por período amostral, um de cada extremidade da linha.

3.2.2 Análises do material vegetal e fauna dos *litterbags*

Uma vez retirados do campo, os *litterbags* foram levados ao laboratório de Ecologia do Solo do CAV/UDESC, Lages, acondicionados em sacos lacrados de papel, para evitar a perda de material durante o transporte. Já no laboratório, os sacos de nylon foram abertos, e o conteúdo em seu interior foi selecionado, retirando-se todo o material não original (folhas de

outras espécies, fauna e solo). Para os *litterbags* da HFA, a fauna retirada foi conservada em álcool 70 %, para posterior identificação a nível de ordem ou classe taxonômica. Após a limpeza, o material retornou ao saco de papel, onde foi pesado e levado a estufa a 55°C para secagem.

A primeira avaliação realizada, foi a perda de massa, através do seguinte cálculo:

$$\text{Perda de massa} = M_i - M_{f_x}$$

Onde: M_i é a massa inicial (10 ou 80 g)

M_f é a massa final em cada tempo “x” de coleta.

Com esses valores, foi possível estipular a taxa de decomposição.

Após as primeiras avaliações do experimento da taxa de decomposição, o material vegetal remanescente da decomposição foi moído, e os teores de macronutrientes foram quantificados. Para obtenção de uma taxa de liberação de nutrientes, as espécies tiveram seus macronutrientes mensurados também no tempo 0, ou seja, antes de qualquer alteração pelo processo de decomposição. Para a leitura dos elementos Ca, Mg, K e P, fez-se necessária a digestão prévia das amostras, utilizando o método de digestão ácido nítrico (HNO_3) + peróxido de hidrogênio (H_2O_2), em forno de micro-ondas. Os nutrientes avaliados foram, C total (%) e N total (%) por combustão no Multi N/C 2100, Analytik (TOC); Ca (mg/Kg) e Mg (mg/Kg) por espectrofotometria de absorção atômica (TEDESCO et al., 1995); K (mg/Kg) por fotômetro de chama (TEDESCO et al., 1995) e P por fotolorimetria (MURPHY; RILEY, 1962).

3.2.3 Análises dos dados

Para mensurar a taxa de decomposição, os dados gerados pela diferença de massa foram ajustados ao modelo exponencial (THOMAS & ASAKAWA, 1993), por regressão não linear, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$X_t = X_0 \times e^{-kt}$$

Onde: X_t é a massa remanescente após “t” dias

X_0 é a massa inicial

kt é a constante de decomposição em “t” dias

Para tal utilizou-se o programa estatístico SigmaPlot® v.14.0. Os dados de liberação de nutrientes assim como as médias de decomposição tiveram sua significância testada por teste t a 5% de probabilidade.

A *home-field advantage* foi testada através dos seguintes cálculos sugeridos por Ayres et al., (2009):

- a) $ADD_a = (D_{aB} - D_{bB})$
- b) $HDD_a = (D_{aA} - D_{bA})$
- c) $H = [(HDD_a + HDD_b) / (N - 1)]$
- d) $ADH_a = HDD_a - ADD_a - H$

Onde:

ADD_a é a diferença de decomposição da espécie “a” fora do seu local de origem;

HDD_a é a diferença de decomposição da espécie “a” no seu local de origem;

H é a *home-field advantage* para todas as espécies juntas;

ADH é a decomposição adicional da espécie “a” no seu local de origem.

$ADH > 0$, a decomposição acontece mais rapidamente quando em seu local de origem (vantagem de campo);

$ADH = 0$, a decomposição ocorre na taxa esperada independentemente do local (sem vantagem de campo);

$ADH < 0$, a decomposição acontece mais lentamente do que o esperado (desvantagem de campo).

3.3 RESULTADOS

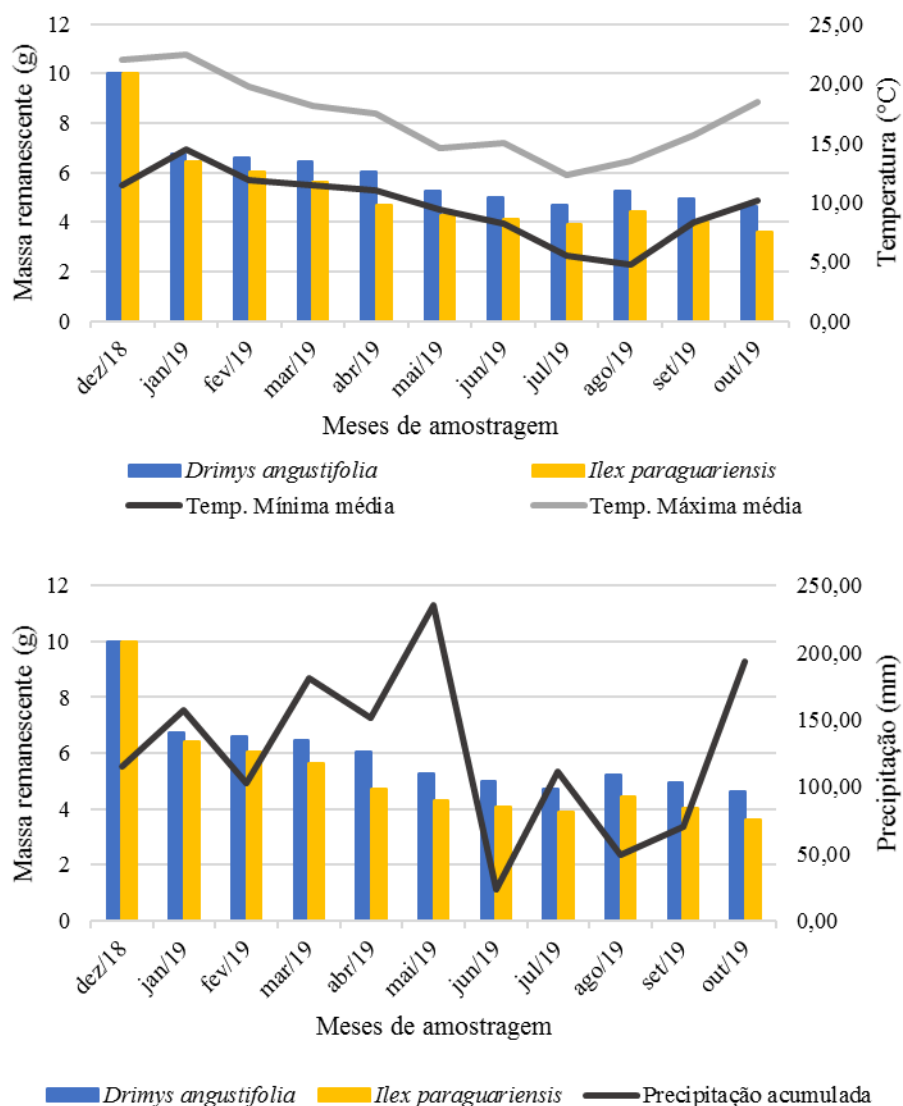
3.3.1 Taxa de decomposição nos cenários de Urupema e Urubici

O cenário de Urupema (Figura 9) apresentou valores de perda de massa nos primeiros 40 dias de 32,56% e 35,65% para *Drimys angustifolia* e *Ilex paraguariensis*, respectivamente; enquanto no cenário de Urubici (Figura 10), as perdas nos primeiros 40 dias equivaleram a 45,21% para *Drimys angustifolia* e 34,54% para *Araucaria angustifolia*. Após esse período, os valores de massa remanescentes foram continuamente decrescendo, até aos 310 dias, atingirem 53,4% para *Drimys angustifolia* e 64,03% para *Ilex paraguariensis* em Urupema; e 62,11% para *Drimys angustifolia* e 58,02% para *Araucaria angustifolia*, em Urubici.

Quando plotados os valores de perda de massa de cada cenário com suas respectivas variáveis ambientais, é possível notar uma relação entre temperatura média máxima e a decomposição, em ambos os cenários. Entretanto, nenhuma das variáveis ambientais parece ser determinante para a decomposição nesses ambientes. Em Urupema (Figura 9), os valores de perda de massa dos primeiros 40 dias coincidiram com o pico de 22°C (máxima alcançada

durante a avaliação). O período que compreende os meses de junho a setembro, parece manter uma decomposição constante, sem perda de massa pronunciada.

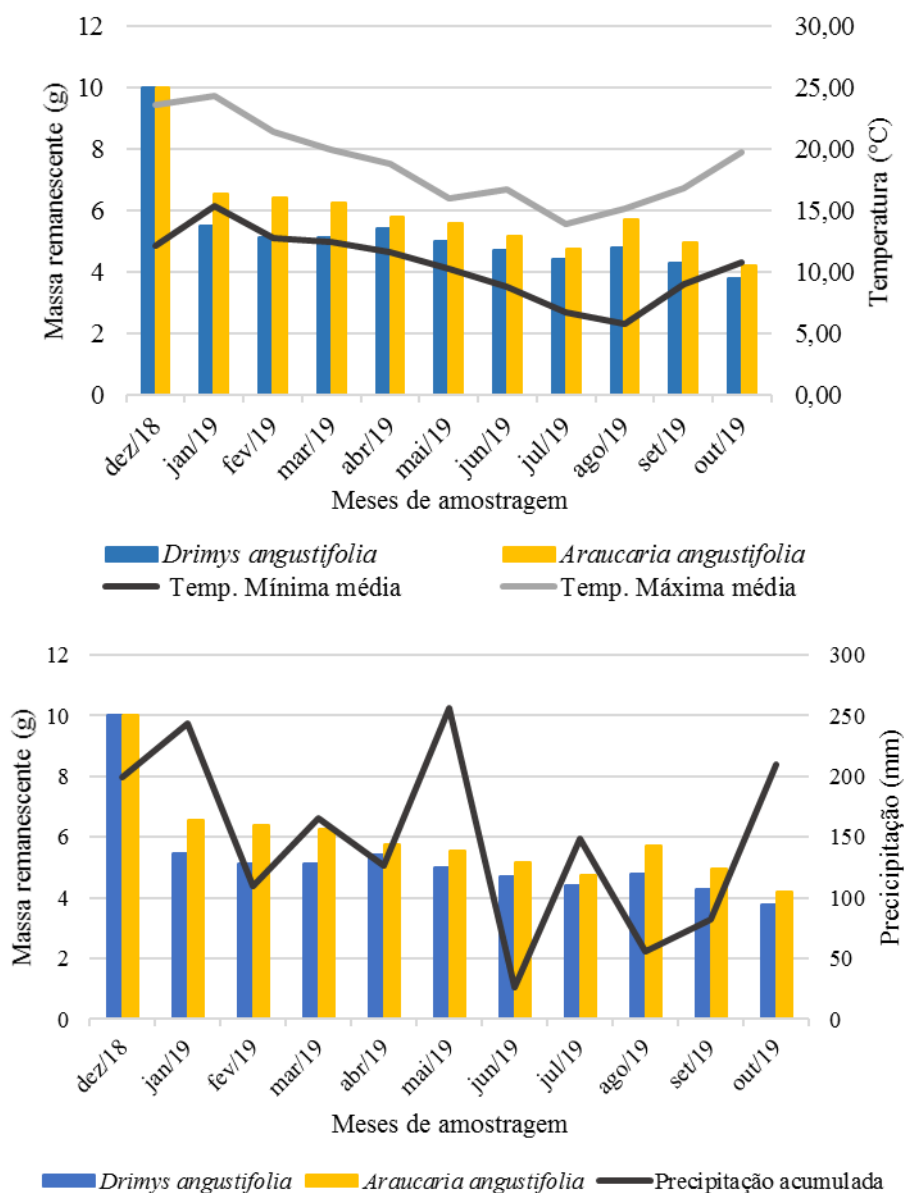
Figura 9 – Relação entre as curvas de decomposição das espécies (massa remanescente) e as condições climáticas (Temperatura e Precipitação) do cenário de Urupema.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020

Em Urubici (Figura 10), os valores de perda de massa expressivos dos primeiros 40 dias, coincidiram com o pico de 24°C (máxima alcançada durante a avaliação), enquanto nos meses de julho e agosto, onde a decomposição parece se manter constante, a temperatura máxima ficou em torno de 13 e 15°C. Os valores de perda de massa voltaram a aumentar em outubro, conforme a temperatura também se elevou, chegando a 20°C.

Figura 10 - Relação entre as curvas de decomposição das espécies (massa remanescente) e as condições climáticas (Temperatura e Precipitação) do cenário de Urubici.



Elaborada pela autora, 2020.

As constantes de decomposição “k” apresentadas na Tabela 9, apresentam diferença significativa na velocidade de decomposição das espécies do cenário de Urupema; já entre as espécies no cenário de Urubici, a velocidade de decomposição do material vegetal não apresenta diferença estatística.

Tabela 9 – Estimativa dos parâmetros (a,k) da equação de decomposição para as espécies estudadas em cada cenário.

Espécie vegetal	a (g)	k (g g ⁻¹ dia ⁻¹)	R ²
	Urupema		
<i>Drimys angustifolia</i>	10	0,0025a	0,985
<i>Ilex paraguariensis</i>	10	0,0033b	0,998
Urubici			
<i>Drimys angustifolia</i>	10	0,0031a	0,974
<i>Aracauria angustifolia</i>	10	0,0028a	0,994

Médias seguidas da mesma letra, na coluna de cada cenário, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Observou-se que os macronutrientes N, Ca e P, tiveram sua máxima liberação nos primeiros 40 dias de estabelecimento dos *litterbags* das espécies *Drimys angustifolia* e *Ilex paraguariensis*, no cenário de Urupema (Tabela 10). No entanto, apenas o nutriente Ca apresentou diferença significativa entre as espécies nesse período.

Tabela 10 – Conteúdo de nutrientes (mg g⁻¹) remanescente após cada período de decomposição das espécies *Drimys angustifolia* e *Ilex paraguariensis* no cenário de Urupema.

	0	40	80	120	160	200	245	310
Espécies	----- dias -----							
	Urupema							
	C							
<i>Drimys angustifolia</i>	737,5a	717,5a	716,9a	703,1a	723,9a	710,5a	713,8a	702,7a
<i>Ilex paraguariensis</i>	686,5b	668,7b	646,1b	655,3b	665,8b	646,2b	665,9b	677,1b
	N							
<i>Drimys angustifolia</i>	18,90a	12,13a	12,72a	17,49a	12,08a	13,63a	14,46a	13,37a
<i>Ilex paraguariensis</i>	18,40b	11,92a	12,05a	16,09a	11,30b	12,15b	12,92b	12,73a
	Ca							
<i>Drimys angustifolia</i>	14,61a	4,79a	9,84a	11,40a	6,76a	5,81a	6,94a	7,00a
<i>Ilex paraguariensis</i>	22,13a	7,92b	17,23b	19,87b	12,94a	8,08b	5,07b	7,58a
	Mg							
<i>Drimys angustifolia</i>	2,81a	2,37a	2,57a	2,23a	1,74a	2,05a	1,29a	1,93a
<i>Ilex paraguariensis</i>	2,98b	2,49a	2,03b	1,67b	1,70a	1,57b	1,59a	1,94a
	K							
<i>Drimys angustifolia</i>	2,07a	1,73a	1,50a	1,06a	0,97a	0,96a	0,96a	1,51a
<i>Ilex paraguariensis</i>	2,27b	1,88a	1,28a	1,09a	0,92a	0,93a	1,11a	1,00a
	P							
<i>Drimys angustifolia</i>	6,08a	3,22a	3,64a	3,41a	4,48a	5,10a	4,95a	3,19a
<i>Ilex paraguariensis</i>	6,36b	2,89a	2,99b	2,82a	4,75a	4,14b	5,98b	3,88a

Médias seguidas da mesma letra na coluna de cada nutriente, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Ao avaliar a quantidade de nutrientes remanescentes das espécies *Drimys angustifolia* e *Araucaria angustifolia* no cenário de Urubici (Tabela 11), o único nutriente que teve sua máxima liberação aos 40 dias foi o N, diferenciando-se estatisticamente entre as espécies. Já os nutrientes K e Mg, tiveram sua máxima liberação no período de 200 dias, sem diferença na liberação entre as espécies. Diferentemente do observado para Urupema, o nutriente P só alcançou seu maior valor de liberação aos 310 dias, no fim do experimento.

Tabela 11 - Conteúdo de nutrientes (mg g⁻¹) remanescente após cada período de decomposição das espécies no cenário de Urubici.

Espécies	0	40	80	120	160	200	245	310
	----- dias -----							
	Urubici							
	C							
<i>Drimys angustifolia</i>	736,5a	726,1a	715,5a	691,0a	673,3a	703,9a	713,8a	710,5a
<i>Araucaria angustifolia</i>	699b	685,9b	684,2b	678,3a	663,9a	678,2b	665,9b	655,4b
	N							
<i>Drimys angustifolia</i>	17,25a	12,59a	13,05a	15,2a	15,82a	12,9a	13,13a	13,05a
<i>Araucaria angustifolia</i>	16,00b	9,63b	10,18b	14,36a	13,01b	10,85b	11,17b	11,40b
	Ca							
<i>Drimys angustifolia</i>	25,25a	14,50a	6,19a	14,33a	12,25a	5,42a	6,44a	6,75a
<i>Araucaria angustifolia</i>	24,44b	21,81b	10,21a	15,65a	20,70b	9,99b	8,60b	10,78b
	Mg							
<i>Drimys angustifolia</i>	2,79a	2,42a	2,47a	2,36a	2,04a	1,90a	2,08a	2,00a
<i>Araucaria angustifolia</i>	2,96b	2,41a	2,56a	2,21a	2,01a	2,01a	2,13a	2,07a
	K							
<i>Drimys angustifolia</i>	2,36a	2,05a	1,51a	1,17a	1,07a	1,09a	1,14a	1,10a
<i>Araucaria angustifolia</i>	1,93a	1,60b	1,36a	1,15a	0,96b	0,95a	0,98a	0,95a
	P							
<i>Drimys angustifolia</i>	5,69a	3,46a	3,87a	3,06a	4,46a	4,67a	5,26a	2,91a
<i>Araucaria angustifolia</i>	5,92b	3,13a	3,82a	2,96a	4,81a	4,86a	4,59a	2,69a

Médias seguidas da mesma letra na coluna de cada nutriente, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

3.3.2 *Home-field Advantage* nos cenários de Urupema e Urubici

Os valores da constante “k” encontrados para as espécies (Tabela 12) fora do seu ambiente original, indicam que a velocidade de decomposição se manteve. Apenas a espécie *Ilex paraguariensis* parece ter reduzido o seu valor de constante, quando comparado ao valor encontrado em seu ambiente original.

Tabela 12 - Estimativa dos parâmetros (a,k) da equação de decomposição para as espécies trocadas de seu ambiente original.

Espécie vegetal	a (g)	k (g g ⁻¹ dia ⁻¹)	R ²
Urupema			
<i>Aracauria angustifolia</i>	80	0,0023	0,957
Urubici			
<i>Ilex paraguariensis</i>	80	0,0027	0,986

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Essa manutenção na taxa de decomposição, é endossada pelos resultados encontrados no teste de HFA (Tabela 13), onde, ambas as espécies estudadas não demonstraram vantagem de campo (ADH = 0).

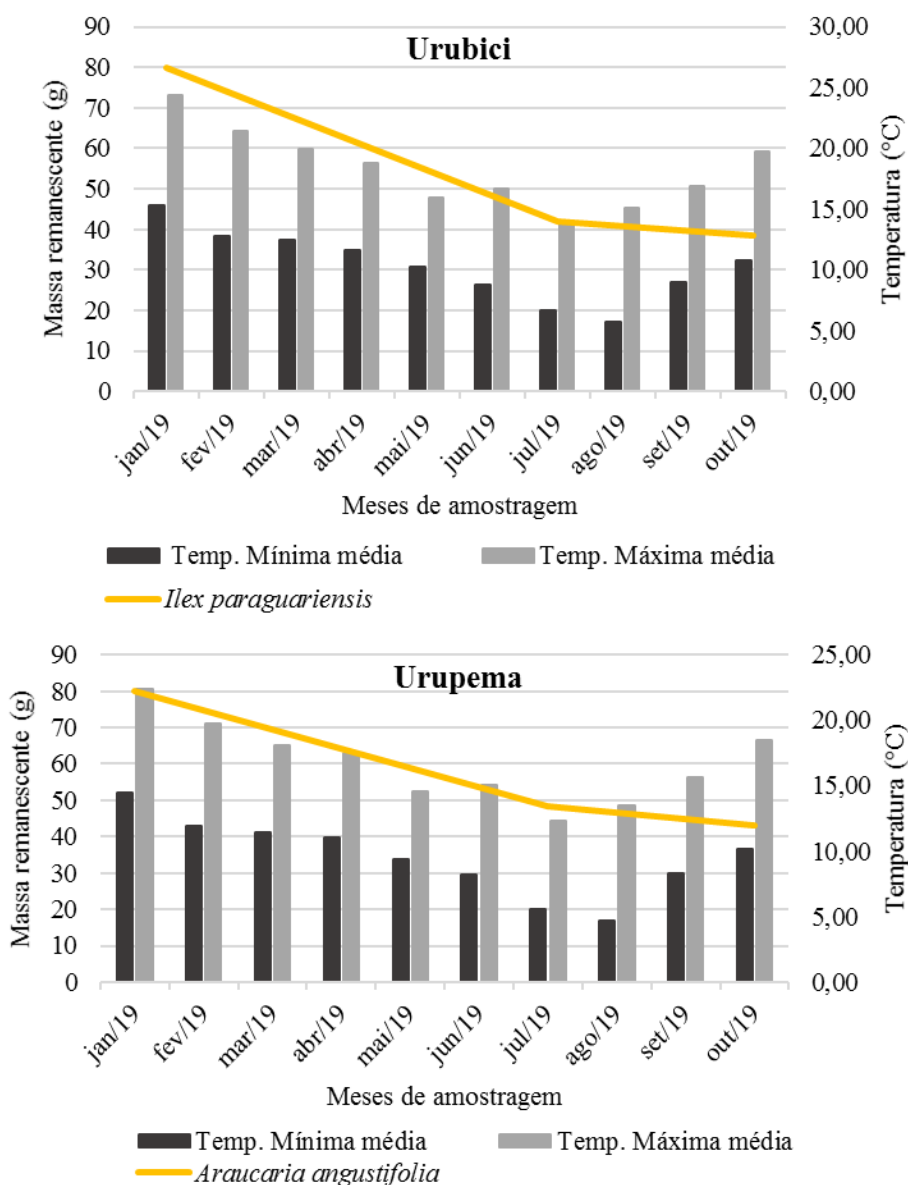
Tabela 13 - Valores dos cálculos para a *Home-field Advantage*, nos cenários de Urubici e Urupema.

Espécie vegetal	HDD	ADD	ADH	H
160 dias				
<i>Aracauria angustifolia</i>	-3,046	-17,660	0	14,614
<i>Ilex paraguariensis</i>	17,660	3,046	0	
270 dias				
<i>Aracauria angustifolia</i>	6,274	-17,792	0	24,067
<i>Ilex paraguariensis</i>	17,792	-6,274	0	

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Quando os valores médios de perda de massa são plotados juntamente com as variáveis de temperatura dos cenários (Figura 11), novamente a decomposição parece manter uma relação com a temperatura máxima média. Em Urubici é possível notar uma perda de massa considerável (47,42%) nos primeiros 160 dias, porém, com a diminuição da temperatura, a decomposição se manteve constante até a coleta final aos 270 dias, quando atingiu 51,75%. Urupema seguiu a mesma tendência, porém, a perda de massa nos primeiros 160 dias foi menor, atingindo 39,46%; mantendo perda constante até os 270 dias, quando alcançou 46,24%.

Figura 11 - Relação entre as curvas de decomposição das espécies (massa remanescente) e as condições de temperatura dos cenários.

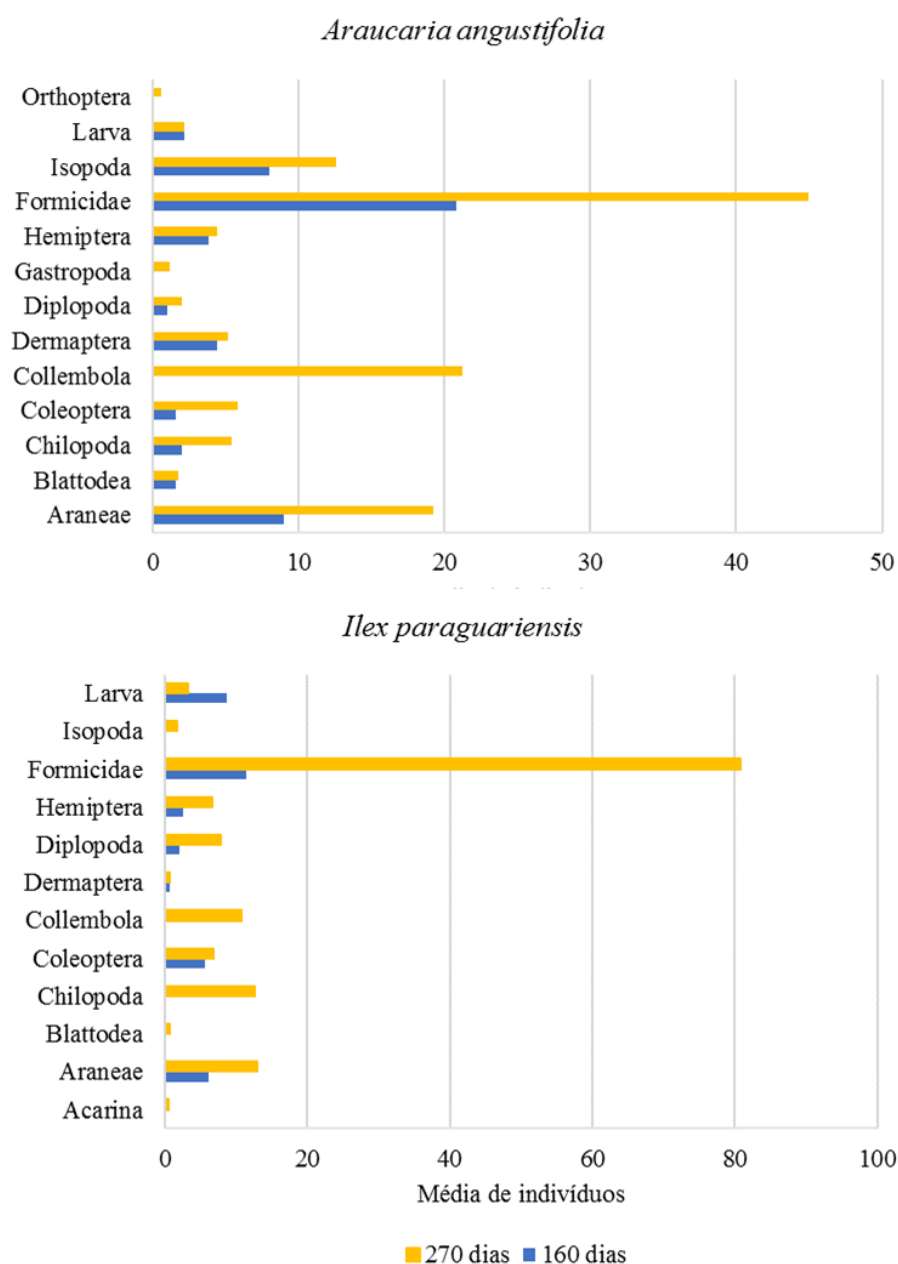


Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

O levantamento dos grupos da fauna encontrados nos *litterbags*, demonstrou mudanças na estrutura da comunidade conforme o tempo de decomposição do material vegetal aumentava (Figura 12). Em Urupema, onde a espécie *Araucaria angustifolia* foi utilizada, é possível notar aos 160 dias a abundância de organismos dos grupos Formicidae, Araneae e Isopoda; enquanto aos 270 dias, o grupo Formicidae permanece mais abundante, seguido pelo grupo Collembola e Araneae. Vale ressaltar, que os grupos Orthoptera, Gastropoda e Collembola, só apareceram aos 270 dias.

No cenário de Urubici, onde a espécie transposta foi a *Ilex paraguariensis*, aos 160 dias os grupos Formicidae, Larvas, Araneae e Coleoptera apresentaram maior abundância, com os dois últimos tendo o mesmo peso. Já aos 270 dias, o grupo Formicidae permaneceu mais abundante, seguido pelos grupos Araneae, Chilopoda e Collembola. Assim como em Urupema, alguns grupos só apareceram aos 270 dias, e são eles, Isopoda, Collembola, Chilopoda, Blattodea e Acarina.

Figura 12 - Abundância média dos grupos da fauna encontrados nos litterbags das espécies *Araucaria angustifolia* e *Ilex paraguariensis*, cenários de Urupema e Urubici.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

3.4 DISCUSSÃO

O experimento para avaliar a taxa de decomposição nos cenários de florestas nos apresentou valores altos de perda de massa nos primeiros 40 dias de estabelecimento dos *litterbags*, em ambos os cenários. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2013) ao avaliarem a decomposição da serrapilheira foliar na Floresta Nacional de Pacotuba, no Espírito Santo e Grugiki et al. (2017) avaliando a decomposição em diferentes coberturas florestais no sul do Espírito Santo. Esta velocidade com a qual a serrapilheira foi decomposta, possivelmente é reflexo da biodegradação rápida dos compostos hidrossolúveis e polissacarídeos (SILVA et al., 2014). Esse período de maior perda de massa, coincidiu ainda com as maiores médias de temperatura (máxima) nos cenários, indicando uma influência desse fator ambiental nesse processo de decomposição. Essa influência se torna mais expressiva quando há a diminuição da temperatura máxima e consequentemente, a perda de massa estabiliza. Sabe-se que os fatores climáticos, juntamente com a qualidade da serrapilheira e os organismos do solo, afetam o processo de decomposição nos biomas (GARCÍA-PALACIOS et al., 2013). Porém, entre os fatores climáticos, temperatura e umidade estão entre os mais relevantes, por conta da sua influência nos micro-organismos que participam ativamente do processo de decomposição e ciclagem de nutrientes (FIERER, 2017; GAMA-RODRIGUES et al., 2003).

Quando os valores da constante de decomposição das espécies são avaliados, nota-se valores baixos, já que autores como Backes et al. (2005) estudando um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, encontraram uma taxa de decomposição correspondente a 0,86. Porém, os valores baixos correspondem ao fato de apenas duas espécies ter sido elencadas em cada cenário, não sendo representativas para a miscelânea que compõem a serrapilheira original. As espécies, *Drimys angustifolia* e *Ilex paraguariensis*, do cenário de Urupema, apresentaram diferenças significativas nos valores da constante de decomposição entre si. A maior velocidade com a qual a espécie *Ilex paraguariensis* se decompõem, deve-se principalmente à qualidade do seu material, pois apresenta baixo teor de compostos recalcitrantes como a lignina (APÊNDICE G), e entre as três espécies estudadas é a que apresenta o menor valor de relação C/N. Carvalho et al. (2008) indicam que a susceptibilidade do material vegetal à decomposição está relacionada à sua composição química, como teor de lignina, polifenóis, celulose e hemicelulose.

A observação da dinâmica de liberação de nutrientes pelas espécies estudadas nos permitiu fazer algumas inferências, entre elas, que para o cenário de Urupema, os nutrientes

fósforo, cálcio e nitrogênio tiveram sua maior perda no período de 40 dias. Algumas causas podem estar relacionadas a esses resultados. Porém, a principal delas diz respeito a fisiologia das espécies, pois estes nutrientes são constituintes de compostos importantes das células vegetais, concentrando-se nas estruturas mais novas (GRUGIKI et al., 2017). Visto que o material vegetal usado destas espécies foram as folhas, a liberação destes nutrientes pode estar correlacionada com a decomposição desses constituintes. Para o cenário de Urubici, a dinâmica de liberação funcionou de maneira diferente, com somente o nitrogênio sendo liberado em grandes quantidades nos primeiros 40 dias. Todos os outros nutrientes levaram mais tempo para alcançar seu máximo de liberação, e a razão pode estar na dificuldade em se decompor o material vegetal provindo de *Araucaria angustifolia*, por se tratar de acículas e ramos finos, com alta relação C/N e altos teores de polifenóis e lignina. Goya et al. (2008) afirmam que as relações de C/N e lignina/nitrogênio, constituintes da serrapilheira podem ser utilizadas como índices de decomposição da matéria orgânica e consequente liberação de nutrientes ao solo.

Após todas as inferências relacionadas ao funcionamento do processo de decomposição nos cenários, resta saber como alterações em suas características originais refletem no processo. Para tal, após terem sido transpostas as espécies de seus locais originais, valores mais baixos de constante de decomposição foram observados, com as espécies apresentando constantes menores do que as encontradas em seus locais de origem. No entanto, ainda que a velocidade de decomposição tenha aparentemente diminuído, não houve comprovação da hipótese de vantagem de campo.

Para entender o porquê, é necessário ter em mente que dois fatores são cruciais para a existência de uma vantagem de campo. O primeiro é relacionado à qualidade do material, pois a serrapilheira precisa ser de baixa qualidade, com compostos recalcitrantes que restrinjam a decomposição; do contrário, o material será decomposto facilmente, já que não serão necessárias adaptações específicas dos decompositores (GERGÓCS et., 2016; STRICKLAND et al., 2009). O segundo fator, diz respeito a comunidade decompositora, pois esta deve ter um grau de especialização na decomposição de certas substâncias químicas para justificar a presença de uma vantagem de campo (AYRES et al., 2009; GHOLZ et al., 2000).

A falta de HFA nos cenários estudados, pode ser resultado de um ajuste na abundância dos organismos decompositores para lidar com a espécie introduzida no ambiente. Este fato parece se comprovar pela observação da estrutura da comunidade presente nos *litterbags*, onde vê-se um rearranjo em termos de presença de grupos e abundância de organismos entre os tempos de coleta. A decomposição é um processo realizado em sua maior parte por micro-organismos, porém, os grupos da fauna atuam como reguladores do processo; formando uma

cadeia trófica onde a fauna pode atuar como trituradora dos materiais orgânicos e como predadora, enquanto os micro-organismos são essencialmente decompositores primários (CORTET et al., 2018). Na primeira avaliação aos 160 dias, foi possível notar a presença de grupos essencialmente trituradores ou predadores, como Formicidae, Coleoptera, Isopoda e Araneae. Estes, possivelmente promoveram a fragmentação do material vegetal em partículas menores, permitindo assim o ataque microbiano (WALL, 2012). Já aos 270 dias, notou-se o estabelecimento de uma teia alimentar mais complexa, com um aumento na abundância de grupos trituradores e predadores, porém, com a presença do grupo Collembola. Este grupo que contribui para a degradação do material vegetal diretamente através do consumo e trituração da serrapilheira, mas também de maneira indireta através da estimulação da atividade microbiana por pastejo (FILSER, 2002; PAUL, 2011; YANG et al., 2012).

3.5 CONCLUSÃO

A qualidade da serrapilheira influencia o processo de decomposição, afetando a velocidade do processo e a quantidade de nutrientes liberados para o solo.

A hipótese de *home-field advantage* não foi comprovada neste estudo, pois o processo de decomposição ocorreu sem diferenças significativas entre os cenários.

REFERÊNCIAS

- AYRES, E. et al. Soil biota accelerate decomposition in high-elevation forests by specializing in the breakdown of litter produced by the plant species above them. **Journal of Ecology**, v. 97, n. 5, p. 901–912, 2009.
- BACKES, A.; PRATES, F. L.; VIOLA, M. G. Produção de serrapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 155–160, mar. 2005.
- BARDGETT, R. D.; VAN DER PUTTEN, W. H. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. **Nature**, v. 515, n. 7528, p. 505–511, 26 nov. 2014.
- CARVALHO, A. M. DE et al. Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. spe, p. 2831–2838, dez. 2008.
- CORNWELL, W. K. et al. Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. **Ecology Letters**, v. 11, n. 10, p. 1065–1071, 2008.

CORTET, J. et al. Soil Fauna: Determinants of Community Structure and Impacts on Soil Functioning. **Soils as a Key Component of the Critical Zone 6: Ecology**, p. 105–123, 2018.

FIERER, N. Embracing the unknown: Disentangling the complexities of the soil microbiome. **Nature Reviews Microbiology**, v. 15, n. 10, p. 579–590, 2017.

FILSER, J. The role of Collembola in carbon and nitrogen cycling in soil. **Pedobiologia**, v. 46, n. 3–4, p. 234–245, jan. 2002.

FORTUNEL, C. et al. Leaf traits capture the effects of land use changes and climate on litter decomposability of grasslands across Europe. **Ecology**, v. 90, n. 3, p. 598–611, 2009.

FROUZ, J. Effects of soil macro- and mesofauna on litter decomposition and soil organic matter stabilization. **Geoderma**, v. 332, n. March, p. 161–172, 2018.

FUJII, S.; TAKEDA, H. Succession of soil microarthropod communities during the aboveground and belowground litter decomposition processes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 110, p. 95–102, 2017.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; SANTOS, M. L. Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1021–1031, dez. 2003.

GARCÍA-PALACIOS, P. et al. Climate and litter quality differently modulate the effects of soil fauna on litter decomposition across biomes. **Ecology Letters**, v. 16, n. 8, p. 1045–1053, 2013.

GERGÓCS, V.; HUFNAGEL, L. The effect of microarthropods on litter decomposition depends on litter quality. **European Journal of Soil Biology**, v. 75, p. 24–30, 2016.

GHOLZ, H. L. et al. Long-term dynamics of pine and hardwood litter in contrasting environments: toward a global model of decomposition. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 6, p. 751–765, 2000.

GIESSELMANN, U. C. et al. Lack of home-field advantage in the decomposition of leaf litter in the Atlantic Rainforest of Brazil. **Applied Soil Ecology**, v. 49, n. 1, p. 5–10, 2011.

GOYA, J. F. et al. Decomposition and nutrient release from leaf litter in Eucalyptus grandis plantations on three different soils in Entre Ríos, Argentina. **Bosque (Valdivia)**, v. 29, n. 3, p. 217–226, 2008.

GRUGIKI, M. A. et al. Decomposição e atividade microbiana da serrapilheira em coberturas florestais no sul do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

LAVELLE, P. et al. A Hierarchical Model for Decomposition in Terrestrial Ecosystems: Application to Soils of the Humid Tropics. **Biotropica**, v. 25, n. 2, p. 130, jun. 1993.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, v. 27, p. 31–36, 1962.

PAUL, D. Collembolan Density and Diversity in a Forest and an Agroecosystem. **Open Journal of Soil Science**, v. 01, n. 02, p. 55–61, 2011.

SCHADLER, M. et al. Palatability, decomposition and insect herbivory: patterns in a successional old-field plant community. **Oikos**, v. 103, n. 1, p. 121–132, out. 2003.

SETÄLÄ, H.; MARSHALL, V. G.; TROFYMOW, J. A. Influence of body size of soil fauna on litter decomposition and ¹⁵N uptake by poplar in a pot trial. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 28, n. 12, p. 1661–1675, dez. 1996.

SILVA, A. G.; GONÇALVES, M. A. M.; REIS, E. F. Decomposição e teor de nutrientes da serrapilheira foliar em um fragmento de Floresta Atlântica no sul do estado do Espírito Santo. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal - ENFLO**, v. 1, n. 2, p. 63–71, 31 out. 2013.

SILVA, H. F. et al. Decomposição de serrapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Biociências**, p. 164–172, 2014.

STRICKLAND, M. S. et al. Litter quality is in the eye of the beholder: Initial decomposition rates as a function of inoculum characteristics. **Functional Ecology**, v. 23, n. 3, p. 627–636, 2009.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

WALL, D. H. **Soil Ecology and Ecosystem Services**. Oxford: Oxford University Press, 2012.

YANG, X. et al. Mechanical fragmentation enhances the contribution of Collembola to leaf litter decomposition. **European Journal of Soil Biology**, v. 53, p. 23–31, nov. 2012.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudar áreas de FOM Alto-montanas foi bastante desafiador, não só pelas dificuldades físicas que elas impõem, mas por todos os processos que ocorrem de maneira concomitante nesses ambientes. Esta tese se propôs a conhecer melhor a diversidade da fauna da serrapilheira e edáfica, e tentar entender como ocorre as relações entre esses organismos e o ambiente solo-serrapilheira. Porém, para isso, é necessário isolar alguns efeitos, e esta é uma maneira bastante singela de tentar contribuir para um conhecimento maior.

Apesar de bons resultados, esta tese possui lacunas que não puderam ser preenchidas por motivos alheios a pesquisa; a principal delas é a não observação da atividade microbiana durante a decomposição, já que esses organismos são os principais responsáveis pela decomposição primária. Esses dados somados ao levantamento da fauna, nos traria um panorama muito mais fiel do processo nesses ambientes. Além disso, analisar a perda dos compostos químicos das espécies vegetais ao longo da decomposição, contribuiria para vislumbramos de maneira clara a função da fauna no processo de trituração.

Outra questão não abordada, é como a composição da serrapilheira, em termos de espécies e estruturas vegetais, modifica o processo de decomposição. Aqui, tratamos apenas das espécies mais representativas de cada área, mas seria importante para pesquisas futuras, o uso do material original, principalmente para testar a *home-field advantage*. Temos consciência de que, quando foi feita a escolha de usar apenas folhas, acículas e ramos finos, diminuimos em muito a possibilidade de comprovar esta hipótese. Isto porque esse material vegetal, é o mais facilmente decomposto quando comparado a miscelânea existente no chão da floresta, o que pode levar a uma superestimação da capacidade de adaptação dos organismos.

Ainda que esta tese tenha levantado mais questões do que respondido, acredito que seja um primeiro passo em direção a estudos mais aprofundados nestas áreas; e espero que sirva para inspirar novos pesquisadores a continuarem desse ponto.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Caracterização climática dos cenários de Urubici e Urupema, no período de setembro de 2018 a setembro de 2019.

Meses	Temp. Mínima (C°)	Temp. Máxima	Umidade relativa (%)	Precipitação Soma mensal (mm)	Dias com chuva (>0,2mm)
Urupema					
set/18	8,58	14,42	89,98	194,60	21
out/18	8,59	14,88	95,93	192,00	29
nov/18	9,51	17,60	93,77	173,40	28
dez/18	11,42	21,94	83,11	115,20	19
jan/19	14,42	22,40	88,37	157,00	27
fev/19	11,91	19,78	88,67	102,80	23
mar/19	11,41	18,08	91,02	180,40	27
abr/19	11,04	17,49	88,44	151,20	22
mai/19	9,39	14,55	93,77	235,20	30
jun/19	8,24	15,04	84,37	23,00	12
jul/19	5,54	12,29	80,06	110,80	17
ago/19	4,73	13,47	82,59	49,40	17
set/19	8,35	15,66	83,47	69,80	20
Urubici					
set/18	9,27	16,30	87,40	194,2	20
out/18	9,42	16,55	94,47	217,4	22
nov/18	10,49	19,85	90,10	180	17
dez/18	12,16	23,60	83,78	199,8	18
jan/19	15,34	24,36	89,25	243,6	22
fev/19	12,79	21,41	88,79	109,6	18
mar/19	12,42	19,92	91,80	165,2	18
abr/19	11,59	18,81	91,58	126,8	19
mai/19	10,23	15,95	96,06	255,8	21
jun/19	8,76	16,66	86,46	26,4	8
jul/19	6,67	13,85	82,34	148,4	12
ago/19	5,75	15,12	84,68	55,4	14
set/19	8,94	16,84	88,09	81,8	17

APÊNDICE B - Caracterização das espécies que compõem a serrapilheira dos cenários de Urubici e Urupema.

Espécies		Massa seca	Frequência relativa
Nome científico	Nome comum	(g)	(%)
Urubici			
<i>Araucária angustifolia</i>	Araucária	426,711	56,53
Gramínea	Gramínea	181,554	24,05
<i>Drimys angustifolia</i>	Casca de anta	50,515	6,69
<i>Dicksonia sellowiana</i>	Xaxim	32,53	4,31
<i>Clethra scabra</i>	Carne de vaca	23,900	3,17
<i>Berberis laurina</i>	Espinho de judeu	10,6	1,40
<i>Ocotea sp.</i>	X	10,034	1,33
<i>Drimys brasiliensis</i>	Casca de anta	5,652	0,75
<i>Ocotea pulchella</i>	Canela lageana	5,362	0,71
<i>Myrceugenia oxysepala</i>	Guamirim	4,841	0,64
<i>Myrsine coriacea</i>	Capororoca	1,475	0,20
<i>Vernonanthura discolor</i>	Vassourão branco	0,678	0,09
<i>Leandra pallida</i>	X	0,431	0,06
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	Araçarana	0,282	0,04
<i>Solanum sanctaecatharine</i>	Joá manso	0,241	0,03
URUPEMA			
<i>Drimys angustifolia</i>	Casca de anta	109,307	34,87
<i>Dicksonia sellowiana</i>	Xaxim	76,228	24,32
Gramínea	Gramínea	69,515	22,17
<i>Myrceugenia oxysepala</i>	Guamirim	15,964	5,09
<i>Ocotea pulchella</i>	Canela lageana	10,166	3,24
<i>Cinnamomum amoenum</i>	Caýnela	7,580	2,42
<i>Rubus L.</i>	Amoreira silvestre	7,432	2,37
<i>Tillandsia usneoides</i>	Barba de velho	5,899	1,88
<i>Ocotea sp.</i>	X	2,528	0,81
<i>Myrsine coriacea</i>	Capororoca	2,511	0,80
<i>Prunus myrtifolia</i>	Pessegueiro bravo	1,765	0,56
<i>Solanum sanctaecatharine</i>	Joá manso	1,568	0,50
<i>Ilex paraguariensis</i>	Erva-mate	1,061	0,34
<i>Clethra scabra</i>	Carne de vaca	0,997	0,32
<i>Berberis laurina</i>	Espinho de judeu	0,966	0,31

APÊNDICE C - Altitude, latitude e longitude, georreferenciadas no ponto central de cada parcela.

URUBICI			
Parcela	Altitude (m)	Latitude (S)	Longitude (W)
1	1316	28° 0'40.92"	49°42'31.14"
2	1315	28° 0'38.04"	49°42'30.66"
3	1295	28° 0'35.16"	49°42'30.06"
4	1315	28° 0'31.80"	49°42'29.94"
5	1301	28° 0'30.72"	49°42'31.98"
URUPEMA			
1	1497	27°57'51.60"	49°50'9.60"
2	1486	27°57'52.62"	49°50'9.06"
3	1476	27°57'53.76"	49°50'7.62"
4	1473	27°57'55.02"	49°50'7.08"
5	1496	27°57'51.66"	49°50'8.58"

APÊNDICE D - Caracterização física do solo dos cenários de Urubici e Urupema.

	Ds g/cm³	Umidade cm³/cm³	PT	Micro m³/m³	Macro m³/m³	Bioporos
URUBICI						
P1	0,418	0,335	0,630	0,501	0,128	0,080
P2	0,420	0,448	0,621	0,481	0,140	0,084
P3	0,703	0,508	0,563	0,434	0,129	0,087
P4	0,711	0,340	0,611	0,492	0,119	0,079
P5	0,710	0,445	0,646	0,517	0,129	0,079
URUPEMA						
P1	0,439	0,656	0,741	0,579	0,163	0,085
P2	0,518	0,401	0,724	0,540	0,184	0,105
P3	0,598	0,504	0,754	0,598	0,156	0,078
P4	0,431	0,713	0,778	0,649	0,129	0,060
P5	0,541	0,558	0,786	0,603	0,184	0,084

APÊNDICE E - Caracterização química e microbiológica do solo dos cenários de Urubici e Urupema.

Parcelas	C	N	pH-H ₂ O	SMP	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efetiva	Al	Bases	M.O	C.O	Argila
	(%)		(1:1)				cmolc/dm ³			Saturação (%)	(%)		(%)	
URUBICI														
P1	9,983	0,297	3,750	4,150	0,980	0,375	5,665	39,450	7,190	78,860	4,665	7,400	4,295	16,500
P2	10,417	0,418	4,500	4,700	2,970	0,765	3,675	21,500	7,585	49,415	16,355	6,350	3,685	14,500
P3	10,500	0,333	3,850	4,150	1,230	0,330	5,500	37,000	7,195	77,000	4,255	4,750	2,755	40,000
P4	10,533	0,359	3,850	4,350	1,240	0,280	4,920	29,450	6,560	74,730	5,655	4,300	2,495	21,500
P5	10,683	0,373	3,950	4,300	1,650	0,570	4,485	30,950	6,910	65,155	7,200	5,100	2,960	16,000
URUPEMA														
P1	13,717	0,466	3,700	3,800	0,335	0,350	9,905	54,900	10,810	91,440	1,635	4,050	2,350	16,000
P2	12,567	0,442	3,750	3,950	0,170	0,255	6,650	45,950	7,265	91,390	1,320	6,400	3,710	17,500
P3	10,495	0,450	4,000	4,250	0,190	0,265	6,125	32,600	6,770	90,440	1,970	6,150	3,570	19,000
P4	13,883	0,415	3,600	3,950	0,495	0,285	6,030	49,650	7,015	85,500	2,310	7,050	4,085	14,000
P5	11,582	0,484	4,150	4,350	0,500	0,380	6,465	30,200	7,535	85,065	4,060	7,500	4,350	17,000
Parcelas	P	Mehlich	Na	K	CTC	K	Ca/Mg	Áci. fúlvico	Áci. húmico	Humina	Cpart	Cmic	Hifa	
		mg/dm ³			pH 7	cmolc/dm ³		g/kg	g/kg	mg/g	%	µgC/g	cm/g	
URUBICI														
P1	5,200	1,000	65,500	40,975	0,168	0,168	2,550	19,59	35,29	3,53	17,55	301,40	265,94	
P2	4,650	1,000	68,500	25,410	0,176	0,176	3,950	19,90	23,72	3,62	18,95	262,90	258,81	
P3	2,200	1,000	52,000	38,695	0,133	0,133	3,600	16,97	18,11	3,99	13,40	176,85	272,64	
P4	3,900	1,000	48,000	31,090	0,123	0,123	4,250	19,10	28,37	4,12	22,22	251,80	262,37	
P5	3,600	1,000	79,500	33,375	0,204	0,204	2,850	19,30	27,57	4,20	16,35	240,26	272,66	
URUPEMA														
P1	10,800	1,000	85,000	55,805	0,218	0,218	1,000	17,01	27,11	4,45	16,70	233,12	292,25	
P2	13,750	1,000	73,500	46,565	0,188	0,188	0,700	16,52	20,38	4,57	14,35	254,04	355,27	
P3	10,650	1,000	74,500	33,245	0,191	0,191	0,700	11,40	16,65	4,49	11,13	287,17	352,61	
P4	6,550	1,000	79,000	50,635	0,202	0,202	1,700	9,88	13,44	4,53	9,00	246,45	328,19	
P5	7,650	1,000	74,000	31,270	0,189	0,189	1,150	12,91	20,80	4,44	13,03	238,92	282,16	

APÊNDICE F - Caracterização química da serrapilheira dos cenários de Urubici e Urupema.

Parcelas	C %	N	C/N	Polifenóis mg/100 g	Extrativos	Lignina	Cinzas %	Holocelulose
URUBICI								
P1	44,8	1,3	34,88	131,81	20,69	59,06	10,12	10,12
P2	45,7	1,0	44,68	415,74	23,71	61,18	9,46	5,66
P3	47,6	1,0	46,74	368,88	23,51	64,47	7,89	4,12
P4	40,6	1,1	36,07	275,44	15,96	57,42	11,82	14,80
P5	44,5	1,1	40,36	254,92	22,09	56,01	12,70	9,20
URUPEMA								
P1	46,6	1,5	31,79	185,28	27,21	50,26	5,65	16,88
P2	48,8	1,4	35,45	173,33	28,41	60,87	3,14	7,58
P3	39,8	1,2	33,85	81,91	23,32	47,35	8,92	20,42
P4	48,2	1,3	37,15	154,74	20,99	51,86	6,04	21,12
P5	47,2	1,3	36,62	165,10	28,01	59,35	2,97	9,67

APÊNDICE G - Caracterização química das espécies estudadas.

Espécies	Polifenóis (mg/100 g)	Extrativos	Lignina	Cinzas (%)	Holocelulose		
Araucaria angustifolia	2453,01	36,60	47,90	5,08	10,42		
Ilex paraguariensis	1713,00	49,10	41,92	7,55	1,43		
Drimys angustifolia	3884,42	37,60	45,80	3,77	12,83		
Espécies	Ca	Mg	P	K	C	N	C/N
		(mg/kg)			(%)		
Araucaria angustifolia	10703,28	1804,40	5575,003	3672,00	69,9	1,15	60,78
Ilex paraguariensis	4941,60	2119,04	2435,315	6096,00	68,65	1,57	43,73
Drimys angustifolia	4376,16	1663,20	2534,054	2952,00	73,75	1,25	59,00