

ECOLOGIA DE ESTRADAS: PROBLEMÁTICAS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO*

Carlos Antônio Sombra Junior ¹

RESUMO

Apesar da importância das estradas para a sociedade, as mesmas representam uma forte influência para muitas espécies, causando impactos que vão desde a fragmentação de habitats, até o atropelamento de diferentes grupos de animais. A mortalidade da fauna devido a atropelamentos constitui uma das principais ameaças à biodiversidade, superando inclusive a caça. Diante desses impactos causados pelas estradas, há pouco mais de 20 anos surgiu uma linha de pesquisa denominada Ecologia de Estradas, inicialmente impulsionada pelo ecólogo Richard Forman, e hoje com pesquisadores em diferentes partes do mundo desenvolvendo trabalhos nessa mesma linha. O presente estudo teve como objetivo discutir as problemáticas estudadas no âmbito da Ecologia de Estradas e discorrer sobre as medidas de mitigação propostas por alguns trabalhos da área.

Palavras-chave: Atropelamento de fauna, hotspots, rodovias.

INTRODUÇÃO

A Ecologia de Estradas pode ser definida como um segmento da Ecologia responsável por estudar as relações e os impactos que as rodovias apresentam para a biodiversidade, tais como a fragmentação e destruição de habitats (FAHRIG, 2003), o isolamento de populações (TROMBULAK; FRISSEL, 2000), além da quantificação de atropelamentos da fauna (BAGER; FONTOURA, 2012). Embora essa linha de pesquisa tenha ganhado força a partir do fim da década de 90, através dos trabalhos do ecólogo de paisagem Richard Forman, o qual foi responsável por popularizar o termo Road Ecology em seus estudos (FORMAN; ALEXANDER, 1998; FORMAN et al., 2002), alguns trabalhos já haviam sido realizados décadas antes (KNOBLOCH, 1939; DAVIS, 1940; GARLAND; BRADLEY, 1984), embora não denominados dessa forma, mas seguindo praticamente a mesma linha de pesquisa.

Segundo Bager e Fontoura (2012), no Brasil, os primeiros estudos relacionados com Ecologia de Estradas vieram a partir da publicação do artigo escrito por Novelli et al. (1988), no qual descreviam mortes de aves devido a atropelamentos no Rio Grande do Sul. Já em meados dos anos 2000, observou-se um crescimento no interesse acerca dessa nova linha de pesquisa (CBEE, 2015), principalmente nas regiões Sul e Sudeste, desenvolvendo-se não

¹ Mestre em Ciência Animal e professor substituto da Universidade Estadual do Ceará - UECE, car.sombra@uece.br.

* O capítulo faz parte da pesquisa realizada pelo próprio autor em sua dissertação de Mestrado.

apenas pesquisas sobre levantamento de fauna atropelada, mas também de fatores envolvidos e até mesmo medidas de mitigação (BAGER et al., 2007).

De acordo com dados recentes do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE, 2015), estima-se que cerca de 15 animais são mortos a cada segundo em estradas e rodovias do nosso país, o que representa 475 milhões de animais mortos por ano. Pensando nessa problemática, vários estudos vêm tentando identificar os chamados hotspots de atropelamentos, que consistem em trechos das rodovias que apresentam um maior índice de acidentes envolvendo a fauna (LANGEN et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2013; CARVALHO et al., 2015). Por meio da identificação desses hotspots, é possível traçar medidas de mitigação a fim de minimizar os impactos às populações ou comunidades de animais silvestres (TAYLOR; GOLDINGAY, 2010).

Diante disso, objetivo deste trabalho é discutir as problemáticas estudadas no âmbito da Ecologia de Estradas e discorrer sobre as medidas de mitigação propostas por alguns trabalhos da área.

METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma revisão de literatura abordando os principais pontos publicados acerca da área de Ecologia de Estradas no Brasil e em outros países, levantando discussões sobre as problemáticas e as formas de mitigação propostas. Foram pesquisados artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros, dissertações e teses, todos disponíveis de forma digital ou impressa. Para a busca de trabalhos em forma digital, foram utilizados portais científicos como Scielo, Web of Science, entre outros, utilizando palavras-chaves como: Road Ecology, Ecologia de Estradas, atropelamento de fauna, roadkill e passagens de fauna.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da importância das estradas para a sociedade, é indiscutível que as mesmas representam uma forte influência sobre a biodiversidade, causando impactos através da fragmentação de ecossistemas (SOUZA; ANACLETO, 2012).

Para a implantação de estradas, grandes áreas contínuas vão se tornando fragmentos pela paisagem (FAHRIG, 2003), o que pode ocasionar o efeito barreira, caracterizado por fatores que levam ao não encorajamento por parte do animal de atravessar a estrada

(FORMAN; ALEXANDER, 1998), sendo também utilizado muitas vezes o termo “filtro”, visto que se constitui uma barreira para algumas espécies, mas para outras não (SEILER, 2001). Com o efeito barreira, muitas funcionalidades vão se perdendo, visto que irá prejudicar no deslocamento dos animais tanto para forrageamento quanto para a busca de parceiros sexuais (Grilo et al., 2010).

A ausência de cobertura florestal devido à fragmentação pode representar uma barreira para várias espécies, principalmente para aquelas consideradas como de interior de floresta (TABARELLI; GASCON, 2005). Pequenos mamíferos, como roedores e marsupiais, por exemplo, apresentam uma maior resistência para atravessar fragmentos entre as paisagens, quando comparados com outras espécies (PREVEDELLO et al., 2008). Anfíbios estão entre os animais mais impactados dadas as suas condições fisiológicas. Indivíduos adultos tendem a se deslocar em direção a corpos d’água durante o período de reprodução ao passo que os recém-metamorfoseados saem dos corpos d’água em busca de abrigos (BECKER et al., 2007). E aqueles animais que se arriscam a atravessar a estrada, podem sofrer um outro tipo impacto associado à essa problemática, e que talvez seja o mais estudado no âmbito da Ecologia de Estradas: os atropelamentos.

Segundo Oliveira et al. (2016), o atropelamento de fauna supera a caça no que se refere à causa direta de mortalidade de vertebrados e vêm sendo a causa da perda de biodiversidade em muitos locais. A perda da fauna devido aos atropelamentos pode significar prejuízos de extrema proporção, principalmente quando são atingidas espécies que já se encontram em risco de extinção (LEITE et al., 2012).

Os impactos das estradas atingem os mais diversos grupos taxonômicos, tais como anfíbios, répteis, aves e mamíferos. No entanto, os padrões associados a determinados hotspots para um táxon não necessariamente terão similaridades com hotspots de outro (TEIXEIRA et al., 2013; CARVALHO et al., 2015). Se assim fossem, dados de atropelamentos de um determinado grupo serviriam como base para adotar medidas de mitigação também para outros.

Além dos padrões de paisagem dos hotspots serem diferentes, vale ressaltar que os comportamentos variam de acordo com a Classe de vertebrado, em relação às estradas. Anfíbios caracterizam-se por movimentos lentos, migrando muitas vezes a fim de completar seu ciclo de vida (GRILO et al., 2010); répteis, além dos movimentos lentos têm comportamento de termorregulação e utilizam a pista para se aquecer (LAURANCE et al., 2009); as aves podem ser atraídas tanto por outros animais mortos e disponíveis próximas às estradas, como também por grãos ou dejetos que se encontram na pista (GRILO et al., 2010);

os mamíferos atravessam a pista atrás de recursos para alimentação ou, principalmente os de maior porte, para chegar à locais de reprodução (GRILO et al., 2010).

Abaixo, tem-se a Tabela 1, onde é possível observar a estimativa que o Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas fez em relação aos grupos mais atropelados, de acordo com o porte do animal (pequeno, médio ou grande porte).

Tabela 1. Estimativa de atropelamento de fauna de acordo com o porte do animal.

Pequenos vertebrados	90%
Vertebrados de médio porte	9%
Vertebrados de grande porte	1%

Fonte: CBEE, 2015.

Vale ressaltar que esses dados não deixam claro as Classes de vertebrados mais atropeladas, visto que cada tipo de porte pode possuir diferentes representantes. Por exemplo, em “pequenos vertebrados”, é possível ter anfíbios, répteis, como também aves e mamíferos que apresentem um pequeno porte.

Em relação à Classe de vertebrado mais atropelada, há muitas divergências, pois dependendo da região e da época do ano em que se realiza o estudo, bem como o método de monitoramento, pode haver diferentes resultados. De acordo com Silva et al. (2007), Santana (2012) e Beebee (2013), a herpetofauna (anfíbios e répteis) constitui os vertebrados mais atropelados. Por sua vez, Defacci et al. (2016), apontaram em seus estudos que as aves seriam as mais atropeladas. Já Prado et al. (2006), Melo e Santos Filho (2007), Pracucci et al. (2012) e Sombra Junior (2018) demonstraram que seriam os mamíferos os vertebrados mais atropelados. Nas Figuras 1 a 5, podemos ver animais atropelados das diferentes Classes de vertebrados.

Estima-se que os anfíbios apresentem o maior índice de atropelamentos dentre os vertebrados (BEEBEE, 2013), porém, devido seu pequeno porte, muitas vezes podem não ser identificados nos monitoramentos, que geralmente são feitos em veículos (TEIXEIRA, 2010). Além disso, carcaças de animais de pequeno porte são mais fáceis de serem retirados da pista por predadores, como os carcarás e urubus (RUIZ-CAPILLAS et al., 2015). Animais de maior porte, como os mamíferos, são mais fáceis de identificar nesses monitoramentos, sendo bem vistos à distância e apresentando maior tempo de permanência de suas carcaças pela estrada (RUIZ-CAPILLAS et al., 2015). Diante disso, vê-se a importância de diferentes métodos de monitoramento, como por exemplo, o monitoramento a pé, que pode evitar a perda de dados (TEIXEIRA, 2010).



Figura 1. *Rhinella jimi* atropelado.
Fonte: Próprio autor.



Figura 2. *Boa constrictor* atropelada.
Fonte: Próprio autor.

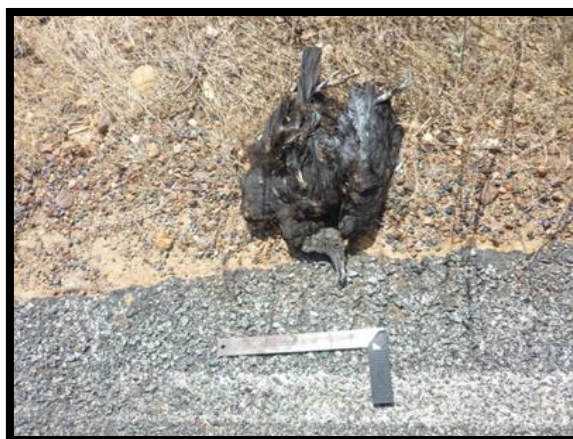


Figura 3. *Coragyps atratus* atropelado.
Fonte: Próprio autor.



Figura 4. *Cerdocyon thous* atropelado.
Fonte: Próprio autor.



Figura 5. *Didelphis albiventris* atropelado.
Fonte: Próprio autor.

Um outro problema que podemos observar no caso dos atropelamentos de fauna é o fato de atrair animais carniceiros, como urubus (Figura 6) e carcarás (*Caracara plancus*), que acabam também correndo o risco de morrerem nas rodovias, ao tentarem se alimentar dos animais já mortos.



Figura 6. *Cathartes aura* se alimentando de um animal atropelado.
Fonte: CBEE, 2015.

Muitos são os fatores envolvendo a ocorrência dos atropelamentos de fauna, entre eles o intenso tráfego de veículos, a imprudência de motoristas, o deslocamento de animais atravessando as rodovias, entre outros (ROSA et al., 2012). Alguns trabalhos como o de Ashley et al. (2007), Mesquita et al. (2015) e confirmam o atropelamento intencional de algumas classes de animais, sobretudo aquelas que têm menos simpatia pela maior parte da população, como as serpentes, por exemplo. Além disso, um outro fator que está relacionado aos atropelamentos, embora não muito abordado, são os padrões de paisagem (CLEVENGER et al., 2003).

Segundo Bueno et al. (2012), muitos trabalhos sobre morte de animais em estradas são realizados focando apenas nos aspectos biológicos dos animais (NOVELLI et al., 1988; TROMBULAK; FRISSEL, 2000; RAMOS et al., 2011), associando-os às causas das colisões. No entanto, poucos são realizados relacionando os atropelamentos com os padrões de paisagem. Os elementos que compõem a paisagem podem de alguma forma atrair os animais, muitas vezes em busca de recursos, e assim deixando-os susceptíveis aos riscos das rodovias (SÁSSI et al., 2013). Áreas em que há uma ocorrência muito vasta de vegetação nativa podem proporcionar uma série de recursos, como alimentação e abrigo. Da mesma forma, a presença de corpos d'água, que se constituem como um atrativo, principalmente quando em certa época do ano essas fontes se tornam escassas. Esses são fatores que atraem muitas espécies. No entanto, as estradas podem se mostrar como barreiras para elas, interferindo no deslocamento livre e conseqüentemente em seus hábitos (ROSA et al., 2012).

A investigação da relação entre as características da paisagem e os atropelamentos de fauna já vem sendo discutida por alguns autores (CLEVENGER et al., 2003; BUENO et al., 2013; FREITAS et al., 2015), apesar de ainda não ser um assunto tão explorado na literatura.

A questão chave desse tipo de abordagem seria indicar que as ocorrências dos atropelamentos não são eventos aleatórios (CLEVINGER et al., 2003).

Além de fatores espaciais, pode haver também uma forte influência em relação às estações do ano sobre os atropelamentos, mostrando dessa forma que, dependendo da época do ano, têm-se variações que podem influenciar na taxa de atropelamento nas estradas e rodovias (CÁCERES et al., 2012; SANTOS et al., 2012). Pode haver um aumento ou um declínio de deslocamento, dependendo da disponibilidade de recursos (CÁCERES et al., 2012; SANTOS et al., 2012), da presença de corpos de água temporários (BUENO et al., 2012), ou da época reprodutiva (GRILO et al., 2009). Anfíbios, por exemplo, apresentam uma alta taxa de atropelamentos durante a época chuvosa (SANTOS et al., 2012), que está diretamente relacionado com seu período de maior taxa reprodutiva.

Um outro fato curioso em relação aos atropelamentos de animais silvestres é a intencionalidade de alguns casos, como foi demonstrado em um estudo sobre serpentes, realizado por Secco et al. (2014). Talvez pela estigmatização que há sobre as serpentes como seres ruins e perigosos, muitas vezes esses animais são atropelados de forma intencional, demonstrando como a ignorância e a crueldade humana pode ser algo muito danoso para a biodiversidade.

Para que as propostas de medidas de mitigação sejam mais eficazes, é importante que haja estudos de hotspots de atropelamentos. Os hotspots de atropelamentos podem ser definidos como os trechos de uma estrada que apresentam maior incidência de mortalidade de fauna devido às colisões com veículos (LANGEN et al., 2009). Por meio desses estudos, é possível determinar os locais que necessitam de medidas de mitigação, e qual a melhor medida a ser aplicada, de acordo com o grupo de animais atingidos. Para isso, é necessário haver o monitoramento da fauna atropelada (Figura 7).



Figura 7. Monitoramento de fauna atropelada.
Fonte: Próprio autor.

O monitoramento é realizado de carro com velocidade inferior a 50 km/h, geralmente com dois observadores, tudo isso para uma melhor detecção, principalmente de animais menores. Em alguns trechos, realizam-se também monitoramentos a pé. Cada animal encontrado é identificado, fotografado e, dependendo do estado em que se encontra, é levado para o laboratório. Se estiver muito amassado, é apenas retirado da pista, para não atrair animais carniceiros e causar risco de mais atropelamentos. As coordenadas dos locais dos atropelamentos são marcadas com GPS para estudos posteriores, principalmente sobre hotspots (SOMBRA JUNIOR, 2018).

Teixeira et al. (2013), analisando hotspots para diferentes Classes de vertebrados, observaram que esses trechos com maior incidência de atropelamento para uma determinada Classe não coincidiam com os de outras. Isso sugere que o hotspot poderia estar relacionado com a paisagem e o uso dela pelas diferentes Classes. Por exemplo, os hotspots para répteis podem estar associados à presença de corpos d'água nas proximidades dos trechos em questão; os mamíferos e as aves de modo geral, por sua vez, podem apresentar hotspots associados à presença de florestas mais conservadas. Dessa forma, estudando-se esses padrões, é possível tomar decisões no que se refere às medidas de mitigação aos atropelamentos, como as passagens de fauna e os redutores de velocidades.

As passagens de fauna consistem em estruturas que permitem o deslocamento de animais de um lado ao outro da rodovia, sem que os mesmos utilizem a faixa de rolagem da estrada. Com isso, pode-se ter uma redução do número de atropelamentos. No entanto, para a instalação das passagens, é necessário que haja estudos prévios sobre a área de implantação e as espécies que irão utilizá-las, pois a falta de planejamento pode levar a problemas no que diz respeito à conservação. Nesses estudos, é levado em consideração o grupo de espécies que será protegido, utilizando-se como base os hotspots de atropelamentos nas respectivas trechos ou pontos, visto que uma passagem de fauna não irá proteger todas as espécies existentes, e nem mesmo deve ser construída em qualquer local (GLISTA et al., 2009; CARVALHO et al., 2015; CBEE, 2015). Por exemplo, animais arborícolas necessitam de certas passagens de fauna que são diferentes das passagens que normalmente outras espécies se utilizam.

As passagens de fauna podem ser classificadas em passagens inferiores (Figura 8) e superiores (Figura 9). As passagens inferiores consistem em passagens subterrâneas, onde os animais atravessam um túnel. Já nas passagens superiores, utilizadas muitas vezes por animais arborícolas, consistem em estruturas localizadas acima da rodovia que ligam um lado ao outro, facilitando a passagem dos animais. E existe ainda outro tipo de passagem superior, na

qual, diferentemente do túnel, a linha de conexão se encontra acima da estrada. Assim, os animais se deslocam acima dela, livres de riscos de atropelamentos (GLISTA et al., 2009; CBEE, 2015).

Há ainda a utilização de redutores de velocidade nas estradas, sinalizando também a travessia de animais silvestres, a fim de conscientizar os motoristas e assim diminuir as taxas de atropelamentos, visto que é um problema que pode trazer riscos não só a fauna silvestre, mas também para as pessoas (CBEE, 2015).

Mediante essas informações, é possível perceber a importância que estudos nessa linha de pesquisa proporcionam para fins de mitigação. Só é possível estabelecer medidas mitigadoras eficazes ao passo que mais pesquisas são desenvolvidas no levantamento de dados, que podem servir de justificativa para que o governo, Organizações Não Governamentais (ONGs) e a sociedade (Educação Ambiental) possam ser conscientizados da importância de se adotar tais medidas. No entanto, para esses estudos são necessários levantamento de dados de atropelamentos e caracterização de trechos com maiores incidências dependendo da Classe. No Brasil, alguns estados já vêm desenvolvendo medidas com o intuito de minimizar os atropelamentos de animais (BONNET; CUNHA, 2012), mas estradas compreendidas por algumas áreas com acesso dificultado ou poucas pesquisas desenvolvidas, como por exemplo, o bioma Caatinga, ainda constituem déficits de informações básicas, como o levantamento faunístico (RODRIGUES, 2005) e muitos dos registros de atropelamentos são dados estritamente empíricos. Dessa forma, espera-se que essa área da Ecologia continue ganhando força e promovendo conservação por meio do desenvolvimento de mais estudos, e que possam abranger diferentes biomas.



Figura 8. Passagem inferior de fauna.
Fonte: CBEE, 2015.



Figura 9. Passagem superior de fauna.

Fonte: CBEE, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Ecologia de Estradas é uma área relativamente nova, mas que vem trazendo grandes benefícios à conservação de espécies. Por meio deste trabalho, foi possível perceber a importância da realização de medidas de mitigação, no intuito de minimizar o impacto das estradas para a fauna.

REFERÊNCIAS

ASHLEY, E. P. et al. Incidence of intentional vehicle-reptile collisions. **Human Dimensions of Wildlife**, 12 (3): 137-143, 2007.

BAGER, A. et al. Fauna selvagem e atropelamento – diagnóstico do conhecimento brasileiro. In: Bager, A. **Áreas Protegidas – repensando as escalas de atuação**. Porto Alegre: Armazém Digital, p. 49-62, 2007.

BAGER, A.; FONTOURA, V. Ecologia de Estradas no Brasil – Contexto histórico e perspectivas futuras. In: Bager, A. (Org.). **Ecologia de Estradas – Tendências e Pesquisas**. Editora UFLA, Lavras – MG, 2012.

BEEBEE, T. J. C. Effects of Road Mortality and Mitigation Measures on Amphibian Populations. **Conservation Biology**, v. 27, n. 4, 2013.

BECKER, C. G. et al. Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. **Science**, v. 318, p. 1775-1777, 2007.

BONNET, B.; CUNHA, H. Medidas Preventivas aos Atropelamentos de Fauna em Rodovias. 2012. Brasília – DF: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. **Monitoramento e Mitigação de Atropelamento de Fauna**. Coordenação Geral de Meio Ambiente. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coleção Estrada Verde, 64 p.

BUENO, C. et al. A distribuição espacial de atropelamentos da fauna silvestre e sua relação com a vegetação: Estudo de caso da rodovia BR-040. In: Bager, A. (Org.). **Ecologia de Estradas – Tendências e Pesquisas**. Editora UFLA, Lavras – MG, 2012.

CÁCERES, N. C. et al. Variação espacial e sazonal atropelamentos de mamíferos no bioma cerrado, rodovia BR 262, Sudoeste do Brasil. **Mastozoologia neotropical**, v. 19, n. 1, jun. 2012.

CARVALHO, C. F. et al. Wild vertebrates roadkill aggregations on the br-050 highway, state of Minas Gerais, Brazil. **Bioscience Journal**, v.31, n. 3, 2015.

CBEE. Centro Brasileiro de Estudos de Ecologia de Estradas. **Módulo 1 – Ecologia de Estradas**. 2015. Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal/textos-tecnicos.php/>>.

CLEVINGER, A. P. et al. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna roadkill aggregations. **Biological Conservation**, 109: 15-26. 2003.

DAVIS, W. B. Mortality on wildlife on a Texas highway. **Journal Wild Manage**, 4:90–91, 1940.

DEFACCI, A. C. et al. Diversidade de aves, mamíferos e répteis atropelados em região de floresta subtropical no sul do Brasil. **Ciência e Natura**, v.38, n.3, 2016.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology and Sistematics**, n. 34, p. 487-515, 2003.

FORMAN, R. T. T.; Alexander, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Sistematics**, 29: 206-231, 1998.

FORMAN, R. T. T. et al. Road ecology: science and solutions. **Washington: Island Press**, 2002, 481 p.

FREITAS, S. R. et al. How landscape features influence road-kill of three species of mammals in the brazilian savanna? **Oecologia Australis**, 18: 35-45, 2015.

GARLAND, T. J.; BRADLEY, W. G. Effects of a Highway on Mojave Desert Roden Ppulations. **American Midland Naturalist**, 111: 47-56, 1984.

GLISTA, D. J. et al. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. **Landscape and Urban Planning**, 91 (1): 1-7, 2009.

GRILO, C. et al. Mitigation measures to reduce impacts on biodiversity. In: JONES, R. S. (ed). Highways: constructions, management, and maintenance. **Nova Science Publishers**, p. 73-114, 2010.

GRILO, C. et al. Spatial temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: consequences for mitigation. **Biological Conservation**, 142: 301-313. 2009.

KNOBLOCH, I. W. Death on the highway. **J. Mammal**, 20:499–509. 1939.

LANGEN, A. T. et al. Predicting Hot Spots of Herpetofauna Road Mortality Along Highway Networks. **The Journal of Wildlife Management**, v. 73, n. 1, p. 104-114, 2009.

LAURANCE, W. F. et al. Impacts of roads and linear clearing on tropical forests. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009.

LEITE, R. M. S. et al. Atropelamento de mamíferos silvestres de médio e de grande porte nas rodovias PR-407 e PR-508, Planície Costeira do estado do Paraná, Brasil. In: Bager, A. (Org.). **Ecologia de Estradas – Tendências e Pesquisas**. Editora UFLA, Lavras – MG, 2012.

MELO, E. S.; SANTOS FILHO, M. Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 9, n. 2, 2007.

MESQUITA, P. C. M. D. et al. 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, mar. 2015.

NOVELLI, R. et al. Estudo das aves mortas por atropelamento em um trecho da Rodovia BR 471, entre os distritos da Quinta e Taim, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 5, n. 3, p. 441-454, 1988.

OLIVEIRA, E. A. et al. Propostas para redução da mortalidade por atropelamento da fauna silvestre na Avenida Itavuvu, Sorocaba - SP. **Scientia vitae**, v. 3, n. 11, 2016.

PRACUCCI, A. et al. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. **Biotemas**, v. 25, n. 1, 2012.

PRADO, T. R. et al. Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados fauna de vertebrados. **Acta Scientiarum**, v. 28, n. 3, p. 237-241, 2006.

PREVEDELLO, J. A. et al. Uso do espaço por pequenos mamíferos: uma análise dos estudos realizados no Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, 2008.

RAMOS, C. C. O et al. The biology and ecology of birds is an important factor for explain the road kill frequencies? **Neotropical Biology and Conservation**, v. 6, n. 3, p. 201-212, 2011.

RODRIGUES, M. T. Herpetofauna da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, Marcelo; SILVA, José Maria Cardoso da. (eds.). **Biogeografia, Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora da Universidade Federal de Pernambuco, 2005.

ROSA, C. A. et al. Atropelamento de fauna selvagem: Amostragem e análise de dados em ecologia de estradas. In: BAGER, A. (Org.). **Ecologia de Estradas – Tendências e Pesquisas**. Editora UFLA, Lavras – MG, 2012.

RUIZ-CAPILLAS, P. et al. How many rodents die on the road? Biological and methodological implications from a small mammals' roadkill assessment on a Spanish motorway. **Ecol. Res.**, v. 30, n. 3, p. 417-427, 2015.

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

SANTOS, A. L. P. G. et al. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. **Biotemas**, v. 25, n. 1, p. 73-79, 2012.

SÁSSI, C. M. et al. Levantamento de animais silvestres atropelados em trecho da rodovia BR 482. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.65, n.6, p.1883-1886, 2013.

SECCO, H. et al. Intentional Snake Road-Kill: A Case Study using Fake Snakes on a Brazilian Road. **Tropical Conservation Science**, v. 7, p. 561-571, 2014.

SEILER, A. Ecological Effects of Roads: A review. **Swedish University of Agricultural Sciences**, Uppsala, 40. 2001.

SILVA, M. O. et al. Impacto dos atropelamentos sobre a herpetofauna da Floresta Atlântica (PR-340, Antonina, Paraná). **Acta Biol. Par.**, 36 (1-2): 103-112, 2007.

SOMBRA JUNIOR, C. A. **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 – UFERSA. 2018.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, 2005.

TAYLOR, B. D.; Goldingay, R. L. Roads and wildlife: impacts, mitigation and implications for wildlife management in Australia. **Wildlife Research**, n. 37, p. 320331, 2010.

TEIXEIRA, F. Z. **Detectabilidade da fauna atropelada: efeito do método de amostragem e da remoção de carcaças.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Porto Alegre, 2010.

TEIXEIRA, F. Z. et al. Are roadkill hotspots coincident among different vertebrate groups? **Oecologia Australis**, v. 17, p. 36-47, 2013.

TROMBULAK, S. C.; FRISSEL, C. A. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 18-30, 2000.