

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 04/12/2026.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E
BIODIVERSIDADE**

**MODELAGEM ESPACIAL DE ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO
E GRANDE PORTE NA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA**

FRANCISCO DE ASSIS ALVES

**Rio Claro – SP
2026**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E
BIODIVERSIDADE**

**MODELAGEM ESPACIAL DE ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO
E GRANDE PORTE NA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA**

FRANCISCO DE ASSIS ALVES

Tese apresentada ao Instituto de Biotecnologia do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ecologia, Evolução e Biodiversidade.

Orientador: Dr. Milton Cezar Ribeiro

Coorientadora: Dra. Simone Rodrigues de Freitas

**Rio Claro – SP
2026**

A474m

Alves, Francisco de Assis

Modelagem espacial de atropelamento de mamíferos de médio e grande porte na Mata Atlântica brasileira / Francisco de Assis Alves.

-- Rio Claro, 2026

72 p. : tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Milton Cezar Ribeiro

Coorientadora: Simone Rodrigues de Freitas

1. Ecologia da paisagem. 2. Biodiversidade. 3. Mamíferos. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Modelagem espacial de atropelamento de mamíferos de médio e grande porte na Mata Atlântica brasileira

AUTOR: FRANCISCO DE ASSIS ALVES
ORIENTADOR: MILTON CEZAR RIBEIRO
COORIENTADORA: SIMONE RODRIGUES DE FREITAS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Ecologia, Evolução e Biodiversidade, área: Biodiversidade pela Comissão Examinadora:

Milton Cezar
Ribeiro:12704118884

Assinado de forma digital por
Milton Cezar Ribeiro:12704118884
Dados: 2026.03.03 16:53:12 -03'00'

Prof. Dr. MILTON CEZAR RIBEIRO (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade / Unesp - IB Rio Claro

Documento assinado digitalmente



FERNANDO ANTONIO SILVA PINTO
Data: 19/02/2026 11:37:37-0300
Verifique em <https://validar.ib.gov.br>

Prof. Dr. FERNANDO ANTÔNIO SILVA PINTO (Participação Virtual)
Núcleo Multidisciplinar de Pesquisas em Biologia (NUMPEX-BIO) / Universidade Federal do Rio de Janeiro

Documento assinado digitalmente



RAFAELA COBUCCI CERQUEIRA
Data: 16/02/2026 17:14:35-0300
Verifique em <https://validar.ib.gov.br>

Profa. Dra. RAFAELA COBUCCI CERQUEIRA (Participação Virtual)
SIGNature Planejamento e Conservação

Rio Claro, 04 de dezembro de 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à minha esposa, Luciana Tonding, e ao meu filho, Pedro Henrique, pelo apoio incondicional e pela presença constante ao longo desta jornada. Estendo esse reconhecimento a toda minha família, cujo suporte foi essencial nos momentos decisivos.

Expresso minha profunda gratidão ao Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro (Miltinho), por ter me acolhido no Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Evolução e Biodiversidade e por ter indicado a Prof.a Dra. Simone Rodrigues de Freitas como coorientadora. À Prof.a Simone, registro meu sincero agradecimento pela orientação dedicada, pelos conselhos precisos e pelo apoio contínuo durante todas as etapas deste trabalho.

Pelos valiosos comentários e sugestões, agradeço aos membros da banca de avaliação de projeto, realizada em 29/08/2023: Dra. Fernanda Zimmermann Teixeira, Dra. Júlia Camara de Assis e Dr. Marcelo Magioli. Igualmente, agradeço aos integrantes da banca de qualificação, realizada em 28/06/2024: Dr. Fernando Antônio Silva Pinto e Dra. Cecília Bueno.

Agradeço em especial à Prof.a Dra. Paola Lupianhes Dall’Occo, minha supervisora na disciplina de Ecologia Geral e Animal, pela confiança, pela parceria ao longo do estágio de docência e pelas contribuições nas orientações e bancas em que tivemos a oportunidade de atuar conjuntamente. O estágio de docência foi realizado na Universidade Presbiteriana Mackenzie, mediante autorização da Prof.a Dra. Camila Sacchelli Ramos, coordenadora do curso de Ciências Biológicas, a quem também expresso minha gratidão pela viabilização da atividade.

Ao biólogo e engenheiro ambiental e urbano Artur Lupinietti-Cunha, agradeço a colaboração essencial nas análises bioestatísticas, na definição de periódicos e na revisão de manuscritos. Ao geógrafo Natan Caruso, pelo suporte técnico em cartografia. À bióloga Priscilla Loiola, pelas revisões criteriosas e pelas contribuições enriquecedoras ao projeto.

Sou grato ao ecólogo Júlio Haji pela disponibilização dos mapas de adequabilidade de habitat, fundamentais para o desenvolvimento do segundo capítulo. À CETESB e às pesquisadoras Cláudia Guimarães, Fernanda Abra, Rafaela Cerqueira e Raquel Junger, pelo compartilhamento generoso dos dados de atropelamento.

Agradeço à equipe da Ambiente Brasil Engenharia, ao engenheiro ambiental Adriano de Oliveira Silva e ao engenheiro civil Nelson Lopes Correa Sobrinho, pela amizade e pela colaboração técnica.

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

RESUMO

As rodovias constituem uma das principais ameaças à conservação da biodiversidade, especialmente em biomas tropicais como a Mata Atlântica. Os impactos das rodovias vão além do espaço que ocupam, afetando diretamente as comunidades e as populações de animais silvestres, principalmente, por meio do efeito barreira, que limita a movimentação de algumas espécies, e pela mortalidade, particularmente de vertebrados, vítimas de colisões com veículos, que podem acarretar prejuízos materiais, feridos e mortos humanos. O efeito barreira e as mortes de animais causadas por atropelamento comprometem o fluxo gênico entre populações, reduzem a viabilidade populacional e aumentam o risco de extinções locais, sobretudo em áreas sob forte pressão antrópica, onde as populações estão fragmentadas e as comunidades são afetadas por outros impactos ambientais. Esta tese investiga como características da paisagem e da adequabilidade ambiental influenciam a ocorrência de atropelamentos de mamíferos silvestres de médio e grande porte, oferecendo uma abordagem integrada entre ecologia da paisagem, conservação da natureza e gestão ambiental. O primeiro capítulo teve como objetivo examinar como as características da paisagem influenciam a ocorrência de atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte, ao longo da rodovia Dom Pedro I (SP-065), situada no Corredor Cantareira-Mantiqueira (SP/MG). Foram analisados 1.418 registros de atropelamentos de 24 espécies de mamíferos de médio e grande porte. A partir de dados da CETESB e da plataforma MapBiomas, foram avaliadas sete variáveis de uso e cobertura da terra em múltiplas escalas espaciais. As espécies foram agrupadas funcionalmente conforme suas áreas de vida e tolerância a ambientes antropizados. Os resultados indicaram que pastagens e agricultura estão fortemente associadas à mortalidade de fauna, especialmente para espécies com menor capacidade de deslocamento ou maior dependência de ambientes abertos. O mosaico de usos da terra, por sua vez, apresentou efeito negativo, sugerindo que paisagens mais heterogêneas podem oferecer refúgios ou rotas alternativas. Esses achados reforçam que os atropelamentos não são apenas consequência da infraestrutura viária, mas também do contexto da paisagem em que ela se insere, implicando responsabilidade compartilhada entre gestores rodoviários, proprietários rurais e governos locais. O segundo capítulo tem como objetivo avaliar se os atropelamentos de cinco espécies de felinos silvestres estão relacionados à adequabilidade de habitat e a características da paisagem. Foram analisados 665 registros de atropelamentos em diferentes rodovias que cortam o bioma Mata Atlântica. Pesquisadores parceiros disponibilizaram os mapas de adequabilidade de habitat que geraram pela modelagem da distribuição potencial de sete espécies de felinos na Mata Atlântica, usando variáveis bioclimáticas e de paisagem. A pesquisa revelou que o risco de atropelamento é maior em áreas com alta qualidade de habitat e próximas a unidades de conservação, especialmente em regiões com elevada fragmentação florestal. As respostas variaram entre as espécies: *Puma concolor* e *Herpailurus yagouaroundi* demonstraram padrões singulares de vulnerabilidade, enquanto

Leopardus guttulus e *Leopardus pardalis* apresentaram riscos contrastantes, possivelmente relacionados à sua ecologia e comportamento. *Leopardus wiedii*, embora com menor número de registros, mostrou maior risco em habitats considerados prioritários para conservação. Esses resultados evidenciam que o risco de atropelamento não é homogêneo, sendo influenciado por uma complexa interação entre comportamento animal, estrutura da paisagem e pressão humana. A partir dos dois estudos, esta tese visa contribuir com subsídios técnicos e científicos para o desenvolvimento de estratégias de mitigação mais eficazes, como a priorização de trechos críticos para instalação de passagens de fauna, sinalização adequada e gestão integrada do uso e cobertura da terra. Ao evidenciar que os atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte são fenômenos ecológicos mediados por variáveis espaciais e comportamentais, reforça-se a necessidade de políticas públicas que articulem conservação da biodiversidade com gestão ambiental e engenharia de rodovias sustentáveis.

Palavras-chave: ecologia de estradas; vertebrados; impacto ambiental; floresta tropical; conservação da natureza.

ABSTRACT

Roads are one of the main threats to biodiversity conservation, especially in tropical biomes such as the Atlantic Forest. Their impacts extend beyond the space they occupy, directly affecting wildlife communities and populations, primarily through the barrier effect—which limits the movement of certain animal species—and through mortality, particularly of vertebrates killed in vehicle collisions, which can also cause material damage, human injuries, and fatalities. The barrier effect and animal deaths caused by roadkill compromise gene flow between populations, reduce species' population viability, and increase the risk of local extinctions, especially in areas under strong anthropogenic pressure where populations are already fragmented and communities face multiple environmental impacts. This thesis investigates how landscape characteristics and environmental suitability influence the occurrence of roadkill of medium- and large-sized wild mammals, offering an integrated approach that combines landscape ecology, nature conservation, and environmental management. The first chapter examines how landscape features affect roadkill of medium- and large-sized mammals along the Dom Pedro I highway (SP-065) within the Cantareira-Mantiqueira Corridor (SP/MG). We analyzed 1,418 roadkill records of 24 mammal species. Using collision data provided by CETESB and land-use and land-cover variables extracted from MapBiomas at multiple spatial scales, we functionally grouped species according to their home-range size and tolerance to anthropogenic environments. Results showed that pastures and agricultural lands are strongly associated with higher wildlife mortality – particularly for less mobile species or those dependent on open habitats – whereas heterogeneous land-use mosaics were linked to reduced roadkill rates, suggesting that more complex landscapes offer refuges or alternative movement routes. These findings underscore that roadkill is driven not only by road infrastructure but also by the surrounding landscape context, implying shared responsibility among road managers, rural landowners, and local governments. The second chapter assesses whether roadkill of five wild felid species is related to habitat suitability and landscape characteristics. We analyzed 665 roadkill records from various highways crossing the Atlantic Forest biome. Partner researchers supplied the habitat-suitability maps they generated by modeling the potential distribution of seven felid species in the Atlantic Forest using bioclimatic and landscape predictors. Collision risk was highest in areas of high habitat quality near protected areas and in highly fragmented forest regions. Species-specific responses emerged: *Puma concolor* and *Herpailurus yagouaroundi* showed distinct vulnerability patterns; *Leopardus guttulus* and *Leopardus pardalis* exhibited contrasting risk profiles likely tied to their ecology and behavior; and *Leopardus wiedii*, despite fewer records, faced elevated risk in habitats prioritized for conservation. Together, these studies provide technical and scientific support for developing more effective mitigation strategies – such as prioritizing critical road stretches for wild-

life crossings, installing proper signage, and integrating land-use planning – and highlight the need for public policies that align biodiversity conservation with environmental management and sustainable road engineering.

Keywords: road ecology; vertebrates; environmental impact; tropical forest; nature conservation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	10
Referências	13
CAPÍTULO 1: LANDSCAPE IMPACT ON THE ROADKILL OF MAMMALS IN BRAZIL	16
CAPÍTULO 2: ÁREAS FLORESTAIS E COM BOA ADQUABILIDADE DE HABITAT PARA FELINOS NA MATA ATLÂNTICA REPRESENTAM RISCO ELEVADO DE ATROPELAMENTO.....	38
Resumo	38
Abstract.....	38
Introdução.....	39
Material e Métodos	42
Resultados	48
Discussão	55
Conclusão	61
Referências	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS	71

INTRODUÇÃO GERAL

A intensificação das atividades humanas tem provocado alterações profundas na estrutura e no funcionamento dos ecossistemas, resultando em perdas significativas da biodiversidade global (CARDINALE *et al.*, 2012). No contexto do Antropoceno, a defaunação — entendida como o declínio de populações animais, extinções locais e erosão funcional de comunidades — configura-se como um dos processos mais preocupantes e persistentes, sobretudo em regiões tropicais (DIRZO *et al.*, 2014). Mamíferos de médio e grande porte, por suas elevadas exigências ecológicas e papel funcional nos ecossistemas, estão entre os grupos mais suscetíveis à defaunação, com consequências diretas para a resiliência ecológica e a integridade da paisagem (ESTES *et al.*, 2011; GALETTI *et al.*, 2016).

A Mata Atlântica, reconhecida como um dos hotspots mundiais de biodiversidade, exemplifica esse cenário. Restam aproximadamente 24% da sua cobertura original, dos quais cerca de 12,4% correspondem à vegetação nativa em bom estado de conservação, distribuída em fragmentos amplamente isolados e cercados por matrizes antropizadas de baixa permeabilidade (Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, 2022). Essa configuração compromete a conectividade estrutural e funcional da paisagem, amplificando os efeitos da defaunação e prejudicando processos ecológicos essenciais como dispersão de sementes, predação, regulação populacional e manutenção da diversidade funcional (BOGONI *et al.*, 2018; GALETTI *et al.*, 2016). A perda de mamíferos de médio e grande porte no bioma está associada à redução da qualidade do habitat, à fragmentação histórica e à intensificação de pressões antrópicas, como a caça e a mortalidade por colisões veiculares (PARDINI *et al.*, 2010; FREITAS e BARSZCZ, 2015).

Infraestruturas lineares, especialmente rodovias, desempenham papel central na aceleração desses processos ao promover a fragmentação de habitats, a conversão de coberturas naturais e a ampliação dos efeitos de borda (FAHRIG, 2003; VAN DER REE *et al.*, 2015). Rodovias atuam como barreiras ecológicas que dividem áreas contínuas de vegetação e comprometem a conectividade entre remanescentes florestais, dificultando a dispersão, o fluxo gênico e a recolonização (TAYLOR *et al.*, 2010; VAN DER REE *et al.*, 2011; MIMET *et al.*, 2013). Em paisagens altamente fragmentadas, como a Mata Atlântica, a manutenção da conectividade ecológica é determinante para a viabilidade populacional de diversas espécies (ASCENSÃO *et al.*, 2019).

Além dos efeitos estruturais sobre a paisagem, as rodovias impõem impactos diretos à fauna, como a mortalidade por atropelamento e a limitação de deslocamentos, que intensificam o isolamento populacional e alteram dinâmicas populacionais locais (SAÉNZ DE SANTA MARÍA e TELLERÍA, 2015; LESBARRÈRES e FAHRIG, 2012). Mamíferos de médio e grande porte são especialmente vulneráveis a esses impactos devido à baixa tolerância à matriz antropizada e à necessidade de grandes extensões para comportamentos vitais, como busca por alimento e reprodução (CIRINO *et al.*, 2022; TUCKER *et al.*, 2018). Estudos na Mata Atlântica indicam que os atropelamentos contribuem significativamente para o declínio populacional de espécies ameaçadas, sendo muitos registros subestimados por vieses amostrais e remoção de carcaças (PESSANHA *et al.*, 2023; SANTOS *et al.*, 2016).

A ecologia de rodovias tem se consolidado como um campo interdisciplinar voltado à compreensão dos impactos da infraestrutura viária sobre processos ecológicos e à proposição de medidas mitigadoras (ABRA *et al.*, 2025; RYTWINSKI *et al.*, 2016; VAN DER REE *et al.*, 2015). No Brasil, essa abordagem tem avançado com a sistematização de estudos aplicados à conservação da fauna em contextos de transporte terrestre, incluindo análises sobre mortalidade por atropelamentos, fragmentação de habitats e estratégias de mitigação. Publicações recentes têm contribuído para consolidar esse campo, reunindo evidências empíricas, diretrizes técnicas e recomendações voltadas à integração entre mobilidade e conservação da biodiversidade (FREITAS *et al.*, 2023). O amadurecimento da ecologia de rodovias está associado a uma produção científica crescente que organiza métodos, propõe modelos espaciais para identificação de trechos críticos e discute a articulação entre conectividade ecológica, planejamento territorial e práticas de licenciamento ambiental (FREITAS *et al.*, 2023; COLLINSON *et al.*, 2019; KINDEL *et al.*, 2017).

Nesse contexto, a preocupação com a efetividade das medidas de mitigação, a incorporação de critérios ecológicos nas políticas públicas e o fortalecimento da gestão ambiental têm se mostrado centrais para enfrentar os impactos das estradas sobre mamíferos de médio e grande porte. Estudos como os de RYTWINSKI *et al.* (2016) e MARTINS *et al.* (2024) oferecem subsídios técnicos e espaciais para orientar intervenções em trechos críticos, destacando a importância de ações integradas que considerem a biologia das espécies, a dinâmica da paisagem e os padrões de mortalidade viária. Ao propor modelos explicativos e estratégias de priorização, esses trabalhos contribuem não apenas para o avanço da ecologia de rodovias, mas também para o

aprimoramento de instrumentos normativos e operacionais voltados à conservação da biodiversidade em cenários de alta fragmentação. A articulação entre ciência aplicada, planejamento territorial e políticas públicas é, portanto, indispensável para mitigar os efeitos da defaunação e promover a conectividade ecológica em regiões como a Mata Atlântica.

A literatura especializada aponta para mais de 40 estratégias mitigadoras aplicáveis aos impactos viários sobre a fauna (RYTWINSKI *et al.*, 2016). Para mamíferos de médio e grande porte, o consenso empírico favorece estratégias que combinam engenharia ecológica, manejo da matriz e planejamento espacial (FREITAS *et al.*, 2023). Entre as ações mais eficazes estão passagens de fauna ajustadas ao porte e à ecologia das espécies, cercas direcionadoras que conduzem os animais até essas estruturas ou que evitam que eles adentrem a pista, manejo da vegetação na faixa de domínio e sinalização adaptativa, composta por alertas visuais ou eletrônicos acionados por sensores ou calibrados conforme os períodos de maior atividade da fauna (RYTWINSKI *et al.*, 2016; VAN DER GRIFT *et al.*, 2013). Essas medidas, quando associadas à priorização espacial baseada em modelos de risco e em áreas com alta incidência de atropelamentos, têm se mostrado promissoras para mitigar impactos viários e promover a conservação da fauna silvestre (MARTIN *et al.*, 2024; ABRA *et al.*, 2020; VAN DER REE *et al.*, 2015). A eficiência prática dessas medidas depende da seleção acurada dos trechos a serem tratados, de desenhos funcionais compatíveis com a biologia das espécies e de programas de monitoramento adaptativo que permitam avaliação e correção ao longo do tempo (LESTER 2015; HUIJSER *et al.*, 2007).

Esta tese tem como foco os atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte na Mata Atlântica, uma carnificina silenciosa que se espalha pelas rodovias do Brasil megadiverso, comprometendo a integridade ecológica de paisagens já fragmentadas. Investigamos as interações entre esses eventos e os atributos da paisagem. No primeiro capítulo, analisamos a influência de variáveis ambientais ao longo de um importante eixo rodoviário sobre a distribuição e a frequência dos registros no Corredor Cantareira–Mantiqueira. No segundo, buscamos compreender o risco de atropelamento para cinco espécies de felinos, integrando modelos de adequabilidade de habitat e características da paisagem associadas à ocorrência dos registros. Ao articular análises multiescalares e modelos explicativos, a tese busca fornecer subsídios técnicos e espaciais para a priorização de intervenções mitigadoras e para fortalecer a incorporação da ecologia de rodovias no planejamento de conservação.

Referências

ABRA, Fernanda D. et al. A Century Documenting Roads' Toll on Global Biodiversity. **Global Ecology and Conservation**, p. e03859, 2025.

<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2025.e03859>

ABRA, Fernanda Delborgo et al. Use of unfenced highway underpasses by lowland tapirs and other medium and large mammals in central-western Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 18, n. 4, p. 247-256, 2020.

<https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.10.006>

ASCENSÃO, Fernando et al. Predicting spatiotemporal patterns of road mortality for medium-large mammals. **Journal of Environmental Management**, v. 248, p. 109320, 2019.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109320>

BOGONI, Juliano André et al. Wish you were here: How defaunated is the Atlantic Forest biome of its medium-to large-bodied mammal fauna?. **PloS one**, v. 13, n. 9, p. e0204515, 2018.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204515>

CARDINALE, Bradley J. et al. Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature**, v. 486, n. 7401, p. 59-67, 2012.

<https://doi.org/10.1038/nature11148>

CIRINO, Douglas William et al. Do the roadkills of different mammal species respond the same way to habitat and matrix?. **Nature conservation**, v. 47, p. 65-85, 2022.

<https://doi.org/10.3897/natureconservation.47.73010>

COLLINSON, Wendy et al. Status of road ecology research in Africa: do we understand the impacts of roads, and how to successfully mitigate them?. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 7, p. 479, 2019.

<https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00479>

DIRZO, Rodolfo et al. Defaunation in the Anthropocene. **science**, v. 345, n. 6195, p. 401-406, 2014.

<https://doi.org/10.1126/science.1251817>

ESTES, James A. et al. Trophic downgrading of planet Earth. **science**, v. 333, n. 6040, p. 301-306, 2011.

<https://doi.org/10.1126/science.1205106>

FAHRIG, Lenore. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003.

<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>

Freitas SR, Mendonça RR, Baptista MBA. Impacto dos Transportes na Fauna. Santo André: Universidade Federal do ABC; 2023. 285 p. ISBN: 978-65-5719-061-6.

FREITAS, SR de; BARSZCZ, Leonardo Beltrão. A perspectiva da mídia online sobre os acidentes entre veículos e animais em rodovias brasileiras: uma questão de segurança. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 33, p. 261-276, 2015.

<https://doi.org/10.5380/dma.v33i0.36910>

Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: período 2020–2021. São

Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; 2022. Relatório técnico. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2022/05/Sosma-Atlas-2022-1.pdf>

GALETTI, Mauro et al. Defaunation and biomass collapse of mammals in the largest Atlantic forest remnant. **Animal Conservation**, v. 20, n. 3, p. 270-281, 2017. <https://doi.org/10.1111/acv.12311>

HUIJSER, Marcel P. et al. **Wildlife-vehicle collision reduction study: report to congress**. 2007.

KINDEL, Andreas et al. Following the “Why? What? and How?” schema to improve road-kill evaluation in environmental impact assessments of Southern Brazil. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 3, 2017. <https://doi.org/10.4257/oeco.2017.2103.03>

LESBARRERES, David; FAHRIG, Lenore. Measures to reduce population fragmentation by roads: what has worked and how do we know?. **Trends in ecology & evolution**, v. 27, n. 7, p. 374-380, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.01.015>

LESTER, Dion. Effective wildlife roadkill mitigation. **Journal of Traffic and Transportation Engineering**, v. 3, n. 1, p. 42-51, 2015.

MARTINS, Thais et al. Combining roadkill hotspots and landscape features to guide mitigation measures on highways. **Journal for Nature Conservation**, v. 82, p. 126738, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2024.126738>

MIMET, Anne et al. Assessing functional connectivity: a landscape approach for handling multiple ecological requirements. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 4, n. 5, p. 453-463, 2013. <https://doi.org/10.1111/2041-210x.12024>

PARDINI, Renata et al. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. **PLoS one**, v. 5, n. 10, p. e13666, 2010. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013666>

PESSANHA, Letícia A. et al. Danger under wheels: mammal roadkills in the threaten lowland Atlantic Forest in southeast Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 113, p. e2023007, 2023. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2023007>

RYTWINSKI, Trina et al. How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. **PLoS one**, v. 11, n. 11, p. e0166941, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166941>

SÁENZ-DE-SANTA-MARÍA, Antonio; TELLERÍA, José L. Wildlife-vehicle collisions in Spain. **European Journal of Wildlife Research**, v. 61, n. 3, p. 399-406, 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s10344-015-0907-7>

SANTOS, Rodrigo Augusto Lima et al. Carcass persistence and detectability: reducing the uncertainty surrounding wildlife-vehicle collision surveys. **PLoS one**, v. 11, n. 11, p. e0165608, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165608>

TAYLOR, Brendan D.; GOLDINGAY, Ross L. Roads and wildlife: impacts, mitigation and implications for wildlife management in Australia. **Wildlife Research**, v. 37, n. 4, p. 320-331, 2010. DOI:[10.1071/WR09171](https://doi.org/10.1071/WR09171)

TUCKER, Marlee A. et al. Moving in the Anthropocene: Global reductions in terrestrial mammalian movements. **Science**, v. 359, n. 6374, p. 466-469, 2018. <https://doi.org/10.1126/science.aam9712>

VAN DER GRIFT, Edgar A. et al. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, n. 2, p. 425-448, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0421-0>

VAN DER REE, Rodney; SMITH, Daniel J.; GRILO, Clara. **Handbook of road ecology**. John Wiley & Sons, 2015.

VAN DER REE, Rodney et al. Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: road ecology is moving toward larger scales. **Ecology and society**, v. 16, n. 1, 2011. <https://doi.org/10.5751/ES-03982-160148>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos ao longo desta pesquisa reforçam que os atropelamentos de mamíferos silvestres de médio e grande porte são fenômenos profundamente enraizados na configuração da paisagem e nas dinâmicas territoriais que moldam o uso e cobertura da terra. A presença de espécies florestais raras e ameaçadas no Corredor Cantareira-Mantiqueira confirma a relevância ecológica da região e evidencia que áreas de alta biodiversidade continuam vulneráveis à pressão da infraestrutura viária.

A análise revelou que matrizes de pastagem e agricultura não apenas ampliam o risco de atropelamento para espécies generalistas, como também funcionam como áreas de vida em paisagens altamente fragmentadas. A vegetação nativa, por sua vez, mostrou associação com atropelamentos de espécies com menor área de vida, indicando que mesmo os remanescentes florestais podem representar zonas de risco quando inseridos em contextos de uso intensivo do solo. A variação do efeito da escala entre 500 e 3.000 metros ao redor dos pontos de registro reforça que a vulnerabilidade à mortalidade viária é modulada por atributos ecológicos específicos, exigindo abordagens multiescalares e sensíveis à diversidade funcional das espécies.

Diante desse cenário, torna-se evidente que a responsabilidade pela mitigação dos impactos não se limita à gestão rodoviária. O manejo das propriedades rurais lindeiras e o planejamento municipal do uso do solo desempenham papel decisivo na exposição da fauna à malha viária. A ausência de articulação entre conservação e ordenamento territorial compromete a eficácia das ações de mitigação e perpetua um modelo de intervenção que privilegia apenas os trechos associados à vegetação nativa, negligenciando o papel das matrizes agropecuárias e abertas.

É necessário, portanto, revisar o paradigma vigente na concepção de medidas mitigadoras. Estratégias eficazes devem partir de perguntas claras sobre o tipo de impacto a ser enfrentado — seja a mortalidade direta ou o efeito barreira — para então definir os grupos-alvo e os locais de intervenção com base nos atributos da paisagem. Em contextos de elevada fragmentação, reconhecer que pastagens e cultivos agrícolas são utilizados como áreas de vida por diversas espécies é fundamental para ampliar o escopo das ações e garantir que a mitigação seja compatível com a realidade ecológica.

A análise voltada aos felinos silvestres reforça esse entendimento ao revelar respostas espécie-específicas às variáveis de paisagem e adequabilidade de habitat.

Mais do que identificar áreas críticas, os achados apontam para a necessidade de estratégias adaptadas às exigências ecológicas de cada espécie, com foco na funcionalidade da paisagem e na conectividade entre fragmentos.

O reconhecimento da paisagem como mediadora do risco reforça a urgência de incorporar critérios ecológicos à gestão ambiental e ao planejamento territorial. Em regiões onde a conectividade funcional coincide com zonas de alta pressão antrópica, essa integração entre conservação e infraestrutura é indispensável para garantir a persistência das populações de médio e grande porte e promover uma convivência mais equilibrada entre desenvolvimento econômico e conservação da biodiversidade.