



INFLUÊNCIA DE RODOVIAS NO PADRÃO DE ATIVIDADE DE ANFÍBIOS NA MATA ATLÂNTICA DO SUL DO BRASIL

Caio Eduardo Messora Bagnolo

Doutorando no programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) e bolsista da CAPES

Paulo Afonso Hartmann

Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)
paulo.hartmann@uffs.edu.br

1. Introdução

A expansão e necessidade de transporte de pessoas e produtos levou a um elevado número de projetos de infraestrutura de transporte rodoviários, ferroviários e outras infraestruturas lineares (Zhang, 2024). Dentre estes, a implantação e operação de rodovias são responsáveis por diversas perturbações ao ambiente, tais como fragmentação da paisagem, poluição e mortalidade de fauna (Fahrig & Rytwinski, 2009; Carter *et al.*, 2020; Teixeira *et al.*, 2020).

Os impactos se estendem para além da rodovia, alterando as condições biótica e abiótica no seu entorno, gerando o chamado de zona de efeito da estrada (Road effect zone; Forman, 1995). Esses efeitos impactam a qualidade do habitat, causam degradação dos serviços ecossistêmicos (Zhang, 2024), e podem gerar declínio da biodiversidade (Kroeger *et al.*, 2022; González-Bernardo *et al.*, 2023; Mulero-Pazmany *et al.*; 2023). Para entender os efeitos da estrada no entorno, é necessário considerar a estrutura da estrada, o tempo de operação e uso do solo das áreas no seu entorno (Lisiak-Zielińska, 2022).

Um dos fatores gerados nas rodovias e que afeta o seu entorno é o ruído gerado pelos tráfego. Esse ruído altera as paisagens sonoras por mascarar parte dos sons naturais. A perturbação gerada pelo ruído pode afetar dinâmicas de deslocamento, eventos reprodutivos e comportamentos de forrageamento (Francis & Barber, 2013; Finch *et al.*, 2020; Veon & McClung, 2023). Além disso, a perturbação da estrada pode causar mudanças adaptativas na diversidade acústica e nas características de vocalização das espécies na paisagem sonora (Wang, 2025)

Os avanços no sensoriamento remoto acústico possibilitam o monitoramento da



biodiversidade em larga escala para vários táxons, incluindo espécies de difícil registro por outros métodos (Gibb, 2018; Rappaport, 2020). Alternativas que substituam a necessidade da presença humana em campo e que permitam a documentação adequada da biodiversidade de uma área são cada vez mais úteis e necessárias para estudos sobre padrões distribuição e de atividade (Wilson, 2017).

Os anfíbios são afetados negativamente por estradas e pelo tráfego (Rytwinski & Fahrig, 2012). Isso se deve à sua necessidade de se deslocar para reprodução ou dispersão de juvenis pós-metamórficos, sua baixa mobilidade (Puky, 2005), e sua capacidade limitada de responder ao tráfego de veículos (Mazerolle, 2004). Neste sentido, o objetivo deste estudo é avaliar a influência de rodovias no padrão de atividade de anfíbios na Mata Atlântica do sul do Brasil, com base em fatores abióticos e na atividade sonora dos anfíbios.

2. Metodologia

O estudo será realizado ao longo da rodovia RS135 no norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, no trecho que liga Erechim a Passo Fundo. Os pontos de amostragem serão selecionados seguindo o padrão de proximidade com a rodovia (locais com influência da rodovia – CI e locais sem influência da rodovia - SI). Para CI será considerada uma distância máxima da rodovia de 100 metros, e para SI uma distância mínima de 700 metros e máxima de 1500 metros. A distância entre cada ponto amostral será de no mínimo 5 quilômetros. Os dados serão coletados de setembro de 2026 a setembro de 2028. Uma vez por semana, durante esse período, será aferida a temperatura e a umidade utilizando uma sonda multiparâmetros portátil YSI Professional Plus. Para quantificar o ruído e a acústica será utilizado um gravador autônomo AudioMoth v1.2.0 ao qual permanece ligado por 24 horas, sendo conferido uma vez por semana para salvar em banco de dados e recarregar as baterias. Para a análise estatística, utilizaremos o teste de normalidade de Kolmogorov–Smirnov. No caso de dados de distribuição normal e homogeneidade será aplicado o teste de Shanon-Wiener (H) para o índice de diversidade de espécies. E no caso de dados de distribuição normal e homogeneidade das variâncias, será realizado o teste de ANOVA one-way, seguido pelo teste de Tukey.

Além disso, utilizaremos o teste multivariado de componentes principais (PCA)



para analisara a relação dos fatores abióticos com o índice de diversidade dos pontos amostrais e por fim o teste I de Moran do pacote *DHARMA* para avaliar a autocorrelação espacial (Hartig, 2022). Todas as análises serão feitas no RStudio Team (2020). Valores de $p < 0.05$ serão considerados como referência para significância estatística. Os resultados serão expressos como média \pm desvio padrão.

3. Resultados Esperados

Esperamos identificar como o ruído gerados por rodovias pode afetar os padrões de atividade sonora de anfíbios em paisagens com e sem influência do ruído gerado nas rodovias. Partimos do pressuposto que o ruído gerado pelo tráfego pode alterar os padrões de atividade e reduzir riqueza e diversidade de anuros em áreas com influência de rodovias. A proximidade das rodovias também pode influenciar na temperatura e umidade no seu entorno.

Os resultados poderão colaborar no entendimento sobre como as perturbações decorrentes da proximidade com as rodovias podem influenciar na estrutura das comunidades de anfíbios no seu entorno.

4. Considerações finais

Esse projeto consiste em analisar a zona de efeitos dos ruídos gerados por rodovias em anfíbios. A identificações destes impactos pode colaborar na proposição de medidas mitigados e compensatórias em empreendimentos lineares.

Referências

CARTER, N.; KILLION, A.; EASTER, T.; BRANDT, J.; FORD, A. Road development in Asia: assessing the range-wide risks to tigers. **Science Advances**, v. 6, n. 18, p. 1-9, 2020. <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.aaz9619>.

FAHRIG, L., AND RYTWINSKI, T. Effects of Roads on Animal Abundance: An Empirical Review and Synthesis. **Ecology and Society**, v. 14, n. 1. 2009. <http://www.jstor.org/stable/26268057>.

FINCH, D.; SCHOFIELD, H.; MATHEWS, F. Traffic noise playback reduces the activity and feeding behaviour of free-living bats. **Environmental Pollution**, v. 263, p. 114405, ago. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114405>.

FORMAN, R. T. T. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. **Cambridge**:



Cambridge University Press, 1995.

FRANCIS, C. D; BARBER, J. R. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. **Frontiers In Ecology And The Environment**, v. 11, n. 6, p. 305-313, 2013. <http://dx.doi.org/10.1890/120183>.

GIBB, R.; BROWNING, E.; GLOVER-KAPFER, P.; JONES, K. E. Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring. **Methods In Ecology And Evolution**, v. 10, n. 2, p. 169-185, 2018. <http://dx.doi.org/10.1111/2041-210x.13101>.

GONZÁLEZ-BERNARDO, E.; DELGADO, M. D. M.; MATOS, D. G. G.; ZARZO-ARIAS, A.; MORALES-GONZÁLEZ, A.; RUIZ-VILLAR, H.; SKUBAN, M.; MAIORANO, L.; CIUCCI, P.; BALBONTÍN, J. The influence of road networks on brown bear spatial distribution and habitat suitability in a human-modified landscape. **Journal Of Zoology**, v. 319, n. 1, p. 76-90, 2022. <http://dx.doi.org/10.1111/jzo.13023>.

HARTIG, F. *DHARMA*: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models. R package version 0.4.5, 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=DHARMA>. Acesso em: 26 jun. 2025.

KROEGER, S. B.; HANSLIN, H. M.; LENNARTSSON, T.; D'AMICO, M.; KOLLMANN, J.; FISCHER, C.; ALBERTSEN, E.; SPEED, J. D.M. Impacts of roads on bird species richness: a meta-analysis considering road types, habitats and feeding guilds. **Science Of The Total Environment**, v. 812, p. 151478, 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151478>.

LISIAK-ZIELIŃSKA, M.; BOROWIAK, K.; BUDKA, A. How Big Is the Real Road-Effect Zone? The Impact of the Highway on the Landscape Structure—A Case Study. **Sustainability**, v. 14, n. 22, p. 15219, 2022. <http://dx.doi.org/10.3390/su142215219>.

MAZEROLLE, M. J. Amphibian road mortality in response to nightly variations in traffic intensity. **Herpetologica**, v. 60, n. 1, p. 45-53, 2004. <http://dx.doi.org/10.1655/02-109>.

MULERO-PÁZMÁNY, M.; ROLLÁN, L.; D'AMICO, M.; GONZÁLEZ-SUÁREZ, M. Road orientation affects the impact of roads on wildlife. **Wildlife Research**, v. 50, n. 1, p. 39-46, 2022. <http://dx.doi.org/10.1071/wr21149>.

PUKY, M. Amphibian road kills: a global perspective. In: Irwin, C.L., Garret, P., McDermott, K.P. (Eds.), Road Ecology Center e Scholarship Repository John. **Muir Institute of the Environment University of California, Davis**. 2005

RAPPAPORT, D. I.; ROYLE, J. A.; MORTON, D. C. Acoustic space occupancy: combining ecoacoustics and lidar to model biodiversity variation and detection bias



across heterogeneous landscapes. **Ecological Indicators**, v. 113, p. 106172, 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106172>.

RSTUDIO TEAM. *RStudio: Integrated Development for R*. Boston, MA: RStudio, PBC, 2020. Disponível em: <https://www.rstudio.com/>. Acesso em: 26 jun. 2025.

RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. Do species life history traits explain population responses to roads? A meta-analysis. **Biological Conservation**, v. 147, n. 1, p. 87-98, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2011.11.023>.

| TEIXEIRA, F. Z.; RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. Inference in road ecology research: what we know versus what we think we know. **Biology Letters**, v. 16, n. 7, p. 20200140, 2020. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2020.0140>.

| VEON, J. T.; MCCLUNG, M. R. Disturbance of wintering waterbirds by simulated road traffic noise in Arkansas wetlands. **The Journal Of Wildlife Management**, v. 87, n. 4, p. 1-15, 2023. <http://dx.doi.org/10.1002/jwmg.22387>.

| WANG, S.; DUAN, Y.; CAO, R.; FENG, J.; GE, J.; WANG, T. Road disturbance drives a more simplified soundscape in temperate forests revealed by deep learning and acoustics indices. **Biological Conservation**, v. 306, p. 111115, 2025. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111115>.

WILSON, A. A.; DITMER, M.A.; BARBER, J. R.; CARTER, N. H.; MILLER, E. T.; TYRRELL, L. P.; FRANCIS, C. D. Artificial night light and anthropogenic noise interact to influence bird abundance over a continental scale. **Global Change Biology**, v. 27, n. 17, p. 3987-4004, 2021. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.15663>.

ZHANG, H; XU, X; ZHANG, C; FU, Z.; YANG, H. Novel method for ecosystem services assessment and analysis of road-effect zones. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 127, p. 104057, 2024. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2024.104057>.