

INFLUÊNCIA DO FOGO NA ABUNDÂNCIA DE AVES FRUGÍVORAS E RESILIÊNCIA FLORESTAL NA MATA ATLÂNTICA

Érica Hasui ¹

Tamiris Cantelli Sardinha ²

Bianca Dinis da Silva ³

Bruno F. C. B. Adorno ⁴

Ederson Godoy ⁵

Milton Cezar Ribeiro ⁶

Biodiversidade e Conservação

Resumo

A relação entre as aves e seus habitats após incêndios florestais é influenciada por fatores como clima, regeneração da vegetação e regime do fogo. A regeneração florestal pós-incêndio altera a composição e configuração das paisagens, moldando a diversidade e abundância de aves frugívoras. Esse estudo analisa a relação entre a resiliência florestal, a abundância de aves frugívoras e a cobertura florestal no Corredor Ecológico na Serra da Cantareira-Mantiqueira, na Mata Atlântica. A metodologia envolveu a seleção de 15 paisagens, com pontos de amostragem distribuídos em áreas incendiadas e não incendiadas. Além disso, dados de abundância de aves frugívoras, cobertura florestal e frequência de incêndios foram coletados e analisados por meio de modelos estatísticos para avaliar a resiliência florestal. A abundância de aves frugívoras em áreas que sofreram incêndios varia com base no tipo de habitat e na severidade do fogo; paisagens com maior resiliência florestal tendem a ter uma maior abundância de aves frugívoras, indicando que essas aves podem ser um sinal de processos de regeneração. Além disso, a frequência de incêndios compromete a resiliência das áreas florestais, afetando negativamente a presença dessas aves. Assim, a conservação de florestas maduras e a redução da frequência de incêndios são importantes para florestas saudáveis, que sustentam comunidades de frugívoros, vulneráveis a incêndios que ameaçam a biodiversidade em ecossistemas tropicais.

Palavras-chave: Regeneração; Paisagem; Incêndios; Avifauna; Floresta Tropical.

¹Orientação: Universidade Federal De Alfenas; Instituto de Ciências da Natureza; icn.unifal@unifal-mg.edu.br
Prof. Dr. Universidade Federal De Alfenas - Instituto de Ciências da Natureza, erica.hasui@unifal-mg.edu.br.

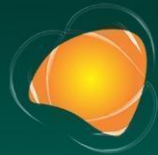
² Aluna do Curso de graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal De Alfenas - Instituto de Ciências da Natureza, tamiris.sardinha@sou.unifal-mg.edu.br

³ Aluna do Curso de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Federal De Alfenas - Instituto de Ciências da Natureza, bianca.dinis@sou.unifal-mg.edu.br.

⁴ Aluno do Curso de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, brunoadorno.bio@gmail.com.

⁵ Prof. Me. Universidade Federal De Alfenas - Instituto de Ciências da Natureza, ederson.godoy@sou.unifal-mg.edu.br.

⁶ Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista - Departamento de Ecologia, miltinho.astronauta@gmail.com.



INTRODUÇÃO

As relações entre as aves e seus habitats após incêndios florestais são um tópico de relevância no âmbito da gestão de incêndios e da conservação da biodiversidade (DRISCOLL et al., 2021). Assim, a regeneração da vegetação provoca mudanças na paisagem, afetando a comunidade de aves e oferecendo oportunidades para espécies especializadas em habitats florestais em estado de conservação desfavorável (ZOZAYA; BROTONS; VALLECILLO, 2011). Em outras palavras, a regeneração do habitat após incêndios cria novos cenários para as aves, impactando sua diversidade e conservação de forma positiva ou negativa.

A hipótese deste estudo propõe que os incêndios têm o potencial de se tornarem agentes importantes na biodiversidade, devido às mudanças no habitat que podem impactar a diversidade de aves, tanto positiva quanto negativamente (CINTRA e SANAIOTTI, 2005). Essa dinâmica está relacionada à resiliência, entendida como a capacidade de um sistema de absorver perturbações e retornar ao seu estado original, sendo influenciada pela severidade e frequência dos incêndios. Essa manifestação é sustentada por dois elementos fundamentais: a capacidade de resistir ao distúrbio e a habilidade de se recuperar após ser afetado por elas (POORTER et al., 2021).

Assim, observa-se que a avifauna em fragmentos florestais afetados por incêndios passa por um processo de regeneração ao longo do tempo, caracterizado pela recolonização de espécies e regeneração de habitats. Esse processo resulta em variações na abundância e riqueza de aves, diretamente relacionadas à disponibilidade de recursos (WOHLGEMUTH; JENTSCH; SEIDL, 2022).

O objetivo deste estudo é investigar a abundância de aves frugívoras em áreas florestais afetadas por incêndios e avaliar como a resiliência dessas áreas influencia essa abundância. Para isso, foram analisados os impactos da frequência de incêndios e a resiliência das manchas florestais na abundância de aves frugívoras.



METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em um Corredor Ecológico na Serra da Cantareira-Mantiqueira, na Mata Atlântica, com foco em aves frugívoras. Foram selecionadas 15 paisagens com incêndios florestais com extensão superior a 3 hectares ocorridos entre 2014, 2020 e 2021 e com distância mínima de 2 km entre as paisagens. Os pontos de amostragem das aves foram distribuídos aleatoriamente, com dois pontos em áreas incendiadas e dois em áreas não incendiadas, mantendo uma distância mínima de 100 metros para evitar contagens duplicadas. As amostras foram coletadas das 5h30 às 10h, totalizando 40 minutos por ponto em outubro de 2022 e janeiro de 2023, sendo a análise do estudo feita apenas sobre as aves frugívoras (WILMAN et al., 2014)

Para avaliar o impacto do fogo na regeneração florestal, foram utilizados mapas da plataforma MapBiomas referentes a 2014, 2020 e 2021. Também foi analisada a frequência de incêndios de 1985 a 2022, com base em dados do INPE, que identificam a frequência e severidade dos incêndios por imagens de satélite. No QGIS, foram extraídos dados sobre a frequência e extensão dos incêndios, calculando-se métricas como média, máximo, intervalo e variância do fogo em um raio de 1.000 metros ao redor dos pontos de coleta. Dados de fragmentação e cobertura florestal foram obtidos do Banco de Dados Espacial Atlantis.

A análise estatística foi conduzida utilizando modelos generalizados mistos (GLMM). As variáveis preditoras foram resiliência florestal (LENTON et al., 2022), frequência de incêndios e cobertura florestal. O critério de informação de Akaike (AIC) foi utilizado para selecionar os melhores modelos que descrevem a relação entre regeneração florestal e abundância de aves frugívoras, onde valores menores de AIC indicam modelos mais adequados. A filtragem das aves frugívoras foi realizada com base em dados do WikiAves (WikiAves, 2024), e selecionando aquelas cuja frugivoria excede 50% (WILMAN et al., 2014). A análise de caminho foi realizada com base nas equações de regressão, os maiores coeficientes indicam os maiores efeitos entre as variáveis analisadas. Esses dados foram integrados aos pontos amostrais com coordenadas geográficas e as informações ambientais, utilizando o software R.

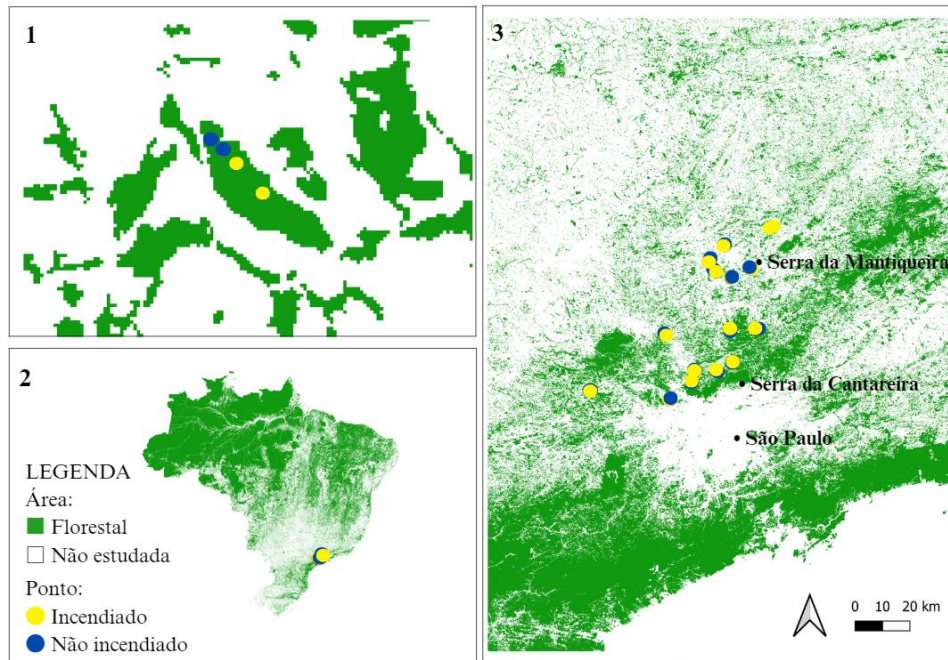
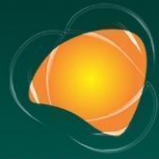
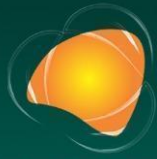


Figura 01: Corredor Ecológico da Serra da Cantareira e da Serra da Mantiqueira, localizado na região sudeste da Mata Atlântica, Brasil, área de amostragem onde são observados diferentes pontos fixos. (1). A localização geral da área de estudo no Brasil é indicada, destacando sua importância para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica (2). Distribuição dos 15 pontos de amostragem fixos, que foram selecionados com base em critérios de incêndios florestais, permitindo a análise da abundância de aves frugívoras em diferentes estágios de regeneração. Os pontos estão distribuídos entre áreas de florestas incendiadas e não incendiadas (3).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados indicaram que paisagens com maior resiliência florestal demonstram uma maior abundância de aves frugívoras, sugerindo que a presença desses pássaros pode ser um indicador de regeneração florestal. No entanto, não foi encontrada uma correlação direta entre a abundância de aves frugívoras e sua contribuição para a regeneração. Além disso, a frequência de incêndios compromete esse processo de regeneração. A relação entre a abundância de frugívoros e a cobertura florestal de refúgio é positiva, refletindo a dependência das aves frugívoras de áreas florestais, onde



uma maior cobertura atua como um refúgio. Assim, áreas com maior cobertura mostram sustentar populações de frugívoros. Observou-se que áreas com maior resiliência florestal, que se refere à capacidade de um ecossistema de se regenerar após distúrbios, estão associadas a uma maior presença dessas aves. Isso sugere que os frugívoros são mais prevalentes em habitats com capacidade superior de regeneração (Figura 02 - A).

Além disso, a análise revelou que a relação entre a abundância de frugívoros e a resiliência florestal também é positiva. Isso indica que a abundância de frugívoros aumenta à medida que a resiliência aumenta; no entanto, a resiliência diminui com a frequência de incêndios. Portanto, a frequência de incêndios está associada a uma redução na resiliência, uma vez que o aumento das áreas afetadas pelo fogo compromete a capacidade de resistir ao distúrbio (Figura 02 - B).

A análise de caminho demonstra a relação entre todas as variáveis e resultados do estudo. Os dados mostram que a porcentagem de cobertura florestal de refúgio exerce uma influência positiva na abundância de aves frugívoras, enquanto a relação é negativa em relação à resiliência. Além disso, a frequência de incêndios afeta negativamente a resiliência. Embora a resiliência tenha um efeito fraco e não significativo na abundância total de frugívoros, a análise indica que, apesar de as aves serem importantes para a dispersão de sementes, não foi encontrada uma correlação direta entre a abundância de aves frugívoras e sua contribuição para a regeneração florestal. As setas nas figuras indicam as direções das relações entre as variáveis, com cores verdes representando relações positivas e azuis, relações negativas (Figura 03).

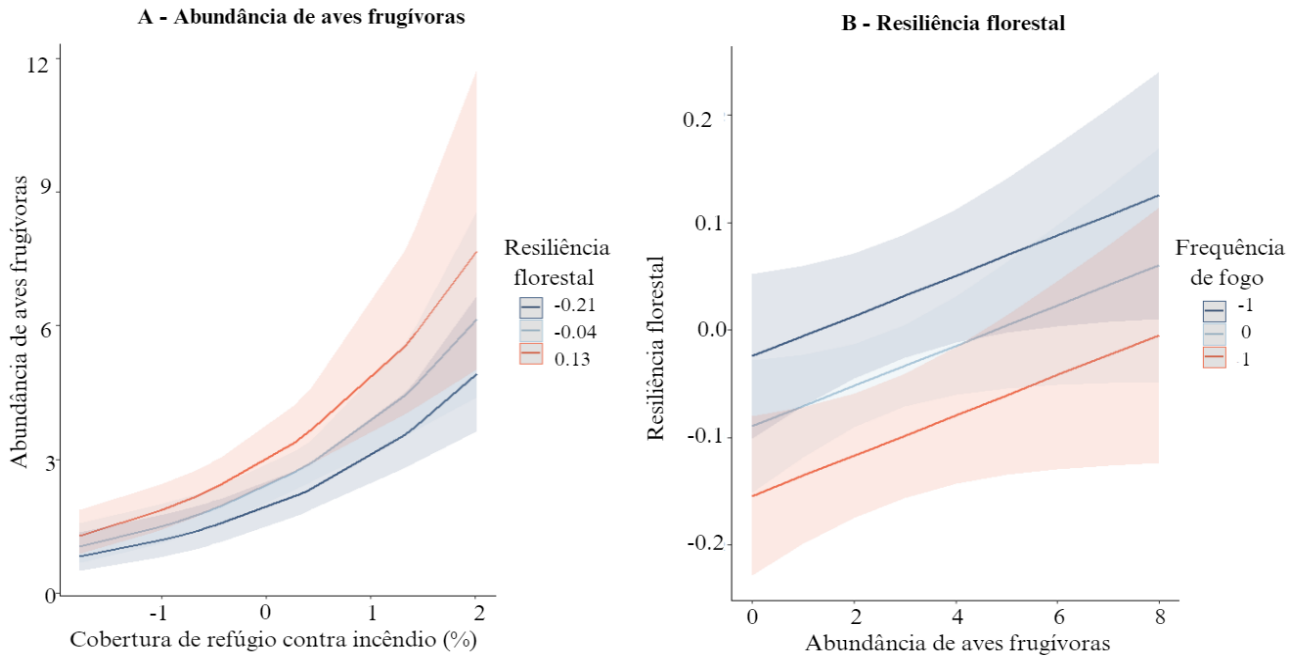
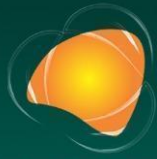
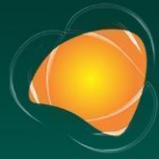


Figura 02: Relação entre a abundância de aves frugívoras e a cobertura florestal de refúgio. A cobertura florestal de refúgio representa a porcentagem de áreas florestais intactas que servem como habitat para as aves. A análise indica uma correlação positiva, sugerindo que maiores áreas de cobertura florestal sustentam populações maiores de frugívoros (A). Relação positiva entre a abundância de aves frugívoras e resiliência florestal. No entanto, a análise mostra que a resiliência florestal diminui com o aumento da frequência de incêndios. Essa relação sugere que regiões com maior frequência de incêndios têm menor capacidade de recuperação após distúrbios (B).



C - Efeitos combinados da porcentagem da cobertura florestal e frequência dos incêndios na abundância de frugívoros e na resiliência da floresta

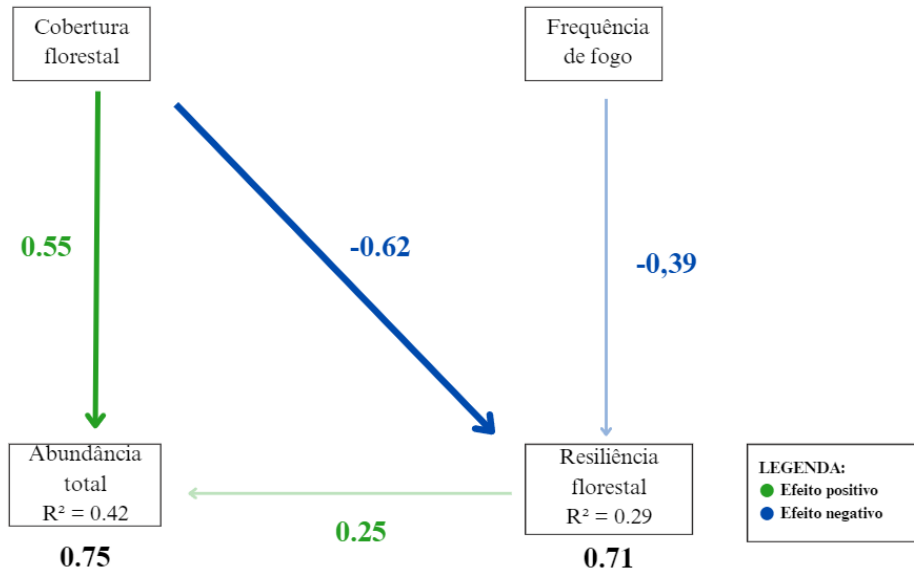
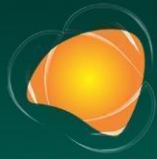


Figura 03: Análise de caminho ilustrando a relação entre a cobertura florestal de refúgio, a abundância de aves frugívoras e a resiliência florestal. A figura mostra que a cobertura florestal de refúgio exerce um efeito positivo na abundância de frugívoros, enquanto a frequência de incêndios impacta negativamente a resiliência. A resiliência florestal, por sua vez, apresenta um efeito fraco e não significativo na abundância total de frugívoros. As setas indicam as direções das relações entre as variáveis, com cores verdes representando relações positivas e azuis, relações negativas. (C)

Esses resultados ressaltam a complexidade das interações ecológicas em paisagens fragmentadas e a necessidade de uma abordagem mais integrada na gestão e conservação de habitats florestais, isso pois a presença de frugívoros em áreas degradadas não garante a recuperação do ecossistema (HATFIELD et al., 2023). Políticas de conservação que incentivem a proteção de florestas maduras e a redução de queimadas frequentes são essenciais na promoção da resiliência florestal e, conseqüentemente, na conservação de espécies frugívoras.

Adicionalmente, as florestas de refúgio são indispensáveis para a conservação da biodiversidade, oferecendo condições ambientais estáveis e protegidas contra distúrbios. A estrutura de habitat complexa e diversificada é essencial para espécies que dependem de recursos específicos



presentes apenas em estágios avançados de sucessão florestal (ROBINSON et al., 2014). A relação positiva entre resiliência florestal e abundância de aves frugívoras sugere que habitats com maior estabilidade ecológica oferecem melhores condições para a sobrevivência e reprodução dessas espécies.

Em contrapartida, a frequência de queimadas na resiliência florestal demonstrou uma influência negativa, afetando a capacidade de recuperar e sustentar as populações de aves frugívoras (RAINSFORD et al., 2021). Isso sugere que a interrupção frequente dos processos ecológicos naturais, como a regeneração de vegetação, pode ter consequências significativas para a capacidade de suporte da biodiversidade nessas áreas.

Por fim, há a necessidade de considerar variáveis adicionais, para entender completamente as interações entre aves frugívoras e a resiliência florestal. Direções futuras de pesquisa devem explorar essas variáveis e como elas podem influenciar a abundância de frugívoros em ecossistemas florestais fragmentados. Além disso, as implicações teóricas e práticas dos resultados sugerem que uma abordagem integrada na gestão e conservação de habitats florestais pode contribuir para o avanço do conhecimento e a tomada de decisões em contextos aplicados.

CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A resiliência florestal tem uma influência direta na abundância de aves frugívoras, servindo como um indicador da capacidade de recuperação dos habitats. Florestas maduras e a baixa ocorrência de incêndios são necessárias para a preservação dessas espécies, enquanto incêndios frequentes prejudicam a regeneração do ecossistema e reduzem a população de frugívoros. Assim, a conservação de florestas maduras e a redução da frequência de incêndios são fundamentais para a sustentabilidade da biodiversidade em áreas florestais fragmentadas, garantindo a sobrevivência das aves frugívoras e promovendo a saúde dos ecossistemas.



AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Prof. Dra. Érica Hasui, ao laboratório EcoFrag, à Universidade Federal de Alfenas e sou grata à minha mãe, aos meus amigos e família, que sempre me apoiaram em minha vida pessoal e acadêmica.

REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. A new look at statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, v. 19, p. 716-723, 1974.

ATLANTIS SPATIAL. Atlantis Spatial Database. [S.l.]: [s.n.], 2023. Disponível em: <https://atlantisspatial.com>. Acesso em: 29 set. 2024.

CINTRA, R.; SANAIOTTI, T. M. Fire effects on the composition of a bird community in an Amazonian Savanna (Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 65, n. 4, p. 683–695, nov. 2005.

DRISCOLL, D. A. et al. How fire interacts with habitat loss and fragmentation. *Biological Reviews*, v. 96, n. 3, p. 9-29, fev. 2021.

HATFIELD, Jack H.; BANKS-LEITE, Cristina; BARLOW, Jos; LEES, Alexander C.; TOBIAS, Joseph A. Constraints on avian seed dispersal reduce potential for resilience in degraded tropical forests. *Functional Ecology*, v. 38, n. 1, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14471>. Acesso em: 03 set. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Nome da Página. Disponível em: <https://www.inpe.br>. Acesso em: 17 jul. 2024.

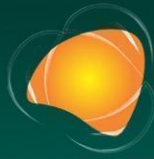
LENTON, T. M. et al. A resilience sensing system for the biosphere. [S.l.]: [s.n.], 2023.

MAPBIOMAS BRASIL. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 5 ago. 2024.

PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS - ROYAL SOCIETY. *Biological sciences*, v. 377, n. 1857, 27 jun. 2022.

POORTER, L. et al. Multidimensional tropical forest recovery. *Science*, v. 374, n. 6573, p. 1370–1376, dez. 2021.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS: A free and open source Geographic Information System. Version 3.34.9. QGIS Development Team, 2024. Disponível em: <https://qgis.org/>. Acesso em: 29 set.



2024.

RAINSFORD, Frederick W.; et al. Post-fire habitat relationships for birds differ among ecosystems. *Biological Conservation*, v. 260, p. 109, ago. 2021.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.r-project.org>. Acesso em: 29 set. 2024.

ROBINSON, Natasha M.; et al. Refuges for birds in fire-prone landscapes: The influence of fire severity and fire history on the distribution of forest birds. *Forest Ecology and Management*, v. 318, p. 110-121, 2014.

WIKI AVES - A ENCICLOPÉDIA DAS AVES DO BRASIL. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/index.php>. Acesso em: 10 jan. 2024.

WILMAN, H. et al. EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology*, v. 95, n. 7, p. 2027–2027, jul. 2014.

WOHLGEMUTH, T.; JENTSCH, A.; SEIDL, R. *Disturbance Ecology*. [S.l.]: Springer Nature, 2022.

ZOZAYA, E. L.; BROTONS, L.; VALLECILLO, S. Bird community responses to vegetation heterogeneity following non-direct regeneration of Mediterranean forests after fire. *Ardea*, v. 99, n. 1, p. 73–84, abr. 2011.