

**Diversidade morfológica de colêmbolos em sistemas agroflorestais no Sudoeste do  
Paraná**

**Morphological diversity of springtails in agroflorestais systems in the southwest of  
Paraná**

**Diversidad morfológica de colémbolos en sistemas agroforestales en el suroeste de  
Paraná**

Recebido: 08/04/2020 | Revisado: 18/04/2020 | Aceito: 22/04/2020 | Publicado: 23/04/2020

**Jéssica Camile da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7935-2305>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil

E-mail: [jessika.camile5@gmail.com](mailto:jessika.camile5@gmail.com)

**Ketrin Lohrayne Kubiak**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1421-0132>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil

E-mail: [ketrinkubiak58@gmail.com](mailto:ketrinkubiak58@gmail.com)

**Luis Felipe Wille Zarzicki**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6561-2871>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil

E-mail: [felipewille5@gmail.com](mailto:felipewille5@gmail.com)

**Joel Donazzolo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6331-0378>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil

E-mail: [joel@utfpr.edu.br](mailto:joel@utfpr.edu.br)

**Dinéia Tessaro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6079-5269>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil

E-mail: [dtessaro@utfpr.edu.br](mailto:dtessaro@utfpr.edu.br)

**Resumo**

Sistemas agroflorestais promovem modelos de produção sustentável, favorecendo desta forma o desenvolvimento da fauna edáfica. Neste sentido, o estudo teve por objetivo avaliar a diversidade morfológica de colêmbolos, em três sistemas agroflorestais, sendo um deles já

consolidado com 8 anos de implantação (SAF1) e outros dois em processo de estabelecimento do sistema agroflorestal com 3 anos (SAF2 e SAF3). A fauna do solo foi amostrada a partir da instalação de 10 armadilhas tipo *Pitfall-traps* em cada uma das áreas, as quais permaneceram 7 dias a campo. Após sua remoção, foram transferidas para o laboratório e seu conteúdo lavado em peneira de malha fina, sendo os indivíduos da classe Collembola classificados em morfotipos. Os dados obtidos foram analisados quanto à abundância, riqueza de grupos e pelos índices de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou. Como resultado obteve-se 29 morfotipos, sendo o grupo de organismos epiedáficos o mais expressivo e o morfotipo Epi4 o mais representativo dentre as áreas. O SAF1 apresentou maior abundância e riqueza de morfotipos, bem como maiores valores de diversidade e uniformidade, sugerindo que em longo prazo os sistemas agroflorestais favorecem o desenvolvimento deste grupo.

**Palavras-chave:** Biodiversidade; Agrofloresta; Fauna edáfica; Collembola.

### **Abstract**

Agroforestry systems promote sustainable production models, thus favoring the development of edaphic fauna. In this sense, the study aimed to evaluate the morphological diversity of collembola, in three agroforestry systems, one of which has already been consolidated with 8 years of implementation (SAF1) and two others in the process of establishing the agroforestry system with 3 years (SAF2 and SAF3). The soil fauna was sampled from the installation of 10 Pitfall-trap in each of the areas, which remained in the field for 7 days. After their removal, they were transferred to the laboratory and their contents were washed in a fine mesh sieve, and Collembola class individuals were classified into morphotypes. The data obtained were analyzed for abundance, group richness and for the diversity indices of Shannon and Pielou equitability. As a result, 29 morphotypes were obtained, the group of epigenetic organisms being the most expressive and the morphotype Epi4 the most representative among the areas. SAF1 presented greater abundance and richness of morphotypes, as well as greater values of diversity and uniformity, indicating that in the long term agroforestry systems favor the development of this group.

**Keywords:** Biodiversit; Agroforestry; Edaphic fauna; Collembola.

### **Resumen**

Los sistemas agroforestales promueven modelos de producción sostenibles, favoreciendo así el desarrollo de la fauna edáfica. En este sentido, el estudio tuvo como objetivo evaluar la diversidad morfológica de los colémbolos, en tres sistemas agroforestales, uno de los cuales

ya se ha consolidado con 8 años de implementación (SAF1) y otros dos en el proceso de establecer el sistema agroforestal con 3 años (SAF2 y SAF3 ) Se tomó una muestra de la fauna del suelo de la instalación de 10 trampas en cada una de las áreas, que permanecieron en el campo durante 7 días. Después de su extracción, fueron transferidos al laboratorio y su contenido se lavó en un tamiz de malla fina, clasificándose a los individuos de la clase Collembola en morfotipos. Los datos obtenidos se analizaron para determinar la abundancia, la riqueza de los grupos y el índice de diversidad de Shannon y la equidad de Pielou. Como resultado, se obtuvieron 29 morfotipos, siendo el grupo de organismos epidépticos el más expresivo y el morfotipo Epi4 el más representativo entre las áreas. SAF1 mostró una mayor abundancia y riqueza de morfotipos, así como valores más altos de diversidad y uniformidad, lo que sugiere que a la larga, los sistemas agroforestales favorecen el desarrollo de este grupo.

**Palabras clave:** Biodiversidad; Agroforestería; Fauna edáfica; Collembola.

## 1. Introdução

A biodiversidade existente no Brasil é uma das maiores do planeta, sendo a biota do solo um importante componente dessa diversidade (Melo *et al.*, 2009). Apesar de seu tamanho diminuto, a fauna do solo exerce importantes serviços ambientais com expressiva participação na determinação das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, essenciais para os seres humanos e os ecossistemas (Brevik *et al.*, 2015). O conhecimento da composição da comunidade de organismos no solo e seu comportamento no ambiente é uma ferramenta para compreensão de seus efeitos sobre os processos edáficos e para verificação de como tais organismos são afetados pelas mudanças nos diferentes usos do solo e práticas agrícolas (Zagatto, 2014).

Neste cenário, existem modelos alternativos de produção agrícola que visam sanar as necessidades humanas e garantir uma agricultura mais sustentável. Dentre eles, destacam-se os Sistemas Agroflorestais (SAF's). Segundo Sales *et al.* (2018a), são sistemas agrícolas que priorizam a diversificação da lavoura, cultivando-se uma ou mais espécies de interesse agrícola em consórcio com espécies arbóreas, caracterizando-se, assim, como um sistema heterogêneo. Desta forma, os SAF's assemelham-se a uma floresta, nos quais a temperatura do ar e do solo é menor, há maior umidade no solo, pela quantidade de serapilheira mantida na superfície, e elevados níveis de fertilidade e de matéria orgânica.

Trabalhos como o de Baretta *et al.* (2003) e Almeida *et al.* (2017), avaliando os efeitos do uso do solo e as práticas agrícolas convencionais sobre a fauna edáfica, demonstram que

ocorrem mudanças na composição e na diversidade dos organismos de acordo com o ambiente proporcionado. Estudar essas modificações nas comunidades do solo pode auxiliar a compreender e medir as consequências das perturbações ocasionadas nos ecossistemas (Pompeo *et al.*, 2016).

Por restabelecerem o equilíbrio ecológico do ambiente, os SAF's podem favorecer maior diversidade de organismos no solo em relação a ambientes submetidos às práticas agrícolas convencionais (Barros *et al.*, 2008; Lima *et al.*, 2010; Araújo *et al.*, 2018, Sales *et al.*, 2018b). Neste contexto, as respostas destes organismos, tais como abundância, riqueza e diversidade são dependentes das práticas de manejo, intensidade do uso do solo, modificações no microclima e no tipo de cobertura vegetal, representando um importante parâmetro para a avaliação da qualidade do solo (Spiller *et al.*, 2018). Destaca-se ainda outras importantes funções no solo, tais como a ciclagem de nutrientes, dinâmica de decomposição da matéria orgânica, melhoria de atributos físicos (Baretta *et al.*, 2011; Huerta & Wal, 2012; Brown *et al.*, 2015), conservação da biodiversidade pela alteração do solo como hábitat para outros organismos, dispersão de sementes e tratamento de resíduos, pela decomposição ou degradação de pesticidas (Brown *et al.*, 2015).

Dentre os grupos pertencentes à fauna edáfica destaca-se a classe Collembola, conforme classificação proposta por Zhang (2011). Estes organismos pertencem a mesofauna (Bernardi *et al.*, 2017) e são caracterizados por apresentar comprimento corporal entre 1 a 5 mm (Bellinger *et al.*, 2018). A maioria desenvolve-se no solo, exercendo importante função detritívora, alimentando-se principalmente de fungos, regulando suas populações e, matéria orgânica, contribuindo para a sua decomposição (Lavelle, 1996; Morais & Franklin, 2008; Berude *et al.*, 2015), com significativa influência na ecologia microbiana, ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo (Oliveira Filho & Baretta, 2016).

Os colêmbolos são amplamente distribuídos no solo e considerados bons bioindicadores de suas condições em virtude de sua alta sensibilidade às condições ambientais e alterações impostas ao solo (Baretta *et al.*, 2008; Bernardi *et al.*, 2017). Sua alta sensibilidade permite responder a vários fatores ambientais e ecológicos, como mudanças químicas do solo, nas condições microclimáticas e também qualidade e quantidade de serapilheira (Sousa *et al.*, 2004; Chang *et al.*, 2013; Alves *et al.*, 2014; Zortéa *et al.*, 2015; Scoriza *et al.*, 2016, Santos *et al.*, 2018).

Muitos métodos vêm sendo empregados para avaliação da qualidade do solo, destacando entre eles a morfotipagem de colêmbolos em que observa-se características morfológicas (valor de Eco-Morphological) com o intuito de verificar o nível de adaptação

destes organismos no solo (Carvalho *et al.*, 2012). Contudo, embora esta seja uma excelente ferramenta, ainda são incipientes os estudos com este enfoque, principalmente em sistemas agroflorestais, destacando-se no Brasil os trabalhos desenvolvidos por Machado *et al.*, (2019) e Ortiz *et al.* (2019). Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a diversidade morfológica de colêmbolos em sistemas agroflorestais.

## 2. Metodologia

O trabalho trata-se de um estudo de campo, o qual, segundo Pereira *et al.* (2018), conta com muitas variáveis e a coleta é feita em condições reais. O estudo foi realizado no mês de abril de 2018 na Agrofloresta da fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos (25°41'50" S; 53°05'41" W), com altitude média de 530 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa (subtropical úmido) (Alvares *et al.*, 2013).

Atualmente a área experimental agroflorestal é composta por três glebas distintas, sendo uma delas implantada no ano de 2010, e já com consolidação do sistema (SAF1) e outras duas, implantadas no ano de 2015, as quais encontram-se em processo de estabelecimento do sistema agroflorestal (SAF2 e SAF3).

O SAF1 foi instalado ocupando uma área de 1600 m<sup>2</sup>, tendo cultivos anuais nos anos iniciais e um consórcio de 40 espécies arbóreas e arbustivas. Já no SAF2 (648 m<sup>2</sup>) e SAF3 (495 m<sup>2</sup>), segundo Leite (2017), o plantio inicial foi coordenado num espaçamento dinâmico entre plantas e sessões com intervalos vazios, configurando um adensamento em ilhas, designadas para favorecer o processo de sucessão no qual já constava o plantio de algumas variedades frutíferas perenes como a goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*), o palmito juçara (*Euterpe edulis*) e a araucária (*Araucaria angustifolia*). O censo recente indica no SAF1 a presença de 50 espécies classificadas em 26 famílias botânicas (Foquesato, 2017), enquanto no SAF2 e SAF3 ocorrem 26 espécies pertencentes a 16 famílias (Leite, 2017), conforme Tabela 1.

O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo a amostragem dos colêmbolos realizada por meio da instalação de dez armadilhas de queda (*Pitfall-traps*) dispostas aleatoriamente em cada área experimental com espaçamento mínimo de 10m. As armadilhas são compostas por potes plásticos, com volume de 250 mL preenchidas em 1/3 do seu volume com solução fixadora de formol 4%. Para evitar o transbordo da solução conservante, as armadilhas foram protegidas com uma cobertura produzida com pratos plásticos fixados por

palitos de madeira. As armadilhas foram instaladas no mês de abril de 2018, permanecendo no campo por sete dias, sendo então removidas e transportadas ao laboratório, onde seu conteúdo foi vertido em peneira de malha fina e lavado em água para a retirada da solução conservante, sendo posteriormente armazenadas individualmente em solução de etanol 70%.

**Tabela 1:** Composição de famílias botânicas nos diferentes Sistemas Agroflorestais estudados

SAF 1	SAF 2	SAF 3
Aquifoliaceae	Anacardiaceae	Anacardiaceae
Anacardiaceae	Annonaceae	Annonaceae
Annonaceae	Apocynaceae	Apocynaceae
Apocynaceae	Aquifoliaceae	Aquifoliaceae
Araucariaceae	Araucariaceae	Araucariaceae
Arecaceae	Arecaceae	Arecaceae
Bignoniaceae	Bignoniaceae	Bignoniaceae
Boraginaceae	Boraginaceae	Boraginaceae
Celastraceae	Celastraceae	Celastraceae
Euphorbiaceae	Euphorbiaceae	Euphorbiaceae
Fabaceae	Fabaceae	Fabaceae
Juglandaceae	Malvaceae	Malvaceae
Lauraceae	Meliaceae	Meliaceae
Magnoliaceae	Myrtaceae	Myrtaceae
Malvaceae	Solanaceae	Solanaceae
Meliaceae	Verbenaceae	Verbenaceae
Moraceae		
Musaceae		
Myrtaceae		
Oleaceae		
Podocarpaceae		
Rosaceae		
Rubiaceae		
Sapindaceae		
Solanaceae		
Verbenaceae		

Fonte: Leite (2017) e Foquesato (2017).

Os organismos pertencentes à Classe Collembola foram classificados em morfotipos, com microscópio estereoscópico em aumento de 40 vezes, segundo metodologia de Carvalho (2012). Nesta classificação, cada colêmbolo é analisado observando cinco características morfológicas ligadas sua adaptação ao solo e, a cada uma delas, atribuído um valor de índice ecomorfológico (EMI). As características analisadas foram (Carvalho, 2012): presença ou ausência de ocelos; pelos e/ou escamas; pigmentação; comprimento de antenas e tamanho de fúrcula (Tabela 2).

**Tabela 2:** Valores atribuídos a cada característica morfológica de colêmbolos para estabelecimento dos morfotipos.

Característica morfológica		Valor
Ocelos	Presentes	0
	Ausentes	4
Tamanho das Antenas	Comprimento da antena > comprimento do corpo	0
	Comprimento da antena > 0,5 x comprimento do corpo	2
	Comprimento da antena < 0,5 x comprimento do corpo	4
Furca	Presente	0
	Presente, mas reduzida	2
	Ausentes	4
Pelos/Escamas	Presentes	0
	Ausentes	4
Pigmentação	Presente e com padrões	0
	Presente, sem padrões	2
	Ausente	4

**Fonte:** Carvalho (2012).

De acordo com esta metodologia, a cada combinação diferente de características é atribuído um morfotipo com um valor final de EMI correspondente a soma dos valores das cinco características analisadas. O cálculo do EMI para cada morfotipo pode variar entre 0 (combinação 00000) e 20 (combinação 44444), permitindo separar os mesmos em grupos. Os colêmbolos com EMI entre 2 e 8 são considerados epiedáficos e identificados como Epi1, Epi2, etc. Os organismos com EMI entre 10 e 12 foram classificados como semi-edáficos (Semi1, Semi2, etc.).

Para análise da diversidade morfológica dos colêmbolos, utilizou-se o *software Past* para obtenção dos índices de Shannon e uniformidade de Pielou, tomando os diferentes morfotipos como base para a riqueza de grupos.

### 3. Resultados e Discussão

Foram amostrados indivíduos da classe Collembola em todos os SAF's estudados, sendo este um resultado esperado tendo em vista que os colêmbolos são organismos comuns e abundantes em todo o mundo dentre os variados sistemas de produção e diferentes tipos de solos (Oliveira Filho & Baretta, 2016). Estudos avaliativos da influência de diferentes sistemas de usos de solo sobre a fauna edáfica demonstram que a classe Collembola normalmente é uma das mais abundantes (Silva *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2016; Cousseau *et al.*, 2020) podendo apresentar maior número de indivíduos e dominância em sistemas agrofloretais quando comparados a outros agroecossistemas, conforme reportado nos estudos desenvolvidos por Silva *et al.* (2012) e, Martins *et al.*, (2019).

Os indivíduos da classe Collembola apresentam função detritívora e fungívora, vivendo principalmente na interface solo/serapilheira, atuando na fragmentação e decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo, além do controle dos microrganismos, apresentando melhor desenvolvimento em ambientes de maior diversidade vegetal (Melo *et al.*, 2009; Brown *et al.*, 2015; Oliveira Filho & Baretta, 2016).

Ao total, foram amostrados 5.236 organismos pertencentes à classe Collembola, os quais resultaram na identificação de 29 morfotipos. Destes, 24 estiverem presentes no SAF 1, 15 no SAF 2 e, 13 no SAF 3. Os morfotipos encontrados foram classificados como epiedáficos, semi-edáficos e edáficos com 78,47%, 20,99% e 0,53% da frequência total de organismos, respectivamente (Tabela 3). O plantio adensado e diversificado de espécies vegetais, visando o desenvolvimento dos diferentes estratos, com constante manejo do ambiente, pode favorecer tais resultados encontrados no estudo nos SAF1, SAF2 e SAF3 uma vez que tanto o plantio de novas espécies quanto as podas de galhos ou árvores inteiras, tem o intuito de proteção do solo e aumento da matéria orgânica presente no sistema e na superfície, uma vez que todo o material advindo do manejo é depositado na área (Steenbock *et al.*, 2013). Neste mesmo contexto, Bartz *et al.*, (2013) destacam que a manutenção de resíduos vegetais na superfície cria microclimas favoráveis a fauna. Logo, a gestão adotada de manutenção dos resíduos de limpeza e poda na área beneficia de modo geral, a comunidade de colêmbolos.

**Tabela 3:** Frequência da diversidade morfológica dos colêmbolos (%), abundância total, riqueza de grupos, diversidade de Shannon e uniformidade de Pielou em sistema agroflorestral consolidado (SAF1) e em processo de estabelecimento (SAF2 e SAF3).

Combinação	Morfotipos	SAF1	SAF2	SAF3
0 0 0 0 0	Epi1	0,07	0,00	0,00
0 2 0 0 0	Epi2	0,82	0,78	0,00
0 0 0 0 4	Epi3	0,21	0,31	0,19
0 4 0 0 0	Epi4	48,22	54,52	39,92
0 4 2 0 0	Epi5	18,26	1,25	34,36
0 4 0 0 2	Epi6	5,06	4,36	2,69
0 4 0 0 4	Epi7	1,50	1,87	3,45
0 2 0 0 4	Epi8	1,16	3,89	3,84
0 2 0 0 2	Epi9	1,37	3,12	1,15
0 4 4 0 0	Epi10	0,68	0,00	0,00
0 4 0 4 0	Epi11	1,57	0,00	0,00
0 4 2 0 2	Epi12	0,27	0,00	0,58
0 0 0 0 2	Epi13	0,00	0,00	0,19
0 0 0 4 0	Epi14	0,00	0,00	0,19
0 2 4 0 2	Epi15	0,00	0,16	0,00
	Frequência Epi total	79,21	70,25	86,56
0 4 2 4 2	Semi1	2,26	0,16	0,00
0 4 4 0 2	Semi2	0,21	0,00	0,00
0 4 0 4 2	Semi3	8,82	0,00	0,00
0 4 2 4 0	Semi4	3,35	28,35	13,05
4 4 0 4 0	Semi5	0,00	0,47	0,00
4 2 0 0 4	Semi6	0,00	0,16	0,00
0 4 4 4 0	Semi7	0,62	0,00	0,00
0 4 4 0 4	Semi8	3,35	0,00	0,19
0 4 2 0 4	Semi9	1,50	0,00	0,00
0 4 4 4 2	Semi10	0,07	0,00	0,00
	Frequência Semi total	20,18	29,13	13,24
4 2 4 4 4	Ed1	0,07	0,00	0,00
0 4 2 4 4	Ed2	0,14	0,00	0,00

0 4 4 4 4	Ed3	0,34	0,31	0,00
4 4 4 4 4	Ed4	0,07	0,31	0,19
	Frequência Ed total	0,62	0,62	0,19
Abundância total		1462	642	521
Riqueza		24	15	13
Shannon (H)		1,83	1,33	1,47
Pielou (J)		0,57	0,49	0,57

**Fonte:** Dados da pesquisa.

**Legenda:** Epi – epigeicos; Semi – semi-edáficos; Ed – eu-edáficos.

De acordo com os dados, observa-se que os organismos classificados como epiedáficos foram os mais expressivos e representam 2.060 indivíduos amostrados, sendo o morfotipo Epi4 o mais representativo nas áreas SAF1 (48,22%), SAF2 (54,52%) e para a o SAF3 (39,92%). Em contrapartida, a ocorrência de morfotipos edáficos foi consideravelmente menor em todas as áreas estudadas, com apenas 14 indivíduos amostrados, representando 0,62% da frequência nas áreas SAF1 e SAF2, enquanto para a área SAF3 a frequência foi de apenas 0,19%.

A frequência dos morfotipos semi-edáficos apresenta valores intermediários, com maior frequência observada na área SAF2 (29,13%), seguido pelas áreas SAF1 (20,18%) e SAF3 (13,24%). Os sistemas em processo de estabelecimento apresentaram maior frequência de morfotipos semi-edáficos com o morfotipo Semi4, enquanto para a o SAF1, de sistema já estabelecido, houve maior diversidade de morfotipos semi-edáficos, com o morfotipo Semi3 apresentando maior frequência.

A maior frequência dos organismos epiedáficos em relação aos demais grupos pode ser explicada pela facilidade das armadilhas do tipo *Pitfall* em coletar principalmente indivíduos de maior mobilidade no ambiente, possibilitando ainda maior riqueza de grupos, sendo a serapilheira a área de maior captura de organismos por esse método (Silva *et al.*, 2012). Oliveira Filho e Baretta (2016) salientam que, mesmo existindo uma profundidade de preferência para as diferentes espécies de colêmbolos, fatores bióticos e abióticos favorecem a migração dos organismos no perfil do solo, podendo explicar a variação de frequência deste grupo nas diferentes áreas. Outro aspecto que pode ser destacado refere-se ao fato de que a ampla maioria dos morfotipos epiedáficos encontrados apresentam a furca desenvolvida (valor 0). Espécies com maiores furcas apresentam maior capacidade de dispersão no

ambiente, favorecendo, portanto, sua captura (Ponge *et al.*, 2006), enquanto a maior parte dos morfotipos semi-edáficos e edáficos amostrados apresentam furca reduzida ou ausente.

Ainda analisando os dados apresentados na Tabela 2, verifica-se que entre as áreas avaliadas, a abundância total de indivíduos foi maior no sistema agroflorestal consolidado SAF1 (1.462 indivíduos), seguida pelos sistemas em processo de estabelecimento SAF2 (642 indivíduos) e SAF3 (521 indivíduos). A maior heterogeneidade proporcionada pelo ambiente consolidado encontrado neste estudo no SAF1 acarreta menor variação na temperatura, maior disponibilidade de alimento para os organismos pelo maior aporte de material orgânico e, por consequência, melhores condições do solo e maior oferta de microhabitats, determinantes para o desenvolvimento dos indivíduos (Silva *et al.*, 2012).

Seguindo o mesmo padrão, é possível observar maior riqueza de morfotipos para o SAF1 (24), seguida por SAF2 (15) e SAF (13). Este resultado pode estar associado a composição florística das áreas, pois o SAF1 apresenta maior número de famílias botânicas em relação aos demais SAFs, o que segundo Eisenhauer *et al.* (2011) e Sechi *et al.*, (2014) é fundamental na estruturação de comunidades de colêmbolos edáficos.

Quanto aos índices ecológicos, a diversidade de Shannon foi superior no SAF1 (1,83) quando comparada às demais, apresentando melhor distribuição dos organismos em relação aos diferentes morfotipos encontrados, comprovado pelo índice de uniformidade de Pielou (0,57). Embora a uniformidade do SAF3 apresente o mesmo valor que o SAF1, a baixa riqueza determinou o menor valor de diversidade (1,47). O SAF2 apresenta valores intermediários para abundância e riqueza de grupos, entretanto com menor uniformidade (0,49), resultando na menor diversidade entre as áreas (1,33).

As diferenças observadas na composição da comunidade de colêmbolos entre os SAFs possivelmente esteja associada a composição florística e ao tempo de estabelecimento destes SAFs, pois nas etapas iniciais de estabelecimento os sistemas agroflorestais possuem menor capacidade de armazenamento de água e disponibilidade dos nutrientes minerais, produzindo biomassa de menor digestibilidade para os organismos (Steenbock *et al.*, 2013). Em contrapartida, estágios mais desenvolvidos favorecem a dinâmica com a fauna pela atratividade do alimento mais diverso. Neste mesmo contexto, Sabais *et al.* (2011) destacam que a diversidade de plantas é um fator positivo para a comunidade de colêmbolos, possivelmente pelo aumento das raízes, biomassa microbiana e da qualidade do material orgânico que é utilizado como recurso alimentar.

Os resultados encontrados sugerem que ao longo do processo de sucessão e consolidação dos sistemas agroflorestais sejam estabelecidas condições propícias para o

aumento da diversidade de colêmbolos edáficos.

#### 4. Considerações Finais

Houve maior frequência de indivíduos pertencentes ao morfotipo epiedáfico, com destaque para o morfotipo Epi4, o mais representativo nas três áreas de estudo. O sistema agroflorestal já consolidado apresentou maior abundância, riqueza de grupos, diversidade e uniformidade em relação aos sistemas em processo de estabelecimento. Diante do exposto, com base nos resultados encontrados, acredita-se que em longo prazo, é possível que sistemas agroflorestais propiciem condições mais favoráveis e estáveis ao componente biológico do solo, promovendo aumento da diversidade de colêmbolos edáficos.

Buscando resultados mais consolidados frente a esta temática, sugere-se o monitoramento de longo prazo da classe Collembola, buscando verificar as mudanças ocorridas no grupo em virtude do processo de estabelecimento e consolidação de sistemas agroflorestais.

#### Referências

- Almeida, H. S., Silva, R. F. da., Grolli, A. L., & Scheid, D. L. (2017). Ocorrência e diversidade da fauna edáfica sob diferentes sistemas de uso do solo. *Revista brasileira de tecnologia agropecuária*, 1(1), 15-23.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Moraes, G. de., Leonardo, J., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Alves, P. R. L., Cardoso, E. J., Martines, A. M., Sousa, J. P., & Pasini, A. (2014). Seed dressing pesticides on springtails in two ecotoxicological laboratory tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 105, 65-71.
- Araújo, E. C. G., Silva, T. C., Lima, T. V., Santos, N. A. T., & Borges, C. H. A. (2018). Macrofauna como bioindicadora de qualidade do solo para agricultura convencional e agrofloresta. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 14(2), 108-116.

Baretta, D., Santos, J. C. P., Mafra, A. L., Wildner, L. D. P., & Miquelluti, D. J. (2003). Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 2(1), 97-106.

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. Klauberg Filho., A. L. Mafra., L. C. Gatiboni (Eds), *Tópicos em Ciência do Solo*. (Cap.7, p. 119-170), Viçosa: Embrapa.

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*, 32(nº Esp), 2693-2699.

Barros, E., Mahieu, J., Tapia-Coral, S., Nascimento, A. R., & Lavelle, P. (2008). Comunidade da macrofauna do solo na Amazônia brasileira. In: F. M. S. Moreira., J. O. Siqueira., & L. Brussaard, (Eds.), *Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros*. (Cap. 6, p. 171-191), Lavras, UFLA.

Bartz, M. L. C., Pasini, A., & Brown, G. G. 2013. Earthworms as soil quality indicators in Brazilian no-tillage systems. *Applied Soil Ecology*, 69, 39-48.

Bellinger, P. F., Christiansen, K. A., & Janssens, F. Checklist of the Collembola of the World. Disponível em: <[www.collembola.org](http://www.collembola.org)>. Acesso em: 30 de set de 2019.

Bernardi, L. F. de O., Audino, L. D., Marafeli, P. de P., & Carvalho, T. A. F. de. (2017). Mesofauna. In: M. A. Toma., R. C. V. Boas., & F. M. de Moreira (Eds.), *Conhecendo a vida do solo*. Lavras, UFLA.

Berude, M. C., Galote, J. K. B., Pinto, P. H., & Amaral, A. (2015). A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. *Enciclopédia Biosfera*, 11(22), 14-28.

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: L. M. Parron, J. R., Garcia, E. B. de Oliveira., G. G. Brown., & R. B. Prado (Eds.), *Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica*. (Cap. 10, pp. 113-154).

Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J., & Van Oost, K. (2015). The interdisciplinary nature of soil. *Soil*, 1(1, p), 117-129.

Carvalho, F. C. (2012). *Efeito de diferentes tipos de gestão em olivais nos microartrópodes de solo usando uma abordagem funcional*. 68f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012.

Chang, L., Wu, H., Wu, D., & Sun, X. (2013). Effect of tillage and farming management on Collembola in marsh soils. *Applied soil ecology*, 64, 112-117.

Cousseau, L., Tessaro, D., Vargas, R. F., Silva, J. C., Kubiak, K. L., & Zarzicki, L. F. W. (2020). Levantamento de invertebrados epiedáfcos em ambiente contaminado por chumbo. *Research, Society and Development*, 9(3), e189932738.

Eisenhauer, N., Sabais, A. C. W., & Scheu, S. (2011). Collembola species composition and diversity effects on ecosystem functioning vary with plant functional group identity. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(8), 1697–1704.

Foquesatto, C. F. (2017). *Qualidade do solo de uma agrofloresta no Sudoeste do estado do Paraná*. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

Huerta, E., & Wal, H. (2012). Soil macroinvertebrates abundance and diversity in home gardens in Tabasco, Mexico, vary with soil texture, organic matter and vegetation cover. *European Journal of Soil Biology*, 50, 68-75.

Lavelle, P. (1996). Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International*, 33, 3-16.

Lima, S. S.; Aquino, A. M., Leite, L. F. C., Velásquez, E., & Lavelle, P. (2010). Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(3), 322-331.

Leite, I. G. (2017). *Desempenho inicial de espécies arbóreas de diferentes classes sucessionais em um sistema agroflorestal*. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.

Machado, J. S., Oliveira Filho, L. C. I., Santos, J. C. P., Paulino, A. T., & Baretta, D. (2019). Morphological diversity of springtails (Hexapoda: Collembola) as soil quality bioindicators in land use systems. *Biota Neotropica*, 19(1), e20180618.

Martins, E. M., Silva, E. R., Campello, E. F. C., Lima, S. S., Nobre, C. P., Correia, M. E. F., & Resende, A. S. (2019). O uso de sistemas agroflorestais diversificados na restauração florestal na Mata Atlântica. *Ciência Florestal*, 29(2), 632-648.

Melo, F. V. de., Brown, G. G., Constantino, R., Louzada, J. N., Luizão, F. J., Morais, J. W. de., & Zanetti, R. (2009). A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. *Boletim Informativo da SBCS*, p.39.

Morais, J. W., & Franklin, E. C. (2008). Mesofauna do solo na Amazônia Central. In: F. M. S. Moreira., J. O. Siqueira., & L. Brussaard (Eds.), *Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros*. Lavras: UFLA.

Oliveira Filho, L. C. I., & Baretta, D. (2016). Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos? *Scientia Agrária*, 17(2), 21-40.

Ortiz, D. C., Santos, M. A. B., Oliveira Filho, L. C. I., Pompeo, P. N., Niemeyer, J. C., Klauberg Filho, O., Baretta, C. R. D. M., Sampietro, J. A., & Baretta, D. (2019). Diversity of springtails (Collembola) in agricultural and forest systems in Southern Santa Catarina. *Biota Neotropica*, 19(3), e20180720.

Pereira, A.S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria: UAB/NTE/UFSM. Disponível em:

[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1). Acesso em: 20 abril 2020.

Ponge, J. F., Dubs, F., Gillet, S., Sousa, J. P., & Lavelle, P. (2006). Decreased biodiversity in soil springtail communities: the importance of dispersal and landuse history in heterogeneous landscapes. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(5), 1158–1161.

Pompeo, P. N., Santos, M. A. B. dos., Biasi, J. P., Siqueira, S., Rosa, M. G. da., Baretta, C. R. D. M., & Baretta, D. (2016). Fauna e sua relação com atributos edáficos em Lages, Santa Catarina – Brasil. *Scientia Agraria*, 17(1), 42-51.

Sabais, A. C., Scheu, S., & Eisenhauer, N. (2011). Plant species richness drives the density and diversity of Collembola in temperate grassland. *Acta Oecologica*, 37(3), 195-202.

Sales, E. F., Araujo, J. B. S., & Baldi, A. (2018a). *Sistemas Agroflorestais e Consórcios no Estado do Espírito Santo: Relatos de experiências*. Vitória: Incaper.

Sales, E. F., Araujo, J. B. S., & Baldi, A. (2018b). Fauna edáfica em sistema agroflorestal e em monocultivo de café Conilon. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 13(5), 200-209.

Santos, M. A. B., Oliveira Filho, L. C. I., Pompeo, P. N., Ortiz, D. C., Mafra, Á. L., Klauberg Filho, O., & Baretta, D. (2018). Morphological diversity of springtails in land use systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 42, e0170277.

Scoriza, R. N., Correia, M. E. F., & Silva, E. M. R. (2016). Colêmbolos e fungos micorrízicos arbusculares como indicadores de degradação em fragmentos florestais de encosta. *Revista de Ciências Agrárias*, 59(4), 386-392.

Sechi, V., D'annibale, A., Ambus, P., Sárossy, Z., Krogh, P. H., Eriksen, J., & Holmstrup, M. (2014). Collembola feeding habits and niche specialization in agricultural grasslands of different composition. *Soil Biology and Biochemistry*, (74), 31–38.

Silva, D. M., Jacques, R. J. S., Silva, D. A. A., Santana, N. A., Vogelmann, E.; Eckhardt, D. P., & Antonioli, Z. I. (2016). Effects of pig slurry application on the diversity and activity of soil biota in pasture areas. *Ciência Rural*, 46(10), 1756-1763.

Silva, J., Jucksch, I., Maia, C. I., Feres, C. M. A. F., Tavares, R. C. (2012). Fauna do solo em sistemas de manejo com café. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 3(2), 59-71.

Silva, D. A. A., Silva, D. M., Jacques, R. J. S., & Antonioli, Z. I. (2015). Bioindicadores de qualidade edáfica em diferentes usos do solo. *Enciclopédia Biosfera*, 11(22), 3728-3736.

Spiller, M. S., Spiller, C., & Garlet, J. (2018). Arthropod bioindicators of environmental quality. *Revista Agro@mbiente On-line*, 12(1), 41-57,

Sousa, J. P., Gama, M. M. da., Pinto, C., Keating, A., Calhã, F., Lemos, M., & Dias, S. (2004). Effects of land-use on Collembola diversity patterns in a Mediterranean landscape. *Pedobiologia*, 48(5-6), 609-622.

Steenbock, W., Silva, R. O., Froufe, L. C. M., & Seoane, C. E. (2013). Agroflorestas e sistemas agroflorestais no espaço e no tempo. In: W. Steenbock, L. C. e Silva, R. O. da Silva, A. S. R. J. Perez-Cassarino, & R. Fonini (Org.), *Agrofloresta, ecologia e sociedade* (Cap 3, pp. 39-60). Curitiba: Kairós.

Zagatto, M. R. G. (2014). *Fauna edáfica em sistemas de uso do solo no município de Ponta Grossa – PR*. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

Zhang, Z.Q. (2011). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148, 1-237.

Zortéa, T.; Baretta, D., Segat, J. C., Maccari, A. P., Baretta, C. R. D. M., & Silva. A. A. (2015). Comportamento de fuga de colêmbolos expostos a solos contaminados com cipermetrina. *Revista Scientia Agraria*, 16(4), 49-58.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Jéssica Camile da Silva – 20%

Ketrin Lohrayne Kubiak – 20%

Luis Felipe Wille Zarzicki – 20%

Joel Donazzolo – 20%

Dinéia Tessaro – 20%