

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**GIULIA LEMOS DE PINHO ZANARDO**

**CONSTRUÇÃO DE PASSAGENS DE FAUNA EM RODOVIAS PARA A  
SOBREVIVÊNCIA DE ANIMAIS SILVESTRES**

**PORTO ALEGRE**

**2018/2**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**GIULIA LEMOS DE PINHO ZANARDO**

**CONSTRUÇÃO DE PASSAGENS DE FAUNA EM RODOVIAS PARA A  
SOBREVIVÊNCIA DE ANIMAIS SILVESTRES**

**Monografia apresentada à Faculdade de  
Veterinária como requisito parcial para a  
obtenção da graduação em Medicina  
Veterinária**

**Orientador: Prof. Rui Fernando Felix Lopes**

**PORTO ALEGRE**

**2018/2**

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à Loba, Sandy, Chocolate e Maia que ao longo dos anos me ensinaram sobre amor incondicional, sem pedir nada em troca.*

*Por vocês, tentarei retribuir todo esse amor em forma de cuidado à todo e qualquer animal que necessite da minha ajuda.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais por serem esse exemplo de ética, dedicação e amor. Vocês me inspiram à lutar pelos meus sonhos e não desistir mesmo que tudo esteja dando errado. Obrigada por serem exatamente desse jeitinho, por toda preocupação e por todo apoio que me dão.

A minha irmã, por sempre cuidar do meu filho de quatro patas (Chocolate) quando precisei e por ter paciência comigo por toda louça deixada na pia e pelo uso, quase que exclusivo, do sofá durante os momentos finais do TCC, sem reclamar (ou quase né).

Pelas minhas amigas de uma vida inteira: Aline, Rubia e Carol, por sempre estarem de prontidão quando precisei, mesmo com 400km de distância e semanas sem se falar. Sei que nada nunca vai mudar o que sentimos.

E por todos os presentes que a faculdade me deu:

Minhas irmãs de coração, Anna Bettina e Gabriela, que estão comigo desde o início e que fizeram essa faculdade ser mais leve, muito mais feliz e bem aproveitada até o fim. Eu amo vocês pirivets.

As minhas filhotas que a monitoria trouxe, Renata e Thaís, obrigada por pegarem junto, por deixarem tudo mais tolerável, por ouvirem as reclamações diárias e por nossas saídas sem motivo pra ir tomar açaí. Uma por todas e todas por uma.

A Vivian, que me odiou no início, mas acabou se tornando a melhor parceira que eu poderia ter. Obrigada pelas companhias nas madrugadas de estudo véspera de prova, por me ensinar a gaitinha, pelas risadas em aula quando a gente não suportava mais, pelas dublagens, pelos rolês, pelas fotografias profissionais e pelas implicâncias também. Por levar amizade tão a sério quanto eu.

Aos funcionários do bloco de ensino que me aturaram por dois anos, Vanessa, Maicon, Fábio e Bruna, que se tornaram minha segunda família, me proporcionando várias risadas e rugas também.

As minhas colegas de projeto, Roberta e Jacque, que salvaram minha vida inúmeras vezes nesse fim de semestre. Sou extremamente grata.

A toda equipe do PRESERVAS, por me acolher na finaleira do curso e mostrar do que o melhor setor desse hospital é capaz. Obrigada pela amizade, risadas, reuniões/almoços, trabalho em equipe, risadas de novo porque foram muitas, vocês são demais.

A Elisa, por essa amizade entre tapas e abraços, mas que no final estamos sempre aí, uma pela outra, nos socorrendo.

A essa comissão maravilhosa da ATMV 2019/1 que fizeram as responsabilidades e decisões se tornarem tão fáceis.

A Fe Wink (mozi), Carol Sbaraini, Fefa, Bel, Lê, Analau, Nati e mais tantos que estiveram presentes em momentos importantes e de alguma forma roubaram um pedacinho do meu coração pra si.

E por último, mas com certeza muito importante, aos pais que a vida acadêmica me concedeu: Luciana Queiroga e Rui Lopes, vocês são os maiores e melhores exemplos de profissionais que eu poderia querer/ter!

Rui e seu dom em fazer o dia de aula ser o mais esperado da semana, sempre nos ensinando de alguma forma divertida. Quem diria que aquela cara séria que me deu medo no primeiro dia de aula da histo I se tornaria a que eu teria o prazer em ver toda quarta e sexta-feira pela manhã durante três semestres?! E que por mais vários, se tornou a figura paterna que tanto me cativou.

Mãelu, que com seu “coração gelado” e jeitinho nem tão delicado de ser, me ensinou muito mais do que eu poderia aprender em livros. Que durante dois anos me deu a oportunidade de aprender, praticar e me aprimorar naquilo que tanto amo e almejo para o futuro: ser uma cirurgiã! Por me treinar e preparar para o dia de hoje, não tenho palavras suficientes para agradecer.

Meu muito obrigada a todos vocês!

## RESUMO

As passagens de fauna são corredores que cruzam grandes rodovias e permitem o deslocamento de animais que vivem nas florestas e seus arredores, sem o risco de atropelamento. Nessas estradas, existe uma grande quantidade de colisões entre veículos automotores e animais e, para reduzir esses acontecimentos, passagens cheias de vegetação foram construídas visando aumentar a segurança de ambos. A eficiência da passagem de fauna depende das características das estradas, localização e dimensões dessas estruturas. Essas passagens também são conhecidas como ecodutos, pontes verdes e viadutos de vida selvagem, e já estão presentes em diversos lugares do mundo como Parque Nacional de Banff, no Canadá, Woeste Hoeve e The Borkeld, na Holanda, Boeblingen, na Alemanha, Montana, nos Estados Unidos, Ilha Christmas, na Austrália, entre outros. Erguidas sobre as rodovias que atravessam reservas naturais, os ecodutos permitem que os animais circulem com segurança em seus habitats, além de reduzir as emissões de carbono originadas dos veículos e centros urbanos. O objetivo deste trabalho é enfatizar o grande impacto que as construções de estradas que cortam matas podem ter na vida de animais silvestres, e a importância de planejar em conjunto construções de ecodutos, diminuindo a quantidade de casos de atropelamento e evitando mortes destes animais em estradas com grande circulação de automóveis.

**Palavras-chave:** passagem de fauna, animais silvestres, rodovias, atropelamentos.

## **ABSTRACT**

The passages of fauna are corridors that cross large highways and allow the displacement of animals that live in the forests in their surroundings, without the danger of roadkill. On these roads, there are many accidents between animals and auto-vehicles, and to reduce these events, vegetation-filled passages have been built increasing the safety of both. The efficiency of the passage of fauna depends on the characteristics of the roads, location and dimensions of these structures. These passages are also known as ecoductes, green bridges and wildlife viaducts, and are already present in many places around the world such as Banff National Park in Canada, Wests Hoeve and The Borkeld in the Netherlands, Boeblingen in Germany, Montana, in the United States, Christmas Island, Australia among others. Built on highways that through natural reserves, the ecoductes allow animals to move safely in their habitats, as well as reducing carbon emissions from vehicles and urban centers. The objective of this work is to emphasize the huge impact that road construction that cuts forests can have on the lives of wild animals, and the importance of jointly planning ecoductes constructions, preventing in large numbers of traffic accidents and deaths on roads with high traffic of cars.

**Keywords:** passage of fauna, wild animals, highways, roadkill.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização dos registros de atropelamentos de anfíbios, répteis, aves e mamíferos sobrepostos aos limites do bioma brasileiro e rede rodoviária pavimentada .....	14
Figura 2 - Exemplos de passagens de fauna do tipo galeria .....	19
Figura 3 - Passagem de fauna do tipo caixa.....	20
Figura 4 - Pontes de corda na região extremo sul de Porto Alegre, Brasil, instaladas pelo Programa Macacos Urbanos – UFRGS.....	21
Figura 5 - Passagem superior de fauna no Parque Nacional de Banff, Canadá.....	22
Figura 6 - Registro de fauna utilizando passagem superior no Parque Nacional de Banff.....	25
Figura 7 - Projeto do viaduto vegetado na BR 101 – RJ.....	27



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Espécies de médios e grandes mamíferos selvagens mais ameaçados por atropelamento em rodovias nos países da Europa.....	13
Tabela 2 -Registro de casos de espécies com maior risco de atropeladmento em rodovias no Brasil, entre 1988 e 2017.....	15
Tabela 3 -Custo e benefício de medidas mitigadoras para espécies de mamíferos selvagens de médio e grande porte com maior risco de atropelamentos (em dólares americanos - US\$).....	25

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 IMPACTOS CAUSADOS POR ESTRADAS E RODOVIAS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 IMPACTOS CAUSADOS POR ESTRADAS E RODOVIAS NO BRASIL .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 MEDIDAS METIGADORAS .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.1 Passagens de fauna.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.1.1 Galerias .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.1.2 Caixas secas .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.1.3 Passagem aérea para vertebrados arborícolas.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.1.4 Viaduto de fauna .....</b>	<b>21</b>
<b>3 DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Todos os anos, mais de 475 milhões de animais morrem vítimas de atropelamentos no Brasil, segundo uma estimativa do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE). Isso significa que 15 animais são atropelados a cada segundo nas estradas e rodovias brasileiras (CBEE, 2018).

A intensificação na formação de novas estradas no Brasil, hoje com 1,7 milhão de km de extensão, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), permitiu a expansão da rede viária até as áreas naturais mais remotas, resultando na perda de conexão das relações ecológicas entre os ecossistemas interrompidos (ABRA, 2012; CNT, 2018). A construção destes empreendimentos lineares está entre as alterações ambientais que causaram os maiores impactos nas paisagens naturais no século XX, incluindo grandes mudanças no número populacional das espécies locais (ABRA, 2012).

Para a população, as rodovias promovem o desenvolvimento econômico e social de uma região e, até algumas décadas atrás não se faziam avaliações do impacto ambiental ocasionados por estas obras. Apenas em 23 de janeiro de 1986, por meio da Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Nº 001/86, projetos de construções viárias começaram a ser examinados quanto aos seus possíveis impactos ao meio ambiente através dos processos de licenciamento ambiental, que exigem laudos técnicos, como laudo de fauna, laudo de cobertura vegetal e laudos geológicos (BRASIL, 1986).

Mundialmente, estão sendo analisados os impactos causados ao meio ambiente, como: fragmentação de ambientes naturais, perda de habitat, dispersão de espécies exóticas, inaccessibilidade a recursos e parceiros que afetam o tamanho populacional, isolamento, perda de variabilidade genética, sucesso reprodutivo das espécies e, principalmente, o atropelamento de animais silvestres. Consequentemente, a médio e longo prazo, podemos observar populações reduzidas, perda de biodiversidades e risco de extinção aumentado (BAGER, 2018a).

Na América do Norte, Europa e até mesmo aqui no Brasil, diversos estudos sobre medidas mitigadoras para atropelamento de animais silvestres vêm sendo desenvolvidos, como as passagens de fauna tanto inferiores quanto superiores, segundo a revisão encontrada em Abra (2012). A construção dessas estruturas restitui a conexão entre fragmentos florestais

e matrizes permeáveis e, quando efetivas nas travessias de animais, contempla-se a conservação da biodiversidade e segurança do usuário do veículo (BAGER, 2018a).

Esta revisão bibliográfica objetiva avaliar a efetividade das passagens de fauna em fornecer conectividade entre habitats e garantir a troca genética nas populações de vertebrados que foram fragmentadas pela construção de estradas e reforçar sua necessidade para a sobrevivência de animais silvestres no país, onde as medidas mitigadoras ainda são poucas quando comparadas a outros países, sendo que o Brasil tem a maior biodiversidade do mundo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPACTOS CAUSADOS POR ESTRADAS E RODOVIAS

A Ecologia das Estradas é o ramo da ecologia que estuda os efeitos das estradas sobre a biodiversidade, relacionando-os também com os aspectos sociais e econômicos para as populações humanas. Ela é uma ciência nova que, no Brasil, começou a crescer a partir de 2003, com a publicação do livro “*Road ecology: science and solutions*”, de Richard Forman e possui duas extensões: a segurança dos usuários nas rodovias e a conservação da biodiversidade, que aborda a mortalidade de animais silvestres por atropelamento (BECKMANN & HILTY, 2010; CBEE, 2018).

Em 2007, quase dois milhões de acidentes envolvendo veículos automotores e mamíferos de grande porte foram contabilizados nos Estados Unidos, causando um prejuízo de 8,3 bilhões de dólares (HUIJSER *et al.*, 2007). Na França, aproximadamente 50 pessoas por ano são mortas em acidentes envolvendo ungulados e 2500 ficam feridas (BRUINDERINK & HAZEBROEK, 1996).

Estima-se que, diariamente, um milhão de vertebrados são mortos por atropelamento nas rodovias dos Estados Unidos (BECKMANN & HILTY, 2010) e estas colisões resultam em mais de 200 mortes humanas, 29.000 feridos e mais de 1 bilhão de dólares em danos materiais por ano (ROMIN & BISSONETTE, 1996; HUIJSER *et al.*, 2007). As espécies mais afetadas são carnívoros de grande porte, como: urso pardo (*Ursus arctos*), urso preto (*Ursus americanos*), lobo cinzento (*Canis lupus*), puma (*Puma concolor*) e lince (*Lynx sp*), além de pequenos felinos (HAAS, 2001; GRAVES *et al.*, 2006).

Nos países europeus também foram relatados óbitos de muitas espécies de médio e grande porte por colisão com veículos em rodovias, se tornando uma das principais ameaças a vida selvagem (Tabela 1) (ABRA, 2012). Na Suíça, por exemplo, o atropelamento é responsável por 23% da mortalidade do lince europeu (*Lynx pardinus*), espécie presente atualmente na Lista Vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (International Union for Conservation of Nature) com status de ameaçado de extinção (RODRIGUEZ & CALZADA, 2015; IUCN, 2018).

Segundo Huijser *et al.* (2007), embora o número total de acidentes por ano nos Estados Unidos tenha permanecido relativamente estável, as colisões de veículos com animais

aumentaram cerca de 50% entre 1990 e 2004, sendo uma fonte significativa de mortalidade para muitas espécies, com milhões de indivíduos afetados a cada ano (FORMAN *et al.*, 2003). Além disso, as rodovias podem ser uma barreira de movimento para muitas espécies, causando fragmentação de habitat e, às vezes, redução da probabilidade de sobrevivência para a população em questão (CLEVENGER *et al.*, 2002, FORMAN *et al.*, 2003).

Tabela 1 – Espécies de médios e grandes mamíferos selvagens mais ameaçados por atropelamento em rodovias nos países da Europa

País	Espécies atingidas
Alemanha	lontra ( <i>Lontra luntra</i> )
Espanha	furão ( <i>Mustela putorius</i> )
França	geneta ( <i>Genetta genetta</i> )
Inglaterra	texugo ( <i>Meles meles</i> ), lontra ( <i>Lontra luntra</i> ), raposa vermelha ( <i>Vulpes vulpes</i> )
Itália	urso cinza ( <i>Ursus arctos</i> ), lobo ( <i>Canis lupus</i> )
Noruega	cervo ( <i>Cervus elaphus</i> ), urso cinza ( <i>Ursus arctos</i> )
Portugal	geneta ( <i>Genetta genetta</i> ), texugo ( <i>Meles meles</i> )
Suécia	alce ( <i>Alces alces</i> )

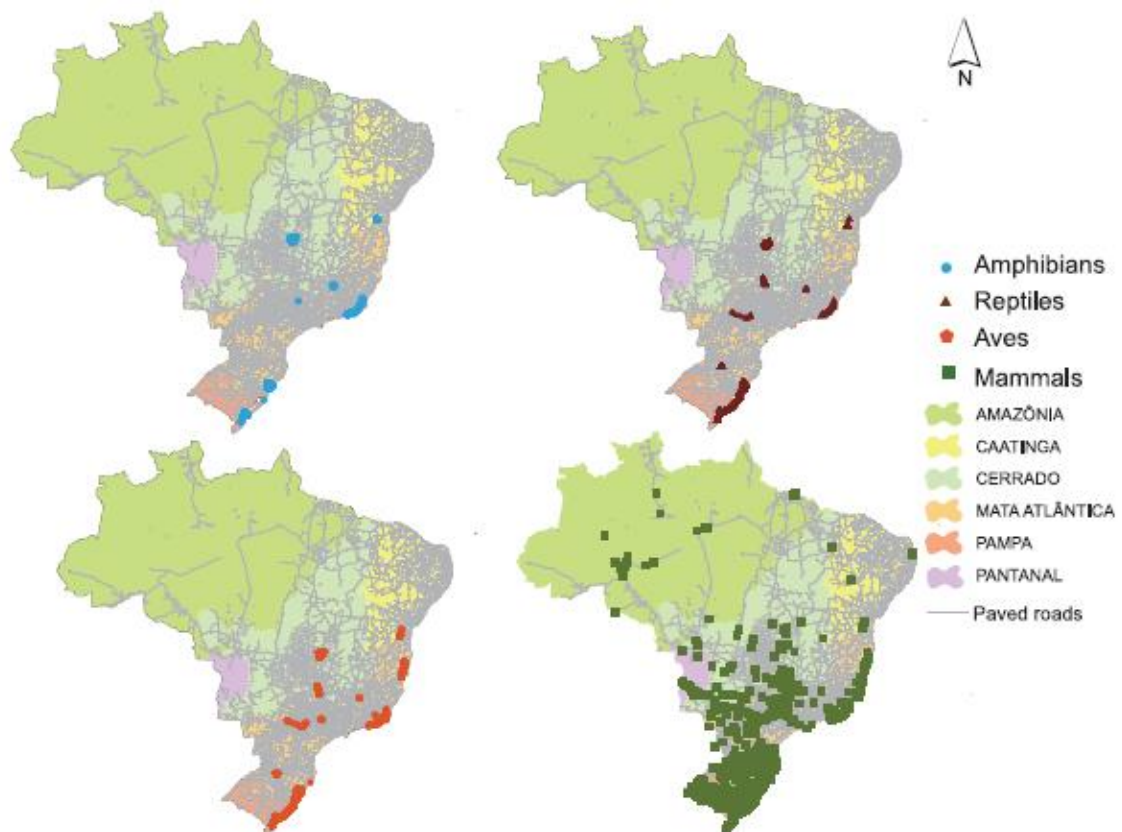
Fonte: Abra (2012), p.12.

## 2.2 IMPACTOS CAUSADOS POR ESTRADAS E RODOVIAS NO BRASIL

Segundo o Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), cerca de 90% dos animais mortos em rodovias são de porte pequeno, como anfíbios, pássaros, pequenos roedores e tartarugas, 9% são animais de porte médio, como gambás e lebres, ou pássaros maiores, como gaviões e abutres. E ainda, 1% do total são animais de grande porte, o que significa aproximadamente 5 milhões de animais, incluindo capivaras, raposas e antas, além de grandes felinos como pumas e onças (CBEE, 2018). Muitas espécies ameaçadas estão sendo seriamente afetadas e podem acabar sendo extintas se o problema não for resolvido.

A base de dados publicada na revista científica *Ecology* intitulada “*BRAZIL ROAD-KILL – a dataset of wildlife terrestrial vertebrate road-kills*” é uma síntese em grande escala de mortes por atropelamentos de vertebrados terrestres no Brasil, possuindo informações de 26 estudos publicados e de 45 estudos não publicados no período de 1988 a 2017. Compreende 21.512 registros de fauna atropelada em todo o país, dos quais 83% estão identificados até o nível de espécie (Figura 1), totalizando 449 espécies registradas. Dessas, 31 das espécies são de anfíbios, 90 de répteis, 229 de aves e 99 de mamíferos, representando, respectivamente, 8%, 21%, 28% e 42% dos registros (GRILO *et al.*, 2018).

Figura 1 - Localização dos registros de atropelamentos de anfíbios, répteis, aves e mamíferos sobrepostos aos limites do bioma brasileiro e rede rodoviária pavimentada



Fonte: Grilo *et al.*(2018), p.25.

As espécies com maior número de registros são: gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) (n = 1.549), tiziu (*Volatinia jacarina*) (n = 1.238), graxaim-do-mato (*Cerdocyon thous*) (n = 1.135), cobra d’água (*Helicops infrataeniatus*) (n = 802) e sapo-cururu (*Rhinella ictérica*) (n = 692). A maioria dos registros (52%) ocorreram entre 2012 e 2016, sendo grande parte provenientes do sul do Brasil, devido à enorme quantidade de rodovias e maior facilidade de observação quando comparados a outras regiões, resultante de pesquisas

sistemáticas de até quatro anos de monitoramento com amostragem feita uma ou duas vezes por mês, sendo que as estradas monitoradas mais frequentemente tiveram o comprimento superior a 100 km (GRILO *et al.*, 2018). Neste estudo uma espécie é classificada como em perigo, oito como vulneráveis e doze como quase ameaçadas de extinção (Tabela 2).

Tabela 2 – Registro de casos de espécies com maior risco de atropelamento em rodovias no Brasil, entre 1988 e 2017

<b>Nome comum</b>	<b>Espécie</b>	<b>Nº de casos</b>	<b>Situação</b>
Tuco-tuco-das-dunas	<i>Ctenomys flamarioni</i>	1	Em Perigo
Preguiça-de-coleira	<i>Bradypus torquatus</i>	2	Vulnerável
Ouriço-Preto	<i>Chaetomys subspinosus</i>	2	Vulnerável
Mutum-de-penacho	<i>Crax fasciolata</i>	2	Vulnerável
Gato-do-mato-pequeno	<i>Leopardus guttulus</i>	110	Vulnerável
Gato-do-mato	<i>Leopardus tigrinus</i>	27	Vulnerável
Veado-anão	<i>Mazama nana</i>	1	Vulnerável
Tamanduá-bandeira	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	39	Vulnerável
Anta	<i>Tapirus terrestres</i>	1	Vulnerável
Cágado-negro	<i>Acanthochelys spixii</i>	159	Quase Ameaçada
Papagaio-galego	<i>Alipiopsitta xanthops</i>	3	Quase Ameaçada
Jubacanga	<i>Aratinga auricapillus</i>	1	Quase Ameaçada
Lobo-guará	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	266	Quase Ameaçada
Tatu-galinha	<i>Novemcinctus hybridus</i>	18	Quase Ameaçada
Gato-palheiro	<i>Leopardus colocolo</i>	33	Quase Ameaçada
Gato-maracajá	<i>Leopardus wiedii</i>	70	Quase Ameaçada
Lontra-neotropical	<i>Lontra longicaudis</i>	44	Quase Ameaçada
Cigarra-do-campo	<i>Neothraupis fasciata</i>	3	Quase Ameaçada
Onça	<i>Panthera onca</i>	18	Quase Ameaçada
Macaco-prego	<i>Sapajus nigritus</i>	12	Quase Ameaçada
Cotinga-de-peito-amarelo	<i>Laniisoma elegans</i>	1	Quase Ameaçada

Fonte: modificada a partir de Grilo *et al.* (2018), p.8.

Estudos relatando atropelamentos de fauna na Amazônia, em geral são escassos e preliminares devido à falta de recursos, difícil acesso e grande extensão de área, e tratando-se



de primatas, as informações são mais restritas ainda, havendo relatos de mortalidade para macaco-prego (*Sapajus apella*), bugio-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) e sagui-una (*Saguinus niger*) em Carajás, Pará, e sagui-de-mãos-douradas (*Saguinus midas*) e sauim-de-coleira (*S. bicolor*) na região de Manaus, sendo o último o primata com os maiores registros de atropelamento. A espécie é definida como ameaçada pela IUCN e criticamente ameaçada na Lista Brasileira de Espécies Ameaçadas (BAGER, 2018b).

Foram realizados monitoramentos recentes dos atropelamentos de animais em 120 km da BR174, dentro da Terra Indígena Waimiri Atroari no norte do Amazonas, onde registraram um grande número de primatas afetados por tal impacto. Somente no ano de 2012, foram observados 101 primatas que vieram a óbito por colisões com veículos neste trecho, sendo 63 exemplares de sagui-de-mãos-douradas, diversos exemplares de espécies identificadas apenas como “macaco” e, em menor quantidade, indivíduos de macaco-prego (*Sapajus sp.*) e macaco-de-cheiro (*Saimiri sciureus*). Nos anos anteriores, foram confirmados atropelamentos de bugio-vermelho-das-Guianas (*Alouatta macconnelli*), macaco-aranha-preto (*Ateles paniscus*) e cuxiú (*Chiropotes sagulatus*). Ao todo, 61 espécies de primatas brasileiros foram citadas como espécies comprovadamente impactadas por atropelamentos (BAGER, 2018b).

Como exemplo do impacto oriundo do tráfego de veículos em rodovias, avenidas e ruas sobre o sauim-de-coleira, podemos citar a estrada que corta o fragmento florestal onde está inserido o Campus da Universidade Federal do Amazonas. Desde 1993, os atropelamentos de sauins vêm sendo monitorados, registrando, em média, a morte de nove animais por ano, entre 2002 e 2013, demonstrando uma crescente no número de casos, o que aparece em Análises de Viabilidade Populacional como a principal ameaça à persistência dessa população dentro de tal fragmento. O mesmo estudo também registra seis casos de atropelamento em parauaçu (*Pithecia pithecia*) nos últimos cinco anos (BAGER, 2018b).

### 2.3 MEDIDAS MITIGADORAS

De forma indireta, as rodovias causam impactos ambientais em padrões e processos ecológicos tais como efeitos de barreira de fauna silvestre e a perda de conectividade entre ambientes naturais (ABRA, 2012) o que é uma grande ameaça as espécies podendo impedir trocas genéticas, ocasionando declínio populacional regional (BAGER, 2018a).

Há casos onde a conectividade pode ser reestabelecida, através da inserção de corredores, que têm por definição áreas homogêneas de uma unidade de paisagem que se distinguem das unidades vizinhas e que apresentam disposição espacial linear (METZGER, 1999). Eles têm sido utilizados como uma das estratégias para mitigar os efeitos da fragmentação e promover a conservação da biodiversidade desde o início do século XX (HESS & FISHER, 2001).

A construção de estruturas que possibilitem o deslocamento da fauna silvestre entre fragmentos de habitat, pode manter ou até mesmo aumentar os níveis de dispersão e de variabilidade genética, além de promover a viabilidade das populações de espécies locais. A eficácia deste método de mitigação, no âmbito genético, para evitar atropelamentos é definida pela capacidade em reestabelecer o fluxo de populações entre os fragmentos e, assim, garantir a viabilidade das espécies prejudicadas (CORLATTI *et al.*, 2009; ABRA, 2012).

A forma mais simples e efetiva para manter essa conexão é a construção de passagens de fauna, onde deverão ser beneficiados animais de diferentes classes, assim, contemplando o maior número de espécies possíveis. Desta forma, tanto o tipo de passagem quanto suas características e do ambiente em volta devem ser considerados. O maior desafio é projetar uma estrutura que, não só conectem os ambientes, mas que funcionem de modo apropriado, o que pode ser medido pelo número de travessias (ABRA, 2012).

Atualmente, biólogos, engenheiros, e arquitetos têm trabalhado em conjunto na implantação de medidas mitigadoras em rodovias (ABRA, 2012). A escolha para a passagem de fauna mais apropriada deve considerar a paisagem, o tipo de habitat e as espécies de fauna e flora locais. Alguns exemplos de protocolos mitigadores são compostos por mecanismos como: pontes e/ou túneis de longa distância, muros de pedras ao longo das rodovias, cercas que podem ser de arame ou até elétricas e refletores ao entorno das rodovias. A colocação de placas de aviso de vida silvestre e redutoras de velocidade também são medidas que evitam atropelamentos, além de sistemas de detecção de animais, guardas, passagens subterrâneas e aéreas (HUIJSER *et al.*, 2007). A utilização de duas ou mais medidas mitigadoras em sinergismo, aumentam consideravelmente a eficácia na prevenção de colisões entre a fauna e os veículos.

### 2.3.1 Passagens de fauna

Inúmeras pesquisas, revisadas por Abra (2012), foram feitas na Europa, América do Norte e Ásia sobre o atropelamento de animais em redes viárias que viabilizaram a instalação de diferentes passagens de fauna para diversas espécies de vertebrados, posteriormente diminuindo os óbitos decorrentes de colisões nas estradas.

As passagens de fauna devem atuar em conjunto com cercas condutoras, compondo um conceito único para manter a conectividade entre populações de habitats fragmentados. Na tentativa dos animais atravessarem as rodovias, eles são primeiramente barrados nas cercas, que funcionam como guias para conduzi-los até as passagens de fauna. Sem as cercas, a eficácia das passagens diminui muito, pois não há barreiras que impeçam os animais de utilizarem as rodovias para travessia (TROCMÉ, 2006; ABRA, 2012).

Há variados tipos, modelos e tamanhos de passagens e essas características podem determinar a eficácia de travessia para diferentes classes animais. A localização dessas estruturas na paisagem pode influenciar a travessia de determinadas espécies, por exemplo: a proximidade com áreas cobertas é negativamente correlacionada com a travessia de lobos (*Canis lupus*), cervos (*Odocoileus* sp) e ursos pardos (*Ursus arctos*), enquanto é positivamente correlacionada com o uso por pumas (*Puma concolor*) e ursos pretos (*Ursus americanos*). Algumas espécies preferem travessias grandes e abertas, enquanto outras fazem maior uso de estruturas mais confinadas, portanto é fundamental o conhecimento da etologia das espécies locais (CLEVENGER & WALTHO, 2005; HUIJSER *et al.*, 2007).

Distúrbios provocados por humanos, incluindo ruídos de tráfego, proximidade de cidades e o uso de estruturas para travessia de fauna afetam negativamente a utilização das mesmas por animais silvestres, principalmente carnívoros (CLEVENGER & WALTHO, 2005). Recomenda-se, então, a introdução de passagens de fauna misturando tipos e tamanhos para, assim, obter uma boa estratégia para melhorar a permeabilidade das estradas para a fauna silvestre (HUIJSER *et al.*, 2007).

#### 2.3.1.1 Galerias

As galerias são passagens de uso misto, onde espécies aquáticas, semi-aquáticas ou terrestres se deslocam acompanhando cursos d'água (Figura 2) (ABRA, 2012).

Antigamente, essas estruturas eram planejadas para a drenagem de águas pluviais ou fluviais, mas muitos estudos apontam seu uso para travessia por animais silvestres de pequeno e médio porte, em rodovias de Alberta (Canadá), Madri e Orense (Espanha), Califórnia, Flórida, Montana e Texas (Estados Unidos) e Alentejo (Portugal) (CLEVENGER *et al.*, 2001; TROCMÉ, 2006; ABRA, 2012).

Com o passar dos anos, as galerias têm sido aprimoradas em sua estrutura para facilitar o uso por diferentes animais. Assim, muitas galerias apresentam muretas laterais ou pranchas suspensas no seu interior para que espécies que não se locomovem na água, como pequenos mamíferos (CLEVENGER *et al.*, 2001; ABRA, 2012).

Figura 2 - Exemplos de passagens de fauna do tipo galerias



Fonte: Abra (2012), p.17. Galeria metálica redonda (a), com passarela metálica suspensa, em Montana (EUA); Galeria de concreto redonda (b), com passarela adaptada para estação chuvosa, em Alentejo (Portugal); Galeria de concreto quadrada (c), com passarela permanentes em ambos os lados da passagem, em Alentejo (Portugal).

### 2.3.1.2 Caixas secas

Caixas secas são construídas para ambientes secos que visam a travessia de animais que não se deslocam pela água ou ambientes úmidos (Figura 3). Essas passagens são feitas de concreto, com formato quadrado, mas podem ser planejadas em diversos tamanhos, levando em consideração características das espécies-alvo (ABRA, 2012).

Em várias cidades, tem sido feito o uso desse tipo de passagem, como Boeblingen (Alemanha), Ilha Christmas (Austrália), Alberta (Canadá), Zamora e Orense (Espanha), Montana (Estados Unidos), Boxtel e Eindhoven (Holanda) e Alentejo (Portugal) (CLEVENGER & WALTHO, 2005; BECKMANN & HILTY, 2010; ABRA, 2012).

Figura 3 - Passagem de fauna do tipo caixa



Fonte: Abra (2012), p.18. Passagem de fauna do tipo caixa seca, acompanhada de cerca condutora, na rodovia SP – 225, em Brotas, Brasil.

### 2.3.1.3 Passagem aérea para vertebrados arborícolas

As passagens aéreas são destinadas a locais com fragmentos florestais separados por rodovias. Contemplam animais silvestres arbóreos e semi-arbóreos, como primatas e marsupiais. Essas estruturas são encontradas em grande parte na Austrália (Queensland) e em menor quantidade, mas também muito presente, em Madagascar (Moramanga) e Brasil (São Paulo, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Amazonas) (ABRA, 2012; BAGER, 2018b).

Segundo Teixeira *et al.* (2013), desde 1999 pontes de cordas para travessia de primatas (Figura 4), principalmente bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans*), foram desenvolvidas pelo Programa Macacos Urbanos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foram instaladas em áreas de matas nativas desde a Lomba do Pinheiro até o morro São Pedro, Região Sul de Porto Alegre, após serem registrados casos de choques elétricos, atropelamentos e ataques por cães. A população local auxilia no monitoramento do uso das

pontes por primatas, através do registro de data e hora das travessias em uma ficha de monitoramento participativo elaborado pelo projeto (PROGRAMA, 2013).

Figura 4 - Pontes de corda na região extremo sul de Porto Alegre, Brasil, instaladas pelo Programa Macacos Urbanos – UFRGS



Bushnell

01-27-2011 01:54:32

Fonte: Programa Macacos Urbanos (2013).

O biólogo Guilherme Domechelli, após presenciar três atropelamentos de macacos de vida livre da espécie bugio que vivem em uma área de mata atlântica em frente ao Parque Zoológico Municipal de São Paulo desenvolveu a “transbugio”, um tipo de passagem que utiliza materiais como cordas, bambus e canos que são amarrados ou fixados em árvores ou postes de iluminação, unindo assim, copas de árvores separadas por rodovias (BECKMANN & HILTY, 2010; ABRA, 2012).

#### **2.3.1.4 Viaduto de fauna**

Viadutos de fauna são construções com o objetivo de reconectar a paisagem e promover o fluxo da fauna silvestre entre fragmentos cortados por rodovias de múltiplas faixas. Implantada em diversos países da Europa e América do Norte, essas estruturas podem variar de 40 a 100 metros de largura (BECKMANN & HILTY, 2010; ABRA 2012).

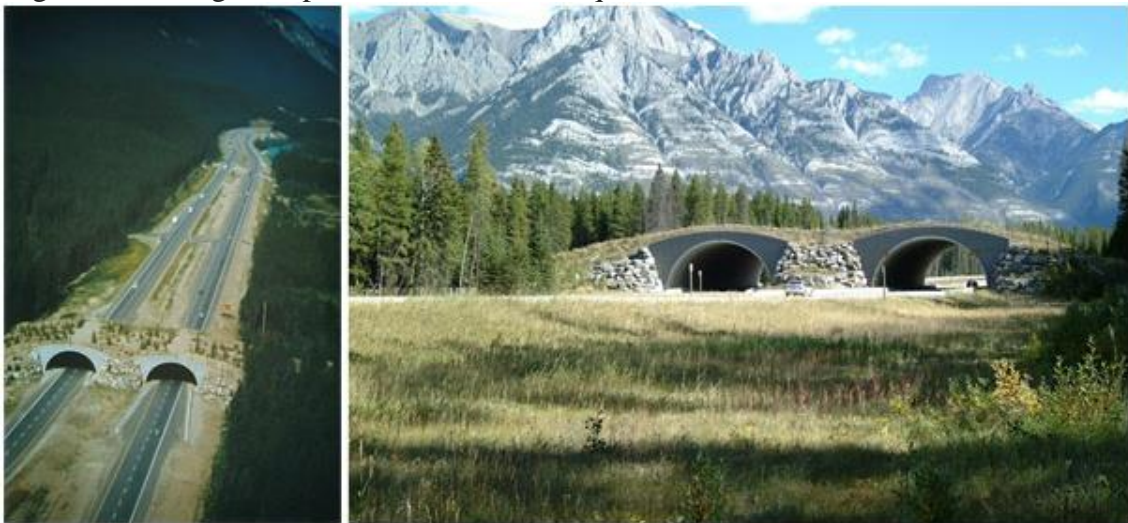
Os viadutos podem consistir em túneis rodoviários cavados na terra ou pontes naturalistas feitas pelo homem, que permitem a travessia dos animais em segurança. O desempenho dessas estruturas na redução de colisões de veículos com animais silvestres, no entanto, é altamente dependente da associação com cercas de vida silvestre associadas, que mantêm os animais fora da pista e os afunilam em direção às estruturas cruzadas (CLEVENGER *et al.*, 2002).

Segundo Beckmann & Hilty (2010), estudos apontam que viadutos de fauna auxiliam a travessia de grandes mamíferos, como cervos (*Odocoileus* sp), alces (*Alces alces*) e ursos (*Ursus arctos*, *Ursus americanos*), podendo também ser utilizados por animais de pequeno e médio porte se apresentarem terreno e vegetação adequada (ABRA, 2012).

A França foi o primeiro país a implementar os viadutos de fauna, na década de 60, seguido por Luxemburgo e Holanda. Assim, a implantação de viadutos para animais silvestres é bem difundida na Europa, havendo registros na Alemanha, Croácia, Espanha, Itália, Holanda, Hungria, Noruega, República Tcheca, Suécia e Suíça (IUELL *et al.*, 2003; HUIJSER *et al.*, 2007; ABRA, 2012), além de países como Austrália, Canadá e Estados Unidos (BECKMANN & HILTY, 2010).

O primeiro viaduto dos Estados Unidos foi construído em 2000 no estado da Flórida, havendo outros construídos após em Montana, Nova Jersey, Utah, Havaí e Connecticut. Já no Parque Nacional de Banff (Figura 5), em Alberta no Canadá, existem dois viadutos de fauna (HUIJSER *et al.*, 2007; ABRA, 2012).

Figura 5 - Passagem superior de fauna no Parque Nacional de Banff, Canadá



Fonte: Rodriguez (2014).

### 3 DISCUSSÃO

O atropelamento é uma das principais causas de perda de vida selvagem em áreas urbanas, periurbanas e próximas a florestas em todo o mundo. Desde a década de 50, países da América do Norte e da Europa adotaram grandes estruturas, como passagens de animais selvagens, cercas de proteção de rodovias e modificaram galerias já existentes, a fim de permitir que os animais atravessassem estradas com segurança em áreas de alta biodiversidade. Essas medidas reduzem os atropelamentos e outras consequências ecológicas negativas, como efeitos de fragmentação, que resultam em isolamento de populações e podem intensificar a perda aleatória de sua variação genética, elevando sua suscetibilidade a extinções locais (CLEVENGER *et al.*, 2001; CLEVINGER *et al.*, 2002; CLEVINGER & WALTHO, 2005; HUIJSER *et al.*, 2007; SECCO *et al.*, 2018).

Na pesquisa feita por Mata *et al.* (2008), um total de 39 estruturas de travessia foram estudadas ao longo de 57 km de estrada entre Camarzana de Tera e Requejo em Zamora (Espanha), incluindo quatro estruturas especificamente projetadas ou modificadas para a vida selvagem, sendo dois viadutos, uma passagem subterrânea e um bueiro adaptado para a vida selvagem, localizados em Orense (Espanha). Todos os tipos de estruturas de cruzamento foram usados pela fauna silvestre, tanto aqueles projetados especificamente para esse fim como aqueles destinados a outros usos. Em termos gerais, as estruturas de cruzamentos multiuso são claramente importantes para aumentar a capacidade dos animais de atravessar estradas e ferrovias (HUIJSER *et al.*, 2007; ABRA, 2012). O desenho da estrutura de cruzamento mostra-se como um fator chave para seu uso ou seleção por algumas espécies, determinando assim sua efetividade para a mitigação do efeito de barreira (FORMAN *et al.*, 2003; HUIJSER *et al.*, 2007). Em termos simples, a largura da estrutura de cruzamento foi uma característica importante na sua seleção pela vida selvagem, como revelado por lagomorfos, javalis, veados, raposas e outros canídeos. A relevância da largura de passagem é também destacada em outros estudos (HUIJSER *et al.*, 2007; ABRA, 2012), mas os resultados encontrados em Mata *et al.* (2008) mostram que a posição da passagem com referência à estrada e seu design para a vida selvagem são fatores-chave. Isto poderia justificar o investimento em estruturas de passagem de vida selvagem, desde que as espécies-alvo dependa exclusivamente delas.



Viadutos apresentaram o maior índice de utilização, enquanto passagens inferiores circulares e os bueiros modificados para a fauna foram utilizados abaixo do esperado. A frequência de uso de passagens construídas para a vida selvagem foi entre 1,5 e 3 vezes maior que a de passagens que não foram projetadas para animais, quando estas estão na mesma posição em relação à estrada. Ainda, a utilização de viadutos para fauna selvagem, no geral, é 30 a 40 vezes maior do que viadutos e passagens subterrâneas não projetadas para os mesmos (MATA *et al.*, 2008). Espécies como javalis e lagomorfos cruzaram principalmente passagens superiores e inferiores de fauna silvestre, enquanto pequenos mamíferos utilizaram preferencialmente galerias circulares. Canídeos também mostraram preferência pelo uso de estruturas de travessia ampla, mas apresentaram uma maior frequência de uso de passagens polivalentes, independentemente de sua posição em relação à estrada. Os resultados destacam o amplo espectro de espécies que utilizam as estruturas de travessia da rodovia e a relevância da adaptação da estrutura para a vida silvestre (MATA *et al.*, 2008).

Dez espécies de mamíferos de grande porte foram documentadas utilizando regularmente viadutos de vida selvagem na TransCanada Highway no Parque Nacional de Banff, onde mais de 84.000 travessias ocorreram em um período de dez anos (Figura 6) (HUIJSER *et al.*, 2007).

Figura 6 – Registro de fauna utilizando passagem superior no Parque Nacional de Banff



Fonte: Huijser *et al.* (2007), p.70. Alce (A) e urso pardo (B) quase ameaçados, cervo (C), lobo cinzento (D) ameaçado de extinção em Montana.

Trabalhos de Clevenger *et al.* (2001) e Huijser *et al.* (2007) demonstram que passagens inferiores ou viadutos de fauna silvestre em combinação com cercas podem reduzir as colisões entre veículos e espécies de grande porte em 80% ou mais, além de serem as medidas mitigadoras mais atraentes do ponto de vista monetário (Tabela 3).

Tabela 3- Custo e benefício de medidas mitigadoras para espécies de mamíferos selvagens de médio e grande porte com maior risco de atropelamentos (em dólares americanos – US\$)

Medida mitigadora	Custos (US\$/km/ano)	Redução de colisão em %	Benefícios (US\$/km/ano)	Balanco (US\$/km/ano)
Pontes longas	781.250,00	100%	40.085,00	-741.165,00
Túneis longos	1.500.000,00	100%	40.085,00	-1.459.915,00
Cercas com passagens inferiores	5.754,00	87%	34.865,00	29.111,00
Cercas com passagens superiores	26.378,00	87%	34.865,00	8.487,00

Fonte: Modificada a partir de Huijser *et al.* (2007), p.82.

Enquanto isso, no Brasil, país que abriga a maior biodiversidade do mundo com 4.483 espécies de vertebrados terrestres conhecidas e o quarto maior sistema rodoviário do mundo, registra atualmente 475 milhões de mortes de animais por ano devido a colisões com veículos (MITTERMEIER *et al.*, 1997; BRANDON *et al.*, 2005; SECCO, *et al.*, 2018). Além disso, novos projetos de construção e expansão de 20% da rede rodoviária nos próximos 20 anos (BAGER *et al.*, 2015) estão sendo planejados e executados neste momento, incluindo rodovias que cruzam a Amazônia.

No caso da Mata Atlântica, considerada um dos principais *hotspots* de biodiversidade mundial, a maioria das Unidades de Conservação (UCs) são cortadas por estradas e enfrentam conflitos intensos devido à sua proximidade a áreas com alto potencial de produção agrícola. Apesar da perda de biodiversidade neste importante *hotspot* e a rigorosa lei brasileira ambiental, poucas estradas instalaram medidas para mitigar a morte de animais na estrada, como a limitação da velocidade do tráfego, construção de cercas de beira de estrada e estruturas de passagem da vida selvagem (SECCO, *et al.*, 2018).

Apenas em novembro deste ano (2018), foi iniciado a construção do primeiro viaduto vegetado no Brasil, no km 218, devido a duplicação da rodovia BR-101 (Figura 7). Além do problema dos atropelamentos de fauna na Área de Proteção Ambiental (APA) Rio São João/Mico-Leão-Dourado, a estrada passa a funcionar como uma barreira para os animais que tentam acessar a Reserva Biológica de Poço das Antas, afetando diretamente os esforços para proteger o Mico-Leão-Dourado, espécie em risco de extinção. A espécie é endêmica desta área, ou seja, não ocorre naturalmente em nenhum outro lugar no Brasil ou no mundo. Visando mitigar o impacto da duplicação, iniciou-se também a construção de dez estruturas rígidas tipo passarela, para passagem de fauna copa a copa das árvores, com previsão de conclusão em setembro de 2019 para quatro delas e dezembro de 2019 para as outras seis. Também há 14 passagens subterrâneas em construção que serão cruciais para a preservação das espécies das reservas ambientais (MPF, 2018).

Figura 7 - Projeto do viaduto vegetado na BR 101 – RJ



Fonte: Arteris Fluminense (2018).

O conhecimento da eficácia das estruturas de travessia da vida selvagem ainda é escasso, embora esteja aumentando rapidamente (HUIJSER *et al.*, 2007; MATA *et al.*, 2008). A modificação de projetos de construção para adaptar bueiros para vertebrados ou para incluir passagens de vida selvagem impõe custos a novos projetos. Consequentemente, é importante avaliar quais características das estruturas de passagem existentes afetam seu uso por diferentes espécies, a fim de projetar passagens de baixo custo para espécies-alvo em novos projetos (MATA *et al.*, 2008).

Após a pesquisa publicada por Grilo *et al.* (2018), citada anteriormente neste trabalho, será possível identificar as áreas onde constam o maior percentual de atropelamentos e apontar os melhores locais para a instalação de novos ecodutos, podendo ainda, determinar qual o tipo de construção mais favorável para a classe apresentada no mapa (Figura 3).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esse trabalho demonstrou que não existe uma passagem de fauna ideal para todos os animais silvestres e que uma associação entre duas ou mais medidas mitigadoras devem ser adotadas para a redução de atropelamentos em rodovias.

O estudo comportamental de cada espécie envolvida se mostra essencial, sendo tais informações levadas em consideração no momento da eleição de um método de passagem, bem como a construção e dimensão do mesmo.

São necessários muitos estudos, principalmente no Brasil, para definir a real eficácia das passagens de fauna. A colaboração entre biólogos, ecologistas e engenheiros ao criar projetos de novas estradas, avaliando os índices de atropelamentos, as espécies locais e a paisagem, é importante para a definição do melhor modelo de rodovia e das medidas mitigadoras a serem construídas.

Ainda, seria importante a criação de um plano nacional de mitigação, estabelecendo normas quanto às passagens, indicando como e onde devem ser construídas, e intensificando a fiscalização, que, atualmente, não ocorre com frequência, principalmente nas áreas amazônicas.

Por fim, a educação ambiental desempenha papel fundamental na sensibilização da população local quanto aos atropelamentos de fauna. Se fazendo, então, necessária a ampliação de ações de educação ambiental em âmbito municipal, estadual e federal, visando o aumento das notificações de atropelamentos pelos moradores locais e diminuição das colisões através de ações de conscientização do uso das rodovias.

## REFERÊNCIAS

- ABRA, F. D. **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas, São Paulo**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- ARTERIS FLUMINENSE. **Arteris Fluminense inicia a construção do primeiro viaduto vegetado em rodovias federais do Brasil**. Niterói, 14 nov. 2018. Disponível em: <<http://www.arteris.com.br/noticias/arteris-fluminense-inicia-a-construcao-do-primeiro-viaduto-vegetado-em-rodovias-federais-do-brasil/>> Acesso em: 28 nov. 2018.
- BAGER, A.. Ecologia de rodovias: perspectivas em macroescalas espaciais. In: BAGER, Alex. **Blog Alex Bager**. Lavras, 24 out. 2018a. Disponível em: < <https://bab.emprededor-academico.com.br/ecologia-de-rodovias/2/>>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- BAGER, A. Impactos de rodovias sobre primatas no Brasil. In: BAGER, Alex. **Blog Alex Bager**. Lavras, 24 out. 2018b. Disponível em: < <https://bab.emprededor-academico.com.br/ecologia-de-rodovias/2/>>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- BAGER, A.; BORGHI, C.E.; SECCO, H. The influence of economics, politics, and environment on road ecology in South America. **Handbook of road ecology**, p. 407-413, 2015.
- BECKMANN, J. P.; HILTY, J. A. **Connecting wildlife populations in fractured landscapes**. In: BECKMANN, J. P.; CLEVINGER, A.P.; HUIJSER, M. P.; HILTY, J. A. Safe passages: highways, wildlife, and habitat connectivity. Washington: Island Press, 2010.
- BRANDON, K. *et al.* Conservação brasileira: desafios e oportunidades. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2005.
- BRASIL, Lei. Resolução CONAMA nº. 001: de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre as diretrizes**, 1986. Disponível em: [http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_1986\\_001.pdf](http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf). Acesso em: 28 out. 2018.
- BRUINDERINK, G.W.T.A.G.; HAZEBROEK, E. Ungulate traffic collisions in Europe. **Conservation biology**, v. 10, n. 4, p. 1059-1067, 1996.
- CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIAS DE ESTRADAS – CBEE. **Sistema urubu - módulo I: ecologia de estradas**. Lavras, 2018. Disponível em: < <http://cbee.ufla.br/portal/index.php>>. Acesso em: 28 out. 2018.
- CLEVINGER, A.P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K. Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, n. 6, p. 1340-1349, 2001.
- CLEVINGER, A.P. *et al.* Roads and wildlife in the Canadian Rocky Mountain Parks- Movements, mortality and mitigation. **Final report to Parks Canada. Banff, Alberta, Canada**, oct. 2002.

CLEVENGER, A.P.; WALTHO, N. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. **Biological conservation**, v. 121, n. 3, p. 453-464, 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Anuário CNT do Transporte 2018**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: < <http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

CORLATTI, L.; HACKLAENDER, K.; FREY-ROOS, F. Ability of wildlife overpasses to provide connectivity and prevent genetic isolation. **Conservation Biology**, v. 23, n. 3, p. 548-556, 2009.

FORMAN, R.T.T. *et al.* **Road ecology: science and solutions**. Washington: Island Press, 2003.

GRAVES, T.A.; FARLEY, S.; SERVHEEN, C. Frequency and distribution of highway crossings by Kenai Peninsula brown bears. **Wildlife Society Bulletin**, v. 34, n. 3, p. 800-808, 2006.

GRILO, C. *et al.* BRAZIL ROADKILL: a dataset of wildlife terrestrial vertebrate roadkills. **Ecology**, v. 99, n. 11, p. 2625-2625, 2018.

HAAS, C.D. Responses of mammals to roadway underpasses across an urban wildlife corridor, the Puente-Chino Hills, California. 2001. Proceedings of the international conference on wildlife ecology and transportation. G. Evink and K.P. McDermott, Eds. Raleigh, NC: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University.

HESS, G.R.; FISCHER, R.A. Communicating clearly about conservation corridors. **Landscape and urban planning**, v. 55, n. 3, p. 195-208, 2001.

HUIJSER, M.P. *et al.* **Wildlife-vehicle collision and crossing mitigation measures: a toolbox for the Montana Department of Transportation**. Helena, Montana: The State of Montana Department of Transportation, 2007.

IUCN – Red List of Threatened Species. 2018. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acessado em: 06 de dezembro de 2018.

IUELL, B. Wildlife and Traffic-A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. In: **The XXIIInd PIARC World Road CongressWorld Road Association-PIARC**. 2003.

MATA, C. *et al.* Are motorway wildlife passages worth building? Vertebrate use of road-crossing structures on a Spanish motorway. **Journal of Environmental Management**, v. 88, n. 3, p. 407-415, 2008.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 3, p. 445-463, 1999.

MITTERMEIER, R. A. *et al.* Megadiversity: earth's biologically wealthiest nations. CEMEX, Conservation International, Agrupación Sierra Madre, Cidade do México. 1997.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL – MPF. **Obras do primeiro viaduto vegetado no Brasil se iniciam em trecho da BR-101 no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/rj/sala-de-imprensa/noticias-rj/mpf-rj-obras-do-primeiro-viaduto-vegetado-no-brasil-se-iniciam-na-br-101>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

PROGRAMA Macacos Urbanos protege animais em Porto Alegre. In: G1 GLOBO. **Nossa terra**. Porto Alegre, 15 fev. 2013. 2013a. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/nossa-terra/noticia/2013/02/programa-macacos-urbanos-protege-animais-em-porto-alegre.html>. Acesso em: 21 nov. 2018.

PROGRAMA MACACOS URBANOS. Pontes de corda na região extremo sul de Porto Alegre, instaladas pelo Programa Macacos Urbanos - UFRGS. Porto Alegre. 30 out 2013. 2013b. Disponível em: <<https://www.facebook.com/MacacosUrbanos/photos/a.469238456439696/730357836994422/?type=3&theater>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

RODRIGUEZ, A. An app to save 400 million animals. **Mongabay news**. Califórnia, 11 dez. 2014. Disponível em: <https://news.mongabay.com/2014/12/an-app-to-save-400-million-animals/>. Acessado em: 21 nov. 2018.

RODRIGUEZ, A.; CALZADA, J. *Lynx pardinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T12520A50655794.en>>. Acesso em: 06 dez. 2018.

ROMIN, L.A.; BISSONETTE, J.A. Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. **Wildlife Society Bulletin**, v. 24, p. 276–283, 1996.

SECCO, H.; ROSA, C.A; GONÇALVES, P.R. Biodiversity crisis on Brazilian roads. **Biodiversity**, p.1-2, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/14888386.2018.1508366>>. Acesso em: 06 dez. 2018.

TEIXEIRA, F. Z. *et al.* Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 1, p. 117-123, 2013.

TROCMÉ, M. Habitat fragmentation due to linear transportation infrastructure: an overview of mitigation measures in Switzerland. In: **Proceedings of the 6th Swiss Transport Research Conference**. Monte Verita/Ascona, Switzerland. 2006. p. 1-20.