



Caracterização de artrópodes edáficos em duas áreas com diferentes coberturas vegetais na região central do Rio Grande do Sul¹

Jocimar Caiafa Milagre²; Grasiela Dick³; Lucas José Mendes⁴; Thaynara Diuliane Carvalho Paz⁵; Mauricio Pegoraro Stangarlin⁶; João Antônio Rodrigues Santos⁷; Mauro Valdir Schumacher⁸

Resumo: Os artrópodes edáficos são organismos de grande importância ecológica e sua dinâmica no solo e serapilheira pode ser influenciada pelo tipo de cobertura vegetal. Nosso objetivo foi caracterizar e comparar abundância, riqueza e índices de diversidade e uniformidade de artrópodes edáficos em uma área ocupada por bambu (BM) e uma área reflorestada (RF), localizadas na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. A hipótese deste estudo é que haverá maior abundância, riqueza, diversidade e uniformidade de organismos na área RF. Para a coleta da fauna do solo foram amostrados os artrópodes presentes na interface solo-serapilheira com a utilização de coletores do tipo Provid em quatro pontos de cada área de estudo. Em ambas as áreas deste estudo houve elevada abundância e riqueza de artrópodes, sendo as ordens Collembola, Coleoptera, Hymenoptera e Diptera as mais representativas. Refutando a hipótese prevista, a área RF apresentou menor número de indivíduos e mesma riqueza que a área BM. A área BM apresentou maior abundância de indivíduos da ordem Diptera quando comparada com a área RF, sendo que para as demais ordens não houve diferenças significativas. Estudos adicionais considerando as propriedades físicas e químicas do solo e a composição da serapilheira podem auxiliar no melhor entendimento da relação entre os artrópodes edáficos e a cobertura da vegetação nessas áreas, além do papel bioindicador desses organismos.

Palavras – chave: Fauna do solo; Serapilheira; Bambu; Reflorestamento

Characterization of edaphic arthropods in two areas with different vegetation cover in the central region of Rio Grande do Sul

Abstract: Edaphic arthropods are organisms of great ecological importance and their dynamics in leaf litter and soil can be influenced by the type of vegetation cover. We aimed to characterize and compare abundance, richness and diversity and uniformity indices of edaphic arthropods in an area occupied by bamboo (BM) and a reforested area (RF), located in the central region of Rio Grande do Sul state, south Brazil. The hypothesis of this study is that there will be greater abundance, richness, diversity and uniformity of organisms in the RF area. The collection of soil fauna was performed by sampling the arthropods present at the soil-leaf litter interface using Provid collectors at four points in each study area. There were high levels of abundance and richness of arthropods in both areas of the study, and the orders Collembola, Coleoptera, Hymenoptera and Diptera were the most representative. The predicted hypothesis was refuted, since the RF area had a smaller number of individuals and the same richness as the BM area. BM area showed greater abundance of individuals of the order Diptera when compared to the RF area, and for the other orders there were no significant differences. Additional studies considering the physical and chemical properties of the soil and the litter composition may help to better understand the relationship between edaphic arthropods and vegetation cover in these areas, besides the bioindicator role of these organisms.

Keywords: Soil fauna; Litter; Bamboo; Afforestation

¹ Recebido em 25.03.2022 e aceito para publicação como **artigo científico** em 02.10.2022

² Engenheiro Florestal. Mestrando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria/RS, Brasil. E-mail: <jocimarcaiafa@gmail.com>

³ Engenheira Florestal, Dra. Pós-doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria/RS, Brasil. E-mail: <grasidick@hotmail.com>

⁴ Engenheiro Florestal. Mestrando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria/RS, Brasil. E-mail: <mendeslucasjose@gmail.com>

⁵ Engenheira Florestal. Mestranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria/RS, Brasil. E-mail: <diulipaz10@gmail.com>

⁶ Engenheiro Florestal. Mestrando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria/RS, Brasil. E-mail: <mauriciostangarlin@hotmail.com>

⁷ Engenheiro Florestal, M.Sc. Doutorando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria/RS, Brasil. E-mail: <jo89ro@gmail.com>

⁸ Engenheiro Florestal. Professor Titular no Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria/RS, Brasil. E-mail: <mauro.schumacher@ufsm.br>

Introdução

O solo é um recurso natural básico para a produção agrícola e florestal e abriga mais de 25% da biodiversidade total do planeta (BACH et al., 2020). No que diz respeito à biodiversidade, o solo possui uma variedade de organismos, incluindo fungos, algas, bactérias, protozoários e invertebrados (CERTINI et al., 2021). Dentre esses organismos, os artrópodes presentes no solo e na serapilheira representam 85% de toda a fauna edáfica (CULLINEY, 2013).

A decomposição da serapilheira é uma via primordial para a ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. Ao obter seus recursos da serapilheira, bactérias, fungos e invertebrados liberam nutrientes ao solo (HANDA et al., 2014). Na interface solo-serapilheira, os artrópodes edáficos são responsáveis por desempenhar importantes funções ecossistêmicas relacionadas com a decomposição e mineralização da matéria orgânica, predação e polinização (HARTSHORN, 2021). Uma maior heterogeneidade de materiais na serapilheira proporciona maior diversidade de artrópodes no solo, mas não necessariamente define maior ou menor abundância (ZAGATTO et al., 2019).

Os artrópodes do solo se mostram sensíveis às modificações ocorridas no ambiente (LANGE et al., 2011; AMARAL; SANTOS, 2015; BIRKHOFFER et al., 2017; HARTSHORN, 2021). Dependendo do tipo e intensidade do impacto, a diversidade de organismos edáficos pode diminuir, aumentar ou não sofrer alterações (BARETTA et al., 2011). Nesse sentido, por exemplo, solos de floresta secundária em regeneração natural apresentam maior riqueza e diversidade de invertebrados quando comparado com áreas agrícolas (ZAGATTO et al., 2019). Florestas ocupadas com alta densidade de bambu podem apresentar maiores abundância e riqueza de artrópodes do que florestas sem bambu (WIJEWICKRAMA et al., 2022).

A superabundância de espécies de plantas, como o bambu *Phyllostachys edulis* (Carrière)

J.Houz., pode alterar a produção de serapilheira, afetando os recursos que entram na cadeia alimentar e, conseqüentemente, a composição e diversidade da fauna do solo (LUAN et al., 2021). Plantas invasoras podem aumentar a abundância de organismos detritívoros e microbívoros na serapilheira e diminuir a abundância de herbívoros e predadores na rizosfera (ZHANG et al., 2019). Por outro lado, Abgrall, Forey e Chauvat (2019) mostraram que a abundância de herbívoros aumentou após a invasão de plantas por ambas as vias em ecossistemas florestais.

Diante do exposto, nosso objetivo foi caracterizar e comparar a abundância, riqueza e índices de diversidade e uniformidade de artrópodes edáficos presentes em uma área ocupada por bambu e uma área reflorestada no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. A hipótese deste estudo é que haverá maior abundância, riqueza, diversidade e uniformidade de organismos na área reflorestada.

Material e métodos

O presente estudo foi desenvolvido no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizado no município de Santa Maria, região central do estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil (Figura 1). O Jardim Botânico possui área total de 13 hectares, onde estão presentes 515 espécies de plantas nativas e exóticas de 96 famílias botânicas, principalmente angiospermas (LEMES; RITTER; MORAIS, 2008).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verão quente, com temperatura média anual de 18,6 °C e precipitação pluvial anual de 1.815 mm (ALVARES et al., 2013). A área de estudo está situada numa porção de transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa, com predomínio de formações do tipo Estepe e Floresta Estacional (IBGE, 2012). O solo é do tipo Argissolo Vermelho Alítico abrupto (EMBRAPA, 2018).



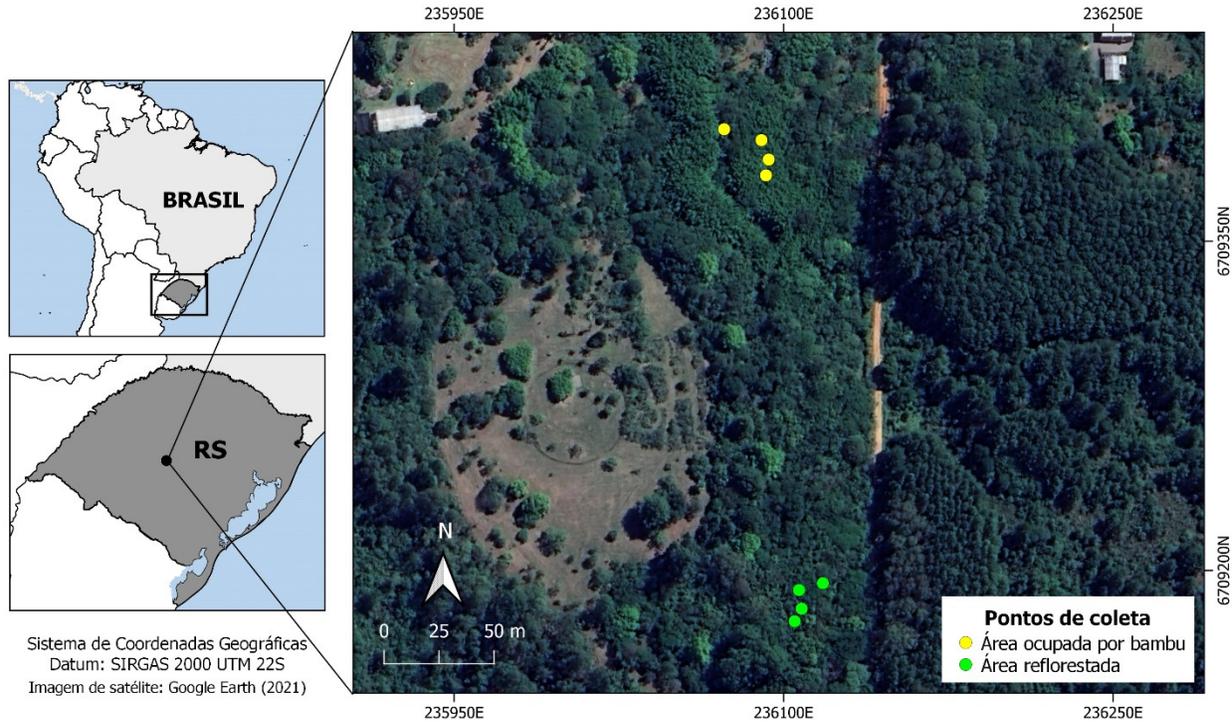


Figura 1 - Localização dos pontos de instalação das armadilhas do tipo Provid para a coleta de artrópodes edáficos em área ocupada por bambu (amarelo) e área reflorestada (verde) no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Figure 1 - Location of the installation points of Provid containers to collect edaphic arthropods in the bamboo area (yellow) and in the reforested area (green) at the Botanical Garden of the Federal University of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.

O estudo foi conduzido em uma área reflorestada de 0,20 hectare (RF) e uma área ocupada por bambu de 0,18 hectare (BM) (Figuras 2A e 2B, respectivamente). A área RF era ocupada por campo com espécies de gramíneas e herbáceas como *Paspalum notatum* Flügge, *Saccharum angustifolium* (Nees) Trin., *Senecio brasiliensis* (Spreng.) Less. e espécies florestais exóticas e foi reflorestada há aproximadamente 40 anos, ocasião em que as espécies florestais exóticas foram removidas. Nesta área destacam-se espécies nativas como *Eugenia uniflora* L., *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl., *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Cupania vernalis* Cambess., *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., *Casearia sylvestris* Sw., *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Cedrela fissilis* Vell. e *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. Essas

espécies foram plantadas ou oriundas da regeneração natural. A área BM é localizada às margens de um pequeno curso hídrico e é composta por bambu da espécie *Phyllostachys edulis*, plantada há aproximadamente 40 anos. BM possui pouca incidência de luminosidade no seu interior e apresenta o solo coberto por uma espessa camada de serapilheira acumulada de bambu, pouco decomposta. Tais condições reduzem significativamente a regeneração de outras espécies em BM, já que poucas sementes chegam ao solo em áreas completamente dominadas pelo bambu (FELKER et al., 2017).

Os artrópodes da interface solo-serapilheira foram coletados no mês de outubro de 2021 por meio da instalação aleatória de quatro coletores do tipo Provid em cada área amostral por um período de sete dias. A distância média entre as armadilhas foi de aproximadamente 10 metros.

O coletor Provid consiste em uma garrafa de polietileno tereftalato (PET) com capacidade de dois litros, com quatro aberturas na porção superior (ANTONIOLLI et al., 2006) (Figura 2C). Os coletores foram alocados

cuidadosamente, com as aberturas ao nível do solo para facilitar a coleta da fauna edáfica. Dentro de cada recipiente foi utilizada uma solução conservante preparada com 200 ml de álcool etílico a 70% e 5 ml de glicerina.

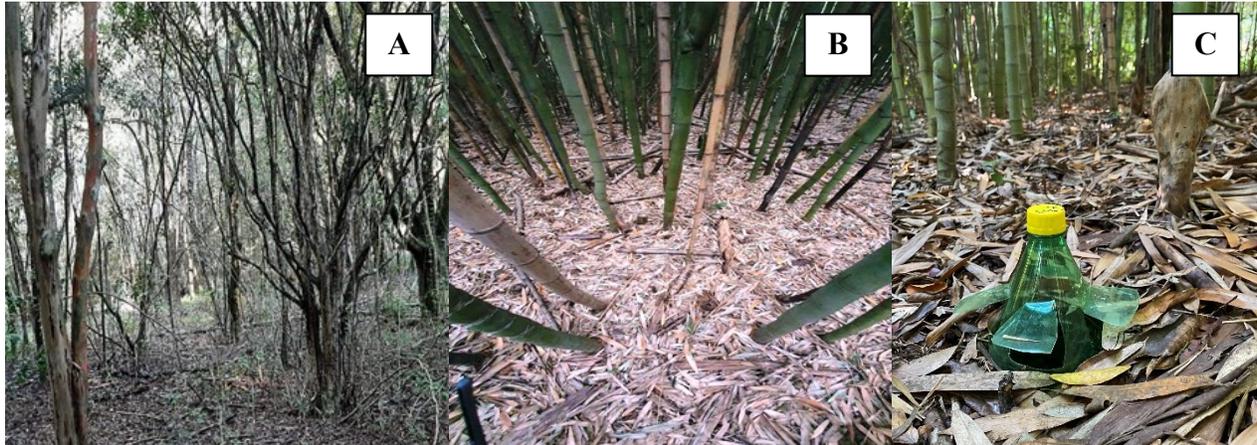


Figura 2 - (A) Área reflorestada (RF), (B) área ocupada por bambu (BM) e (C) coletor tipo Provid instalado no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Figure 2 - (A) Reforested area (RF), (B) bamboo area (BM) and (C) Provid collector installed at the Botanical Garden of the Federal University of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.

Após sete dias, as amostras foram coletadas e encaminhadas para o Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (LABEFLO/UFSM), onde foram lavadas em água corrente com o auxílio de peneiras do tipo *mesh* (53 μ m de malha) e posteriormente colocadas em placas de petri. Com o auxílio de uma lupa binocular, com capacidade de 40x de aumento, foi realizada a contagem e classificação dos organismos edáficos ao nível taxonômico de ordem. Os organismos jovens de todas as ordens foram denominados como fase juvenil. Os dados foram tabulados em planilha eletrônica do Microsoft Excel[®] 2019.

A partir dos resultados de contagem, foram determinados os parâmetros de abundância (número de indivíduos), riqueza (número total de grupos taxonômicos), Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') (Eq.1) e Índice de Uniformidade de Pielou (J') (Eq.2).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \times \ln(p_i) \quad (\text{Eq.1})$$

onde: $p_i = n_i/N$; n_i = número de indivíduos amostrados do i -ésimo grupo; N = número total de indivíduos amostrados; S = número total de grupos amostrados.

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)} \quad (\text{Eq.2})$$

onde: H' = Índice de Diversidade de Shannon-Wiener; S = número total de grupos amostrados.

Para a análise estatística, os dados de contagem, devido a sua heterogeneidade, foram transformados pela expressão $\sqrt{(x + 0,5)}$, onde x é o número de indivíduos contabilizados em cada grupo taxonômico. Os parâmetros foram avaliados considerando o delineamento

inteiramente casualizado. A distribuição normal e a homogeneidade de variâncias foram verificadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Para determinar se houve diferença significativa entre os grupos taxonômicos de cada área, foi aplicado o teste *t*-Student, ao nível de 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas no *software* R (RStudio, versão 1.4.1717).

Resultados

A abundância total de indivíduos da interface solo-serapilheira pertencentes ao filo Arthropoda foi de 1.481, dos quais 921 foram coletados na área BM e 560 na área RF. Os indivíduos coletados pertencem a 14 diferentes ordens taxonômicas: Acari, Amphipoda, Araneae, Blattodea, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isopoda, Lepidoptera, Orthoptera e Scolopendromorpha (Figura 3).

Na área BM as ordens mais representativas foram Collembola (33,8%), Coleoptera (29,5%), Hymenoptera (16,7%) e Diptera (10,3%). As mesmas ordens também foram mais expressivas na área RF, contudo em proporções diferentes, sendo: Coleoptera (33,0%), Collembola (29,8%), Hymenoptera (13,4%) e Diptera (6,4%) (Figura 3). Indivíduos das ordens Blattodea e Orthoptera foram encontrados exclusivamente na área BM, enquanto representantes das ordens Lepidoptera e Scolopendromorpha foram encontrados apenas na área RF. Artrópodes dessas quatro ordens foram encontrados em pequeno número (um ou dois indivíduos por ordem). Diferença significativa ($p < 0,05$) entre os dados transformados de cada grupo taxonômico para as duas áreas de coleta foi encontrada apenas para a ordem Diptera (Tabela 1). A área BM apresentou uma maior abundância de indivíduos da ordem Diptera quando comparada com a área RF.

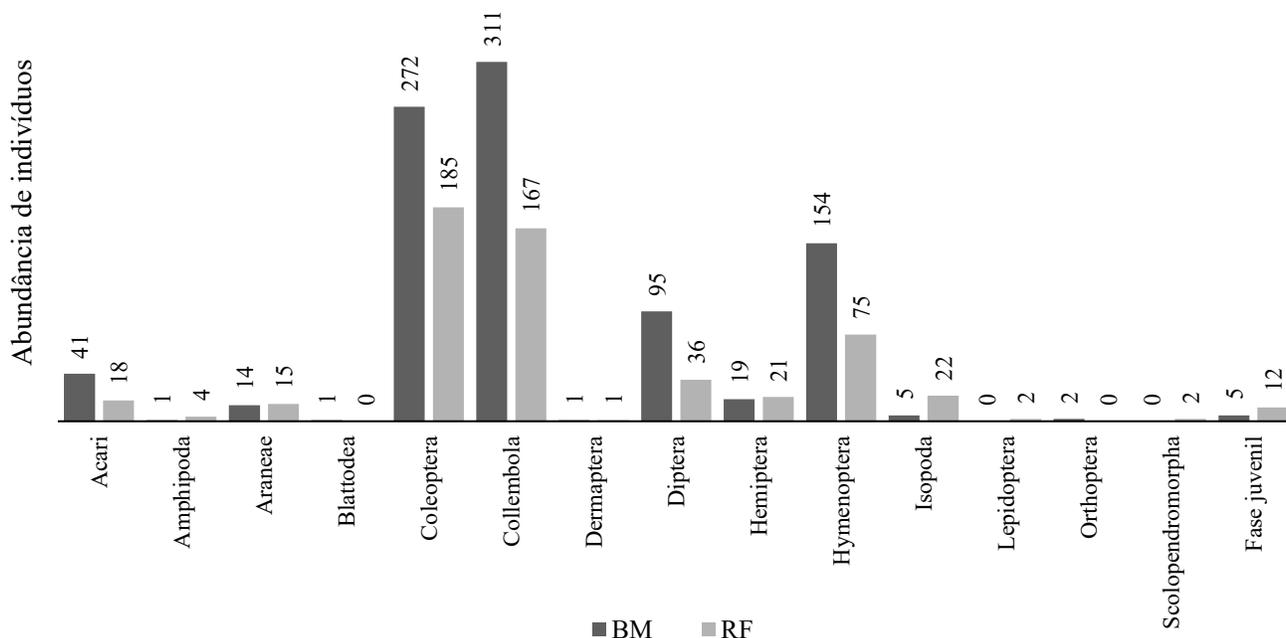


Figura 3 - Abundância e riqueza de artrópodes edáficos em área ocupada por bambu (BM) e área reflorestada (RF) no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Figure 3 - Abundance and richness of edaphic arthropods in bamboo area (BM) and reforested area (RF) at the Botanical Garden of the Federal University of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.

Tabela 1 - Análise estatística em função dos diferentes grupos taxonômicos de artrópodes edáficos coletados em área ocupada por bambu (BM) e área reflorestada (RF) no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Table 1 - Statistical analysis according to the different taxonomic groups of edaphic arthropods collected in bamboo and reforested areas at the Botanical Garden of the Federal University of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.

Grupo taxonômico	BM	RF
Acari	2,96±1,62 a	2,16±0,67 a
Amphipoda	0,84±0,26 a	1,13±0,55 a
Araneae	1,97±0,41 a	1,99±0,63 a
Blattodea	0,84±0,26	-
Coleoptera	8,14±1,75 a	6,79±0,93 a
Collembola	8,19±3,86 a	6,43±1,10 a
Dermaptera	0,84±0,26 a	0,84±0,26 a
Diptera	4,86±0,89 a	2,95±1,03 b
Hemiptera	2,23±0,61 a	2,25±0,96 a
Hymenoptera	6,07±1,70 a	4,29±1,08 a
Isopoda	1,19±0,67 a	2,23±1,18 a
Lepidoptera	-	0,97±0,30
Orthoptera	0,93±0,44	-
Scolopendromorpha	-	0,97±0,30
Fase juvenil	1,26±0,48 a	1,83±0,46 a

* Os valores são apresentados como média ± desvio padrão. Letras minúsculas distintas na linha indicam diferenças significativas entre as médias (teste *t*-Student, $p < 0,05$).

Os valores médios do índice de Shannon-Wiener (H') considerando os grupos taxonômicos do estudo foram 1,55 e 1,40 para a área BM e RF, respectivamente. Em relação à uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as ordens, os valores de Equabilidade de Pielou (J') foram 0,71 para a área BM e 0,59 para a área RF. Para ambos os índices não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as duas áreas.

Discussão

Com base no exposto, evidencia-se que houve elevada abundância e riqueza em ambas as áreas de estudo. Uma comparação pode ser realizada com o levantamento realizado por Amaral e Santos (2015) em áreas antropizadas com diferentes usos (agrícola, silvicultural, ornamental, bambuzal, mato e horto com espécies arbóreas e herbáceas), onde a quantidade de indivíduos coletados foi bem menor (269), mesmo utilizando um número maior de recipientes coletores (50 armadilhas

por um período de três dias). Neste mesmo estudo, os autores encontraram 29 indivíduos em uma área de horto com árvores e herbáceas e apenas quatro indivíduos em uma área ocupada por bambu, o que pode estar relacionado à redução de micro-habitats e possível desequilíbrio ambiental pela presença de uma única espécie no bambuzal (AMARAL; SANTOS, 2015).

As ordens mais representativas dos artrópodes coletados neste estudo também foram, nessa mesma sequência, as mais representativas encontradas por Lange et al. (2011) em área de Mata Atlântica na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, no estado do Rio Grande do Sul. Esses quatro grupos taxonômicos de artrópodes vêm sendo comumente reportados com elevada abundância em outros trabalhos científicos que envolvem avaliações da fauna do solo em diferentes coberturas vegetais e intensidades de manejo (LANGE et al., 2011; AMARAL; SANTOS, 2015; ARENHARDT; VITORINO; MARTINS, 2021).



De acordo com Amaral e Santos (2015), áreas com um maior número de espécies vegetais tendem a apresentar maior equilíbrio ambiental e maior riqueza de fauna edáfica. Entretanto, a área RF, que possui maior riqueza florística, apresentou menor número de indivíduos e mesma riqueza que a área BM. Esse resultado pode ser explicado por menores oscilações de temperatura e maior teor de umidade em BM, já que o bambuzal proporciona o sombreamento mais denso do solo (XU et al., 2020) e está localizado às margens de um pequeno curso hídrico. As espécies de bambu produzem uma camada mais espessa de serapilheira que as espécies florestais (DANTAS et al., 2020), o que também poderia favorecer o desenvolvimento de maior número de artrópodes edáficos na área BM. Além disso, a reprodução e nidificação da fauna do solo parecem ser favorecidas pela natureza recalcitrante da serapilheira de bambu (O'BRIEN et al., 2017). A maior umidade do solo e a natureza da serapilheira também ajudam a compreender a maior ocorrência de indivíduos da ordem Diptera em BM, uma vez que a umidade do solo e a entrada de matéria orgânica são os principais fatores que contribuem para o aumento da abundância de dípteros no solo (VANOLLI et al., 2021).

Apesar dos índices H' e J' não apresentarem diferença significativa entre as duas áreas, eles foram ligeiramente maiores na área BM. Diferentemente, Boeno et al. (2019) encontraram maiores valores desses índices de diversidade em áreas de mata nativa, quando comparado com áreas com predominância de uma única espécie (eucalipto). A baixa diversidade expressa pelo H' é consequência da alta ocorrência de colêmbolos e coleópteros, que exerceram domínio sobre os demais grupos taxonômicos (corresponderam ao total de 63,3% e 62,9% dos indivíduos das áreas BM e RF, respectivamente). Esses grupos taxonômicos também influenciaram os resultados encontrados para J' , em que os valores mais baixos indicam que um grande número de espécies dominou o número total de indivíduos coletados (KORBOULEWSKY et

al., 2021). A elevada abundância de colêmbolos e coleópteros indicam um bom grau de conservação de RF e BM, pois estes organismos são mais frequentes em áreas onde há maior disponibilidade de recursos, tanto para detritívoros (serapilheira), como para predadores (outros invertebrados) (ARENHARDT; VITORINO; MARTINS, 2021).

Os invertebrados muitas vezes podem ser considerados bons bioindicadores ambientais e ecológicos por seu pequeno tamanho e sensibilidade às condições ambientais. Embora estudos demonstrem o papel dos artrópodes como bioindicadores da conservação de áreas, esse potencial ainda tem sido pouco explorado (GERLACH; SAMWAYS; PRYKE, 2013). Entre os artrópodes que podem ser considerados como bioindicadores estão os colêmbolos, sendo que ambientes mais conservados e com maior umidade no solo são mais adequados para o seu desenvolvimento (MACHADO et al., 2019). A abundância de colêmbolos tende a aumentar com o avanço da sucessão ecológica em ambientes florestais (ARENHARDT; VITORINO; MARTINS, 2021). Neste estudo, os colêmbolos representaram aproximadamente 34% e 30% dos indivíduos coletados nas áreas BM e RF, respectivamente. Esse elevado número de colêmbolos encontrados nas áreas BM e RF pode estar associado ao bom grau de conservação dessas áreas (ARENHARDT; VITORINO; MARTINS, 2021) e maior umidade do solo em BM em função da maior espessura da serapilheira (ZEPPELINI et al., 2009) e localização próxima a curso hídrico.

Os artrópodes edáficos fornecem uma série de serviços ecossistêmicos, envolvendo-se em processos como a decomposição, mineralização, polinização e predação (HARTSHORN, 2021). Essa grande relevância ecológica reforça que é importante a investigação dos diferentes fatores que podem influenciar as populações de artrópodes do solo e serapilheira. Dessa forma, estudos adicionais considerando as propriedades físicas e químicas do solo e a composição da serapilheira podem

auxiliar no melhor entendimento da relação entre os artrópodes edáficos e a cobertura da vegetação e o papel bioindicador desses organismos.

Conclusões

Há elevada abundância e riqueza de artrópodes edáficos em ambas as áreas deste estudo. Os baixos índices de diversidade e equitabilidade são reflexo da elevada população de colêmbolos e coleópteros, organismos indicadores do bom grau de conservação de BM e RF. Refutando a hipótese prevista, a área RF, de maior riqueza florística, apresentou menor número de indivíduos e mesma riqueza que a área BM, o que poderia ser explicado por maior produção de serapilheira em BM e pelas condições microclimáticas proporcionadas pelo bambu.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (LABEFLO/UFSM).

Referências

ABGRALL, C.; FOREY, E.; CHAUVAT, M. Soil fauna responses to invasive alien plants are determined by trophic groups and habitat structure: a global meta-analysis. *Oikos*, v. 128, n. 10, p. 1390-1401, 2019. <https://doi.org/10.1111/oik.06493>

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

AMARAL, A.; SANTOS, G. Artrópodes do solo em áreas antrópicas com diferentes

coberturas vegetais. *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 22, 2015. <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015E/Artrópodes.pdf>

ANTONIOLLI, Z. I. et al. Método alternativo para estudar a fauna do solo. *Ciência Florestal*, v. 16, p. 407-417, 2006. <https://doi.org/10.5902/198050981922>

ARENHARDT, T. C. P.; VITORINO, M. D.; MARTINS, S. V. Insecta and Collembola as bioindicators of ecological restoration in the Ombrophilous Dense Forest in Southern Brazil. *Floresta e Ambiente*, v. 28, n. 4, e20210008, 2021. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2021-0008>

BACH, E. M. et al. Soil biodiversity integrates solutions for a sustainable future. *Sustainability*, v. 12, n. 7, p. 2662, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12072662>

BARETTA, D. et al. Fauna Edáfica e Qualidade do Solo. In: KLAUBERG-FLHO, O.; MAFRA, Á. L.; GATIBONI, L. C. (Org.). *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. p. 119-170.

BIRKHOFFER, K. et al. Land-use type and intensity differentially filter traits in above-and below-ground arthropod communities. *Journal of Animal Ecology*, v. 86, n. 3, p. 511-520, 2017. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12641>

BOENO, D. et al. Influence of eucalyptus development under soil fauna. *Brazilian Journal of Biology*, v. 80, p. 345-353, 2019. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.206022>

CERTINI, G. et al. The impact of fire on soil-dwelling biota: A review. *Forest Ecology and Management*, v. 488, p. 118989, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.118989>

CULLINEY, T. W. Role of arthropods in maintaining soil fertility. *Agriculture*, v. 3, n. 4,



- p. 629-659, 2013. <https://doi.org/10.3390/agriculture3040629>
- DANTAS, M. A. F. et al. Assessing the fine-scale effects of bamboo dominance on litter dynamics in an Amazonian forest. *Forest Ecology and Management*, v. 474, p. 118391, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118391>
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília-DF: Embrapa, 2018. 356p.
- FELKER, R. M. et al. Impact of *Bambusa tuldoidea* Munro (Poaceae) on forest regeneration. *Cerne*, v. 23, p. 275-282, 2017. <https://doi.org/10.1590/01047760201723022297>
- GERLACH, J.; SAMWAYS, M.; PRYKE, J. Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. *Journal of Insect Conservation*, v. 17, n. 4, p. 831-850, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10841-013-9565-9>
- HANDA, I. T. et al. Consequences of biodiversity loss for litter decomposition across biomes. *Nature*, v. 509, n. 7499, p. 218-221, 2014. <https://doi.org/10.1038/nature13247>
- HARTSHORN, J. A review of forest management effects on terrestrial leaf litter inhabiting arthropods. *Forests*, v. 12, n. 1, p. 23, 2021. <https://doi.org/10.3390/f12010023>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 272p.
- KORBOULEWSKY, N. et al. Effect of tree mixture on Collembola diversity and community structure in temperate broadleaf and coniferous forests. *Forest Ecology and Management*, v. 482, e118876, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118876>
- LANGE, M. et al. The impact of forest management on litter-dwelling invertebrates: a subtropical–temperate contrast. *Biodiversity and Conservation*, v. 20, n. 10, p. 2133-2147, 2011. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0078-0>
- LEMES, R.; RITTER, C. D.; MORAIS, A. B. B. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea): Visitantes florais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. *Revista Biotemas*, v. 21 n. 4, p. 91-98, 2008. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n4p91>
- LUAN, J. et al. Functional diversity of decomposers modulates litter decomposition affected by plant invasion along a climate gradient. *Journal of Ecology*, v. 109, n. 3, p. 1236-1249, 2021. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13548>
- MACHADO, J. S. et al. Morphological diversity of springtails (Hexapoda: Collembola) as soil quality bioindicators in land use systems. *Biota Neotropica*, v. 19, 2019. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0618>
- O'BRIEN, M. J. et al. Tree diversity drives diversity of arthropod herbivores, but successional stage mediates detritivores. *Ecology and Evolution*, v. 7, n. 21, p. 8753-8760, 2017. <https://doi.org/10.1002/ece3.3411>
- VANOLLI, B. S. et al. Epigeic fauna (with emphasis on ant community) response to land-use change for sugarcane expansion in Brazil. *Acta Oecologica*, v. 110, p. 103702, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2021.103702>
- WIJEWICKRAMA, T. et al. Spread of *Bambusa bambos* (L.) Voss influences litter-dwelling arthropod communities in native forests: a case study from Sri Lanka. *Ecological Entomology*, p. 1-10, 2022. <https://doi.org/10.1111/een.13182>

XU, Q. et al. Rapid bamboo invasion (expansion) and its effects on biodiversity and soil processes+. *Global Ecology and Conservation*, v. 21, p. e00787, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00787>

ZAGATTO, M. R. G. et al. Soil mesofauna in consolidated land use systems: how management affects soil and litter invertebrates. *Scientia Agricola*, v. 76, p. 165-171, 2019. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2017-0139>

ZEPPELINI, D. et al. Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 18, n. 5, p. 1161-1170, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9505-2>

ZHANG, P. et al. Invasive plants differentially affect soil biota through litter and rhizosphere pathways: a meta-analysis. *Ecology Letters*, v. 22, n. 1, p. 200-210, 2019. <https://doi.org/10.1111/ele.13181>