

ANÁLISE AMBIENTAL BASEADA EM DADOS DE MACROFAUNA EDÁFICA: COMPARAÇÃO ENTRE QUATRO ÁREAS NO SUDESTE PARAENSE

ENVIRONMENTAL ANALYSIS BASED ON SOIL MACROFAUNA DATA: A COMPARISON OF FOUR AREAS IN SOUTHEASTERN PARÁ

ANÁLISIS AMBIENTAL BASADO EN DATOS DE MACROFAUNA EDÁFICA: COMPARACIÓN DE CUATRO ÁREAS DEL SURESTE DE PARÁ

Alderuth da Silva Carvalho¹, Tatiana Oliveira Menezes²

DOI: 10.54899/dcs.v23i96.7091

Recibido: 17/08/2026 | Aceptado: 10/09/2026 | Publicación en línea: 17/09/2026.

RESUMO

A fauna edáfica apresenta importante função ecológica na manutenção da qualidade do solo e pode ser utilizada como bioindicadora de alterações decorrentes do uso da terra. Este estudo teve como objetivo comparar a composição da macrofauna edáfica em quatro áreas com diferentes coberturas e usos do solo no município de Marabá, sudeste do Pará: Sistema Agroflorestral (SAF), pastagem, mata secundária e área de mineração. As coletas foram realizadas entre novembro de 2019 e janeiro de 2020, utilizando o método TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility), com amostragens nas profundidades de 0–10, 10–20 e 20–30 cm, além da coleta de serrapilheira. Os organismos foram triados, quantificados e identificados em nível de ordem, considerando-se o número de ordens, a frequência das ordens e a densidade dos indivíduos. A área de mata apresentou os maiores valores de riqueza de ordens e densidade, enquanto a pastagem apresentou os menores. A ordem Haplotaxida (minhocas) foi predominante nas áreas de pastagem, SAF e mata, indicando possível equilíbrio das condições edáficas. Na mineração, destacou-se a predominância de Hymenoptera, especialmente formigas, cuja ocorrência pode estar associada tanto à degradação quanto à recuperação ambiental exigindo mais aprofundamento de pesquisa. Conclui-se que a mata constitui referência de conservação, a pastagem apresenta maior alteração, e o SAF demonstra potencial para manutenção do equilíbrio ambiental.

Palavras-chave: Fauna Edáfica. Macrofauna do Solo. Bioindicador Ambiental. Uso do Solo.

ABSTRACT

Soil fauna plays an important ecological role in maintaining soil quality and can be used as a bioindicator of changes resulting from land use. This study aimed to compare the composition of soil macrofauna in four areas with different land covers and uses in the municipality of Marabá, southeastern Pará, Brazil: Agroforestry System (AFS), pasture, secondary forest, and mining

¹ Mestre em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Marabá, Pará, Brasil. E-mail: alderuth.carvalho@ifpa.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8301-6141>

² Mestre em Ciências Biológicas, Secretaria de Agricultura de Marabá, Marabá, Pará, Brasil. E-mail: tatymnz@hotmail.com

area. Sampling was carried out from November 2019 to January 2020 using the TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) method, with samples collected at depths of 0–10, 10–20, and 20–30 cm, in addition to litter collection. The organisms were sorted, quantified, and identified at the order level, considering the number of orders, order frequency, and individual density. The forest area presented the highest values of order richness and density, while the pasture area presented the lowest. The order Haplotaxida (earthworms) was predominant in the pasture, AFS, and forest areas, indicating a possible balance in soil conditions. In the mining area, Hymenoptera, especially ants, predominated. Their occurrence may be associated with either environmental degradation or recovery, requiring further research. It is concluded that the forest area represents a conservation reference, pasture presents greater environmental alteration, and the AFS demonstrates potential for maintaining environmental balance.

Keywords: Soil Fauna. Soil Macrofauna. Environmental Bioindicator. Land Use.

RESUMEN

La fauna edáfica presenta una importante función ecológica en el mantenimiento de la calidad del suelo y puede utilizarse como bioindicador de alteraciones derivadas del uso de la tierra. Este estudio tuvo como objetivo comparar la composición de la macrofauna edáfica en cuatro áreas con diferentes coberturas y usos del suelo en el municipio de Marabá, sudeste de Pará, Brasil: Sistema Agroforestal (SAF), pastizal, bosque secundario y área de minería. Las colectas se realizaron entre noviembre de 2019 y enero de 2020, utilizando el método TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility), con muestreos a profundidades de 0–10, 10–20 y 20–30 cm, además de la colecta de hojarasca. Los organismos fueron separados, cuantificados e identificados a nivel de orden, considerando el número de órdenes, la frecuencia de los órdenes y la densidad de individuos. El área de bosque presentó los mayores valores de riqueza de órdenes y densidad, mientras que el pastizal presentó los menores. El orden Haplotaxida (lombrices) fue predominante en las áreas de pastizal, SAF y bosque, indicando un posible equilibrio de las condiciones edáficas. En el área de minería, se destacó la predominancia de Hymenoptera, especialmente hormigas, cuya presencia puede estar asociada tanto a la degradación como a la recuperación ambiental, lo que requiere una mayor profundización de las investigaciones. Se concluye que el bosque constituye una referencia de conservación, el pastizal presenta una mayor alteración y el SAF demuestra potencial para el mantenimiento del equilibrio ambiental.

Palabras clave: Fauna Edáfica. Macrofauna del Suelo. Bioindicador Ambiental. Uso del Suelo.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A conservação dos componentes naturais e da estrutura florestal da Amazônia é assunto geopolítico mundial. No entanto, atividades como agropecuária e mineração, intensas nesse território, modificam substancialmente a estrutura do solo, atingindo a composição das

comunidades de invertebrados edáficos.

Essa fauna, além de sensível a mudanças, desempenha papéis ecológicos intimamente ligados a saúde e qualidade do solo, pois são fragmentadores, transformadores de serapilheira ou predadores, contribuindo diretamente com a ciclagem de nutrientes (Rodrigues, 2016). Tendo assim, potencial para serem Bioindicadores ambientais.

O conhecimento e análise da fauna edáfica em diferentes coberturas de solo pode ser um indicador relevante para analisar os aspectos de alteração, degradação ou recuperação de áreas que passam por atividades antrópicas. Nessa perspectiva, este trabalho tem objetivo de fazer a comparação da composição faunística do solo entre quatro áreas com coberturas/uso de solo diferentes, no município de Marabá, sudeste paraense.

REFERENCIAL TEÓRICO

Componentes da Macrofauna Edáfica e sua Capacidade de Atuação como Bioindicador da Qualidade do Solo

A biota do solo exerce papel fundamental na manutenção da capacidade produtiva dos ecossistemas, atuando na decomposição e mineralização da matéria orgânica e contribuindo para a disponibilização de nutrientes às plantas (BROWN, 2009). Entre seus componentes, a macrofauna é constituída por organismos superiores a 2,0 mm, destacando-se cupins, formigas, minhocas e besouros, que participam da decomposição da matéria orgânica e da estruturação do solo (Lima, 2024).

A macrofauna edáfica desempenha funções importantes na ciclagem de nutrientes, estruturação do solo, manutenção da matéria orgânica e controle de populações, além de favorecer a condutividade hidráulica, aeração e estabilidade dos agregados, contribuindo para o desenvolvimento das raízes e redução da erosão (Decaens *et al.*, 1994). Dessa forma, a diversidade e a abundância desses organismos estão relacionadas às condições ambientais e às características do solo e da vegetação.

Por serem sensíveis às modificações biológicas, químicas e físicas provocadas pelo uso e manejo do solo, os organismos da macrofauna podem ser utilizados como bioindicadores da qualidade e da degradação dos solos (Barreta *et al.*, 2006). Bioindicadores são espécies, grupos ou comunidades cuja presença ou condição apresenta relação com determinada condição

ambiental, permitindo estabelecer relações entre a biodiversidade e o funcionamento do solo (Silva, 2021).

Assim, alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas podem modificar a composição e a abundância da macrofauna edáfica (Araujo *et al.*, 2018). Uma maior biodiversidade desses organismos geralmente está associada a solos de melhor qualidade, estrutura e menor grau de antropização, enquanto a baixa diversidade pode estar relacionada a práticas como monocultivo e manejo inadequado (Halabura, 2021). Nesse contexto, a utilização da macrofauna como bioindicadora tem sido empregada em diferentes estudos para avaliar a qualidade e os processos de degradação do solo (Araujo *et al.*, 2018)

METODOLOGIA

Foram escolhidas quatro áreas de diferentes de usos, sendo um Sistema Agroflorestral (SAF), uma Pastagem (Past), Mata secundária (Mat), e área de Mineração (Min). Os três primeiros localizadas nos limites do Instituto Federal do Pará – *Campus* rural de Marabá, dentro do Projeto de Assentamento 26 Março. Enquanto a última pertencente a empresa Comercial Marabá, localizada na Rodovia Transamazônica (BR 230), km 07, na margem esquerda, sentido Marabá/Itupiranga, núcleo Cidade Nova.

A coleta da macrofauna foi realizada nos meses de novembro de 2019 a janeiro de 2020. Os animais foram identificados em nível de Ordem. Os índices a serem comparados foram, número de Ordens, Ordem mais frequente e Densidade. O sistema de amostragens seguiu o método TSBF – *Tropical Soil Biology and Fertility* (Aquino, 2001) que consistiu, primeiramente na coleta de invertebrados da serrapilheira *in loco*, seguida da retirada dos monólitos de solo, distantes 5 metros entre si. Com o auxílio de um quadrado de metal (25 cm x 25 cm x 10 cm), retirou-se três volumes de solo a profundidade de 0-10 cm, 10-20 e 20-30 cm. Todo material foi triado, quantificado e analisado no Laboratório de Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, Campus Rural de Marabá.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontramos o maior número de Ordens, bem como Densidade na área de mata, enquanto os menores valores desses mesmos índices foram na área de pastagem (Tabela 1).

Considerando que as minhocas (Haplotaxida) são indivíduos saprófitas/ detritívoras que reduzem matéria orgânica favorecendo a mineralização e ciclagem de nutrientes, e além disso, modificam substancialmente as propriedades físicas do solo com seus túneis (RIBEIRO,2022). A presença preponderante dessa Ordem nas áreas de Pastagem (43%), SAF (31%) e Mata (40%) pode representar boa qualidade e equilíbrio do solo.

Tabela 1: Número de Ordens, Ordem mais frequente e Densidade de invertebrados encontrados nas áreas amostradas: Pastagem (Past), Mineração (Min.), Sistema Agroflorestal (SAF) e Mata (Mat.).

Área Índice	Past	Min	SAF	Mat
Número de ordens	8	9	10	13
Ordem mais frequente	Haplotaxida 43%	Hymenoptera 39%	Haplotaxida 31%	Haplotaxida 40%
Densidade (m ²)	1	1,8	2	2,5

Fonte: Dados dos autores, 2020.

Em relação a presença mais frequente de formigas (Hymenoptera) na área de mineração, vale ressaltar que por estes invertebrados possuírem uma gama de hábitos alimentares e viverem agregados com alta densidade, podem indicar estado de degradação ou de recuperação de ecossistemas (Back. 2024). De toda forma podemos afirmar que a presença é benéfica pois, elas atuam revolvendo o solo, trituram matéria orgânica e regulam populações (Matias, 2023).

CONCLUSÃO

Conclui-se que a área de mata apresentou melhores inidices podendo ser utilizada como referência para condições de conservação do solo. A área de pastagem apresentou os menores valores desses indicadores, sugerindo maior alteração das condições edáficas. O Sistema Agroflorestal (SAF) apresentou características intermediárias, indicando seu potencial como prática de uso do solo associada à manutenção do equilíbrio ambiental. Na área de mineração, destacou-se a elevada presença de formigas, cuja ocorrência pode estar relacionada tanto a condições de degradação quanto a processos de recuperação. Dessa forma, são necessários estudos complementares para de forma mais precisa a relação entre a composição da macrofauna e as condições ambientais.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Emmanoella Costa Guaraná *et al.* Macrofauna como bioindicadora de qualidade do solo para agricultura convencional e agrofloresta em Bom Jardim-PE. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n. 2, p. 108-116, 2018.
- AQUINO, A. M. **Manual para coleta de macrofauna do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001.
- BACK, Patrícia Inês Kemper *et al.* Organismos edáficos como bioindicadores de qualidade do solo e da sustentabilidade ambiental. **Biodiversidade**, v. 23, n. 2, 2024.
- BARETTA, Dilmar *et al.* Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1675–1679, 2006..
- BROWN, George Gardner; SAUTTER, Klaus Dieter. Biodiversity, conservation and sustainable management of soil animals: the XV International Colloquium on Soil Zoology and XII International Colloquium on Apterygota. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1–9, 2009.
- DECAËNS, T.; LAVELLE, P.; JIMÉNEZ JAÉN, J. J.; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN, G. Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia. **European Journal of Soil Biology**, v. 30, n. 4, p. 157–168, 1994..
- HALABURA, Vilmar Vinicius; HAIDUK, Fernanda Maria. Avaliação da fauna edáfica como indicadora de qualidade do solo, sob diferentes condições de cultivo, no Planalto Norte de Santa Catarina. In: **Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável**. Guarujá: Científica Digital, 2021. v. 3, cap. 5, p. 136–164.
- LIMA, Patrícia da Silva Leitão; SOUZA Alexandre; LIMA, Eduardo do Valle. Macrofauna do solo como instrumento biológico de avaliação da saúde do solo, em vegetação secundária, no município de capanema, Pa. **Brazilian journal of animal and environmental research**. v. 7, n. 4, p. e74370, 2024.
- MATIAS, Elke Hellem Fernandes *et al.* Guildas tróficas de formigas como indicadoras biológicas da qualidade ambiental em áreas de recomposição florestal na Amazônia. **Unisanta BioScience**, v. 12, n. 4, p. 229–251, 2023.
- RIBEIRO, Ondina; BRIONES, Maria Jesus; NATAL-DA-LUZ, Tiago; RIBEIRO, Cláudia Rosa; PEREIRA, Ruth; CARROLA, João Soares. As minhocas como engenheiras do solo e sentinelas da poluição. **Revista Captar: Ciência e Ambiente para Todos**, v. 11, art. 5, 2022.
- RODRIGUES, Diego Macedo *et al.* Diversidade de artrópodes da fauna edáfica em agroecossistemas de estabelecimento agrícola familiar na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 59, n. 1, p. 32-38, 2016.
- SILVA, Rafaela Martins *et al.* Soil macrofauna as a bioindicator of soil quality in successional agroforestry systems. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e58, 2021.