

Caracterização de morfotipos de colêmbolos (Hexapoda: Collembola) em solo contaminado por chumbo

Characterization of collembolla morphotypes (Hexapoda: Collembola) in lead contaminated soil

RESUMO

Os metais pesados, quando em elevada concentração podem ser tóxicos às diferentes formas de vida, principalmente àquelas que possuem contato direto com o solo, como ocorre com a fauna edáfica. Logo, este trabalho tem por objetivo caracterizar a comunidade de colêmbolos em solo contaminado por chumbo. O estudo foi realizado na área de uma antiga recicladora de baterias, onde foram coletadas amostras de solo para determinação de chumbo e instaladas 40 armadilhas *Pitfall* para amostragem dos colêmbolos, os quais foram classificados em morfotipos para obtenção de índices ecológicos. Os dados foram analisados quanto à abundância, riqueza e pelos índices diversidade de Shannon e uniformidade de Pielou. Os dados foram ainda submetidos à análise multivariada de componentes principais. Como resultado verificou-se maior frequência de organismos pertencentes ao grupo epiedáfico, com maior abundância na área A6 em razão de sua cobertura vegetal densa, constituída por gramíneas altas, cercadas por árvores, gerando o habitat ideal para o desenvolvimento destes organismos através da alta disponibilidade de alimento e umidade. A maior riqueza foi encontrada em A2 indicando uma relação entre morfotipos específicos e a tolerância ao metal pesado. Quanto a análise de componentes principais não ocorreu separação clara dos diferentes morfotipos.

PALAVRAS-CHAVE: Biologia do solo, Diversidade, Bioindicadores.

ABSTRACT

Heavy metals when in high concentration can be toxic to different life forms, especially those that have direct contact with the soil, as occurs with the edaphic fauna. Therefore, this work aims to characterize the community of collemboli in lead contaminated soil. The study was carried out in the area of a former battery recycler where lead samples were collected for lead determination and 40 Pitfall pitfall traps were installed, which were classified into morphotypes to obtain ecological indices. Data were analyzed for abundance, richness and Shannon diversity and Pielou uniformity indices. The data were also submitted to multivariate principal component analysis. As a result there was a higher frequency of organisms belonging to the epiedaphic group, with greater abundance in area A6 due to the high availability of food and moisture. The highest richness was found in A2 indicating a relationship between specific morphotypes and heavy metal tolerance. As for the principal component analysis there was no clear separation of the different morphotypes.

KEYWORDS: Soil Biology, Diversity, Bioindicators.

Luis Felipe Wille Zarzycki

Felipewille5@gmail.com

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

Dinéia Tessaro

dtessaro@utfpr.edu.br

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

Laura Cousseau

lauracousseau@hotmail.com

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

Regiane Franco Vargas

regianefranco@utfpr.edu.br

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

Ketrin Lorhayne Kubiak

ketrin_kubiak@hotmail.com

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

Karina Gabrielle Resges Orives

kaah_resges@hotmail.com

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

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Página | 2

As atividades antrópicas promovem várias alterações ao meio ambiente, incluindo o solo, muitas vezes utilizado como receptor de resíduos de várias origens. Dentre os resíduos oriundos de atividades industriais, os metais pesados constituem um fator de risco por sua característica tóxica e bioacumuladora (SCHLINDWEIN, 2005), contribuindo para a redução na densidade e diversidade de organismos que habitam o solo. Estes organismos, denominados fauna edáfica, exercem importante papel na ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica e melhoria dos atributos físicos (BARETTA et al., 2011).

Além dos aspectos funcionais, a fauna edáfica é sensível a modificações impostas ao solo, podendo ser utilizada como bioindicadora (BARETTA et al., 2011). Neste sentido, os colêmbolos vêm sendo utilizados para este fim incluindo novos métodos de avaliação utilizando características eco-morfológicas deste grupo (CARVALHO, 2012), mostrando-se uma ferramenta eficiente, capaz de captar informações importantes não expressas em estudos puramente taxonômicos (VANDEWALLE et al., 2010). Contudo, embora desempenhem papel importante no ecossistema, ainda são incipientes os trabalhos voltados aos efeitos da exposição de colêmbolos a metais pesados. Logo, este trabalho tem por objetivo a caracterização da comunidade de colêmbolos em solo contaminado por chumbo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área de uma recicladora de baterias localizada na região Sudoeste do Paraná, a qual encontra-se abandonada há vários anos, em decorrência dos altos níveis de chumbo no solo oriundos do manuseio e destinação inadequada dos resíduos durante a reciclagem. Para o estudo a área da recicladora foi dividida em 6 glebas (A1 a A6) de influência direta, pois a área poderia apresentar níveis distintos de contaminação em virtude dos diferentes processos desenvolvidos em cada setor e, 2 áreas de referência (A7 e A8) fora do perímetro de contaminação delimitado, localizadas nas imediações da recicladora. Em cada gleba foram coletadas aleatoriamente 4 amostras de solo na profundidade de 0-5 cm, para determinação do teor de chumbo, segundo a metodologia de Adolf Lutz (Lutz, 2008).

Para amostragem dos colêmbolos foram instaladas em cada gleba, 4 armadilhas tipo *Pitfall*, com espaçamento de 10m, totalizando 32 armadilhas preenchidas em 1/3 de seu volume com solução de formol 4%, as quais permaneceram a campo por 7 dias, sendo então levadas ao laboratório da UTFPR – Campus Dois Vizinhos, onde seu conteúdo foi triado e acondicionado em frascos em álcool 70% até a identificação. Os organismos da Classe Collembola foram classificados em morfotipos, com auxílio de microscópio estereoscópico em aumento de 40 vezes, segundo Carvalho (2012), conforme Tabela 1. 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 varia entre 0 (combinação 00000) e 20 (combinação 44444), permitindo a separação em grupos, sendo os colêmbolos com EMI entre 2 e 8, considerados epígeos e identificados como Ep1, Ep2, etc, os com EMI entre 10 e 12 são semi-edáficos (SemiEd1, SemiEd2, etc.) e entre 14 e 20, são eu-edáficos (Ed1, Ed2, etc.) (CARVALHO, 2012).

Tabela 1 - Valores atribuídos a cada característica morfológica de colêmbolo para estabelecimento dos morfotipos.

Características morfológicas		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
Fúrcula	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).

Os dados coletados para os diferentes morfotipos foram analisados, objetivando informações referentes à riqueza dos grupos e densidade de indivíduos. A abundância de morfotipos foi alterada para frequência relativa e observando a soma de organismos presentes nas 4 amostras coletadas por gleba, foram obtidos os índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (J) (ODUM & BARRET, 2007). Adicionalmente, procedeu-se a análise de componentes principais (ACP) dos dados referentes aos morfotipos utilizando software CANOCO versão 4.5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da quantificação de teor de chumbo no solo das oito glebas (Tabela 2) verificou-se que todas as amostras coletadas na área embargada apresentaram altos níveis do metal, superiores ao permitido pela legislação vigente considerando o setor industrial, cujo limite é de 900 mg.Pb.kg⁻¹ (CONAMA 420, 2009).

Tabela 2- Quantificação do teor de chumbo (mg Pb kg⁻¹) por área de estudo

Parcelas de coleta	Teor de chumbo (mg Pb kg ⁻¹)
Área 1	19.525,46
Área 2	39.935,39
Área 3	9.801,96
Área 4	2.073,38
Área 5	3.281,98
Área 6	2.345,58
Área 7	483,38
Área 8	36,84

Os colêmbolos estiveram presentes em todas as áreas de coleta contabilizando 8.560 colêmbolos, divididos em 15 morfotipos, dos quais 24,1% foram classificados como epígeos (2.056 indivíduos), 2,86% identificados como semi-edáficos (245 indivíduos) e 73,01% como edáficos (6.250 indivíduos). A maior frequência de colêmbolos epígeos ocorreu nas parcelas A2 (89,16%), A7 (87,95%) e A1 (83,62%), sendo o morfotipo Ep 8 mais representativo em A2 (51,46%) e em A1 (35,49) e o morfotipo Ep11 em A7 (34,94%), conforme Quadro 1. O A área A1 e A2 são semelhantes, com alto teor de chumbo, vegetação rasteira e solo compactado, entretanto, A7 apresenta menor teor de chumbo e vegetação mais alta e fechada.

Quadro 1 - Frequência relativa de cada morfotipo de colêmbolo (%), abundância e riqueza total, diversidade de Shannon (H') e uniformidade de Pielou (J').

Morfotipos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Ep1	2,39	0,97	0	0,40	0	0	2,41	2,99
Ep2	5,80	1,13	8,33	0,94	0	0,03	0	0,50
Ep3	3,41	0,49	0	0,81	0	0	3,61	8,96
Ep4	33,79	24,60	29,17	14,65	0,77	1,23	16,06	24,38
Ep5	0	1,13	0	0	0	0,05	5,22	2,49
Ep6	0	0	0	0	0	0	3,21	0
Ep7	2,73	0,32	0	0,13	0	0	0	0
Ep8	35,49	51,46	16,67	23,79	28,48	0,12	20,88	18,91
Ep9	0	0	0	27,28	3,83	0	1,61	0
Ep10	0	5,66	0	0	0	0	0	0
Ep11	0	3,40	0	13,84	1,53	0	34,94	1,99
Freq. Ep. Total	83,62	89,16	54,17	81,85	34,61	1,44	87,95	60,20
SemiEd1	2,73	0,65	4,17	0,67	0,15	2,85	0,80	29,35
Freq. Semi. Total	2,73	0,65	4,17	0,67	0,15	2,85	0,80	29,35
Ed1	6,14	7,61	33,33	1,21	0,15	94,01	3,21	3,98
Ed2	0	0,49	0	4,03	64,47	0	0	0
Ed3	7,51	2,10	8,33	12,23	0,61	1,70	8,03	6,47
Freq. Ed. Total	13,65	10,19	41,67	17,47	65,24	95,71	11,24	10,45
Abundância total	293	618	24	744	653	5780	249	201
Riqueza total	9	13	6	12	8	7	11	10
Shannon (H)	0,76	0,58	0,87	0,74	0,44	0,15	0,78	0,80
Pielou (J)	1,66	1,49	1,57	1,84	0,92	0,30	1,88	1,84

Ep: Epígeos; SemiEd: Semi-edáficos; Ed: Edáficos.

Os colêmbolos epígeos são aqueles que vivem na superfície do solo, possuem maior mobilidade e maior atividade metabólica (NGSONG; RUESS; RICHNOW, 2011; DA SILVA et. al, 2016), o que pode explicar a presença desses organismos em A7, visto que estes são considerados decompositores e sua principal fonte de alimento são microrganismos e fungos, os quais estão associados à matéria orgânica do solo (RAFAEL et al., 2012). Contudo, A1 e A2 não possuem composição vegetal suficiente para o aporte e decomposição de matéria orgânica, podendo a abundância de colêmbolos epígeos neste local estar associada à composição química (pH) do solo. Bengtsson; Gunnarsson; Rundgren (1986) apontam que em solos contaminados, frequentemente há redução no pH do solo.

A frequência dos indivíduos pertencentes ao morfotipo semi-edáfico foi inferior à frequência dos morfotipos epigeos e edáficos, sendo que as maiores frequências ocorreram em A8 (29,35%), área com a menor concentração de chumbo, seguida de A3 com 4,17%, área com alta concentração do metal. Já os morfotipos edáficos, que vivem no interior do solo e possuem menor mobilidade, tiveram maior frequência em A6 (95,71%), A5 (65,24%) e A3 (41,67%), sendo sua menor frequência em A2 (10,19%). Dentro desse grupo, o morfotipo Ed1 teve maior frequência em A6 (94,01%) e A3 (33,33%), já em A5 houve maior frequência de Ed2 (64,47%).

Os índices de Shannon e Pielou apresentaram similaridade na maioria dos pontos amostrais. Entretanto, os menores valores para ambos os índices foram verificados em A6, A5 e A2. A parcela A6 apresentou dominância do morfotipo Ed1 que gerou baixos índices de diversidade e uniformidade. Na área contaminada A6 apresenta o segundo menor índice de contaminação ($2.345,58 \text{ mg.Pb.kg}^{-1}$) e, em termos composição vegetal, apresenta gramíneas altas. Em A5 a baixa diversidade e equitabilidade foi ocasionada pela alta frequência relativa de Ed2 e Ep8. A concentração de chumbo nesta área é de $3.281,98 \text{ mg.Pb.kg}^{-1}$ e sua vegetação apresenta desde gramíneas a árvores bem desenvolvidas, o que pode explicar a maior composição de colêmbolos. No entanto, a dominância de grupos morfotípicos tornou seus índices de diversidade e uniformidade inferiores ao das áreas com composição vegetal pobre. Já em A2, área com o maior teor de chumbo ($39.935,39 \text{ mg.Pb.kg}^{-1}$), a composição vegetal é escassa, mas com a alta frequência de Ep8, contribuindo para a redução dos índices de diversidade e uniformidade. A ACP explicou 32,2% da variabilidade dados através da CP1 e 23,4% através da CP2, não ocorrendo uma separação clara dos grupos morfológicos.

Para Ponge et al.(2003), a composição de colêmbolos pode ser afetada pela intensificação do uso do solo, enquanto (Baretta et al.(2008) e Paul; Nongmeaithem; e Jha (2011) demonstram que locais de áreas florestais apresentam maior densidade e diversidade de colêmbolos. Porém, observa-se na tabela 3, que, apesar de serem as áreas que mais se assemelham a áreas florestais, A5 e A6 apresentam baixa diversidade de colêmbolos, apesar da sua abundância. Assim como a ACP, a ANOSIM (R: 0,084; p: 14,1%) não apontou dissimilaridade significativas entre as comunidades das áreas e, desta forma, não se realizou a análise SIMPER.

CONCLUSÕES

Houve maior concentração de organismos pertencentes ao grupo epiedáfico, com ênfase no morfotipo ep8, com maior frequência em relação ao demais. A maior abundância foi observada em A6 devido à alta disponibilidade de alimento e umidade. O índice de riqueza foi maior em A2 indicando uma relação de tolerância entre morfotipos específicos e a presença de chumbo. Observou-se menor índice de diversidade de Shannon na A6 devido a dominância do morfotipo Ed1 o que gerou baixos índices de uniformidade. Quanto a análise da componente principal não ocorreu uma separação clara dos morfotipos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica e a Prefeitura Municipal de Marmeleiro pelo aporte na condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARETTA, Dilmar et al. Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2693-2699, 2008. em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32nspe/12.pdf>> Acesso em: 28 de maio de 2017.

BARETTA, Dilmar et al. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Revista Tópicos Ciência Solo**, v. 7, 2011.

BENGTSSON, Göran; GUNNARSSON, Torsten; RUNDGREN, Sten. Effects of metal pollution on the earthworm *Dendrobaena rubida* (Sav.) in acidified soils. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 28, n. 3-4, p. 361-383, 1986.

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

CONAMA. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n. 249, 2009.

DA SILVA, Pedro Martins et al. Traits of collembolan life-form indicate land use types and soil properties across an European transect. **Applied soil ecology**, v. 97, p. 69-77, 2016.

Lutz, A. Métodos Físico-químicos 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

NGOSONG, Christopher et al. Tracking Collembola feeding strategies by the natural ¹³C signal of fatty acids in an arable soil with different fertilizer regimes. **Pedobiologia**, v. 54, n. 4, p. 225-233, 2011.

ODUM, Eugene P.; BARRET, Gary W. **Fundamentos de ecologia**. Thomson Learning, 2007.

PAUL, D.; NONGMAITHEM, A.; JHA, L. K. Collembolan Density and Diversity in a Forest and an Agroecosystem. **Open Journal of Soil Science**, v. 1, n. 02, p. 54, 2011.

PONGE, Jean-François et al. Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 35, n. 6, p. 813-826, 2003.

RAFAEL, Jose Albertino; DE MELO, Gabriel Augusto Rodrigues; DE CARVALHO, Claudio José Barros (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Holos Editora, 2012.

SCHLINDWEIN, Marcelo N. Problemas ambientais relacionados aos estrogênios miméticos: perda de fertilidade, câncer e outros riscos à saúde humana como resultado dos produtos da sociedade de consumo. **Revista Uniara**, n. 16. 2005.

VANDEWALLE, Marie et al. Functional traits as indicators of biodiversity response to land use changes across ecosystems and organisms. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 10, p. 2921-2947, 2010.