

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Ana Maria Gonçalves Chaves

INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NOS ATROPELAMENTOS DE MAMÍFEROS DE  
MÉDIO E GRANDE PORTE NA BR-262 (TRECHO DE CORUMBÁ/MS A  
ANASTÁCIO/MS)

CURITIBA

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Departamento de Geografia

Ana Maria Gonçalves Chaves

INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NOS ATROPELAMENTOS DE MAMÍFEROS DE  
MÉDIO E GRANDE PORTE NA BR-262 (TRECHO DE CORUMBÁ/MS A  
ANASTÁCIO/MS)

Trabalho de conclusão do curso de  
Especialização em Análise Ambiental,  
Departamento de Geografia Setor de  
Ciências da Terra, Universidade Federal  
do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Camila Domit  
Coorientador: Dr. Lucas Batista Crivellari

CURITIBA

2021

## RESUMO

O atropelamento de fauna em rodovias é responsável pela alta mortalidade de inúmeros mamíferos e uma das causas da redução populacional para diversas espécies. Os objetivos desse trabalho foram: i) analisar a distribuição espacial dos atropelamentos de mamíferos do trecho de Anastácio a Corumbá da BR-262; ii) identificar os trechos de concentração desses eventos (*hotspots*); e iii) avaliar a influência da paisagem sobre o número total de atropelamentos nos *hotspots* e nas espécies particularmente. Foram realizadas 47 campanhas de monitoramento, utilizando um automóvel, na BR-262 situada em área de ecótono dos biomas de Cerrado e Pantanal, em um trecho de 284,2 km entre as cidades de Corumbá e Anastácio, ambas no estado do Mato Grosso do Sul. No total foram obtidos 651 registros de mamíferos de médio e grande porte e percorridos 26.727 km. Os resultados apontam taxas de atropelamentos de 0,024 animal/km e de 6,82 atropelamentos/dia com um intervalo de incidência de 41,03 km por atropelamento. Foram identificadas 24 áreas de concentração de atropelamento (*hotspots*), nas quais as espécies com maior número de registros foram *Cerdocyon thous* (n = 122), *Tamandua tetradactyla* (n = 83), *Hydrochoerus hydrochaeris* (n = 78) e *Euphractus sexcinctus* (n = 77). Duas variáveis - áreas abertas de cerrado e áreas antropizadas em um raio de 5 km - explicaram 16% da variação do número total de atropelamentos nos *hotspots*. Duas outras variáveis - formações florestais e corpos hídricos –também foram importantes explicando entre 27 e 81% da variação na abundância de indivíduos atropelados de cinco espécies. Considerando as análises realizadas e a caracterização espacial e de paisagem dos *hotspots*, recomenda-se o fortalecimento da aplicação de medidas mitigatórias nestes trechos das rodovias, e de forma semelhante à outras rodovias com paisagem similar. Ainda é essencial a intensificação de ações de sensibilização para os usuários do trecho quanto aos riscos à fauna e a mobilização de esforços para garantir sustentabilidade do sistema viário associada a conservação da biodiversidade e segurança dos usuários do trecho.

**Palavras Chaves:** *Ecologia de estradas, Ecologia da paisagem.*

**Atropelamentos de fauna. BR-262.**

## ABSTRACT

The trampling of fauna on highways is responsible for the high mortality of countless mammals, being one of the causes of population reduction for several species. The objectives of this work were: i) to analyze the spatial distribution of mammalian pedestrian accidents along the Anastácio to Corumbá BR-262 highway; ii) identify the concentration sections of these events (hotspots); and iii) assess the influence of the landscape on the total number of pedestrians being run over in the hotspots and of some species. Was carried out 47 campaigns by car on BR-262, located in an ecotone area of the Cerrado and Pantanal biomes, on a 284.2km stretch between the cities of Corumbá and Anastácio, both in the state of Mato Grosso do Sul. In total, 651 were obtained records of medium and large mammals and covered 26,727 kilometers. Our results show run-over rates of 0.024 animals/km and 6.82 roadkill/day, with an incidence interval of 41.03 km per run over. 24 areas of roadkill concentration (hotspots) were identified, in which the species with the highest number of records were *Cercopithecus thomasi* (n = 122), *Tamandua tetradactyla* (n = 83), *Hydrochoerus hydrochaeris* (n = 78) and *Euphractus sexcinctus* (n = 77). Two variables - open areas of the Cerrado biome and anthropized areas within a radius of 5 km - explained 16% of the variation in the total number of pedestrians run over in the hotspots. Two other variables - forest formations and water bodies - were also important, explaining between 27 and 81% of the variation in the abundance of roadkilled individuals of five species. Considering the analyzes carried out and the spatial and landscape characterization of the hotspots, it is recommended to strengthen the application of mitigation measures in these stretches of highways, and in a similar way to other highways with a similar landscape. It is still essential to intensify awareness actions for users of the stretch regarding the risks to fauna and to mobilize efforts to ensure the sustainability of the road system associated with the conservation of biodiversity and safety of users of the stretch.

**Key words: Road ecology. Landscape ecology. Roadkill. BR-262**

## INTRODUÇÃO

Rodovias são essenciais para o escoamento da produção de grandes centros urbanos, movimentação de cargas e pessoas, além de muitas vezes promover a expansão de locais remotos (FORMAN, *et al.*, 2003). No Brasil, as estradas representam cerca de 61% do transporte de mercadorias e 95% de passageiros, sendo assim o principal modal de deslocamento e essencial para o desenvolvimento econômico do país (CNT, 2019). Em 2018, o Brasil contava com 1.720.700 km de rodovias, com 213.453 km (12,4%) de estradas pavimentadas, (CNT, 2019).

É consenso que a expansão da malha rodoviária brasileira e as melhorias relacionadas a pavimentação permitirão uma maior mobilidade de usuários e bens de consumo. Contudo, rodovias têm por característica seccionar uma paisagem com uma faixa, normalmente intransponível para muitas espécies da fauna silvestre. Assim, a implantação de novas estradas, via de regra, alteram diretamente a paisagem regional e sua biodiversidade, causando perda e redução da qualidade de habitats (*e.g.*, assoreamento de córregos que acarretam na secagem de áreas úmidas), aumento da mortalidade de animais, além de influenciar na conectividade entre populações e seus habitats pela diminuição nas taxas de deslocamento ocasionada pelo efeito barreira (TROMBULAK, FRISSELL, 2000; OTTAWA-CARLETON, 2001; BAGER, *et al.*, 2016)

Considerando tais impactos à fauna, cabe destacar que as espécies respondem de maneiras distintas às interferências causadas por rodovias, pois apresentam comportamento distintos quanto a requisitos de habitats e dependência das características fitofisionômicas da paisagem do entorno (FORMAN, ALEXANDER, 1998). Essas especificidades quanto aos usos de habitat influenciam no comportamento das espécies e conseqüentemente refletem no número de atropelamentos (JAEGER, *et al.*, 2005; BAGER, *et al.*, 2016).

A problemática em torno de eventos de atropelamento de fauna silvestre em rodovias é uma das maiores ameaças a conservação da biodiversidade e atualmente há inúmeras iniciativas na área de gestão ambiental e pesquisa na busca de mitigação

deste impacto. Além dos planos básicos ambientais<sup>1</sup> existentes nas rodovias federais que visam o monitoramento e implementação de ações de mitigação dos atropelamentos, uma importante iniciativa foi o PROJETO MALHA – que dispõe de um manual técnico para equipe de campo, desenvolvido pelo Centro Brasileiro De Estudos Em Ecologia De Estradas – UFLA (BAGER, 2013). Atualmente existe o REET - Rede Brasileira de Especialistas em Ecologia de Transportes que possui como premissa promover e divulgar informações acerca de ecologia de transportes, para que dessa forma contribua com o desenvolvimento sustentável, segurança da via e conservação da biodiversidade.

A BR-262/MS, é uma rodovia federal localizada próximo aos maiores e mais bem preservados fragmentos de Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul, englobando diversas áreas de transição do Cerrado-Pantanal, assim como porções conservadas de Pantanal com elevada biodiversidade faunística (CÁCERES, 2011; CÁCERES, *et al.*, 2012). A rodovia possui 284.2 km e permeia regiões alagadas e é margeada por uma série de rios, os quais durante os períodos de cheias e vazantes influenciam o uso da rodovia como caminho viável para uso pelos animais silvestres que se deslocam pelas planícies de inundação, resultando também em um refúgio para a fauna durante o período de cheias (CATELLA, *et al.*, 2010).

Em 2011 o departamento de infraestrutura de transportes (DNIT) iniciou as obras de melhoramento da BR-262, via de regra, implicando em alterações na paisagem de entorno (e.g. faixa de domínio e vicinais) e, possivelmente, influenciando no aumento na velocidade praticada pelos usuários. Neste sentido, concomitantemente, por se tratar de uma área de reconhecida biodiversidade torna-se evidente a importância de estudos de ecologia de estradas que auxiliem o embasamento para as proposições de medidas mitigadoras, assim como a disponibilização de dados/conhecimento que orientem ações que conciliam o desenvolvimento econômico e a proteção da fauna. Desta forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar se existem pontos de maior incidência de atropelamento de fauna, caracterizar a fauna de mamíferos silvestres de médio e grande porte impactada e avaliar a influência da paisagem local como fator determinante em relação ao número de atropelamentos. Assim, norteou-se pelas seguintes perguntas: (1). A distribuição espacial dos atropelamentos de médios e

---

<sup>1</sup> Plano básico ambiental é um documento utilizado para subsidiar a etapa de Licença de instalação do empreendedor. É um documento que detalha os programas ambientais necessários para a minimização dos impactos negativos e maximização dos impactos positivos, identificados quando da elaboração do EIA (IBAMA, 2014)

grandes mamíferos, ao longo da BR-262, difere do esperado para uma distribuição ao acaso, havendo agregações de atropelamentos de fauna? (2). Onde ocorrem e quais são os trechos de alta mortalidade de mamíferos de médio e grande porte nesta rodovia? (3). Características da paisagem influenciam no número total de mamíferos atropelados?

Nossa hipótese é que a distribuição espacial dos atropelamentos ao longo da BR-262 não é aleatória, havendo áreas de concentração de ocorrência dos eventos de atropelamentos, além de ser a composição da paisagem de entorno um fator determinante na densidade de mortalidade de mamíferos de médio a grande porte.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### Área de estudo

O monitoramento dos atropelamentos de fauna ocorreu em 284,2 quilômetros da BR-262, localizado no estado do Mato Grosso do Sul, entre os municípios de Anastácio (km 488,8) e Corumbá (km 773,0). O monitoramento foi executado no âmbito do Programa Ambiental de Monitoramento de Atropelamentos de Fauna (PMAF) das obras de recuperação e implantação de acostamento da rodovia (Figura 1). O estudo foi excetuado pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) / Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura (ITTI), por meio do termo de Cooperação Técnica (nº 472/2011) estabelecido entre o DNIT/CGMAB (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes/Coordenação Geral do Meio Ambiente). O trecho em questão é de pista simples, possui acostamento em alguns pontos, mão dupla e perpassa pelos Biomas de Cerrado e Pantanal.

Figura 1 - Mapa de localização do empreendimento rodoviário (BR-262) entre os municípios de Anastácio/MS a Corumbá/MS.



Autor: ITTI, (2020)

O monitoramento ocorreu após as obras e implementação de acostamento e restauração da pavimentação. Foram percorridos 284,2 km de rodovia pavimentada (km 488,8 ao km 773,0) com uma periodicidade semanal, entre julho de 2014 a junho de 2015, totalizando 47 inspeções. Para a coleta de dados foi utilizado um automóvel e foi percorrido o trajeto de ida e volta (Corumbá a Anastácio), com uma velocidade constante de 60km/h. Quando encontrados, os mamíferos atropelados eram registrados em um formulário contendo a data, hora, coordenadas geográficas e nome comum. Os animais também foram fotografados para *a posteriori* (quando necessário) serem identificados por especialistas até o menor nível taxonômico possível. Com intuito de evitar que uma mesma carcaça fosse registrada duas vezes e para evitar a atração de animais necrófagos, após cada registro, as carcaças foram removidas da rodovia, conforme mencionado no documento de monitoramento e gestão ambiental (ITTI, 2013).

## Análise dos dados –

### A. Atropelamentos

Para avaliar a suficiência amostral, foi gerada uma curva de rarefação de espécies de médio e grande mamíferos ao longo do trecho de Corumbá a Anastácio utilizando o software EstimateS 8.20 (COLWELL, *et al.*, 2013). Para o cálculo da taxa de atropelamentos (ou densidade total) foi calculada ao fim do trabalho e dividido o número total de atropelamentos registrado pelo número total de quilômetros monitorados ao longo das 47 campanhas.

Todos os registros de atropelamentos foram plotados em mapa georreferenciado, evidenciando a distribuição espacial dos eventos ocorridos. Para avaliar a existência de agrupamentos espaciais significativos foi utilizado o *software* Siriema disponível em [www.ufrgs.br/siriema](http://www.ufrgs.br/siriema). e realizada a análise espacial de K-Ripley 2D, utilizando um raio inicial ( $r$ ) de 500 metros, número de simulações de 1000 e um intervalo de confiança de 95%.

Após identificar a existência de agrupamentos espaciais significativos em uma distribuição de atropelamentos, utilizando o mesmo *software* foi realizada a identificação dos principais trechos de maior mortalidade, ou seja, os pontos críticos (*hotspots*) de atropelamentos através das análises espaciais de *hotspots* (COELHO, *et al.*, 2014). A escala de avaliação (raio de um círculo em metros) utilizada para localizar *hotspots* de mortalidade foi definida de acordo com o resultado da avaliação da distribuição espacial dos atropelamentos pela análise K-Ripley 2D (COELHO, *et al.*, 2014). Na presente avaliação empregamos análise *hotspots* 2D, utilizando um raio de 500 m, pois correspondeu ao menor raio em que as agregações de atropelamentos foram significativas pela estatística K- Ripley 2D.

### B. Influência da paisagem nos atropelamentos

Para a caracterização quantitativa e qualitativa da cobertura florestal e uso do solo foram determinados *buffers* com escala de raio de 5 km a partir do eixo central da rodovia. A escolha dessa escala foi baseada em estudos prévios, nos quais os pesquisadores utilizaram escalas de raio entre 5 a 10 km como área utilizada por mamíferos de médio e grande porte (SANTOS, 2017; GUIMARÃES, *et al.*, 2018; TSUDA, 2018; ARAÚJO, *et al.*, 2020). Não obstante, também é a escala de módulo

padrão utilizada para estudos sistemáticos de fauna, em um contexto de avaliação de impactos para licenciamento de empreendimentos lineares (*i.e.*, rodovias e ferrovias), de acordo com a Instrução Normativa 13 de 19 de julho de 2013. Assim, um mapa de cobertura florestal e uso do solo foi compilado para esta escala (raio de 5 km), seguindo os padrões técnicos de classificação e verificação propostos pela plataforma Mapa Biomas (<https://mapbiomas.org>), sendo as classes de fitofisionomias definidas com base em imagens aéreas ortorretificadas (escala 1:25.000), em resolução espacial de 30 × 30 m, tomadas para o ano de 2019 e, disponíveis em arquivo vetorial em formato *shapefile*, na base de dados da plataforma Mapa Biomas (Quadro 1). Por meio deste processamento de imagens foi possível obter as características ambientais de cobertura florestal e uso do solo no entorno da rodovia.

Quadro 1 - Variáveis mensuradas para a caracterização e análise de paisagem no entorno da rodovia BR-262/MS.

Descritor	Abreviação	Definição
Formações florestais naturais	FFL	Árvores altas e arbustos no estrato inferior: Floresta Estacional Decidual e Semidecidual, Savana Florestada, Savana-Estéptica Florestada e Formações Pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre; Superfície em área (hectares) de vegetação savânica com estratos Espécies arbóreas de pequeno porte, distribuídas de forma esparsa e dispostas em meio à vegetação contínua de porte arbustivo e herbáceo. A vegetação herbácea se mistura com arbustos eretos e decumbentes; essa cobertura corresponde às fitofisionomias Savana Arborizada. (E.g., Cerrado típico, Cerrado denso, Cerrado ralo e Cerrado rupestre) e Savana-Estéptica arborizada (TA), <i>sensu</i> IBGE (2012). Nesta classe também foram incluídas formações campestres constituída por vegetação graminóide e/ou herbácea que possibilitam o uso da Pastagem natural ou plantada para o gado.
Formações abertas naturais Savânicas e Campestres	FSA	Superfície em área (hectares) de pastagens, naturais ou plantadas, vinculadas à atividade agropecuária.
Pastagem	PAS	Superfície em área (hectares) destinadas a cultivos agrícolas anuais, perenes e semiperenes;
Cultivo	CAP	Superfície em área (hectares) com assentamento urbano e predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias, construções e mineração;
Áreas antropizadas	ANT	Rios, lagos e áreas úmidas de planície, sujeitas a inundações periódicas ou permanentes, localizadas ao longo dos cursos de água e em áreas de depressões que acumulam água. Vegetação herbáceo / arbustivo e/ou de porte arbóreo e formações pioneiras;
Corpos hídricos	UNF	

Fonte: Autora, 2020.

Para fins estatísticos, com intuito de retirar o efeito de área dos diferentes comprimentos dos *hotspots* identificados *a priori* pela Análise Espacial de *hotspots* 2D, as variáveis de paisagem foram mensuradas em intervalos de 1 km ao longo de

toda a extensão dos *hotspots*. O número total de atropelamentos foi definido pela soma do número de indivíduos atropelados em cada um dos quilômetros avaliados.

Adicionalmente, o número total de atropelamentos (variável resposta) e as variáveis de paisagem (variáveis preditoras) foram verificados quanto a normalidade e presença de *outliers* através de histogramas e *Cleveland dotplots* para os dados brutos (ZUUR, *et al.*, 2010). Com o objetivo de reduzir o efeito de *outliers* e normalizar os dados, as variáveis preditoras foram transformados por raiz quadrada (ZUUR, *et al.*, 2010). Após as transformações, a existência de colinearidade entre as variáveis preditoras foi verificada por meio da análise de fator de inflação da variância (VIF), sendo as variáveis com valores de  $VIF \geq 3$  consideradas colineares (ZUUR, *et al.*, 2010). A variável PAS (pastagem) foi colinear e, portanto, excluídas das análises a posteriori.

Para investigar o efeito paisagem sobre o número total de atropelamentos registrados nos quilômetros que correspondem a *hotspots*, empregamos uma abordagem através de modelos lineares generalizados (GLMs), utilizando a função GLM do pacote nlme (PINHEIRO, *et al.*, 2009). Para determinar o melhor modelo ou modelo ótimo, aquele com as variáveis que melhor explicam a relação atropelamento e paisagem, iniciamos com um modelo global em que o componente fixo continha todas as variáveis preditoras. Em seguida, modelos preditivos foram classificados por meio do Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc; BURNHAM, ANDERSON, 2002). Utilizamos o peso de AICc e a porcentagem de Deviance (%) de cada modelo para avaliar a incerteza entre os modelos e selecionar o de melhor ajuste. O modelo de melhor ajustes é aquele que contempla a(s) variável(s) que melhor explicam o número total de atropelamentos nos *hotspots* (BURNHAM, ANDERSON, 2002). Esta análise foi realizada no programa R v. 2.1.2 (R Development Core Team, 2011).

Além disso, foi empregada a análise de partição hierárquica (MAC NALLY *et al.*, 2002) com o intuito de detectar quais as variáveis da paisagem melhor explicam o número total de atropelamentos para cada espécie separadamente. Nesta análise foram consideradas apenas aquelas espécies que ocorreram em pelo menos cinco (5) quilômetros diferentes do total de quilômetros que correspondem a *hotspots*, procedimento adotado para diminuir ruídos causados pela presença de espécies raras. A análise de partição hierárquica compara todos os modelos possíveis para uma regressão múltipla e determina as capacidades independentes das variáveis

preditivas em explicar os padrões de variabilidade da variável resposta correspondente (CHEVAN; SUTHERLAND, 1991). Para cada variável preditiva, o poder explicativo independente sobre a variável resposta é caracterizado pelo índice “I”, que reflete a contribuição independente da variável preditiva para a variância explicada pelo modelo. Um segundo parâmetro, “J”, mede a interação entre as variáveis preditivas. Variáveis que explicaram independentemente uma proporção maior de variância, do que o esperado ao acaso, são identificadas usando testes de randomização (MAC NALLY, 2002). Para cada preditor, a contribuição observada de “I” foi comparada com a distribuição de uma população de I de 1000 randomizações da matriz de dados. A significância aceita é a do limite superior de confiança de 95% (z-score = 1,65). Para mais informações sobre o método ver Chevan e Sutherland (1991), Mac Nally (1996; 2000). Essa análise foi realizada utilizando o pacote *hier.part* (WALSH; MAC NALLY, 2008) no programa R v.3.5.0 (R Core Team, 2011). Nesta pesquisa não foram consideradas as variáveis climáticas e as características físicas da estrada.

## RESULTADOS

Foram realizadas 47 amostragens durante o período de junho de 2014 e julho de 2015, cobrindo 26.714,8 km de rodovia, e registrado um total de 651 mamíferos de médio e grande porte atropelados, distribuídos em 26 espécies, 17 famílias, 9 ordens. Neste estudo não foram considerados os atropelamentos de mamíferos domésticos.

As espécies mais frequentemente atropeladas foram *Cerdocyon thous* (18,5% do total de atropelamentos, n= 120), *Tamandua tetradactyla* (12,7%, n= 83), *Hydrochoerus hydrochaeris* (12%, n= 78), *Euphractus sexcinctus* (11,8%, n= 77) e *Dasypus novemcinctus* (9,1%, n= 59) (Tabela 1).

Tabela 1– Mamíferos de médio e grande porte registrados atropelados na BR-262/MS entre junho 2014 a julho 2015.

Espécie	Nome comum	N	IUCN	Portaria nº444
* <i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	120		
* <i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim	83		
* <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	78		

Espécie	Nome comum	N	IUCN	Portaria nº444
* <i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peludo	77		
* <i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha	59		
* <i>Nasua nasua</i>	Quati	44		
* <i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	33	VU	VU
* <i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	28		
* <i>Leopardus pardalis</i>	Jaguatirica	10		
* <i>Dasyprocta</i> sp.	Cutia	7		
<i>Tapirus terrestres</i>	Anta	6	VU	VU
* <i>Mazama</i> sp.	Veado	6		
<i>Blastocerus dichotomus</i>	cervo-do-pantanal	5	VU	VU
<i>Pecari tajacu</i>	Cateto	5		
<i>Leopardus</i> sp.	gato-do-mato	4		
* <i>Sapajus apela</i>	macaco-prego	4		
* <i>Tayassu pecari</i>	Queixada	3	VU	VU
* <i>Lontra longicaudis</i>	Lontra	3	NT	
<i>Puma yagouaroundi</i>	gato-mourisco	2		
* <i>Cabassous unicinctus</i>	tatu-de-rabo-mole	2		
<i>Panthera onca</i>	onça-pintada	2	NT	VU
* <i>Speothos venaticus</i>	cachorro-vinagre	2	NT	VU
<i>Alouatta caraya</i>	Guariba	1		
<i>Conepatus semistriatus</i>	Cangambá	1		
<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá	1		
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapeti	1	EN	
Não identificados	-	64	-	-

Legenda: N – números indivíduos atropelados; VU – Vulnerável; EN – Ameaçada de extinção; NT- Quase ameaçada.\* espécies registradas nos *hotspots*

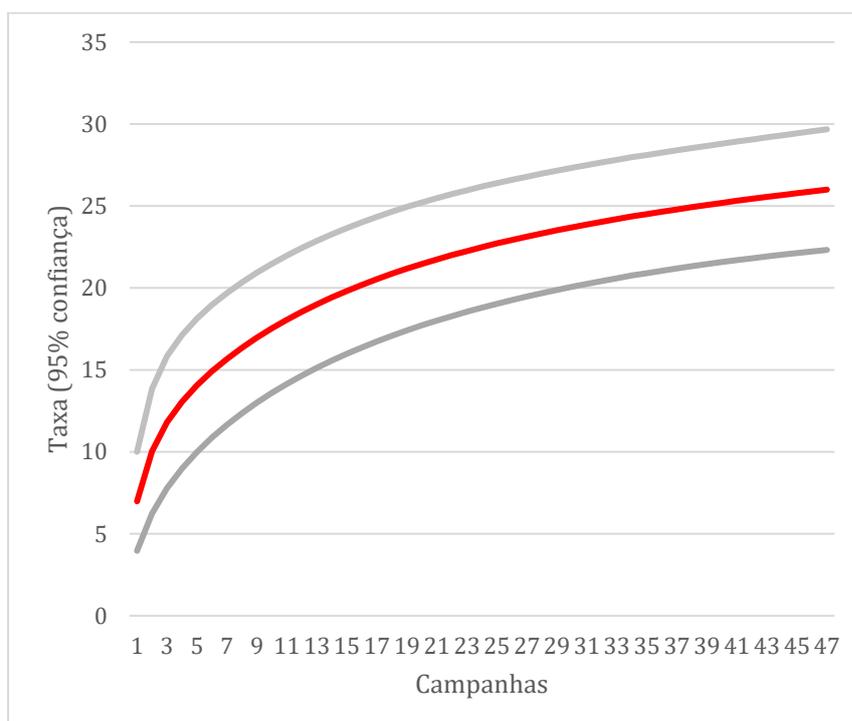
Fonte: Autora, 2020.

Entre as espécies atropeladas registradas no monitoramento, seis constam como vulneráveis na lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção (MMA, 2014): tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*, 5,1% do total de mamíferos atropelados, n= 33), anta (*Tapirus terrestres*, 0,9%, n= 6), cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*, 0,8%, n=5), queixada (*Tayassu pecari*, 0,5%, n= 3), onça pintada (*Panthera onca*, 0,3%, n= 2) e o cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*, 0,3%, n= 2). Oito estão na lista vermelha internacional de espécies ameaçadas (IUCN, 2020), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*, 5,1%, n=

33), anta (*Tapirus terrestres*, 0,9%, n= 6), cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*, 0,8%, n=5), lontra (*Lontra longicaudis*, 0,5%, n= 3), queixada (*Tayassu pecari*, 0,5%, n= 3), cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*, 0,3%, n= 2), onça pintada (*Panthera onca*, 0,3%, n= 2) e tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*, 0,2%, n= 1) (Tabela 1.)

A curva de rarefação correspondente aos mamíferos de médio e grande porte registrados atropelados na BR-262, no trecho entre Corumbá e Anastácio, não apresentou estabilização após um ano de amostragem, contudo possui uma tendência a estabilização conforme observado na Figura 2.

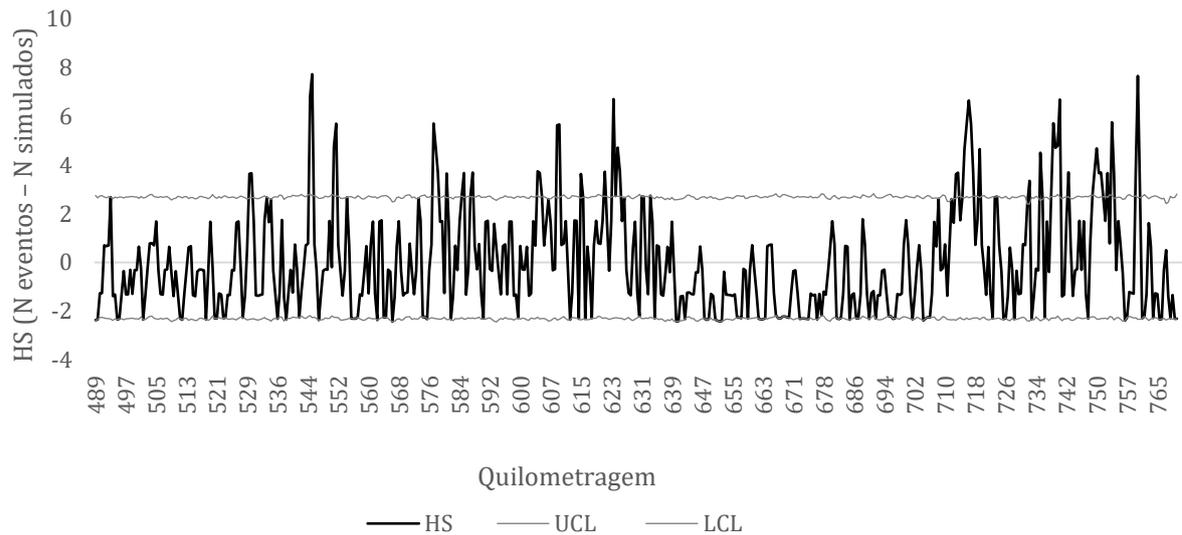
Figura 2 – Curva de rarefação dos mamíferos de médio e grande porte registrados nas 47 campanhas de atropelamento de fauna na BR-262, no trecho entre Corumbá/MS à Anastácio/MS, entre os meses de junho de 2014 a julho de 2015.



Fonte: Autora, 2021.

Ao longo da rodovia foram encontrados 24 pontos críticos de maior probabilidade de mortalidade de mamíferos (*hotspots*), que compreendem 45 quilômetros (15,8% da rodovia), nos quais os quilômetros 545 ao 546, 716 ao 718, 739 ao 741 e 760 ao 761 foram os trechos que apresentaram maiores intensidades de agregações significativas de atropelamentos (Figura 3). Foram encontrados 188 mamíferos de médio e grande porte atropelados dentro dos *hotspots* como observado na Tabela 2.

Figura 3– Agregações de atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte registrados na BR-262, no trecho entre Corumbá/MS e Anastácio/MS, entre os meses de junho/2014 a julho/2015.



Legenda: HS – (Número de eventos – Número simulados); UCL – Limite de confiança superior; LCL - Limite de confiança inferior.

Fonte: Autora, 2020.

Tabela 2– Comprimento e riqueza de cada área de concentração (*hotspot*) de atropelamento de mastofauna identificados na BR-262, trecho entre Corumbá/MS e Anastácio/MS, entre os meses de junho/2014 a julho/2015.

<i>Hotspot</i>	Km Início	Km Final	Nº Atropelamentos
1	529	530	7
2	545	546	10
3	551	552	8
4	578	579	13
5	581	581	5
6	585	586	4
7	587	588	3
8	604	605	7
9	609	611	9
10	616	617	4
11	622	622	6
12	624	625	7
13	625	626	8
14	713	714	4
15	716	718	22
16	720	720	3
17	733	733	4
18	735	736	6
19	739	741	17
20	743	743	6
21	750	752	16
22	753	753	5
23	754	755	7

<i>Hotspot</i>	Km Início	Km Final	Nº Atropelamentos
24	760	761	7
Média (±SD)			7,8
Min- máx.			3-22

Fonte: Autora, 2021.

A frequência de mamíferos atropelados, considerando o total de quilômetros percorridos, foi de 0,024 animal/km/dia, com um intervalo de incidência de 41,03 km por atropelamento. Isso significa, que diariamente aproximadamente sete (7) mamíferos de médio a grande porte são mortos por eventos de colisão neste trecho da BR-262, correspondendo a 2.489 indivíduos mortos anualmente. Importante ressaltar que entre alguns desses indivíduos pertencem às espécies ameaçadas de extinção (e.g. *Speothos venaticus*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Tayassu pecari*).

O modelo mais parcimonioso em relação à influência da paisagem no número total de atropelamentos nos pontos críticos foi o modelo 4 (Tabela 3) que incluiu as variáveis de formações savânicas (FSA) e áreas antropizadas (ANT) em um raio de 5 km de *buffer* (Figura 4). Esse modelo apresentou 16,2% da variação total no número de atropelamentos ao longo dos 24 *hotspots*. Nesse sentido, uma maior proporção de antropização (assentamento urbano ou rural, presença de infraestrutura como vias e construções) e áreas abertas savânicas (cerrados e campos) nas adjacências dos segmentos influenciaram, de forma significativa, um maior número de mamíferos silvestres de médio e grande porte atropelados (Tabela 4).

Tabela 3 - Conjunto de modelos *a priori* formulados para avaliar as relações entre o número de atropelamentos de mamíferos silvestres (variável de resposta) e variáveis de cobertura e uso de solo (variáveis preditivas) em 24 *hotspots* identificados na rodovia BR-262 – Trecho entre os municípios de Anastácio (km 488,8) a Corumbá (km 773,0), período de amostragens junho de 2014 a julho de 2015.

Modelo	Variáveis Dependentes	$\Delta$ AICc	k	wAICc	% De
1	sqrt(FFL)+sqrt(FSA)+sqrt(CAP)+sqrt(ANT)+sqrt(UNF)	5.5	6	0.02	20.10
2	sqrt(FSA)+sqrt(CAP)+sqrt(ANT)+sqrt(UNF)	2.9	5	0.08	20.04
3	sqrt(FSA)+sqrt(CAP)+sqrt(ANT)	0.4	4	0.29	19.8
<b>4</b>	<b>sqrt(FSA)+sqrt(ANT)</b>	<b>0.0</b>	<b>3</b>	<b>0.36</b>	<b>16.28</b>
5	sqrt(FSA)	1.3	2	0.18	09.21
0	Nulo (~1)	3.5	1	0.06	0.0

Legenda: sqrt – raiz quadrada; ANT – Antrópico; FFL – Formação florestal; FSA – Formação savânica; UNF – Corpos hídricos; CAP – cultivos anuais e perenes.  $\Delta$ AICc = Delta de Akaike (AICc) representa a diferença de cada modelo ao modelo mais parcimonioso; k = número de parâmetros; wAICc = peso AICc; e % De = percentual de variação explicado pelo modelo.

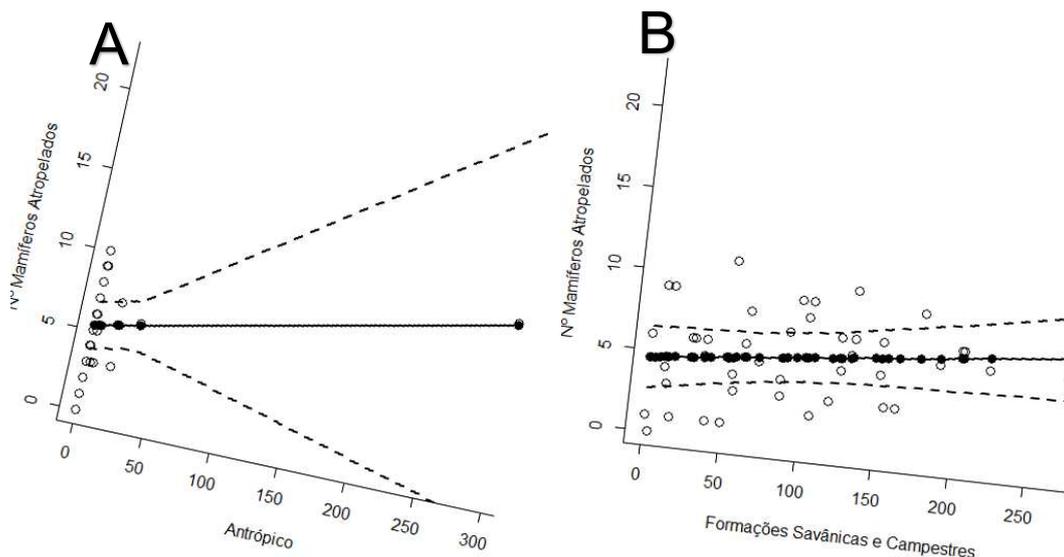
Fonte: Autora, 2020.

Tabela 4 - Coeficientes e erro padrão das variáveis preditivas do modelo mais parcimonioso em relação ao número de atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte nos *hotspots* avaliados na rodovia BR-262, ajustado por máxima verossimilhança.

Parâmetros	Coeficiente Estimado	Erro padrão	Valor de Z	P(z)
Intercepto	132.790	0.17040	7.793	6.56e-15
sqrt (FSA)	0.03621	0.01670	2.168	0.0302
sqrt (ANT)	0.03829	0.01851	2.069	0.0386

Fonte: Autora, 2020.

Figura 4 - Número predito de atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte distribuídos em 24 *hotspots* avaliados na rodovia BR-262 em função: (A) Antrópico; (B) Formações Savânicas e Campestres;



Fonte: Autora, 2020.

Das 26 espécies registradas, 16 spp. (61%) ocorreram nos pontos críticos de atropelamentos e foram avaliadas de forma particular quanto a influência da paisagem de entorno. Nós detectamos um maior número de atropelamentos de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) e *Dasyprocta* sp. (cutia) associado aos segmentos com maior proporção de formações florestais nas adjacências. Esse foi o parâmetro mais relevante entre os analisados para explicar os atropelamentos registrados dessas duas espécies ( $R^2= 47,89$  e  $R^2 = 80,93$  respectivamente). Já uma maior ocorrência de corpos hídricos, como rios, riachos, lagos, banhados e áreas úmidas nas adjacências da rodovia, foram associadas a um maior número de atropelamento de *Procyon canrivorus* (mão-pelada), *Lontra longicaudis* (lontra), *Nasua nasua* (quatis) e *Tayassu pecari* (queixada). Já o número de atropelamentos de *Myrmecophaga tridactyla* (tamadua-bandeira) esteve associado tanto a corpos hídricos quanto a

formações florestais no entorno, enquanto que *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim) foi associado a maior interferência antrópica nas adjacências ( $R^2= 71,73$ ). Para *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) formações savânicas (i.e., áreas abertas de cerrado e campo) e corpos hídricos foram determinantes para um maior número de atropelamentos registrados ( $R^2= 37,27$ ,  $R^2=52,52$ ) (Quadro 2, Figura 5). As espécies *Euphractus sexcinctus*, *Dasyus novemcinctus*, *Leopardus pardalis*, *Tapirus terrestres*, *Mazama sp.*, *Blastocerus dichotomus*, *Pecari tajacu*, *Leopardus sp.*, *Sapajus apela*, *Puma yagouaroundi*, *Cabassous unicinctus*, *Panthera onca*, *Speothos venaticus*, *Alouatta caraya*, *Conepatus semistriatus*, *Didelphis albiventris*, *Sylvilagus brasiliensis* não apresentaram associação com nenhuma das variáveis testadas

Quadro 2– Efeitos da paisagem sobre as espécies de mamíferos de médio e grande porte ameaçadas de extinção e com maior número de registros de atropelamento na BR-262, trecho entre Corumbá/MS e Anastácio/MS, entre os meses de junho/2014 a julho/2015.

Variáveis	<i>Cerdocyon thous</i>			<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>			<i>Myrmecophaga tridactyla</i> *		
	I	J	R <sup>2</sup>	I	J	R <sup>2</sup>	I	J	R <sup>2</sup>
ANT	0	0	0.3	-0.32	0.10	27.64	-0.01	-0.01	4.56
FFL	-0.04	-0.02	6.74	-0.56	0.23	<b>47.89</b>	-0.16	-0.12	<b>38.49</b>
FSA	-0.25	-0.11	<b>37.27</b>	-0.06	0.05	5.45	-0.02	0.01	4.85
UNF	-0.35	-0.16	<b>52.52</b>	-0.03	0.02	2.77	-0.21	-0.11	<b>51.17</b>
CAP	-0.02	0	3.11	-0.19	0.16	16.23	0	0	0.90

Variáveis	<i>Nasua nasua</i>			<i>Procyon cancrivorus</i>			<i>Tamandua tetradactyla</i>		
	I	J	R <sup>2</sup>	I	J	R <sup>2</sup>	I	J	R <sup>2</sup>
ANT	-0.73	0.15	<b>42.09</b>	0.01	0	5.88	3.18	0.42	<b>71.73</b>
FFL	-0.27	0.16	16.02	0.01	0.02	10.14	0.34	0.45	7.87
FSA	-0.05	0.03	3.07	0.05	0.04	26.77	0.10	-0.09	2.44
UNF	-0.48	0.40	<b>27.69</b>	0.09	0.05	<b>52.17</b>	0.23	0.05	5.20
CAP	-0.19	0.05	11.11	0	0.01	5.01	0.56	0.19	12.73

Variáveis	<i>Dasyprocta sp.</i>			<i>Lontra longicaudis</i> *			<i>Tayassu percari</i>		
	I	J	R <sup>2</sup>	I	J	R <sup>2</sup>	I	J	R <sup>2</sup>
ANT	0.01	- 0.01	10.49	0	0	1.59	0	0	2.69
FFL	0.12	0	<b>80.93</b>	0	0	4.56	0	0	9.05
FSA	0	0	1.85	0.01	0.01	11.95	0	0	5.02
UNF	0	0	3.95	0.09	0.01	<b>80.73</b>	0.08	0	<b>81.15</b>
CAP	0	0	2.75	0	0	1.13	0	0	2.07

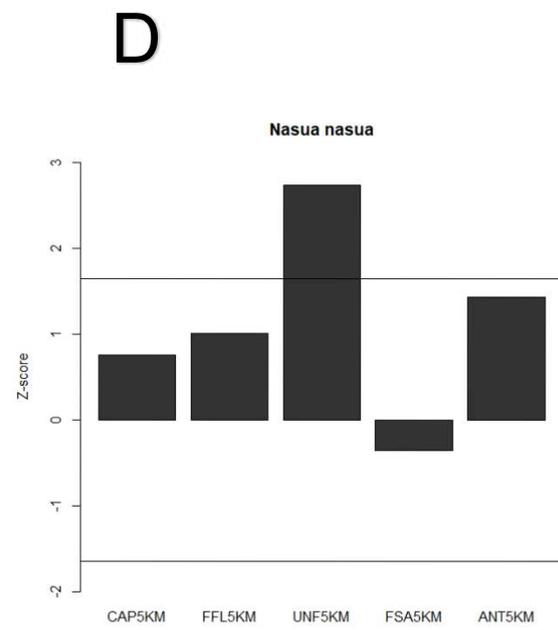
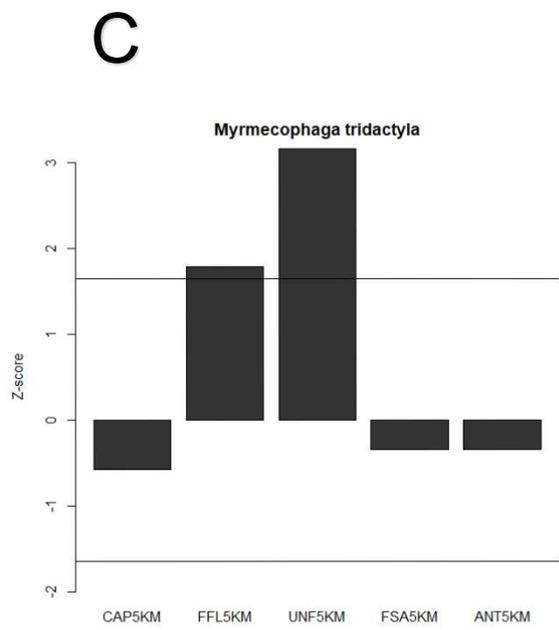
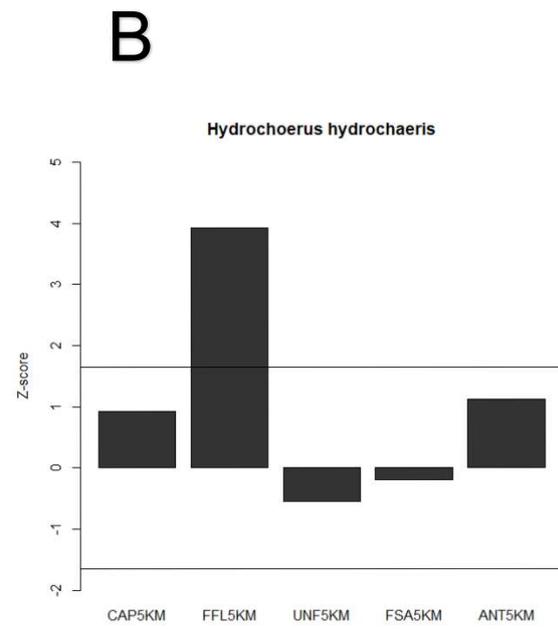
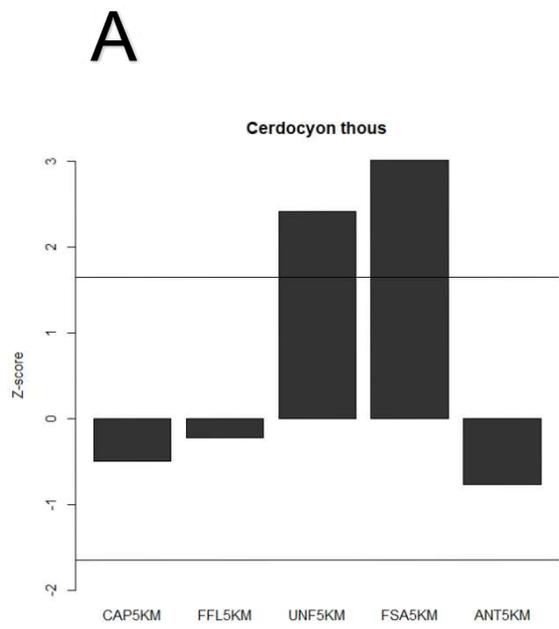
Legenda: ANT – Antrópico; FFL – Formação florestal; FSA – Formação savânica; UNF – Corpos hídricos; CAP – Cultura anual e perene. I – Contribuição independente da variável preditora para a variância explicada pelo modelo; J – Interação entre os preditores; R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação da regressão.

(\*) Espécies categorizadas com algum grau de ameaça segundo a RedList.

Fonte: Autora, 2020.

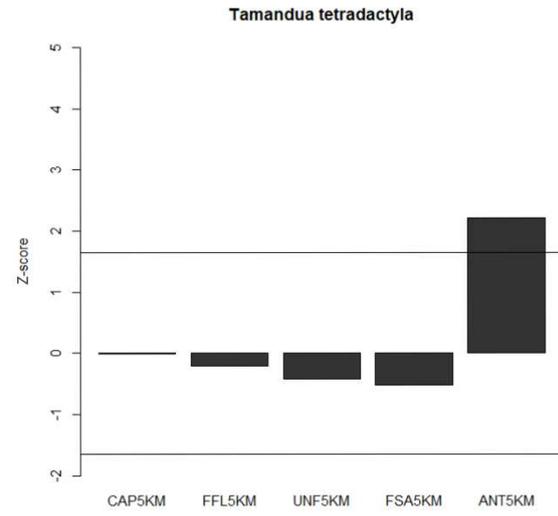
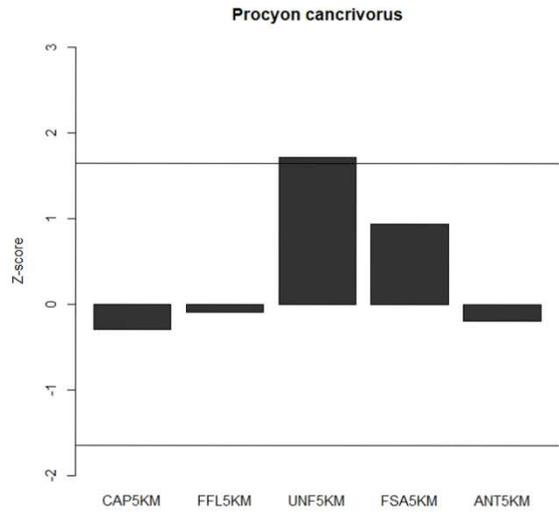
Figura 5 - Contribuições independentes de fatores ambientais para a abundância de atropelamentos das espécies de (A) *Cerdocyon thous*; (B) *Hydrochoerus hydrochaeris*; (C) *Myrmecophaga tridactyla*; (D) *Nasua*

*nasua*; (E) *Procyon cancrivorus*; (F) *Tamandua tetradactyla*; (G) *Dasypocta* sp.; (H) *Lontra longicaudi*; (I) *Tayassu percari*.

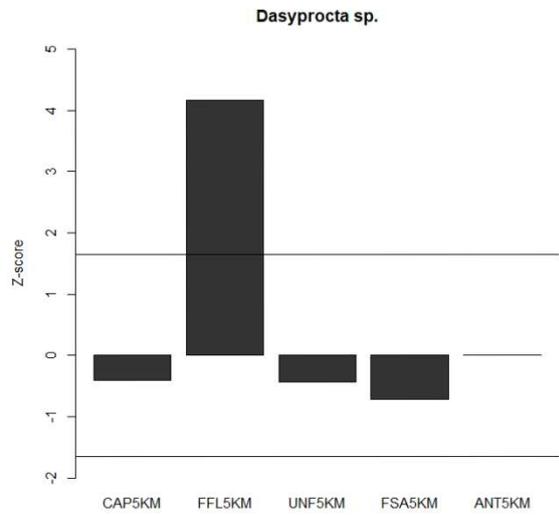


**E**

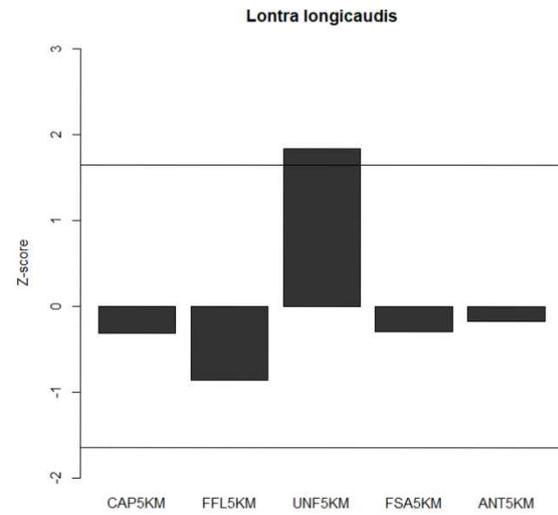
**F**



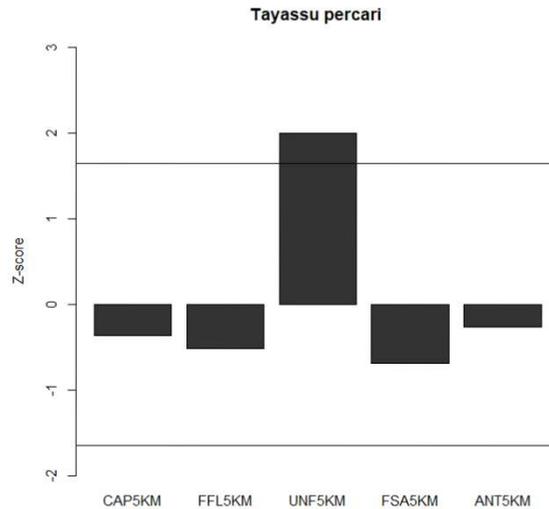
**G**



**H**



**I**



Legenda: Z-scores: Contribuições independentes das variáveis preditoras para a abundância de cada espécie analisada. Linha horizontal: valor de confiança superior a 95%; CAP: Cultura anual e perene\*; FFL: Formações florestais\*; UNF: Corpos hídricos\*; FSA: Formação savânica\*; ANT: Áreas alteradas por influência antrópica\*; (\*)Em um raio de 5 km de *buffer*.

Fonte: Autora, 2020.

## DISCUSSÃO

A distribuição espacial dos atropelamentos na região amostrada BR-262 não é aleatória, havendo agrupamentos espaciais significativos com maiores intensidades destes eventos, denominados *hotspots*. As espécies com maiores números de indivíduos atropelados foram *Cerdocyon thous*, *Tamandua tetradactyla* e *Hydrochoerus hydrochaeris* assim como registrado em outros trabalhos que analisaram os atropelamentos de mamíferos em estradas brasileiras (FISCHER, 1997; CHEREM, et al. 2007, MELO, SANTOS-FILHO, 2007; CÁCERES, et al, 2012; GUIMARÃE, et al., 2018; ZANZINI, et al., 2018; ARAÚJO, et al., 2020). Os índices de atropelamentos entre os mamíferos de médio e grande porte em rodovias brasileiras são considerados altos comparados com outras classes taxonômicas, possivelmente devido a demanda de maiores áreas de vida, deslocamento entre áreas para busca de diferentes recursos, pela subestimação dos dados de animais de pequeno porte, como aves e anfíbios, que não são facilmente detectados ao longo de monitoramentos e/ou pelo menor tempo de permanência de carcaça (MELO, SANTOS-FILHO, 2007; FREITAS, et al., 2015; BRUM, et al., 2018).

A frequência de atropelamento, considerando apenas o trecho monitorado (284,2 km), foi de 2.29 animais/km/ano e teve uma taxa menor do que a registrado

por Caires e colaboradores (2019) o qual registrou 3.38 animais/km/ano onde o estudo abordou o atropelamento de mamíferos em outra rodovia brasileiras. Ainda, considerando os 26.714,8 km percorridos ao longo dos monitoramentos a frequência de 0,024 animais/km, é maior que o resultado encontrado em trabalhos que consideraram apenas a classe dos mamíferos, como de Cezar e colaboradores (2021) com 0,0062 animal/km para uma rodovia na Paraíba, porém menores para trabalhos como de Braz e França (2016) com 0,096 animal/km para a Chapada dos Veadeiros e de Hegel e colaboradores (2012) com 0,025 animal/km na RS-135. No entanto, é importante ressaltar que os resultados evidenciam um total de quase 2.500 indivíduos mortos em um ano e a perda de indivíduos de diversas espécies já ameaçadas de extinção. Desta forma, os atropelamentos podem causar efeitos negativos a viabilidade de manutenção das populações, como a resiliência da população e diminuição de sua densidade (OTTAWA-CARLETON, 2001).

O fato de a curva de rarefação dos atropelamentos de mamíferos não ter estabilizado durante o período de estudo, indica o potencial da existência de outras espécies estarem ocorrendo na região e não terem sido registradas, seja pelo seu porte, sazonalidade de uso da área, ou mesmo densidade na região. Assim como pelas limitações de dados obtidos nesse presente estudo e pelo fato de não ter analisado outras variáveis como o clima.

Entre os anos de 2011 e 2012, foi realizado um monitoramento de um ano no mesmo trecho entre Anastácio/MS a Corumbá/MS afim de determinar os lugares de implantação de medidas de mitigação, a saber, placas de sinalização, supressão da vegetação densa contígua ao acostamento, telas e controladores eletrônicos de velocidade (CEVs) (SOBANSKI, 2016). Nesse estudo, foram encontrados 35 pontos críticos de atropelamentos, para todas as classes, e registrados 23 espécies de mamíferos (SOBANSKI, *et al.*, 2014; SOBANSKI, 2016).

A ocorrência de antropização e áreas de cerrados nas adjacências foram os fatores que melhor apresentou o número total de atropelamentos de mamíferos dentro dos *hotspots*. Contudo, seu poder de explicação foi baixo (16%), sugerindo que outros fatores e mecanismos ecológicos, não relacionados a composição da paisagem, possam estar atuando e devem ser avaliados em análises futuras, como características de configuração da paisagem, fragmentação, características estruturais da via, distância de centros urbanos, sazonalidade, volume diário médio

de veículos (CARCERES, 2011; CARCERES, *et al.*, 2012; ASCENÇÃO, *et al.*, 2017; FARREGUETTI, *et al.*, 2020).

Adicionalmente, foi possível observar que outras características da paisagem também influenciam no número de indivíduos atropelados, mas em caráter particular para algumas espécies, por exemplo, *Cercocyon thous*, *Myrmecophaga tridactyla*, *Nasua nasua*, *Procyon cancrivorus*, *Lontra longicaudis* e *Tayassu pecari* apresentaram um maior número de eventos de atropelamento associado a trechos com maiores proporções de formações florestais e corpos hídricos que se caracterizam pela presença rios, riachos lagoas e banhados e áreas úmidas e alagáveis. Um maior número de atropelamentos associados a ocorrência de corpos hídricos está diretamente relacionado ao comportamento e hábitos de vida das espécies, haja vista que, essas áreas são muito utilizadas para dessedentação, abrigo, forrageamento e deslocamento (GLISTA, *et al.* 2008, CÁCERES, *et al.*, 2012; FREITAS, *et al.* 2015; PLANTE, 2019; ARAÚJO, *et al.* 2020). A associação entre a proximidade de rios e os atropelamentos de fauna pode sugerir que implementação das passagens de fauna subterrâneas no local pode ser uma das medidas de mitigação adequada (Bueno *et al.* 2015).

*Cercocyon thous* foi o mamífero com maior frequência de atropelamentos, sendo associado a maior proporção de áreas abertas savânicas (FSA) e ocorrência de corpos hídricos (UNF). *Cercocyon thous* é uma espécie que se desloca grandes distancias atrás de alimentos, que variam de frutas a carcaças, e possui forte associação com corpos hídricos pois utilizam como trilhas (FREITAS, *et al.*, 2015; ZANZINI, *et al.*, 2018). A espécie também se movimenta por estradas, utilizando-as como caminhos artificiais para forragear e, por possuir comportamento noturno, ao se deparar com um automóvel, as luzes acabam por cegar momentaneamente estes indivíduos, que assustados mantêm-se imobilizados, culminando em eventos de atropelamento (MELO, SANTOS-FILHO, 2007; CÁCERES, 2011; BRAZ, FRANÇA, 2016).

Nesse trabalho o tamanduá-brandeira, *Myrmecophaga tridactyla*, espécie vulnerável e com uma área de vida que está diretamente relacionada com a temperatura, habitat e disponibilidade de alimento, foi a sétima espécie de mamífero mais atropelada, o que pode ter relação direta com o comportamento do animal que possui visão limitada e deslocamento lento o que contribuiu para as altas frequências de atropelamento (POWELL, 2000; MIRANDA, 2004; CÁCERES, 2011). *M. tridactyla*

é comumente encontrado em florestas, campos e áreas úmidas, sendo a degradação de seu habitat e atropelamentos estão entre as principais causas de redução populacional da espécie (REIS, *et al.*, 2006). As espécies que possuíram a associação de atropelamentos com corpos hídricos (*T. pecari*, *N.nasua*, *P.cancrivorus* e *L. longicaudis*) são frequentemente encontradas próximas a córregos, rios e áreas alagadas, pois utilizam esses locais para forrageio e moradia (REIS, *et al.*, 2006). Já as espécies que possuíram associação aos segmentos com maior proporção de formações florestais nas adjacências (*H. hydrochaeris* e *Dasyprocta* sp.), possuem maior atividades ao amanhecer e habitam diversos ambientes próximos às áreas úmidas e de capim baixo, desde matas ciliares a savanas inundáveis (REIS, *et al.*, 2006; JACOMASSA, 2011).

A presença de pontos de agregação de atropelamentos de mamíferos de médio de grande porte no trecho entre Corumbá e Anastácio e a não estabilização da curva de rarefação, evidenciou a necessidade da continuação das campanhas de monitoramento de fauna atropelada e de sensibilização do usuário no trânsito. O fomento de estudos voltados ao atropelamento de fauna por meio da identificação de padrões espaço-temporais pode subsidiar ações de gestão focado em pontos específicos da rodovia e em períodos de tempo, sendo um complemento às medidas de mitigação de estradas (ASCENSÃO, *et al.*, 2019). A presença de atropelamento de espécies ameaçadas como *Myrmecophaga tridactyla* e *Tayassu pecari* merecem um foco em especial visto a sua vulnerabilidade.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo elucidou questões sobre os padrões de atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte e a influência da paisagem nesses atropelamentos na BR-262 no trecho entre Anastácio/MS e Corumbá/MS.

Foi possível concluir que áreas que possuem como predominância a formação savânica nativa e presença antrópica obtiverem correlação direta com os altos números de atropelamentos de mamíferos. Além dessas duas variáveis, a ocorrência de formações florestais e corpos hídricos (i.e., rios, riachos, lagoas e banhados) também influenciaram o número de atropelamentos de algumas espécies. Essas análises auxiliam futuras ações de monitoramento e estratégias de desenvolvimento de estradas, trazendo suporte a tomadas de decisões que fomentem a conservação

das espécies que são impactadas pelas rodovias. A orientação de ações de prevenção e mitigação de atropelamentos que aumentem sua efetividade é essencial, mas também é importante destacar a importância de associar aos empreendimentos ações que visem aumentar a conectividade entre os fragmentos e paisagens, ofertando alternativas de movimento aos animais que ocupam regiões de entorno das malhas viárias.

Compreender a dinâmica dos animais ao longo da paisagem e correlacioná-las com o padrão de atropelamentos é essencial para compreender o espaço e minimizar o número de atropelamentos, assim como a possível utilização dos dados obtidos como subsidio para estratégias de conservação das espécies afetadas. É de suma importância o monitoramento e o direcionamento das medidas de mitigação para os locais adequados, como por exemplo pode-se reduzir o impacto de uma estrada em uma determinada espécie, reduzindo o volume de veículos ou a velocidade em certos trechos da estrada durante períodos específicos de maior probabilidade de colisão. Também é importante o monitoramento de espécies que requerem uma atenção especial por possuírem algum grau de vulnerabilidade como *Myrmecophaga tridactyla*, *Tapirus terrestres*, *Blastocerus dichotomus*, *Puma yagouaroundi*, *Speothos venaticus*, *Panthera onca*, a fim de minimizar o número de atropelamentos e potencializar a viabilidade de manutenção das populações destas espécies.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, L. A. D. F.; HANNIBAL, W.; COSTA, R. R. G. F.; 2, REILE FERREIRA ROSSI. R. F.; CLARO, H. W. P. Efeito da paisagem sobre os atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte no sul de Goiás, Brasil. **Oecologia Australis**, v. 24, n. 1, 2020.

ASCENSÃO, F.; DESBIEZ, A. L.; MEDICI, E. P.; BAGER, A. Spatial patterns of road mortality of medium–large mammals in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Wildlife Research**, v. 44, n. 2, p. 135-146, 2017.

ASCENSÃO, F.; YOGUI, D.; ALVES, M.; MEDICI, E. P.; & DESBIEZ, A. Predicting spatiotemporal patterns of road mortality for medium-large mammals. **Journal of environmental management**, v. 248, p. 109320, 2019.

BAGER, A. PROJETO MALHA, Manual para equipe de campo, Centro Brasileiro De Estudos Em Ecologia De Estradas – UFLA, 2013.

BAGER, A.; da SILVA, L. P.; BOURSCHEIT, A.; KUCZACH, A.; MAIA, B. Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 1, p. 75-86, 2016.

BUENO, C.; DE ALMEIDA, P. J. A. L. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). **Revista Brasileira de Zociências**, v. 12, n. 3, 2010.

BUENO, C.; SOUSA, C. O. M.; FREITAS, S. R. Habitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates?. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 4, p. 228-238, 2015.

BRAZ, V. S.; FRANCA, F. G. R. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 1, 2016.

BRUM, T. R.; SANTOS-FILHO, M.; CANALE, G. R.; IGNÁCIO, A. R. A. Effects of roads on the vertebrates diversity of the Indigenous Territory Paresi and its surrounding. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 1, p. 125-132, 2018.

BURNHAM, K. K. P.; ANDERSON, D. R. D. Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach (2nd ed). Springer, New York, 2002.

CÁCERES, N. C. Biological characteristics influence mammal road kill in an Atlantic Forest–Cerrado interface in south-western Brazil. **Italian Journal of Zoology**, v. 78, n. 3, p. 379-389, 2011.

CÁCERES, N. C.; CASELLA, J.; DOS SANTOS GOULART, C. Variação espacial e sazonal de atropelamentos de mamíferos no bioma cerrado, rodovia BR 262, Sudoeste do Brasil. **Mastozoología neotropical**, v. 19, n. 1, p. 21-33, 2012.

CAIRES, H. S.; SOUZA, C. R.; LOBATO, D. N.; FERNANDES, M. N.; DAMASCENO, J. S. Roadkilled mammals in the northern Amazon region and comparisons with roadways in other regions of Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 109, 2019.

CATELLA, A. C.; TOMÁS, W. M.; MOURÃO, G. de M. BR-262 no Pantanal: cenário de encontros entre homens e animais silvestres. **Embrapa Pantanal-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.

CEZAR, H. R. A.; ABRANTES, S. H. F.; DE LIMA, J. P. R.; DE MEDEIROS, J. B.; ABRANTES, M. M. R.; DA NÓBREGA C., A.; DE LUCENA B., J. P. Mamíferos silvestres atropelados em estradas da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 48037-48049, 2021.

CHEREM, J. J.; Kammers, M.; Ghizoni-Jr, I. R.; Martins, A. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Biotemas**, v. 20, n. 3, p. 81-96, 2007.

CHEVAN, A.; SUTHERLAND, M. Hierarchical partitioning. **The American Statistician**, v. 45, n. 2, p. 90-96, 1991.

COELHO, A. V. P.; COELHO, I. P.; TEIXEIRA, F. T., KINDEL A. Siriema: road mortality software. **Manual do Usuário V. 2.0**. NERF, UFRGS, Porto Alegre, Brasil. 2014. Disponível em: [www.ufrgs.br/siriema](http://www.ufrgs.br/siriema). Acesso em: 10 abr. 2020.

Confederação Nacional do Transporte – CNT, Serviço Social do Transporte – SEST, Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte – SENAT. (2013). Pesquisa CNT de rodovias 2019: relatório gerencial. 2019 (pp.11-17 ). Brasília: **CNT: SEST: SENAT-2019**.

COLWELL, R. K. EstimateS 9,10 Users Guide. 2013 Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm>>. Acesso em: 17 maio 2021.

FERREGUETTI, A. C.; GRACIANO, J. M.; LUPPI, A. P.; PEREIRA-RIBEIRO, J.; ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G. Roadkill of medium to large mammals along a Brazilian road (BR-262) in Southeastern Brazil: spatial distribution and seasonal

variation. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 55, n. 3, p. 216-225, 2020.

FISCHER, W. A. Efeitos da BR-262 na mortalidade de Vertebrados Silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal, MS. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 1997

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual review of ecology and systematics**, v. 29, n. 1, p. 207-231, 1998.

FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C. R.; HEAUNE, K.; JONES, J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T.C. **Road ecology: science and solutions**. Island press, 2003.

FREITAS, S. R., OLIVEIRA, A. N., CIOCHETI, G., MATOS, M. V. V., & SILVA, D. M. How landscape patterns influence road-kill of three species of mammals in the Brazilian Savanna? **Oecologia Australis**, 18, 35–45. 2015.

GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. *Herpetological Conservation and Biology*, v. 3, n. 1, p. 77-87, 2008.

GUIMARÃES, J. F. *Hotspots* de atropelamentos e a influência da paisagem na sobrevivência de mamíferos de médio e grande porte em uma área do cerrado mineiro. Dissertação apresentada ao setor de Meio Ambiente e Qualidade Ambiental – Mestrado, área de concentração Monitoramento e Gestão Ambiental, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21390>. Acesso: 13 de maio de 2020

GUIMARAES, J. F.; DA SILVA, C. R.; PERIN, M. A. A. Atropelamentos e influência da paisagem na sobrevivência de mamíferos silvestres de médio e grande porte. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 2, p. 54-70, 2018.

HEGEL, C. G. Z. Mamíferos silvestres atropelados na rodovia RS-135 e entorno. **Biotemas**, v. 25, n. 2, p. 165-170, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Processo de licenciamento**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/licenciamentoambiental/processo-de-licenciamento>>.

Acesso em: 12 de agosto de 2021.

ITTI, Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura, Gestão ambiental BR-262/MS: faça parte deste caminho. UFPR. Curitiba. 2013.

JACOMASSA, F. A. F. Atividade, uso de ambientes, comportamento e densidade de capivara *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (Mammalia: Rodentia: Caviidae) no Pantanal do Miranda, MS. **Biodiversidade Pampeana**, v. 8, n. 1, 2010.

JAEGER, J. A., Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J. Charbonneau, N.; Frank, K.; Gruber B.; Tluk, K. von. T. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. **Ecological modelling**, v. 185, n. 2-4, p. 329-348, 2005.

MAC NALLY, R. Multiple regression and inference in ecology and conservation biology: further comments on identifying important predictor variables. **Biodiversity & Conservation**, v. 11, n. 8, p. 1397-1401, 2002.

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

MIRANDA, G. H. B. Ecologia e conservação do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758) no Parque Estadual das Emas. Tese de Doutorado em Ecologia - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp138008.pdf> Acesso. 25 de junho de 2020.

OTTAWA-CARLETON, L. F. Animal Populations and Roads. In: **2001 International Conference on Ecology and Transportation (ICOET 2001)**. 2001.

PINHEIRO, J.; BATES D.; DEBROY S.; SARKAR D. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-121. 2015. Available from URL: <http://CRAN.R-project.org/package=nlme>.

PLANTE, J.; JAEGER, J. A. G.; DESROCHERS, A. How do landscape context and fences influence roadkill locations of small and medium-sized mammals?. **Journal of environmental management**, v. 235, p. 511-520, 2019.

POWELL, R. A. Animal home ranges and territories and home range estimators. p. 65 - 110. In: Research techniques in animal ecology: controversies and consequences (L. Boitani and T. K. Fuller, eds.). **Universidade de Columbia**, New York, 2000.

R Development Core Team (2011): A language and environment for statistical computing, reference index version 2.1.2. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna**. Available: <http://www.Rproject.orgR>.

REIS, N. R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. Mamíferos do Brasil. UEL. 2006.

SANTOS, R. A. L. Dinâmica de atropelamento de fauna silvestre no entorno de unidades de conservação do Distrito Federal. Tese de doutorado do Curso de PósGraduação em Ecologia, UNB, 2017.

SOBASKI, M. B.; RAMOS, S. M.; RATTON, P. Distribution and abundance of wildlife roadkills in a segment of the road BR-262 highway in Mato Grosso do Sul state, mid-west Brazil. *Brazilian journal of ecology*, 2014.

SOBANSKI, M. B. Avaliação do uso de controladores eletrônicos de velocidade como medida de mitigação de atropelamentos de animais silvestres na rodovia BR-262, Trecho da Anastácio à Corumbá, Mato Grosso do Sul. Dissertação de Mestrado Curso de PósGraduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, Departamento de Engenharia Química, UFPR, 2016.

TROMBULAK, St. C.; FRISSELL, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation biology**, v. 14, n. 1, p. 18-30, 2000.

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

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-21092018-134154/en.php>.

Acesso: 13 de maio de 2020.

ZANZINI, A. C. D. S.; MACHADO, F. S.; J. E.; OLIVEIRA, E. C. M. Roadkills of medium and large-sized mammals on highway BR-242, Midwest Brazil: a proposal of new indexes for evaluating animal roadkill rates. **Oecologia Australis**, v. 22, n. 3, p. 248-257, 2018.

ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; ELPHICK, C.S. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution* 1: 3–14, 2010.