



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COLEGIADO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Ciências
Biológicas**
UEL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VITÓRIA APARECIDA GALDIN

ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS EM TRECHOS DE DUPLICAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ

Londrina – Paraná

2025

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

VITÓRIA APARECIDA GALDIN

**ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS EM TRECHOS
DE DUPLICAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Ana Paula Vidotto Magnoni
Coorientador: David Lins Fernandes Leiroza Lovato

**Londrina – Paraná
2025**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

G149g Galdin, Vitória Aparecida Galdin.
ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS EM TRECHOS DE DUPLICAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ / Vitória Aparecida Galdin Galdin. - Londrina, 2025. 50 f. : il.

Orientador: Ana Paula Vidotto Magnoni.
Coorientador: David Lins Fernandes Leiroza Lovato.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, 2025.
Inclui bibliografia.

1. Ecologia de Estradas - TCC. 2. Mata Atlântica - TCC. 3. Conservação - TCC. I. Vidotto Magnoni, Ana Paula II. Lovato, David Lins Fernandes Leiroza. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU 574

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ana Paula Vidotto Magnoni

Msc. David Lins Fernandes Leioroza Lovato

Prof. Dr. Leandro Luis Martins

Prof. Dr. Luiz dos Anjos (suplente)

Londrina, 23 de novembro de 2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo o apoio ao longo desta jornada. Em especial à minha mãe, por sempre acreditar em mim e ser minha maior fonte de inspiração e respeito. Aos meus irmãos, por estarem ao meu lado, pelo incentivo constante e por serem minhas maiores referências de ingressar na UEL.

À minha orientadora, Professora Doutora Ana Paula Vidotto Magnoni, por me acolher como orientanda desde o segundo ano da graduação e por guiar com paciência e dedicação.

Ao meu coorientador, Mestre David Lins Fernandes Leiroza Lovato, por todo o ensinamento, paciência e acolhimento. Minha inspiração para seguir a área de mastozoologia e um amigo incrível.

A todos os integrantes do Laboratório de Ecologia e Comportamento Animal (LECA), pelas trocas, conversas e aprendizados que contribuíram imensamente para minha formação.

Aos meus amigos da graduação por todos as vivências, risos e trocas.

A todos os professores da graduação, por participarem na construção da minha formação acadêmica.

E a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui, meu mais sincero agradecimento.

GALDIN, Vitória Aparecida. **Atropelamento de mamíferos em trechos de duplicação no estado do Paraná**. 2025. 50 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2025.

RESUMO

O Brasil possui a maior diversidade de mamíferos do mundo, com 785 espécies. Ao longo dos últimos séculos esta biodiversidade vem sofrendo declínio populacional, sendo os atropelamentos uma fonte de mortalidade direta para o grupo. O estudo teve como objetivo avaliar a mortalidade de mamíferos por atropelamento em trechos de duplicação das rodovias PR-445 e BR-163, identificando padrões de ocorrência e avaliando a influência de fatores ecológicos, ambientais e paisagísticos na composição das espécies afetadas. Os dados utilizados foram disponibilizados pelo Instituto Água e Terra (IAT) e abrangem os registros obtidos nos trechos monitorados das rodovias ao longo dos períodos de monitoramento realizados durante as obras de duplicação. Foi utilizado o mapa de calor do tipo Kernel para identificar hotspots de atropelamento. Para cada espécie foi consultado o status de conservação. As relações entre variáveis biológicas e ambientais foram avaliadas por PERMANOVA e representadas por meio de ordenação NMDS no software R. Foram registrados 351 atropelamentos, abrangendo 23 espécies de mamíferos. Carnívora, Cingulata e Rodentia foram as ordens mais afetadas, com destaque para Canidae, Dasypodidae e Didelphidae. As espécies mais atingidas foram *D. novemcinctus*, *C. familiaris*, *L. europaeus*, *C. spinosus* e *N. nasua*. A PR-445 concentrou mais ocorrências e presença de domésticos, enquanto a BR-163 registrou sobretudo espécies silvestres e invasoras. A PERMANOVA indicou efeitos significativos de dieta, hábito, uso do solo, clima, fase lunar e ano. Os atropelamentos revelam um forte impacto sobre os mamíferos nativos, com maior ocorrência registrada para *D. novemcinctus*, *C. spinosus*, *N. nasua*. A espécie invasora *L. europaeus* também foi amplamente registrada. As diferenças entre rodovias refletem o uso do solo e o contexto ambiental. A PERMANOVA indica influência de dieta, hábito e paisagem na composição das espécies atingidas. Os resultados reforçam a urgência de medidas de mitigação eficazes e de monitoramento contínuo para reduzir a mortalidade e orientar ações de conservação.

Palavras-chave: Ecologia de Estrada, Espécies Exóticas; Mata Atlântica; Mammalia; Conservação.

GALDIN, Vitória Aparecida. **Roadkill of mammals in highway duplication sections in the state of Paraná**. 2025. 50 pgs. Final Dissertation (Biological Sciences Undergraduation) – Londrina State University. Londrina. 2025.

ABSTRACT

Brazil has the greatest diversity of mammals in the world, with 785 species. Over the last centuries, this biodiversity has suffered population declines, and roadkill has become a direct source of mortality for the group. The aim of the study was to assess mammal mortality caused by vehicle collisions along duplicated sections of highways PR-445 and BR-163, identifying patterns of occurrence and evaluating the influence of ecological, environmental, and landscape factors on the composition of affected species. The data used were provided by the Instituto Água e Terra (IAT) and include the records obtained in the monitored highway sections throughout the monitoring periods conducted during the duplication works. A Kernel heat map was used to identify roadkill hotspots. The conservation status of each species was reviewed. Relationships between biological and environmental variables were assessed using PERMANOVA and represented by NMDS ordination in R software. A total of 351 collisions were recorded, involving 23 mammal species. Carnivora, Cingulata and Rodentia were the most affected orders, with emphasis on Canidae, Dasypodidae and Didelphidae. The most affected species were *D. novemcinctus*, *C. familiaris*, *L. europaeus*, *C. spinosus* and *N. nasua*. PR-445 had more occurrences and greater presence of domestic species, while BR-163 recorded mainly wild and invasive species. PERMANOVA indicated significant effects of diet, habits, land use, climate, lunar phase and year. The roadkill data reveals a strong impact on native mammals, with the highest occurrence for *D. novemcinctus*, *C. spinosus* and *N. nasua*. The invasive species *L. europaeus* was also widely recorded. Differences between highways reflect land use and environmental conditions. PERMANOVA indicates the influence of diet, habits and landscape on the composition of affected species. The results reinforce the urgency of implementing effective mitigation measures and continuous monitoring to reduce mortality and guide conservation actions.

Keywords: Road Ecology; Exotic Species; Atlantic Forest; Mammalia; Conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudo. Rodovias: PR-445 no norte e BR-163 no oeste do estado do Paraná.....	17
Figura 2. Mapa do Paraná indicando as distintas fitofisionomias presentes no estado.	19
Figura 3. Gráfico de frequências de atropelamentos entre as (A) ordens e (B) famílias.	23
Figura 4. Gráfico geral das frequências das espécies atropeladas.	28
Figura 5. Frequência de espécies atropeladas na PR-445 no trecho entre Londrina a Mauá da Serra.....	29
Figura 6. Frequência de espécies atropeladas na BR-163 no trecho entre Cascavel e Santa Tereza do Oeste.	30
Figura 7. Mapa de calor do tipo Kernel para as rodovias PR-445 e BR-163. Os pontos críticos estão destacados em vermelho.	31
Figura 8. Gráficos da variação na composição das espécies de mamíferos atropelados em função das variáveis analisadas. Os gráficos de NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) ilustram a similaridade/dissimilaridade entre os conjuntos de espécies atropeladas em cada categoria das variáveis testadas. Pontos próximos indicam maior similaridade na composição de espécies, enquanto pontos distantes indicam maior diferença. Os agrupamentos e separações observados nos gráficos refletem os resultados da PERMANOVA, evidenciando se (A) Dieta, (B) Uso do solo, (C) Clima, (D) Hábito, (E) Fase lunar e (F) Ano, influenciaram a composição da fauna de mamíferos atropelada..	33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Classes de uso e cobertura do solo identificadas no trecho de estudo das rodovias PR-445 e BR-163, com código e descrição.21
- Tabela 2.** Lista geral de mamíferos atropelados nas rodovias PR-445 e BR-163 durante o processo de licenciamento para duplicação de trechos. (N) total de ocorrências. (F%) Frequência das ocorrências. Dieta: herbívoro (Hb), onívoro (On), carnívoro (Ca), insetívoro (In) e frugívoro (Fr). Hábito: diurno (Dn), crepuscular (Cr), crepuscular e noturno (CrN) e noturno (Nt), Categorias de ameaça: não avaliado (NE), deficiência de dados (DD), pouco preocupante (LC), quase ameaçado (NT), em perigo (EM) e vulnerável (VU).24
- Tabela 3.** Resultados da Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) testando o efeito de oito variáveis biológicas, ambientais, espaciais e temporais na composição de espécies atropeladas. A análise foi realizada com base na matriz de distâncias de dissimilaridade de Bray-Curtis.31

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Mata Atlântica	11
2.2 Ecologia de Estradas	12
2.3 Fauna de mamíferos e vulnerabilidade as estradas.....	13
3.4 Mitigação e monitoramento.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Área de estudo	17
3.2 Coleta e análise de dados.....	20
4. RESULTADOS.....	23
5. DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

As estradas e rodovias constituem uma das principais causas de mortalidade da fauna em escala global. Colisões envolvendo mamíferos comprometem a integridade populacional, reduzem a variabilidade genética e elevam o risco de extinção, especialmente para espécies já vulneráveis. Na Mata Atlântica, o bioma mais degradado do Brasil, a pressão das rodovias é ainda mais intensa. Além de fragmentar habitats, essas infraestruturas ampliam o acesso humano a áreas sensíveis, aumentando distúrbios e ameaças à fauna. Nesse cenário, vias de transporte tornam-se barreiras físicas e letais para o movimento de fauna.

Compreender os fatores que influenciam os atropelamentos, incluindo características ecológicas das espécies, padrões sazonais e atributos da paisagem, é fundamental para subsidiar ações de mitigação, como sinalização adequada, passagens de fauna e ajustes estruturais nas rodovias. Diante disso, o trabalho busca responder aos seguintes questionamentos: quais espécies de mamíferos são mais afetadas pelos atropelamentos nas rodovias avaliadas e quais fatores ecológicos, ambientais e espaciais influenciam a composição das espécies atingidas? Neste sentido, a hipótese é que a composição das espécies atropeladas varia conforme características ecológicas (dieta, hábito), condições ambientais (clima, fase lunar) e atributos da paisagem (uso do solo), indicando vulnerabilidades específicas em diferentes contextos.

O objetivo geral do estudo foi detectar a fauna de mamíferos atropeladas, e os objetivos específicos são: quantificar as espécies e a abundância de indivíduos atropelados; avaliar a frequência de atropelamentos em diferentes níveis taxonômicos; detectar zonas sensíveis de atropelamento nas rodovias estudadas; e testar se a composição das espécies atropeladas varia entre categorias de dieta, hábito, uso do solo, clima, fase lunar, estação, ano e trechos das rodovias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é reconhecida como um dos principais *hotspots* de biodiversidade do planeta, devido à sua elevada riqueza de espécies e altos índices de endemismo (Chiarello, 2000; Mittermeier et al., 2005). Originalmente, o bioma abrangia cerca de 1.200.000 km², aproximadamente 12% do território brasileiro, sendo considerada a segunda maior floresta pluvial das Américas (Tabarelli et al., 2005; Marques & Grelle 2021).

A heterogeneidade de relevo, clima e tipos de solos resultou na formação de um complexo mosaico de fitofisionomias, abrangendo florestas ombrófilas densas e mistas, florestas estacionais, restingas, manguezais e campos de altitude (Tabarelli et al., 2005). Essa heterogeneidade ambiental favoreceu o surgimento de uma ampla variedade de nichos ecológicos e, conseqüentemente, de espécies (Myers et al., 2000). Segundo Figueiredo et al. (2021), o bioma abriga cerca de 2.500 espécies de vertebrados terrestres, das quais 28% dos mamíferos e 70% dos anfíbios são endêmicos. A flora conta com cerca de 19.355 espécies, sendo 40% endêmicas (Forzza et al., 2012).

Entretanto, desde o período colonial, a Mata Atlântica tem sido submetida a um processo contínuo e intenso de degradação ambiental (Morellato & Haddad, 2000). A exploração de recursos naturais, a expansão agrícola, a urbanização e a industrialização levaram à drástica redução da cobertura florestal, que atualmente, segundo Vancine et al. (2024), o bioma apresenta cerca de 23% de cobertura florestal e 36% de cobertura vegetal natural remanescente, distribuída em fragmentos isolados, muitos com menos de 50 hectares, inseridos em matrizes predominantemente agrícola e urbana (Tabarelli et al., 2005; Bager et al., 2007).

A fragmentação compromete a conectividade entre os remanescentes, intensifica os efeitos de borda e reduz a qualidade do habitat, impactando diretamente processos ecológicos como dispersão de sementes, polinização e fluxo gênico (Zanella et al., 2012; Varassin et al., 2021; Broggio et al., 2024). Além disso, a Mata Atlântica concentra mais da metade da população brasileira, o que amplifica as pressões antrópicas sobre seus ecossistemas (Lima et al., 2020).

Atualmente, o bioma permanece sob intensa pressão antrópica, devido à fragmentação florestal, associada a outras ameaças diretas, como a caça, os incêndios, a propagação de espécies exóticas invasoras e a mortalidade de fauna por atropelamentos (Galetti et al., 2021). Em conjunto, essas pressões comprometem a dinâmica ecológica dos ecossistemas e ameaçam a sobrevivência das espécies da fauna e da flora (Marques & Grelle, 2021; Galetti et al., 2021).

2.2 Ecologia de Estradas

A ecologia de estradas é uma área de estudo relativamente recente, voltada à compreensão dos efeitos das infraestruturas viárias sobre a biodiversidade e à busca de medidas para frear com os impactos ecológicos gerados por ela (Forman et al., 2003). A área ganhou ampla projeção principalmente nos anos 90 com Richard Forman, ecólogo de paisagem. No entanto, estudos voltados para essa temática área já vinha sendo desenvolvidos anteriormente, como os de Garland & Bradley (1984) e Forman & Alexander (1998).

Na América do Sul, segundo Pinto et al. (2020), a ecologia de estradas tem como o foco a perda da biodiversidade, onde as colisões resultam em altas taxas de mortalidade, comprometendo a integridade populacional das espécies. No Brasil e

em outros países da América Latina, as pesquisas ainda têm caráter predominantemente diagnóstico, buscando compreender a magnitude dos impactos e propor medidas mitigadoras em contextos em que o problema já está instalado (Pinto et al., 2020; Medrano-Vizcaíno et al., 2022)

2.3 Fauna de mamíferos e vulnerabilidade as estradas

O Brasil abriga aproximadamente 785 espécies de mamíferos (Abreu et al., 2024), que exercem papéis ecológicos essenciais, como a dispersão de sementes, polinização, regulação trófica e ciclagem de nutrientes (Batista et al., 2021). Muitos desses animais necessitam de áreas extensas para atender suas necessidades ecológicas, tornando-se altamente vulneráveis aos efeitos da fragmentação e das rodovias ao se deslocarem (Barthelmess & Brooks, 2010; Aximoff et al., 2022).

De acordo com o Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas (CBEE), cerca de 475 milhões de vertebrados são atropelados anualmente no Brasil, dos quais aproximadamente 430 milhões correspondem a pequenos vertebrados e os 45 milhões restantes são divididos em espécies de médio e grande porte. Para este último grupo, Pinto et al. (2022), estima-se que cerca de 9 milhões sejam de mamíferos de médio e grande porte.

A mortalidade de mamíferos em rodovias não afeta todas as espécies de maneira igual, uma vez que os padrões de atropelamento não ocorrem aleatoriamente (Ferregueti, 2020). Diversos fatores contribuem para esses eventos, incluindo características ecológicas das espécies, aspectos da paisagem ao redor da estrada e variáveis ambientais, como a sazonalidade (Ferregueti, 2020; Costa et al., 2022; Secco et al., 2024).

A plasticidade ecológica está entre os fatores de vulnerabilidade. Espécies generalistas, tendem a utilizar bordas de floresta e áreas abertas próximas às rodovias, o que as expõe mais frequentemente ao tráfego (Bueno & Almeida, 2010). Segundo Kozen et al. (2024) mamíferos de médio e grande porte que apresentam altas taxas de deslocamento, maior abundância populacional e comportamento generalista para uso de habitat apresentam risco mais elevado de atropelamento. Oposto a isso, espécies associadas a fragmentos florestais e com o uso mais restrito de habitat tendem a apresentar menor probabilidade de serem atropeladas.

A dieta e o comportamento alimentar também influenciam o risco de atropelamento. Espécies onívoras e carnívoras tendem a ser frequentemente atraídas às margens das rodovias devido à disponibilidade de recursos, como carcaças, alimentos de origem antrópica e resíduos (Ford & Fahrig, 2007; Barthelmess & Brooks, 2010). Em estudos com carnívoros, observou-se que a densidade de tocas de presas ao longo das margens das rodovias está positivamente associada ao aumento do risco de atropelamento, indicando que a disponibilidade de recursos alimentares pode intensificar a presença dos predadores nas proximidades das rodovias (Machado et al., 2024).

Outros fatores capazes de modificar os padrões de risco de atropelamentos incluem o hábito de atividade das espécies e a fase lunar. Segundo Carvalho et al. (2014), as noites de lua nova apresentaram maior frequência de atropelamentos quando comparado a outras fases do ciclo lunar como a lua cheia, desse modo, a maior luminosidade pode estar associada a redução dos atropelamentos devido a maior visibilidade. Apesar de estudos específicos com fase lunar serem ainda escassos no Brasil, a influência da luz e da atividade noturna surge

como variável importante para entender os padrões de mortalidade animal frente às estradas brasileiras (Medrano-Vizcaíno et al., 2022).

A sazonalidade e a estrutura da paisagem também constituem fatores importantes para os padrões de atropelamentos (Carvalho et al., 2014; Santos et al., 2024). Em períodos de seca, chuva ou reprodução, várias espécies ampliam seus deslocamentos em busca de alimento, refúgio ou parceiros, aumentando a probabilidade de cruzar rodovias (Zanzini et al., 2018; Ferreguetti et al., 2020). Em estudo recente realizado no Brasil, verificou-se que variáveis sazonais e características de uso e cobertura da paisagem influenciam significativamente as taxas de atropelamentos de vertebrados silvestres na Mata Atlântica (Santos et al., 2024). A estrutura da paisagem no entorno das rodovias desempenha papel relevante nos padrões de atropelamento. Vias que atravessam mosaicos compostos por fragmentos florestais e áreas agrícolas, sobretudo aquelas próximas a corpos d'água, tendem a concentrar maior número de registros de atropelamento (Medrano-Vizcaíno et al., 2022).

Contudo, o atropelamento de mamíferos é complexo, onde vários fatores podem estar relacionados e interagindo entre si conforme a espécie envolvida e o contexto ambiental e as características da estrada (Ascensão et al., 2019; Ferreguetti et al., 2020). Desse modo, surge a necessidade de abordagens multivariadas e integradas em estudos sobre mortalidade de fauna em rodovias (Ascensão et al., 2019; Secco et al., 2024).

3.4 Mitigação e monitoramento

As passagens de fauna constituem uma das principais estratégias de mitigação de atropelamentos de fauna. Os principais tipos de passagem de fauna são as subterrâneas (bueiros adaptados, túneis) e as passagens aéreas (viadutos vegetados e pontes de corda) (Clevenger & Huijse, 2011). Internacionalmente, esses dispositivos são amplamente empregados desde as décadas de 1970 e 1980, especialmente na Europa e América do Norte, onde sua eficácia já foi amplamente comprovada para mamíferos de diversos portes (Clevenger & Waltho, 2005; Van Der Grift et al., 2013).

Apesar do reconhecido potencial das passagens de fauna para mitigar a elevada mortalidade de vertebrados nas estradas, sua implementação no Brasil ainda enfrenta desafios estruturais (Martins et al. 2024). Entre os principais obstáculos destacam-se os elevados custos de implantação e manutenção, bem como a falta de normativas específicas e obrigatórias que exijam de concessionárias e órgãos rodoviários a adoção sistemática de medidas de soluções de engenharia voltadas à conectividade ecológica (Rytwinski et al., 2016). Em geral, ainda prevalece a adoção de medidas mitigatórias de baixo custo, especialmente a instalação de sinalização de travessia de fauna em estradas e rodovias. No entanto, a efetividade dessas ações, quando aplicadas de forma isolada, é reconhecidamente limitada para reduzir a mortalidade da fauna silvestre (Huijser et al., 2007, Rytwinski et al., 2016).

A literatura reforça que a mitigação eficaz exige planejamento integrado, monitoramento contínuo e a implementação de infraestruturas adequadas à ecologia das espécies afetadas. Nesse contexto, passagens de fauna e cercas direcionadoras constituem a abordagem mais robusta e consistentemente eficaz para

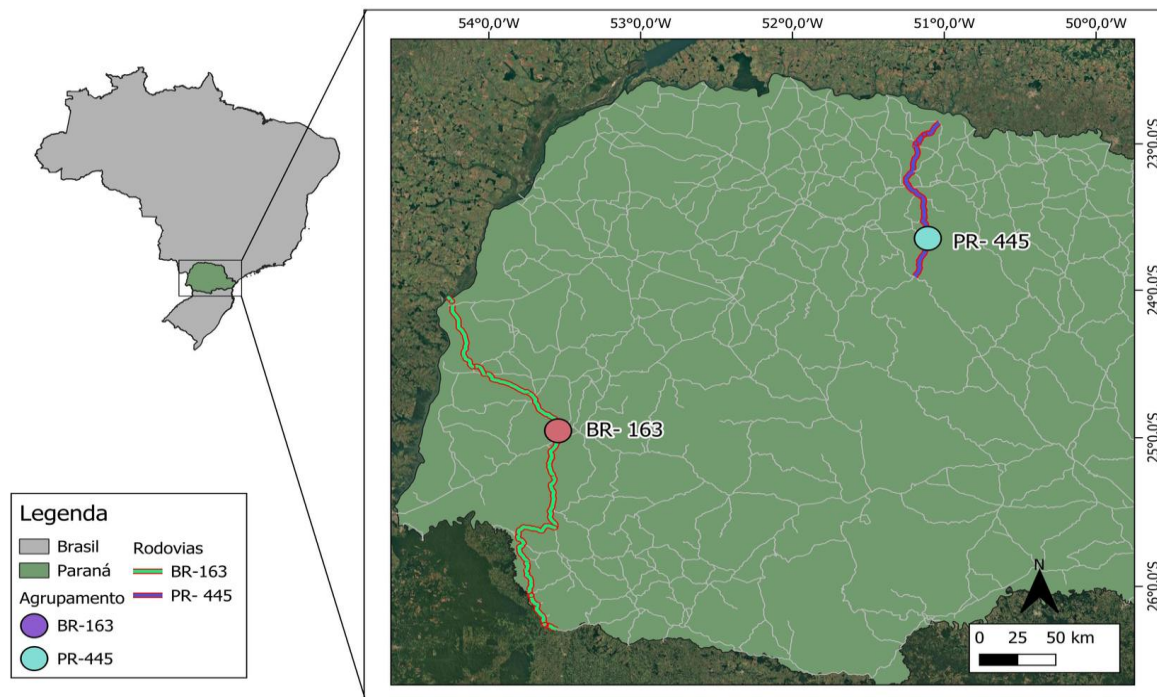
reduzir atropelamentos e restaurar a conectividade funcional das paisagens (Rytwinski et al., 2016; Spanowicz et al., 2020; Ascensão et al., 2021; Martins et al., 2024).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A PR-445 (Celso Garcia Cid) é uma rodovia estadual localizada no norte do estado do Paraná (Figura 1), abrangendo os municípios de Londrina, Cambé, Tamarana, Mauá da Serra, Bela Vista do Paraíso e Primeiro de Maio e Marilândia do Sul (Pereira et al., 2021; DER-PR, 2024). A velocidade máxima permitida é de 80km. Ao longo da rodovia, a composição paisagística ao entorno varia de agricultura, monocultura, agropecuária, pastagens, áreas urbanas e pequenos remanescentes florestais (Pereira et al., 2021).

Figura 1. Área de estudo. Rodovias: PR-445 no norte e BR-163 no oeste do estado do Paraná.

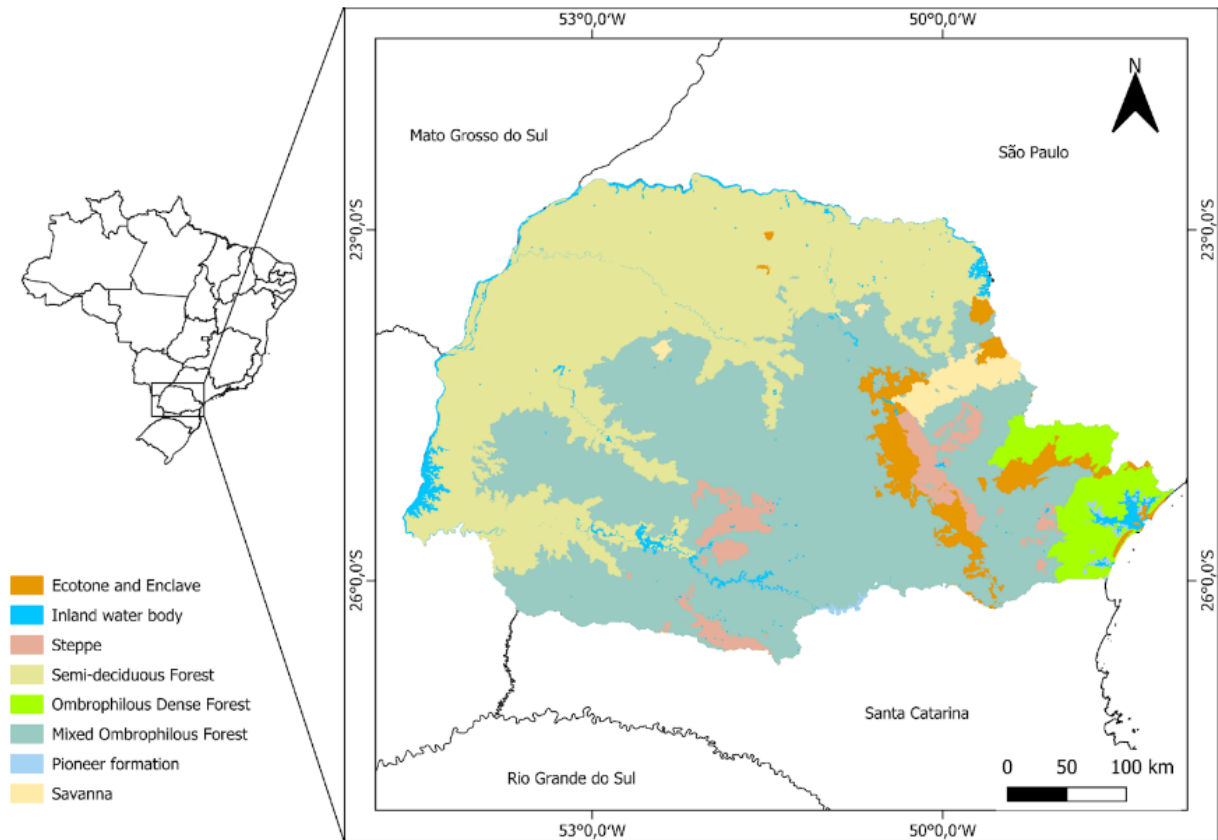


A BR-163, é uma rodovia federal, que se estende desde o estado do Rio Grande do Sul até o estado do Pará. No Paraná (Figura 1), o trecho se localiza ao oeste do estado, interligando a outros estados brasileiros, sendo um importante rota para transporte de bens e insumos, principalmente de produtos agrícolas (Nogueira, 2021).

Os dados são provenientes de trechos específicos, que foram divididos da seguinte maneira: trecho A PR 445 em Londrina, trecho B PR 445 entre Tamarana e Mauá da Serra, e trecho C, BR 163 entre os municípios de Cascavel e Santa Tereza do Oeste.

Originalmente o estado do Paraná possuía 85% de sua área coberta por formações florestais (Maack, 2002). Atualmente, considerando as diferentes fitofisionomias presentes no estado (Figura 2) a cobertura florestal nativa encontra-se reduzida, distribuída em fragmentos em distintos estágios sucessionais (Vieira & Mendonça, 2021) A PR-445 está inserida na região norte do estado do Paraná, cuja vegetação original é caracterizada pela Floresta Estacional Semidecidual (FES), fitofisionomia caracterizada pela dupla estacionalidade climática (período seco e chuvoso) onde até 50% da vegetação perde suas folhas durante o período seco. Atualmente marcada por um intenso processo de fragmentação (Dias & Barreira 2024). Já a BR-163, localizada na região oeste do estado, encontra-se em uma zona de transição entre a FES e a Floresta Ombrófila Mista (FOM), conhecida como Floresta de Araucária. Essa fitofisionomia tem como característica a alta pluviosidade com índices de precipitação bem distribuída ao longo do ano e temperaturas amenas (Garda & Alessio, 2024).

Figura 2. Mapa do Paraná indicando as distintas fitofisionomias presentes no estado.



A região norte do estado apresenta clima subtropical úmido, caracterizado por verões quentes e invernos brandos, com chuvas em todas as estações, podendo ocorrer seca no período de inverno. As temperaturas médias variam entre 21,1° a 22°C, enquanto a precipitação gira em torno de 1.500 mm (Maack, 2002; Nitsche et al., 2019). Já o município de Cascavel e Santa Tereza do Oeste, localizado na região oeste do Paraná, também possui o clima classificado como subtropical úmido (Cfa) com temperaturas médias entre 19,1° a 20° C e de precipitação anual variando de 1.800 mm a 2.000 mm (Junior et al., 2013; Nitsche et al., 2019).

3.2 Coleta e análise de dados

Os registros de atropelamento de mamíferos foram obtidos a partir do banco de dados do Instituto Água e Terra (IAT), órgão ambiental do estado do Paraná, provenientes de relatórios de monitoramento de fauna elaborados no contexto dos processos de licenciamento ambiental referentes à duplicação das rodovias estudadas, sob responsabilidade do Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná (DER). Para a PR-445, foram utilizados dados referentes ao período de 2022 a 2024, enquanto para a rodovia BR-163 os registros correspondem ao intervalo de 2021 a 2023.

Os dados foram obtidos a partir de planilhas não padronizadas, incluindo registros de mamíferos, aves, anfíbios e répteis. Para o estudo, os dados foram filtrados para incluir somente o grupo de mamíferos, gerando uma nova tabela contendo informações sobre coordenadas, datas, rodovias, e identificação taxonômica. Para cada espécie identificada, foi consultada a sua classificação quanto ao status de conservação, considerando a Lista Vermelha da IUCN (2025), a Lista Oficial de Espécies Ameaçadas do Paraná (2025) e a Lista de Espécies Ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente (MMA) de 2022.

Para as informações acerca das características funcionais, incluindo hábitos e dieta das espécies, foram obtidas a partir de guias de mamíferos (Reis et al., 2010, 2013; Prist et al., 2020). A fase lunar foi determinada por meio de consulta aos calendário correspondentes a todos os dias de coleta, os quais também foram utilizados para a classificação dos registros provenientes de cada estação. Foi criado uma categoria de não identificados para os registros que não possuíam identificação, que foram mantidos para indicar o impacto dos atropelamentos.

Para classificar o uso do solo, em cada registro foi gerado um buffer de 200m ao redor do ponto, dentro do qual a classe de uso e cobertura do solo correspondente ao ano da coleta, foi atribuída com base na moda dos pixels presentes no interior do buffer (Tabela 1). Dessa forma, cada registro recebeu a classe correspondente ao tipo de cobertura mais frequente na área circundante. A classificação do solo foi obtida a partir da Coleção 10 do MapBiomas. A partir disso, uma nova tabela foi gerada contendo as seguintes informações: ano, data, estação do ano, informações taxonômicas (Ordem, Família e Espécie), nome comum, se a espécie é silvestre ou doméstica, nativa, exótica ou invasora, atributos funcionais (dieta e hábito), fase lunar e a classificação do solo associada aos registros.

Tabela 1. Classes de uso e cobertura do solo identificadas no trecho de estudo das rodovias PR-445 e BR-163, com código e descrição.

Classe MapBiomas	Código	Descrição
Formação Florestal	3	Vegetação caracterizada pela predominância de espécies arbóreas, com alta densidade de árvores, dossel fechado e estratificação vertical.
Pastagem	15	Áreas de pastagem plantadas, diretamente relacionadas à atividade agropecuária.
Mosaico de usos	21	Áreas destinadas ao uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura. Pode incluir áreas de ocupação periurbana, como chácaras, sítios e condomínios.
Área urbanizada	24	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo infraestrutura e áreas livres de construção.
Soja	39	Áreas cultivadas com a monocultura da soja (primeira safra).
Outras lavouras temporárias	41	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir.

Para a identificação de pontos críticos de atropelamento em cada rodovia foi realizada por meio do mapa de calor do tipo Kernel, elaborado no software QGIS (versão 3.30), adotando um raio de influência de 2 km. As informações do uso e cobertura do solo foram obtidas da plataforma digital MapBiomas (Coleção 9).

Para análise estatística dos dados, foi utilizada a Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA), um teste não paramétrico que trabalha com matrizes de distância (Anderson, 2005). Essa análise permite verificar se os padrões de atropelamento das espécies variam de acordo com diferentes fatores ambientais e biológicos. Para o trabalho, foi avaliado se a composição dos registros de mamíferos atropelados mudou em função da classificação de uso do solo, dieta, hábito, fase lunar e ano.

A PERMANOVA funciona comparando o quanto as amostras agrupadas por mês são semelhantes ou diferentes entre si. Em seguida, o teste embaralha os dados, por meio de permutações, para calcular o valor de p e verificar se as diferenças observadas realmente fazem sentido ou poderiam ter acontecido apenas ao acaso. Além disso, o coeficiente R^2 ajuda a entender o quanto cada fator contribui para explicar a variação observada nos atropelamentos. A análise foi feita utilizando o software R-estúdio com o pacote vegan (Oksanen et al., 2022) e para visualização dos resultados, foi feito gráfico de NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) para representar as dissimilaridades entre as amostras no espaço bidimensional (NMDS1 e NMDS2).

4. RESULTADOS

Ao todo, foram registrados 351 atropelamentos de mamíferos, dos quais 253 puderam ser identificados ao nível de espécie, totalizando 23 espécies, distribuídas em oito ordens e 18 famílias (Tabela 2)

Entre as ordens (Figura 3A), Carnivora foi a mais representativa, com mais de 33% dos registros, seguido de Cingulata, Rodentia, Didelphimorphia, Lagomorpha, Chiroptera, Pilosa e Artiodactyla. Para as famílias (Figura 3B), Canidae, Dasypodidae, e Didelphidae estiveram entre as mais registradas junto com a categoria Não identificados.

Figura 3. Gráfico de frequências de atropelamentos entre as (A) ordens e (B) famílias.

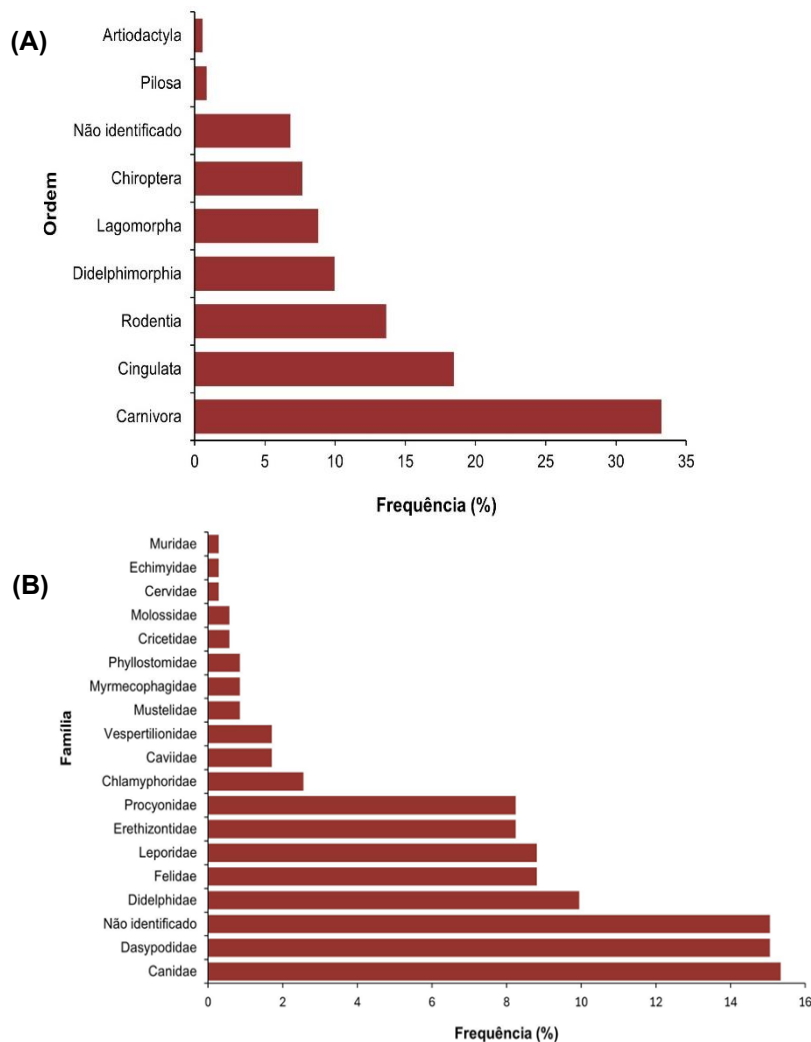


Tabela 2. Lista geral de mamíferos atropelados nas rodovias PR-445 e BR-163 durante o processo de licenciamento para duplicação de trechos. (N) total de ocorrências. (F%) Frequência das ocorrências. Dieta: herbívoro (Hb), onívoro (On), carnívoro (Ca), insetívoro (In) e frugívoro (Fr). Hábito: diurno (Dn), crepuscular (Cr), crepuscular e noturno (CrN) e noturno (Nt), Categorias de ameaça: não avaliado (NE), deficiência de dados (DD), pouco preocupante (LC), quase ameaçado (NT), em perigo (EM) e vulnerável (VU).

Taxon	Nome comum	Nº de registros		Dieta	Hábito	Categoria de Ameaça		
		N	F%			IUCN	BR	PR
ARTIODACTYLA								
Cervidae								
<i>Subulo gouazoubira</i> (Fischer, 1814)	Veado-catingueiro	1	0,284900285	Hb	Dn	LC	LC	LC
Não identificado								
Porco	-	1	0,284900285	-	-	-	-	-
CARNIVORA								
Canidae								
<i>Canis familiaris</i> (Linnaeus, 1758)	Cachorro-doméstico	37	10,54131054	On	Dn	-	-	-
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Cachorro-do-mato	15	4,273504274	On	CrN	LC	LC	LC
<i>Lycalopex gymnocercus</i> (Fischer, 1814)	Raposinha-do-campo	2	0,56980057	On	Dn	LC	LC	DD
<i>Felis catus</i> (Linnaeus, 1758)	Gato-doméstico	20	5,698005698	On	Nt	-	-	-
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)	Gato-mourisco	1	0,284900285	Ca	Nt	LC	LC	VU

<i>Leopardus guttulus</i> (Hensel, 1872)	Gato-do-mato-pequeno	4	1,13960114	Ca	Nt	VU	VU	VU
<i>Leopardus</i> sp.	Gato-silvestre	5	1,13960114	Ca	Nt	-	-	-
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Onça-parda	1	0,284900285	Ca	Nt	LC	LC	VU
Felino não identificado	-	1	0,284900285	-	-	-	-	-
Mustelidae								
<i>Galictis cuja</i> (Molina, 1782)	Furão-pequeno	3	0,854700855	On	Dn	LC	LC	LC
Procyonidae								
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	Quati	25	7,122507123	On	Dn	LC	LC	LC
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1798)	Mão-pelada	4	1,13960114	On	Nt	LC	LC	LC
CHIROPTERA								
Molossidae								
<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	Morcego-de-cauda-grossa	1	0,284900285	In	Nt	LC	LC	LC
Molossidae não identificado	Morcego	1	0,284900285	In	Nt	-	-	-
Phyllostomidae								
<i>Platyrrhinus</i> sp.	Morcego	1	0,284900285	Fg	Nt	-	-	-
Phyllostomidae não identificado	Morcego	2	0,56980057	-	Nt	-	-	-
Vespertilionidae								
<i>Lasiurus</i> sp.	Morcego	5	1,424501425	In	Nt	-	-	-
Vespertilionidae não identificado	Morcego	1	0,284900285	In	Nt	-	-	-

Chiroptera não identificado	Morcego	16	4,558404558	-	Nt	-	-	-
CINGULATA								
Chlamyphoridae								
<i>Cabassous tatouay</i> (Desmarest, 1804)	Tatu-de-rabo-mole	3	0,854700855	In	Nt	LC	LC	DD
Dasypodidae								
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	Tatu-galinha	40	11,3960114	On	Nt	LC	LC	LC
<i>Dasypus</i> sp.	Tatu	12	3,418803419	-	Nt	-	-	-
Chlamyphoridae								
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Tatu-peba	7	1,994301994	On	Dn	LC	LC	LC
Cingulata não identificado	Tatu	3	0,854700855			-	-	-
DIDELPHIMORPHIA								
Didelphidae								
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	Gambá-de-orelha-branca	18	5,128205128	On	Nt	LC	LC	LC
<i>Didelphis</i> sp.	Gambá	17	4,843304843	On	Nt	-	-	-
LAGOMORPHA								
Leporidae								
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	Lebre-europeia	30	8,547008547	Hb	Nt	-	-	-
PILOSA								
Myrmecophagidae								

<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Tamanduá-mirim	3	0,854700855	In	Nt	LC	LC	LC
---	----------------	---	-------------	----	----	----	----	----

RODENTIA**Caviidae**

<i>Cavia aperea</i> Erxleben, 1777	Preá	6	1,709401709	Hb	Dn	LC	LC	LC
------------------------------------	------	---	-------------	----	----	----	----	----

Cricetidae

<i>Oligoryzomys flavescens</i>	Rato-da-árvore	1	0,284900285	On	Nt	LC	LC	LC
--------------------------------	----------------	---	-------------	----	----	----	----	----

<i>Oligoryzomys</i> sp	Rato-da-árvore	1	0,284900285	On	Nt	-	-	-
------------------------	----------------	---	-------------	----	----	---	---	---

Echimyidae

<i>Myocastor coypus</i> Erxleben, 1777	Ratão-do-banhado	1	0,284900285	On	CrN	-	-	-
--	------------------	---	-------------	----	-----	---	---	---

<i>Coendou spinosus</i> (Cuvier, 1823)	Ouriço-cacheiro	29	8,262108262	Fr	Nt	LC	LC	DD
--	-----------------	----	-------------	----	----	----	----	----

Muridae

<i>Rattus rattus</i>	Rato-preto	1	0,264550265	On	Nt	-	-	-
----------------------	------------	---	-------------	----	----	---	---	---

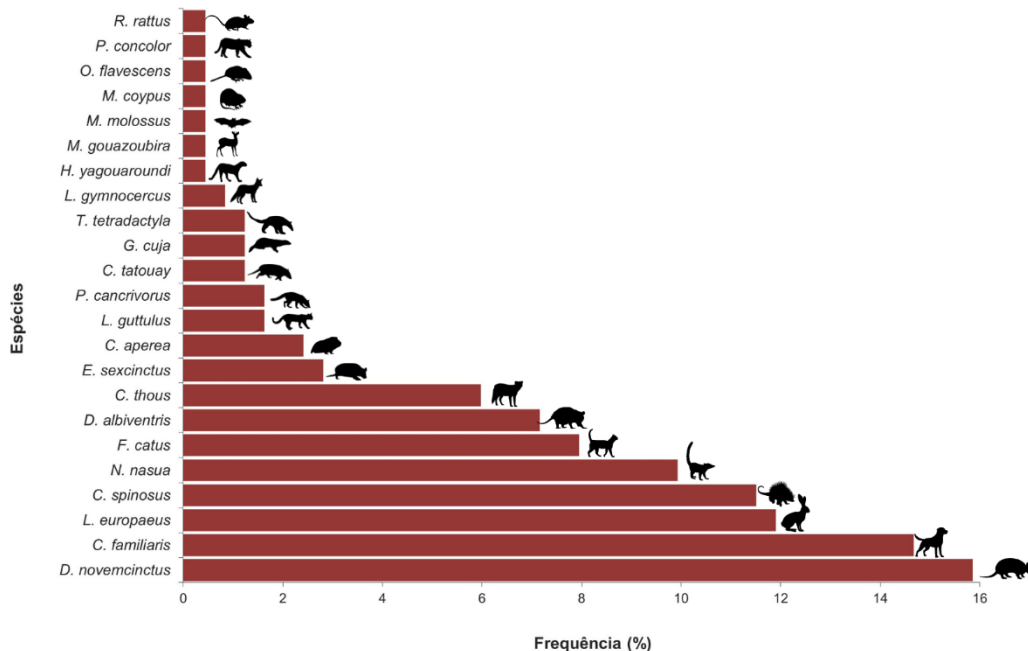
Rodentia não identificado	-	9	2,564102564	-	-	-	-	-
---------------------------	---	---	-------------	---	---	---	---	---

NÃO IDENTIFICADOS	-	24	6,837606838	-	-	-	-	-
--------------------------	---	----	-------------	---	---	---	---	---

Total		351	100					
-------	--	-----	-----	--	--	--	--	--

As espécies com maiores ocorrências (Figura 4) foram: *D. novemcinctus* (N= 40), *C. familiaris* (N=37), *L. europaeus* (N=30), *C. spinosus* (N=29) e *N. nasua* (N=25). Espécies como *F. catus* (5,69%), *D. albiventris* (5,12%), *C. thous* (4,27%) apresentaram taxas de atropelamento relevantes. Algumas espécies como *P. concolor*, *O. flavescens*, *H. yagouaroundi*, *S. gouazoubira* e *M. molossus* apresentaram frequências de atropelamentos abaixo de 2%.

Figura 4. Gráfico geral das frequências das espécies atropeladas.

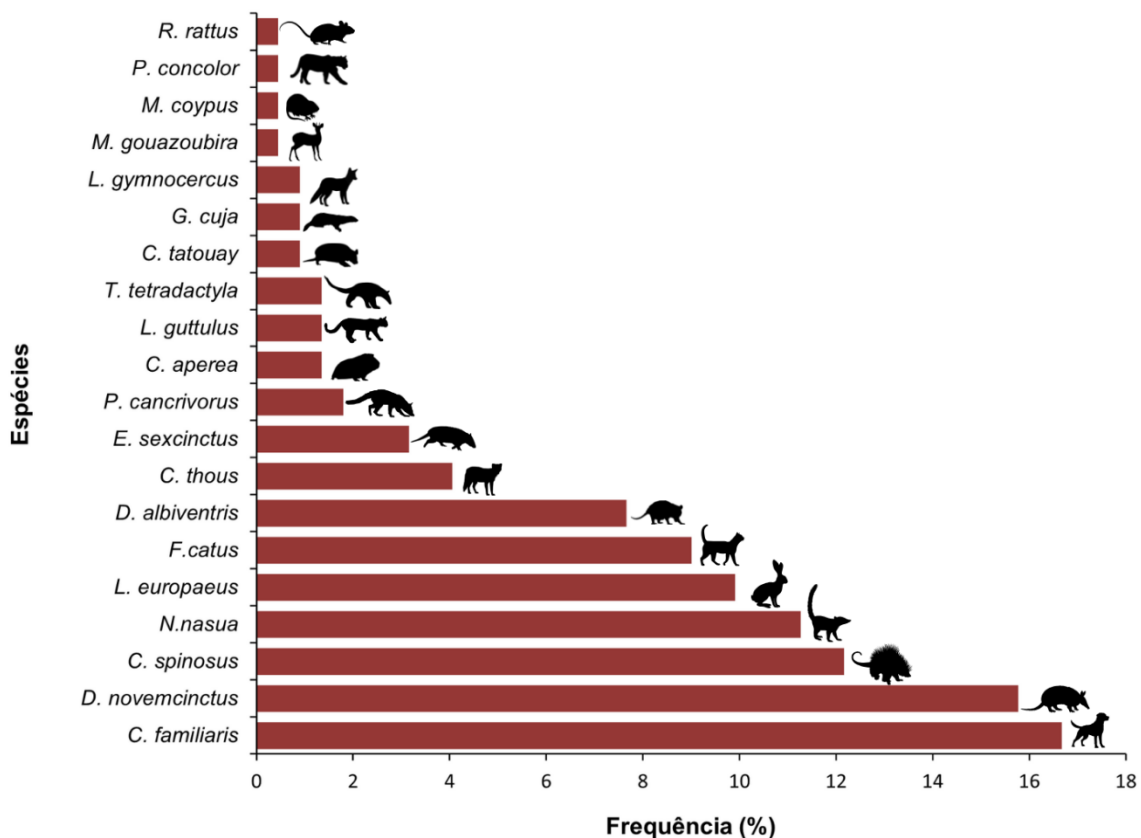


Dentre as espécies registradas, duas são domésticas (*F. catus* e *C. familiaris*), três exóticas invasoras (*L. europaeus*, *M. coypus* e *R. rattus*), enquanto as demais são classificadas como espécies nativas. Além disso, quatro espécies são classificadas como de pequeno porte (*R. rattus*, *O. flavescens*, *M. molossus* e *C. aperea*), enquanto as demais 19 espécies correspondem a mamíferos de médio a grande porte.

A análise por rodovia revelou diferenças na composição e frequência

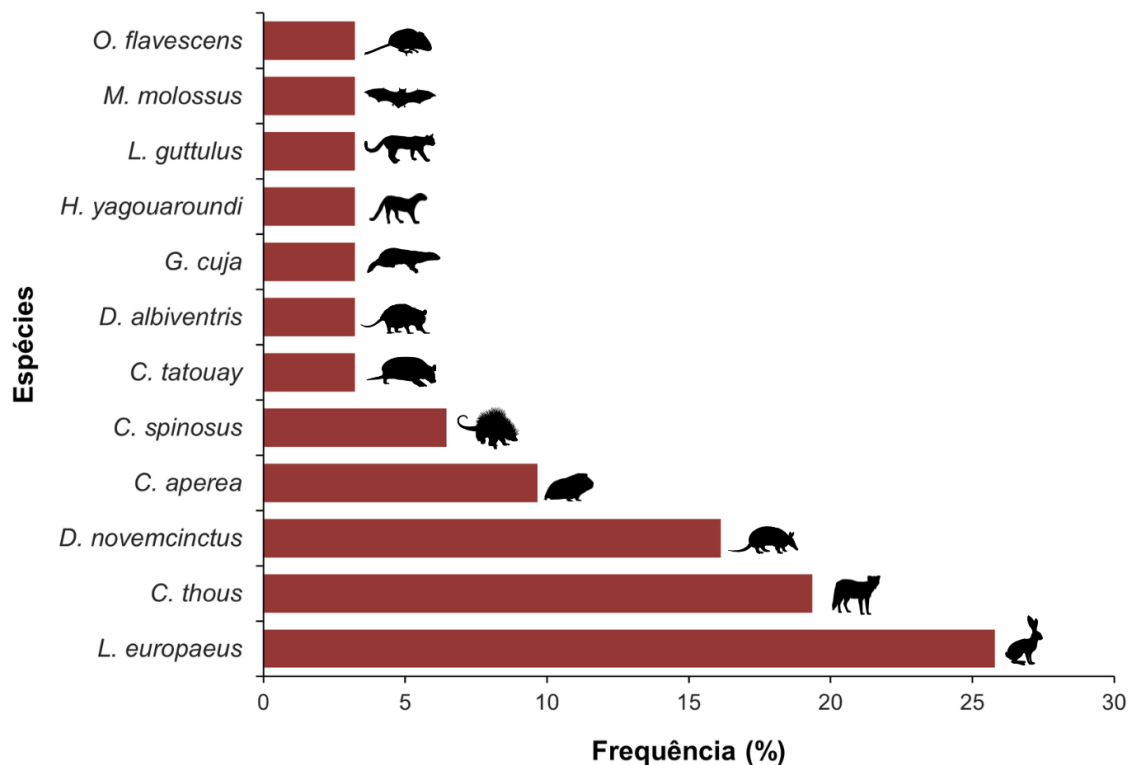
de atropelamentos. Na PR-445 (Figura 5) foram registradas 20 espécies, totalizando 222 ocorrências. As espécies com maior número de registros foram *C. familiaris* (N=37, 16,6%) e *D. novemcinctus* (N=35, 15,76%), que juntas representaram mais de 30% dos atropelamentos. Outras espécies com elevada frequência incluíram *C. spinosus* (N=27, 12,16%), *Nasua nasua* (N=25, 11,26%) e *L. europaeus* (N=22, 9,9%), que somaram mais de 30% dos registros. O gato-doméstico (*F. catus*) apresentou elevada ocorrência de atropelamentos (N=20, 9%). Espécies com ocorrência intermediária foram *D. albiventris* (N=17, 7,6%), *C. thous* (N=9, 4,0%) e *E. sexcinctus* (N=7, 3,15%). Já espécies como *T. tetradactyla*, *P. concolor*, *P. cancrivorus*, *M. coypus*, *S. gouazoubira*, entre outras, apresentaram baixa frequência, com valores inferiores a 2% do total de registros.

Figura 5. Frequência de espécies atropeladas na PR-445 no trecho entre Londrina a Mauá da Serra.



Na BR-163 (Figura 6), foram registradas 12 espécies, totalizando 31 registros de atropelamento. As espécies mais representativas foram: *L. europaeus* (N=8, 25,8%), *C. thous* (N=6, 19,3%) e *D. novemcinctus* (N=5, 16%), que juntas correspondem a mais de 60% dos registros. Espécies com frequências intermediárias incluíram *C. aperea* (N=3, 9,6%) e *C. spinosus* (N=2, 6,4%). Às demais espécies foram registradas apenas uma única vez. Não houve registros de espécies domésticas atropeladas na BR-163.

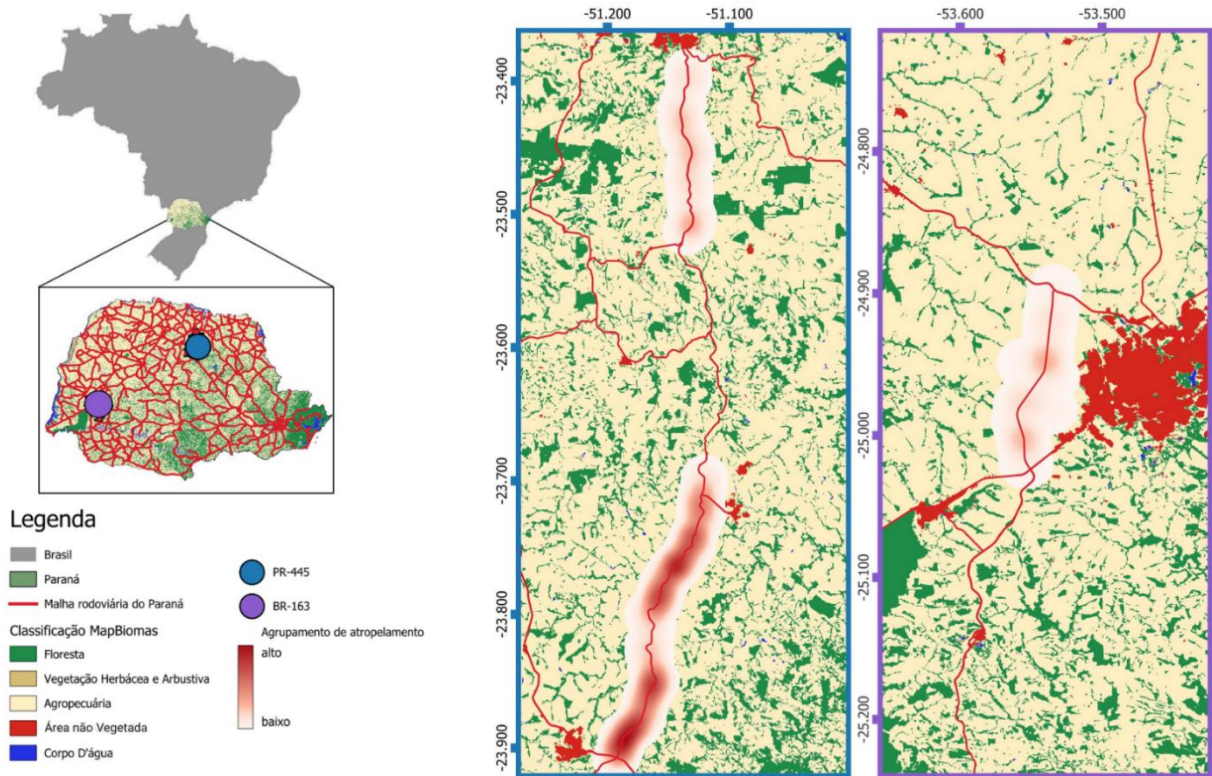
Figura 6. Frequência de espécies atropeladas na BR-163 no trecho entre Cascavel e Santa Tereza do Oeste.



A análise de densidade por meio do estimador de Kernel (Figura 7) indicou que, na PR-445, houve uma concentração nos registros de atropelamentos entre os municípios de Mauá da Serra e Tamarana. Na BR-163, os registros apresentam distribuição ao longo de todo o trecho inserido no município de Cascavel,

com a formação de dois pontos de maior concentração de atropelamentos.

Figura 7. Mapa de calor do tipo Kernel para as rodovias PR-445 e BR-163. Os pontos críticos estão destacados em vermelho.



A análise da composição das espécies atropeladas por meio da PERMANOVA revelou que a maioria dos fatores testados exerce uma influência significativa na variação observada (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados da Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) testando o efeito de oito variáveis biológicas, ambientais, espaciais e temporais na composição de espécies atropeladas. A análise foi realizada com base na matriz de distâncias de dissimilaridade de Bray-Curtis.

Variável	Df	Sum of Squares	R ²	F	p-value
Dieta	5	2,13E-05	0,24828	55,573	0,001
Uso do solo	5	2,26E-06	0,02635	5,8991	0,001
Clima	1	1,68E-06	0,01957	21,9035	0,001
Hábito	3	1,14E-05	0,13329	49,7248	0,001
Fase lunar	3	7,63E-07	0,00889	3,3165	0,001

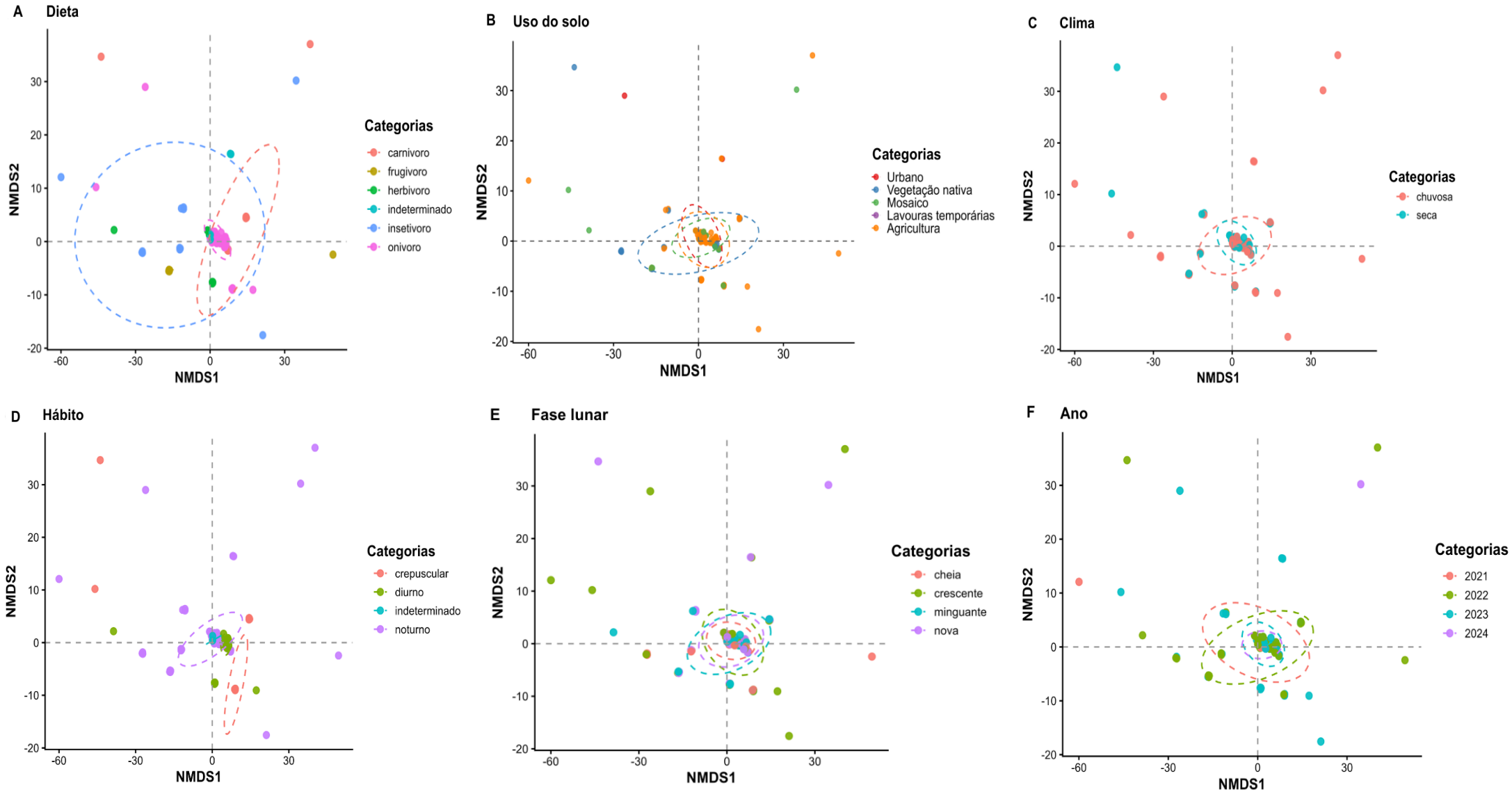
Ano	3	2,75E-05	0,32056	119,5879	0,001
Trecho	2	2,23E-07	0,0026	1,4542	0,153
Estação	3	3.16E-07	0.00368	1.3731	0.139
Resíduo	265	2.03E-05	0.23678	-	-
Total	290	8.58E-05	1	-	-

A dieta ($p = 0,001$; $R^2 = 0.248$) apresentou, em seu gráfico (Figura 8A) leve diferença entre as categorias indeterminado e carnívoro. O uso de solo ($p = 0.001$, $R^2 = 0.026$) demonstrou em seu gráfico (Figura 8B) que as amostras de áreas de vegetação nativa apresentaram uma leve diferença em relação às demais categorias.

O clima ($p = 0.001$; $R^2 = 0.020$) indicou similaridade na composição das amostras com uma discreta diferença no período chuvoso (Figura 8C). Para o hábito ($p = 0,001$; $R^2 = 0,133$), as categorias noturno e crepuscular apresentaram diferença na composição de espécies (Figura 8D). O ano de coleta, ($p = 0,001$; $R^2 = 0,321$) apresentou em seu gráfico semelhanças entre os anos de coleta com alguma diferença para 2021 e 2022.

A fase lunar ($p = 0.001$; $R^2 = 0.009$) apresentou uma similaridade das amostras em todas as suas categorias. As variáveis estação do ano ($p = 0,139$) e trecho da rodovia ($p = 0,153$) não apresentaram efeito significativo.

Figura 8. Gráficos da variação na composição das espécies de mamíferos atropelados em função das variáveis analisadas. Os gráficos de NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) ilustram a similaridade/dissimilaridade entre os conjuntos de espécies atropeladas em cada categoria das variáveis testadas. Pontos próximos indicam maior similaridade na composição de espécies, enquanto pontos distantes indicam maior diferença. Os agrupamentos e separações observados nos gráficos refletem os resultados da PERMANOVA, evidenciando se (A) Dieta, (B) Uso do solo, (C) Clima, (D) Hábito, (E) Fase lunar e (F) Ano, influenciaram a composição da fauna de mamíferos atropelada.



5. DISCUSSÃO

Os atropelamentos de mamíferos não ocorrem de modo aleatório e não atingem todas as espécies de forma equivalente (Ferregueti, 2020). As colisões com animais são influenciadas por características das estradas, da paisagem ao redor e por aspectos ecológicos das próprias espécies (Freitas et al., 2013; Costa et al., 2022; Secco et al., 2024).

Entre as espécies nativas mais registradas, destacam-se o tatu-galinha (*D. novemcinctus*), o ouriço-cacheiro (*C. spinosus*) e o quati (*N. nasua*), padrão semelhante ao observado em outros estudos na Mata Atlântica (Pereira et al., 2021; Pessanha et al., 2023; Milleo et al., 2024). O alto risco de colisão desses animais está associado à abundância populacional, elevada mobilidade e tolerância a ambientes antrópicos (Bueno & Almeida, 2010; Konzen, 2024).

O número total de espécies registradas na PR-445 foi superior ao relatado por estudos anteriores na rodovia e no norte do estado (Pereira et al., 2021; Milleo et al., 2024), diferença que pode ser explicada pela inclusão de espécies de pequeno porte e domésticas. Cães (*C. familiaris*) e gatos (*F. catus*) foram recorrentes, o que reflete a proximidade de áreas urbanas e rurais e a livre circulação ou abandono. Além do risco de colisões, representam impactos ecológicos significativos, como predação, competição e transmissão de zoonoses (Galetti & Sazima, 2006; Carvalho-Roel et al., 2019).

Na BR-163, não há estudos sistemáticos sobre atropelamentos no trecho paranaense, sendo os registros os estudos concentrados no estado do Mato Grosso do Sul e Pará (Bernardo; Batista et al., 2022). Entre as espécies mais atingidas estão *L. europaeus*, *C. thous* e *D. novemcinctus*. A elevada frequência do cachorro-

do-mato acompanha o padrão observado nacionalmente, reforçando sua vulnerabilidade devido ao comportamento generalista e à ampla ocupação de ambientes alterados (Freitas et al., 2014; Santos et al., 2023).

O tatu-galinha é uma das espécies mais frequentemente atropeladas no Brasil (Cáceres, 2010; Caires et al., 2019). Cáceres (2011) por meio de seu estudo, criou um índice de impacto rodoviário para a espécie considerando a relação entre a abundância em habitats, sua mortalidade em rodovias e as características biológicas em que apresentou índice de 127% de impacto, demonstrando a alta vulnerabilidade. Seu comportamento necrófago, o hábito noturno e o porte dificultam a detecção por motoristas, aumentando a vulnerabilidade aos atropelamentos (Orlandin et al., 2015).

A lebre-europeia (*L. europaeus*), espécie invasora amplamente estabelecida no Sul e Sudeste (Kasper et al., 2012; Rosa et al., 2017), foi a espécie mais atropelada na BR-163, superando inclusive nativas como o cachorro-do-mato (*C. thous*) e o tatu-galinha (*D. novemcinctus*). A alta frequência sugere uma alta densidade populacional, principalmente em áreas agrícolas, cenário típico do Paraná, cujas paisagens favorecem a presença da espécie (Ferrarini, 2022; IPARDES, 2025). A presença da espécie no estudo indica sua vulnerabilidade frente às estradas e um cenário preocupante de invasão, devido aos impactos ecológicos à fauna e flora nativa e às plantações (Kasper et al., 2012; Dénes et al., 2018).

A ordem Carnivora apresentou o maior número de espécies e de atropelamentos, como também registrado em estudos nacionais (Cáceres, 2010; Caires et al., 2019; Pinto et al., 2022). Cingulata e Rodentia também foram expressivas, influenciadas por baixa agilidade, hábitos forrageadores próximos às margens e alta abundância (Freitas et al., 2015; Medici et al., 2021). Ordens como

Didelphimorphia, Lagomorpha e Chiroptera, embora menos representadas, reforçam que múltiplos grupos são afetados pela malha rodoviária.

Entre as famílias, Canidae e Dasypodidae foram as mais atingidas, que pode ser reflexo de padrões de uso das margens rodoviárias, alto deslocamento e abundância populacional (Freitas et al., 2015; Ascensão et al., 2019). O número elevado de cães inflou os registros de Canidae, mas, excluindo domésticos, a família continua entre as mais vulneráveis (Ascensão et al., 2019).

Didelphidae foi a terceira família mais atingida, sendo representada no estudo unicamente pelos gambás. Segundo Pinto et al. (2022), os gambás são extremamente vulneráveis as estradas, constituindo um dos grupos e espécies mais atingidos devido ao hábito generalista no quesito de habitat, e a alta mobilidade que o faz explorar novas áreas para suas necessidades de vida, aumentando as chances de cruzar com estradas (Cáceres et al., 2016). A identificação taxonômica da ordem foi limitada em quase metade dos registros a apenas gênero *Didelphis*, e por esse motivo, não está entre as espécies mais registradas. Entretanto, a ordem estar entre as principais atingidas corrobora com outros estudos sobre a alta vulnerabilidade nas rodovias brasileiras (Bueno & Almeida, 2010; Pinto et al., 2022; Pessanha et al., 2023; Milleo et al., 2024).

A frequência de mamíferos não identificados é expressiva, o que indica a dificuldade de diagnóstico taxonômico em carcaças, problema recorrente em estudos de fauna atropelada (Teixeira et al., 2013). Entretanto, visando diminuir o número, a aplicação de metodologias simples e de baixo custo como a análise de pelos guardas, utilizado em áreas como biologia forense (Quadros et al., 2006; Miranda et al., 2014) pode ser uma saída para identificação e redução desses números, que podem mascarar a realidade de mamíferos atropelados.

Entre os pequenos mamíferos, os morcegos foram os mais atropelados. Estudos indicam que, na Mata Atlântica, até 40% das espécies desse grupo podem ser afetadas por estradas, principalmente insetívoras (Damásio et al., 2021). A iluminação de rodovias atrai insetos e aumenta a exposição dos morcegos (Barghini & Medeiros, 2006).

Felinos como a onça-parda (*P. concolor*), gato-do-mato-pequeno (*L. guttulus*) e o gato-mourisco (*H. yaguaroundi*) apareceram com baixa frequência, o que pode refletir suas baixas densidades, associadas a outras ameaças como a perda de habitat e caça, visto que as espécies aparecem como vulneráveis em pelo menos uma das listas consultadas (Cerqueira et al., 2021). A sensibilidade a ambientes perturbados também contribui para o baixo número de registros, exceto para o gato-mourisco, espécie mais tolerante (Pereira et al., 2025). Embora sejam poucos os registros, é importante identificar as áreas críticas para a mitigação dos efeitos das estradas no grupo

A dieta, hábito, uso do solo, clima, fase lunar e ano explicaram diferenças na composição das espécies atropeladas, evidenciadas por meio da PERMANOVA. A dieta apresentou uma das maiores variações, indicando que espécies com diferentes estratégias alimentares ocupam categorias distintas da paisagem e, portanto, são afetadas de forma diferente pelas estradas. O hábito de atividade também influenciou a composição, com maior vulnerabilidade de espécies noturnas devido à menor visibilidade e aos padrões de deslocamento (Laurence et al., 2009; Orlandin et al., 2015).

A variável “ano” obteve a maior correlação (R^2), mas seu efeito pode ser decorrente do esforço amostral não padronizado. O uso do solo também foi significativo, ainda que com menor R^2 . Esse efeito indica que diferentes configurações

da paisagem ao redor das rodovias suportam conjuntos distintos de espécies. O uso do solo pode atuar como modulador de atropelamentos, onde mamíferos mais generalistas, como o tatu-galinha (*D. novemcintus*) e a lebre europeia (*L. europaeus*) estão associadas as colisões frequentemente em áreas perturbadas, como monoculturas e pequenos fragmentos (Freitas et al., 2013; Freitas et al., 2018; Secco et al., 2024), enquanto espécies com hábitos mais especialistas como grandes felinos, estão associadas a áreas densas de mata ao redor da estrada (Bueno et al., 2015; Pereira et al., 2024)

As variáveis clima e fase lunar, apesar de significativas, apresentaram baixa explicação da variância. São escassos os estudos sobre a influência da fase lunar nos atropelamentos, entretanto, Carvalho et al. (2014) associou a fase mais luminosa à redução dos atropelamentos, possivelmente devido a maior visibilidade dos motoristas. Apesar de pouco explicativo, em outros estudos confirmam que os meses chuvosos aumentam a taxa de atropelamento (Ferregueti; Coelho et al., 2008; Alvarenga et al., 2024.). Esse aumento, pode estar relacionado com a maior disponibilidade e qualidade de recursos e sobreposição do período reprodutivo (Alvarenga et al., 2024).

No conjunto, os resultados indicam importantes pressões sobre espécies nativas e revelam aumento de espécies domésticas e invasoras, que alteram a dinâmica ecológica local (Rosa et al., 2017; Cirino et al., 2022). A mortalidade contínua de mamíferos pode comprometer a viabilidade populacional das espécies, serviços ecossistêmicos, como dispersão de sementes e controle populacional de presas (Pinto et al., 2022).

6. CONCLUSÃO

Os resultados revelam um quadro preocupante de mortalidade de mamíferos por atropelamento, tanto em termos de diversidade quanto de abundância. A concentração das ocorrências de atropelamento de espécies nativas, como *Dasybus novemcinctus*, *Coendou spinosus* e *Nasua nasua*, aponta para grupos particularmente vulneráveis, cujas características comportamentais aumentam a exposição às colisões. O trabalho estabelece também como o primeiro estudo formal sobre atropelamentos realizado na rodovia dentro do Estado do Paraná, mais especificamente o trecho que atravessa o município de Cascavel e Santa Tereza do Oeste.

As diferenças observadas entre as rodovias analisadas destacam a influência do contexto ambiental e do uso do solo: enquanto a PR-445 apresentou maior participação de animais domésticos, refletindo a proximidade com áreas urbanas e rurais, a BR-163 concentrou registros de espécies silvestres e exóticas, especialmente a lebre europeia (*L. europaeus*), cuja alta incidência expõe não só a sua expansão invasora, mas também os riscos ecológicos associados à sua presença.

De forma geral, os atropelamentos atuam como uma pressão adicional sobre a fauna, afetando espécies de diferentes ordens e favorecendo o avanço de espécies invasoras. Esse cenário reforça a necessidade urgente de medidas de mitigação específicas. Em áreas periurbanas, a recomendação é de redutores de velocidade, em regiões agrícolas, cercas direcionais em conjunto com passagens subterrâneas podem reduzir significativamente a mortalidade, e, em trechos adjacentes a remanescentes florestais, ecodutos, pontes e cercamento se mostram essenciais para manter a conectividade ecológica.

Por fim, espera-se que este estudo sirva como base inicial para o monitoramento contínuo e para o aprimoramento das estratégias de conservação na

BR-163 e em outras rodovias do estado, oferecendo subsídios técnicos essenciais para a gestão da fauna e a redução dos impactos viários sobre a biodiversidade.

REFERÊNCIAS

- ABRA, F. D. et al. An estimate of wild mammal roadkill in São Paulo state, Brazil. **Heliyon**, v. 7, n. 1, 2021.
- Abreu E.F., Casali D., Costa-Araújo R., Garbino G.S.T., Libardi G.S., Loretto D., Loss A.C., Marmontel M., Moras L.M., Nascimento M.C., Oliveira M.L., Pavan S.E. & Tirelli F.P. 2024. Lista de Mamíferos do Brasil (2024-1) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14536925>
- ALVARENGA, A. C.; ENTRINGER JR., H.; SRBEK-ARAUJO, A. C. Influence of landscape and seasonality on roadkill of wild vertebrates in the surroundings of a protected area of the high-altitude Atlantic Forest. **Discover Conservation**, v. 1, n. 1, p. 16, 2024.
- ANDERSON, M. J. Permutational multivariate analysis of variance. **Department of Statistics, University of Auckland, Auckland**, v. 26, p. 32-46, 2005.
- ARCA-RUBIO, J.; MORENO-RUEDA, G.; ORTEGA, Z. The distribution of vertebrate roadkill varies by season, surrounding environment, and animal class. **European Journal of Wildlife Research**, v. 69, n. 3, p. 42, 2023.
- ASCENSÃO, Fernando et al. Beware that the lack of wildlife mortality records can mask a serious impact of linear infrastructures. **Global Ecology and Conservation**, v. 19, p. e00661, 2019.
- AXIMOFF, I. A.; VITORINO, L.; CARAVAGGI, A.. MEDIUM AND LARGE-SIZED MAMMALS IN A FRAGMENT OF CERRADO IN SERRA DOS PIRENEUS, CENTRAL BRAZIL. **Oecologia Australis**, 2022.
- BAGER, A. et al. Fauna selvagem e atropelamento: diagnóstico do conhecimento brasileiro. In: Áreas protegidas: repensando as escalas de atuação. Porto Alegre: **Armazém Digital**, 2007. p. 49–62.
- BAGER, A.; ROSA, C. A. da. Influence of sampling effort on the estimated richness of road-killed vertebrate. **Wildlife Environmental Management**, v. 47, p. 851–858, 2011.
- BAGER, A.; FONTOURA, V. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. **Ecological Engineering**, v. 53, p. 31–38, 2013.
- BALKENHOL, N.; WAITS, L. P. Molecular road ecology: exploring the potential of genetics for investigating transportation impacts on wildlife. **Molecular Ecology**, v. 18, n. 20, p. 4151–4164, 2009.

BARBOSA, B. et al. Mamíferos de médio e grande porte em unidade de conservação no Cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 4, p. 807–822, 2021.

BARGHINI, A.; DE MEDEIRO, B. A iluminação artificial e o impacto sobre o meio ambiente. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 5, p. 4–15, 2006.

BARTHELMESS, E. L.; BROOKS, M. S. The influence of body-size and diet on road-kill trends in mammals. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 6, p. 1611-1629, 2010.

BATISTA, T. S. et al. Mammals in atlantic forest remnants of Barbacena, Minas Gerais. **Ciencia animal brasileira**, v. 22, p. e-67449, 2021.

BATISTA, G.; RASCON, N.; ROSA, C. Vertebrados atropelados na BR-163, entorno da Floresta Nacional do Tapajós, Pará: influência dos padrões espaciais e climáticos. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 200–219, 2022.

BERNARDO, L. R. R. Influência dos fatores naturais e antrópicos no atropelamento de mamíferos na BR-163, Mato Grosso. 2021. 238 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

BELLA, T. R.; BITTENCOURT, P. R. de L.; SETZ, E. Z. F. Riqueza e diversidade funcional de mamíferos em fragmentos urbanos de floresta estacional semidecidual no sudeste do Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, v. 34, n. 1, p. 81–90, 2022.

BONNET, X.; NAULLEAU, G.; SHINE, R. The dangers of leaving home: dispersal and mortality in snakes. **Biological Conservation**, v. 89, p. 39–50, 1999.

BRAZ, V. S.; FRANÇA, F. G. R. Vertebrados silvestres atropelados no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Brasil Central. **Biota Neotropica**, v. 16, p. e0182, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção: Portaria MMA n.º 148/2022. Diário Oficial da União, Brasília, 8 jun. 2022.

BROGGIO, Igor S. et al. Quantifying landscape fragmentation and forest carbon dynamics over 35 years in the Brazilian Atlantic Forest. **Environmental Research Letters**, v. 19, n. 3, p. 034047, 2024.

BRUM, T. R. et al. Effects of roads on the vertebrates diversity of the Indigenous Territory Paresi and its surrounding. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 1, p. 125–132, 2017.

- BUENO, C.; ALMEIDA, P. J. A. L. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). **Revista brasileira de zoociências**, v. 12, n. 3, p. 219-226, 2010.
- BUENO, C.; SOUSA, C. O. M.; FREITAS, S. R. Habitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates? **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 228–238, 2015.
- CÁCERES, N. C. Biological characteristics influence mammal road kill in an Atlantic Forest–Cerrado interface in south-western Brazil. **Italian Journal of Zoology**, v. 78, n. 3, p. 379–389, 2011.
- CÁCERES, N. C. et al. Mammal occurrence and roadkill in two adjacent ecoregions in south-western Brazil. **Zoologia**, v. 27, p. 709–717, 2010.
- CÁCERES, N. C. et al. Which factors determine spatial segregation in the South American opossums? **PLOS ONE**, v. 11, n. 6, p. e0157723, 2016.
- CAIRES, H. S. et al. Roadkilled mammals in the northern Amazon region. **Iheringia Série Zoologia**, v. 109, p. e2019036, 2019.
- CARVALHO, N. C. de; BORDIGNON, M. O.; SHAPIRO, J. T. Fast and furious: a look at the death of animals on the highway MS-080. **Iheringia Série Zoologia**, v. 104, p. 43–49, 2014.
- CARVALHO, C. F.; CUSTÓDIO, A. E. I.; MARÇAL JÚNIOR, O. Influence of climate variables on roadkill rates of wild vertebrates. **Bioscience Journal**, p. 1632–1641, 2017.
- CARVALHO-ROEL, C. F.; IANNINI-CUSTÓDIO, A. E.; MARÇAL, O. J. Do roadkill aggregations of wild and domestic mammals overlap?. **Revista de biología tropical**, v. 67, n. 1, p. 47-60, 2019.
- CERQUEIRA, R. C. et al. Potential movement corridors and high road-kill likelihood for felids in Brazil. **Environmental Management**, v. 67, n. 2, p. 412–423, 2021.
- CHIARELLO, A. G. Influência da caça ilegal sobre mamíferos e aves das matas de tabuleiro do Espírito Santo. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão**, v. 11–12, p. 229–247, 2000.
- CIRINO, D. W. et al. Do the roadkills of different mammal species respond the same way to habitat? **Nature Conservation**, v. 47, p. 65–85, 2022.

CLEVENGER, A. P.; WALTHO, N.I. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. **Biological conservation**, v. 121, n. 3, p. 453-464, 2005.

CLEVENGER, A. P. & HUIJSER, M.P. 2011. Wildlife crossing structure handbook. Design and evaluation in North America. Federal Highway Administration Planning, Environment and Reality, Washington. 211p.

COELHO, I. P. et al. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, n. 4, p. 689-699, 2008.

COSTA, L. P. et al. Mammal conservation in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 672–679, 2005.

COSTA, L. S. Levantamento de mamíferos silvestres atropelados na BR-101. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, 2011.

DAMÁSIO, L. et al. Diversity and abundance of roadkilled bats in the Brazilian Atlantic Forest. **Diversity**, v. 13, n. 7, p. 335, 2021.

DÉNES, F. V. et al. Combined impacts of multiple non-native mammals on a critically endangered tree. **Biological Invasions**, v. 20, n. 11, p. 3055–3068, 2018.

FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. Effects of roads on animal abundance. **Ecology and Society**, v. 14, n. 1, 2009.

FAVRETTO, M. A. Vertebrate roadkill in Santa Catarina State's Plateau. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 2, 2022.

FERRARINI, A. dos S. F. A agricultura irrigada no Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 43, n. 142, p. 5, 2022.

FERREGUETTI, A. C. et al. Roadkill of medium to large mammals along BR-262. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 55, n. 3, p. 216–225, 2020.

FIGUEIREDO, M. S. L. et al. Tetrapod diversity in the Atlantic Forest: maps and gaps. In: **The Atlantic Forest: History, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 185-204.

FORD, A. T.; FAHRIG, L. Diet and body size of North American mammal road mortality. **Transportation Research**, v. 12, p. 498–505, 2007.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual review of ecology and systematics**, v. 29, n. 1, p. 207-231, 1998.

FORMAN, R. T. T. et al. *Road ecology: science and solutions*. Washington: Island Press, 2003.

FORZZA, R. C. et al. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. **BioScience**, v. 62, n. 1, p. 39-45, 2012.

FREITAS, S. R.; SOUSA, C. OM; BUENO, C. Effects of landscape characteristics on roadkill of mammals, birds and reptiles in a highway crossing the Atlantic Forest in southeastern Brazil. In: **International Conference on Ecology and Transportation (ICOET 2013)**. Arizona. 2013.

GALETTI, M.; SAZIMA, I. Impacto de cães ferais em um fragmento urbano de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Natureza & conservação**, v. 4, n. 1, p. 58-63, 2006.

GALETTI, Mauro et al. Causes and consequences of large-scale defaunation in the Atlantic Forest. In: **The atlantic forest: history, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 297-324.

GARDA, J. A. F.; ALESSIO, C. E. Levantamento de mastofauna em fragmento florestal de cascavel-Paraná com influência antrópica. **Revista Cultivando o Saber**, v. 17, p. 278-288, 2024.

GARLAND JR, T.; BRADLEY, W. G. Effects of a highway on Mojave Desert rodent populations. **American Midland Naturalist**, p. 47-56, 1984.

MAACK, Reinhard. Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, p. 169-288, 2001.

GARRIGA, N. et al. Seasonal variation in vertebrate traffic casualties. **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 36–44, 2017.

GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. Mitigation measures for reducing wildlife mortality. **Landscape and Urban Planning**, v. 91, n. 1, p. 1–7, 2009.

GRILO, C. et al. Roadkill risk and population vulnerability in European birds and mammals. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 18, n. 6, p. 323–328, 2020.

HILL, J. E.; DEVAULT, T. L.; BELANT, J. L. Cause-specific mortality of terrestrial vertebrates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 28, n. 5, p. 680–689, 2019.

HILL, J. E.; DEVAULT, T. L.; BELANT, J. L. A 50-year increase in vehicle mortality of North American mammals. **Landscape and Urban Planning**, v. 197, p. 103746, 2020.

IAT – INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção no Paraná. Curitiba, 2022. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/>. Acesso em: 18 set. 2025.

IPARDES. Paraná terá o maior crescimento da produção agrícola em 2025. Curitiba, 2025. Disponível em: <https://www.ipardes.pr.gov.br/>. Acesso em: 17 set. 2025.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species, version 2024-2. 2024. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 18 set. 2025.

JUNIOR, E. G. et al. Levantamento da mastofauna em fragmento florestal em Cascavel-PR. **Revista Cultivando o Saber**, v. 6, n. 4, p. 174–182, 2013.

KASPER, C. B. et al. Abundance of *Conepatus chinga* and other mammals in southern Brazil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 102, p. 303–310, 2012.

KONZEN, M. Q. et al. Inhabiting nearby roads: roadkilled mammals and local occurrence. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 59, p. e1810, 2024.

LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S. G. Impacts of roads on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, n. 12, p. 659–669, 2009.

LAURANCE, W. F. et al. A global strategy for road building. **Nature**, v. 513, p. 229–232, 2014.

LIMA, R. A. F. et al. The erosion of biodiversity and biomass in the Atlantic Forest biodiversity hotspot. **Nature communications**, v. 11, n. 1, p. 6347, 2020.

MARQUES, Marcia CM; GRELLE, Carlos EV. A Mata Atlântica. **História, biodiversidade, ameaças e oportunidades da floresta megadiversa**. Springer International Publishing, 2021.

MARTINS, T. et al. Combining roadkill hotspots and landscape features to guide mitigation measures on highways. **Journal for Nature Conservation**, v. 82, p. 126738, 2024.

MEDRANO-VIZCAÍNO, P. et al. Roadkill patterns in Latin American birds and mammals. **Global Ecology and Biogeography**, v. 31, n. 9, p. 1756-1783, 2022.

MILLEO, G. B. et al. Road-killed wild animals in North Paraná. **Semina Ciências Agrárias**, p. 1131–1146, 2024.

MIRANDA, G. H. B.; RODRIGUES, F. H. G. Guia de identificação de pelos de mamíferos brasileiros. Brasília: **Ciências Forenses**, 2014.

MITTERMEIER, R. A. et al. A brief history of biodiversity conservation in Brazil. **Conservation Biology**, p. 601-607, 2005.

MORELLATO, L. Patrícia C.; HADDAD, Célio FB. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest 1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NITSCHKE, P. R. et al. Atlas Climático do Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 2019.

NOGUEIRA, C.S. et al. A expansão urbana e sobreposição territorial na cidade de Cascavel, Paraná. 2021.

OKSANEN, T. et al. Changes in healthy infant gut microbiota over the past decades. **Neonatology**, 2025.

ORLANDIN, E. et al. Mamíferos de médio e grande porte atropelados no Oeste de Santa Catarina, Brasil. **Biota Amazonia**, v. 5, n. 4, p. 125-130, 2015.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo (SEDEST). Resolução SEMA nº 22, de 03 de agosto de 2020. Estabelece procedimentos para a padronização metodológica ao diagnóstico e monitoramento de atropelamentos de animais silvestres, e define diretrizes de mitigação e compensação de danos causados aos animais silvestres em estradas, rodovias e ferrovias no estado do Paraná. Diário Oficial do Estado do Paraná, Curitiba, PR, n. 10741, 07 ago. 2020. Disponível em: <https://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=4348>. Acesso em: 24 nov. 2025.

PEREIRA, A. D. et al. Don't speed up, speed kills: mammal roadkills on PR-445. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 1, p. 34-46, 2021.

PEREIRA, K. C. A. F.; FRANÇA, R. T.; PREUSS, J. F. Impact of BR-282 on wild felids. **Sociedade & Natureza**, v. 36, p. e72430, 2025.

PESSANHA, L. A. et al. Danger under wheels: mammal roadkills in the Atlantic Forest. **Iheringia Série Zoologia**, v. 113, p. e2023007, 2023.

PINTO, L. P.; BRITO, M. C. W. Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução. 2005.

- PRIST, P. R.; SILVA, M. X.; PAPI, Bernardo. **Guia de rastros de mamíferos neotropicais de médio e grande porte**. Folio Digital, 2020.
- QUADROS, J.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Revisão conceitual e padrões microestruturais dos pelos-guarda de mamíferos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 279–292, 2006.
- REIS, N. R. ; PERACCHI, A. L.; FREGONEZI, M. N.; ROSSANEIS, B. K. **Mamíferos do Brasil: Guia de Identificação**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010. 557 p.
- REIS, N. R.; FREGONEZI, M. N.; PERACCHI, A. L.; SHIBATTA, O. A. **Morcegos do Brasil: Guia de Campo**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2013. 252 p.
- REZENDE, C. L. et al. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 16, n. 4, p. 208–214, 2018.
- ROSA, C. A. et al. Alien terrestrial mammals in Brazil. **Biological Invasions**, v. 19, n. 7, p. 2101–2123, 2017.
- RYTWINSKI, T. et al. How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. **PLoS one**, v. 11, n. 11, p. e0166941, 2016.
- SALVADOR, N. A. P. Invasão da lebre europeia no sudeste do Brasil. 2023. 224 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – USP, Piracicaba, 2023.
- SANTOS, J. F. C. et al. Fragmentação florestal na Mata Atlântica: Paraíba do Sul-RJ. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 15, n. 3, 2017.
- SANTOS, R. A. et al. Predicting wildlife road-crossing probability. **Science of the Total Environment**, v. 642, p. 629–637, 2018.
- SANTOS, R. et al. Mammalian roadkill in a semi-arid region of Brazil. **Diversity**, v. 15, n. 6, p. 780, 2023.
- SANTOS, T. et al. Ecology of *Cerdocyon thous* under habitat loss. **Landscape Ecology**, v. 39, n. 8, p. 157, 2024.
- SECCO, H. et al. Identifying roadkill hotspots for mammals in the Atlantic Forest. **Environmental Management**, v. 73, n. 2, p. 365–377, 2024.

SPANOWICZ, A. G.; TEIXEIRA, F. Z.; JAEGER, J. A. G. An adaptive plan for prioritizing road sections for fencing to reduce animal mortality. **Conservation Biology**, v. 34, n. 5, p. 1210-1220, 2020.

TABARELLI, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

TEIXEIRA, F. Z. et al. Efeitos dos métodos de amostragem em estimativas de mortalidade em estradas. **Biological Conservation**, v. 157, p. 317–323, 2013.

VAN DER REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. Handbook of road ecology. Hoboken: Wiley, 2015.

VANCINE, M. H. et al. The Atlantic Forest of South America: spatiotemporal dynamics of the vegetation and implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 291, p. 110499, 2024.

VARASSIN, Isabela Galarda et al. Sistemas de polinização na Mata Atlântica: caracterização, ameaças e oportunidades. In: **A Mata Atlântica: História, Biodiversidade, Ameaças e Oportunidades da Floresta Megadiversa**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 325-344.

VIEIRA, M.; MENDONÇA, Y. C. M. Desmatamento da Mata Atlântica paranaense: análise espacial para o período 2014 e 2019. **Revista Catarinense de Economia**, v. 5, n. 1, p. 46-57, 2021.

ZANELLA, L. et al. Atlantic forest fragmentation analysis and landscape restoration management scenarios. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 1, p. 57-63, 2012.