EFEITOS DO ISOLAMENTO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS SOBRE A BIODIVERSIDADE: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Eduarda Salgado de Melo[1], Irislene da Silva Lima[1], Jaziel Rocha Almeida[1],Thalia dos Anjos[1], Vinicius de Souza Monteiro[1], Cláudio Barberini Camargo Filho [2], Henrique Machado Dias [1]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira - CCAE, Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. Campus Jerônimo Monteiro, 29550-000, Jerônimo Monteiro – ES, Brasil.

[2]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Laboratório de Zoologia, Campus de Alegre, 29500-000 Alegre –ES, Brasil.

Resumo
A fragmentação florestal e o isolamento dos remanescentes de vegetação nativa representam importantes ameaças à conservação da biodiversidade. Este trabalho teve como objetivo revisar a literatura acerca dos efeitos do isolamento de fragmentos florestais sobre a biodiversidade. A metodologia consistiu em uma revisão bibliográfica realizada nas bases de dados Web of Science, Scopus, SciELO e Google Scholar, utilizando artigos científicos nacionais e internacionais sobre ecologia da paisagem, fragmentação florestal e conservação da biodiversidade. Os estudos analisados evidenciaram que o isolamento reduz a conectividade da paisagem, favorece a perda de diversidade biológica, altera a estrutura das comunidades, intensifica os efeitos de borda e compromete processos como dispersão de sementes, polinização e regeneração natural. Observou-se ainda que esses impactos variam entre os biomas brasileiros conforme as características ambientais e o histórico de uso da terra. Conclui-se que a manutenção da conectividade entre fragmentos, aliada à restauração ecológica e ao planejamento do uso da terra, é essencial para minimizar os efeitos do isolamento.

Palavras-chave: Conectividade ecológica. Fluxo gênico. Dispersão de sementes. Efeito de borda. Conservação de ecossistemas.

Área do Conhecimento: Ciências Biológicas – Ecologia

Introdução

A biodiversidade é uma temática altamente discutida referente a assuntos relacionados à manutenção dos processos ecológicos e à estabilidade dos ecossistemas (Linhares et al., 2023). No entanto, a intensificação das atividades antrópicas tem provocado profundas alterações na paisagem, especialmente em ecossistemas florestais (Van Ruijven, Berendse, 2010; Kardol, Fanin, Wardle, 2018).

A fragmentação florestal é caracterizada pela subdivisão de áreas contínuas em fragmentos menores e isolados, geralmente decorrentes da expansão de atividades humanas na região (Mengist, Soromessa, Feyisa, 2022; MA et al., 2023), relacionados a processos de

urbanização, agropecuária e abertura de estradas. Esses processos descaracterizam florestas, impedindo que ciclos essenciais para o equilíbrio ecológico sejam concluídos (Haddad et al., 2015; Fu et al., 2025).

O isolamento dos fragmentos florestais modifica a dinâmica das populações e das comunidades biológicas ao reduzir o deslocamento de organismos entre remanescentes (Leoardi et al., 2012), limitando o fluxo gênico e comprometendo processos ecológicos fundamentais (Luther et al., 2020), como dispersão de sementes, polinização e colonização de novos habitats (Siegel et al., 2024). Como consequência, populações tornam-se menores e mais suscetíveis à deriva genética, à endogamia e às extinções locais, enquanto alterações na composição de espécies podem desencadear mudanças no funcionamento dos ecossistemas e na oferta de serviços ecossistêmicos.

Em um cenário de acelerada transformação da paisagem, compreender os efeitos do isolamento de fragmentos florestais tornou-se uma questão estratégica para a conservação da biodiversidade (Devi, Sudhakar Reddy, Shimrah, 2021). A permanência de remanescentes florestais, por si só, não garante a manutenção das comunidades biológicas, uma vez que o grau de conectividade entre esses ambientes influencia diretamente a sobrevivência das espécies e a continuidade dos processos ecológicos (Lôpes-Mendoza et al., 2022; Martins et al., 2025).

Dessa forma, investigar os impactos do isolamento é essencial para subsidiar políticas públicas e estratégias de manejo voltadas à conservação e restauração dos ecossistemas (Lapin et al, 2024; Lapin, Oettel, Kharrat, 2025). O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os efeitos do isolamento de fragmentos florestais sobre a biodiversidade, abordando os principais impactos sobre a riqueza e composição de espécies, o fluxo gênico, os processos ecológicos e as implicações para a conservação e restauração de ecossistemas florestais.

Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa de literatura, realizada com o objetivo de reunir e analisar o conhecimento científico acerca dos efeitos do isolamento de fragmentos florestais sobre a biodiversidade. A busca bibliográfica foi conduzida nas bases de dados Web of Science, Scopus, SciELO e Google Scholar, utilizando artigos científicos nacionais e internacionais publicados em periódicos indexados. Foram selecionados estudos relacionados à fragmentação florestal, conectividade da paisagem, ecologia da paisagem, conservação da biodiversidade e efeitos do isolamento em diferentes biomas brasileiros.

A análise consistiu na leitura crítica e na síntese das informações obtidas, permitindo identificar os principais impactos do isolamento sobre a riqueza e composição de espécies, fluxo gênico, processos ecológicos e estratégias voltadas à conservação da biodiversidade.

Resultados e Discussão

Os estudos analisados evidenciaram que o isolamento de fragmentos florestais constitui uma das principais consequências da fragmentação da cobertura vegetal, reduzindo a conectividade da paisagem (Zartma; Nascimento, 2006) e limitando o deslocamento de organismos entre áreas anteriormente contínuas (Amos et al., 2014). Esse processo está diretamente associado à expansão agropecuária, à urbanização, à mineração, à construção de rodovias e a outras mudanças no uso da terra (Liu et al., 2019; Hernández-Pérez et al., 2022). Embora frequentemente empregados como sinônimos, os estudos destacam que fragmentação e isolamento correspondem a processos distintos, sendo a fragmentação caracterizada pela divisão de uma área contínua em remanescentes menores (Horňák et al., 2023), enquanto o isolamento está relacionado à redução da conexão ecológica entre esses fragmentos.

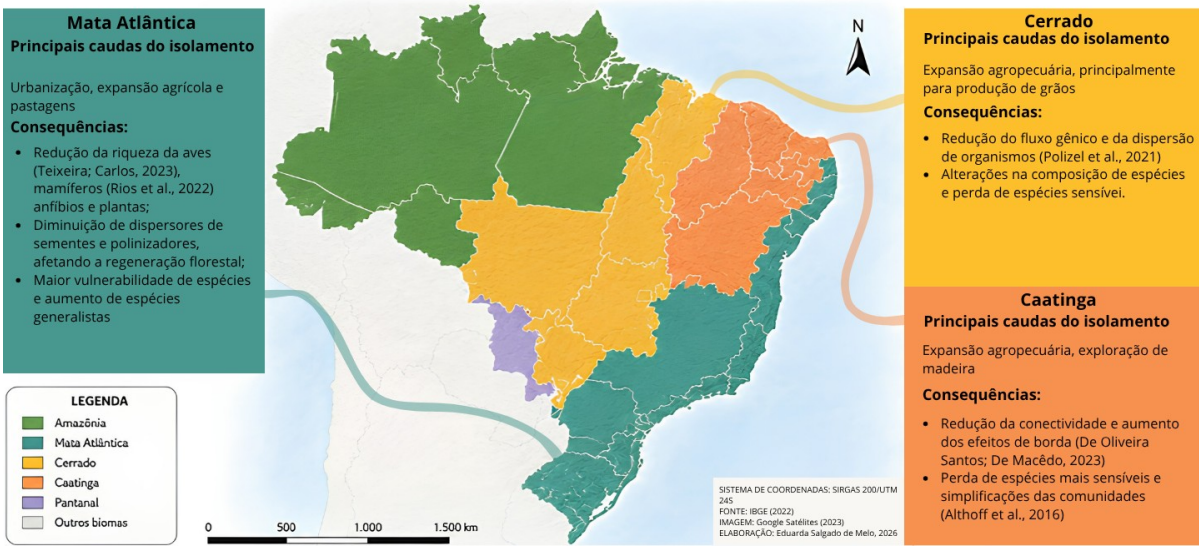
A literatura também demonstra que os efeitos do isolamento variam entre os diferentes grupos de organismos. Espécies especialistas, com baixa capacidade de dispersão e elevada dependência de ambientes florestais preservados, apresentam maior sensibilidade à perda de conectividade, enquanto espécies generalistas tendem a utilizar ambientes antropizados como áreas de deslocamento e, consequentemente, mostram maior capacidade de persistência em paisagens fragmentadas (Luz; Carvalho; Zocche, 2022; De Araújo et al., 2026). Esse padrão favorece alterações na composição das comunidades biológicas, reduzindo a diversidade funcional e comprometendo a manutenção de espécies mais exigentes quanto às condições ambientais.

Outro resultado recorrente entre os estudos refere-se à intensificação dos efeitos de borda em fragmentos menores e mais isolados. Os trabalhos revisados indicam que a redução do tamanho dos remanescentes aumenta proporcionalmente a área sujeita às condições de borda (Su et al., 2025), promovendo maior incidência de luz, alterações na temperatura, redução da umidade relativa do ar, maior ação dos ventos e maior suscetibilidade à invasão por espécies exóticas (Ruiz Boldarini et al., 2024; Souza et al., 2026). Essas modificações ambientais afetam diretamente a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, interferindo na regeneração natural e na permanência de espécies típicas do interior da floresta.

Os resultados também evidenciam que os impactos do isolamento variam entre os biomas brasileiros em função das características ambientais, da história de ocupação humana, do grau de

conservação da vegetação nativa e das formas predominantes de uso da terra (Silveira et al., 2022). Apesar de a fragmentação ocorrer em praticamente todo o território nacional, seus efeitos ecológicos apresentam intensidades distintas conforme o contexto regional (Figura 1).

Figura 1. Síntese dos principais efeitos do isolamento de fragmentos florestais sobre a biodiversidade nos biomas brasileiros abordados nesta revisão de literatura.



Fonte: Elaborado pelos autores com base na literatura revisada e bases cartográficas do IBGE.

Na Mata Atlântica, considerada um dos biomas mais fragmentados em decorrência de séculos de ocupação humana (Marques-Fernandes et al., 2022), os remanescentes encontram-se distribuídos em milhares de pequenos fragmentos separados por áreas urbanas, agrícolas e pastagens (Orlandi; Dos Santos, 2022). Os estudos revisados registram redução da riqueza de aves (Teixeira; Carlos, 2023), mamíferos (Rios et al., 2022), anfíbios e plantas, além de alterações na regeneração florestal decorrentes da diminuição de dispersores de sementes e polinizadores. Em conjunto, esses resultados indicam maior vulnerabilidade das espécies especialistas, enquanto espécies generalistas tendem a aumentar sua representatividade nas comunidades.

No Cerrado, a conversão da vegetação nativa para atividades agropecuárias promoveu uma paisagem composta por remanescentes isolados entre extensas áreas agrícolas, reduzindo significativamente a conectividade entre habitats (Polizel et al., 2021; Barbosa; Nabout; Cunha, 2023). Na Caatinga, a fragmentação está associada principalmente à expansão agropecuária e à exploração de madeira para produção de carvão (Althoff et al., 2016; De Oliveira Santos; De Macêdo, 2023), resultando em remanescentes distribuídos de forma descontínua em uma matriz predominantemente antropizada (De Oliveira Santos; De Macêdo, 2023). Apesar das diferenças entre os biomas, observa-se um padrão consistente de redução da conectividade, comprometendo a persistência de espécies mais sensíveis e alterando processos ecológicos essenciais.

De forma geral, a análise dos estudos demonstra consenso quanto aos efeitos negativos do isolamento sobre a biodiversidade. A redução da conectividade interfere na dispersão de sementes, na polinização, no fluxo gênico e na regeneração natural, intensificando os impactos em paisagens altamente antropizadas, compostas por fragmentos pequenos e submetidos a fortes efeitos de borda. Assim, embora a magnitude dos impactos varie entre os biomas brasileiros, os resultados reforçam que a manutenção e a restauração da conectividade da paisagem constituem estratégias fundamentais para a conservação da biodiversidade e para a manutenção dos processos ecológicos.

Apesar do consenso sobre os impactos do isolamento da paisagem, ainda existem lacunas relacionadas à compreensão de seus efeitos em diferentes escalas espaciais e temporais, especialmente em biomas menos estudados, como a Caatinga e o Pantanal. Além disso, são escassos estudos que integrem diferentes grupos taxonômicos e abordagens de conectividade funcional, limitando a compreensão dos efeitos cumulativos da fragmentação. Nesse contexto, pesquisas futuras devem priorizar análises integradas da paisagem, associando métricas de conectividade, monitoramento ecológico de longo prazo e avaliação da efetividade de estratégias de restauração e

criação de corredores ecológicos, contribuindo para o aprimoramento das políticas de conservação da biodiversidade.

Conclusão

A revisão da literatura permitiu verificar que o isolamento de fragmentos florestais constitui um dos principais fatores responsáveis pela perda da biodiversidade em paisagens antropizadas, afetando a estrutura das comunidades biológicas, a variabilidade genética das populações e o funcionamento dos ecossistemas. Embora a intensidade desses impactos varie entre os diferentes biomas brasileiros, observa-se um padrão consistente de redução da conectividade da paisagem, comprometendo processos ecológicos essenciais e aumentando a vulnerabilidade das espécies, especialmente daquelas com maior grau de especialização ecológica. Por fim, destaca-se que a compreensão dos efeitos do isolamento de fragmentos florestais fornece importantes subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas, programas de restauração e ações de manejo voltadas à conservação dos ecossistemas brasileiros. Além disso, a contínua produção de estudos sobre conectividade da paisagem e respostas ecológicas de diferentes grupos de organismos contribuirá para o aprimoramento das estratégias de conservação frente ao avanço das mudanças no uso da terra e às pressões ambientais impostas pelas atividades antrópicas.

Referências

ALTHOFF, T. D.; MENEZES, R. S. C.; DE CARVALHO, A. L.; et al. Impactos das mudanças climáticas na sustentabilidade da colheita de lenha e nos estoques de carbono da vegetação e do solo em uma floresta tropical seca no Município de Santa Teresinha, Nordeste do Brasil. **Forest Ecology and Management**, v. 360, p. 367–377, 2016.

AMOS, J. N. et al. Species-and sex-specific connectivity effects of habitat fragmentation in a suite of woodland birds. **Ecology,** v. 95, n. 6, p. 1556-1568, 2014.

BARBOSA, V. A; NABOUT, J. C; DA CUNHA, H. F. Spatial and temporal deforestation in the Brazilian Savanna: The discrepancy between observed and licensed deforestation in the state of Goiás. **Land Use Policy**, v. 131, p. 106730, 2023.

DE ARAÚJO, S. R. et al. Consequências da perda da biodiversidade nos ecossistemas: a extinção de espécies e o desequilíbrio ecológico como impactos ambientais. **Revista Tópicos**, v. 4, n. 34, p. 1-33, 2026.

DE OLIVEIRA SANTOS, J. P.; DE MACÊDO, M. L. A. Uso e ocupação do solo e pressões antrópicas em floresta tropical sazonalmente seca no Cariri oriental da Paraíba, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente,** v. 16, n. 4, e11623, 2023.

DEVI, A. R.; SUDHAKAR REDDY, C.; SHIMRAH, Tuisem. Assessment of forest fragmentation in a traditional shifting agricultural landscape in Senapati District of Manipur, Northeast India: AR Devi et al. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, n. 7, p. 10344-10356, 2021.

MARQUES-FERNANDES, M. M. et al. Fragmentação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Brasil**. Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1227-1246, 2022.

HERNÁNDEZ-PÉREZ, E. et al. Land-use change and landscape fragmentation in central Veracruz, Mexico (1989-2015). **Madera y bosques**, v. 28, n. 1, 2022.
HADDAD, N. M. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science advances**, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015.

HORŇÁK, O. et al. Characteristics of fragments of woodland and their influence on the distribution of soil fauna in agricultural landscape. **Diversity**, v. 15, n. 4, p. 488, 2023.

KARDOL, P; FANIN, N; WARDLE, D. A. Long-term effects of species loss on community properties across contrasting ecosystems. **Nature**, v. 557, n. 7707, p. 710-713, 2018.

LAPIN, K. et al. Identification and prioritization of stepping stones for biodiversity conservation in forest ecosystems. **Conservation Science and Practice**, v. 6, n. 7, p. e13161, 2024.

LAPIN, K; OETTEL, J; KHARRAT, M. B. D. Ecological Connectivity Perspectives for Policy and Practice. In: Ecological Connectivity of Forest Ecosystems. Cham: **Springer Nature Switzerland**, 2025. p. 425-435.

Leonardi, S et al. Effect of habitat fragmentation on the genetic diversity and structure of peripheral populations of beech in Central Italy. **J Hered**. 2012.

LINHARES, Y. et al. Biodiversity: The overlooked source of human health. **Trends in molecular medicine**, v. 29, n. 3, p. 173-187, 2023.

LIU, J. et al. Forest fragmentation in China and its effect on biodiversity**. Biological Reviews**, v. 94, n. 5, p. 1636-1657, 2019.

LÓPEZ-MENDOZA, A. et al. Defining conservation priorities for oak forests in central Mexico based on networks of connectivity. **Forests,** v. 13, n. 7, p. 1085, 2022.

LUTHER, D.A. et al. Tropical forest fragmentation and isolation: Is community decay a random process?. **Global Ecology and Conservation**, v. 23, p. e01168, 2020.

LUZ, G. S. da; CARVALHO, F; ZOCCHE, J. J. Composition and dynamics of mixed flocks of birds in a remnant of Submontane Atlantic Rain Forest in southern Brazil. **Papeis Avulsos de Zoologia**, v. 62, p. e202262026, 2022.

MA, J. et al. Global forest fragmentation change from 2000 to 2020. **Nature communications**, v. 14, n. 1, p. 3752, 2023.

MARTINS, G. L. et al. Connectivity of restored Atlantic Forest fragments drives composition and functionality of the fungal community in the leaf litter layer. **bioRxiv**, p. 2025.10. 14.682367, 2025.

MENGIST, W; SOROMESSA, T; FEYISA, G. L. Forest fragmentation in a forest Biosphere Reserve: Implications for the sustainability of natural habitats and forest management policy in Ethiopia. Resources, **Environment and Sustainability**, v. 8, p. 100058, 2022.

ORLANDI, M. J. P; DOS SANTOS, J. F. Análise espacial da fragmentação florestal em região extremo-sul da Bahia. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 110-125, 2022.

POLIZEL, S. P.; VIEIRA, R. M. S. P.; POMPEU, J.; FERREIRA, Y. C.; SOUSA-NETO, E. R.; et al. Analysing the dynamics of land use in the context of current conservation policies and land tenure in the Cerrado – MATOPIBA region (Brazil). **Land Use Policy,** v. 109, p. 105713, 2021.

RIOS, E. et al. Spatial predictors and species' traits: evaluating what really matters for medium-sized and large mammals in the Atlantic Forest, Brazil. **Mammal review**, v. 52, n. 2, p. 236-251, 2022.

RUIZ BOLDARINI, F. et al. Phytosociological characterization of an urban fragment of interior araucaria forest-paraná, brazil. **Floresta**, v. 54, n. 1, 2024.

SIEGEL, T. D. et al. Forest fragmentation effects on mutualistic interactions: frugivorous birds and fruiting trees. **Oikos,** v. 2024, n. 10, p. e10383, 2024.

SILVEIRA, J. G. da et al. Land use, land cover change and sustainable intensification of agriculture and livestock in the Amazon and the Atlantic Forest in Brazil. **Sustainability**, v. 14, n. 5, p. 2563, 2022.

SOUSA, T. S. et al. Edge effect influences the ecological strategies of plant communities in tropical forest fragments**. Plant Biology**, v. 28, n. 2, p. 509-519, 2026.

SU, Y. et al. Pervasive but biome-dependent relationship between fragmentation and resilience in forests. **Nature Ecology & Evolution**, v. 9, n. 9, p. 1670-1684, 2025.

TEIXEIRA, C. D.; CARLOS, C. J. Avifauna de uma área de floresta atlântica no sul do Brasil sob influência de atividade minerária. Iheringia. **Série Zoologia**, v. 113, p. e2023012, 2023.

VAN RUIJVEN, J; BERENDSE, F. Diversity enhances community recovery, but not resistance, after drought. **Journal of Ecology**, v. 98, n. 1, p. 81-86, 2010.

ZARTMAN, C. E.; NASCIMENTO, H. E. M. Are habitat-tracking metacommunities dispersal limited? Inferences from abundance-occupancy patterns of epiphylls in Amazonian forest fragments. **Biological conservation**, v. 127, n. 1, p. 46-54, 2006.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.