

VERTEBRADOS SILVESTRES ATROPELADOS EM UM TRECHO URBANO DA RODOVIA PA-437, NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Dianes Gomes Marcelino¹, Luiz Cesar Marinho de Castro², Evelin Vitoria da Silva Santos³, Silionamã Pereira Dantas⁴, Túlio Dornas⁵

Resumo: As rodovias são componentes capazes de promover o desenvolvimento social e econômico de um país. Entretanto, esses empreendimentos são responsáveis por desencadear uma série de impactos sobre a fauna, mesmo estando localizadas em áreas urbanas. Este trabalho teve como objetivo identificar as espécies da fauna mais atropeladas em um trecho urbano de 1,2 km da rodovia PA-437, em Óbidos/PA, porção norte da Amazônia brasileira. A coleta de dados foi realizada no período de outubro de 2021 a dezembro de 2022, sendo utilizada a metodologia adaptada do Projeto Malha. O monitoramento foi realizado durante 70 dias, sendo contabilizado esforço amostral de 84 km. No total foram encontradas 195 carcaças de animais, sendo 158 pertencentes ao grupo dos anfíbios (81,03%), 19 ao grupo dos répteis (9,74%), 11 ao grupo das aves (5,64%) e 7 do grupo dos mamíferos (3,59%). A taxa de atropelamento foi de 2,32 ind./km/dia, estando os fatores associados aos atropelamentos a presença de resíduos e restos de carcaças de outros animais nas margens da rodovia, as características da paisagem, da via e do tráfego de veículos no local. Como medidas mitigadoras propõem-se realização de limpeza das margens da rodovia, implantação de sinalização e passagem de fauna e a realização de campanhas de sensibilização ambiental junto aos condutores e moradores do entorno da rodovia.

Palavras-chave: Monitoramento de fauna, Ecologia de estradas, Mortalidade em estradas, Animais selvagens.

WILDLIFE VERTEBRATES ROADKILLED IN AN URBAN SECTION OF THE PA-437 HIGHWAY, IN THE BRAZILIAN AMAZONIAN

Abstract: Highways are responsible for promoting the social and economic development of a country. However, these developments are responsible for triggering a series of impacts on the fauna, even though they are located in urban areas. The objective of this work was to identify the fauna species most roadkilled in an urban stretch

- 1 Mestre em Ecologia de Ecótonos pela Universidade Federal do Tocantins. Professor do Instituto Federal do Pará – Campus Óbidos.
- 2 Discente do Curso Técnico em Meio Ambiente. Instituto Federal do Pará – Campus Óbidos.
- 3 Discente do Curso Técnico em Meio Ambiente. Instituto Federal do Pará – Campus Óbidos.
- 4 Mestre em Zoologia pela Universidade Federal do Amazonas – Campus Manaus.
- 5 Bolsista de pós-doutorado do Programa em Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Tocantins – Campus Palmas.

-- ARTIGO RECEBIDO EM 09/09/2023. ACEITO EM 11/03/2024. --

of 1.2 km of the PA-437 highway, in Óbidos/PA, northern portion of the Brazilian Amazon. Data collection was carried out from October 2021 to December 2022, using the methodology adapted from Projeto Malha. Monitoring was carried out for 70 days, accounting for a sampling effort of 84 km. In total, 195 animal carcasses were found, 158 belonging to the amphibian group (81.03%), 19 to the reptile group (9.74%), 11 to the bird group (5.64%) and 7 to the of mammals (3.59%). The roadkill rate was 2.32 ind./km/day, with the factors associated with roadkill being the presence of waste and other animal carcasses on the sides of the road, the characteristics of the landscape and vehicle traffic in the area. As mitigating measures, it is proposed to carry out cleaning of the highway margins, implementation of signaling and passage of fauna and the carrying out of environmental awareness campaigns with drivers and residents around the Highway.

Keywords: Monitoring wildlife, Road ecology, Road mortality, Wildlife.

1 INTRODUÇÃO

As rodovias são essenciais para o desenvolvimento de um país, pois é através delas que as pessoas alcançam novos lugares e transportam suas mercadorias (FU; LIU; DONG, 2010). Entretanto, esses empreendimentos são umas das principais ameaças à conservação da biodiversidade ao promover a fragmentação de habitats, criando barreiras para algumas espécies e a mortandade de inúmeros animais que se arriscam a atravessá-las (BUENO; ALMEIDA, 2010; SANTOS *et al.*, 2012; FREITAS *et al.*, 2015).

Estima-se que as rodovias brasileiras anualmente são responsáveis pela morte de mais de 475 milhões de animais de pequeno, médio e grande porte, o que representa a morte de pelo menos 15 animais a cada segundo (BAGER *et al.*, 2016). Os efeitos sobre as espécies ameaçadas de extinção ou com baixa densidade populacional são os mais preocupantes (LEITE *et al.*, 2012), uma vez que somado aos efeitos do isolamento, os atropelamentos podem comprometer a variabilidade genética dessas espécies.

Mesmo em áreas urbanas, os atropelamentos colocam em risco a fauna silvestre, principalmente quando as rodovias estão localizadas próximas a áreas naturais ou em processos de consolidação urbana em que há presença de remanescentes de vegetação nativa ou outras características da paisagem atrativa à fauna (DUPONT; LOBO, 2012; CARMO *et al.*, 2018; GUILHON, 2019). Desta forma, o estudo das relações e dos impactos das rodovias sobre a biodiversidade, destacando a quantificação de atropelamentos, é uma importante ferramenta para identificação dos animais e dos trechos com maiores índices de atropelamentos e posterior proposição de medidas de mitigação dos impactos sobre as populações silvestres (FAHRIG, 2003; TAYLOR; GOLDINGAY, 2010; BAGER; FONTOURA, 2012).

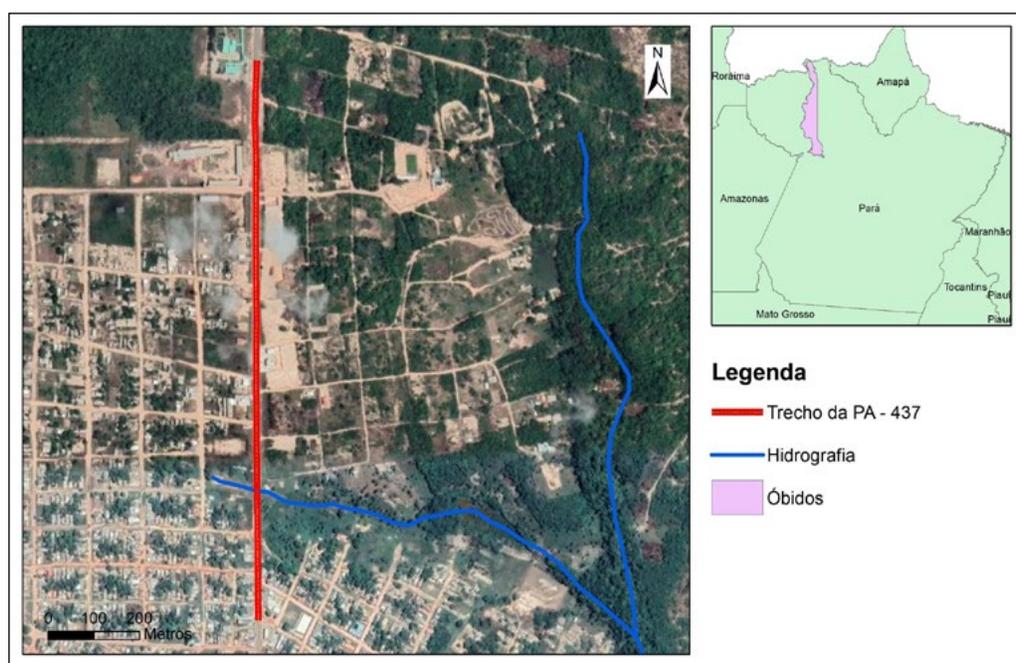
Ainda são escassos na literatura os trabalhos que envolvem a quantificação de atropelamentos da fauna silvestre em áreas urbanas, sobretudo na Amazônia brasileira (DUPONT; LOBO, 2012; BEDOYA-V *et al.*, 2018; GUILHON, 2019). Associado ao fato de que os remanescentes florestais e as áreas verdes presentes em uma matriz urbana possuem potencial para garantir o hábitat natural para a persistência de inúmeras espécies, este trabalho teve como objetivo identificar as espécies da fauna mais afetadas pelos atropelamentos em um trecho urbano de 1,2 km da Rodovia PA-437, em Óbidos, no estado do Pará (PA), na porção norte da Amazônia brasileira. Buscou-se ainda identificar fatores associados a esses atropelamentos, visando fornecer subsídios para implementação de ações voltadas à conservação da fauna silvestre na área em estudo.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende a extensão de 1,2 km da PA-437, localizada no perímetro urbano do município de Óbidos/PA, situado entre as coordenadas geográficas 1° 53' 35" sul, 55° 31' 3" oeste, e 1° 52' 56" sul, 55° 31' 3" oeste. De acordo com o IBGE (2023), o município situa-se inserido integralmente no bioma Amazônia e está localizado na porção noroeste do estado do Pará, região norte do Brasil, as margens do rio Amazonas, na mesorregião denominada Baixo Amazonas (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de amostragem, em trecho da PA-437, área urbanizada no município de Óbidos, Pará, região norte do Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023). Imagem Google Earth.

O trecho estudado margeia os bairros Perpétuo Socorro e São José Operário, com ruas sem pavimentação e residências consolidadas, e o bairro Alegria, em processo de ocupação, contando apenas com algumas residências, ruas sem pavimentação e remanescentes de vegetação em médio estágio de regeneração, com cobertura arbórea variando de aberta a fechada, com árvores de até 8 metros de altura, e ocorrência eventual de indivíduos emergentes.

O trecho da PA-437 é asfaltado, intercepta um curso d'água intermitente e encontra-se na saída do perímetro urbano do município, sendo a única rota de acesso terrestre da cidade de Óbidos para as comunidades rurais e municípios vizinhos. O trecho não possui

nenhum tipo de sinalização vertical, e a sinalização horizontal se restringe as linhas de divisão de fluxo de sentidos opostos (Figura 2).

Figura 2. Vista parcial do trecho da PA-437 em estudo, em Óbidos/PA (esquerda) e curso d'água interceptado pela rodovia (direita).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O clima do município, de acordo com a classificação de Koppen é caracterizado por ser um clima tropical de monção, com moderada estação seca e com precipitação inferior a 60 mm no mês mais seco (ROSA; SOUSA, 2018). A precipitação apresenta uma faixa heterogênea, com valores anuais variando entre 1.500 mm e 2.400 mm. O período chuvoso concentra-se entre os meses de dezembro a maio, e o período de seca entre os meses de junho a novembro (SANTOS *et al.*, 2019).

2.2 Coleta e análise dos dados

A coleta de dados foi realizada no período de outubro de 2021 a dezembro de 2022, durante 70 dias (31 dias na estação seca e 39 dias na estação chuvosa), sendo utilizada a metodologia adaptada do Projeto Malha (MAIA; BAGER, 2013). O monitoramento da fauna atropelada foi realizado a pé, quase sempre por dois observadores, sendo percorrido toda extensão do trecho da rodovia em estudo. Esta metodologia de monitoramento é mais efetiva para demonstrar a realidade dos atropelamentos devido a maior facilidade para visualização das carcaças dos animais na pista (SLATER, 2002), principalmente as de pequeno porte.

As observações foram realizadas de forma semanal, de modo que cada semana tivesse pelo menos uma amostragem, sempre nas primeiras horas do dia, de modo a evitar que animais carniceiros, tais como urubus e aves de rapinas, removessem as carcaças dos animais atropelados durante suas atividades de forrageamento. Sempre que possível os animais atropelados foram identificados ao menor nível taxonômico, tendo como referência guias de campo, o auxílio de especialistas e a literatura especializada para os grupos de animais encontrados. A nomenclatura científica seguiu Segalla *et al.*, (2021) para anfíbios, Guedes; Entiauspe-Neto; Costa (2023) para répteis, Pacheco *et al.*, (2021) para as aves e Edson *et al.*, (2023) para mamíferos.

Os dados foram tabulados e analisados utilizando estatística descritiva, sendo determinado o número absoluto, frequência relativa e a taxa de atropelamento (TA), calculada por meio da Equação 1:

$$TA = \frac{N}{km \times dia} \quad \text{Equação 1.}$$

Em que:

TA = Taxa de Atropelamento

N = Número de animais atropelados

Km = total de quilômetros percorridos

Dia = total de dias de monitoramento

O esforço amostral foi calculado multiplicando o número de dias de monitoramento pela extensão do trecho da rodovia monitorado. Para comparar o número de atropelamentos dentro de cada grupo, entre a estação seca (junho a novembro) e chuvosa (dezembro a maio), foi utilizado o teste de *Mann-Whitney* ao nível de significância de 5% (p valor < 0,05). A análise foi realizada utilizando-se o Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (PAST) versão 4.03 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O monitoramento realizado durante os 70 dias entre outubro de 2021 e dezembro de 2022 contabilizou um esforço amostral acumulado de 84 km (46,8 km na estação chuvosa e 37,2 km na estação seca). No total foram encontradas 195 carcaças de animais, sendo 158 pertencentes ao grupo dos anfíbios (81,03%), 19 de répteis (9,74%), 11 de aves (5,64%) e sete de mamíferos (3,59%). A taxa de atropelamento (TA) geral foi de 2,32 indivíduos por quilômetro por dia, sendo o grupo mais afetado os anfíbios, com 1,88 indivíduos mortos por quilômetro por dia (Tabela 1).

Tabela 1. Grupos taxonômicos de animais atropelados com frequência absoluta, relativa e Taxa de Atropelamento (TA).

Grupo Taxonômico	Freq. Absoluta	Freq. Relativa (%)	TA (Ind./km/dia)
Anfíbios	158	81,03%	1,88
Répteis	19	9,74%	0,23
Aves	11	5,64%	0,13
Mamíferos	7	3,59%	0,08
Total	195	100%	2,32

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A taxa de atropelamento encontrada neste estudo supera a de outros trabalhos realizados em perímetro urbano tais como Dupont e Lobo (2012), com taxa de atropelamento de 0,012 ind./km/dia e Guilhon (2019) com 0,26 ind./km/dia e em rodovias fora do perímetro urbano em diferentes regiões do país (MILLI; PASSAMANI, 2006; SANTANA, 2012; SANTOS *et al.*, 2012; VALADÃO *et al.*, 2018; MIRANDA *et al.*, 2021). Estes comparativos demonstram que o trecho da PA-437 em estudo, mesmo estando localizado em um perímetro urbano, tem impactado em maior grau a fauna local.

Diferente de outros estudos sobre atropelamento de fauna, em que a classe dos anfíbios é menos impactada ou às vezes nem amostrada (PRADO *et al.*, 2006; COELHO *et al.*, 2008; SANTANA, 2012; SANTOS *et al.*, 2012), nosso estudo identificou que o grupo dos anfíbios foram os mais afetados, seguido pelo grupo dos répteis. Importante destacar que esses estudos são difíceis de serem comparados, uma vez que a taxa de atropelamento pode ser influenciada por inúmeros fatores, tais como características da paisagem, delineamento amostral, abundância e exigências ecológicas das espécies impactadas (FORMAN; ALEXANDER, 1998; LAURANCE; GOOSEM; LAURANCE, 2009; BAGER; ROSA, 2011; DEFFACI *et al.*, 2016). Desta forma, a maior predominância desse grupo no trecho estudado pode estar associada a metodologia utilizada de monitoramento em baixa velocidade (a pé) que permitiu identificar a presença desses animais de porte reduzido.

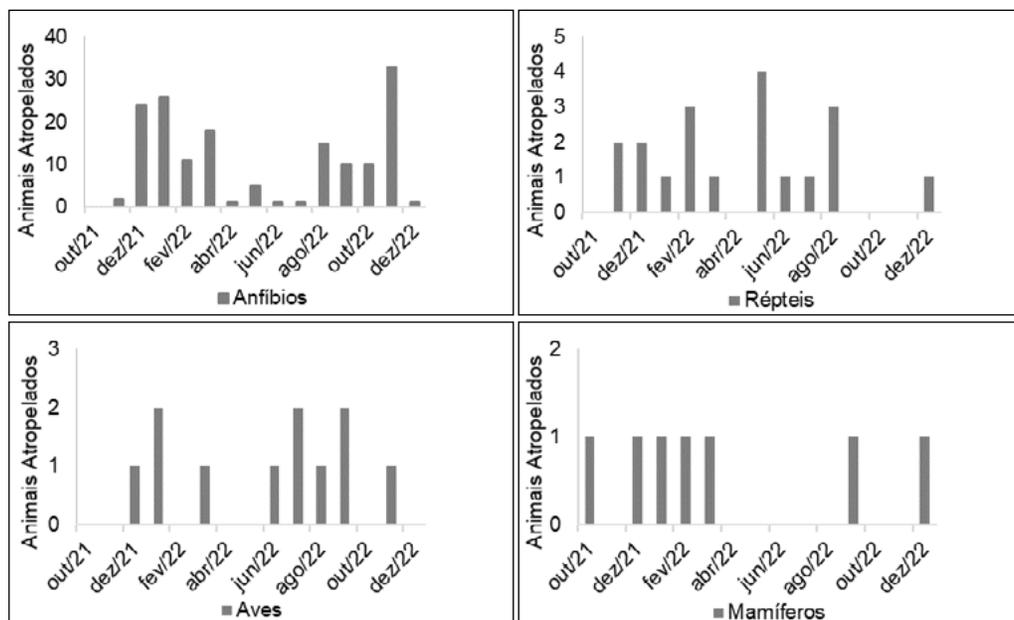
Devido ao estado de degradação das carcaças, poucas foram identificadas em níveis mais específicos como gênero e espécie. No geral, foram identificadas 43,6% das carcaças dos anfíbios atropelados, que corresponde a 48 indivíduos pertencentes a sete espécies, sendo *Pithecopus hypochondrialis* (Daudin, 1800) a mais afetada, com 33,6% dos indivíduos atropelados. Para o grupo dos répteis foram identificados 58,3% dos indivíduos atropelados, correspondendo a sete carcaças pertencentes a duas espécies, sendo *Erythrolamprus* sp. a mais afetada, com 41,7% dos indivíduos atropelados. O grupo das aves foi o que teve o maior número de indivíduos identificados (81,8%), correspondendo a nove carcaças pertencentes a cinco espécies, sendo *Coragyps atratus* (Bechstein, 1793) a mais afetada, com 45,5% dos indivíduos mortos. O grupo dos mamíferos teve apenas duas carcaças (28,6%) pertencentes a uma espécie, *Didelphis marsupialis* (Linnaeus, 1758) (Tabela 2). O número de animais atropelados em cada grupo estudado, entre o período seco e chuvoso, não diferiu significativamente (p -valor > 0,05) entre as estações (Figura 3).

Tabela 2. Grupo taxonômico, espécies identificadas e quantidade de animais atropelados.

Grupo Taxonômico	Nome Científico	Nº de animais atropelados
Anfíbios	<i>Adenomera</i> sp.	2
	<i>Elachistocleis</i> sp.	3
	<i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926	1
	<i>Leptodactylus</i> sp.	3
	<i>Pithecopus hypocondrialis</i> Daudin, 1800	37
	<i>Rhinella</i> sp.	1
	<i>Scinax</i> sp.	1
	Não identificado	110
Répteis	<i>Erythrolamprus</i> sp.	5
	<i>Tantilla melanocephala</i> Linnaeus, 1758	2
	Não identificado	12
Aves	<i>Coragyps atratus</i> Bechstein, 1793	5
	<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	1
	<i>Gallinula galeata</i> Lichtenstein, 1818	1
	<i>Myiozetetes similis</i> Spix, 1825	1
	<i>Sporophila</i> sp.	1
	Não identificado	2
Mamíferos	<i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus, 1758	2
	Não identificado	5
	Total	195

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 3. Relação entre o número de animais atropelados ao longo do período de monitoramento (estação seca de junho a novembro e chuvosa de dezembro a maio).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os impactos das rodovias sobre a fauna silvestre têm sido relatados em diferentes regiões do Brasil (BAGER; ROSA, 2011; DUPONT; LOBO, 2012; OLIVEIRA, 2018), sendo este estudo uma relevante abordagem sobre o tema para região urbana na Amazônia brasileira. De um modo geral, a incidência desses eventos está associada a diferentes fatores, tais como o tipo de matriz da paisagem, locais com presença de ambientes com vegetação nativa, tipo e intensidade do tráfego de veículos, presença de áreas antropizadas (agricultura, urbanização), estação do ano ou pela própria ecologia da espécie (generalista, hábitos noturnos, etc.) que ao explorar o ambiente em busca de recursos acaba sendo atropelada (BARTHELMESS; BROOK, 2010; SANTANA, 2012; SANTOS *et al.*, 2012; CAMPOS; SILVA, 2023).

No trecho estudado, diferentes fatores estão associados aos atropelamentos da fauna local. Para o grupo dos anfíbios, a maioria dos atropelamentos ocorreram no trecho da rodovia que é cortado por um córrego intermitente. No período das chuvas, forma-se nesse local uma pequena área alagada, transformando-se em habitat ideal para várias espécies de anfíbios e um excelente sítio de reprodução. Esses indivíduos ao tentar atravessar a rodovia em busca dessa área alagada ou de parceiros reprodutivos, acabam sendo atropelados, seguindo um padrão de atropelamento identificado por Ashley e Robinson (1996) e Guilhon (2019). Embora a mortalidade de anfíbios nem sempre é quantificada de forma precisa nos estudos de atropelamento de fauna, o tráfego intenso de veículos associado à taxa de movimentos dos indivíduos representa uma alta probabilidade desses animais serem mortos ao atravessar uma rodovia (HELMS; BUCHWALD, 2001).

Para o grupo das aves, observamos que os fatores associados aos atropelamentos estão principalmente relacionados a presença de resíduos despejados às margens do trecho da rodovia em estudo e restos de carcaças de outros animais atropelados (anfíbios, répteis, insetos, etc.) ou descartados (carcaças de açougues e animais domésticos). A presença desses elementos acaba atraindo aves carniceiras e insetívoras para a rodovia, colocando-as susceptíveis a colisões com os veículos que trafegam na via. Vale destacar que os atropelamentos envolvendo *Coragyps atratus*, com 45,5% das ocorrências no grupo das aves, foram ocasionados durante o forrageamento desses animais em locais com disposição inadequada de resíduos e carcaças de outros animais.

Para outros grupos, como mamíferos e répteis, a própria característica ecológica das espécies, como a necessidade de explorar a paisagem em busca de recursos e mecanismos de termorregulação (BAGATINI, 2006), faz com que estes animais sejam expostos aos atropelamentos ao entrar em contato com a rodovia. Ainda no grupo dos répteis, os atropelamentos podem ter ocorrido também de forma intencional, principalmente para as serpentes, por serem identificadas geralmente com repulsa por parte da população (BECKMAN; SHINE, 2012; SECCO *et al.*, 2014; MESQUITA *et al.*, 2015), uma realidade percebida na conduta dos municípios ao encontrar esses animais.

Além desses fatores, observa-se que o tráfego intenso de veículos, principalmente em alguns períodos da noite, o trânsito em altas velocidades e a falta de sinalização indicativa de limite de velocidade contribuíram para os atropelamentos da fauna silvestre no trecho da rodovia estudado. Para essas situações, a instalação de sinalização indicativa de travessia de animais, de limites de velocidade e redutores eletrônicos de velocidade podem ser eficientes para redução dos atropelamentos (GUIMIER-COSTA; SPERBER, 2009; CAMPOS; SILVA, 2023) cabendo aos Poderes Públicos Municipal e Estadual conduzirem as ações de implementação desses dispositivos.

Outras medidas mitigadoras de simples adoção incluem a realização de limpeza periódica das margens da rodovia, evitando acúmulo de resíduos que possam ser atrativos aos animais, e a roçagem da vegetação de modo a aumentar a visibilidade dos motoristas e manter os animais longe da pista (GLISTA *et al.*, 2009). Associado a essas ações, é essencial ainda o desenvolvimento de campanhas de sensibilização ambiental junto aos condutores e moradores do entorno da rodovia estudada.

A implementação de estruturas de travessia de fauna silvestre, embora seja mais onerosa do que as medidas citadas anteriormente, pode ser uma alternativa eficaz para reduzir o impacto do tráfego de veículos sobre a fauna local, devendo serem construídas de acordo com as características da paisagem e da espécie ou grupo alvo a ser protegido (GARCIA *et al.*, 2021). No trecho da PA-437 estudado, as espécies mais afetadas pertencem ao grupo dos anfíbios, sendo indicada a instalação de barreiras direcionadoras para estruturas de travessia de fauna por demonstrarem ser eficientes, quando bem dimensionadas e conservadas, para reduzir os atropelamentos sobre diferentes espécies de anfíbios (PUKY, 2005; GLISTA; DEVAULT; DEWOODY, 2009; JARVIS; HARTUP; PETROVAN, 2019; GARCIA *et al.*, 2021).

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que, mesmo em áreas urbanas, a fauna silvestre é impactada pelos atropelamentos. Estes eventos são intensificados na medida em que a via apresenta disposição inadequada de resíduos, áreas com remanescentes de vegetação nativa, cursos d'água, má sinalização e tráfego intenso e em alta velocidade de veículos.

A metodologia empregada permitiu identificar que as espécies mais impactadas pertencem ao grupo dos anfíbios, um padrão que nem sempre aparece nos estudos de atropelamento de fauna. Desta forma, os dados levantados podem contribuir para a adoção de ações que visem reduzir a mortalidade da fauna silvestre no trecho da rodovia estudado.

Estas ações devem envolver desde a instalação de passagem de fauna, focando principalmente no grupo dos anfíbios, sinalização e limpeza das margens da rodovia e intervenções de sensibilização ambiental junto aos condutores que trafegam diariamente pelo local e moradores do entorno. De modo complementar a essas ações de intervenção, é necessária a continuidade do monitoramento da fauna atropelada no trecho estudado, avaliando a efetividade das ações para reduzir os atropelamentos, e consequentemente proteger a fauna silvestre local e a integridade dos condutores que fazem uso da rodovia.

AGRADECIMENTOS

Autor 2, 3, 4 e 5 agradecem as agências de fomento pelo auxílio pesquisa cedido para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

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. Lista de mamíferos do Brasil (2023-1). **Zenodo**, 2023. doi.org/10.5281/zenodo.10428436

ASHLEY, E. P.; ROBINSON, J. T. Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. **Canadian Field-Naturalist**, v. 110, n. 3, p. 403-412, 1996.

BAGATINI, T. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras**. 2006. Dissertação (Mestrado em ecologia), Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Repositório Institucional da UNB. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/2248>

BAGER, A.; ROSA, C. A. da. Influence of sampling effort on the estimated richness of road-killed vertebrate wildlife. **Environmental Management**, v. 47, n. 5, p. 851-858, 2011. doi.org/10.1007/s00267-011-9656-x

BAGER, A.; FONTOURA, V. Ecologia de Estradas no Brasil: Contexto histórico e perspectivas futuras. *In*: A. BAGER (Org.). **Ecologia de estradas: tendências e pesquisas**. Editora UFLA, 2012. p. 13-34.

BAGER, A.; LUCAS, P. da S.; BOURSCHEIT, A.; KUCZACH, A.; MAIA, B. Os Caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversidade Brasileira**, v.6, n. 1, p. 75-86, 2016. <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/530>

BARTHELMESS, E. L.; BROOKS, M. S. The influence of body-size and diet on road-kill trends in mammals. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, p. 1611-1629, 2010. doi.org/10.1007/s10531-010-9791-3

BECKMANN, C.; SHINE, R. Do drivers intentionally target wildlife on roads? **Austral Ecology**, v. 37, n.5, p. 629-632, 2012. doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02329.x

BEDOYA-V, M. M.; ARIAS-ALZATE, A.; DELGADO-V, C. A. Atropellamientos de fauna silvestre en la red vial urbana de cinco ciudades del Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia). **Caldasia**, v. 40, n. 2, p. 335-348, 2018. doi.org/10.15446/caldasia.v40n2.68297

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. <https://periodicos.ufjf.br/index.php/zoociencias/article/view/24467>

CAMPOS, A.; SILVA, A. G. C. Análise da Fauna Silvestre Atropelada e da Efetividade das Estruturas de Proteção da Fauna na BR-487 ao Lado da Reserva Biológica das Perobas, no Sul do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 1-17, 2023. <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/2059>

CARMO, C. C.; LOPES, C. E. B.; ALVES, P. V.; SCHWINDEN, G. M.; VIANA, D. A.; BRAGA, R. da R. Atropelamento de serpente *Boa constrictor*: ameaça à manutenção do ambiente selvagem no Campus do Iraperi. **Ciência Animal**, v. 28, n. 3, p. 89-98, 2018.

COELHO, I. P.; KINDEL, A.; COELHO, A. V. P. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, Southern Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, p. 689-699, 2008. doi.org/10.1007/s10344-008-0197-4

DEFFACI, A. G.; SILVA, V. P.; HARTMANN, M. T.; HARTMANN, P. A. Diversidade de aves, mamíferos e répteis atropelados em região de floresta subtropical no sul do Brasil. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 3, p. 1205-1216, 2016. doi.org/10.5902/2179460X22020

DUPONT, A.; LOBO, E. A. Levantamento da fauna silvestre atropelada na Avenida Felisberto Bandeira de Moraes, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa**, v. 24, n. 3, p. 71-81, 2012. doi.org/10.17058/cp.v24i3.3608

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 34, p. 487-515, 2003. doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 207-231, 1998. doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207

FREITAS, S. R.; OLIVEIRA, A. N.; CIOCHETI, G.; VIEIRA, M. V.; MATOS, D. M. DA S. How landscape features influence road-kill of three species of mammals in the brazilian savanna? **Oecologia Australis**, v. 18, p. 35-45, 2015. doi.org/10.4257/oeco.2014.1801.02

FU, W.; LIU, S.; DONG, S. Landscape pattern changes under the disturbance of road networks. **Procedia Environmental Sciences**, v. 2, p. 859-867, 2010. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.097

GARCIA, G.; SOUSA, L. G.; SALGUEIRO, P. A.; CRAVEIRO, J.; PEDROSO, N. M.; MIRA, A. **Guião de Boas Práticas: Soluções para minimização de impactes das estradas na fauna**. Projeto LIFE LINES. Universidade de Évora. 2021.

GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. **Landscape and Urban Planning**, v. 91, p. 1-7, 2009.

GUEDES, T. B.; ENTIAUSPE-NETO, O. M.; COSTA, H. C. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. **Zenodo**, 2023. https://doi.org/10.5281/zenodo.7829013

GUILHON, B. F. **Fauna invisível: monitoramento da fauna atropelada no Campus do PICI**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Ceará, 2019. Repositório Institucional da UFC. https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/48364

GUIMIER-COSTA, F.; SPERBER, C. F. Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 459-466, 2009. doi.org/10.1590/S0044-59672009000200027

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2021. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

HELMS, T.; BUCHWALD, E. The effect of road kills on amphibian populations. **Biological Conservation**, v. 99, n. 3, p. 331-340, 2001. doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00215-9

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama: Óbidos. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/obidos/panorama>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2024.

JARVIS, L.; HARTUP, M.; PETROVAN, S. O. Road mitigation using tunnels and fences promotes site connectivity and population expansion for a protected amphibian. **European Journal of Wildlife Research**, v. 65, n. 2, p. 1-11, 2019.

LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S. G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009. doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009

LEITE, R. M. S.; BÓÇON, R.; BELÃO, M.; SILVA, J. C. Atropelamento de mamíferos silvestres de médio e grande porte nas Rodovias PR-407 e PR-508, Planície Costeira do estado do Paraná, Brasil. In: A. BAGER (Org.). **Ecologia de estradas: tendências e pesquisas**. Editora UFLA, 2012. p. 193-206.

MAIA, A. C. R.; BAGER, A. **Projeto malha: manual da equipe de campo**. Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas – UFLA, 2013.

MESQUITA, P. C. M. D.; LIPINSKI, V. M.; POLIDORO, G. L. S. Less charismatic animals are more likely to be “road killed” human attitudes towards small animals in Brazilian roads. **Biotemas**, v. 28, n. 1, p. 85-90, 2015. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n1p85>

MILLI, M. S.; PASSAMANI, M. Impacto da Rodovia Josil Espíndula Agostini (ES-259) sobre a mortalidade de animais silvestres (Vertebrata) por atropelamento. **Natureza online**, v. 4, n. 2, p. 40-46, 2006. http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/01_milli_passamani.pdf

MIRANDA, J. E. S.; SANTOS, A.; SOUZA, W. F.; BLAMIREs, D. Atropelamento de animais silvestres na rodovia GO-060 entre Iporá e Arenópolis, estado de Goiás. **Brazilian Journal Development**, v. 7, n. 5, p. 51664-51671, 2021. doi:10.34117/bjdv7n5-522

OLIVEIRA, G. S. **A mortalidade de fauna invisível no nosso cotidiano**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. Lume Repositório Digital. <http://hdl.handle.net/10183/230417>

PACHECO, J. F.; SILVEIRA, L. F.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E.; BENCKE, G. A.; BRAVO, G. A.; BRITO, G. R. R.; COHN-HAFT, M.; MAURÍCIO, G. N.; NAKA, L. N.; OLMO, F.; POSSO, S.; LEES, A. C.; FIGUEIREDO, L. F. A.; CARRANO, E.; GUEDES, R. C.; CESARI, E.; FRANZ, I.; SCHUNCK, F.; PIACENTINI, V.Q. Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – segunda edição. **Zenodo**, 2021. doi.org/10.5281/zenodo.5138368

PRADO, T. R.; FERREIRA, A. A.; GUIMARÃES, Z. F. S. Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 237-241, 2006. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187115765007>

PUKY, M. Amphibian road kills: a global perspective. *In*: IRWIN, C. L.; GARRETT, P.; MCDERMOTT, K. P. (Eds.), **Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation (ICOET)**. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University (USA), 2005, p. 325–338.

ROSA, A. G.; SOUSA, A. M. L. Erosividade da chuva: distribuição e correlação com a precipitação em Óbidos-PA (Brasil). **Revista GeoAmazônia**, v. 6, n. 11, p. 256-272, 2018. doi.org/10.18542/geo.v6i11.12522

SANTOS, A. L. P. G.; ROSA, C. A.; BAGER, A. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. **Biotemas**, v. 25, n. 1, p. 73-79, 2012. doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n1p73

SANTOS, A. D.; BECHIS, I. O.; MIRANDA, G. F.; SOUTO, J. I. O.; BELTRÃO, N. E. S. Variabilidade espaço-temporal da precipitação na microrregião de Óbidos, Pará: um estudo utilizando a CPC Morphing Technique (2005-2017). **Revista de Geografia**, v. 36, n. 2, p. 152-167, 2019. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/viewFile/238630/33243>

SANTANA, G. S. Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 7, n. 1, p. 26-40, 2012.

SECCO, H.; RATTON, P.; CASTRO E.; LUCAS, P. DA S.; BAGER, A. Intentional snake road-kill: a case study using fake snakes on a Brazilian road. **Tropical Conservation Science**, v. 7, n. 3, p. 561-571, 2014. doi.org/10.1177/1940082914007003

SEGALLA, M.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GARCIA, P. C. A.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; LOURENÇO, A. C.; MANGIA, S.; MOTT, T.; NASCIMENTO, L.; TOLEDO, L. F.; WERNECK, F.; LANGONE, J. A. List of Brazilian Amphibians. **Herpetologia Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 121–216, 2021. doi.org/10.5281/zenodo.4716176

SLATER, F. M. An assessment of wildlife road casualties – the potential discrepancy between numbers counted and numbers killed. **Web Ecology**, v. 3, p. 33–42, 2002. doi.org/10.5194/we-3-33-2002

TAYLOR, B. D.; GOLDINGAY, R. L. Roads and wildlife: Impacts, mitigation and implications for wildlife management in Australia. **Wildlife Research**, v. 37, n. 4, p. 320-331, 2010. doi.org/10.1071/WR09171

VALADÃO, M.; BASTOS, L. F.; CASTRO, C. P. Atropelamentos de vertebrados silvestres em quatro rodovias no Cerrado, Mato Grosso, Brasil. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 12, p. 62-74, 2018. doi.org/10.33837/msj.v1i12.447