ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Fauna epiedáfica associada a fragmentos florestais de *Araucaria angustifolia* em diferentes condições edafoclimáticas no estado do Paraná

Ketrin Lorhayne Kubiak¹, Jéssica Camile da Silva², Luis Felipe Wille Zarzycki³, Carlos Alberto Casali⁴, Dinéia Tessaro⁵

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, km04, CEP 85660-000, Dois Vizinhos, Paraná. (44) 9949-5034. ketrinkubiak58@gmail.com. ² Me. em Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, km04, CEP 85660-000, Dois Vizinhos, Paraná. (45) 9943-4299. jessika.camile5@gmail.com. ³ Graduando em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, km04, CEP 85660-000, Dois Vizinhos, Paraná. (42) 8876-5044. felipewille5@gmail.com. ⁴ Professor Dr., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, km04, CEP 85660-000, Dois Vizinhos, Paraná. (46) 9919-0404. carloscasali@utfpr.edu.br. ⁵ Professor Dr., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, km04, CEP 85660-000, Dois Vizinhos, Paraná. (46) 9973-4687. dtessaro@utfpr.edu.br. (autor correspondente).

Artigo recebido em 19/07/2020 e aceito em 15/03/2021

RESUMO

A fauna edáfica desempenha funções ecológicas fundamentais na interface solo-serapilheira, sendo dependente das condições ambientais que está inserida. Neste sentido, este estudo objetivou avaliar a diversidade de organismos epiedáficos em fragmentos florestais de *Araucaria angustifolia* na região Sudoeste do Paraná sob diferentes condições edafoclimáticas. A amostragem da fauna foi realizada em três áreas com diferentes condições edafoclimáticas, em função da variação da altitude, nos municípios de Dois Vizinhos, Pato Branco e Manguaçu, Sudoeste do PR. Instalou-se oito armadilhas de queda em cada fragmento que permaneceram a campo por um período de sete dias. Os organismos amostrados foram identificados com auxílio de lupa binocular e chaves dicotômicas de classificação. Em cada ponto de coleta também amostrou-se o solo na camada de 0-10 cm para avaliação dos atributos químicos do solo. As diferentes condições edafoclimáticas na região Sudoeste do Paraná não afetam significativamente a abundância, riqueza e a diversidade de organismos epiedáficos associados a fragmentos florestais de *Araucaria angustifolia*. Porém, a temperatura interferiu na dinâmica de decomposição da matéria orgânica do solo.

Palavras-chave: biota do solo, Mata Atlântica, invertebrados, bioindicadores.

Epiedaphic fauna associated with *Araucaria angustifolia* forest fragments in different edaphoclimatic conditions in the state of Paraná

ABSTRACT

The edaphic fauna plays fundamental ecological functions in the soil-litter interface, being dependent on the environmental conditions that are inserted. In this sense, this study aimed to evaluate the diversity of epiedaphic organisms in forest fragments of *Araucaria angustifolia* in the Southwest region of Paraná under different edaphoclimatic conditions. The fauna sampling was carried out in three areas with different edaphoclimatic conditions, depending on the altitude variation, in the municipalities of Dois Vizinhos, Pato Branco and Manguaçu, Southwest of PR. Eight drop traps were installed in each fragment that remained in the field for a period of seven days. The sampled organisms were identified with the aid of a binocular loupe and dichotomous classification keys. At each collection point, the soil was also sampled in the 0-10 cm layer to assess the chemical attributes of the soil. The different edaphoclimatic conditions in the Southwest region of Paraná do not significantly affect the abundance, richness and diversity of epiedaphic organisms

associated with forest fragments of *Araucaria angustifolia*. However, the temperature interfered in the decomposition dynamics of the soil organic matter.

Keywords: soil biota, Atlantic Forest, invertebrates, bioindicators

Introdução

A araucária (*Araucaria angustifolia*) (Bert.) O. Kuntze (Araucariaceae) é uma espécie florestal típica da floresta subtropical brasileira, característica da formação Florestal Ombrófila Mista. Sua área de ocorrência natural abrangia grande parte dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, estendendo-se na forma de pequenas manchas isoladas para os estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Guerra et al., 2002; Zanette et al., 2017). No entanto, pela alta valorização de sua madeira e aumento da atividade econômica resultaram em sua extensa exploração, reduzindo a área natural de sua espécie para cerca de menos de 4% da floresta original (Guerra et al., 2002; Wendling et al., 2019).

Apesar da exploração da floresta de araucária ter sido um importante componente na economia brasileira, atualmente está categorizada criticamente em perigo a nível global (Thomas, 2013), de tal modo que sua intensa fragmentação resulta de forma significativa em desequilíbrios na diversidade biológica associada, por eliminar e/ou diminuir grupos da comunidade edáfica perante as intervenções antrópicas ocorridas nestes ecossistemas (Machado et al., 2015; Santos e Cabreira, 2019), sendo as áreas de conservação florestais nativas importantes para a manutenção da biodiversidade, podendo proporcionar abrigo e oferta de alimento, em quantidade e qualidade para muitas espécies de artrópodes que vivem abaixo do solo (França et al., 2016). Baretta et al. (2008) e Pereira et al. (2020a), evidenciam em seus estudos que o estado de conservação da floresta de Araucária juntamente com os atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo são fatores determinantes que influenciam na distribuição dos grupos da fauna edáfica.

A fauna edáfica é um importante componente terrestre que desempenha no solo importantes funções ecológicas, formando uma complexa teia trófica em cuja base estão as raízes, serapilheira e a matéria orgânica do solo (Bardgett Van Der Putter, 2014; Brown et al., 2015). A comunidade de organismos edáficos está diretamente relacionada à ciclagem de nutrientes, a dinâmica de decomposição da matéria orgânica, na melhoria de atributos físicos como agregação,

porosidade e taxa de infiltração de água, fluxo de energia, regulação de plantas e outros organismos, além de auxiliar na polinização e dispersão de sementes (Brown et al., 2015; Remelli et al., 2019; Martins et al., 2020). Considerando suas funcionalidades, a fauna edáfica tem sido utilizada como bioindicadora de qualidade do solo por sua extrema sensibilidade as perturbações antrópicas e por estarem correlacionados com inúmeras funções do solo, sendo de fácil estimativa e boa representação do ambiente que promovem (Baretta et al., 2011; Coyle et al., 2017; Rohyany, 2020), inclusive podendo refletir e caracterizar um ecossistema alterado (e.g. florestas nativas).

Desta forma, alguns trabalhos desenvolvidos por Baretta et al. (2008), Branchere Roza-Gomes (2012), Pereira et al. (2017), Silva et al. (2019), Pereira et al. (2020a), Demetrio et al. (2020b), são voltados ao estudo da fauna de solo em áreas de conservação de florestas com araucária buscando entender os processos ecológicos ocorrentes nos solos deste habitat. No entanto, apesar da grande diversidade de organismos edáficos, estudos ecológicos sobre sua associação a este ecossistema florestal são escassos principalmente no estado do Paraná. Partindo disto, hipotetizamos que as florestas de Araucária sob condições edafoclimáticas distintas podem influenciar na distribuição da fauna edáfica. Desta forma, o trabalho teve por objetivo investigar a diversidade da fauna edáfica associada à *Araucaria angustifolia* em diferentes condições edafoclimáticas no Estado do Paraná.

Material e métodos

O estudo foi realizado em três diferentes condições edafoclimáticas, com ocorrência de fragmentos da Floresta Ombrófila Mista, localizados nos municípios de Dois Vizinhos (DV), Pato Branco (PB) e Mangueirinha (MG), Região Sudoeste do Paraná, Brasil (Tabela 1). O relevo regional é caracterizado como ondulado, composto por Latossolos, Nitossolos e Cambissolos (Santos et al., 2013).

A amostragem da fauna epiedáfica foi realizada em outubro de 2015. Para isso, em cada uma das três áreas, foi demarcado um perímetro de 1.000 m², selecionando aleatoriamente oito

espécimes de araucária de portes variados. Associada a cada araucária, a dois metros de distância de cada árvore foi instalada uma armadilha de queda (*Pitfall-traps*) composta por recipientes plásticos com volume de 250 mL, com dimensões de oito cm de diâmetro e seis cm de altura, preenchidas com solução fixadora de

formol 4% até atingir 1/3 do volume total do recipiente. Para evitar a entrada de água da chuva e comprometimento da qualidade da amostra, foram utilizadas coberturas com pratos descartáveis fixados ao solo por palitos de madeira (Aquino et al., 2006).

Tabela 1: Descrição das áreas de estudo de Floresta Ombrófila Mista em diferentes condições edafoclimáticas no Sudoeste do Paraná. A (altitude); D (descrição da área); C (clima); Tm (temperatura média) e P (precipitação).

Área de estudo	A	D	C	Tm	P
Dois Vizinhos (DV) 25° 42' 47,27''S, 53° 5' 18,07''O	510 m	Zona de transição da Floresta Estacional Semidecidual com a Floresta Ombrófila Mista	Clima subtropical úmido, sem estação seca com verões quentes (Cfa), segundo classificação de Köppen, por Alvares et al. (2014).	Outubro/2015: 22° C	Outubro/2015: 100-125 mm
Pato Branco (PB) 26° 8' 14,24''S, 52° 42' 49,77''O	760 m	Área de Reserva Legal em propriedade rural	Clima subtropical úmido na zona de transição, entre as classificações climáticas de Köppen, Cfa e Cfb.	Outubro/2015: 21° C	Outubro/2015: 200-225 mm
Mangueirinha (MG) 26° 01' 6,58''S, 52° 12' 0,33''O	920 m	Área de preservação da <i>Araucaria angustifolia</i> em reservas indígenas.	Clima subtropical úmido, sem estação seca e verões temperados (Cfb), segundo classificação de Köppen, por Alvares et al. (2014).	Outubro/2015: 20° C	Outubro/2015: 225-250 mm

As armadilhas permaneceram a campo por período de sete dias, sendo então removidas e transferidas ao laboratório onde seu conteúdo foi lavado com água corrente e auxílio de peneira de malha fina, com posterior acondicionamento dos organismos em solução de álcool 70%. Após a triagem inicial, o conteúdo proveniente de cada armadilha foi analisado individualmente, com auxílio de lupa binocular, e a classificação dos organismos, baseada em chaves dicotômicas de classificação, segundo Triplehorn e Johnson (2011), ao menor nível taxonômico possível.

Para a determinação dos atributos químicos do solo (Tabela 2), nos mesmos pontos de amostragem da fauna epiedáfica, foram coletadas na distância de dois metros do tronco duas sub-amostras de solo na profundidade 0-10 cm, e na distância de 4 metros do tronco, coletadas quatro sub-amostras de solo na mesma profundidade, totalizando 6 sub-amostras por indivíduos. Após a coleta, as amostras foram homogeneizadas e secas em estufa com circulação forçada 40 °C.

Foram avaliados, o pH-H₂O e índice SMP, teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) trocáveis, além de Fósforo (P) e Potássio (K) disponível conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1985). Após, calculou-se o H+Al, a CTC efetiva, CTC potencial, saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (Al%). O pH-CaCl₂ e o teor de matéria orgânica do solo (MOS) foram determinados conforme metodologia de Embrapa (1997).

Os resultados do teor de matéria orgânica no solo (MOS), abundância total de indivíduos (N), riqueza de grupos (S) e os índices de diversidade Shannon-Wiener (H') e índice de uniformidade de Pielou (J), foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste de médias comparadas pelo teste Tukey (p < 0,05) através do *software* CANOCO versão 4.5 (Ter Braak e Smilauer, 2002). Os dados de abundância dos principais grupos da fauna edáfica foram transformados para frequência relativa, o que representa a contribuição de cada grupo de organismos dentro das áreas. Adicionalmente, os

resultados referentes aos grupos edáficos foram submetidos à Análise de Componentes Principais (PCA), técnica matemática de análise

multivariada, utilizando o *software* PC-ORD versão 6.0 (Mccune e Mefford, 2011).

Tabela 2: Atributos químicos do solo sob Floresta Ombrófila Mista em diferentes condições edafoclimáticas no Sudoeste do Paraná.

Parâmetro analisado	Unidade	Municípios		
		Dois Vizinhos (DV)	Pato Branco (PB)	Mangueirinha (MG)
MOS	%	7,1	10,5	8,3
pH H ₂ O	-	3,9	3,8	4,0
pH SMP	-	4,7	4,2	4,6
pH CaCl ₂	-	3,9	3,1	3,8
H + Al	-	19,8	33,6	23,0
Teor de Al ³⁺	cmol _c .kg ⁻¹	2,4	3,5	2,2
Ca ²⁺	cmol _c .kg ⁻¹	2,9	0,5	1,5
Mg ²⁺	cmol _c .kg ⁻¹	1,7	1,2	1,9
K disponível	mg.kg ⁻³	78,5	81,4	99,2
SB	cmol _c .kg ⁻¹	4,3	5,1	5,1
CTC Potencial	-	24,0	38,8	28,1
CTC Efetiva	-	6,6	8,6	7,4
V (%)	%	18,4	13,6	18,8
P disponível	mg.kg ⁻¹	4,7	6,4	6,0

V% (saturação por bases); MOS (matéria orgânica no solo); CTC (capacidade de troca de cátions); SB (soma de bases).

Resultados e discussão

Foram amostrados ao total 3.041 indivíduos distribuídos em 18 grupos taxonômicos: Acari, Araneae, Blattodea, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diplopoda, Diptera, Haplotaenidae, Hemiptera, Hymenoptera, Formicidae, Isopoda, Larva, Lepidoptera, Ninfa, Orthoptera e Siphonaptera. Destes, 1.144 (37,62%) foram amostrados no fragmento com

floresta de *Araucaria angustifolia* no município de Dois Vizinhos (DV), 788 (25,91%) em Pato Branco (PB) e 1.109 (36,47%) no município de Mangueirinha (MG). Analisando o gráfico de frequência (Figura 1), verifica-se que de modo geral, em todas as áreas ocorreu maior número de indivíduos da classe Collembola, seguido pela ordem Coleoptera, família Formicidae e ordem Diptera, em relação à abundância total amostrada.

Figura 1: Frequência relativa de grupos taxonômicos da fauna epiedáfica amostrados em diferentes áreas de Floresta Ombrófila Mista nos municípios Dois Vizinhos (DV), Pato Branco (PB) e de Mangueirinha (MG).

*Em “outros” refere-se à soma dos grupos menos frequentes.

Este resultado corrobora com os obtidos por Pereira et al. (2020a), os quais verificaram em florestas com *Araucaria angustifolia* nativa e reflorestada maior ocorrência de organismos do grupo Collembola, Formicidae e Coleoptera em relação à abundância total, sugerindo que a flutuação da população da fauna edáfica está atrelada a estabilidade do ecossistema. Machado et al. (2015), destaca que o estágio sucessional da floresta da Mata Atlântica influencia na estrutura da fauna edáfica, relatando maior número de indivíduos associados, bem como uma maior atividade de grupos com diferentes funções no ecossistema, presentes na área de melhor heterogeneidade de recursos vegetais. Além disto, o padrão de ocorrência destes mesmos grupos é comumente relatado em estudos em florestas naturais (Brancher & Roza-Gomes, 2012; Pereira et al., 2017; Arenhardt et al., 2017; Demetrio et al., 2020; Kraft et al., 2021).

Segundo Lukić (2019) os colêmbolos estão entre os invertebrados mais abundantes em quase todos os ecossistemas terrestres, sendo numericamente dominantes no sistema solo/serapilheira onde, desempenham papéis funcionais na dinâmica da decomposição da matéria orgânica e da cadeia alimentar. Consoante, Baretta et al. (2008) afirmam que os colêmbolos podem ser indicativos do grau de intervenção antrópica em florestas com *Araucaria angustifolia*, bem como bioindicador da qualidade do solo. De acordo com os autores, as áreas florestais com araucária nativa possuem maior heterogeneidade de hábitat, logo são capazes de sustentar uma maior diversidade de colêmbolos.

Desta forma, os resultados obtidos podem indicar que os fragmentos amostrados proporcionam condições favoráveis para seu estabelecimento e desenvolvimento, considerando que os solos florestais possuem uma alta deposição de folhas (serapilheira), proporcionando baixa intensidade luminosa e alta umidade (Canto, 1996), fator considerável para sua distribuição. Consequentemente, estas condições microclimáticas determinam o hábitat ideal e controlam sua taxa de sua reprodução, crescimento e sua distribuição vertical ao longo do perfil do solo (Pompeo et al., 2016). Porém, além da complexidade estrutural da vegetação, efeitos como a variação sazonal também exercem influência sobre este grupo. Estudos como de Wu

e Wang (2019) indicam que os organismos pertencentes à mesofauna, são mais afetados pela variação sazonal do que os organismos pertencentes à macrofauna, onde as variações de temperatura e precipitação influenciam diretamente sua abundância.

A ordem Coleoptera, segundo grupo mais frequente entre as áreas amostradas, atua em processos ecológicos fundamentais, como a decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, regulação da população de outros organismos, além de interferir nas propriedades físicas do solo (Korasaki et al., 2017), sendo utilizado como bioindicadores da qualidade do solo (Bernardes et al., 2020). Sua distribuição espacial entre os fragmentos de DV, MG e PB possivelmente foi influenciada pela variação de recursos, os quais representam uma fonte de alimento/abrigo ao nível do solo e também pela precipitação local (Tabela 1). Esta condição altera a dinâmica da comunidade da fauna edáfica, incluindo o grupo de coleópteros, fazendo com que haja elevada densidade de microssítios favoráveis, devido ao acúmulo de água, de serapilheira ou de ambas (Menezes et al., 2009).

Pompeo et al. (2017), analisando a diversidade de características ecomorfológicas da ordem Coleoptera em diferentes usos de solo, bem como as propriedades do solo, em plantio direto, integração lavoura-pecuária, pastagem, *Eucalyptus* e floresta nativa, reportou maior riqueza e abundância dos diferentes morfotipos de Coleoptera na área de floresta nativa, destacando sua maior associação ao sistema por fornecer um maior nível de material orgânica no solo. Estes resultados corroboram com Marinoni e Ganho (2003), que ao avaliar áreas com diferentes graus de antropização e de sucessão vegetal em Ponta Grossa – PR, consideram que a sazonalidade das famílias de coleópteros está relacionada à maior disponibilidade de recursos alimentares e também fatores abióticos (temperatura, umidade e luminosidade), que refletem em sua abundância. Tais resultados foram também observados por Johansson et al. (2017) ao avaliar os efeitos da umidade do solo e radiação solar sobre a comunidade de besouros, sendo estas características capazes de influenciar não apenas a riqueza e diversidade, mas também os grupos tróficos presentes no ambiente. Complementando, Gonçalves et al. (2017) salienta que a flutuação da

população da comunidade de coleópteros é regida pela variação sazonal da região em que se encontram, onde algumas famílias possuem mais ou menos associações aos fatores abióticos.

Em relação à família Formicidae, a mesma constitui-se um dos maiores grupos de invertebrados das florestas tropicais, onde sua riqueza e diversidade de espécies tendem a aumentar de acordo com a complexidade dos ambientes, devido a maior disponibilidade de nichos presentes (Rocha et al., 2015). No solo atuam em conjunto na redistribuição de partículas da matéria orgânica, melhorando a infiltração de água no solo pelo aumento da porosidade e aeração (Machado et al., 2015; Remelli et al., 2019). Devido à grande diversidade de gêneros, hábitos alimentares e de forrageamento, podem refletir em grandes densidades amostradas nos ambientes (Danozo, 2017). Resultados

semelhantes foram obtidos, por Baretta et al. (2010), onde insetos sociais também foram abundantes em florestas conservadas de araucária, quando comparadas a área com o reflorestamento. Machado et al. (2015) em seu estudo em floresta em diferentes estádios sucessionais da Mata Atlântica, em Pinheiral – RJ, também descrevem a família Formicidae como representativa. Esse fato denota a importância dos ecossistemas de florestas nativas como um reservatório da fauna de formigas e de outros invertebrados (Lutinski et al., 2008). Quanto à ordem Diptera, quarto grupo mais abundante, apesar de não se ter conhecimento de sua função ao nível do solo em sua fase adulta, são abundantes em áreas florestais (Brancher e Roza-Gomes, 2012; Derengoski et al., 2019; Boeno et al., 2020).

Tabela 3: Abundância, riqueza média, índice de diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J') e teor de matéria orgânica do solo (MOS), para fauna epiedáfica em três diferentes condições edafoclimáticas.

Grupos Taxonômicos	Dois Vizinhos (DV)	Pato Branco (PB)	Mangueirinha (MG)
Acari	19	13	9
Araneae	11	10	16
Blattodea	9	1	7
Coleoptera	221	323	432
Collembola	519	220	549
Dermaptera	2	3	0
Diplopoda	0	3	0
Diptera	42	36	22
Haplotaxida	1	0	1
Hemiptera	10	5	15
Hymenoptera	0	2	0
Formicidae	257	151	69
Isopoda	1	0	0
Larva	0	3	0
Lepidoptera	0	1	0
Ninfa	4	0	8
Orthoptera	4	8	0
Siphonaptera	9	9	16
Abundância	138.63	98.13 ^{ns}	143.00
Riqueza média	8.00	6.50 ^{ns}	6.63
Shannon (H')	1.33	1.28 ^{ns}	1.18
Pielou (J')	0.65	0.72 ^{ns}	0.64
MOS (%)	7.1 c	10.5 a	8.3 b

Médias seguidas de ^{ns} não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

No entanto, tal diferença na distribuição da fauna epiedáfica entre os fragmentos, não foi estatisticamente significativa, não havendo diferença em relação à abundância e riqueza média de grupos (Tabela 3). Este resultado pode

sugerir que mesmo em condições edafoclimáticas distintas, a estruturação do habitat local garantiu condições satisfatórias para ocupação similar das três áreas pela fauna epiedáfica. Segundo Moço et al. (2005) e Silva et al. (2020) a fauna edáfica é

fortemente influenciada pelos recursos alimentares disponíveis. Entretanto, os mesmos autores destacam que a estrutura de micro-habitats existentes possibilita a colonização de vários grupos da fauna edáfica com estratégias diferentes de sobrevivência, beneficiados pela maior complexidade de ambientes de mata mais conservados.

Com relação ao índice de diversidade de Shannon, que avalia a abundância de grupos, considerando tanto a uniformidade quanto a riqueza dos táxons (Silva et al., 2016), verifica-se que este não diferiu entre os fragmentos. Quanto ao índice de uniformidade de Pielou (Tabela 3), razão entre a diversidade obtida e a diversidade máxima, variando de 0 a 1, onde 1 representa a equiparidade entre a abundância dos grupos encontrados (Silva et al., 2016), verificou-se valores muito próximos entre as áreas, as quais são difeririam estatisticamente, apesar da dominância da Classe Collembola para o fragmento MG em detrimento aos outros fragmentos, contribuindo para a redução de sua uniformidade. Em relação ao teor de matéria orgânica do solo (MOS), verifica-se que houve diferença significativa entre as áreas (Tabela 3), sendo ela superior para PB (10,5), seguido de MG (8,3) e DV (7,1). Esse resultado pode estar associado à temperatura média dos locais, a qual é menor em MG e PB (Tabela 1), tornando a dinâmica de decomposição mais lenta, favorecendo maior acúmulo em relação a DV. Este fato está associado às variações de altitude

das áreas estudadas que propiciam a heterogeneidade na dinâmica da MOS, diminuindo a taxa de decomposição e aumentando seu acúmulo. Contudo, estes fatores também influenciam na flutuação da população da fauna edáfica entre os fragmentos. Estudos como de Pompeo et al. (2016), Coyle et al. (2017) e Snyder e Callahan Junior (2019) evidenciam que a população da fauna edáfica é dependente das condições edafoclimáticas, como a oscilação da temperatura e umidade, colocados como principais fatores de influência na regulação metabólica dos indivíduos edáficos, determinando sua distribuição espacial e períodos de atividade. Sanches et al. (2009) e Lin (2019) reforçam a ideia que as temperaturas mais baixas modificam o comportamento da meso e macrofauna edáfica diretamente relacionada a decomposição da matéria orgânica, que passa a se movimentar em áreas mais profundas, refletindo menor velocidade na decomposição e, conseqüentemente, maior acúmulo de matéria orgânica.

Analizando a Figura 2, a variabilidade total dos grupos edáficos encontrados foi explicada em 15,00 % pela componente principal 1 (CP1) e 12,23 % pela componente principal 2 (CP2), totalizando 27,13 % dos dados da fauna edáfica. Os resultados evidenciam uma maior associação de grupos à área DV, com destaque para Collembola e Formicidae, enquanto Hymenoptera e larva associados à PB e Hemiptera e ninfas à MG.

Figura 2: Análise de Componentes Principais referente às áreas de Floresta Ombrófila Mista no município de Dois Vizinhos (DV), Pato Branco (PB) e Mangueirinha (MG) e a distribuição da comunidade da fauna edáfica.

Neste sentido, é possível afirmar que fragmentos florestais de *Araucaria angustifolia* no sudoeste do Paraná favorecem o desenvolvimento da fauna epiedáfica, destacando a ocorrência de grupos taxonômicos cuja diversidade morfológica e alimentar contribui para a melhoria da saúde do solo. Para trabalhos futuros, sugere-se a classificação das ordens estudadas a menores níveis taxonômicos e também o monitoramento edafoclimático dos diferentes fragmentos, buscando melhor compreender a dinâmica populacional espacial e temporal da fauna epiedáfica nestes locais.

Conclusões

As diferentes condições edafoclimáticas na região Sudoeste do Paraná interferiram no acúmulo de matéria orgânica do solo, mas não afetaram a abundância, riqueza e a diversidade de organismos epiedáficos associados a fragmentos florestais de *Araucaria angustifolia*.

Referências

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G., 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift [Online] 22. Disponível: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso: 04 dez. 2020.
- Aquino, A.M. de., Aguiar-Menezes, E. de L., Queiroz, J.M. de., 2006. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda ("*Pitfall-Traps*"). Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica 18, 8.
- Arenhardt, T.C.P., Klunk, G.A., Adenesky-Filho, E., Vitorino, M.D., 2017. Influência de diferentes técnicas de restauração ecossistêmica na composição de artrópodes de serapilheira na Mata Atlântica, Brasil. Revista Espacios [Online] 38. Disponível: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n44/a17v38n44p26.pdf>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Bardgett, R.D., Van Der Putten, W.H., 2014. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. Nature [Online] 515. Disponível: <https://doi.org/10.1038/nature13855>. Acesso: 07 dez. 2020.
- Baretta, D., Ferreira, C.S., Sousa, J.P., Cardoso, E.J.B.N., 2008. Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. Revista Brasileira de Ciência do Solo [Online] 32. Disponível: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000700012>. Acesso: 23 jun. 2020.
- Baretta, D., Brown, G.G., Cardoso, E.J.B.N., 2010. Potencial da Macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. Acta Zoológica Mexicana 2, 135-150. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.262883>
- Baretta, D., Santos, J.C.P., Segat, C.J., Geremia, E.V., Oliveira Filho, L.C.I. de., Alves, M.V., 2011. Fauna edáfica e qualidade de solo. In: O. Klauberger Filho., A.L. Mafra., L.C. Gatiboni (Eds), Tópicos em Ciência do Solo. Embrapa, Viçosa, pp. 119-170.
- Bernardes, A.C.C., Oliveira, O.C.C., Silva, R.A., Albuquerque, P.M.C., Rebêlo, J.M.M., Viana, J.H., Siqueira, G.M., 2020. Abundance and diversity of beetles (Insecta: Coleoptera) in land use and management systems. Revista Brasileira de Ciência do Solo [Online] 44. Disponível: <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20190183>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Boeno, D., Silva, R.F., Almeida, H.S., Rodrigues, A.C., Vanzan, M., Andreazza, R., 2020. Influence of eucalyptus development under soil fauna. Brazilian Journal of Biology [Online] 80. Disponível: <https://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.206022>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Brancher, D., Roza-Gomes, M.F., 2012. Survey of edaphic fauna in forest fragment in the municipality of Anchieta (SC, Brazil). Biota Neotropica [Online] 12. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032012000300010>. Acesso: 05 dez. 2020.
- Brown, G.G., Niva, C.C., Zagatto, M.R.G., Ferreira, S. de A., Nadolny, H.S., Cardoso, G.B.X., Santos, A., Martinez, G. de A., Pasini, A., Bartz, M.L.C., Sautter, K.D., Thomazini, M.J., Baretta, D., Silva, E. da, Antonioli, Z.I., Decaëns, T., Lavelle, P.M., Sousa, J.P., Carvalho, F., 2015. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: Parron, L.M., Garcia, J.R., Oliveira, E.B. de., Brown, G.G., Prado, R.B. (Eds.), Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. Embrapa, Brasília, DF, pp. 122-14.
- Canto, A.C., 1996. Alterações da mesofauna do solo causadas pelo uso de cobertura com plantas leguminosas na Amazônia Central. Revista de Ciências Agrárias 4, 79-94.

- Coyle, D.R., Nagendra, U.J., Taylor, M.K., Campbell, J.H., Cunard, C.E., Joslin, A.H., Mundepi, A., Phillips, C.A., Callahan Jr, M.A., 2017. Soil fauna responses to natural disturbances, invasive species, and global climate change: Current state of the science and a call to action. *Soil Biology & Biochemistry* [Online] 110. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.03.008>. Acesso: 06 dez. 2020.
- Donoso, D.A., 2017. Tropical ant communities are in long-term equilibrium. *Ecological Indicators* [Online] 83. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.022>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Demetrio, W., Assis, O., Niva, C.C., Bartz, M., Paes, L., Cardoso, G., Ferreira, S., Santos, E. dos., Marzagão, M., Nadolny, H., Sautter, K. D., Brown, G.G., 2020. Comparison of soil invertebrate communities in organic and conventional production systems in Southern Brazil. *Soil Organisms* [Online] 92. Disponível: <https://doi.org/10.25674/so92iss2p143>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Derengoski, J.A., Ruthes, B.E.S., Zanellato, D.C., Tessaro, D., 2019. Metodologias de coleta na avaliação da comunidade epígea em fragmento floresta ciliar. *Revista Científica Rural* [Online] 21. Disponível: <https://doi.org/10.30945/rcr-v21i2.2671>. Acesso: 12 dez. 2020.
- EMBRAPA. Empresa. Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. Manual de métodos de análise de solo. Embrapa Solos. Rio de Janeiro.
- França, F., Louzada, J., Korasaki, V., Griffiths, H., Silveira, J.M., Barlow, J., 2016. Do space-for-time assessments underestimate the impacts of logging on tropical biodiversity? An Amazonian case study using dung beetles. *Journal of Applied Ecology* [Online] 53. Disponível: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12657>. Acesso: 11 jun. 2020.
- Gomes Gonçalves, M. P., 2017. Relação Entre Tempo e Besouros em Mata de Cocal. *Revista Brasileira de Meteorologia* [Online] 32, 543-554. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786324003>. Acesso: 07 dez. 2020.
- Guerra, M.P., Silveira, V., Reis, M.S., Scheneider, L., 2002. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: Simões, L. L.; Lino, C. F. (Orgs.). *Sustentável Mata Atlântica: a exploração dos seus recursos florestais*. SENAC, São Paulo, pp. 85-102.
- Johansson, T., Gibb, H., Hjältén, J., Dynesius, M., 2017. Soil humidity, potential solar radiation and altitude affect boreal beetle assembles in dead wood. *Biological Conservation* [Online] 209. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2017.02.004>. Acesso: 13 dez. 2020.
- Kraft, E., Oliveira Filho, L.C.I. de, Carneiro, M.C., Klauber-Filho, O., Baretta, C.R.D.M., Baretta, D., 2021. Edaphic fauna affects soybean productivity under no-till system. *Scientia Agricola* [Online] 78. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2019-0137>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Korasaki, V., Ferreira, R. de S., Canedo-Júnior, E. de O., França, F., Audino, L.D., 2017. Macrofauna. In: Toma, M.A., Boas, R.C.V., Moreira, F.M. (Eds.), *Conhecendo a vida do solo*. Editora UFLA, Lavras, pp. 1-32.
- Lin, D., 2019. Soil fauna promote litter decomposition but do not alter the relationship between leaf economics spectrum and litter decomposability. *Soil Biology and Biochemistry* [Online] 136. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.107519>. Acesso: 07 dez. 2020.
- Lukić, M., 2019. Collembola. In: White, W. B., Culver, D. C., Pipan, T (Eds.), *Encyclopedia of Caves*. Academic Press, pp. 308-319.
- Lutinski, J.A., Garcia, F.R.M., Lutinski, C.J., Iop, S., 2008. Diversidade de formigas na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. *Ciência Rural* [Online] 38. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000700002>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Machado, D. L., Pereira, M. G., Correia, M. E. F., Diniz, A. R., Menezes, C. E. G., 2015. Fauna edáfica na dinâmica sucessional da mata atlântica em floresta estacional semidecidual na bacia do rio Paraíba do Sul - RJ. *Ciência Florestal*, [Online] 25. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1980509820152505091>. Acesso: 07 dez. 2020.
- Marinoni, R.C., Ganho, N.G., 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil: abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas malaise. *Revista Brasileira de Zoologia* [Online] 20. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752003000400029>. Acesso: 07 dez. 2020.

- Martins, A.L.P., Siqueira, G.M., de Moura, E.G., Alves, R., Silva, F.F.F., Aguiar, A.D.C.F., 2020. Can different soil fertilization regimes modify soil fauna to interfere in maize grain yield?. *Australian Journal of Crop Science* [Online] 14. Disponível: <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.10.p1485>. Acesso: 07 dez. 2020.
- Mccune, B., Mefford, M.J., 2011. PC-ORD: multivariate analysis of ecological data.version 6.0. Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.: MjM Software.
- Menezes, C.E.G., Correia, M.E.F., Pereira, M.G., Batista, I., Rodrigues, K.D.M., Couto, W.H., Anjos, L.H.C. dos., Oliveira, Í.P. de., 2009. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ): Rio de Janeiro State. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [Online] 33. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000600013>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Moço, M.K.D.S., Gama-Rodrigues, E.F.D., Gama-Rodrigues, A.C.D., Correia, M.E.F., 2005. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [Online] 29. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000400008>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Pereira, J.D.M., Segat, J.C., Baretta, D., Vasconcellos, R.L.D.F., Baretta, C.R.D.M., Cardoso, E.J.B.N., 2017. Soil macrofauna as a soil quality indicator in native and replanted *Araucaria angustifolia* forests. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [Online] 41. Disponível: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS2016026>. 1. Acesso: 04 dez. 2020.
- Pereira, J. D. M., Baretta, D., Oliveira Filho, L. C. I. D., Baretta, C. R. D. M., Cardoso, E. J. B. N., 2020a. Edaphic fauna and its relations with chemical, physical and microbiological attributes in *Araucaria* forest. *Ciência Florestal* [Online] 30. Disponível: <https://doi.org/10.5902/1980509831377>. Acesso: 23 jun 2020.
- Pereira, J.D.M., Cardoso, E.J.B.N., Brescovit, A.D., Oliveira Filho, L.C.I.D., Segat, J.C., Baretta, C.R.D.M., Baretta, D., 2020b. Soil spiders (Arachnida: Araneae) in native and reforested *Araucaria* forests. *Scientia Agrícola* [Online] 78. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2019-0198>. Acesso 03 dez. 2020.
- Pompeo, P.N., dos Santos, M.A.B., Biasi, J.P., Siqueira, S., da Rosa, M.G., Baretta, C.R.D.M., Baretta, D., 2016. Fauna e sua relação com atributos edáficos em Lages, Santa Catarina-Brasil. *Scientia Agraria* [Online] 17. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v17i1.46535>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Pompeo, P.N., Oliveira Filho, L.C.I.D., Santos, M.A.B.D., Mafra, Á.L., Klauberger Filho, O., Baretta, D., 2017. Morphological diversity of Coleoptera (Arthropoda: Insecta) in agriculture and forest systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [Online] 41. Disponível: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS2016043>. 3. Acesso: 12 dez. 2020.
- Remelli, S., Petrella, E., Chelli, A., Conti, F.D., Lozano Fondón, C., Celico, F., Francese, R., Menta, C., 2019. Hydrodynamic and soil biodiversity characterization in an active landslide. *Water* [Online] 11. Disponível: <https://doi.org/10.3390/w11091882>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Rocha, W.D.O., Dorval, A., Peres Filho, O., Vaez, C.D.A., Ribeiro, E.S., 2015. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. *Floresta e Ambiente* [Online] 22. Disponível: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.0049>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Rohyani, I.S., 2020. Community structure analysis of soil insects and their potential role as bioindicators in various ecosystem types in Lombok, West Nusa Tenggara, Indonesia. *Biodiversitas* [Online] 21. Disponível: <http://doi.org/10.13057/biodiv/d210937>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Sanches, L., Valentini, C., Biudes, M.S., Nogueira, J.D.S., 2009. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [Online] 13. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000200012>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Santos, H.G. dos., Jacomine, P.K.T., Anjos, L.H.C. dos., Oliveira, V.A. de., Lumbrreras, J.F., Coelho, M.R., Almeida, J.A. de., Cunha, T.J.F., Oliveira, J.B. de., 2013. Sistema brasileiro de classificação de solo, 3 ed. Embrapa, Brasília.

- Santos, R.N., Cabreira, W.V., 2019. Densidade da fauna invertebrada da serapilheira em função do efeito de borda de diferentes áreas de reflorestamento. *Enciclopédia Biosfera* [Online] 16. Disponível: http://doi.org/10.18677/EnciBio_2019B19. Acesso: 12 dez. 2020.
- Silva, K.W.S.; Melo, M.A.D., Everton, N.S., 2016. Aplicação dos índices biológicos Biological Monitoring Working Party e Average Score per Taxon para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri no Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde* [Online] 7. Disponível: <https://doi.org/10.5123/S2176-62232016000300002>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Silva, E. da., Lima, O.G. de., Andrade, D.P. de., Brown, G.G., 2019. Earthworm populations in forestry plantations (*Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii*) and Native Atlantic forest in Southern Brazil compared using two sampling methods. *Pedobiologia* [Online] 72. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2018.10.002>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Silva, D.G. da, Pereira, J. de M., Ortiz, D.C., Oliveira Filho, L.C.I. de, Pinto, L.V.A., Baretta, D., 2020. Fauna edáfica como indicadora de qualidade do solo em fragmentos florestais e área sob cultivo do cafeeiro. *Brazilian Journal of Development* [Online] 6. Disponível: <http://doi:10.34117/bjdv6n3-375>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Snyder, B.A., Callahan Junior, M.A., 2019. Soil fauna and their potential responses to warmer soils. In: Mohan, J.E. (Ed.), *Ecosystem Consequences of Soil Warming*. Academic Press, EUA, pp. 279-296.
- Tedesco, M.J., Gianello, C., Bissani, C.A., Bohnen, H., Volkweiss, S.J., 1985. Análises de solo, plantas e outros materiais, 2. ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Ter Braak, C.J., Smilauer, P., 2002. *CANOCO reference manual and user's guide to Cabici for Windows: software for canonical community ordination (version 4.5)*. New York: Microcomputer Power.
- Thomas, P., 2013. *Araucaria angustifolia*. The IUCN red list of threatened species, 2013: e.T32975A2829141. Disponível: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32975A2829141.en>. Acesso: 11 jul. 2020.
- Triplehorn, C. A., Johnson, N. F., 2011. *Estudo dos insetos*. 7 ed. Cengage Learning, São Paulo.
- Wendling, I., Meder, R., Warburton, P., Esteves Magalhaes, W. L., 2019. Near infra red spectroscopy as a tool for predicting growth habit and gender of *Araucaria angustifolia*. *Australian Forestry* [Online] 82. Disponível: <https://doi.org/10.1080/00049158.2019.1651976>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Wu, P., Wang, C., 2019. Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: the significance for soil fauna diversity monitoring. *Geoderma* [Online] 337. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.09.031>. Acesso: 12 dez. 2020.
- Zanette, F., Danner, M.A., Constantino, V., Wendling, I., 2017. Particularidades, biologia reprodutiva e hábitos de crescimento em plantas de *Araucaria angustifolia*. In: Wendling, I., Zanette, F. (Org.). *Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios*. Embrapa, Brasília, pp. 15-42.