

## Definição de hotspots e estratégias de mitigação para atropelamento de animais vertebrados silvestres

As estradas são importantes para promover a interligação entre locais e pessoas, porém são causadoras de impactos ambientais, dentre eles o atropelamento da fauna silvestre e consequentemente a perda de biodiversidade. Este trabalho tem como objetivos estimar as taxas de atropelamento, o levantamento dos pontos de agregação de atropelamentos (hotspots) para animais vertebrados silvestres e a proposição de medidas de mitigação dos atropelamentos. Os animais atropelados foram registrados por meio de deslocamento por veículo com média de 50 Km/h e a pé em duas rodovias pavimentadas, entre os meses de agosto de 2019 e março de 2020. Foram registrados 423 animais vertebrados silvestres atropelados, pertencentes a 46 espécies. As taxas de atropelamento para o trecho 01 foram de 0,1976 ind./km/dia por meio de veículo e 1,4115 ind./km/dia a pé e para o trecho 02 de 0,0737 ind./km/dia por meio de veículo e 0,4761 ind./km/dia a pé. *Rhinella jimi* foi a espécie com maior taxa de atropelamento para ambos os métodos e trechos. Foram indicados os hotspots para as espécies mais atropeladas, assim como medidas para mitigar a morte de indivíduos destas espécies. A construção ou adaptação de estruturas já existentes que possibilitem espécies como *Cercodon thous*, *Didelphis albiventris* e *R. jimi* cruzarem as estradas e o desenvolvimento de campanhas de conscientização ambiental para a prevenção de atropelamentos de espécies como *Mesoclemmys tuberculata*, são fundamentais para a mitigação dos atropelamentos de animais vertebrados silvestres da região.

**Palavras-chave:** Agregação; Ecologia de estradas; Fauna atropelada.

## Definition of hotspots and mitigation strategies for running wild vertebrate animals

The roads are important to promote the interconnection between places and people, however they cause environmental impacts, among them the trampling of wild fauna and consequently the loss of biodiversity. This work aims to estimate roadkill rates, survey the aggregation points of roadkills (hotspots) for wild vertebrate animals and propose measures to mitigate roadkills. The animals that were run over were collected by means of displacement by vehicle with an average of 50 km/h and on foot on two paved roads, between August 2019 and March 2020. 423 wild vertebrate animals were recorded, belonging to forty-six species. The roadkill rates for stretch 01 were 0.1976 ind./km/day by vehicle and 1.4115 ind./km/day on foot and for stretch 02 0.0737 ind./km/day by vehicle and 0.4761 ind./km/day on foot. *Rhinella jimi* was the species with the highest roadkill rate for both methods and stretches. Hotspots were indicated for the most run over species, as well as measures to mitigate the death of individuals of these species. The construction or adaptation of existing structures that allow species such as *Cercodon thous*, *Didelphis albiventris* and *R. jimi* to cross roads and the development of environmental awareness campaigns for the prevention of trampling by species such as *Mesoclemmys tuberculata*, are fundamental for the mitigation of pedestrian accidents. of wild vertebrate animals in the region.

**Keywords:** Aggregation; Road ecology; Roadkill.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **04/08/2022**

Approved: **26/08/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Tiago Gripp Mota**   
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3716799103728083>  
<https://orcid.org/0000-0002-2015-9196>  
[tiagogripp@yahoo.com.br](mailto:tiagogripp@yahoo.com.br)

**Wallace Rodrigues Telino Junior**   
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6964713876958962>  
<https://orcid.org/0000-0002-5570-1993>  
[wallace.telinojr@ufape.edu.br](mailto:wallace.telinojr@ufape.edu.br)

**Alex Bager**  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8119531560830071>  
[abager@ecoestradas.org](mailto:abager@ecoestradas.org)

**José Cleiton Souza Tenório**  
Universidade do Estado de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4605803522318090>  
[jose.tenorio@professor.educ.al.gov.br](mailto:jose.tenorio@professor.educ.al.gov.br)

**Rachel Maria de Lyra Neves**   
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2358753587238356>  
<https://orcid.org/0000-0002-6420-9271>  
[rachel.lyraneves@ufape.edu.br](mailto:rachel.lyraneves@ufape.edu.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.008.0016

### Referencing this:

MOTA, T. G.; TELINO, W. R. J.; BAGER, A.; TENÓRIO, J. C. S.; NEVES, R. M. L. Definição de hotspots e estratégias de mitigação para atropelamento de animais vertebrados silvestres. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.8, p.202-214, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.008.0016>

## INTRODUÇÃO

As estradas são fundamentais para o fluxo de bens e serviços, além de serem usadas para interligar diversas regiões do planeta. Estima-se que até 2050 serão construídos 25 milhões de quilômetros de novas estradas, ocasionando um aumento de 60% da malha rodoviária mundial, quando comparado a 2010 (LAURENCE et al., 2014). Contudo a construção de rodovias e o tráfego de veículos causam diversos impactos diretos e indiretos à população de animais vertebrados silvestres do entorno, como a perda de habitat, a morte por atropelamento e o efeito de barreira, este último causado pela alteração da cobertura vegetal, ruídos e iluminação (TEIXEIRA, 2011).

Segundo Laurence *et al.* (2009) fatores comportamentais, como a velocidade de locomoção, menor em anfíbios, répteis e animais arbóreos, que ocasionalmente atravessam as estradas, como preguiças e primatas ou ainda aqueles que apresentam lentidão ou "paralisação" com a aproximação de carros, como tatus e alguns anfíbios, também podem afetar diretamente as taxas de atropelamento. A mortalidade por atropelamento pode ser altamente impactante para populações naturais, principalmente para espécies que existem em baixas densidades, como as ameaçadas de extinção e as que possuem área de vida relativamente grande e taxas reprodutivas baixas (SOUZA et al., 2010), como relatado por Pinto et al. (2018) para *Myrmecophaga tridactyla*, Ascensão et al. (2017) para mamíferos de médio e grande porte e Grilo et al. (2018). Sendo umas das principais causas de perda de biodiversidade de diversas espécies de vertebrados (TROMBULAK et al., 2000; COFFIN, 2007).

Embora a contagem de animais vertebrados mortos pode ser útil para entender a magnitude de atropelamentos, eles são inadequados para compreender a relação entre as estradas e os animais silvestres (FORMAN et al., 2003). A distribuição espacial dos atropelamentos pode ser afetada pelo fluxo e velocidade dos veículos, design de construção da estrada e pelas características da paisagem de entorno (FORMAN; ALEXANDER, 1998; LAURENCE et al., 2009; GRILO et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2013). Devido aos múltiplos fatores que afetam o atropelamento de vertebrados silvestres, não há uma padronização desses eventos (CARVALHO, 2015). Com isso a definição das áreas de agregação dos atropelamentos de animais silvestres (*hotspots*) é de grande importância, para que medidas de mitigação sejam colocadas em prática e promovam a conservação da biodiversidade de forma eficiente.

Estratégias de mitigação podem envolver mudanças no comportamento dos condutores de veículos, com o uso de luzes e placas de advertência, limitadores de velocidade e campanhas educativas, bem como a modificação do comportamento animal através de alterações no habitat ou instalações de estruturas de travessia de animais silvestres (GLISTA, 2009). Medidas de mitigação podem ser incorporadas para reduzir ou até eliminar os efeitos negativos, além de restaurar os processos ecológicos e fluxos associados à continuidade da paisagem e dinâmica da metapopulação (CORLATTI et al., 2009).

Esse estudo teve como objetivo realizar o registro dos vertebrados silvestres atropelados em rodovias situadas no domínio Caatinga. Comparar dois métodos de registro dos animais atropelados, por meio de veículo e a pé. Além de verificar a existência de agregação destes eventos (*hotspots*) e a partir dessas

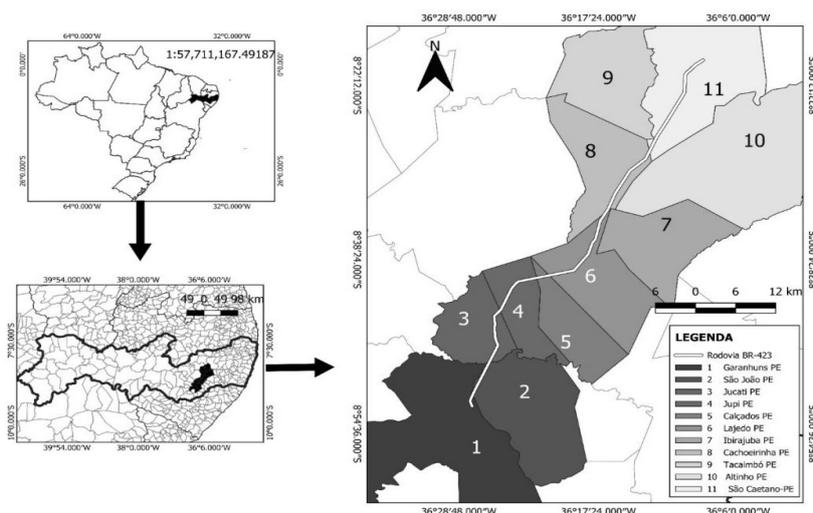
informações, propor mecanismos de mitigação dos atropelamentos das populações mais afetadas, condizentes com as características biológicas das espécies analisadas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

As áreas de estudo compreenderam dois trechos de rodovias pavimentadas de pista simples, sendo o primeiro (trecho 01) na rodovia BR-423, entre os municípios de Garanhuns-PE (8°52'04"S/36°27'42"W - ponto inicial) e São Caetano-PE (8°19'53"S/36°08'55"W - ponto final), com 74,1 Km (Figura 01) e o segundo (trecho 02) localizado nas rodovias BR-424/PE-218/AL-115, entre os municípios de Garanhuns-PE (8°54'57"S/36°29'19"W - ponto inicial) e Palmeira dos Índios-AL (9°24'10"S/36°41'21"W - ponto final) em um total de 72,3 Km (Figura 02). Os trechos estão inseridos no domínio Caatinga, que ocupa uma área de 844.000 km<sup>2</sup>, o equivalente a 11% do território brasileiro (SEYFFARTH et al., 2017), nas subzonas Agreste e Sertão, com a presença de matas serranas em alguns pontos nos municípios de Garanhuns, Brejão e Bom Conselho (LIMA, 2007).

A Caatinga tem como características: clima semiárido, grande variedade de paisagens (IBGE, 2003) e uma rica biodiversidade, que a caracteriza como o semiárido mais biodiverso do mundo, com 153 espécies de mamíferos, 510 de aves, 107 de répteis e 49 de anfíbios (MMA, 2016). Na maior parte desse domínio, chove menos de 750 mm anuais, distribuídos irregularmente em três meses consecutivos no período de novembro a junho - verão ou verão-outono (ALVES, 2009). No entorno das estradas predominam áreas antropizadas, com pequenas propriedades rurais e plantio de mandioca, milho, feijão e palma, centros urbanos de até 50 mil habitantes (IBGE, 2021), lavras de areia e pequenas manchas de vegetação nativa.

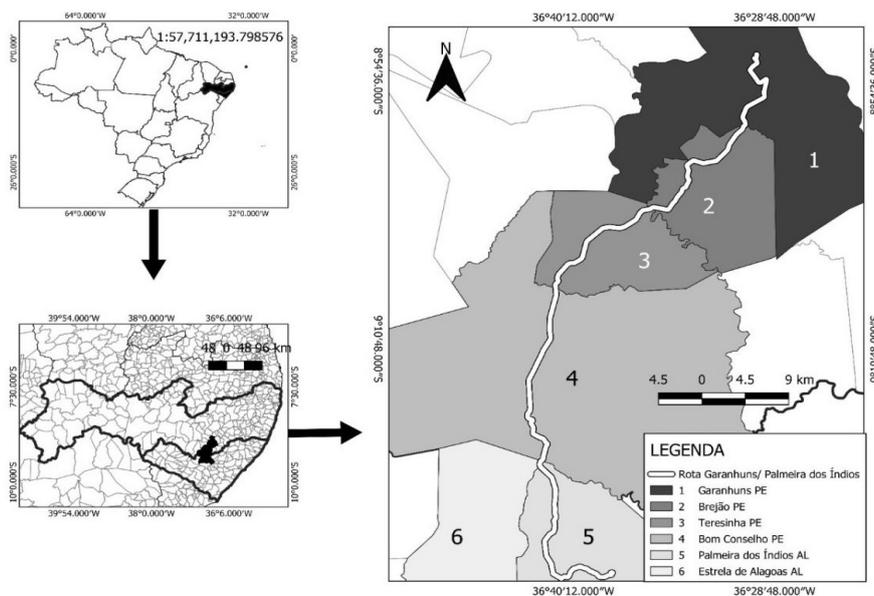


**Figura 1:** Trecho da rodovia BR-423 (traço em branco) entre os municípios de Garanhuns-PE e São Caetano-PE. Área de estudo denominada trecho 01.

### Coleta de dados

Para a coleta de dados foi utilizado a metodologia do Projeto Malha descrita em (BAGER, 2013) com modificações, pois não foram feitas as fotos do entorno do local, onde os animais foram registrados. Entre

agosto de 2019 e março de 2020, as coletas foram interrompidas devido a pandemia de covid-19. Foram realizadas coletas semanais intercalando os trechos 01 e 02, iniciadas às 6h da manhã. Foram realizadas 29 coletas, sendo 14 no trecho 01 e 15 no trecho 02, utilizados dois métodos de busca de carcaças em um mesmo dia de amostragem, buscas com veículo e a pé. A coleta de dados por veículo ocorreu com deslocamento a uma velocidade média de 50 Km/h, havendo dois observadores para o registro dos animais atropelados. As coletas a pé foram realizadas por outros dois observadores, que percorreram sete trechos de seiscentos metros aleatoriamente sorteados ao longo das áreas amostradas, totalizando quatro observadores.



**Figura 2:** Trechos das rodovias BR-424, PE-118 e AL-115 (traço em branco) entre os municípios de Garanhuns-PE e Palmeira dos Índios-AL. Área de estudo denominada trecho 02.

Os animais vertebrados silvestres atropelados encontrados na pista e no acostamento das rodovias foram registrados e identificados ao menor nível taxonômico possível e fotografados, para possibilitar a identificação daqueles que não foi possível em campo. Após o registro os animais foram retirados da via ou o local onde foram encontrados marcados com tinta spray, nos casos de indivíduos em estágio avançado de putrefação, para que não houvesse duplicidade de informação. Os dados de identificação, coordenadas geográficas e as fotos dos animais atropelados foram armazenados em um formulário do aplicativo Coletum<sup>1</sup>.

### Análise dos dados

Para a avaliação da existência de agregação significativa de atropelamentos, foi utilizado a análise estatística K de Ripley – 2D, no programa SIRIEMA 2.0 (COELHO et al., 2014). Para a análise, foi utilizado raio de 100 m, com incremento de raio de 500m e mil simulações, com limite de confiança de 95% (CARVALHO et al., 2015; SOMBRA, 2018). Foram testados os grupamentos: aves, mamíferos, répteis e anfíbios. Quando os grupos testados apresentaram agregação significativa, isolamos as espécies mais atropeladas por grupo e realizamos outra análise de agregação para a espécie separadamente.

Para as espécies que apresentaram agregação significativa, foi feita a análise 2D Hotspots

<sup>1</sup> [https://coletum.com/pt\\_BR/](https://coletum.com/pt_BR/).

Identificação no programa SIRIEMA 2.0, para identificar os locais de agregação de atropelamentos ao longo das estradas estudadas. A estrada foi fracionada em segmentos de 500 m, criando círculos a partir do ponto inicial e somando todos os atropelamentos existentes dentro deste círculo. O resultado é multiplicado por um fator de correção, que leva em consideração o comprimento da estrada dentro deste círculo. Esse procedimento é feito para todos os segmentos da estrada, gerando um valor de intensidade de agregação para cada segmento (TEIXEIRA et al., 2013).

## RESULTADOS

Foram registrados 423 vertebrados silvestres atropelados, pertencentes a 46 espécies. Destes 25 (5,91%) não puderam ser identificados devido ao avançado processo de decomposição. No trecho 01 foram 304 animais registrados, sendo 214 por meio de veículo com taxa de atropelamento de 0,1976 ind./km/dia e 90 animais coletados a pé com 1,4115 ind./km/dia (Tabela 01). Para o trecho 02 foram 119 animais registrados, sendo 82 por meio de veículo (0,0737 ind./km/dia) e 37 a pé (0,4761 ind./km/dia). A espécie com maior taxa de atropelamento em ambos os trechos e para os dois métodos foi *Rhinella jimi* (Tabela 01). Entre os mamíferos *Didelphis albiventris* e *Cerdocyon thous* foram os que apresentaram as maiores taxas de atropelamento, já para os répteis a espécie com maior taxa de atropelamento foi *Mesoclemmys tuberculata*, encontrada apenas no trecho 01 (Tabela 01).

### Estrada Garanhuns-PE a São Caetano-PE (trecho 01)

Através da análise de K Ripley-2D encontramos agregação significativa para todos os grupos analisados - mamíferos, aves, répteis e anfíbios e para as espécies *Rhinella jimi*, *Cerdocyon thous*, *Didelphis albiventris* e *Mesoclemmys tuberculata* (Figura 04).

Foram identificados hotspots através da análise 2D Hotspots Identification para as espécies *Rhinella jimi*, *Cerdocyon thous*, *Didelphis albiventris* e *Mesoclemmys tuberculata* (Tabela 02). Não houve hotspots para nenhuma das espécies de aves atropeladas, apesar do grupo apresentar agregação significativa (Figura 04).

### Estrada Garanhuns-PE a Palmeira dos Índios-AL (trecho 02)

Para o trecho 02 foi encontrada agregação significativa apenas para o grupo dos anfíbios e para *Rhinella jimi* (Figura 05). Para os demais grupos não houve agregação significativa a partir da análise de K Ripley-2D. Os hotspots foram identificados através da análise 2D Hotspots Identification para *Rhinella jimi*, utilizando o programa Siriema 2.0 (Tabela 02).

## DISCUSSÃO

### Principais espécies atropeladas

A mortalidade de animais silvestres nas rodovias é geralmente concentrada em uma ou poucas espécies, geralmente generalistas de habitat, localmente abundantes, altamente móveis e/ou atraídas pelos

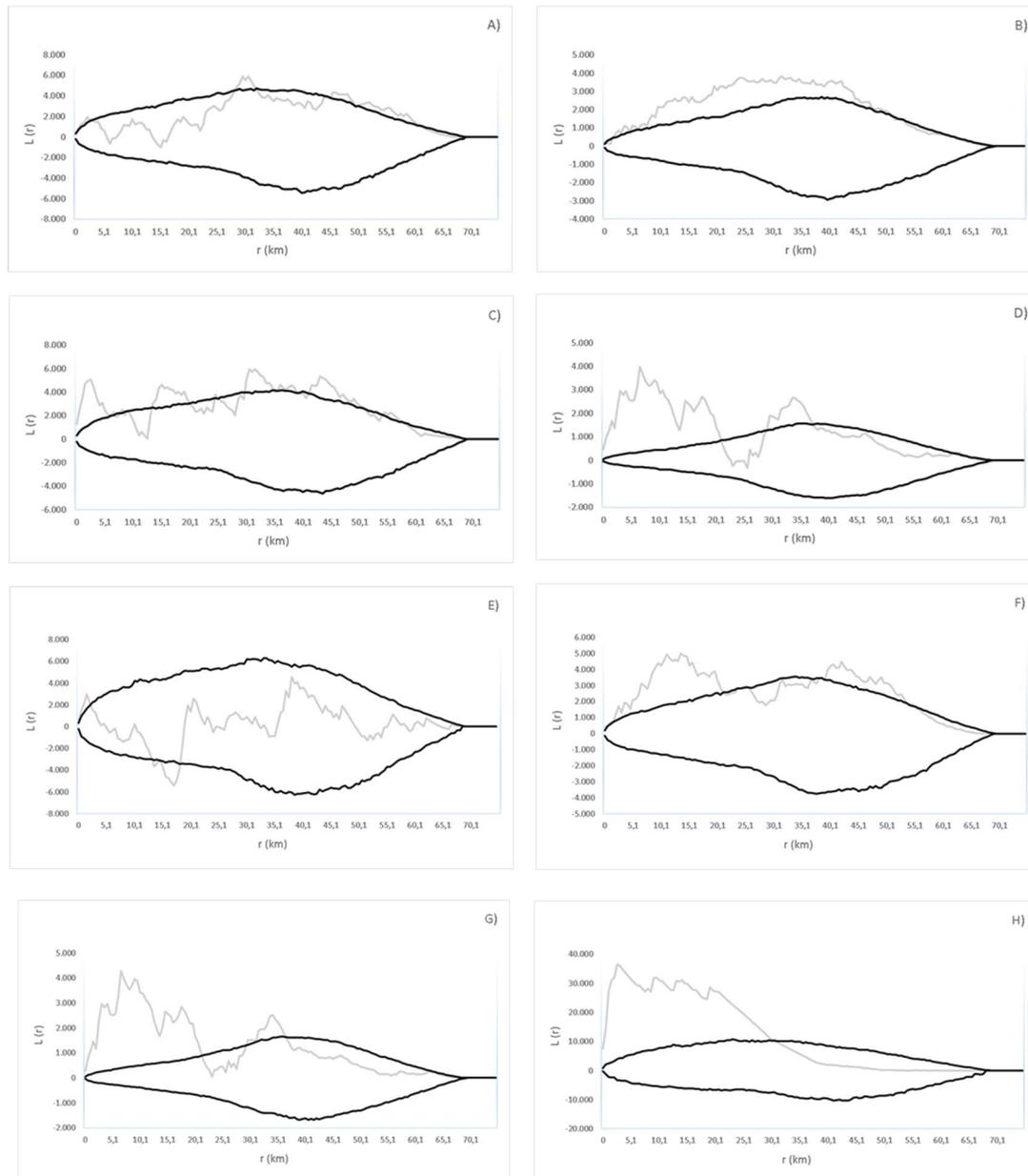
recursos ou características ambientais favoráveis das estradas (FORMAN et al., 2003). *Cercocyon thous* é uma espécie generalista e flexível em uso de habitat e dieta, é onívora, podendo se alimentar de carcaças de animais domésticos e silvestres. Possuem área de vida extensa e aparentemente são tolerantes às alterações antrópicas (BEISIEGEL et al., 2013). *Didelphis albiventris* é uma espécie abundante, generalista e que dá preferência às áreas antropizadas ou fragmentos (CÁCERES et al., 2006). Os mamíferos mais atropelados neste estudo (Tabela 01), estão em acordo com Grilo et al. (2018), que reportaram as duas espécies entre as mais atropeladas em estudos feitos em diversas regiões do Brasil.

**Tabela 1:** Taxa de atropelamento (indivíduo/quilômetro/dia) por espécie nos trechos 01 e 02 e taxa total de atropelamento (indivíduo/quilômetro/dia). Riqueza de espécies por método e grupo para os dois trechos.

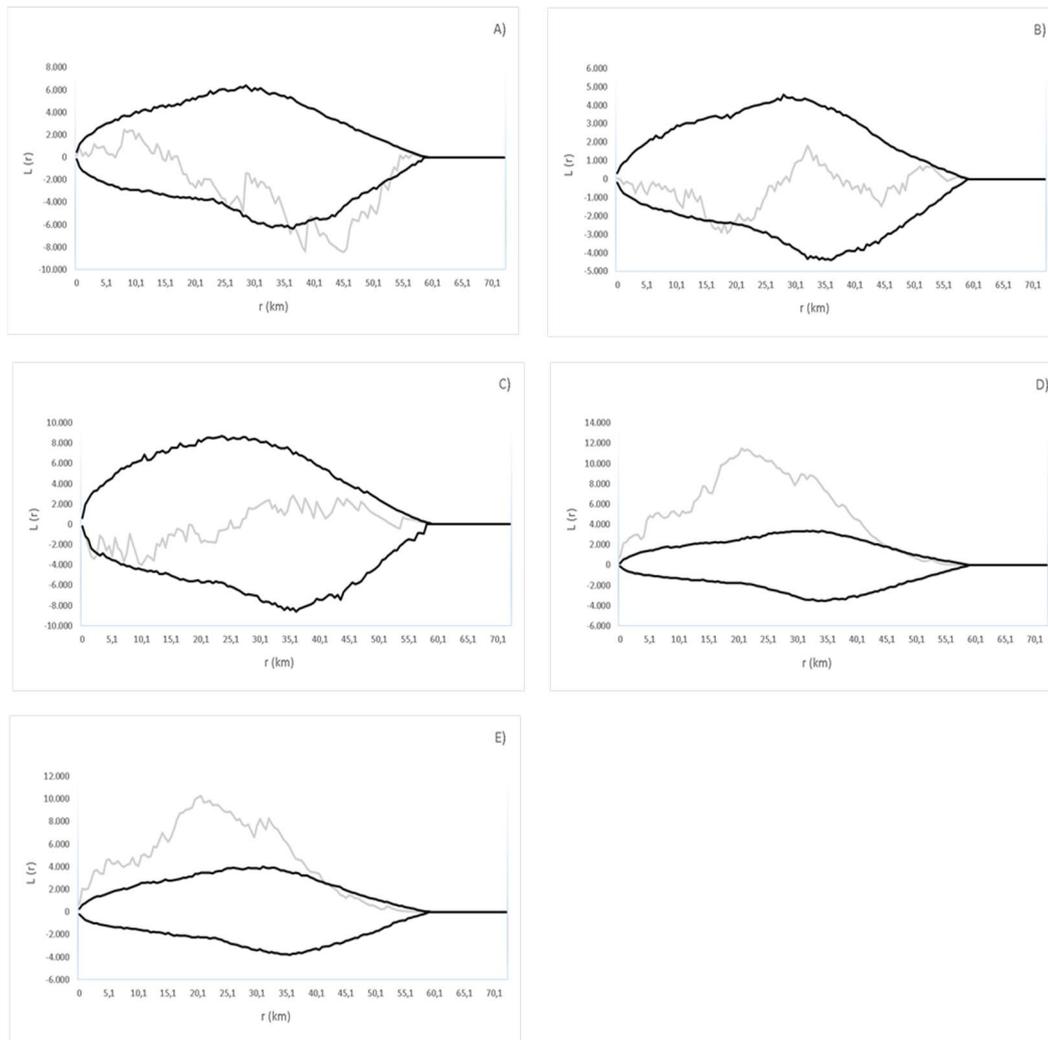
Grupos	Trecho 01		Trecho 02	
	Veículo	A pé	Veículo	A pé
<b>Anfíbios</b>	<b>2 spp.</b>	<b>4 spp.</b>	<b>3 spp.</b>	<b>4 spp.</b>
<i>Hypsiboas crepitans</i> (Wied-Neuwied, 1824)				0,0158
<i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda Ribeiro, 1926	0,0048	0,068	0,0027	0,0635
<i>Odontophrynus carvalhoi</i> Savage & Cei, 1965			0,0009	
<i>Pithecopus nordestinus</i> (Caramaschi, 2006)		0,068		
<i>Rhinella granulosa</i> (Spix, 1824)		0,017		0,0317
<i>Rhinella jimi</i> (Stevaux, 2002)	0,0877	0,7313	0,023	0,1904
<b>Aves</b>	<b>8 spp.</b>	<b>4 spp.</b>	<b>9 spp.</b>	<b>2 spp.</b>
<i>Aramides cajaneus</i> (Statius Muller, 1776)			0,0009	
<i>Asio clamator</i> (Vieillot, 1808)	0,0009			
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	0,0029		0,0009	
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)		0,017		
<i>Coccyzus melacorhynchus</i> Vieillot, 1817	0,0019			
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	0,0019		0,0018	0,0158
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845			0,0009	
<i>Emberizooides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	0,0009		0,0009	
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)		0,017		
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	0,0009			
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)		0,017		
<i>Nothura maculosa</i> (Temminck, 1815)			0,0009	
<i>Sporophila albogularis</i> (Spix, 1825)	0,0009		0,0009	
<i>Thamnophilus torquatus</i> Swainson, 1825			0,0018	
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	0,0029	0,017	0,0009	0,0158
Não identificado	0,0077	0,119	0,0018	0,0952
<b>Mamíferos</b>	<b>8 spp.</b>	<b>3 spp.</b>	<b>7 spp.</b>	<b>2 spp.</b>
<i>Callithrix jacchus</i> (Linnaeus, 1758)	0,0009			
<i>Cavia aperea</i> Erxleben, 1777	0,0009		0,0009	
<i>Cercocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	0,0221	0,017	0,0166	
<i>Artibeus</i> sp. (Leach, 1821)		0,017		
<i>Conepatus semistriatus</i> (Boddaert, 1785)	0,0019		0,0009	
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	0,0453	0,085	0,0083	0,0317
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)			0,0009	
<i>Monodelphis</i> sp. Burnett, 1830			0,0009	
<i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy, 1803)	0,0009		0,0009	
<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	0,0019			
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	0,0009			
<b>Répteis</b>	<b>7 spp.</b>	<b>9 spp.</b>	<b>7 spp.</b>	<b>4 spp.</b>
<i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758)			0,0009	
<i>Ameivula ocellifera</i> (Spix, 1825)		0,068		
<i>Amphisbaena alba</i> (Linnaeus, 1758)	0,0009	0,017		0,0317
<i>Boa constrictor</i> Linnaeus, 1758	0,0048		0,0009	
<i>Epicrates assisi</i> Machado, 1945			0,0018	
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i> (Wied, 1824)	0,0009	0,017		0,0317
<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)		0,017	0,0009	
<i>Lygophis</i> sp. (Linnaeus, 1758)				0,0158
<i>Mesoclemmys tuberculata</i> (Lüderwaldt, 1926)	0,0067	0,102		
<i>Micrurus ibiboboca</i> (Merrem, 1820)		0,017		
<i>Oxyrhopus trigeminus</i> Duméril, Bibron & Duméril, 1854	0,0009	0,034	0,0009	0,0317
<i>Philodryas nattereri</i> Steindachner, 1870	0,0009	0,017	0,0009	
<i>Pseudoboa nigra</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)			0,0009	
<i>Tropidurus hispidus</i> (Spix, 1825)	0,0009	0,051		
Não identificado	0,0009			0,0158
<b>Total</b>	<b>0,1976</b>	<b>1,4115</b>	<b>0,0737</b>	<b>0,4761</b>

Wells (1977) relatou a reprodução explosiva de algumas espécies de anuros, incluindo Bufonídeos, que usam poças temporárias ou outros ambientes efêmeros formados em períodos de chuva. Vilas (2012)

estudando fatores que afetam a movimentação de duas espécies do gênero *Rhinella*: *Rhinella rubescens* e *Rhinella schneideri* no cerrado brasileiro, encontrou relação positiva entre a variação da movimentação diária e a precipitação no dia anterior. O atropelamento de *Rhinella jimi* ocorreu de forma concentrada no trecho 01, sendo que no dia 07/02/20, dois dias após o município de Lajedo-PE apresentar índices pluviométricos de 51,1 mm (IPA, 2021), foram coletados 61,2% dos indivíduos do total da amostra. O regime pluvial estocástico do agreste meridional (SANTANA, 2016), deve influenciar o comportamento reprodutivo de *Rhinella jimi*, tornando os indivíduos mais ativos após precipitações mais intensas, acarretando com isso um maior número de atropelamentos.



**Figura 3:** Resultado da análise estatística K de Ripley-2D para definir a agregação significativa para os grupos: A) Aves; B) Mamíferos; C) Répteis; D) Anfíbios; E) *Cerdocyon thous*; F) *Didelphis albiventris*; G) *Rhinella jimi*; h) *Mesoclemmys tuberculata*. A agregação está representada pela linha cinza, enquanto as linhas pretas representam os limites de confiança.



**Figura 4:** Resultado da análise estatística K de Ripley-2D para definir a agregação significativa para os grupos: A) Aves; B) Mamíferos; C) Répteis; D) Anfíbios; E) *Rhinella jimi*. A agregação está representada pela linha cinza, enquanto as linhas pretas representam os limites de confiança.

O conhecimento sobre a biologia dos cágados brasileiros, incluindo *Mesoclemmys tuberculata*, ainda é bastante escasso (MOURA, 2014), porém se sabe que a espécie habita formações abertas do semiárido (SOUZA, 2005) e é capaz de usar uma variedade de ambientes aquáticos como rios, lagos permanentes e riachos temporários (VANZOLINI et al., 1980; LOEBMANN et al., 2006; SILVEIRA et al., 2010; MOURA et al., 2012), preferindo águas lentas (BONIN, 2006). Estudos revelaram que o comportamento reprodutivo foi observado com maior intensidade entre os meses de janeiro e julho (CORAZZA; MOLINA, 2004b). Todos os exemplares atropelados para esta espécie foram coletados dentro do mesmo período, nos meses de fevereiro e março de 2020.

Entre as espécies atropeladas *Puma yagouaroundi* é a única que se encontra em risco de extinção, classificada como ameaçada na categoria vulnerável segundo o livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção (MMA, 2018).

### Hotspots e estratégias de mitigação

No trecho 01 foi encontrada agregação significativa para aves, mamíferos, répteis e anfíbios, e hotspots para *Cercopithecus thous*, *Didelphis albiventris*, *Mesoclemmys tuberculata* e *Rhinella jimi*. Os hotspots

para as espécies estudadas não se sobrepõem, exceto no quilômetro 35 onde há sobreposição para *M. tuberculata* e *R. jimi* (Tabela 02). Apesar da proximidade entre os pontos de maior índice de hotspots de *D. albiventris*, *M. tuberculata* e *R. jimi*, nos quilômetros 37, 35 e 36, respectivamente, não seria viável a construção de uma única estrutura, que permita aos indivíduos destas espécies transporem a rodovia, pois possuem capacidade de deslocamento e adaptação a ambientes distintos.

**Tabela 2:** Localização dos hotspots das principais espécies atropeladas nos trechos 01 e 02. Pontos de maior intensidade de cada espécie destacados em negrito.

<b>Trecho 01</b>			
<b>Localização dos Hotspots</b>			
<b>Espécie</b>	<b>Latitude (Sul)</b>	<b>Longitude (Oeste)</b>	<b>Km</b>
<i>Cerdocyon thous</i>	8°49'38.62"	36°27'04.52"	5
<i>Cerdocyon thous</i>	8°44'35.32"	36°25'52.12"	15
<i>Cerdocyon thous</i>	8°40'21.21"	36°23'34.24"	24
<b><i>Cerdocyon thous</i></b>	<b>8°33'11.28"</b>	<b>36°16'24.35"</b>	<b>46</b>
<i>Cerdocyon thous</i>	8°23'56.89"	36°10'57.77"	65
<i>Didelphis albiventris</i>	8°43'53.56"	36°25'53.43"	16
<i>Didelphis albiventris</i>	8°41'04.03"	36°24'28.98"	22
<i>Didelphis albiventris</i>	8°40'06.65"	36°22'30.06"	26
<i>Didelphis albiventris</i>	8°39'56.31"	36°21'42.51"	28
<i>Didelphis albiventris</i>	8°39'40.12"	36°20'31.61"	30
<b><i>Didelphis albiventris</i></b>	<b>8°37'20.19"</b>	<b>36°18'03.34"</b>	<b>37</b>
<i>Didelphis albiventris</i>	8°35'10.42"	36°17'20.49"	41
<i>Didelphis albiventris</i>	8°26'54.28"	36°12'36.28"	59
<i>Mesoclemmys tuberculata</i>	8°38'21.20"	36°18'34.68"	34
<b><i>Mesoclemmys tuberculata</i></b>	<b>8°38'01.79"</b>	<b>36°18'20.30"</b>	<b>35</b>
<i>Rhinella jimi</i>	8°50'57.84"	36°27'40.02"	2
<i>Rhinella jimi</i>	8°49'29.11"	36°27'00.49"	5
<i>Rhinella jimi</i>	8°42'12.02"	36°24'59.10"	20
<i>Rhinella jimi</i>	8°41'18.53"	36°24'35.67"	21
<i>Rhinella jimi</i>	8°40'07.10"	36°22'30.90"	26
<i>Rhinella jimi</i>	8°38'11.13"	36°18'27.11"	35
<b><i>Rhinella jimi</i></b>	<b>8°37'21.20"</b>	<b>36°18'03.43"</b>	<b>36</b>
<b>Trecho 02</b>			
<b>Espécie</b>	<b>Latitude (Sul)</b>	<b>Longitude (Oeste)</b>	<b>Km</b>
<i>Rhinella jimi</i>	8°95'32.72"	36°50'75.55"	6
<i>Rhinella jimi</i>	9°05'22.29"	36°61'46.84"	24
<b><i>Rhinella jimi</i></b>	<b>9°07'23.31"</b>	<b>36°41'10.78"</b>	<b>38</b>

A construção de passagem subterrânea retangular com 100cm X 75cm, visando a manutenção da umidade e temperatura, com circulação do ar por meio de gradis no quilômetro 35 ou circular (bueiro) com 100cm de diâmetro (LANGTON et al., 2021), podem ser eficazes na mitigação dos atropelamentos de *M. tuberculata* e *R. jimi*. Esses tipos de estrutura são normalmente eficientes na diminuição de atropelamentos da herpetofauna (LANGTON, 1989; JACKSON, 1996; GLISTA, 2009; LANGTON et al., 2021), sendo necessário o monitoramento e avaliação. Kayne et al. (2005) relataram a passagem de tartarugas pintadas (*Clemmys guttata*) por bueiros sob rodovia no estado de Massachusetts, EUA. A utilização de bueiros pré-existentes por tartarugas migratórias, com o auxílio de cercas para direcionar o deslocamento, diminuiu a menos de 1% o atropelamento dessas espécies no Lago Jackson, Florida, EUA (ARESCO, 2005).

Já para os mamíferos *C. thous* e *D. albiventris*, que possuem maior capacidade de deslocamento e maior tamanho corporal, a construção de pontes para a vida silvestre (LANGTON et al. 2021) propiciaria a passagem de um lado ao outro da rodovia. Pontes sobre corpos d'água previamente existentes, como as localizadas nos quilômetros 14, 34 e 45, podem ser adaptadas com a construção de margens não alagáveis,

que também permitiriam a passagem destes animais, como relatado por Lerbarrères et al. (2012).

Para o trecho 02 foi encontrada agregação significativa para anfíbios e *hotspots* apenas para *R. jimi*. Dessa maneira a construção de “túneis de anfíbios” (FORMAN et al., 2003; LANGTON et al. 2021) no quilômetro 38 ou a instalação de bueiro, estrutura de menor custo financeiro, ou ainda a adaptação de bueiros já existentes com a instalação de saliências secas e melhoramento dos ambientes de entrada (GLISTA, 2009), promoveria a diminuição dos atropelamentos dessa espécie.

Somando a construção de estruturas fixas ou adaptação de outras previamente existentes, medidas temporárias podem ser colocadas em prática, para mitigar o atropelamento de espécies que possuem comportamento reprodutivo e/ou migratório, como *M. tuberculata*, que foi encontrada apenas nos meses de fevereiro e março, diminuindo o custo e aumentando sua eficácia. Sullivan et al. (2004) utilizando placas de advertência, registraram diminuição em 50% dos atropelamentos de cervos (*Odocoileus hemionus*) durante o período migratório da espécie. Além disso campanhas de educação ambiental sobre a importância das espécies de vertebrados silvestres, podem ser adotadas em períodos de maior fluxo de automóveis nas rodovias estudadas.

A definição de *hotspots* de animais vertebrados silvestres é de suma importância para a implantação de medidas de mitigação eficazes para a prevenção de atropelamentos. Ao analisar a existência de *hotspots* na rodovia BR-174, estado do Amazonas, Brasil, em um intervalo de 21 anos, Medeiros (2019) demonstrou variação entre os grupos e dentro dos grupos entre os anos analisados. O esforço amostral, principalmente em regiões com grande variação climática, interfere na percepção das variações sazonais dos eventos de atropelamento (FILIUS, 2020) e conseqüentemente no levantamento dos locais de agregação destes eventos.

A mitigação de uma variedade de espécies pode ser alcançada por duas maneiras distintas. A primeira é uma abordagem complementar, com a construção de uma variedade de medidas distribuídas em espaços distintos para alcançar diferentes espécies ou grupos alvo. A outra forma é a construção de uma única medida, que beneficie muitas espécies (LESBARRÈRES et al., 2012). Ao agrupar espécies por táxon ou características, as diferenças intraespecíficas podem se perder. Para direcionar os esforços é, portanto, importante identificar as espécies que são de maior interesse para a conservação (MARKWHIT, 2020).

Considerando a relevância da mitigação para a redução de impactos das rodovias sobre a população de animais vertebrados silvestres, um planejamento cuidadoso é necessário para a adoção de melhores medidas de mitigação de atropelamentos, levando em consideração a eficiência e seu custo de implantação. Nota-se, porém, que o custo de implantação de medidas de mitigação de atropelamentos de vertebrados silvestres é baixo, se comparado ao custo total do projeto rodoviário (LESBARRÈRES et al., 2012).

A continuidade dos estudos em ecologia de estradas na região do Agreste Meridional de Pernambuco, é fundamental para entender os padrões sazonais de atropelamento das espécies de vertebrados silvestres da região. Se faz necessário também estudo sobre o comportamento da herpetofauna presente no entorno da BR423, em especial para *R. jimi* e *M. tuberculata*, no município de Lajedo-PE, principalmente associada ao período denominado na região de “trovoadas”. Estratégias específicas de mitigação de atropelamento para a herpetofauna, podem ser eficazes durante o período chuvoso (MIRANDA et al., 2017).

## CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que a construção ou adaptação de estruturas já existentes que possibilitem espécies como *Cerdocyon thous*, *Didelphis albiventris* e *Rhinella jimi* cruzarem as estradas e o desenvolvimento de campanhas de conscientização ambiental para a prevenção de atropelamentos de espécies como *Mesoclemmys tuberculata*, são fundamentais para a mitigação dos atropelamentos de animais vertebrados silvestres da região. A implantação de medidas de mitigação é necessária, e deve ser pensada conjuntamente entre gestores públicos, projetistas de estradas, especialistas em ecologia de estradas e sociedade civil. O respeito a legislação de trânsito, dentre elas, o limite de velocidade da via, é outro fator importante para diminuir o atropelamento de animais silvestres.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. V. L.; AMORIN, F. O.; SANTOS, E. M.. Anfíbios & “répteis” atropelados em um trecho da BR-232, no estado de Pernambuco. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.7, n.2, p.61-69, 2016. DOI: <https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2016.002.0005>
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S.. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v.22, n.3, p.126-135, 2009.
- ARESCO, M. J.. Mitigation measures to reduce highway mortality of turtles and other herpetofauna at a north Florida lake. **J Wildl Manage**, v.69, n.2, p.549-560, 2005.
- ASCENSÃO, F.; DESBIEZ, A. L.; MEDICI, E. P.; BAGER, A.. Spatial patterns of road mortality of medium–large mammals in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Wildlife Research**, v.44, n.2, p.135-146, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1071/WR16108>.
- BAGER, A.. **Projeto Malha**: manual para equipe de campo. Lavras: UFLA, 2013.
- BEISIEGEL, B. M.; LEMOS, F. G.; AZEVEDO, F. C.; QUEIROLO, D.; JORGE, R. S. P.. Avaliação do risco de extinção do Cachorro-do-mato *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.3, n.1, p.138-145, 2013.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **5º Relatório Nacional para a Convenção sobre diversidade biológica**. Brasília: DOU, 2016.
- CARVALHO, C. F.; IANNINI CUSTODIO, A. E.; MARCAL JUNIOR, O.. Wild vertebrates roadkill aggregations on the br-050 highway, state of Minas Gerais, Brazil. **Bioscience Journal**, v.31, n.3, p.951-959, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n3a2015-27468>
- CLARKE, G. P.; WHITE, P. C. L.; HARRIS, S.. Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. **Biological Conservation**, v.86, n.2, p.117-124, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(98\)00018-4](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(98)00018-4)
- COELHO, A. V. P.; COELHO, I. P.; TEIXEIRA, F. T.; KINDEL, A.. **Siriema: road mortality software**. Manual do usuário v. 2.0. Porto Alegre: UFRGS, 2014.
- COFFIN, A. W.. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography**, v.15, n.5, p.396-406, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.11.006>
- CORLATTI, L.; HACKLAENDER, K.; FREY, F. R.. Ability of wildlife overpasses to provide connectivity and prevent genetic isolation. **Conservation Biology**, v.23, p.548-556, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01162.x>.
- FILIUS, J.; HOEK., Y.; JARRIN, V. P.; HOOFT, P.. Wildlife roadkill patterns in a fragmented landscape of the Western Amazon. **Ecology and Evolution**, v.10, n.13, p.6623-6635, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.6394>
- FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E.. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**. New York, v.29, p.207-31, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>
- FORMAN, R. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVENGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H.; WINTER, T. C.. **Road ecology: science and solutions**. Washington: Island Press, 2003.
- 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, n.1, p.1-7, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.11.001>
- GRILO, C.; COIMBRA, M. R.; CERQUEIRA, R. C.; BARBOSA, P.; DORNAS, R. A. P.; GONÇALVES, L. O.; TEIXEIRA, F. Z.; COELHO, I. P.; SCHMIDT, B. R.; PACHECO, D. L. K.; SCHUCK, G.; ESPERANDO, I. B.; ANZA, J. A.; BEDUSCHI, J.; OLIVEIRA, N. R.; PINHEIRO, P. F.; BAGER, A.; SECCO, H.; GUERREIRO, M.; CARVALHO, C. F.; VELOSO, A. C.; CUSTÓDIO, A. E. I.; MARÇAL, O.; CIOCHETI, G.; ASSIS, J.; RIBEIRO, M. C.; FRANCISCO, B. S. S.; CHEREM, J. J.; TRIGO, T. C.; JARDIM, M. M. A.; FRANCESCHI, I. C.; ESPINOSA, C.; TIRELLI, F. P.; ROCHA, V. J.; SEKIAMA, M. L.; BARBOSA, G. P.; ROSSI, H. R.; MOREIRA, T. C.; CERVINI, M.; ROSA, C. A.; SILVA, L. G.; FERREIRA, C. M. M.; CÉSAR, A.; CASELLA, J.; MENDES, S. L.; ZINA, J.; BASTOS, D. F. O.; SOUZA, R. A. T.; HARTMANN, P. A.; DEFFACI, A. C. G.; MULINARI, J.; LUZZI, S. C.; REZZADORI, T.; KOLCENTI, C.; REIS, T. X.; FONSECA, V. S. C.; GIORGI, C. F.;

- MIGLIORINI, R. P.; KASPER, C. B.; BUENO, C.; SOBANSKI, M.; PEREIRA, A. P. F. G.; ANDRADE, F. A. G.; FERNANDES, M. E. B.; CORRÊA, L. L. C.; NEPOMUCENO, A.; BANHOS, A.; HANNIBAL, W.; FONSECA, R.; COSTA, L. A.; MEDICI, E. P.; CROCE, A.; WERTHER, K.; OLIVEIRA, J. P.; RIBEIRO, J. M.; SANTI, M.; KAWANAMI, A. E.; PERLES, L.; COUTO, C.; FIGUEIRÓ, D. S.; EIZIRIK, E.; CORREIA, A. A.; CORRÊA, F. M.; QUEIROLO, D.; QUAGLIATTO, A. L.; SARANHOLI, B. H.; GALETTI, P. M.; RODRIGUEZ, K. G.; BRAZ, V. S.; FRANÇA, F. G. R.; BUSS, G.; REZINI, J. A.; LION, M. B.; CHEIDA, C. C.; LACERDA, A. C. R.; FREITAS, C. H.; VENÂNCIO, F.; ADANIA, C. H.; BATISTELI, A. F.; HEGEL, C. G. Z.; MANTOVANI, J. A.; RODRIGUES, F. H. G.; BAGATINI, T.; CURI, N. H. A.; EMMERT, L.; ERDMANN, R. H.; COSTA, R. R. G. F.; MARTINELLI, A.; SANTOS, C. V. F.; KINDEL, A.. Brazil road-kill: a data set of wildlife terrestrial vertebrate road-kills. *Ecology*, v.99, n.11, p.2625, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/ecy.2464>
- GRILO, C.; BISSONNETTE, J. A.; CRAMER, P. C.. Mitigation measures to reduce impacts on biodiversity. In: JONES, S. R. **Highways: Construction, Management, and Maintenance**. Hauppauge: Nova Science, 2010, p.73-114.
- HAMMER, O.; 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, 2001.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass**. Rio de Janeiro, 2003.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações sobre os municípios brasileiros**. Rio de Janeiro, 2021.
- IPA. Instituto Agrônomo de Pernambuco. **Sessão de Índices Pluviométricos**. Recife, 2021.
- JACKSON, S. D.. Underpass systems for amphibians. In: EVINK, G. L.; GARRETT, P.; ZEIGLER, D.; BERRY, J.. **Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation**. Tallahassee: Department of Transportation, 1996.
- KAYE, D. R.; WALSH, K. M.; ROSS, C. C.. Spotted turtle use of a culvert under relocated Route 44 in Carver, Massachusetts. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF ECOLOGY AND TRANSPORTATION. **Proceedings**. San Diego, 2005.
- LANGTON, T. E. S.. Tunnels and temperature: results from a study of a drift fence and tunnel system at Henley-on-Thames, Buckinghamshire, England. In: LANGTON, T. E. S.. **Amphibians and Roads, Proceedings of the Toad Tunnel Conference**. Bedfordshire: ACO, 1989.
- LANGTON, T. E. S.; CLEVENGER, A. P.. **Measures to Reduce Road Impacts on Amphibians and Reptiles in California: Best Management Practices and Technical Guidance**. Los Angeles: Institute for California Department of Transportation, 2021.
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009>
- LAURANCE, W. F.; CLEMENTS, G. R.; SLOAN, S.; OCONNELL, C. S.; MUELLER, N. D.; GOOSEM, M.; VENTER, O.; EDWARDS, D. P.; PHALAN, B.; BALMFORD, A.; REE, R.; ARREA, I. B.. A global strategy for road building. *Nature*. v.513, p 229-232, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature13717>
- LESBARRERES, D.; FAHRIG, L.. Measures to reduce population fragmentation by roads: what has worked and how do we know? *Trends in ecology & evolution*, v.27, n.7, p.374-380, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.01.015>
- LIMA, D. A.. Estudos Fitogeográficos de Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.4, p.243-274, 2007.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**, Brasília: ICMBio, 2018.
- MARKWITH, S. H.; EVANS, A. H.; CUNHA, V. P.; SOUZA, J. C.. Scale rank and model selection in evaluations of land cover influence on wildlife-vehicle collisions. *Wildlife Research*, v.47, n.1, p.44-54, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1071/WR19108>
- MEDEIROS, A. S. M.. **Vertebrados atropelados na Amazônia: monitoramento de longo prazo, influência do fluxo de veículos e alternância de hotspots em um trecho de rodovia BR-174, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2019.
- MIRANDA, J. E. S.; UMETSU, R. K.; DE MELO, F. R.; MELO, F. C. S. A.; PEREIRA, K. F.; OLIVEIRA, S. R.. Roadkill in the Brazilian cerrado savanna: Comparing five highways in southwestern Goiás. *Oecologia Australis*, v.21, n.3, p.337-349. 2017. DOI: <https://doi.org/10.4257/oeco.2017.2103.10>
- MOURA, C. C. M.; MOURA, G. J. B.; LISBOA, E. B. F.; LUZ, V. L. F.. Distribuição geográfica e considerações ecológicas sobre a fauna de Testudines da Região Nordeste do Brasil. **Sítientibus série Ciências Biológicas**, v.14, p.1-20, 2014. DOI: <https://doi.org/10.13102/scb236>
- PINTO, F. A.; BAGER, A.; CLEVENGER, A. P.; GRILO, C.. Giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) conservation in Brazil: Analysing the relative effects of fragmentation and mortality due to roads. *Biological Conservation*, v.228, p.148-157, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.10.023>
- SANTANA, D. O.. **Autoecologia comparativa de duas espécies de quelônios (*Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata*) em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.
- SANTOS, S. M.; CARVALHO, F.; MIRA, A.. How Long Do the Dead Survive on the Road? Carcass Persistence Probability and Implications for Road-Kill Monitoring Surveys. **PLoSone**, v.6, e25383, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0025383>
- 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: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n1p73>

SANTOS, R. A. L.; ASCENSÃO, F.; RIBEIRO, M. L.; BAGER, A.; SANTOS, M.; AGUIAR, L. M. S.. Assessing the consistency of hotspot and hot-moment patterns of wildlife road mortality over time. **Perspectives in Ecology and Conservation** v.15, n.1, p.56-60, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.03.003>

SEYFFARTH, J. A. S.; RODRIGUES, V.. Impactos da seca sobre a biodiversidade da Caatinga. **Parcerias Estratégicas**, v.22, n.44, p 41-62, 2017.

SOMBRA, C. A. J.. **Caracterização espaço-temporal de atropelamentos de mamíferos silvestres em estradas inseridas no semiárido nordestino**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

SOUZA, F. L.. Geographical distribution patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with emphasis on Brazilian species. **Revista Española de Herpetología**, v.19, p.33-46, 2005.

SOUZA, M. A. N.; MIRANDA, P. C.. Mamíferos terrestres encontrados atropelados na rodovia br-230/PB entre Campina Grande e João Pessoa. **Revista de Biologia e Farmácia**, v.4, n.2, p.72-82, 2010.

SULLIVAN, T. L.; WILLIAMS, A. F.; MESSMER, T. A.; HELLINGA,

L. A.; KYRYCHENKO, S. Y.. Effectiveness of temporary warning signs in reducing deer-vehicle collisions during mule deer migrations. **Wildlife Society Bulletin**, v.32, n.3, p.907-915, 2004.

TEIXEIRA, F. Z.. **Fauna atropelada: estimativas de mortalidade e identificação de zonas de agregação**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

TEIXEIRA, F. Z.; COELHO, I. P.; ESPERANDIO, I. B.; DA ROSA OLIVEIRA, N.; PETER, F. P.; DORNELLES, S. S.; KINDEL, A.. Are road-kill hotspots coincident among different vertebrate groups? **Oecologia Australis**, v.17, n.1, p.36-47, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4257/oeco.2013.1701.04>

TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A.. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, v.14, n.1, p.18-30, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x>

VILAS, T.C.. **Fatores que afetam a movimentação e o uso do espaço em *Rhinella rubescens* e *R. schneideri* (Anura, Bufonidae) no Cerrado do Brasil central**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

WELLS, K. D.. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour**, v.25, p.666-693, 1977.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea ([https://opensea.io/HUB\\_CBPC](https://opensea.io/HUB_CBPC)), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

*The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).*



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749cce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157975927127277569/>