

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BRUNA ROSSI SILVA

PASSAGEM DE FAUNA COMO FORMA DE MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE
CANÍDEOS EM RODOVIAS E FERROVIAS BRASILEIRAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA.

Uberlândia
2023

BRUNA ROSSI SILVA

PASSAGEM DE FAUNA COMO FORMA DE MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE
CANÍDEOS EM RODOVIAS E FERROVIAS BRASILEIRAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA.

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Instituto de Biologia da Universidade
Federal de Uberlândia, como exigência para a
obtenção título de licenciado em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Elizabeth
Iannini Custódio.

Coorientadora: Dra. Carine Firmino Carvalho
Roel.

Uberlândia

2023

BRUNA ROSSI SILVA

PASSAGEM DE FAUNA COMO FORMA DE MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE
CANÍDEOS EM RODOVIAS E FERROVIAS BRASILEIRAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA.

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Instituto de Biologia da Universidade
Federal de Uberlândia, como exigência para a
obtenção título de licenciado em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Elizabeth
Iannini Custódio.

Coorientadora: Dra. Carine Firmino Carvalho
Roel.

Uberlândia, _____ de _____ de 2023.

Profa. Dra. Ana Elizabeth Iannini Custódio, UFU/MG.

Dra. Giselle Bastos Alves

Me. Aline Carneiro Veloso

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586 Silva, Bruna Rossi, 1998-
2023 Passagem de fauna como forma de mitigação de
atropelamento de canídeos em rodovias e ferrovias
brasileiras: Uma revisão bibliográfica. [recurso eletrônico] /
Bruna Rossi Silva.- 2023.

Orientadora: Ana Elizabeth Iannini Custódio.
Coorientadora: Carine Firmino Carvalho Roel.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em
Ciências Biológicas.
Modo de acesso: Internet.
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Biologia. I. Custódio, Ana Elizabeth Iannini ,1961-
, (Orient.). II. Roel, Carine Firmino Carvalho ,1991-
, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia.
Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 573

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida e por realizar meu desejo de estudar em uma Universidade Federal.

À minha família, que sempre me apoiou e me incentivou a lutar pelos meus sonhos.

À minha orientadora e Profa. Dra. Ana Elizabeth Iannini Custódio por aceitar me orientar neste trabalho, por todo conhecimento compartilhado e por toda a disposição e paciência.

À minha coorientadora, Dra. Carine Firmino Carvalho Roel, por toda ideia e auxílio que foram de extrema importância para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora pela disponibilidade em avaliar este trabalho visando sua melhoria.

E claro, aos meus amigos, pela torcida e companheirismo.

RESUMO

O Brasil, um país megadiverso, sofre com impactos ambientais decorrentes da ação humana, sendo o atropelamento de fauna um dos principais. Esse impacto é um dos mais severos para a conservação das espécies a nível nacional, visto que o país possui uma das maiores malhas rodoviárias do mundo. Medidas podem ser tomadas para a diminuição desses impactos, um exemplo é a inserção de passagens de fauna nessas rodovias. O principal objetivo desse trabalho foi avaliar o estado da arte de pesquisas sobre a utilização de passagens de fauna por canídeos que pode ser um grupo vulnerável, existem apenas seis espécies no Brasil e quatro delas estão na lista de espécies ameaçadas de extinção. Foram consideradas informações e dados de atropelamento de canídeos silvestres presentes em livros e artigos científicos, os artigos que possuíam informações sobre canídeos foram mantidos e os que não apresentaram esses dados foram descartados, resultando em um total de 13 trabalhos, que foram realizados entre 1998 a 2023. O período com maior quantidade de publicações sobre o tema foi no ano de 2014, com predominância de publicações em revistas científicas com predominância de quatro autores seguida por trabalhos de conclusão de curso, com um autor apenas. Em média, os trabalhos tiveram tempo de duração de 514,46 dias e a maioria foi realizada em rodovias duplicadas. Os biomas Mata Atlântica e Cerrado foram os mais representativos em número de trabalhos, com maioria das passagens instaladas próximas a áreas de preservação. Grande parte dos trabalhos foram realizados nos estados de São Paulo, seguido do Rio Grande do Sul. No total foram monitoradas 317 passagens de fauna sendo 205 canaletas em apenas um trabalho, 105 subterrâneas e sete do tipo ponte de dossel, em média, as medidas de proteção de fauna englobaram 128,9 quilômetros de rodovia. Ao todo, 13.119 (1.311,9 em média) animais foram registrados nessas passagens. Em média, 1,55 espécies de canídeos utilizaram as passagens, sendo estas o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*) e lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*). Em 61,6% dos trabalhos, essas três espécies de canídeos utilizaram as passagens, optando por passagens subterrâneas secas, com fragmento de vegetação no entorno das rodovias. Pode-se afirmar que as passagens de fauna reduzem em média o número de animais atropelados em 47%. O lobo-guará teve significativamente menos atropelamentos após a construção de passagens de fauna.

Palavras-chave: Mitigação de atropelamentos de fauna, Família Canidae, Estradas pavimentadas.

ABSTRACT

Brazil, a megadiverse country, suffers from environmental impacts resulting from human actions, with wildlife roadkill being one of the main issues. This impact is one of the most severe for species conservation at the national level, given that the country has one of the largest road networks in the world. Measures can be taken to reduce these impacts, and one example is the implementation of wildlife crossings on these highways. The main objective of this study was to evaluate the state of the art of research on the use of wildlife crossings by canids, which can be a vulnerable group. There are only six species in Brazil, and four of them are listed as endangered. Information and data on roadkill of wild canids from books and scientific articles were considered, and articles that provided information on canids were retained while those without such data were discarded, resulting in a total of 13 studies conducted between 1998 and 2023. The year 2014 had the highest number of publications on the topic, with a predominance of articles in scientific journals authored by four authors, followed by undergraduate thesis works with a single author. On average, the studies lasted for 514.46 days, and the majority of them were conducted on duplicated highways. The Atlantic Forest and Cerrado biomes were the most represented in terms of the number of studies, with most of the crossings installed near protected areas. The majority of the studies were conducted in the states of São Paulo, followed by Rio Grande do Sul. A total of 317 wildlife crossings were monitored, including 205 culverts in a single study, 105 underpasses, and seven canopy bridge types. On average, the fauna protection measures covered 128.9 kilometers of highway. In total, 13,119 (on average 1,311.9) animals were recorded using these crossings. On average, 1.55 species of canids utilized the crossings, including the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*), Pampas fox (*Lycalopex gymnocercus*), and maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*). In 61.6% of the studies, these three canid species used the crossings, preferring dry underpasses with vegetation fragments around the highways. It can be stated that wildlife crossings, on average, reduce the number of animals killed by 47%. The maned wolf experienced significantly fewer roadkill incidents after the construction of wildlife crossings.

Keywords: Mitigation of wildlife roadkill, Canidae family, Paved roads.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estado da arte de pesquisas realizadas sobre passagens de fauna para canídeos em rodovias brasileiras. **A.** Número de trabalhos publicados por ano; **B.** Número de autores por trabalho; **C.** Tipos de publicação mais utilizadas; **D.** Período dos trabalhos; **E.** Biomas onde os trabalhos foram desenvolvidos; **F.** Justificativa apresentada para a instalação de passagens de fauna por trabalho; **G.** Estados brasileiros onde os trabalhos foram produzidos.....16

Figura 2. Registro de canídeos utilizando passagens de fauna no Brasil. **A.** Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) imagem feita por Fernanda Delborgo Abra, Ariel da Costa Canenac, Guilherme Siniciato Terra Garbino. **B.** Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) imagem feita por Fernanda Delborgo Abra. **C.** Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) imagem feita por Fernanda Delborgo Abra. **D.** Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) imagem feita por Fernanda Delborgo Abra, Ariel da Costa Canenac, Guilherme Siniciato Terra Garbino. (ABRA et al, 2018; ABRA, 2013).....18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS	15
6. DISCUSSÃO	20
7. CONCLUSÕES.....	22
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
APÊNDICE A	27

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca por possuir uma fauna silvestre altamente diversa, distribuída dentre os diferentes biomas, contando com cerca de 120 mil espécies de invertebrados e 8.930 espécies de vertebrados (734 mamíferos, 1.982 aves, 732 répteis, 973 anfíbios, 3.150 peixes continentais e 1.358 peixes marinhos) (ICMBio, 2021), das quais 1.249 já estão na lista de espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2022), podendo ainda estar mais ameaçada por uma ampla malha rodoviária, pois o país é conhecido por possuir a quarta maior malha rodoviária do mundo, apresentando 1.7 milhões de quilômetros de estradas, sendo apenas 12,4% pavimentadas (COLOMBO, 2022).

O sistema de rodovias é o principal meio de transporte de cargas e passageiros no tráfego do país, por onde circulam milhares de veículos diariamente (ROCHA, 2015). Rodovias são elos entre as regiões, geram novas oportunidades de emprego, conectam cidades e facilitam o transporte de pessoas tanto para trabalho, quanto para lazer (ARAÚJO, 2006). Também são responsáveis pela distribuição da maioria das produções e cargas, contribuindo assim para economia e desenvolvimento do país, sendo que 61% do transporte de cargas no Brasil é feito via modal rodoviário (ARASHIRO, 2021).

Rodovias têm diferentes influências sobre as populações de animais silvestres, afetando principalmente de forma negativa ecossistemas, comunidades biológicas e espécies (BAGER, 2017). Desde sua construção, as rodovias promovem inúmeros impactos (FAHRIG; RYTWINSKI, 2009), sendo estes divididos em químicos, físicos e biológicos (HAWBACKER; RADERLOFF, 2004). Os impactos químicos se dão em função da dispersão de gases poluentes, vazamento de combustível e metais pesados que podem contaminar o solo, ar e água (FAHRIG; RYTWINSKI, 2009). Os impactos físicos abrangem a supressão da vegetação, poluição sonora e as alterações hidrológicas. Já os impactos biológicos correspondem à fragmentação de habitat, efeito de borda, efeito barreira, isolamento de populações, atropelamentos, dentre outros (GLISTA et al., 2009; VAN DER REE et al., 2015). Devido à fragmentação de habitat, a estrada pode acabar isolando algumas populações de animais, limitando seu fluxo genético (SILVA, 2016). E por fim, uma das principais ameaças à vida silvestre é a morte de animais por atropelamento em rodovias (BAGER et al., 2007; CIOCHETTI; ABRA, 2009).

No Brasil, o número de mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias pode chegar a quase nove milhões por ano (máximo de 8,7 milhões; média de 1,3 milhão), representando uma biomassa de mais de 10.000 toneladas (PINTO, et al, 2022).

Vários fatores podem contribuir para a ocorrência dos atropelamentos de mamíferos silvestres. As estradas podem funcionar como atrativos para espécies animais que buscam recursos alimentares ou fonte de calor (LAUXEN, 2012). Mamíferos de médio e grande porte como por exemplo o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e anta (*Tapirus terrestris*) são mais sensíveis aos efeitos adversos da mortalidade em rodovias devido a suas grandes necessidades espaciais, como a necessidade de se deslocar entre diferentes habitats além de características específicas de história de vida, como baixas taxas reprodutivas e baixas densidades populacionais (RYTWINSKI; FAHRIG, 2015). A mortalidade adicional devido a atropelamentos pode levar as populações à extinção com facilidade (PINTO et al., 2022).

Dentre os mamíferos brasileiros, os canídeos brasileiros são um grupo com espécimes que sofrem com os atropelamentos. Além dos atropelamentos, as populações de canídeos também encontram-se ameaçadas em respostas a conflitos com humanos, por predarem espécies domésticas ou de produção (CAVALCANTI, 2015). Existem seis espécies de canídeos no Brasil, o cachorro-do-mato-de-orelhas-curtas (*Atelocynus microtis*), o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), o graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), o cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*) e a raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*) (PEREIRA, 2009). Dessas, quatro são consideradas vulneráveis à extinção: o cachorro-de-orelha-curta, o cachorro-vinagre, o lobo-guará e a raposa-do-campo (ICMBio, 2020). O cachorro-do-mato apresenta dados alarmantes de atropelamento em rodovias, é o segundo mamífero mais atropelado no Brasil (GRILO et al., 2018). O lobo-guará, espécie símbolo do Cerrado e maior canídeo da América do Sul, possui uma ampla distribuição como ambientes abertos, arbustivos, savanas, brejos, matas ao longo de cursos d'água e mesmo ambientes alterados por ações antrópicas (BERETA et al., 2017), a principal causa da mortalidade dessa espécie é o atropelamento em rodovias (PAULA et. al, 2013), poderá ser extinta localmente em 50 anos se as taxas de atropelamento observadas persistirem (GRILO, 2021). A raposa-do-campo, espécie endêmica do Cerrado, se destaca por ser o único carnívoro exclusivamente brasileiro e também é comumente encontrada atropelada (GRILO et al., 2018).

Uma das alternativas para a mitigação dos atropelamentos de fauna silvestre são as medidas voltadas à conscientização humana, tendo como foco a reeducação dos motoristas, incentivando o uso e observação de placas, semáforos e redutores eletrônicos, por exemplo (SAITO et al., 2022). A tecnologia também tem sido utilizada, a exemplo dos repelentes sonoros, que são instalados nas margens das rodovias, emitindo um som a uma certa frequência

com o intuito de repelir alguns animais (GARRETT, 2012). Repelentes olfatórios tem a mesma função dos sonoros. O uso de inteligência artificial visa identificar a presença de animais na rodovia e notificar os motoristas, alertando-os para que possam evitar acidentes (PELLEGRINI, 2021). No entanto, as medidas mais usuais e mais efetivas são as cercas direcionadoras e as passagens de fauna (RYTWINSKI et al., 2016).

As passagens de fauna promovem o deslocamento seguro dos animais por baixo ou por cima da rodovia, o que pode ajudar na redução de colisões com veículos, além de manter a conectividade das bordas da rodovia (DENNEBOOM; BAR-MASSADA; SHWARTZ, 2021). Apresentam formas e tamanhos diferentes, desde estruturas relativamente pequenas construídas abaixo da rodovia, até passagens mais amplas construídas por cima da rodovia (SAITO et al., 2022). Essas estruturas são instaladas de acordo com a paisagem, tipo de rodovia e espécies alvo do sistema de proteção de fauna (ABRA, 2012). Passagens de galeria são projetadas para espécies aquáticas, semi-aquáticas e terrestres que se deslocam acompanhando cursos d'água. As passagens conhecidas como caixa seca apresentam o formato de um quadrado e são feitas de concreto, são projetadas para animais que não se deslocam por caminhos úmidos. Existem viadutos, que também são conhecidos por ponte verde, que garantem a travessia segura de animais de grande porte. Já as estruturas aéreas são destinadas a vertebrados arborícolas (ZANARDO, 2018). O custo financeiro do investimento em sistemas de proteção de fauna não são tão acessíveis economicamente e podem levar de nove a 25 anos para serem pagos, porém a instalação dessas estruturas é fundamental para a preservação da biodiversidade. (FERNANDO et al., 2021).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Verificar o estado da arte de pesquisas sobre medidas de mitigação de atropelamentos de canídeos no Brasil, levantando as principais informações desses trabalhos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar o número de trabalhos produzidos;
- Apontar os biomas contemplados com medidas de mitigação, assim como as características físicas do entorno;
- Descrever os tipos de medidas de mitigação de atropelamentos empregadas no Brasil, extensão do trecho monitorado e o modal de transporte;
- Apresentar índices de utilização das medidas de mitigação de atropelamentos, incluindo dados específicos para canídeos;
- Indicar quais foram as passagens mais utilizadas e quais os métodos de amostragem de utilização das passagens;
- Verificar se as medidas de mitigação apontadas foram efetivas na redução das taxas de atropelamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido a partir do levantamento de informações e dados de atropelamento de canídeos silvestres disponibilizados em livros e artigos (científicos, jornais, “sites”, revistas) encontrados no “Google Scholar” (Google Acadêmico) e “Scientific Electronic Library Online” (Scielo) que avaliaram o uso de passagens de fauna por canídeos nas rodovias e ferrovias. Para as buscas, foram utilizadas palavras chaves como: “Ecologia de estradas”, “passagem de fauna”, “passagem de fauna para canídeos” e “atropelamento de fauna”, assim como os respectivos termos em inglês.

Como técnicas de inclusão e exclusão, foram selecionados artigos que continham informações sobre passagens de fauna e listagens de espécies, incluindo canídeos que utilizaram essas passagens, sendo que aqueles que não continham tais informações foram descartados.

Foram agrupados em uma planilha para posterior análise dados como número de autores, duração do monitoramento, estado, bioma, local de instalação das passagens, se as passagens foram projetadas para espécies específicas, total do trecho mitigado, característica da rodovia e da ferrovia, quantidade e tipo de passagem, distância entre as estruturas, presença de cercas direcionadoras, comprimento dessas cercas, método de monitoramento, avaliação de atropelamento, as espécies de canídeos que utilizaram as passagens e preferência por passagem. Para que a comparação fosse possível, os dados coletados foram convertidos em porcentagem.

4. RESULTADOS

O levantamento para a revisão bibliográfica resultou em 15 trabalhos, mas dois foram descartados por não conter dados relacionados a canídeos, resultando em 13 artigos para a descrição do estado da arte (Apêndice A). O primeiro trabalho relatando os resultados da implementação de medidas de mitigação foi iniciado em 1998 (BARGER; FONTOURA, 2002), a partir daí foram realizados uma média de 1,08 trabalhos por ano (Figura 1A). Houve maior concentração de trabalhos entre os anos de 2013 a 2018, sendo 46% dos trabalhos realizados nesse período (Figura 1A). A maioria dos artigos foi escrita por quatro autores (30,8%) ou um autor (23,1%) (Figura 1B) e divulgados em revistas científicas (61,5%) (Figura 1C).

Os trabalhos tiveram em média 514,46 dias de duração, considerando um trabalho com máximo de seis anos de duração (MOREIRA et al., 2017) e um trabalho com mínimo de 28 dias de duração (NETO; SILVA, 2016) (Figura 1D). Os biomas com maior número de pesquisas realizadas sobre estratégias de mitigação de atropelamento da fauna com ênfase em passagens de fauna foram o bioma Mata Atlântica (30,8%), e o bioma Cerrado (30,8%), 23,1% dos trabalhos abrangeram mais de um bioma, estando os biomas Mata Atlântica e Cerrado dentre eles (Figura 1E). Grande parte dos trabalhos (38,6%) foram realizados no estado de São Paulo, seguido do Rio Grande do Sul (23%) (Figura 1G). Nenhum trabalho foi realizado na região Norte ou Nordeste.

Grande parte dos trabalhos foi realizada próximo a unidades de conservação (46%) (ALMEIDA, 2015; ABRA, 2013; BAGATINI, 2005; ALVES et al, 2019; CAMPOS et al, 2023; BARGER e FONTOURA, 2002), enquanto a minoria não trouxe essa informação (15%) (LOMBARDI et al, 2017; MOREIRA et al, 2017) e 38% não tinha relação com área de preservação. (BARSZCZ et al, 2006; MARTINS et al, 2014; NETO e SILVA, 2016; CIOCHETI et al, 2009; ABRA et al, 2018). Os locais de instalação das passagens de fauna foram definidos a partir da identificação de áreas de paisagem natural (38,5%) e pontos críticos de atropelamento da fauna silvestre (30,8%) (Figura 1F). Ao todo, foram monitoradas 317 passagens de fauna, sendo 205 canaletas em apenas um trabalho (MOREIRA et al., 2017), 105 subterrâneas e sete do tipo ponte de dossel. Poucos trabalhos informaram a distância entre as passagens, as quatro (30,8%) pesquisas que trouxeram essa informação (ALMEIDA, 2015; BARSZCZ et al., 2006; ABRA, 2013; MOREIRA et al., 2017), mostraram uma média de 5,078

Km de distância entre as passagens. Alguns trabalhos (BARSZCZ et al., 2006; BAGATINI, 2005; CAMPOS; SILVA, 2023; CIOCHETI, 2009; BARGER; FONTOURA, 2002; LOMBARDI et al., 2017) apresentaram informações sobre a presença de cercas direcionadoras com média de 3,45 km de comprimento.

Somente dois sistemas de proteção de fauna foram planejados para espécies específicas. Em um deles, as espécies-alvo foram o ratão-do-banhado (*Myocastor coypus*) e capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (BARGER; FONTOURA, 2002) e no outro, a tartaruga-tigre-d'água (*Trachemys dorbigni*) (MOREIRA et al., 2017). De toda forma, essas passagens específicas também foram utilizadas por duas espécies de canídeos (*Cerdocyon thous* e *Lycalopex gymnocercus*).

Em média, as medidas de proteção de fauna englobaram 128,9 quilômetros de rodovia, com o máximo de 855 (Neto & Silva, 2016) e o mínimo de um (DIAS; HABIB, 2014), sendo que dois trabalhos não informaram a extensão total do trecho monitorado. A maioria dos trabalhos foram realizados em rodovias (77%) (ALMEIDA, 2015; BARSZCZ et al., 2006; ABRA, 2013; DIAS; HABIB, 2014; BAGATINI, 2005; ALVES et al., 2019; CAMPOS; SILVA, 2023; CIOCHETI et al., 2009; ABRA et al., 2018; BARGER; FONTOURA, 2017) quando comparado com ferrovias (23%) (NETO; SILVA, 2016; LOMBARDI et al., 2017; MOREIRA et al., 2017). A maioria das rodovias que recebeu medidas de mitigação de atropelamento são rodovias duplicadas (46,1%), somente 7,6% são pista simples, 7,6% apresentaram os dois tipos de pistas, 23% são ferrovias e 15,38% não informaram o modal de transporte.

No total, 13.119 (1.311,9 em média) animais foram registrados nas passagens de fauna. Como método de amostragem de utilização das passagens, 46,2% dos trabalhos utilizaram fotografias tiradas por câmeras, 7,7% fotografias e pegadas deixadas em caixas de areia, 30,8% realizaram monitoramento dos atropelamentos com automóvel e 15,4% utilizaram dados de concessionárias. Em média, 1,55 espécies de canídeos utilizaram as passagens, sendo estas o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) (Figura 2D), graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*) e lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) (Figura 2A, 2B, 2C). Em 61,6% dos trabalhos, três espécies de canídeos utilizaram as passagens, os animais optando por passagens subterrâneas secas (ALMEIDA, 201), com fragmento de vegetação no entorno das rodovias (NETO; SILVA, 2016).

Um trabalho citou que a presença de água nas passagens foi um fator determinante para a utilização pela capivara, mas sendo evitadas por canídeos (ABRA, 2012). Passagens que

apresentam passarelas para facilitar o acesso dos animais foram procuradas por diversas espécies (ALMEIDA, 2015), inclusive canídeos. A passagem P8, que é uma ponte feita de concreto, apresentou o maior índice de diversidade de espécies em outro trabalho (ALVES, et al, 2019). Em média, as travessias em passagem inferior de fauna (PIF) que possuíam vegetação no entorno foi relativamente maior, se comparado com as passagens que eram compostas por vegetação de transição (NETO; SILVA, 2016).

Somente sete trabalhos (53,84%) avaliaram a taxa de atropelamento (ABRA, 2013; Bagatini, 2005; NETO; SILVA, 2016; CAMPOS; SILVA, 2023; CIOCHETI et al, 2009; BARGER; FONTOURA, 2002; MOREIRA et al, 2017), mas apenas três destes (23%) (ABRA, 2013; BAGATINI, 2005; BARGER; FONTOURA, 2002) compararam e apresentaram dados sobre o período antes e depois da instalação das passagens, comprovando assim a sua eficácia. O primeiro comprovou a eficácia de passagens de fauna apresentando a porcentagem de 37,2% de redução de atropelamentos após a instalação de passagens. Já no segundo trabalho, foi apresentado uma redução de 41,6% no número de animais atropelados por km e no terceiro foi relatado uma redução de 62,1%. Assim, pode-se afirmar que as passagens de fauna reduzem em média o número de animais atropelados em 47%. Também foi relatado em um outro trabalho (CIOCHETI et al., 2009) que o lobo-guará, canídeo de grande porte, teve significativamente menos atropelamentos após a construção de passagens de fauna e a ampliação de uma determinada rodovia, mas este não apresentou dados.

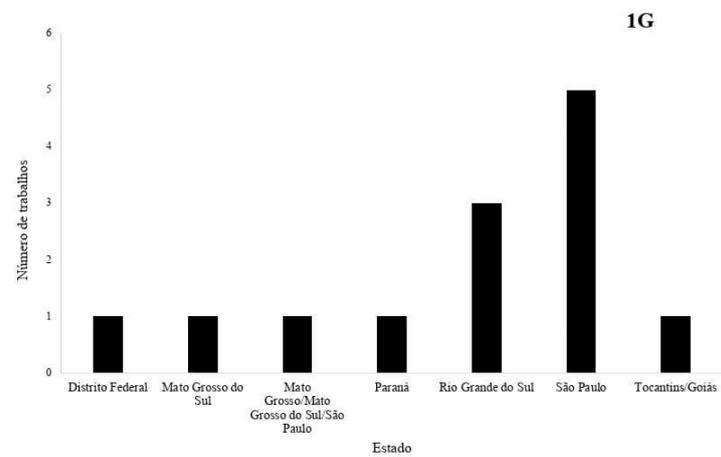
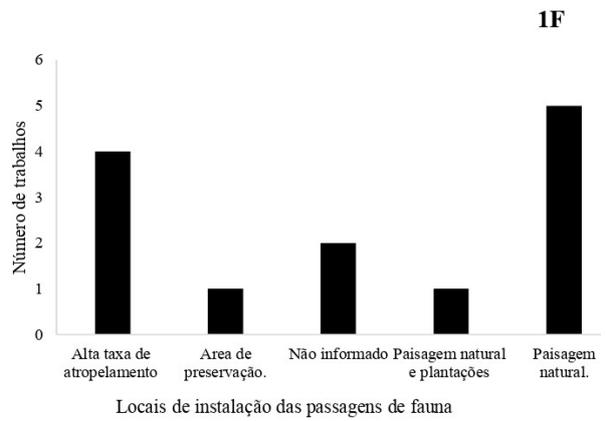
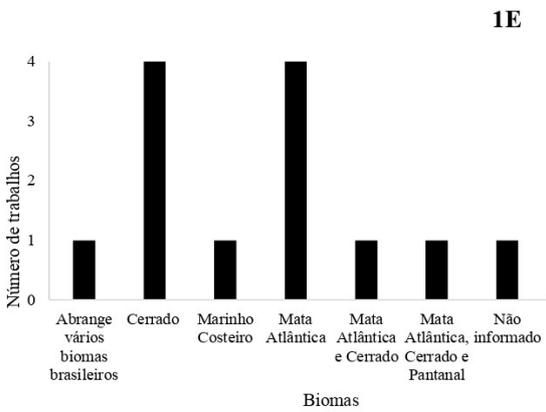
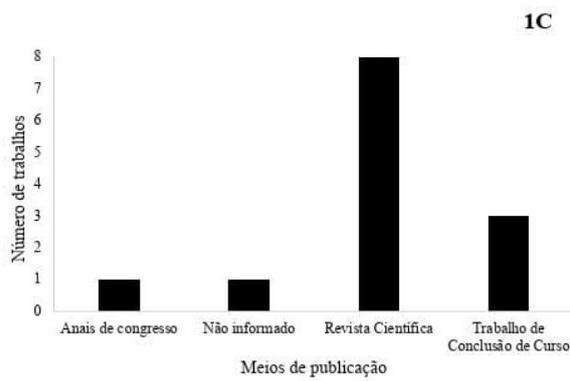
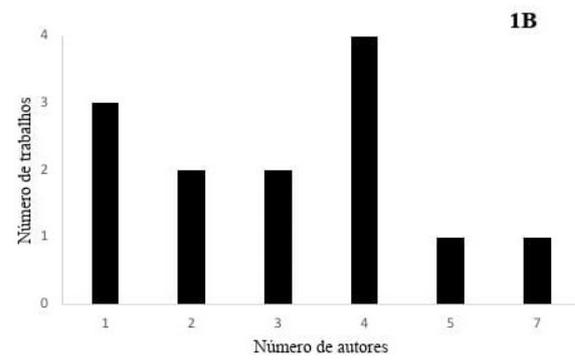
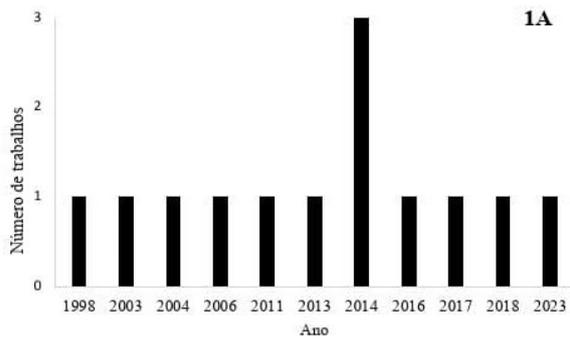


Figura 1. Estado da arte de pesquisas realizadas sobre passagens de fauna para canídeos em rodovias brasileiras. **A.** Número de trabalhos publicados por ano; **B.** Número de autores por trabalho; **C.** Tipos de publicação mais utilizadas; **D.** Período dos trabalhos; **E.** Biomas onde os trabalhos foram desenvolvidos; **F.** Justificativa apresentada para a instalação de passagens de fauna por trabalho; **G.** Estados brasileiros onde os trabalhos foram produzidos.



Figura 2. Registro de canídeos utilizando passagens de fauna no Brasil. **A.** Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) imagem feita por Fernanda Delborgo Abra, Ariel da Costa Canenac, Guilherme Siniciato Terra Garbino. **B.** Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) imagem feita por Fernanda Delborgo Abra. **C.** Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) imagem feita por Fernanda Delborgo Abra. **D.** Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) imagem feita por Fernanda Delborgo Abra, Ariel da Costa Canenac, Guilherme Siniciato Terra Garbino (ABRA et al, 2018; ABRA, 2013)

6. DISCUSSÃO

Neste trabalho, fizemos o levantamento de artigos sobre a utilização de passagens de fauna como forma de mitigação de atropelamentos de canídeos em rodovias brasileiras. Foram poucos os dados sobre a eficácia das passagens de fauna devido à dificuldade em encontrar mais detalhes descritivos sobre presenças de cercas guias nas passagens, distância entre elas e avaliação dos atropelamentos.

Das seis espécies de canídeos que existem no Brasil, apenas 50% foram registrados utilizando as passagens, o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), o graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*) e o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), o único ameaçado de extinção. Assim, é necessário a realização de mais pesquisas para se avaliar se as outras duas espécies que aparecem nessa região: o cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*) e a raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*) que também estão ameaçadas de extinção, realmente não utilizam os tipos de passagens que tem sido instaladas no Brasil, que são as subterrâneas. Caso se constate isso, faz-se necessário empregar outros tipos de passagem, a fim de se preservar essas espécies. O cachorro-do-mato-de-orelhas-curtas (*Atelocymus microtis*) é uma espécie típica da região amazônica, o que justifica a ausência desta espécie nos registros, visto que não há estudos nessa região.

Houve um aumento considerável de pesquisas sobre a utilização de passagens de fauna após a primeira, realizada em 1998. No ano de 2014, verificou-se uma maior concentração de pesquisas, possivelmente devido à ocorrência de eventos como congressos e simpósios sobre ecologia de estradas que ocorreram no Brasil a partir de 2013, o que pode ter atraído mais pesquisadores para esse tema. Mas nos períodos entre 2018 a 2023, notamos uma queda no número de pesquisas, quando comparado ao período anterior. Nossa hipótese é que este é um resultado da pandemia de COVID-19, que acometeu todo o mundo (SILVEIRA; BASTOS, 2021), já que em meados de 2019, com o agravamento da pandemia de COVID-19, alguns estados e municípios aderiram a medidas como *Lockdown*, o protocolo de isolamento total que impediu a circulação de pessoas (NOGUEIRA; RIBEIRO 2022). Durante mais de dois anos, muitas atividades passaram a ser executadas *online* e muitas pesquisas foram paralisadas devido ao risco de contágio. Ainda, a ciência no Brasil tem recebido cada vez menos investimento por parte do governo federal, o que dificulta a realização de qualquer pesquisa no país (WESTIN, 2020). Isto pode ser percebido através da queda do ritmo de crescimento da produção científica brasileira em 2021 (GURALNIK, 2022).

Grande parte dos trabalhos foi produzida por quatro autores, indicando que os pesquisadores brasileiros têm buscado parcerias para a realização desse tipo de pesquisa. Alguns trabalhos (ALMEIRA, 2015; ABRA, 2013; BAGATINI, 2005 (23%) foram escritos por um autor apenas, por ser tratar de Trabalho de Conclusão de Curso. O grande número de publicações em revistas científicas sugere que os pesquisadores têm buscado cada vez mais divulgar os resultados de sua pesquisa em meios de fácil acesso para outros pesquisadores do Brasil e do mundo, o que corrobora o aumento das publicações brasileiras (GURALNIK, 2022).

Em média, os trabalhos tiveram tempo de duração de 514,46 dias, ou seja, cerca de um ano e cinco meses, tempo compatível com o preconizado em pesquisas científicas com animais silvestres, já que abrange as estações seca e chuvosa. Porém, dois trabalhos tiveram duração muito curta, 28 e 49 dias (NETO e SILVA, 2016; CAMPOS e SILVA, 2023), o que deve ser evitado, a fim de não se tirar conclusões imprecisas acerca do uso e da efetividade das passagens de fauna.

Os biomas Mata Atlântica e Cerrado foram os mais representativos em número de trabalhos. Provavelmente porque concentram os estados mais ricos do país (IBGE, 2022). Além disso, esses estados apresentam a maior rede viária do Brasil (PROAUTO, 2022). São Paulo, o estado mais rico do Brasil (IBGE, 2020), apresenta o maior número de pesquisas (38,5%), o que afirma a necessidade de investimento em outras regiões e biomas, visto que a ausência de trabalhos nessas áreas (como Caatinga e Amazônia, por exemplo) demonstra a carência de passagens de fauna e a vulnerabilidade da fauna silvestre dessas regiões.

Como imaginado, grande parte das passagens de fauna foram construídas próximas a área de preservação. Essas áreas apresentam uma maior biodiversidade assim como abundância de animais silvestres (HO, 2017) e a construção das passagens de fauna é um fator importante para a preservação dessas áreas. Foi justamente a presença de áreas naturais um dos critérios mais utilizadas para a definição dos locais a serem instaladas as passagens de fauna, juntamente com pontos críticos de atropelamento.

A grande maioria de passagens instaladas no Brasil são do tipo subterrâneas, já que estas são passagens mais acessíveis economicamente do ponto de vista da construção. As passagens superiores com cerca apresentaram um custo médio de 26.378,00 US\$/km/ano e as inferiores com cerca 5.754,00 US\$/km/ano e ambas com o mesmo valor de benefício 34.865,00 US\$/km/ano (ZANARDO, 2018).

Uma estrutura pouco empregada, as cercas direcionadoras, são indispensáveis para a eficácia das passagens. Na verdade, passagens de fauna sem essas estruturas são ineficazes para

reduzir as taxas de atropelamento de animais silvestres (RYTWINSKI et al., 2016). Dessa forma, mais que metade das medidas de prevenção ao atropelamento de animais silvestres avaliados neste trabalho não é efetiva. TSUDA (2018) sugere a instalação de cercas de direcionamento adjacente às passagens de fauna e estas devem ter um comprimento mínimo de 300 metros para cada lado do rio ou floresta.

As passagens projetadas para espécies específicas, como a capivara, o ratão-do-banhado e tartaruga-tigre-d'água, foram utilizadas também por outras espécies, o que ressalta a importância das espécies guarda-chuva, que são espécies que, ao se projetar medidas de mitigação para elas, acaba-se protegendo outras, visto que esses indivíduos requerem grandes áreas de vida (METZGER, 2006).

A maioria dos trabalhos foram realizados em rodovias, visto que estas apresentam maior extensão e a maior concentração da produção é escoada através das rodovias, assim como o transporte de passageiros (ROCHA, 2015). Apesar de somente 11,1% das rodovias brasileiras serem duplicadas (CNT, 2022), a concentração de medidas de mitigação em rodovias duplicadas deve ser resultado de medidas impostas pelo órgão ambiental para duplicação e manutenção das rodovias (BRASIL, 2013). Esse resultado ressalta que rodovias de pista simples precisam ser analisadas a fim de se averiguar a necessidade de implantação de medidas de mitigação de atropelamentos.

Dos métodos de amostragem, a maioria dos trabalhos (46,2%) utilizaram fotografias tiradas por câmeras instaladas, optando por esse método por ser mais prático, mas o alto custo dos equipamentos pode limitar o trabalho (SRBEK-ARAUJO, 2007). A minoria (7,7%) utilizou de dois métodos, fotografias e pegadas deixadas em caixas de areia. Esse pequeno valor pode ser justificado pela demanda na manutenção das caixas de areia e, como citado anteriormente, o valor do equipamento fotográfico.

Nos trabalhos que avaliaram a taxa de atropelamento (ABRA, 2013; BAGATINI, 2005; BARGER; FONTOURA, 2002), foi possível notar que o número de passagens construídas foi capaz de reduzir essa taxa de atropelamento e que as passagens subterrâneas foram utilizadas por várias espécies de pequeno a grande porte (ALMEIDA, 2015). Passagens subterrâneas sem cursos d'água são mais indicadas e demonstraram maior eficácia para canídeos, visto que essas foram mais utilizadas tanto por canídeos, quanto por outras espécies. Os resultados obtidos na presente pesquisa corroboraram com os resultados encontrados por Figueira (2020) que enfatiza que mesmo não existindo uma passagem ideal para cada espécie, existe a preferência pela maioria das espécies por passagens subterrâneas (inferiores). Helldin

(2022) sugere com base em seu estudo que várias passagens pequenas sejam construídas, em vez de construir uma única estrutura grande. Ele justifica que escolher várias estruturas pequenas pode facilitar o planejamento da mitigação de animais silvestres, por não ser necessário colocar tanto esforço para encontrar a melhor localização para a construção, como seria o caso da construção de apenas uma passagem grande.

7. CONCLUSÕES

Este estudo reforça a importância da construção de passagens de fauna como forma de mitigação de atropelamento de animais silvestres, ressaltando a preferência de canídeos por passagens secas, subterrâneas, com presença de passarelas e cercas direcionadoras.

A maioria das pesquisas sobre a utilização de passagens de fauna foram escritas a partir de 1998, com grande número de trabalhos no ano de 2014, escritos por quatro autores e publicadas no formato de artigo em revista científica.

Os biomas com mais estudos foram o Cerrado e Mata Atlântica, com maior número de pesquisas no estado de São Paulo e Rio Grande do Sul. Contudo, grande parte delas não descreveu sobre aspectos importantes das construções das passagens, como: distância entre as passagens e presença de cerca guias. É necessário ressaltar a importância das cercas guias para a eficácia das passagens de fauna, a combinação dessas duas estruturas apresenta resultados melhores do que apenas uma.

A maioria das passagens foram instaladas em zonas de alta concentração de atropelamentos e áreas de paisagem natural. Grande parte das passagens foram passagens inferiores (subterrâneas) e poucas passagens foram projetadas para determinadas espécies, as quais foram utilizadas por outras espécies.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRA, F.D. **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2012.
- ALMEIDA, A.L. **Uso de passagens de fauna na Rodovia CS-012, Cambará do Sul-RS**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação de Ciências Biológicas). Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
- ALVES, F.A. et al. Uso de pontes e galerias rodoviárias por tetrápodes terrestres em uma área protegida na região sudeste do Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 21, 2021.
- ARASHIRO, B.V. **A importância do modal rodoviário de carga na economia brasileira 2010-2019**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação de Ciências Econômicas). Ânima educação. 2021.
- ARAUJO, M.P. **Infraestrutura de transporte e desenvolvimento regional: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional**. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006
- BAGATINI, T. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da estação ecológica**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- BAGER, A. **Ecologia de Estradas: tendências e pesquisas**. 1. ed. Lavras: Ed. do autor, 2017. 297 p.
- BARSZCZ, L.B. et al. Uso de Passagens de Fauna da Rodovia SP-322 por Mamíferos de Médio e Grande Porte. in: BAGER, A. **Anais do Road Ecology Brazil**, p. 87-100, 2011.
- BERETA, Amanda *et al.* **Novas ocorrências de *Chrysocyon brachyurus* (Carnivora) no estado do Rio de Janeiro indicando a expansão de sua distribuição geográfica**. 2017. 4 f. - Curso de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- BRASIL. **Projeto Rodofauna: diagnóstico e proposição de medidas mitigadoras para atropelamento de fauna**. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal (IBRAM). Brasília, 2013.
- CAMPOS, A.; SILVA, AG.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, Tuneiras do Oeste e Cianorte, Brasil. **Biobrasil, Biodiversidade Brasileira**, 13(1): 1-17, 2023.

Cavalcanti, S. M. C.; Paula, R.C.; Gasparini-Morato, R. L. **Conflitos com mamíferos carnívoros**: uma referência para o manejo e a convivência. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio: Brasília. 2015. 121 p.

DENNEBOOM, D.; BAR-MASSADA, A.; SHWARTZ, A. Factors affecting usage of crossing structures by wildlife – A systematic review and meta-analysis. **Science of the total environment**, v. 777, p. 146061, 2021.

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

GARRETT, F. **Empresa australiana cria tecnologia que evita atropelamento de animais**. 2012. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2012/10/empresa-australiana-cria-tecnologia-que-evita-atropelamento-de-animais.ghtml>. Acesso em: 09 maio 2023.

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

GRILO, C.et al. Conservation threats from roadkill in the global road network. **Global Ecology and Biogeography**, v. 30, n. 11, p. 2200-2210, 2021.

GURALNIK, H.C. **Volume de publicações científicas dos países e bem-estar da população**. 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/articulas/hernan-chaimovich-guralnik/volume-de-publicacoes-cientificas-dos-paises-e-bem-estar-da-populacao/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

HAWBAKER, T.J.; RADELOFF, V. C. Estradas e padrão de paisagem no norte de Wisconsin com base na comparação de quatro fontes de dados de estradas. **Biologia da Conservação**, v. 18, n. 5, pág. 1233-1244, 2004.

HELLDIN, J. O. Várias pequenas estruturas de travessia de vida selvagem são melhores do que uma única grande? Argumentos sob a perspectiva da conservação da grande vida selvagem. **Conservação da Natureza**, v. 47, p. 197-213, 2022.

HO, P.D. **O novo Código Florestal**: como as alterações na definição e nos cálculos das Áreas de Preservação Permanente (APP) podem afetar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas áreas ripárias e várzeas, nos diferentes biomas brasileiros. 2017.

IBGE. **Produto Interno Bruto (PIB)**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 18 jun. 2023.

ICMBio. **Atualização da lista oficial das espécies ameaçadas de extinção**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/destaques-e-eventos/704-atualizacao-da-lista-oficial-das-especies-ameacadas-de-extincao.html>. Acesso em: 06 jun. 2023.

ICMBio. **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Canídeos Silvestres**. Produto 2020: Produtores Rurais e Canídeos Silvestres. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-canideos/1-ciclo/produtos/2020-pan-canideos-produtores-rurais-canideos-silvestres.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2023.

LAUXEN, M. D. S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: um guia de procedimentos para tomada de decisão.** 2012.

LUCHERINI, M., PESSINO, M., & FARIAS, A. A. (2004). Pampas fox *Pseudalopex gymnocercus* (Fischer, 1814). In C. Sillero-Zubiri, M. Hoffmann & D. W. Macdonald (Eds.), *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation Action Plan* (pp. 63-68). Gland / Cambridge: IUCN.

METZGER, J.P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006.

NOGUEIRA, G. A.; RIBEIRO, L. P. Até onde a sua liberdade de ir e vir é garantida? A era da COVID-19. **Facit Business and Technology Journal**, v. 2, n. 33, 2022.

PAULA, R. C.; DEMATTEO, K. *Chrysocyon brachyurus*. The IUCN Red List of Threatened, 2015.

PELLEGRINI, P. T. **Contribuição à consideração de inovações tecnológicas de condução veicular e de sistemas inteligentes de transporte no desenvolvimento de projetos viários.** 2021. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

PEREIRA, C. S. **Distribuição e conservação dos canídeos brasileiros.** 2009

PINTO F. A. Z. et al. How Many Mammals Are Killed on Brazilian Roads? Assessing Impacts and Conservation Implications. **Diversity**, v. 14, n. 10, p. 835, 2022.

PROAUTO. **Qual o tamanho da malha viária no Brasil e no mundo?** Disponível em: <https://www.proauto.org.br/blog/qual-o-tamanho-da-malha-viaria-no-brasil-e-no-mundo/>. Acesso em: 18 jun. 2023.

ROCHA, C.F. **O Transporte de Cargas no Brasil e sua Importância para a Economia.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas). Departamento de Ciências Administrativas, Contábeis, Econômicas e da Comunicação. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015

RYTWINSKI, T. et al. **How Effective Is Road Mitigation at Reducing Road-Kill? A Meta-Analysis.** PLoS one, v. 11, n. 11, p. e0166941, 2016.

RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. Os impactos das estradas e do tráfego nas populações de animais terrestres. **Manual de ecologia rodoviária**, p. 237-246, 2015.

SAITO, E.N. et al. **Estradas mais seguras para todos: no caminho para reduzir as colisões com fauna.** Instituto de Conservação de Animais Silvestres (ICAS): Campo Grande, 2022.

SILVA, R. M. G. **Atropelamento de animais silvestres em rodovias.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SILVEIRA, A.C.; BASTOS, F.H. impactos da pandemia de COVID-19 nos trabalhos de campo das pesquisas geográficas. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 18, n. 2, p. 152-165, 2020.

SRBEK-ARAUJO, Ana C.; CHIARELLO, Adriano G. Use of camera traps in mammal sampling: methodological considerations and comparison of equipments. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 647-656, 2007.

TSUDA, Larissa Sayuri. **Análise dos atropelamentos de mamíferos em uma rodovia no estado de São Paulo utilizando Self-Organizing Maps**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2018.

VAN DER REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. The ecological effects of linear infrastructure and traffic: challenges and opportunities of rapid global growth. **Handbook of road ecology**, p. 1-9, 2015.

WESTIN, R. **Corte de verbas da ciência prejudica reação à pandemia e desenvolvimento do país**. 2020. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2020/09/corte-de-verbas-da-ciencia-prejudica-reacao-a-pandemia-e-desenvolvimento-do-pais>. Acesso em: 14 jun. 2023.

ZANARDO, G. L. P. **Construção de passagem de fauna em rodovias para a sobrevivência de animais silvestres**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária). Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018.

APÊNDICE A

ARTIGOS UTILIZADOS NA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ABRA, F. D. et al. Use of unfenced highway underpasses by lowland tapirs and other medium and large mammals in central-western Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 18, n. 4, p. 247-256, 2020.

ABRA, F.D. **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2012.

ALMEIDA, A.L. **Uso de passagens de fauna na Rodovia CS-012, Cambará do Sul-RS.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação de Ciências Biológicas). Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

ALVES, F. A. et al. Uso de pontes e galerias rodoviárias por tetrápodes terrestres em uma área protegida na região sudeste do Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 21, 2021.

BAGATINI, T. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da estação ecológica.** Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

BAGER, A.; FONTOURA, V. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. **Ecological Engineering**, v. 53, p. 31-38, 2013.

BARSZCZ, L.B. et al. Uso de Passagens de Fauna da Rodovia SP-322 por Mamíferos de Médio e Grande Porte. in: BAGER, A. **Anais do Road Ecology Brazil**, p. 87-100, 2011.

CAMPOS, A.; SILVA, AG.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, Tuneiras do Oeste e Cianorte, Brasil. **Biobrasil, Biodiversidade Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 1-17, 2023.

CIOCHETI, G. et al. Highway widening and underpass effects on vertebrate road mortality. **Biotropica**, v. 49, n. 6, p. 765-769, 2017.

LOMBARDI, P. M. et al. Medidas mitigatórias de fatalidades de fauna em malhas ferroviárias. In: **Anais da 24ª Semana de Tecnologia Metroferroviária**, 2018.

MARTINS, R.; DIAS, M. L.; HABIB, M. E. E. M. Avaliação de uma passagem inferior de fauna na rodovia SP-55, no litoral sul de São Paulo, Brasil. **UNISANTA BioScience**, v. 3, n. 3, p. 154-163, 2014.

NETO, E. P.; DA SILVA, R. M. Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016). **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 11, n. 6, 2017.

MOREIRA, T.B.; ADAMEN, T.P.; FERNAND, L.B.; AGE, S.G.; BONIKOWSKY, R.T.R. Desenvolvimento de passagens de fauna para *Trachemys dorbigni* em Ferrovias no Rio Grande do Sul.