

CAPÍTULO 3

O PAPEL DA FAUNA DO SOLO NA RESTAURAÇÃO DE FLORESTAS TROPICAIS



<https://doi.org/10.22533/at.ed.507112501043>

Data de aceite: 27/05/2025

Betel Cavalcante Lopes

Universidade do Estado de Santa Catarina

Caroline Aparecida Matias Pierzan

Universidade do Estado de Santa Catarina

Daniely Neckel Rosini

Universidade do Estado de Santa Catarina

Natacha Madruga Farias

Universidade do Estado de Santa Catarina

Kelly Tamires Urbano Daboit

Escola Superior De Agricultura Luiz De Queiroz

Beatriz Rodrigues Bagnolin Muniz

Universidade do Estado de Santa Catarina

Débora Cristina Correia Cardoso

Universidade do Estado de Santa Catarina

mostram que, em áreas em restauração, a presença e diversidade desses animais aumentam conforme a vegetação se recupera, especialmente com o crescimento da cobertura do dossel. Estratégias como a nucleação (plantio em ilhas) são mais eficazes para recuperar a fauna do solo do que a regeneração natural ou plantações simples. Incluir a fauna do solo nos projetos de restauração é fundamental para garantir o sucesso da recuperação ecológica, pois esses organismos ajudam a restabelecer os processos naturais do ecossistema.

RESUMO: A macrofauna do solo, como minhocas, formigas e cupins, é essencial para a restauração de florestas tropicais, pois ajuda na formação do solo, na ciclagem de nutrientes e na infiltração de água. Esses organismos atuam como “engenheiros do ecossistema”, criando ambientes que favorecem o crescimento de plantas e outros seres vivos. Estudos

INTRODUÇÃO

A fauna do solo, composta por uma vasta diversidade de organismos, como minhocas, formigas, cupins e outros macroartrópodes, desempenha um papel essencial no funcionamento e na restauração de ecossistemas.

Esses organismos contribuem para a arquitetura do solo e os processos biológicos, influenciando a ciclagem de nutrientes, a infiltração de água e a criação de habitats [1]. Compreender as interações entre a fauna do solo e o ambiente é fundamental para os esforços de restauração florestal, uma vez que sua atividade pode acelerar significativamente a recuperação dos ecossistemas [2].

Este capítulo explora a relevância da macrofauna do solo na restauração de florestas tropicais, destacando suas contribuições para os processos ecológicos e o sucesso da restauração.

FAUNA DO SOLO COMO ENGENHEIROS DO ECOSISTEMA

A macrofauna do solo, incluindo minhocas, formigas e cupins, é frequentemente reconhecida como engenheira do ecossistema devido ao seu impacto significativo na estrutura e na distribuição de recursos do solo [3]. Esses organismos modificam o ambiente edáfico por meio de processos bioquímicos e da construção de estruturas biogênicas, como túneis e galerias, que aumentam a porosidade do solo, a infiltração de água e a disponibilidade de nutrientes. Por exemplo, cupins e formigas criam micro-habitats que suportam outros organismos ao acumular matéria orgânica e sementes ao redor das entradas de seus ninhos, gerando áreas de alta fertilidade que favorecem a germinação de sementes [4]. Tais atividades são especialmente relevantes nas fases iniciais da sucessão ecológica, onde a macrofauna contribui para a decomposição de material orgânico e a heterogeneidade espacial dos recursos [5].

Apesar de sua importância, a macrofauna do solo é frequentemente negligenciada em projetos de restauração ecológica. Avaliações tradicionais de restauração tendem a priorizar métricas de vegetação acima do solo, subestimando o papel desses organismos [6]. No entanto, as atividades da macrofauna têm efeitos em cascata nos ecossistemas acima do solo, influenciando o estabelecimento de plantas e a dinâmica das comunidades [7, 8]. Por exemplo, cupins podem facilitar ou inibir a presença de outras espécies, como formigas, moldando interações bióticas e padrões espaciais em ambientes áridos [9, 10]. Incorporar o papel da fauna do solo nas estratégias de restauração pode significativamente melhorar os resultados desses esforços.

MACROFAUNA DO SOLO EM UMA CRONOSSEQUÊNCIA DE RESTAURAÇÃO

Um estudo conduzido por Amazonas et. al. (2018) [11] investigou a densidade e a diversidade da macrofauna do solo em uma cronomossequência de restauração de florestas tropicais no sudeste do Brasil. A cronomossequência incluiu uma pastagem, florestas restauradas ativamente com diferentes idades e um remanescente de floresta secundária como referência.

Os resultados indicaram padrões claros de mudanças na comunidade da macrofauna, correlacionados com o aumento da cobertura do dossel, em vez de uma progressão linear com a idade da restauração. Formigas e cupins foram os grupos mais abundantes em todos os sítios, um padrão comum na literatura, mas possivelmente influenciado pelo método de amostragem Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), que pode superestimar a abundância desses grupos quando a coleta ocorre próxima aos ninhos [11].

A abundância de Coleoptera diminuiu ao longo da cronomossequência, sendo mais prevalente em florestas mais jovens, um padrão também observado em florestas de Araucária no bioma Mata Atlântica [12]. Por outro lado, os Chilopoda apresentaram baixa abundância, especialmente em sítios de restauração mais jovens, o que é consistente com sua preferência por ambientes ricos em serrapilheira e com alta cobertura de dossel, típicos de ecossistemas mais antigos [13]. Esses achados sugerem que sítios de restauração mais antigos suportam estruturas tróficas mais complexas, com maior diversidade de predadores, refletindo a crescente complexidade da vegetação [14]. O estudo concluiu que florestas jovens restauradas ativamente promovem a recuperação da densidade e diversidade da macrofauna do solo antes mesmo da restauração completa dos atributos da vegetação e da ciclagem de nutrientes, com a cobertura do dossel sendo um preditor confiável da densidade da macrofauna [11].

ARTRÓPODES DE SERAPILHEIRA EM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO

Outro estudo comparou comunidades de artrópodes de serapilheira sob três estratégias de restauração— regeneração natural, nucleação/ilhas de árvores e plantações de árvores de espécies mistas — em relação a florestas de referência adjacentes [15]. Foram identificados 4.753 artrópodes, representando 25 ordens, 52 famílias e 302 espécies/morfoespécies. As ordens mais abundantes foram Hymenoptera (23,0% em serrapilheira, 52,5% em armadilhas de queda) e Coleoptera (21,1% em serrapilheira, 12,3% em armadilhas). Detritívoros e predadores dominaram as amostras de serrapilheira, enquanto omnívoros e detritívoros prevaleceram nas armadilhas de queda [15].

Os resultados indicaram que os tratamentos de nucleação/ilhas de árvores apresentaram a maior abundância de artrópodes, assemelhando-se às florestas de referência. Sítios de regeneração natural e plantações tiveram menor abundância e

diversidade, com diferenças impulsionadas principalmente por Coleoptera, Hymenoptera e Araneae nas amostras de serrapilheira, e por Coleoptera nas armadilhas de queda. Detritívoros, como Blattaria e Diplopoda, foram menos abundantes em sítios de regeneração natural, enquanto predadores, como Carabidae e Staphylinidae, foram mais abundantes em florestas de referência e tratamentos insulares. Os tratamentos de nucleação/ilhas também apresentaram maior número de ordens, morfoespécies e grupos funcionais, sugerindo que essa estratégia é mais eficaz na restauração de comunidades de artrópodes em comparação com plantações ou regeneração natural [15].

IMPLICAÇÕES PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Os estudos destacam a relevância crítica da fauna do solo na restauração de florestas tropicais. Suas atividades, como a decomposição de matéria orgânica, a dispersão de sementes e a criação de habitats, impulsionam a recuperação dos ecossistemas, melhorando a estrutura do solo e a ciclagem de nutrientes. A correlação entre a cobertura do dossel e a densidade da macrofauna sublinha a importância da estrutura da vegetação no suporte às comunidades do solo [11]. Além disso, estratégias de restauração como a nucleação demonstram maior eficácia na restauração da diversidade de artrópodes, sugerindo que abordagens direcionadas podem acelerar a recuperação faunística [15].

Pesquisas futuras devem explorar os papéis específicos de diferentes táxons da macrofauna como bioindicadores e os impactos da deposição de serrapilheira e da cobertura do dossel em diferentes grupos [16]. Incorporar a fauna do solo no monitoramento e planejamento da restauração pode melhorar os resultados, garantindo que os processos abaixo do solo sejam devidamente considerados. Como engenheiros do ecossistema, a macrofauna do solo oferece uma conexão essencial entre a saúde do solo e o sucesso da restauração acima do solo, sendo sua inclusão indispensável para uma restauração ecológica holística [17, 18].

REFERÊNCIAS

- [1] Menta, C., Remelli, S. (2020). Soil health and arthropods: from complex system to worthwhile investigation. *Insects*, 11, 54. <http://doi.org/10.3390/insects11010054>.
- [2] Hardegree, S.P., Jones, T.A., Roundy, B.A., Shaw, N.L., Monaco, T.A. (2016). Assessment of range planting as a conservation practice. *Rangeland Ecology & Management*, 69, 237–247. <http://doi.org/10.1016/j.rama.2016.04.007>.
- [3] Lavelle, P., Spain, A., Blouin, M., Brown, G., Decaëns, T., Grimaldi, M., Jiménez, J.J., Mc- Key, D., Mathieu, J., Velasquez, E., Zangerlè, A. (2016). Ecosystem Engineers in a Self-organized Soil: A Review of Concepts and Future Research Questions. *Soil Science*, 181(3/4), 91–109. <http://dx.doi.org/10.1097/SS.0000000000000155>.

- [4] Pringle, RM, Doak, DF, Brody, AK, Jocqué, R., & Palmer, TM (2010). A padronização espacial melhora o funcionamento do ecossistema em uma savana africana. *PLoS Biology*, 8 (5), e1000377. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000377>
- [5] Kihara, J., Martius, C. & Bationo, A. Desaparecimento de resíduos agrícolas e atividade da macrofauna no oeste subúmido do Quênia. *Nutr Cycl Agroecosyst* 102 , 101–111 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10705-014-9649-2>.
- [6] Wortley, L., Hero, J.M., Howes, M. (2013). Evaluating ecological restoration success: a review of the literature. *Restoration Ecology*, 21(5), 537–543. <http://dx.doi.org/10.1111/rec.12028>.
- [7] Brussaard, L. (1998). Soil fauna, guilds, functional groups and ecosystem processes. *Applied Soil Ecology*, 9, 123–135. [http://doi.org/10.1016/s0929-1393\(98\)00066-3](http://doi.org/10.1016/s0929-1393(98)00066-3).
- [8] He, X., Chen, Y., Liu, S., Gunina, A., Wang, X., Chen, W. (2018). Cooperation of earthworm and arbuscular mycorrhizae enhanced plant N uptake by balancing absorption and supply of ammonia. *Soil Biology and Biochemistry*, 116, 351–359. <http://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.10.038>.
- [9] Frasconi, C., Nunes, A., Verble, R., Santini, G., Boieiro, M., Branquinho, C. (2020). Using a space-for-time approach to select the best biodiversity-based indicators to assess the effects of aridity on Mediterranean drylands. *Ecological Indicators*, 106250. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106250>.
- [10] Yang, X., Shao, M., Li, T. (2020). Effects of terrestrial isopods on soil nutrients during litter decomposition. *Geoderma*, 376, 114546. <http://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114546>.
- [11] Amazonas, N.T., Viani, R.A.G., Rego, M.G.A., Camargo, F.F., Fujihara, R.T., Valsechi, O.A. (2018). Soil macrofauna density and diversity across a chronosequence of tropical forest restoration in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 78(3), 449–456. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.169014>.
- [12] MERLIM, A.O., 2005. Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no parque Estadual de Campos do Jordão, SP Piracicaba: Universidade de São Paulo, 89 p. Dissertação de Mestrado.
- [13] RUIZ, N. and LAVELLE, P., 2008. Soil macrofauna field manual: technical level Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 101 p.
- [14] BEGON, M., TOWNSEND, C.R. and HARPER, J.L., 2006. Ecology: from individuals to ecosystems 4th ed. Malden: Blackwell Publishing. 752 p.
- [15] Kattan, G.H., Correa, F., Escobar, C. (2006). Leaf-litter arthropods in restored forests in the Colombian Andes: a comparison between secondary forest and tree plantations. *Restoration Ecology*, 14, 95–102.
- [16] Márquez-Morales, J., Meloni, F. (2022). Soil fauna and its potential use in the ecological restoration of dryland ecosystems. *The Journal of the Society for Ecological Restoration*
- [17] Aronson, J., Alexander, S. (2013). Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves. *Restoration Ecology*, 21(3), 293–296. <http://dx.doi.org/10.1111/rec.12011>.
- [18] Suding, K., Higgs, E., Palmer, M., Callicott, J.B., Anderson, C.B., Baker, M., Gutrich, J.J., Hondula, K.L., Lafevor, M.C., Larson, B.M., Randall, A., Ruhl, J.B., Schwartz, K.Z. (2015). Committing to ecological restoration. *Science*, 348(6235), 638–640. <http://dx.doi.org/10.1126/science.aaa4216>.