A MACROFAUNA DO SOLO COMO INDICADR DA QUALIDADE AMBIENTAL NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: COLETA PRELIMINAR

Autores: Diego Torres Silva[1], Maria Regina de Aquino Silva[2].

[1]Universidade do Vale do Paraíba, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, diegotorres1342@gmail.com.
[2]Universidade do Vale do Paraíba, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, mregina@univap.br.

Resumo

A macrofauna edáfica tem função vital na manutenção das funções ecológicas, tornando-os essenciais no processo de degradação e recuperação ambiental. O presente estudo representa uma parcela dos resultados da pesquisa, com foco na mata nativa da zona da mata da Univap, em Jacareí, visando verificar a qualidade ambiental por meio de índices de diversidade e abundância. A metodologia consistiu na instalação de nove armadilhas *Pitfall* por 14 dias entre setembro e outubro de 2025. Os resultados dessa área indicaram a presença de 434 indivíduos distribuídos em 13 ordens taxonômicas. O Índice de Shannon-Wiener obtido foi de 0,0 e a Equitabilidade, de 0,0, valores que evidenciam uma comunidade diversa e equilibrada. Pode-se concluir que a área preservada sustenta uma biodiversidade edáfica complexa e possui boa estabilidade ecológica, o que reforça a eficácia do uso desses organismos como bioindicadores para o monitoramento da saúde do solo.

Palavras-chave: Bioindicadores. Macrofauna do Solo. Áreas Degradadas. Qualidade Ambiental.

Área do Conhecimento: Ciências Biológicas / Ecologia

Introdução

A macrofauna do solo desempenha um papel fundamental na manutenção da qualidade e funcionalidade dos ecossistemas terrestres, realizando diferentes funções, como ciclagem de nutrientes, decomposição de matéria orgânica, formação e aeração do solo, além de influenciar de forma direta a estrutura e fertilidade deste sistema (Silva *et al.*, 2020). Assim, organismos edáficos são considerados bioindicadores importantes para avaliação de qualidade ambiental. Em áreas degradadas, a composição e abundância da macrofauna refletem o grau de perturbação e o estágio de recuperação do ecossistema (Aquino *et al.*, 2023).

A recuperação de áreas degradadas tem o objetivo de restaurar as funções ecológicas e a biodiversidade que foram alteradas em função de atividades humanas como o desmatamento, a agricultura intensiva e a mineração. Avaliar a macrofauna do solo nesses ambientes permite entender como diferentes estratégias de restauração afetam a retomada da qualidade ecológica. Uma metodologia bastante eficiente e comum nesse tipo de estudo é o uso de armadilhas do tipo *Pitfall*, que permitem monitorar a atividade e a diversidade de invertebrados que vivem na superfície do solo (Mississipi Entomological Museum, 2025).

A Fazenda do Poço, sediou entre os anos de 1980 e 2000 uma série de empreendimentos relativos a extração de areia. Ao ser adquirida pela Fundação Valeparaibana de Ensino, em 2003, esta área passou a receber diferentes intervenções no sentido de reestabelecer a qualidade ambiental e funções ecológicas adequadas ao equilíbrio. Como o solo é um dos principais componentes a responder às mudanças no uso da terra, entender a biologia do solo é fundamental para avaliar se o processo de recuperação está progredindo de forma adequada a estabilidade. Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo caracterizar a macrofauna do solo de um fragmento de mata nativa, localizado na Fazenda do Poço, a fim de definir um ponto de partida para futuras análises quanto a compreensão de como a atividade biológica e a diversidade de organismos presentes no solo refletem a evolução do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) ao longo do tempo.

Metodologia

O local do estudo foi determinado como a zona de mata da Universidade do Vale do Paraíba (Univap), localizada na antiga Fazenda do Poço, no município de Jacareí, uma área que apresenta uma série de lagoas de mineração (cavas) resultantes do processo de extração de areia. Esse local está sob processo de recuperação tendo iniciado em 2003 (PRAD SMA 73.266/98), e apresenta também uma parcela referente à vegetação nativa (Figura 1).

Figura 1 – Vista geral da Fazenda do Poço e suas lagoas de mineração. Em destaque, ponto de coleta/mata nativa



Fonte: Google Earth (2026).

Para a coleta da macrofauna foram utilizadas armadilhas do tipo *Pitfall*, consistindo, por área, em nove recipientes plásticos transparentes de 500mL enterrados no solo com a borda nivelada à superfície dispostos a quatro metros uns dos outros.

Cada armadilha foi parcialmente preenchida por 150mL de uma solução contendo 75mL de álcool 70% e 75mL de água, com a adição de uma gota de sabão detergente comum para quebrar a resistência da superfície. Além disso, cada armadilha permaneceu exposta por um período de 14 dias entre os meses de setembro e outubro de 2025.

Após este intervalo, os organismos de cada armadilha foram triados, quantificados e identificados ao nível de Ordem segundo a chave de identificação de insetos encontrada no site Scribd e a chave de identificação de diplópodes disponibilizada pelo Museu Field de História Natural. Com base nesses dados preliminares, foram calculados os indicadores ecológicos Abundância Total, Riqueza de Grupos, Índice de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade (J').

Por se tratar de um estudo focado exclusivamente em macroinvertebrados edáficos terrestres, o presente trabalho está dispensado de submissão e aprovação por Comitê de Ética no Uso de Animais

(CEUA), conforme a legislação nacional vigente (Lei nº 11.794/2008). Contudo, todos os procedimentos de amostragem e triagem foram conduzidos visando minimizar o impacto ambiental na área de estudo.

Resultados

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos para a coleta de macrofauna edáfica do solo da mata nativa presente na Fazenda do Poço.

Tabela 1 – Abundância e Classificação das Ordens na Área Nativa

Ordem	Classe	Filo	N° de Espécies	N° de Indivíduos
Araneae	Arachnida	Arthropoda	6	8
Blattaria	Insecta	Arthropoda	1	21
Coleoptera	Insecta	Arthropoda	28	98
Dermaptera	Insecta	Arthropoda	2	5
Diptera	Insecta	Arthropoda	16	24
Hemiptera	Insecta	Arthropoda	5	6
Hymenoptera	Insecta	Arthropoda	21	230
Lepidoptera	Insecta	Arthropoda	1	1
Neoptera	Insecta	Arthropoda	2	3
Neuroptera	Insecta	Arthropoda	1	1
Orthoptera	Insecta	Arthropoda	2	35
Pulmonata	Gastropoda	Mollusca	1	1
Spirostreptida	Diplopoda	Arthropoda	1	1

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Dos 438 indivíduos coletados nesse fragmento de mata nativa, foram caracterizados como macrofauna 434, distribuídos entre 13 ordens em quatro classes distintas. Para essa área, o Índice de Shannon-Wiener foi 3,26, e a Equitabilidade foi 0,70 (Tabela 2).

Tabela 2 – Índices Ecológicos

Índices Ecológicos	Valor (Área Nativa)
Abundância Total	434
Riqueza da Grupos	13
Índice de Shannon-Wiener (H')	3,26
Equitabilidade (J')	0,73

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Discussão

A abundância total da macrofauna edáfica registrada no presente estudo foi de 434 indivíduos. Considerando a vulnerabilidade desses organismos às alterações físico-químicas e biológicas do solo, esses organismos são frequentemente usados como indicadores das condições ambientais e da qualidade do solo (Baretta *et al.*, 2011; Aquino *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2020), é importante frisar que o valor alcançado representa a quantidade de organismos capturados durante o período de amostragem,

podendo ser influenciado por condições ambientais, disponibilidade de recursos, cobertura vegetal, umidade do solo e atividade das organismos em si.

Segundo Lavelle (2006) e Briones (2014), a presença de uma variedade de nutrientes e micro habitats pode favorecer a ocorrência de uma maior quantidade de organismos devido à participação da fauna edáfica nos processos de decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes.

A Abundância Total não pode ser interpretada isoladamente como indicadora de melhor condição ambiental ou maior diversidade, já que não considera a dominância de um ou mais grupos, o que é particularmente relevante para organismos sociais, como as formigas (Andersen, 2019; Yek *et al.*, 2023).

Menezes *et al.* (2009) utilizaram a riqueza de grupos taxonômicos para caracterizar a macrofauna em diferentes estágios sucessionais da Mata Atlântica. A riqueza corresponde ao número de grupos distintos presentes em uma comunidade independente da quantidade de indivíduos de cada um deles (Magurran, 2004). Para a macrofauna edáfica, a riqueza de grupos reflete a variedade de recursos e condições disponíveis para esses organismos (Menezes *et al.*, 2009). No presente estudo, foram identificados 13 grupos taxonômicos, o que sugere a presença de diferentes componentes da macrofauna edáfica e, como consequência, uma possível heterogeneidade de recursos e micro habitats disponíveis no local.

Estudos sobre a macrofauna do solo em ambientes florestais, como Menezes *et al*. (2009), Câmara *et al*. (2018) e Aquino *et al*. (2023), demonstram que alterações na estrutura da vegetação e nas condições ambientais podem ser refletidas na sua diversidade e composição. Nesse contexto, o Índice de Shannon-Wiener (H') considera simultaneamente a riqueza de espécies e a abundância relativa de cada uma delas, mensurando, assim, a complexidade estrutural da comunidade e a diversidade dela (Odum, 1988). Nesse estudo, o índice de Shannon-Wiener alcançado foi de 3,26, um resultado positivo, considerando que, segundo Odum (1988), resultados superiores a 3 representam comunidades diversas e com boa complexidade estrutural.

Segundo Magurran (2004), a Equitabilidade (J') mede o grau de uniformidade da distribuição de indivíduos entre os diferentes grupos taxonômicos, ou seja, o quão próximo um sistema está de uma distribuição uniforme de indivíduos entre as espécies, resultando em um valor entre 0 e 1, com valores mais próximos de 0 indicando uma dominância mais significativa de uma ou mais espécies. O valor da equitabilidade para essa área nativa foi de 0,73, o que demonstra que não há dominância significativa dentro dessa amostra.

Com base nos resultados alcançados é possível perceber que a área nativa observada possui uma boa biodiversidade, contando com a presença de diversos grupos taxonômicos pertencentes a nichos ecológicos diversificados que agem de forma complementar no solo, evidenciando uma boa estabilidade ecológica e cadeias alimentares complexas. Ademais, o valor alcançado pela Equitabilidade (J'), de 0,73, demonstra que não há dominância significativa de uma ou mais espécies. O resultado de 3,26 do Índice de Shannon Wiener (H'), 0,26 pontos acima do valor considerado "bom" também serve para evidenciar essa complexidade estrutural (Odum,1988).

Conclusão

Em vista dos resultados se torna evidente que o ambiente da área analisada é capaz de suportar essa complexa biodiversidade edáfica. Esses resultados reforçam o potencial da macrofauna como bioindicadores sensíveis da qualidade ambiental, contribuindo para o aprimoramento de práticas de manejo sustentável e desenvolvimento de políticas voltadas à conservação do solo e da biodiversidade.

Referências

ANDERSEN, A. N. Responses of ant communities to disturbance: five principles for understanding the disturbance dynamics of ants. **Austral Ecology**, v. 44, n. 8, p. 1–13, 2019.

AQUINO, A. M. et al. Macrofauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo em diferentes usos e manejos. **Revista Agroambiental**, v. 15, n. 1, p. 45–58, 2023.

AQUINO, C. C. et al. Effects of forest restoration age on soil fauna community structure in Atlantic Forest remnants. **Journal of Asia-Pacific Biodiversity**, v. 16, n. 3, p. 421–430, 2023. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2287884X22000723. Acesso em: 28 out. 2025.

BARETTA, D. et al. Macrofauna edáfica e sua relação com atributos físicos e químicos do solo em diferentes sistemas de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 85–95, 2011.

BARETTA, D. et al. Macrofauna edáfica e qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2481–2495, 2011.

BRIONES, M. J. I. Soil fauna and soil functions: a jigsaw puzzle. **Frontiers in Environmental Science**, v. 2, p. 1–22, 2014.

BROWN, G. G. et al. Soil biodiversity and sustainable agriculture: review and impacts. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 200–216, 2015.

CÂMARA, R.; CARDOSO, E. J. B. N.; OLIVEIRA, M. N. et al. Effects of natural Atlantic Forest regeneration on soil macrofauna in the Vale do Paraíba region, southeastern Brazil. **Applied Soil Ecology**, v. 132, p. 57–65, 2018. DOI: 10.1016/j.apsoil.2018.08.001.

CHOWDHURY, S. et al. Insects as bioindicator: A hidden gem for environmental monitoring. **Ecological Indicators**, v. 148, p. 1–15, 2023.

CREMONESI, M. V.; BROWN, G. G.; BARETTA, D. Earthworm species in Musa spp. plantations in Brazil and their abundance in adjacent Atlantic Forest fragments. **Zoologia (Curitiba)**, v. 38, e21016, 2021. DOI: 10.1590/S1984-4689zool-2021-0016.

EMBRAPA. Fauna do solo: aspectos gerais e metodológicos. Brasília, DF: **Embrapa Solos**, 2018. Disponível em: https://www.embrapa.br/solos. Acesso em: 16 out. 2025.

FIELD MUSEUM OF NATURAL HISTORY. **Milli-PEET Key** [S.I.]: Field Museum, [202-?]. Disponível em: https://www.fieldmuseum.org/page/milli-peet-key. Acesso em: 16 out. 2025.

INATURALIST. **Garden Invertebrate Hunt: Method 7 – Pitfall Trap**. Disponível em: https://www.inaturalist.org/projects/garden-invertebrate-hunt/journal/33644-method-7-pitfall-trap. Acesso em: 10 set. 2025.

INSECTS identification key. [S.I.]: Scribd, [201-?]. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/335474407/insects-identification-key-pdf. Acesso em: 13 set. 2025.

KOLESNIKOVA, A. et al. Soil invertebrates of coniferous forests along a gradient of air pollution (Komi Republic). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 190, p. 1–15, 2018.

KWON, T.-S. et al. Effects of preservatives in pitfall traps for collecting arthropods: A comparison of ethylene glycol and five alternative preservatives. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2287884X22000723. Acesso em: 16 out. 2025.

LAVELLE, P. et al. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, n. 1, p. 53–67, 2006.

LEATHER, S. R. **Insectary plants and hemipteran pests**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Oxford: Blackwell Publishing, 2004.

MAQTAN, A. A. Morphospecies diversity of soil invertebrates in cultivated and uncultivated lands. **International Journal of Environmental Studies**, v. 75, n. 4, p. 589–602, 2018.

MENEZES, C. E. G. et al. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta na Mata Atlântica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 8, p. 944–950, 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009000800012.

MISSISSIPPI ENTOMOLOGICAL MUSEUM. **Collecting & Preparation Methods: Pitfalls**. Disponível em: https://mississippientomologicalmuseum.org.msstate.edu/collecting.preparation.methods/Pitfalls.htm. Acesso em: 10 ago. 2026.

ODUM, E. P. **Ecologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

RAMOS, A. P. dos. **Fauna invertebrada e atributos do solo em sistemas agroflorestais e florestas nativas na região do Vale do Paraíba (SP)**. 2023. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2023. Disponível em: https://repositorio.univap.br/. Acesso em: 16 out. 2025.

SILVA, R. F. et al. Macrofauna do solo em ecossistemas naturais e manejados: relações com atributos químicos e físicos do solo. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 3, p. 826–839, 2020.

SILVA, T. C. et al. Macrofauna do solo como bioindicadora da qualidade ambiental em ecossistemas tropicais. **Revista de Ecologia e Conservação**, v. 12, n. 2, p. 35–44, 2020.

SOUTHWOOD, T. R. E.; HENDERSON, P. A. Ecological Methods. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 2000.
YEK, S. H. et al. The effects of anthropogenic disturbance and seasonality on ant diversity. **Journal of Insect Conservation**, v. 27, p. 1–16, 2023.