

Avaliação da biodiversidade de enquitreídeos em diferentes sistemas de uso do solo na Mata Atlântica

Grazieli Medeiros¹
Natalia Durães²
Guilherme Alves Ramos³
Higor Eisten Francisconi Lorin³
George Gardner Brown⁴
João Carlos de Moraes Sá^{2,5}
Jônadan Hsuan Min Ma²
Júlia Carina Niemeyer^{1,3}
Cíntia Carla Niva⁶
Marie Luise Carolina Bartz^{2,7,8}

RESUMO

Este estudo avaliou a densidade e diversidade de enquitreídeos (Oligochaeta, Enchytraeidae) em três sistemas de uso do solo (SUS) no bioma Mata Atlântica: Área Mal Manejada (AMM), Sistema de Plantio Direto (SPD) e Vegetação Nativa (VN), tendo como hipótese: Áreas manejadas com SPD apresentam maior densidade e diversidade de enquitreídeos quando comparado a Áreas Mal Manejadas. Amostras de solo foram coletadas em nove municípios dos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e analisadas quanto à densidade total, riqueza de gêneros, e índices de diversidade Shannon-Weaver (H') e equitabilidade de Pielou (E), a estatística foi analisada através do teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Os resultados mostraram ausência de diferenças significativas na densidade total de enquitreídeos e índices de diversidades entre os SUS, porém, a composição da comunidade desses organismos foi diferente em cada SUS. O gênero *Guaranidrilus*, típico de áreas preservadas, foi predominante na VN (35,31%), enquanto *Fridericia* e *Enchytraeus* foram mais comuns em SPD e AMM (representando mais de 60% em cada SUS), sugerindo adaptação a solos antropizados. Estes achados indicam que a composição de gêneros pode ser um indicador mais sensível da qualidade do solo do que a densidade total, destacando a importância de práticas agrícolas que preservem a biodiversidade edáfica para a sustentabilidade dos ecossistemas.

Palavras-chave: Fauna do solo; Indicadores biológicos; Práticas de manejo do solo.

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Curitibanos - SC

² Federação Brasileira do Sistema Plantio Direto, Brasil

³ Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Curitibanos-SC

⁴ Embrapa Florestas, Colombo - PR

⁵ The Ohio State University, Ohio, EUA

⁶ Embrapa Suínos e Aves, Concórdia - SC

⁷ Centro Municipal de Cultura e Desenvolvimento, Idanha-a-Nova, Portugal

⁸ Centro de Ecologia Funcional, Departamento de Ciência da Vida, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

Autor correspondente: medeiros.grazieli@gmail.com



INTRODUÇÃO

Os enquitreídeos (Oligochaeta, Enchytraeidae) são microminhocas pertencentes à mesofauna edáfica, amplamente distribuídas globalmente. Esses organismos desempenham um papel crucial na ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica e estruturação do solo, promovendo a formação de microporos que melhoram a infiltração de água e aeração do solo (Brussaard *et al.*, 2012). Devido à sua alta sensibilidade às variações ambientais, como mudanças no manejo do solo, os enquitreídeos são amplamente utilizados como bioindicadores da qualidade e saúde do solo (Pelosi; Römbke, 2016).

As práticas de manejo do solo podem impactar diretamente as populações de enquitreídeos. Além de viabilizar os mecanismos de controle de erosão, a evolução e o aperfeiçoamento do SPD quanto à rotação de culturas têm demonstrado efeitos ambientais muito amplos e positivos (Bartz *et al.*, 2012). Em contraste, áreas com manejo convencional, que envolvem maior revolvimento do solo e distúrbios frequentes, tendem a reduzir a biodiversidade edáfica, afetando a população de enquitreídeos. Este estudo visa avaliar a importância da qualidade do solo de diferentes práticas de manejo no bioma Mata Atlântica, utilizando a comunidade de enquitreídeos como bioindicadores de biodiversidade. Como hipótese do estudo temos: Áreas manejadas com SPD apresentam maior densidade e diversidade de enquitreídeos quando comparado a Áreas Mal Manejadas (AMM).

MATERIAL E MÉTODOS

A densidade populacional e a diversidade de enquitreídeos foram avaliadas em três sistemas de uso do solo (SUS): Área Mal Manejada (AMM), Sistema de Plantio Direto (SPD) (>20 anos), com cultivo de culturas anuais para os dois SUS citados anteriormente, e Vegetação Nativa (VN), localizados no bioma Mata Atlântica, em nove municípios dos estados de São Paulo (São José das Laranjeiras), Paraná (Carambeí e Manguaçu), Santa Catarina (Faxinal do Guedes) e Rio Grande do Sul (Panambi, Ajuricaba, Cruz Alta, Bom Jesus e Muitos Capões). As amostras de solo foram coletadas (em agosto de 2023 a março de 2024) com anéis metálicos (5 cm x 5 cm) em uma grade de amostragem disposta em 3 pontos por 3 pontos, com linhas paralelas à borda distantes 50 m entre si e da borda, e as linhas perpendiculares distantes 25 m entre si.

A população de enquitreídeos foi quantificada por meio de uma adaptação da norma ISO 23611-3 (ISO, 2007), conforme proposto por Niva *et al.* (2010, 2015), utilizando o método de extração úmida quente durante duas horas. O processo foi realizado com um extrator aquecido por lâmpadas halógenas, promovendo a migração dos organismos do solo aquecido para a água. A identificação dos espécimes vivos foi feita por meio da análise de características morfológicas sob um microscópio óptico, utilizando a chave taxonômica de Schmelz e



Collado (2010). Foram calculados a densidade total (indivíduos m⁻²), a riqueza total e índices de diversidades: Shannon-Weaver (H') e equitabilidade de Pielou (E). A análise estatística foi realizada utilizando o teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância estabelecido em p<0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que a densidade de organismos não apresentou diferença significativa, variando em média de 7817 ind.m⁻² a 10117 indivíduos m⁻² (Tabela 1). Embora os índices de diversidade não tenham mostrado diferenças estatísticas, o índice de Shannon-Weaver (H') foi na VN (1,3), SPD (1,0) e AMM (1,1). O índice de equitabilidade (E) na VN foi de 0,9 e nos outros sistemas foi de 0,8. Apesar de não ter diferença estatística, essas variações sutis nos índices de diversidade sugerem que as condições do habitat do solo como habitat podem favorecer certos gêneros em detrimento de outros.

Tabela 1 - Densidade de enquitreídeos (ind. m⁻²) e índices de diversidades de Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (E) em diferentes Sistemas de Uso do Solo (SUS): Vegetação Nativa (VN), Sistema Plantio Direto (SPD) e Área Mal Manejada (AMM).

SUS	ind.m ⁻² *	H'	E*
VN	7817± 4823	1,3±0,2	0,9±0,1
SPD	10117±10031	1,0±0,5	0,8±0,3
AMM	8348±8456	1,1±0,3	0,8±0,1

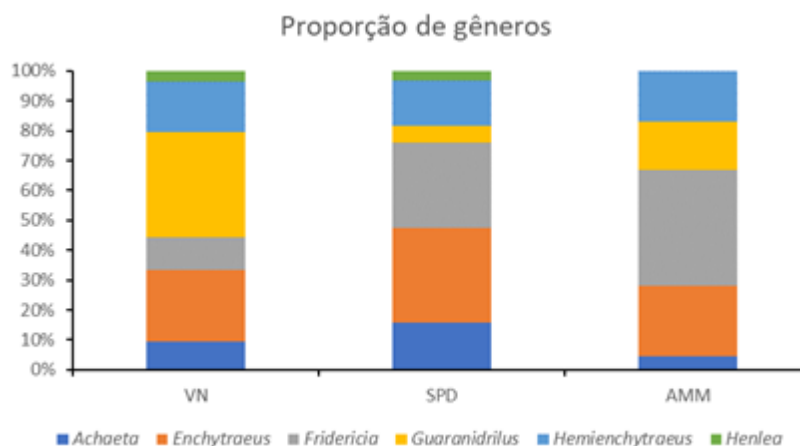
Nota: Para ind. m⁻², H' e E os valores são de média, seguido por desvio padrão. *Os dados de ind.m⁻², H' e E foram analisados através do teste de Kruskal- Wallis e não tiveram diferença significativa.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

A frequência dos gêneros de enquitreídeos revelou variações na estrutura da comunidade entre os sistemas de uso do solo. A riqueza total de gêneros foi de 5 na AMM, 6 no SPD e 6 na VN. O gênero *Guaranidrilus*, predominante na VN (35%), apresentou 8 morfoespécies, enquanto apenas 4 morfoespécies foram encontradas nos outros sistemas, com frequências relativas inferiores a 16%. Essa predominância sugere que *Guaranidrilus* pode ser um indicador de solos mais preservados. Em contraste, *Fridericia* e *Enchytraeus*, que são comuns em áreas antropizadas na Europa (Jänsch; Didden, 2005), foram dominantes tanto no SPD quanto na AMM, representando mais de 60% da população em cada um desses sistemas. Além disso, *Henlea*, um gênero nórdico holártico (Schmelz; Collado, 2010), foi registrado pela primeira vez no Brasil, sendo encontrado apenas na VN e no SPD (Figura 1).



Figura 1 - Proporção de gêneros de enquitreídeos de cada SUS no bioma Mata Atlântica.



VN (Vegetação Nativa); SPD (Sistema Plantio Direto) e AMM (Área Mal Manejada).
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

CONCLUSÃO

Os resultados destacam a sensibilidade dos enquitreídeos aos diferentes manejos do solo, sugerindo que a composição de gêneros pode ser um indicador mais adequado da qualidade do solo do que a densidade total. Embora o Sistema de Plantio Direto (SPD) tenha menor perturbação do solo em comparação com áreas mal manejadas, ainda assim apresentou diferenças em relação à vegetação nativa, indicando que a estrutura do habitat e as condições ambientais desempenham papéis significativos na biodiversidade do solo. Portanto, é fundamental considerar o impacto do manejo na biodiversidade edáfica ao desenvolver práticas que promovam a sustentabilidade agrícola e a integridade dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS

BARTZ, Herbert Arnold *et al.* Sistema de plantio direto é opção de sustentabilidade. **Revista Visão Agrícola**, v. 10, p. 46-8, 2012.

BRUSSAARD, L. *et al.* Biogeography and phylogenetic community structure of soil invertebrate ecosystem engineers, global to local patterns, implications for ecosystem, functioning and services and global, environmental change impacts. In: **Soil ecology ecosystems services**. Oxford University Press, 2012. p[GA2] . 201-232.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 23611-3:2007**: Soil quality — Sampling of soil invertebrates- Part 3: Sampling and soil extraction of enchytraeids. SI: ISO, 2007.

JÄNSCH, S.; RÖMBKE, J.; DIDDEN, W. The use of enchytraeids in ecological soil classification and assessment concepts. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 62, n. 2, p. 266-277, 2005.



KRAFT, Elston *et al.* First record of Enchytraeidae in a no-tillage system in Southern Brazil. **Pedobiologia**, [S.L.], v. 95, p. 1-6, dez. 2022

NIVA C.C. *et al.* Enchytraeid abundance in araucaria mixed forest determined by cold and hot wet extraction. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 4, supl. 1, p. 169-175, 2015.

NIVA, C. C.; RÖMBKE, J.; SCHMELZ, R.M.; BROWN, G.G. Enquiteídeos (Enchytraeidae, Oligochaeta, Annelida). In MOREIRA, F. M. S., E. J. HUISING & D. E. BIGNELL (eds), **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. UFLA, Lavras, Brasil, p. 351-365, 2010.

PELOSI, C.; RÖMBKE, J. Are Enchytraeidae (Oligochaeta, Annelida) good indicators of agricultural management practices? **Soil Biology And Biochemistry**, [S.L.], v. 100, n. 1, p. 255-263, set. 2016.

SCHMELZ, R. M.; COLLADO, R. **Taxonomy Workbook for South American Terrestrial and Freshwater Enchytraeids (Oligochaeta)**. Universidad de A Coruña, Spain, Fac. Ciências, Biología Animal. 2010.

Apoio financeiro: Fundo Euroclima+ (concessão nº 23-SB1613) da União Europeia.

Agradecimentos: Projeto Sistema Plantio Direto – Base para uma agricultura sustentável.

