

## **Impacto das estradas na fauna silvestre: Comparação entre estradas pavimentadas e estradas de terraplanagem**

### **Artur Mineu da Silva Barbosa**

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais  
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil  
arturmineu@gmail.com  
ORCID iD: 0009-0009-7633-8925

### **Andressa Moreira da Silva**

Graduanda em Zootecnia  
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil  
andressamoreira06@gmail.com  
ORCID iD: 0009-0009-9149-5099

### **Agda Rayssa Oliveira da Silva**

Graduanda em Zootecnia  
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil  
agdarayssa123@gmail.com  
ORCID iD: 0009-0002-5742-427X

### **Romero Luiz Mendonça Sales Filho**

Professor Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais  
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil  
romero.filho@ufape.edu.br  
ORCID iD: 0000-0001-6491-9161

### **Wallace Rodrigues Telino-Júnior**

Professor Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais  
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil  
wallace.telinojr@ufape.edu.br  
ORCID iD: 0000-0002-5570-1993

### **Rachel Maria de Lyra-Neves**

Professora Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais  
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil  
rachel.lyraneves@ufape.edu.br  
ORCID iD: 0000-0002-6420-9271

## Impacto das estradas na fauna silvestre: Comparação entre estradas pavimentadas e estradas de terraplanagem

### RESUMO

**Objetivo** - Analisar e comparar os índices de atropelamento de fauna silvestre em rodovias asfaltadas e estradas de terraplanagem no Agreste Meridional de Pernambuco, avaliando a influência do tipo de via, da sazonalidade pluviométrica e de aspectos comportamentais das espécies sobre a ocorrência dos atropelamentos.

**Metodologia** - Foram realizados monitoramentos mensais entre outubro de 2023 e maio de 2024 em quatro trechos viários, sendo duas rodovias asfaltadas (BR-423) e duas estradas de terraplanagem. Os trechos foram percorridos com veículo a velocidade igual ou inferior a 50 km/h, com no mínimo dois observadores, para registro e identificação das carcaças ao menor nível taxonômico possível. As análises incluíram comparações descritivas entre os tipos de estrada e testes estatísticos aplicados às rodovias asfaltadas, além de correlação entre precipitação pluviométrica e número de atropelamentos.

**Originalidade/relevância** - Apesar do avanço dos estudos em ecologia de estradas, ainda são escassas pesquisas que comparam diretamente rodovias asfaltadas e estradas de terraplanagem considerando simultaneamente fatores ambientais, comportamentais e humanos. O estudo preenche essa lacuna ao evidenciar como diferentes tipos de vias e variáveis sazonais influenciam os padrões de mortalidade da fauna silvestre em uma região pouco explorada sob essa perspectiva.

**Resultados** - As rodovias asfaltadas apresentaram maior riqueza e abundância de atropelamentos em comparação às estradas de terraplanagem. *Rhinella dypticha* foi a espécie mais atropelada, especialmente em períodos de maior precipitação, seguida por *Cerdocyon thous*, cujo comportamento carniceiro aumenta a exposição ao risco, e *Didelphis albiventris*, associada também ao seu período reprodutivo. Embora diferenças descritivas entre as rodovias tenham sido observadas, os padrões gerais de atropelamento se mantiveram semelhantes entre os trechos asfaltados analisados.

**Contribuições teóricas/metodológicas** - O estudo contribui teoricamente ao integrar fatores abióticos, comportamentais e antrópicos na compreensão dos atropelamentos de fauna, reforçando a importância da sazonalidade e do comportamento das espécies na ecologia de estradas. Metodologicamente, destaca a limitação da aplicação de testes estatísticos em áreas com baixa taxa de registros e reforça a necessidade de abordagens combinadas entre análises descritivas e inferenciais.

**Contribuições sociais e ambientais** - Os resultados fornecem subsídios para o planejamento de medidas mitigadoras, como sinalização, redutores de velocidade e implantação de passagens de fauna em trechos críticos. Além disso, evidenciam a necessidade de ações educativas voltadas aos condutores, especialmente para reduzir atropelamentos intencionais, contribuindo para a conservação da fauna silvestre e para a segurança viária.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atropelamentos. Rodovias asfaltadas. Mitigação.

## Impacts of roads on wildlife: A comparison between paved highways and unpaved roads

### ABSTRACT

**Objective** – To analyze and compare wildlife roadkill rates on paved highways and unpaved roads in the southern Agreste region of Pernambuco, Brazil, with a focus on assessing the influence of road type, rainfall seasonality, and species-specific behavioral traits on the occurrence of wildlife-vehicle collisions.

**Methodology** – Monthly surveys were conducted between October 2023 and May 2024 along four road segments, including two paved highways (BR-423) and two unpaved roads. The segments were surveyed by vehicle at speeds of  $\leq 50$  km/h, with at least two observers, to record and identify carcasses to the lowest possible taxonomic level. Data analysis included descriptive comparisons between road types, statistical tests applied to the paved highways, and correlations between rainfall and the number of wildlife-vehicle collisions.

**Originality/Relevance** – Despite advances in road ecology research, studies directly comparing paved highways and unpaved roads while simultaneously considering environmental, behavioral, and anthropogenic factors remain scarce. This study addresses this gap by demonstrating how different road types and seasonal variables shape patterns of wildlife mortality in a region that has been little explored from this perspective.

**Results** – Paved highways showed higher species richness and greater abundance of wildlife roadkill compared with unpaved roads. *Rhinella dypticha* was the most frequently recorded species, particularly during periods of higher rainfall, followed by *Cerdocyon thous*, whose scavenging behavior increases its exposure to collision risk, and *Didelphis albiventris*, for which mortality peaks were associated with its reproductive period. Although descriptive differences were observed between the two highways, overall roadkill patterns were similar across the analyzed paved segments.

**Theoretical/Methodological Contributions** – This study contributes theoretically by integrating abiotic, behavioral, and anthropogenic factors into the understanding of wildlife-vehicle collisions, reinforcing the importance of

seasonality and species behavior in road ecology. Methodologically, it highlights the limitations of applying statistical analyses to short-term roadkill datasets and emphasizes the value of combining descriptive and inferential approaches in road ecology studies.

**Social and Environmental Contributions** – The results provide a basis for planning mitigation measures, such as wildlife warning signage, speed reduction devices, and the implementation of wildlife crossing structures in critical road segments. Additionally, the findings highlight the need for educational actions targeting drivers, particularly to reduce intentional wildlife-vehicle collisions, thereby contributing to wildlife conservation and road safety.

**KEYWORDS:** Paved highways. Mitigation measures. Wildlife-vehicle collisions.

## **Impacto de las carreteras en la fauna silvestre: comparación entre carreteras pavimentadas y caminos de terraplén**

### **RESUMEN**

**Objetivo** – Analizar y comparar los índices de atropello de fauna silvestre en carreteras asfaltadas y caminos de terraplén en el Agreste Meridional de Pernambuco, evaluando la influencia del tipo de vía, de la estacionalidad pluviométrica y de aspectos comportamentales de las especies sobre la ocurrencia de los atropellos.

**Metodología** – Se realizaron monitoreos mensuales entre octubre de 2023 y mayo de 2024 en cuatro tramos viarios, de los cuales dos correspondieron a carreteras asfaltadas (BR-423) y dos a caminos de terraplén. Los tramos fueron recorridos en vehículo a una velocidad igual o inferior a 50 km/h, con un mínimo de dos observadores, para el registro e identificación de las carcasas al menor nivel taxonómico posible. Los análisis incluyeron comparaciones descriptivas entre los tipos de vía y pruebas estadísticas aplicadas a las carreteras asfaltadas, además de la correlación entre la precipitación pluviométrica y el número de atropellos.

**Originalidad/Relevancia** – A pesar del avance de los estudios en ecología de carreteras, aún son escasas las investigaciones que comparan directamente carreteras asfaltadas y caminos de terraplén considerando de forma simultánea factores ambientales, comportamentales y humanos. El estudio llena esta laguna al evidenciar cómo diferentes tipos de vías y variables estacionales influyen en los patrones de mortalidad de la fauna silvestre en una región poco explorada desde esta perspectiva.

**Resultados** – Las carreteras asfaltadas presentaron una mayor riqueza y abundancia de atropellos en comparación con los caminos de terraplén. *Rhinella dypticha* fue la especie más atropellada, especialmente durante los períodos de mayor precipitación, seguida de *Cerdocyon thous*, cuyo comportamiento carroñero incrementa la exposición al riesgo, y de *Didelphis albiventris*, asociada también a su período reproductivo. Aunque se observaron diferencias descriptivas entre las carreteras, los patrones generales de atropello se mantuvieron similares entre los tramos asfaltados analizados.

**Contribuciones Teóricas/Metodológicas** – El estudio contribuye teóricamente al integrar factores abióticos, comportamentales y antrópicos en la comprensión de los atropellos de fauna, reforzando la importancia de la estacionalidad y del comportamiento de las especies en la ecología de carreteras. Metodológicamente, pone de relieve la limitación de la aplicación de pruebas estadísticas en áreas con baja tasa de registros y refuerza la necesidad de enfoques combinados entre análisis descriptivos e inferenciales.

**Contribuciones Sociales y Ambientales** – Los resultados proporcionan fundamentos para la planificación de medidas de mitigación, como la señalización, los reductores de velocidad y la implantación de pasos de fauna en tramos críticos. Además, evidencian la necesidad de acciones educativas dirigidas a los conductores, especialmente para reducir los atropellos intencionales, contribuyendo a la conservación de la fauna silvestre y a la seguridad vial.

**PALABRAS CLAVE:** Atropellos. Carreteras asfaltadas. Mitigación.

RESUMO GRÁFICO

### Impacto das estradas na fauna silvestre: Comparação entre estradas pavimentadas e estradas de terraplanagem



## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma grande preocupação com as questões ambientais do planeta, especialmente no que diz respeito à forma de compreender qual a melhor maneira de se ter uma vida sustentável, que preserve os recursos naturais e garanta o bem-estar das gerações futuras. Todavia, é observado que diversas condições que impulsionam a economia do país, também estão diretamente relacionadas aos impactos negativos ao ambiente natural. Segundo Marques *et al.* (2022) e Borza *et al.*, 2023, a rede rodoviária é um elemento espacial frequentemente encontrado em paisagens modernas, sendo apontada como uma infraestrutura necessária à sociedade, pois facilita as conexões entre pessoas e bens.

O Brasil, com sua vasta extensão territorial, possui estradas que interligam todos os lugares, tornando-as parte do desenvolvimento econômico e social de todo o país, sendo crucial para o transporte de bens e pessoas. A densidade da malha rodoviária pavimentada do Brasil permanece pequena (Amorozo, Mazza e Buono, 2021). Existem 1,7 milhão de quilômetros de estradas federais e estaduais no Brasil, sendo que apenas 213,5 mil quilômetros são pavimentados, os 1,3 milhão que restaram são em terra, cascalho ou outros acabamentos que podem dificultar a passagem de carros e caminhões (Amorozo, Mazza e Buono, 2021). Ainda assim, tais estradas provocam grande dano ao meio ambiente e à biodiversidade.

As rodovias perturbam os serviços ecossistêmicos, podendo levar a elevadas taxas de desmatamento (Costa e Gomides, 2024) e fragmentação, conduzindo a uma exploração violenta de recursos (Costa e Gomides, 2024), além de afetar a biodiversidade que existe em seu entorno. Como comenta Borza *et al.* (2023), dados atuais evidenciam que a frequência de colisões envolvendo animais e veículos estão crescendo aceleradamente. Deste modo, os animais que se aventuram pelas estradas podem ser atropelados, fator este que gera outro impacto negativo sobre as populações da fauna silvestre, um tema bastante estudado em ecologia de estradas (Sombra Junior, 2020).

Devido aos elevados custos econômicos, decorrentes de acidentes rodoviários por colisões com animais silvestres, ocorrem problemas e danos que afetam diretamente a economia e vidas humanas (Marques *et al.*, 2022; Borza *et al.*, 2023). Contudo, para vida silvestre implica em reduções populacionais significativas de espécies, pela elevada mortalidade levando a perda de biodiversidade (Borza *et al.*, 2023). Além disso, para as espécies mais vulneráveis, pode aumentar o risco de extinção (Borza *et al.*, 2023). Assim, documentar quais guildas alimentares são mais propensas à mortalidade por atropelamento pode ajudar a alertar sobre os impactos em alguns serviços ecossistêmicos (Costa e Gomides, 2024), bem como, compreender o impacto que a sazonalidade causa nos padrões de mortalidade da fauna (Santos Neta *et al.*, 2023). Deste modo, quantificar os atropelamentos é essencial para compreender a dinâmica desses acontecimentos (Abra, 2021).

Costa e Gomides (2024) comentam que o maior volume de recursos durante chuvas mais significativas levaria a uma maior movimentação da fauna, aumentando o número de colisões e o deslocamento de habitat devido ao aumento dos corpos d'água também pode levar a uma maior movimentação da fauna. Ainda evidenciam que a temperatura e a precipitação influenciam na distribuição dos atropelamentos, sendo a maior concentração na estação chuvosa.

Segundo Masques *et al.* (2022), a escassez de sinalização e as condições precárias de

algumas rodovias são hoje consideradas um problema adicional grave, pois os motoristas por não terem conhecimento sobre a possibilidade da presença de animais silvestres nas vias, através da sinalização, não reduzem a velocidade, aumentando o risco atropelamentos de animais.

Em suma, Azambuja *et al.* (2021), salientam que é crucial reconhecer que múltiplas causas de acidentes estão associadas, sendo provável que uma ou mais sejam utilizadas para reconhecer as espécies ou grupos acometidos, permitindo o planejamento e implantação das medidas de mitigação mais apropriadas. Santos Neta *et al.* (2023) enfatizam que para a implementação de medidas mitigadoras, podem ser considerados os trechos com maior taxa de mortalidade da fauna, de modo a reduzir o número de atropelamento das espécies silvestres nas estradas, contribuindo com a conservação das espécies.

## 2 OBJETIVOS

Esta pesquisa objetivou verificar o índice de atropelamentos da fauna silvestre em estradas de terraplanagem e rodovias asfaltadas. Além disso, visou catalogar as espécies silvestres atropeladas em cada trecho estudado, quantificar o número de atropelamentos por espécies, analisar a incidência de atropelamento em rodovias asfaltadas e estradas de terraplanagem, verificando se há diferença entre ambas.

## 3 METODOLOGIA

O Estudo foi realizado em quatro estradas do Agreste Meridional de Pernambuco, sendo duas pavimentadas, a rodovia BR-423: sentido Garanhuns-Jupi (40 km) a partir de agora **R1** e a mesma rodovia sendo no sentido Garanhuns-lati (40 km), **R2**; e duas estradas de terraplanagem: estrada do Mundaú, **E1**, que liga Garanhuns ao município de Saloá (25 km) e a estrada que liga Terezinha a Saloá, **E2**, (15 km), somando 40 km, de maneira que este somatório se igualasse ao total das outras rodovias permitindo assim a comparação entre as rodovias asfaltadas com as estradas de terraplanagem.

As coletas de dados foram mensais entre outubro de 2023 e maio de 2024, perfazendo oito meses de coleta de dados em campo. A cada mês as coletas aconteciam em quatro dias consecutivos, sendo um dia para cada trecho (R1, R2, E1 e E2). As coletas aconteceram no período diurno, de acordo com Dias, Lopes e Reis (2021, p.231), mais especificamente nos primeiros horários da manhã para evitar que as carcaças que foram atropeladas durante à noite fossem arrastadas por animais carniceiros.

O monitoramento foi realizado com veículo institucional da UFPE – Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (Fig.1), baseado nos trabalhos de Sombra Junior (2020) e Gomes *et al.* (2023), em velocidade igual/inferior a 50 km/h, com no mínimo dois observadores, para se ter uma melhor detecção em ambos os lados das rodovias/estradas. Os animais foram identificados ao menor nível taxonômico possível e fotografados. Em casos necessários, as carcaças foram encaminhadas ao Laboratório de Estudos de Zoologia – LABEZoo-UFPE para posterior identificação, por especialistas. A depender do estado de decomposição, como indicado por Santos *et al.* (2022), o animal era retirado da pista para não atrair animais carniceiros e evitar novos acidentes.

Figura 1 – Veículo institucional da UFAPE e animal catalogado (*Rhinella dypticha*) na R2 em janeiro de 2024.



Fonte: Autores.

Os dados pluviométricos foram coletados no site da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2024) para, posteriormente, serem organizados em planilha e análise dos dados de pluviometria.

Os testes estatísticos apenas foram aplicados para analisar R1 e R2, uma vez que o número de atropelamentos em E1 e E2 foi muito baixo, inviabilizando a aplicação destes. Todos os testes foram realizados no programa estatístico R.

Afim de verificar se existe relação entre o número de atropelamentos e as R1 e R2 e devido a necessidade de respeitar alguns pressupostos na aplicação do teste qui-quadrado de independência, foi realizado um primeiro agrupamento nos dados, sendo: mamíferos de médio porte, mamíferos de pequeno porte, aves Passeriformes, aves não Passeriformes, cágados, lagartos, serpentes e anfíbios. Ainda assim, os pressupostos do qui-quadrado não foram atendidos e, dessa forma, foi aplicado o Teste Exato de Fisher, com confiança de 95%.

Também foi realizado um segundo agrupamento, considerando as Classes Taxonômicas dos animais atropelados: mamíferos, aves, reptilianos e anfíbios. Neste, foi possível aplicar o teste de qui-quadrado, uma vez que os pressupostos foram atendidos, ou seja, as frequências esperadas foram suficientes para permitir a aplicação adequada do referido teste.

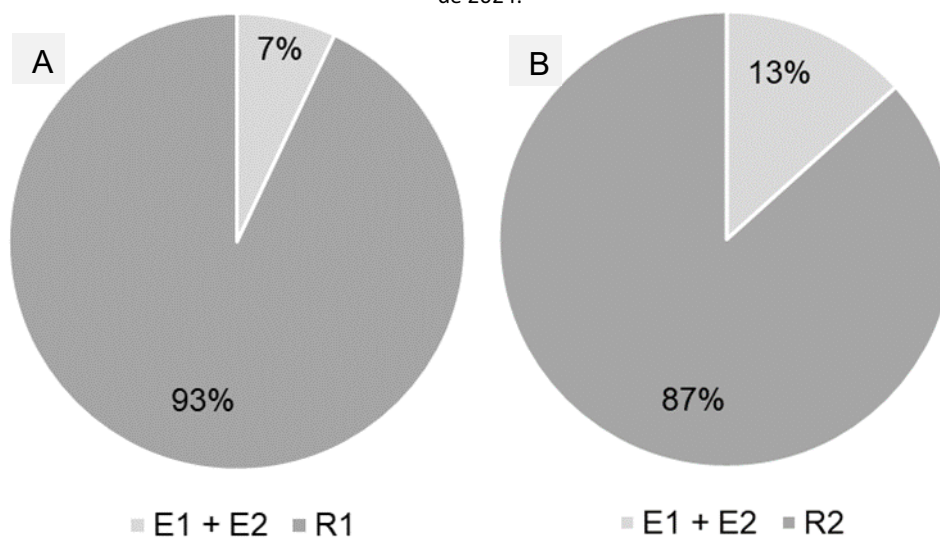
Também foi feita a comparação entre o número médio de atropelamentos entre R1 e R2. Para tanto, com o propósito de verificar o pressuposto para aplicação do teste paramétrico para comparação de médias foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Como não foi constatada a normalidade dos dados foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney.

Por fim, também foi analisada a correlação entre precipitação pluviométrica e o número de atropelamentos registrados nestas rodovias. Novamente, pelo fato de os dados não apresentarem normalidade, foi utilizado o teste de Correlação de Spearman.

#### 4 RESULTADOS

Na presente pesquisa foi observado um maior quantitativo de animais atropelados nas rodovias asfaltadas do que nas estradas de terraplanagem (Fig. 2A e 2B), como também registrado por Costa e Gomides (2024) em suas pesquisas. Nas rodovias observou-se uma maior riqueza e abundância absoluta de animais silvestres atropelados, enquanto nas estradas de terraplanagem ocorreu um número bastante reduzido, sendo registrado apenas um espécime de *Rhinella dypticha* e um espécime de *Amphisbaenia alba* em E1, já em E2 foram registrados apenas seis indivíduos de *R. dypticha*. Um dos fatores que influencia esta situação, pode ser a menor velocidade com que os veículos transitam nas estradas de terraplanagem em comparação às rodovias asfaltadas que possuem maior fluxo de veículos e em maior velocidade.

Figura 2 – Atropelamentos nas estradas de terraplanagem (E1 + E2) em relação à: A- R1 (BR-423, trecho Garanhuns-Jupi), entre outubro de 2023 e maio de 2024. B: R2 (BR-423, trecho Garanhuns-lati), entre outubro de 2023 e maio de 2024.



Fonte: Autores.

Ademais, as estradas de terraplanagem, por não possuírem acostamento, dificultam o registro de muitos animais, podendo haver também subestimação de registros devido ao fato de que com o impacto da colisão os animais são lançados para fora da pista (Gomes *et al.*, 2023; Santos Neta *et al.*, 2023; Zhao *et al.*, 2023; Román *et al.*, 2024), alcançando as áreas da vegetação adjacente, o que impossibilita a visualização das carcaças por ficarem camufladas em meio a ela.

Contudo, as estradas de terraplanagem também causam impactos significativos, principalmente pela sua extensa malha (Lima, 2017). Esse autor ainda informa que o número de colisões com animais em estradas de terra é semelhante ao de estradas pavimentadas, pois mesmo que os acidentes sejam mais baixos, como o país tem muito mais estradas não pavimentadas, o número de acidentes seria similar.

Além disso, o maior fluxo e velocidade de veículos nas estradas pavimentadas também contribuem com o maior registro de atropelamentos nelas, fato este também registrado por Enande *et al.* (2024). E segundo Emerich (2021), as características e qualidades das estradas podem influenciar na capacidade de o condutor desviar do animal, bem como, na maior chance de fuga dos animais.

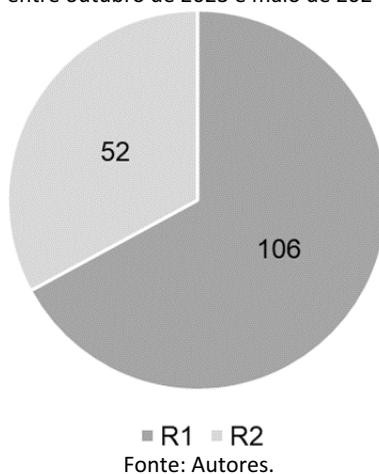
Como o número de animais atropelados foi bem mais baixo nas estradas de

terraplanagem, não foi possível a aplicação de testes estatísticos, por não atender aos pressupostos exigidos por cada teste. Assim, para comparação entre as estradas de terraplanagem e as rodovias, as análises realizadas foram apenas descritivas.

Por observação direta durante as coletas, percebe-se que na R1 ocorre maior fluxo de veículos transitando e em alta velocidade, em relação à R2. Assim, era esperado um maior número de atropelamentos na R1 se comparado à R2, como constatado descritivamente nesta pesquisa. As características das estradas, que inclui o fluxo de tráfego e velocidade, servem como preditores consideráveis dos pontos críticos das rodovias (Hallisey *et al.*, 2022). Tal fato também é relatado por Gomes *et al.* (2023), onde foi registrado maior número de atropelamentos em trechos que apresentavam maior limite de velocidade.

Comparando R1 e R2 de forma descritiva, nota-se que na primeira o quantitativo de espécimes atropelados foi mais que o dobro (N = 106) que a segunda (N = 52), como observado na figura 3. No entanto, aplicando o teste exato de Fisher, nos dados reagrupados (mamíferos de médio porte; mamíferos de pequeno porte; aves Passeriformes; aves não Passeriformes; cágados, lagartos, serpentes e anfíbios) foi verificado um p-valor de 0,3436 indicando que não há relação entre os atropelamentos que ocorrem na R1 e na R2, ou seja, não foi verificada nenhuma associação significativa entre as duas variáveis, o que quer dizer que a distribuição das frequências observadas para os acidentes em uma rodovia não difere significativamente da distribuição esperada caso as rodovias fossem independentes, em outras palavras, os acidentes ocorrem de forma semelhante, independente de qual rodovia se considera.

Figura 3 – Atropelamentos nas rodovias R1 (BR-423, trecho Garanhuns-Jupi) e R2 (BR-423, trecho Garanhuns-Iati), entre outubro de 2023 e maio de 2024.



Na tentativa de aplicar o teste de qui-quadrado afim de validar o resultado encontrado pelo teste de Fisher, foi feito um novo reagrupamento, desta vez, considerando as Classes Taxonômicas (mamíferos, aves, reptilianos e anfíbios), foi então aplicado o teste de qui-quadrado, onde obtivemos um p-valor de 0,2979, e de forma coerente com o que foi demonstrado pelo teste exato de Fischer, ficou constatada a independência entre as duas rodovias em relação a ocorrência de atropelamentos de animais, ou seja não há diferenças significativas entre as frequências de acidentes observadas em R1 e R2, quanto aos grupos atropelados. Assim, mesmo percebendo em uma análise descritiva o maior número de atropelamentos em R1 (Fig. 3), os espécimes atropelados se distribuíram equitativamente entre as Classes estudadas nas duas rodovias.

Nesse estudo, também buscou-se verificar se o número médio de atropelamentos era o mesmo entre as rodovias. Para isso, procurou-se utilizar o teste t-student, entretanto, o pressuposto de normalidade necessário para aplicar esse teste não foi verificado através do teste de Shapiro-Wilk. Assim, devido à ausência de normalidade utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney com Correção de Continuidade para a comparação das medianas. O resultado deste teste resultou em  $W = 389$ ,  $p\text{-valor} = 0,03182$ , demonstrando R1 e R2 apresentaram medianas de atropelamentos significativamente diferentes.

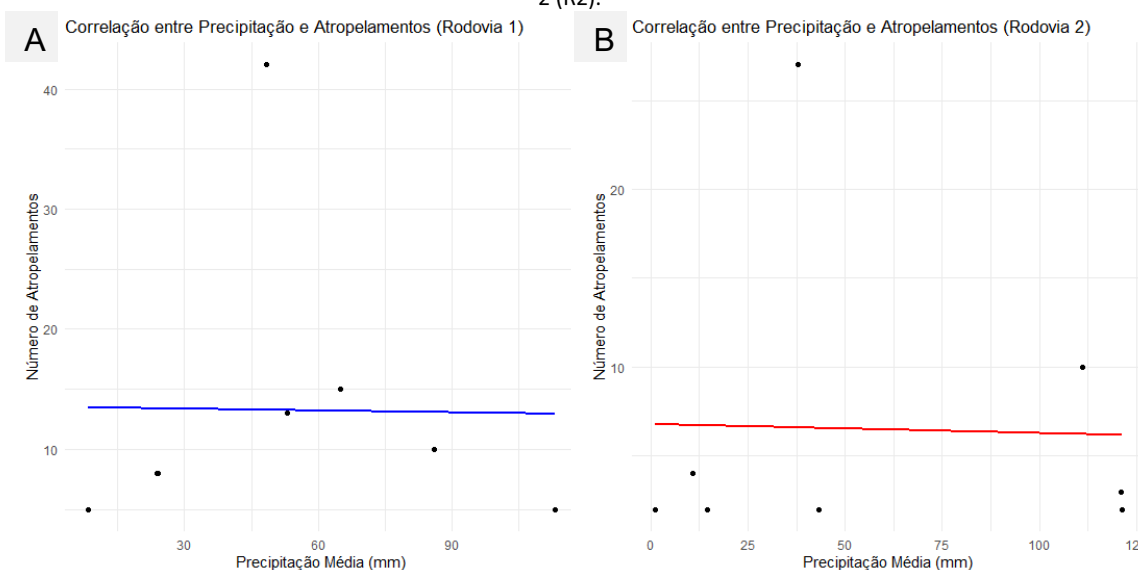
Para verificar a existência de relação entre a precipitação e o número de atropelamentos, foi utilizado o teste de correlação de Spearman. Desta forma, foi encontrada para R1, um coeficiente de correlação ( $\rho$ ) de aproximadamente 0,193. Este valor sugere uma correlação positiva fraca entre as duas variáveis, indicando que há uma leve tendência de que, à medida que a precipitação aumenta, o número de atropelamentos também possa aumentar. No entanto, essa relação é fraca e não muito pronunciada.

O p-valor obtido foi de 0,6474, este resultado é significativamente maior que o nível de significância comum (como 0,05%), não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que não há correlação entre a precipitação e o número de atropelamentos. Portanto, os resultados indicam que a correlação observada não é estatisticamente significativa (Fig. 4A).

Já na R2, a análise de correlação de Spearman entre a precipitação e o número de atropelamentos, resultou em um coeficiente de correlação ( $\rho$ ) de aproximadamente 0,038. Este valor indica uma correlação muito fraca entre a precipitação e o número de atropelamentos. Em termos práticos, isso sugere que há uma quase ausência de relação entre a quantidade de precipitação e o número de atropelamentos registrados.

O p-valor obtido foi de 0,9287, sendo muito maior que o nível de significância comum (como 0,05%), indicando que não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula. A hipótese nula no teste de Spearman é que o coeficiente de correlação verdadeiro ( $\rho$ ) é igual a zero, ou seja, não há correlação entre as variáveis. Portanto, os resultados sugerem que a correlação observada é estatisticamente insignificante, e não há uma relação significativa entre a precipitação e o número de atropelamentos (Fig. 4B).

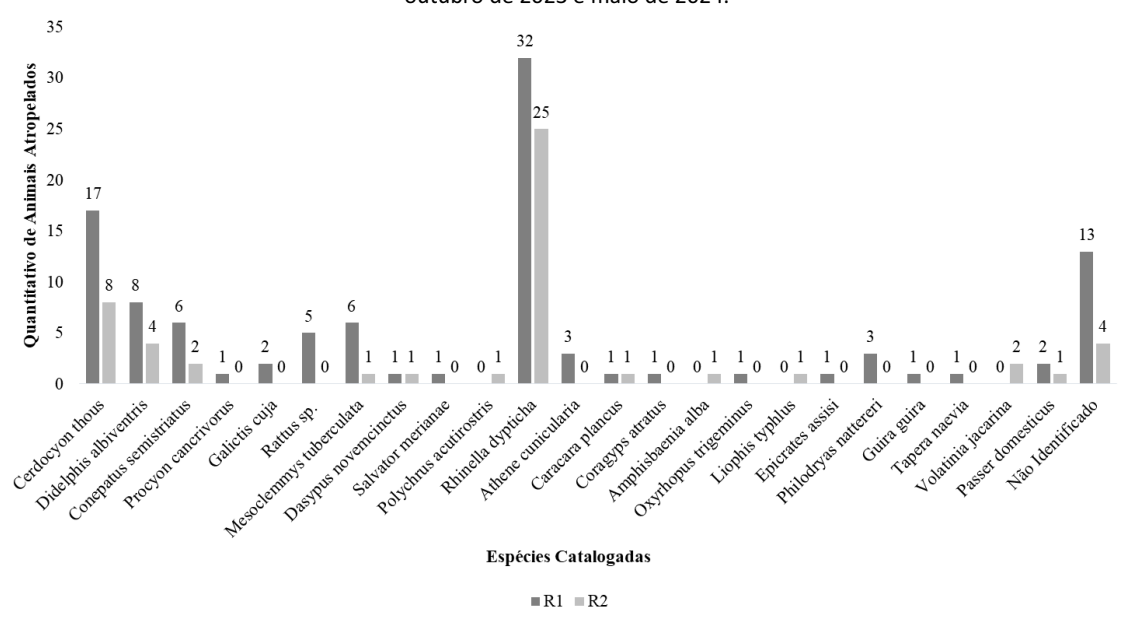
Figura 4 – Gráfico de Correlação entre Precipitação e Número de Atropelamentos na: A- Rodovia 1 (R1); B- Rodovia 2 (R2).



Fonte: Autores.

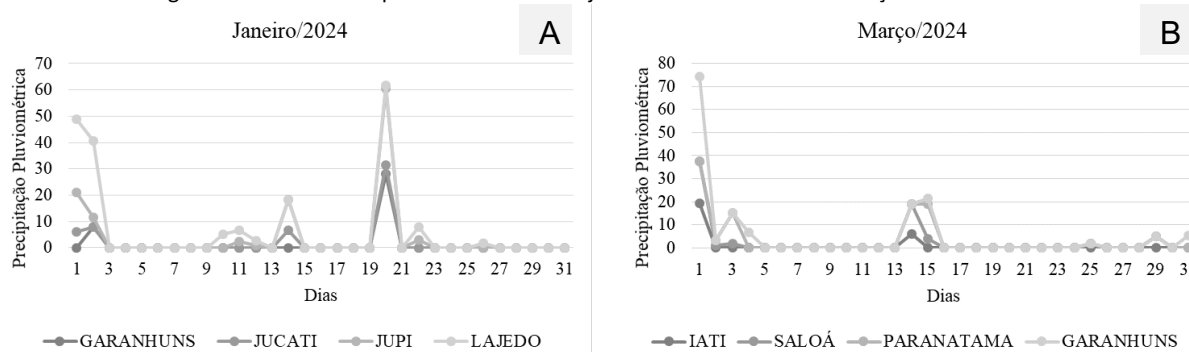
Quanto às espécies atropeladas em R1 e R2, a que teve maior número de espécimes atropelados foi *Rhinella dypticha*, representando 30% dos animais atropelados em R1 e 48% em R2 (Fig. 5). Nos dias 11 de janeiro de 2024 na R1 e no dia 14 março desse mesmo ano na R2, os números de atropelamentos de espécimes de *R. dypticha*, aumentaram consideravelmente, sendo N = 31 e N = 19, respectivamente. Importante salientar que nos citados dias ocorreu chuvas nas localidades (Fig. 6A e 6B).

Figura 5 – Quantitativo de espécimes atropelados por espécies, registradas durante a pesquisa, na R1 e na R2, entre outubro de 2023 e maio de 2024.



Fonte: Autores.

Figura 6 – Pluviometria para os meses de: A- janeiro de 2024 na R1. B- março de 2024 na R2.

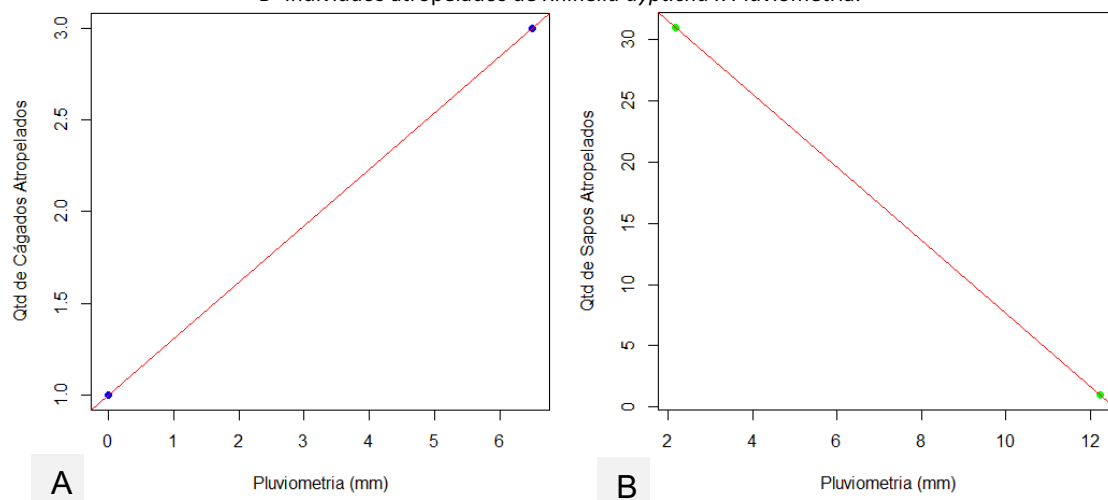


Fonte: Autores.

Nestes dias de maior ocorrência de atropelamentos de *Rhinella dypticha*, como relatado, ocorreu chuvas torrenciais nas localidades da amostragem e, provavelmente, em decorrência da incidência da alta precipitação dessas chuvas orográficas, houve aumento do número de atropelamentos desses animais, já que é comum a movimentação deles em dias de chuva. Os achados de Santos Neta *et al.* (2023) e de Costa e Gomides (2024), coincidem com a presente pesquisa, pois também constataram maior incidência de atropelamentos de anfíbios em dias chuvosos.

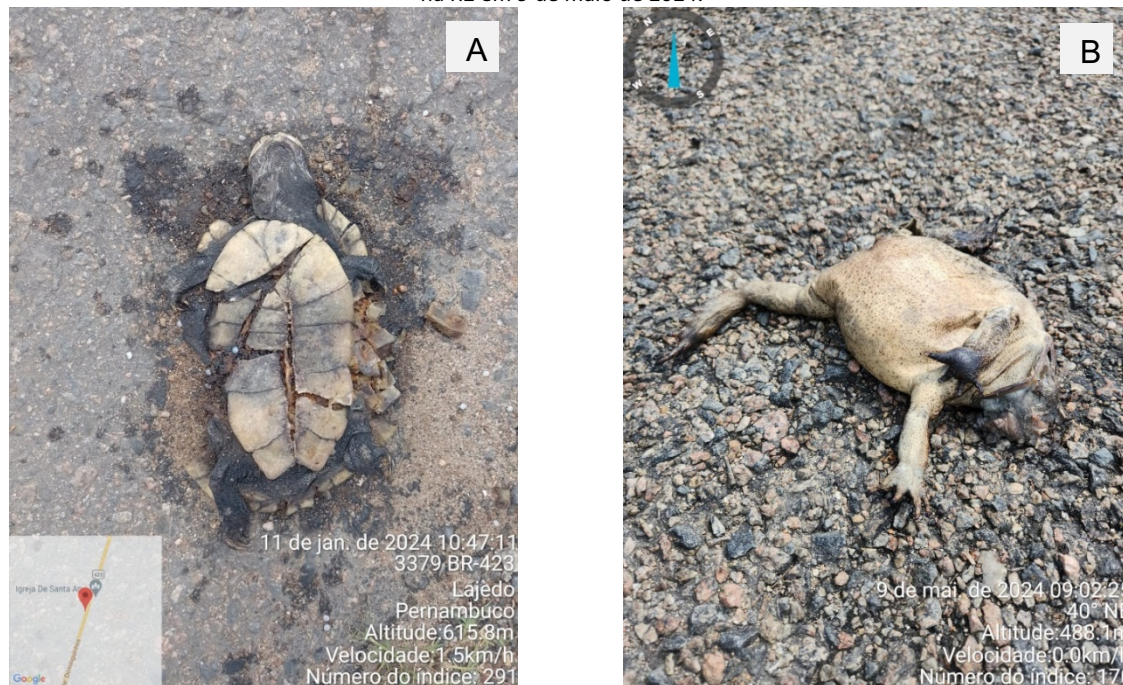
A partir de uma análise qualitativa, é perceptível uma associação entre a precipitação pluviométrica e os atropelamentos dos espécimes de *Mesoclemys tuberculata* e espécimes de *Rhinella dypticha* (Figs. 7A e B; 8A e B), demonstrando que a maior precipitação eleva o número de atropelamentos dos indivíduos dessas duas espécies. Entretanto, não houve possibilidade da aplicação de teste estatístico, uma vez que o número da amostra não atendeu às premissas dos testes a serem aplicados.

Figura 7 – Gráfico de Dispersão Relacionando: A- Indivíduos atropelados de *Mesoclemys tuberculata* x Pluviometria; B- Indivíduos atropelados de *Rhinella dypticha* x Pluviometria.



Fonte: Autores.

Figura 8 – A- *Mesoclemys tuberculata* atropelado na R1 em 11 de janeiro de 2024. B- *Rhinella dypticha* atropelado na R2 em 9 de maio de 2024.



Fonte: Autores.

Na estação chuvosa, os indivíduos de *M. tuberculata* tendem a se deslocar mais, provavelmente em busca de novos corpos d'água para reprodução, abrigo ou alimentação. Nessa mesma estação, indivíduos de *R. dypticha*, tendem a se distribuir de forma mais dispersa,

possivelmente pela existência de diversos corpos d'água, o que reduz as chances de atropelamentos. Segundo Silva (2021), as chuvas estimulam as atividades reprodutivas da espécie *R. dypticha*. Em função disto, animais que se reproduzem na estação chuvosa são mais suscetíveis a atropelamentos em comparação àqueles que se reproduzem na estação seca (Gomes *et al.*, 2023).

No entanto, em períodos da estação seca, com a diminuição de áreas úmidas e a ocorrência de chuvas orográficas torrenciais, esses animais tendem a se deslocarem bastante nesses pontos específicos nas proximidades da extensão das rodovias, com isso aumentando o risco de atropelamentos.

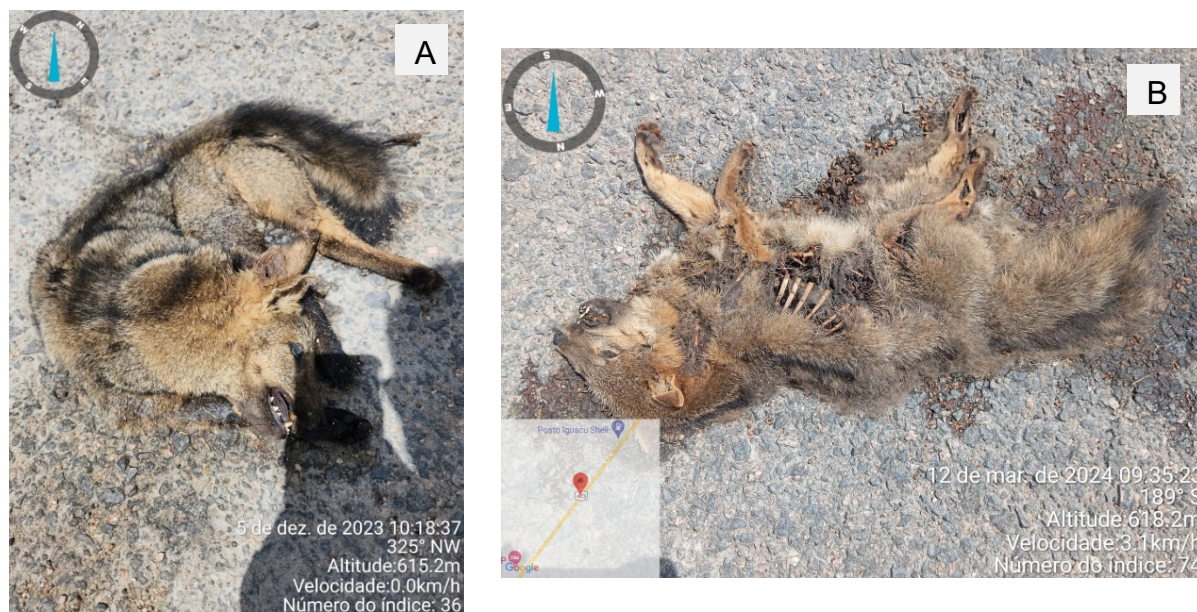
É importante ressaltar que os sapos, tendem a atravessar estradas com bastante frequência (Hallisey *et al.*, 2022) e que, de acordo com Costa e Gomides (2024), no período de maior precipitação pluviométrica também há um aumento da disponibilidade de recursos alimentares, que levam a maior movimentação desses animais nas rodovias. Além disso, nesse período ocorre as atividades reprodutivas desses animais, contribuindo no aumento dos deslocamentos deles e, conseqüentemente, aumentando os riscos de colisões (Santos *et al.*, 2022; Costa e Gomides, 2024).

A precipitação é um fator climático que influencia diretamente as variações sazonais na abundância e atividade das espécies, afetando os padrões de atropelamento (Ayob *et al.*, 2020). Constitui também um forte influenciador da probabilidade de ocorrência significativa de atropelamentos (Hallisey *et al.*, 2022). Estes mesmos autores recomendam a realização de pesquisas durante ou imediatamente após a ocorrência de chuvas, porque grandes eventos de atropelamentos têm maior probabilidade de serem observados.

Deste modo, o entendimento sobre a relação entre os atropelamentos e os fatores abióticos de modo temporal ajuda a compreender os padrões que estão presentes na mortalidade de animais silvestres nas infraestruturas de transporte humano (Costa e Gomides, 2024). As taxas dos atropelamentos aparentemente seguem um padrão, acompanhando os períodos seco e chuvoso, como constatado na presente pesquisa, e também registrado por Santos Neta *et al.* (2023), além de estar relacionado com as condições de menor visibilidade dos animais pelos motoristas no período chuvoso (Marques *et al.*, 2022).

A segunda espécie com maior número de atropelamentos, em ambas as rodovias, foi *Cerdocyon thous* (Fig. 9A e 9B), sendo a mais acometida entre os mamíferos, representando 16% do total de animais atropelados na R1 e 15% na R2, também é retratada em outras pesquisas como a de Santos *et al.* (2022) e Barbosa *et al.* (2025). Santos Neta *et al.* (2023) comentam que as raposas se movem intensamente pelas rodovias, buscando presas ou animais mortos na pista, o que aumenta o risco de colisões. Esses mesmos autores também expõem que indivíduos desta espécie correm o risco de serem atropelados intencionalmente, uma vez que a crença popular considera a espécie como sendo “azeda”, em decorrência de transmitirem o vírus da raiva.

Figura 9 – *Cerdocyon thous* atropelada: A- Na R1 em 5 de dezembro de 2023. B- Na R2 em 12 de março de 2024.



Fonte: Autores.

A terceira espécie com maior índice de atropelamentos, em ambas as rodovias, foi *Didelphis albiventris* (Fig. 10), representando 8% dos animais atropelados nas duas rodovias, também sendo retratada em pesquisa de Barbosa *et al.* (2025). É visível, inclusive, que o espécime atropelado é uma fêmea, que estava com pelo menos dois filhotes no marsúpio. De acordo com Marques *et al.* (2022), muitas espécies apresentam alto índice de mortalidade durante a época reprodutiva, isso é atribuído à grande movimentação desses animais, tanto na fase adulta pela procura de parceiros nesse período, como também na fase jovem e de filhotes que acompanham seus progenitores.

Figura 10 – *Didelphis albiventris* atropelado na R1 em 29 de fevereiro de 2024.



Fonte: Autores.

Cabe ressaltar ainda, que apesar do grande número de animais encontrados em rodovias, ainda é subestimado, pois acredita-se que o quantitativo pode ser bem maior, considerando que vários animais após serem atropelados não morrem no momento da colisão, pois conseguem se deslocar para a vegetação adjacente, onde não são visualizados e nem contabilizados em pesquisas (Enande *et al.*, 2024). Outro fator que contribui para o não registro de diversos animais, é que com a colisão eles podem ser arremessados pelo impacto para fora da rodovia e até mesmo do acostamento, impossibilitando sua detecção (Gomes *et al.*, 2023; Santos Neta *et al.*, 2023; Zhao *et al.*, 2023), assim, ficam camuflados na vegetação, principalmente àquelas espécies aladas de pequeno porte como aves e morcegos. Da mesma maneira que, rodovias que possuem um volume de tráfego mais intenso podem acabar tendo as carcaças destruídas antes mesmo de serem observadas (Hallisey *et al.*, 2022).

Destaca-se também que as carcaças de animais menores têm maior probabilidade de serem afastados da estrada por predadores (Marques *et al.*, 2022), porém, esses mesmos autores, comentam que os animais carniceiros que estão consumindo as carcaças acabam sendo vítimas de atropelamento.

Por fim, deve se considerar a eficácia do observador e o tempo de permanência da carcaça nas estradas (Costa e Gomides, 2024), pois apesar de toda a tentativa de ser eficaz e eficiente na coleta de dados, devido a todos esses motivos, sabe-se que o quantitativo de animais atropelados é subestimado e o dano à biodiversidade é bem maior do que o estimado.

## 5 CONCLUSÃO

As rodovias asfaltadas possuem maior intensidade de tráfego, aumentando o risco de atropelamentos, se comparadas com as estradas de terraplanagem. Ocorre um crescimento alarmante no atropelamento de indivíduos de *Rhinella dypticha* quando há incidência de chuvas, em decorrência da maior movimentação desses animais em busca de alimento e para reprodução. É importante salientar que *Cerdocyon thous* também tem um quantitativo alto de atropelamentos, em ambas as rodovias. Além de fatores ambientais e comportamentais, atitudes humanas de atropelamentos intencionais também contribuem para maior atropelamento desses animais.

Para reduzir os atropelamentos, são necessárias medidas de mitigação como a instalação de sinalização e redutores de velocidade adequados ao longo das rodovias, alertando os motoristas sobre áreas de maior ocorrência de animais. Outras medidas como a criação de corredores ecológicos, passagens de fauna e cercas, permitem o deslocamento seguro da fauna, evitando a travessia nas pistas. Além disso, campanhas de conscientização dos condutores são essenciais para evitar atropelamentos intencionais de algumas espécies alvo, promovendo a conservação da fauna e uma maior segurança nas estradas.

## 5 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABRA, F. D.; HUIJSER, M. P.; MAGIOLI, M.; BOVO, A. A. A.; FERRAZ, K. M. P. M. B. An estimate of wild mammal roadkill in São Paulo state, Brazil. *Heliyon*, v. 7, n. 1, e06015, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06015>. Acesso em: 22 fev. 2026.

AMOROZO, M.; MAZZA, L.; BUONO, R. **No Brasil, apenas 12% das rodovias são pavimentadas**. Folha de S.Paulo, UOL, 2021. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/no-brasil-apenas-12-das-rodovias-sao-pavimentadas/>. Acesso em: 06 de jan. 2026.

APAC. **Climatologia: precipitação média por município**. Agência Pernambucana de Águas e Clima, 2024. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>. Acesso em: 06 de jan. 2026.

AYOB, N.; MUSTAPHA, M. A.; SENAWI, J.; AHMAD, N. Herpetofauna roadkills on Langkawi Island, Peninsular Malaysia: the influence of landscape and season on mortality distribution. *Sains Malaysiana*, v. 49, n. 10, p. 2373-2382, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2020-4910-04>. Acesso em: 6 jan. 2026.

AZAMBUJA, R.; RIEDEL, E. C.; SAITO, E. N.; BALESTIERI, M. F. **Manual de orientações técnicas para mitigação de colisões veiculares com fauna silvestre nas rodovias estaduais do Mato Grosso do Sul**. 1. ed. Campo Grande: Secretaria de Estado de Infraestrutura – SEINFRA, 2021.

BARBOSA, A. M. S.; BARBOSA, V. M. S.; SILVA, D. A.; TELINO-JÚNIOR, W. R.; LYRA-NEVES, R. M. Mapeamento de hotspots de fauna silvestre: monitoramento das espécies atropeladas em rodovias do Agreste de Pernambuco. *Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes*, v. 13, n. 42, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.17271/23178604134320255971>. Acesso em: 6 jan. 2026.

BORZA, S.; GODÓ, L.; VALKÓ, O.; VÉGVÁRI, Z.; DEÁK, B. Better safe than sorry – understanding the attitude and habits of drivers can help mitigating animal-vehicle collisions. *Journal of Environmental Management*, v. 339, p. 117917, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117917>. Acesso em: 6 jan. 2026.

COSTA, A. C. G. L. C.; GOMIDES, S. C. Disentangling drivers of vertebrate roadkill in a protected area in the Amazon rainforest. *Austral Ecology*, v. 49, n. 8, e13571, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/aec.13571>. Acesso em: 6 jan. 2026.

DIAS, C. D. C.; LOPES, S. M. C.; REIS, H. J. D. A. Levantamento de vertebrados silvestres mortos por atropelamento em rodovia estadual do Brasil. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 9, n. 3, p. 229–238, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v9n3.dias>. Acesso em: 6 jan. 2026.

ENANDE, K. C. M.; PORTO, C. O.; BECEGATTO, D. B.; MARTINS, L. L. A relação entre o cenário rodoviário, agropecuário e o atropelamento em massa de animais silvestres em um trecho da BR-267 – Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, 5., 2024, on-line. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, v. 5, n. 2, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/conbracib2024/35130>. Acesso em: 6 jan. 2026.

EMERICH, S. P. D. L. **Mapas de zonas de risco de atropelamento de animais silvestres na BR-487, nos limites da Reserva Biológica das Perobas no trecho entre Tuneiras do Oeste e Campo Mourão**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021.

GOMES, D. F.; BUENO, C.; PINNA, P. H.; WOITOVICZ-CARDOSO, M.; PASSOS, P. March or die: road-killed herpetofauna along BR-040 highway, an ancient road on the Atlantic Forest from Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 23, n. 2, e20221454, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2022-1454>. Acesso em: 6 jan. 2026.

HALLISEY, N.; BUCHANAN, S. W.; GERBER, B. D.; CORCORAN, L. S.; KARRAKER, N. E. Estimating road mortality hotspots while accounting for imperfect detection: a case study with amphibians and reptiles. *Land*, v. 11, n. 5, p. 739, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/land11050739>. Acesso em: 6 jan. 2026.

LIMA, M. **Estradas de terra causam tanto impacto sobre a biodiversidade quanto as pavimentadas e movimentadas**. Portal UFLA, Lavras, 2017. Disponível em: <https://www.ufla.br/dcom/2017/02/09/estradas-de-terra-causam-tanto-impacto-sobre-a-biodiversidade-quanto-as-pavimentadas-e-movimentadas-conclui-pesquisa/>. Acesso em: 6 jan. 2026.

MARQUES, L. A.; LOBATO, D. N. C.; SOUZA, J. D.; PACHECO, C. M. Impactos das estradas na fauna silvestre – dinâmica de atropelamentos de vertebrados em trechos de duas rodovias do centro-oeste de Minas Gerais. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, v. 19, n. 41, p. 140, 2022. Disponível em: [https://doi.org/10.18677/EnciBio\\_2022C14](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2022C14). Acesso em: 6 jan. 2026.

ROMÁN, J.; RODRÍGUEZ, C.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, A.; DIEZ-VIRTO, I.; GUTIÉRREZ-EXPÓSITO, C.; JUBETE, F.; PANIW, M.; CLAVERO, M.; REVILLA, E.; D'AMICO, M. Beyond crippling bias: carcass-location bias in roadkill studies. *Conservation Science and Practice*, v. 6, ed. 4, e13103, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/csp2.13103>. Acesso em: 6 jan. 2026.

SANTOS, E.; CÓRDOBA, M.; ROSA, C.; RODRIGUES, D. Hotspots and season related to wildlife roadkill in the

Amazonia–Cerrado transition. **Diversity**, v. 14, n. 8, p. 657, 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.3390/d14080657>. Acesso em: 6 jan. 2026.

SANTOS NETA, C. S.; ABRA, F. D.; SANTOS, L. B.; COSTA, E. P. L.; DINIZ, M. F. D.; MORATO, R. G. Identificação de áreas críticas de atropelamento de fauna na região do Parque Nacional da Serra da Capivara, Piauí. **Biodiversidade Brasileira**, v. 13, n. 4, p. 1-18, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v13i4.2412>. Acesso em: 6 jan. 2026.

SILVA, K. **Fungos associados a anuros em remanescentes de Mata Atlântica do Nordeste do Brasil**. 2021.

Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

SOMBRA JUNIOR, C. A. **Ecologia de estradas: problemáticas e medidas de mitigação**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE (CONIMAS); CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 3., 2020, Campina Grande. Campina Grande: Realize Eventos Científicos & Editora, 2020. v. 2, p. 182-196.x

ZHAO, J.; YU, W.; HE, K.; ZHAO, K.; ZHOU, C.; WRIGHT, J. A.; LI, F. Evaluating the urban-rural differences in the environmental factors affecting amphibian roadkill. **Sustainability**, v. 15, n. 7, p. 6051, 2023. Disponível em:

<https://doi.org/10.3390/su15076051>. Acesso em: 6 jan. 2026.