

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**TENDÊNCIAS TEMPORAIS NOS ATROPELAMENTOS DE MAMÍFEROS
DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM UM TRECHO DE RODOVIA NO
SUDESTE DO BRASIL**

Ana Flávia Pereira Domiciano

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
de Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Ituiutaba - MG

Março – 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**TENDÊNCIAS TEMPORAIS NOS ATROPELAMENTOS DE MAMÍFEROS
DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM UM TRECHO DE RODOVIA NO
SUDESTE DO BRASIL**

Ana Flávia Pereira Domiciano

Kátia Gomes Facure Giaretta

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
de Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Ituiutaba - MG

Março – 2022

Agradecimentos

Agradeço à Universidade Federal de Uberlândia, por me proporcionar vivências incríveis, em especial, a minha orientadora Kátia Facure, por me auxiliar durante a minha trajetória universitária e por ter aceitado ser minha orientadora.

Agradeço a minha família por contribuírem para a minha formação acadêmica e profissional, principalmente meus pais Maria Helena e Santino.

Aos meus amigos que de alguma forma me proporcionaram momentos bons na faculdade: Luiza, Larissa, Luciana, Camila, Taís, Willian, Cinara e Mariana. A todos os demais colegas de graduação que contribuíram de alguma forma na minha graduação.

Ao meu colega João Paulo Teixeira por ter me ajudado com a confecção do mapa da pesquisa e por sua dedicação ao fazê-lo. E aos professores do Curso de Ciências Biológicas do Campus Pontal.

Agradeço também à Deus pela guarnição e força em todos os momentos. Sou muito grata a todos os momentos que vivi na graduação.

Resumo

Os atropelamentos, junto com a perda de habitat, representam fatores importantes na redução da biodiversidade no mundo. A região do Triângulo Mineiro, considerada Portal do Cerrado, está localizada estrategicamente ocupando a área nuclear do Brasil e, por este motivo, é grandemente fragmentada por malhas rodoviárias e ferroviárias, além de pastagens, monoculturas, indústrias e distribuidoras. Desenvolveu-se um projeto de pesquisa, no qual monitorou-se, durante o período de cinco anos (2014 a 2019), 47 km da rodovia federal BR-365, entre Ituiutaba/MG e Monte Alegre de Minas/MG, na região do Triângulo Mineiro, no bioma Cerrado, sudeste do Brasil. O trabalho teve como objetivo analisar tendências temporais nos atropelamentos de mamíferos silvestres de médio e grande porte, com duas viagens por semana. Foram encontrados 121 mamíferos silvestres atropelados, distribuídos em 13 espécies, sendo Carnívora, Cingulata e Pilosa as principais ordens. A taxa de atropelamento no trecho estudado foi de 0,013 ind./km/dia. As agregações de atropelamentos de mamíferos silvestres foram significativas. Os resultados do presente estudo poderão contribuir no planejamento e implementação de medidas mitigatórias visando minimizar o número de atropelamentos de animais silvestres no Triângulo Mineiro.

Palavra-chave: Atropelamentos; Cerrado; Ecologia de Estradas; Mamíferos Silvestres; Tendências Temporais.

Sumário

1. Introdução	6
2. Objetivo geral.....	11
2.1. Objetivos específicos.....	11
3. Justificativa	12
4. Metodologia.....	13
4.1. Área de estudo	13
4.2. Coleta de dados.....	15
4.2. Análises estatísticas.....	15
5. Resultados.....	17
6. Discussão.....	28
7. Considerações finais.....	31
8. Referências	32

1. Introdução

As rodovias proporcionam melhorias no acesso às áreas produtoras, incentivando a geração de empregos, distribuição de renda e turismo, que valorizam terras e contribuem para a qualidade de vida e para o desenvolvimento social e econômico de uma região (PRACUCCI et al., 2012). No Brasil, as estradas são consideradas um importante meio de escoamento da produção e são prioridade em relação aos outros meios de transporte (SANTOS et al., 2014). Segundo o anuário da Confederação Nacional do Transporte (CNT) de 2018, a malha rodoviária pavimentada e não pavimentada em 2017 compunha uma extensão de 1.720.700,3 km, com uma frota de veículos de 98.201.128 registrados até 2018. No entanto, as rodovias também trazem impactos ambientais negativos resultantes da fragmentação de áreas naturais (PRACUCCI et al., 2012).

Além da conversão de ambientes naturais para pastagem e agricultura, a construção de estradas e rodovias segmenta áreas e favorece outros impactos ambientais (BAGER et al., 2007). As rodovias podem gerar impactos químicos, como dispersão de poluentes e materiais biológicos; impactos físicos, como erosão, alteração da hidrologia, efeitos de barreira e de borda, além de facilitar a introdução de espécies exóticas e os atropelamentos da fauna (SANTOS et al., 2014). Os atropelamentos da fauna silvestre, juntamente com a perda de habitat, representam fatores importantes na redução da biodiversidade no mundo. A morte por atropelamento pode ser altamente impactante para as populações de animais silvestres, principalmente para as espécies ameaçadas de extinção e as que possuem áreas de vida grandes e taxas reprodutivas baixas (SILVA et al., 2013; RAMOS-ABRANTES et al., 2018).

A Ecologia de Estradas é um novo ramo da Ecologia que surgiu da necessidade de estudar os efeitos das vias nos habitats onde estão inseridas (SANTOS et al., 2014).

Segundo BAGER et al. (2007), num contexto mundial, este tema vem sendo trabalhado há mais de 50 anos, entretanto, no Brasil, os estudos ainda são recentes, com um pouco mais de uma década na área. De acordo com o Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas – CBEE (2019), por ano, no Brasil, morrem cerca de 475 milhões de animais atropelados, o que corresponde a uma média de 15 animais por segundo. Minas Gerais está entre os cinco estados que mais contribuem para esses números, sendo que, por ano, são mortos aproximadamente 35 milhões de animais (OLIVEIRA et al., 2017).

O atropelamento de animais silvestres nas rodovias está relacionado à vegetação do entorno, à ecologia do animal, ao clima, à velocidade e fluxo dos veículos e à procura por recursos alimentares (RAMOS-ABRANTES et al., 2018). Uma vez que ocorrem atropelamentos, seja por procura de alimento, dispersão ou reprodução, dentre outros fatores, pode gerar um ciclo de atropelamentos, pois alguns animais são necrófagos e percorrem as rodovias em busca de carcaças e acabam se tornando vítimas.

Os mamíferos de médio e grande porte são muito afetados pelo atropelamento de fauna. Por exemplo, na rodovia BR-262 foram registrados, durante dois anos e quatro meses, 231 mamíferos atropelados entre Campo Grande e Miranda, estado do Mato Grosso do Sul (CÁCERES et al., 2012); na MG-354, sul de Minas Gerais, ao longo de 12 meses foram encontrados 46 carcaças de animais atropelados, sendo que 12 (26,1%) eram mamíferos; além disso, registrou-se uma espécie ameaçada de extinção, o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) (PRACUCCI et al., 2012); na região de Uberaba, em onze trechos de rodovia, de novembro de 2007 a maio de 2008, foram encontrados 133 animais atropelados, sendo que 68 (51,1%) eram mamíferos (SILVA et al., 2011); no Parque Altamiro de Moura Pacheco, associado à presença da rodovia BR-153/GO-060, foram 141 animais mortos no decorrer de um ano de pesquisa, sendo que 48 (34%) eram mamíferos (PRADO et al., 2006); SOUZA et al. (2010) em seis anos de monitoramento

registraram 72 indivíduos atropelados na rodovia SP-215, que confronta a área do Parque Estadual de Porto Ferreira (PEPF), sendo que, 17 (23,6%) eram mamíferos, entre os quais havia espécies ameaçadas de extinção, como o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e a cuíca-lanosa (*Caluromys lanatus*).

As espécies mais susceptíveis a acidentes são aquelas com alta capacidade de deslocamento, baixas taxas de reprodução e que não evitam estradas (OLIVEIRA, 2011). Os mamíferos de médio e grande porte acabam sendo atropelados porque possuem extensas áreas de vida, precisando, assim, atravessar rodovias para forragear ou buscar parceiros sexuais (CARVALHO, 2014). As rodovias são, dessa forma, um agravante ao risco de extinção de espécies que apresentam baixas densidades, assim como para aquelas que já sofrem algum grau de ameaça (CARVALHO, 2014).

O Cerrado é o segundo maior bioma do país, ocupando cerca de 21% de sua extensão territorial (KLINK; MACHADO, 2005), sendo considerado como a savana mais diversificada do mundo (RESENDE, 2012). Apresenta um complexo mosaico de fitofisionomias que vão desde formações savânicas até áreas florestais (RESENDE, 2012). O avanço do agronegócio e a expansão urbana desordenada, porém, modificaram suas áreas naturais a tal ponto que, hoje, correm o risco de desaparecer (RIBEIRO, 2017). No Cerrado mineiro, o problema é ainda mais grave, pois o estado possui a maior malha rodoviária do Brasil (SILVA et al., 2011). A extensão da malha rodoviária, incluindo rodovias federais e estaduais, é de 280.996 km (ANTT, 2009). Segundo o IBGE, a frota de veículos no estado de Minas Gerais em 2016 foi de 10.277.988 veículos. A região do Triângulo Mineiro, considerada Portal do Cerrado, está localizada estrategicamente ocupando a área nuclear do Brasil e, por este motivo, é grandemente fragmentada por malhas rodoviárias e ferroviárias, além de pastagens, monoculturas, indústrias e distribuidoras (SILVA et al., 2011).

A sazonalidade climática é um dos fatores que influenciam o atropelamento da fauna silvestre (BAGER et al. 2007; OLIVEIRA, 2011; SOMBRA JUNIOR, 2018). OLIVEIRA (2011) analisou os padrões temporais nas ocorrências de atropelamentos de mamíferos durante 2006 e 2007, não encontrando diferença significativa entre os anos, entretanto, nas análises para cada ano, na estação chuvosa ocorreram mais atropelamentos. MACIEL (2019) observou que os atropelamentos foram mais frequentes na estação chuvosa, somando 69% (n = 89) do total de registros, além disso, observou, para todos os grupos taxonômicos, diferença entre as estações, sendo que aproximadamente 89% dos anfíbios e 62% das aves, 62% dos répteis e 62% dos mamíferos foram atropelados no período chuvoso. PRACUCCI et al. (2012) avaliaram a taxa de atropelamento nas estações do ano (verão, outono, inverno e primavera), encontrando que no verão ocorreram as maiores taxas de atropelamento.

Estudos em curto e longo prazo sobre atropelamentos de animais silvestres no Brasil e no Cerrado mostram que as espécies de mamíferos mais afetadas são: *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim), *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) e *Procyon cancrivorus* (mão-pelada). CÁCERES et al. (2012) analisaram ao longo de dois anos e quatro meses a variação espacial e sazonal no número de mamíferos encontrados atropelados na rodovia BR-262, registrando 231 indivíduos pertencentes a 20 espécies, em que as ordens com maior número de animais atropelados foram Carnívora, Cingulata e Pilosa. OLIVEIRA (2011) analisou dados da rodovia SP-225 durante um período de dois anos, onde encontrou 114 mamíferos de médio e grande porte, em que as espécies *Cerdocyon thous* e *Lepus europaeus* (lebre-europeia) tiveram maior frequência. VALADÃO et al. (2018), durante o período de junho de 2009 a maio de 2010, registraram

108 espécies de vertebrados silvestres num total de 483 mortes, em que os mamíferos apresentavam 67% dos indivíduos.

O número de atropelamentos não deve diminuir significativamente nos próximos anos, uma vez que são poucas as medidas mitigadoras para atropelamento de fauna silvestre no entorno das rodovias (PRADA, 2004; BAGATINI, 2006). Com isso, os impactos gerados pelas rodovias à fauna silvestre afetam direta e indiretamente à biodiversidade, além de colocarem em risco as espécies que estão ameaçadas de extinção.

2. Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar tendências temporais nos atropelamentos de mamíferos silvestres de médio e grande porte em um trecho de rodovia federal na região do Triângulo Mineiro, no Bioma Cerrado no sudeste do Brasil.

2.1. Objetivos específicos

1. Quantificar a ocorrência de atropelamentos de mamíferos silvestres de médio e grande porte em um trecho de 47 km de rodovia.
2. Identificar as espécies atropeladas e os trechos com maior número de atropelamentos.
3. Comparar a frequência de atropelamentos das espécies mais afetadas ao longo dos meses e entre as estações do ano.
4. Calcular a taxa de atropelamento para as espécies mais encontradas.

3. Justificativa

O Brasil apresenta uma preocupação recente de pouco mais de uma década com a temática da ecologia de estradas e ainda são poucos os trabalhos que avaliam os impactos causados pelas vias na biodiversidade brasileira, porém vários estudos estão em andamento. Tais estudos podem contribuir com informações importantes para a proposição de ações mitigadoras no país, que precisam ser implementadas com urgência, principalmente no Cerrado.

O principal meio de comunicação entre os estados são as estradas e rodovias que estão crescendo cada vez mais, porém, com um mal planejamento e sem uma infraestrutura adequada, vem impactando muito a diversidade biológica brasileira. Dentre os biomas brasileiros, o Cerrado é o que mais sofre com as ações antrópicas, principalmente com o aumento da malha rodoviária, o que influencia no declínio das populações devido à fragmentação do habitat. A partir da realização do presente estudo, espera-se contribuir para o planejamento de medidas que possam ser implementadas na rodovia BR-365, no trecho de Ituiutaba a Monte Alegre de Minas, buscando minimizar o número de atropelamentos de animais silvestres no Triângulo Mineiro.

4. Metodologia

4.1. Área de estudo

O presente trabalho foi realizado em um trecho de rodovia federal do Triângulo Mineiro entre os municípios de Monte Alegre de Minas - MG (18°52'14" S, 48°52'51" W) e Ituiutaba - MG (18°58'08" S, 49°27'54" W), com um percurso igual a 47 km do km 707 ao km 754, na BR-365 (Figura 1). A rodovia consiste em uma pista única de mão dupla, onde a vegetação nativa do entorno é composta pelo bioma Cerrado, com fragmentos de cerrado sentido restrito, matas de galerias nas margens dos cursos d'água e veredas em solos hidromórficos, além de plantações de cana-de-açúcar, milho, soja e pastagens. A região possui duas estações climáticas bem definidas, sendo que a estação seca ocorre no período de abril a setembro e a estação chuvosa, de outubro a março.

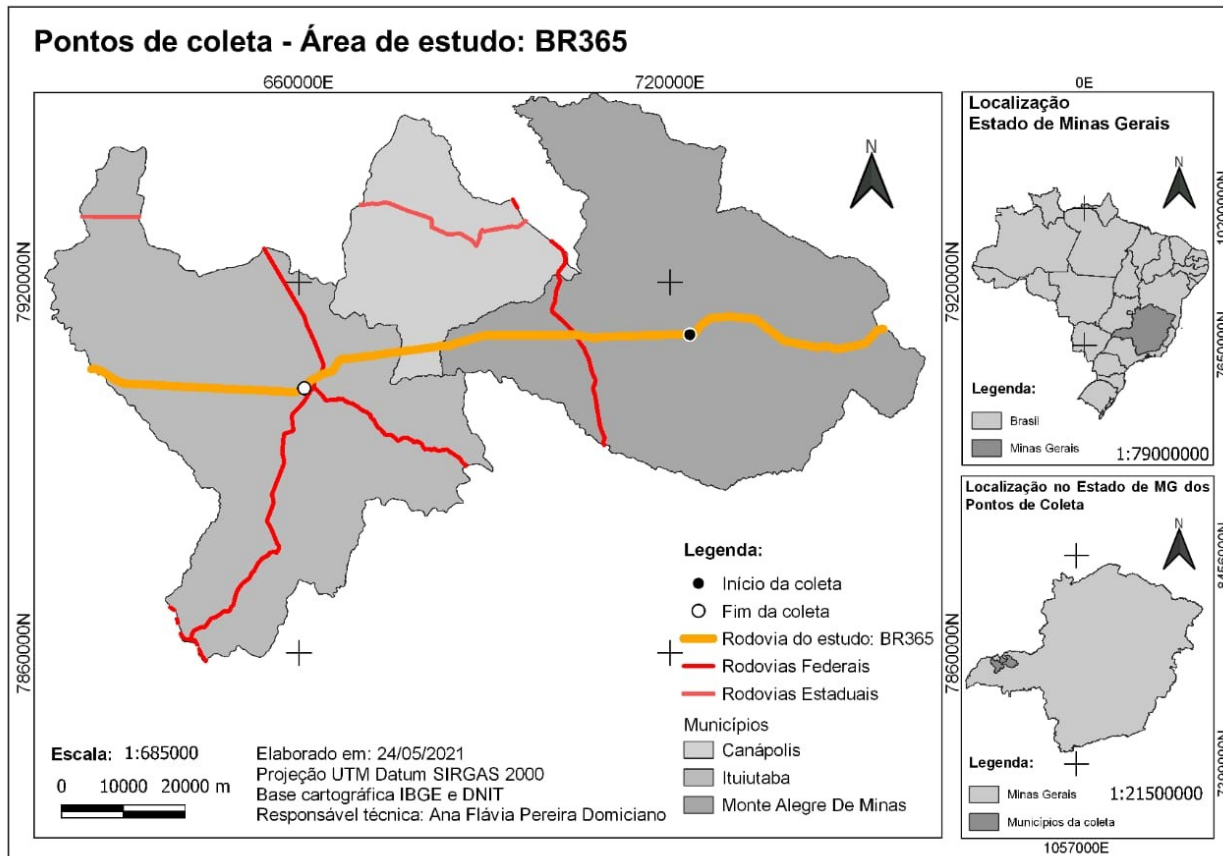


Figura 1: Trecho da rodovia BR-365, entre Ituiutaba e Monte Alegre de Minas, estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil (Qgis, 2021).

4.2. Coleta de dados

A coleta de dados teve início em novembro de 2014 e estendeu-se até dezembro de 2019. Nesse período, a rodovia foi percorrida de carro semanalmente, a uma velocidade média de 70 km/h, entretanto não houve coleta nos períodos de férias (geralmente janeiro e julho) e recessos acadêmicos.

Sempre que um animal morto por atropelamento era avistado durante o percurso, no acostamento ou na pista, eram feitas as seguintes anotações: identificação da espécie, características do animal (jovem ou adulto) e do entorno (vegetação e presença de corpos d'água), a quilometragem e as coordenadas geográficas em que o animal estava.

4.3. Análises estatísticas

A taxa de atropelamento foi calculada para cada espécie como o número de indivíduos encontrados atropelados por quilômetro por dia. Para identificar quais os trechos com maior índice de animais atropelados (*hotspots*), foram utilizadas as funções K de Ripley 2D e HotSpot 2D, disponíveis no software Siriema 2.0 (COELHO et al., 2014).

A estatística K de Ripley 2D é utilizada para avaliar a não-aleatoriedade da distribuição espacial de eventos ao longo de diversas escalas (COELHO et al. 2014). Uma função (L) usada para sua interpretação permite avaliar a intensidade de agregação nas diferentes escalas (COELHO et al. 2014). Procedimento usado pelo software: um círculo de determinado raio é centralizado em um evento de atropelamento, no qual é somado o número de outros eventos dentro da área; o somatório de eventos é multiplicado por um fator de correção que leva em conta o comprimento da rodovia dentro do círculo, o que

também permite a posterior comparação de diferentes escalas (tamanhos de raio); o círculo então é centrado no próximo evento e novamente faz-se o somatório dos eventos de atropelamento na área e a multiplicação pelo fator de correção. Para a comparação de diferentes rodovias e/ou conjuntos de dados de atropelamentos, o somatório é multiplicado pelo comprimento total da rodovia dividido por $n(n-1)$, onde n é o número total de eventos (COELHO et al. 2014).

Na função HotSpots 2D, a rodovia é dividida em segmentos de mesmo tamanho, definidos pelo usuário. Procedimento utilizado pelo software: um círculo de raio r definido é centrado no ponto central do primeiro segmento da estrada, sendo somados todos os valores atribuídos a cada evento de atropelamento dentro de sua área; a esse número é multiplicado um fator de correção que leva em conta o comprimento da rodovia dentro do círculo nesta posição; o círculo é centrado na metade do próximo segmento e novamente é computada a soma dos eventos e multiplicação pelo fator de correção; o procedimento é repetido para todos os segmentos em que a rodovia foi dividida, resultando em um valor de intensidade de agregação de atropelamentos para cada local da rodovia (COELHO et al. 2014). No presente estudo, para avaliar se houve ou não aglomerações significativas de atropelamentos, foi utilizado um raio de 1000m (1km), 1000 incrementos (passos) e 1000 simulações com um intervalo de confiança de 95%.

5. Resultados

Ao longo dos anos de 2014 a 2019, foram registradas 121 carcaças de mamíferos silvestres, pertencentes a 13 espécies, em um trecho de 47 km de rodovia em 195 amostragens. As ordens Xenarthra com N=73 (60,33%) e Carnivora com N=41 (33,88%) foram as mais afetadas por colisões. O cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) e o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) foram as espécies mais frequentes, com 29 indivíduos cada, seguidos pelo tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), com 24 indivíduos, e pelo tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), com 13 carcaças (Tabela 1).

Algumas espécies registradas estão ameaçadas de extinção como *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Herpailurus yagouaroundi* (gato-mourisco) e *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira). O lobo-guará é considerado como “Quase Ameaçado” (NT) pela IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza), sendo que no Cerrado a espécie está classificada como “Vulnerável” (VU). *Herpailurus yagouaroundi* e *Myrmecophaga tridactyla* são classificados como “Vulnerável” pela lista nacional do ICMBio (2018).

A taxa de atropelamentos diária encontrada para todo o trecho monitorado foi de 0,013 ind./km/dia, sendo a taxa anual de 4,745 ind./km/ano. A média de registros dos mamíferos atropelados por quilômetro de rodovia foi 2,57 em cinco anos de estudo (2014 a 2019). Essa média foi influenciada pelo número alto de carcaças das ordens Carnivora (N= 41) e Pilosa (N= 42), sendo que a média de registros destes grupos por quilômetro de rodovia foi 0,87 e 0,89, respectivamente.

Tabela 1: Espécies de mamíferos silvestres atropelados no trecho de 47 km da BR-365 na região do Triângulo Mineiro, entre os anos de 2014 e 2019.

ESPÉCIES	NOME POPULAR	2014 - 2019		TAXA (ind./km/dia)
		N	%	
Ordem Carnivora		41	33,88	0,004
Canidae				
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	29	23,97	0,0032
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará	3	2,48	0,0003
Procyonidae				
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	4	3,31	0,0004
<i>Nasua nasua</i>	Quati	4	3,31	0,0004
Felidae				
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	1	0,83	0,0001
Ordem Pilosa		42	34,71	0,005
Myrmecophagidae				
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamanduá-bandeira	13	10,74	0,0014
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	29	23,97	0,0032
Ordem Didelphimorphia		2	1,65	0,0002
Didelphidae				
<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá	2	1,65	0,0002
Ordem Cingulata		31	25,62	0,003
Dasypodidae				
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	7	5,79	0,0008
Chlamyphoridae				
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	24	19,83	0,0026
Ordem Rodentia		4	3,31	0,0004
Caviidae				
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	2	1,65	0,0002
Erethizontidae				
<i>Coendou prehensilis</i>	Ouriço-cacheiro	2	1,65	0,0002
Ordem Cetartiodactyla		1	0,83	0,0001
Cervidae				
<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado-catingueiro	1	0,83	0,0001
Total		12	100	0,013

A ocorrência de registros de todas as classes de animais atropelados por km foi mais alta no km 725, com 13 registros (10,74%), seguido pelos km 745 e 746, com 8

registros (6,61%) (Figura 2). O grupo dos carnívoros foi mais encontrado no km 745, com 17,07% (N=7), seguido do km 725, com 12,20% (N=5) e os xenartros no km 725, com 9,59% (N=7), seguido pelo km 746, com 8,22% (N=6). Foram avaliados os pontos críticos (*hotspots*) através do K de Ripley 2D e Hotspot 2D, disponíveis no software Sirmiema 2.0 por (COELHO et al., 2014). As análises de aglomeração de atropelamentos, tiveram os parâmetros especificados da seguinte forma: 1000 para raio, 1000 incrementos ou passos, 1000 para as simulações e 95% de intervalo de confiança. As espécies foram separadas devido ao número muito grande de indivíduos atropelados de algumas espécies, que poderiam influenciar os resultados, entretanto foi desenvolvido um gráfico com todos os registros de mamíferos atropelados (Figura 3a e 3b). As espécies avaliadas separadamente são cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) (Figura 4a e 4b), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) (Figura 5a e 5b), tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*) (Figura 6a e 6b) e tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) (Figura 7a 7b). As aglomerações foram significativas para cachorro-do-mato, tamanduá-mirim e tamanduá-bandeira. O tatu-peba foi a única espécie a não ter aglomerações significativas, como podemos ver no gráfico a linha em azul se manteve dentro do intervalo de confiança.

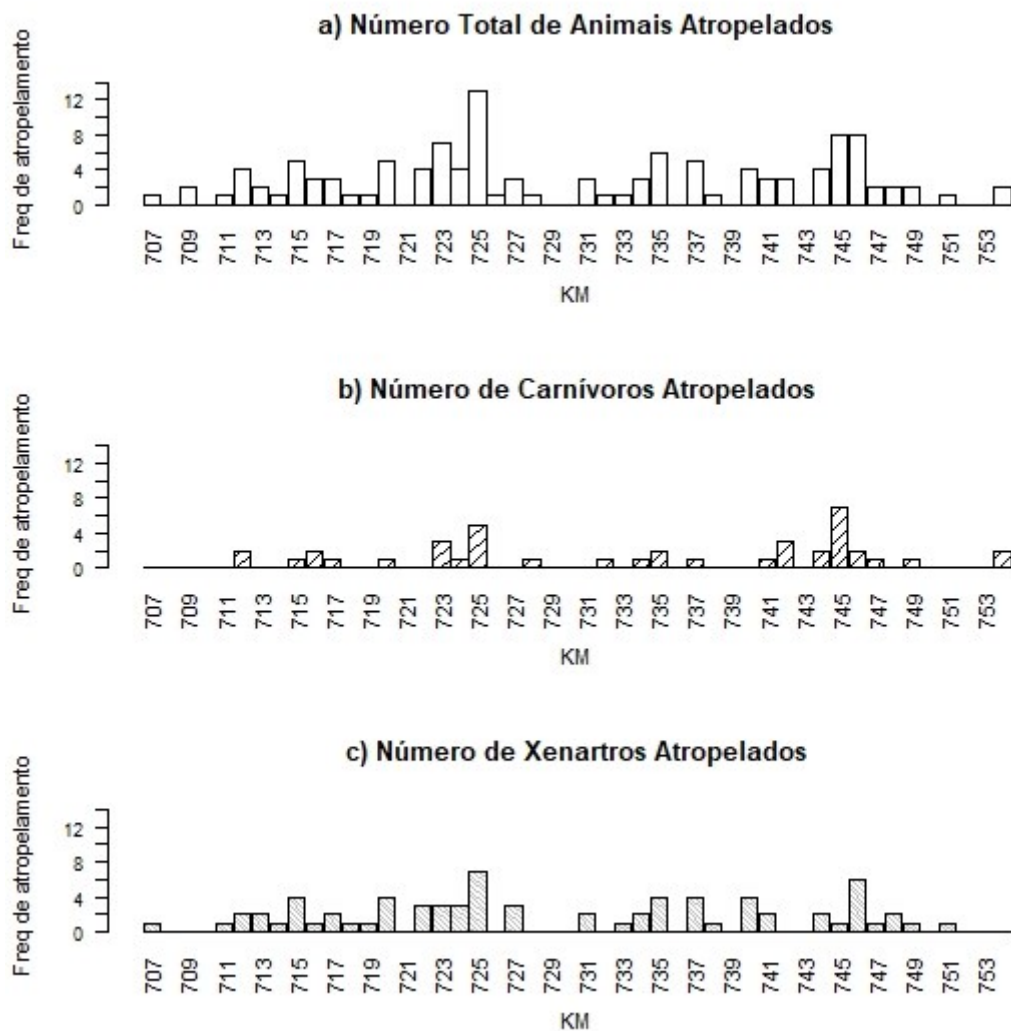


Figura 2: Frequência de atropelamentos por km no trecho de 47 km da BR-365 na região do Triângulo Mineiro, entre os anos de 2014 e 2019.

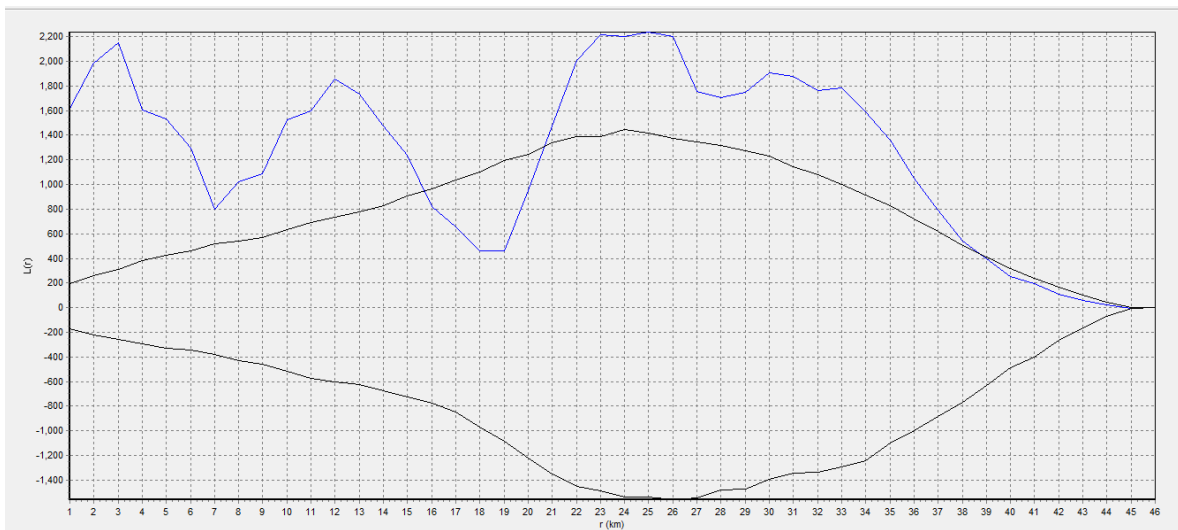


Figura 3a: K-Ripley bidimensional, para todas as espécies de mamíferos amostradas. BR-101). A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. Observam-se agrupamentos significativos entre 1 e 15,5 km de tamanho de raio e uma dispersão significativa para raios de 21 a 38 km (aproximadamente).

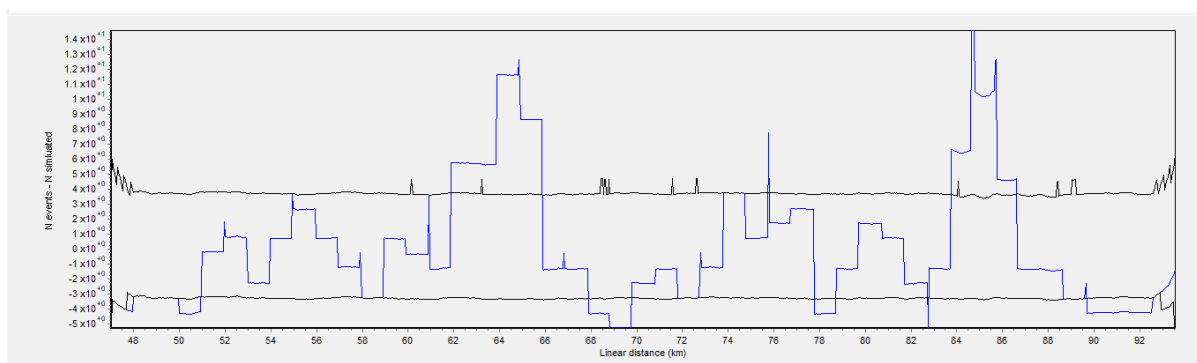


Figura 3b: Análise de Hotspots – 2D para todas as espécies de mamíferos amostradas. A função $N_{\text{eventos}} - N_{\text{simulado}}$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. Observam-se simulado intensidades de agregação significativas em alguns trechos da rodovia (linhas em azul que ultrapassaram o intervalo de confiança).

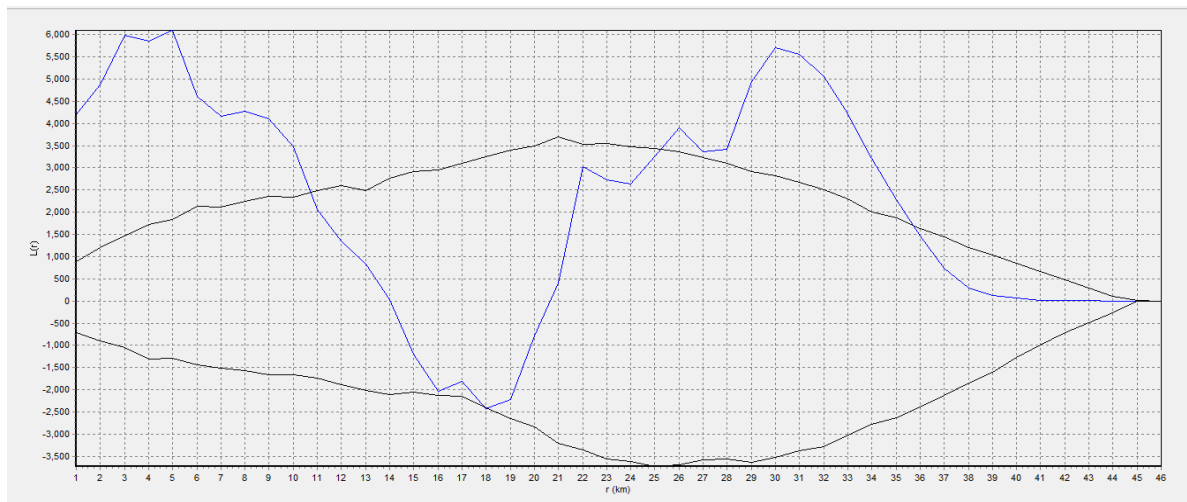


Figura 4a: K-Ripley bidimensional, para *Cerdocyon thous*. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. Observam-se agrupamentos significativos entre 1 e 11 km de tamanho de raio e uma dispersão significativa para raios de 24 a 36 km (aproximadamente).

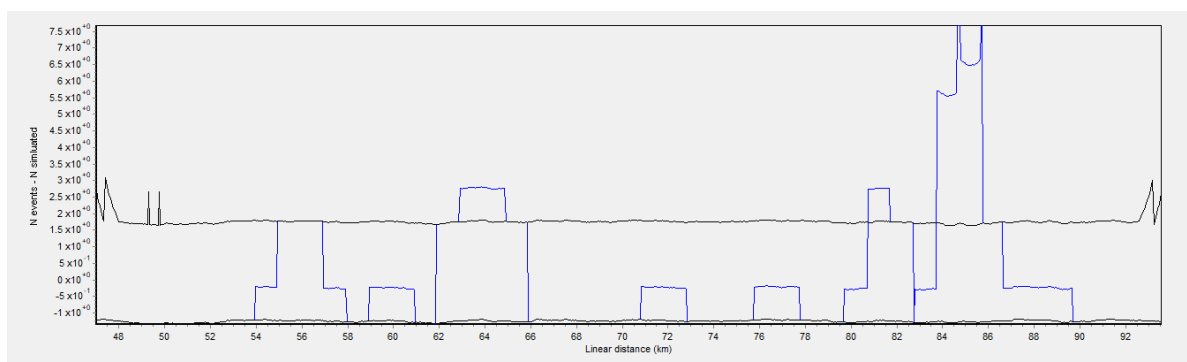


Figura 4b: Hotspots – 2D para *Cerdocyon thous*. A função $N_{\text{eventos}} - N_{\text{simulado}}$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. Observam-se simulado intensidades de agregação significativas em alguns trechos da rodovia (linhas em azul que ultrapassaram o intervalo de confiança).

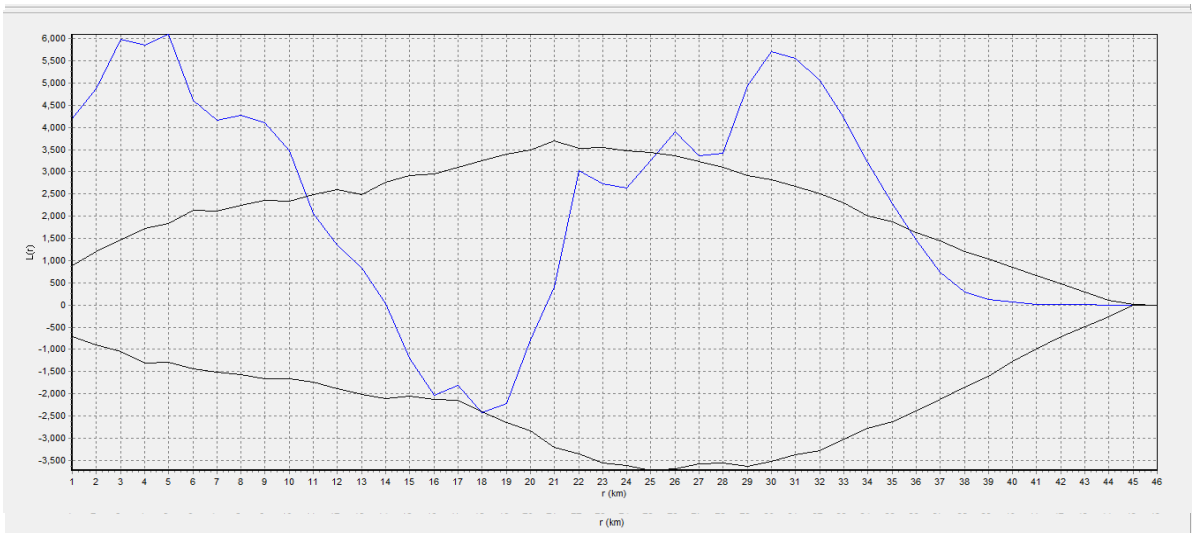


Figura 5a: K-Ripley bidimensional para *Tamandua tetradactyla*. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. Observam-se agrupamentos significativos entre 1 e 11 km de tamanho de raio e uma dispersão significativa para raios de 25 a 36 km (aproximadamente).

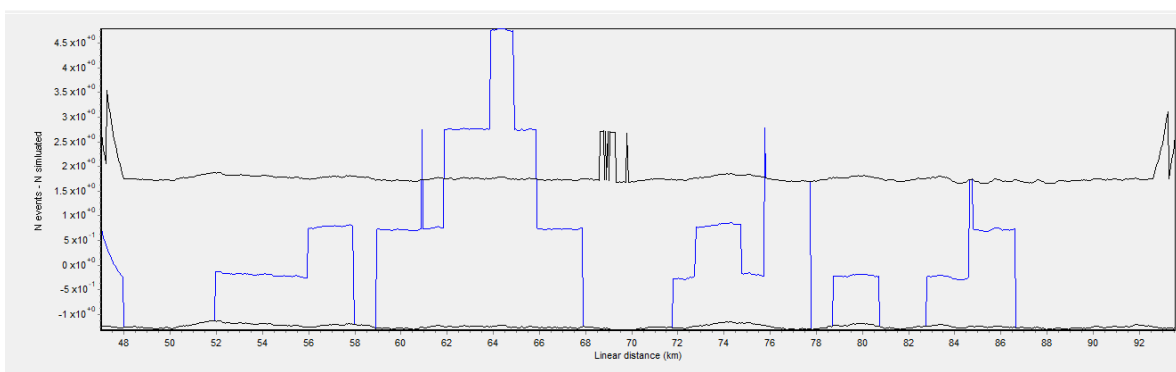


Figura 5b: Hotspots – 2D para *Tamandua tetradactyla*. A função $N_{\text{eventos}} - N_{\text{simulado}}$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. Observam-se simulado intensidades de agregação significativas em alguns trechos da rodovia (linhas em azul que ultrapassaram o intervalo de confiança).

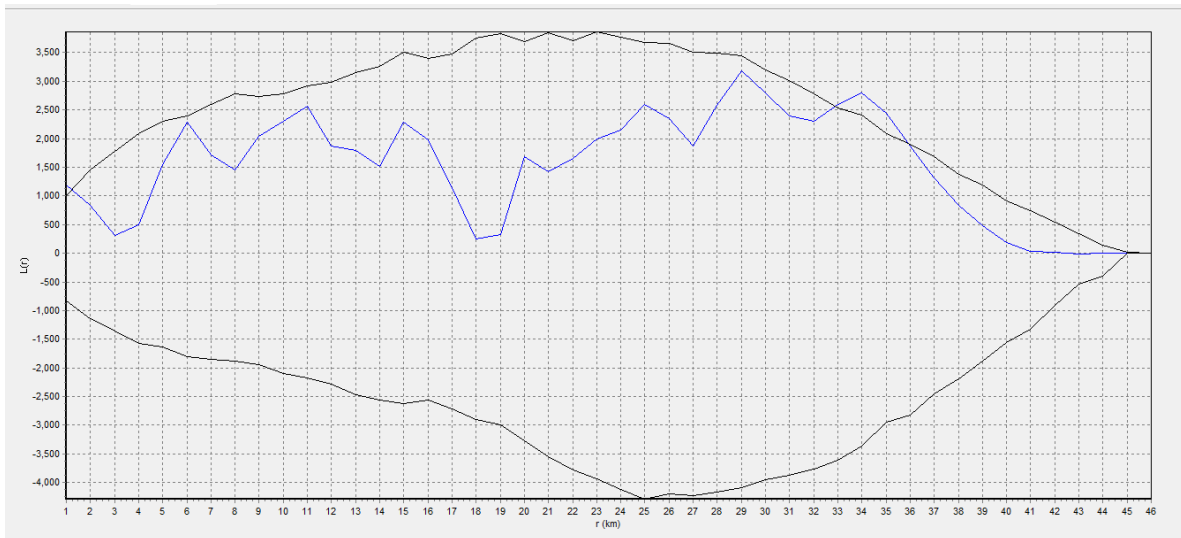


Figura 6a: Resultado do teste estatístico K-Ripley bidimensional para *Euphractus sexcinctus*. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. O agrupamento não foi significativo para o tamanho de raio e para a dispersão.

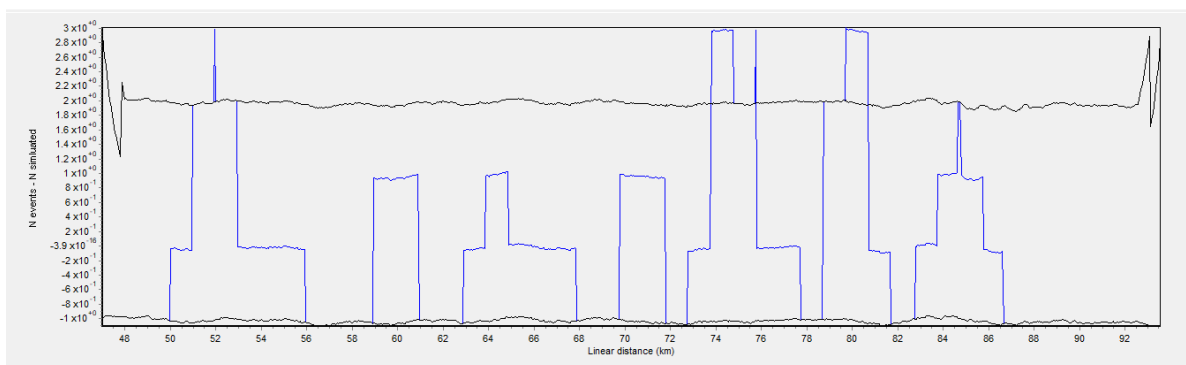


Figura 6b: Hotspots – 2D para *Euphractus sexcinctus*. A função $N_{\text{eventos}} - N_{\text{simulado}}$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. Observam-se simulado intensidades de agregação não foi significativa nos trechos da rodovia.

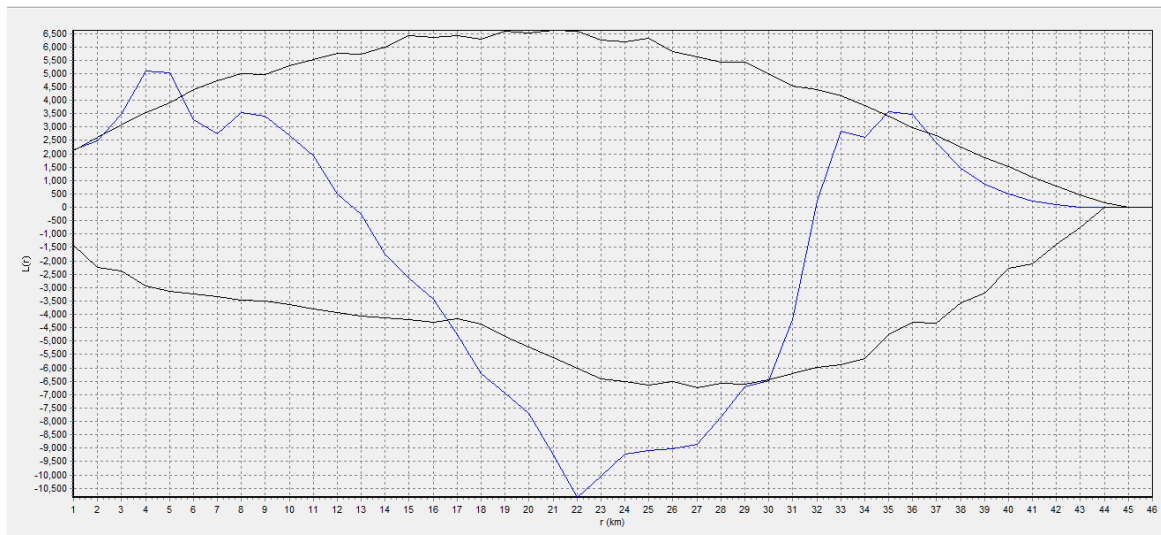


Figura 7a: Resultado do teste estatístico K-Ripley bidimensional para *Myrmecophaga tridactyla*. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. Observam-se agrupamentos significativos entre 3 e 5 km de tamanho de raio e uma dispersão significativa para raios de 17 a 30 km (aproximadamente).

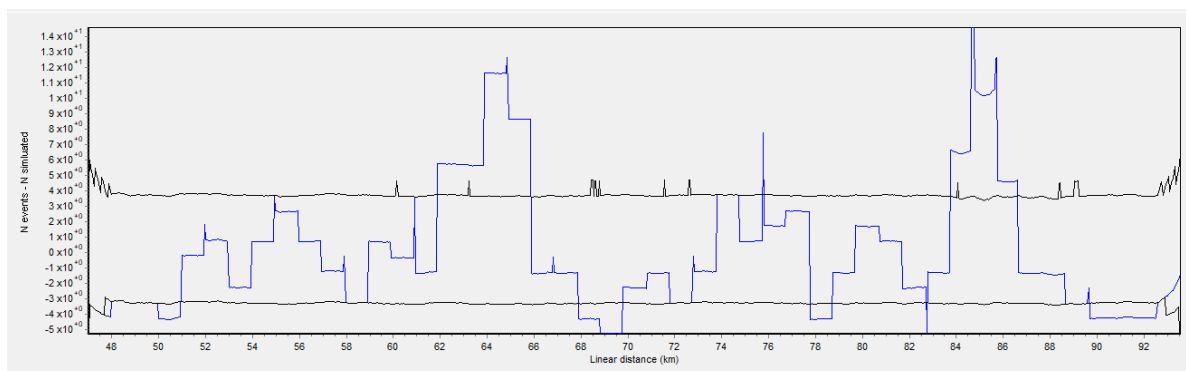


Figura 7b: Hotspots – 2D para *Myrmecophaga tridactyla*. A função $N_{\text{eventos}} - N_{\text{simulado}}$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. Observam-se intensidades de agregação significativas nos trechos da rodovia.

A distribuição dos atropelamentos durante os anos de 2014 a 2019, mostrou um número maior de atropelamentos no mês de novembro ($N=21$), seguido dos meses outubro e maio, com $N=16$ cada. Dentre as espécies mais atingidas, *Tamandua tetradactyla* e *Euphractus sexcinctus* foram as que tiveram os maiores números de registros no mês de novembro com $N=6$ e $N=7$, respectivamente (Figura 8). A espécie

Cerdocyon thous teve um pico maior de registros no mês de maio, com N=7, e *Myrmecophaga tridactyla*, com N=3, no mês de abril.

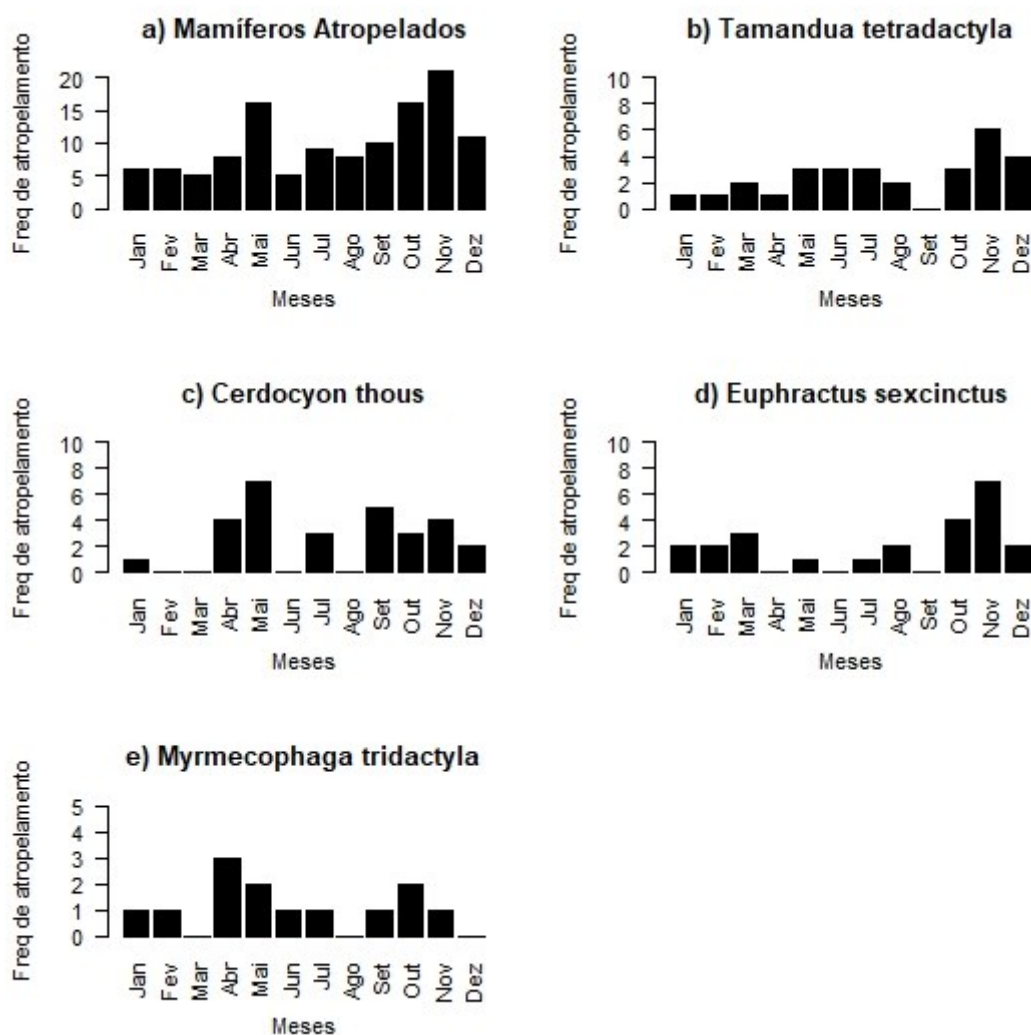


Figura 8: a) Número total de mamíferos atropelados na rodovia BR-365, no sudoeste de Minas Gerais, sudeste do Brasil, durante os anos de 2014 a 2019. b) Número de indivíduos atropelados de *Tamandua tetradactyla*; c) Número de indivíduos atropelados de *Euphractus sexcinctus*; d) Número de indivíduos atropelados de *Cerdocyon thous*; e) Número de indivíduos atropelados de *Myrmecophaga tridactyla*.

A curva de acumulação de espécies não obteve uma tendência na estabilização no número de espécies encontradas no estudo (Figura 9), indicando que o esforço amostral teria que ser maior para a curva se estabilizar.

Na análise de sazonalidade referente aos cinco anos de estudo (2014-2019), a estação seca registrou 44 atropelamentos e a estação chuvosa 59 atropelamentos. A ordem Carnívora teve maior frequência na estação seca (N=26), já Xenarthra apresentou uma maior mortalidade na estação chuvosa (N=46). Na estação seca, o grupo Xenarthra teve 27 indivíduos atropelados.

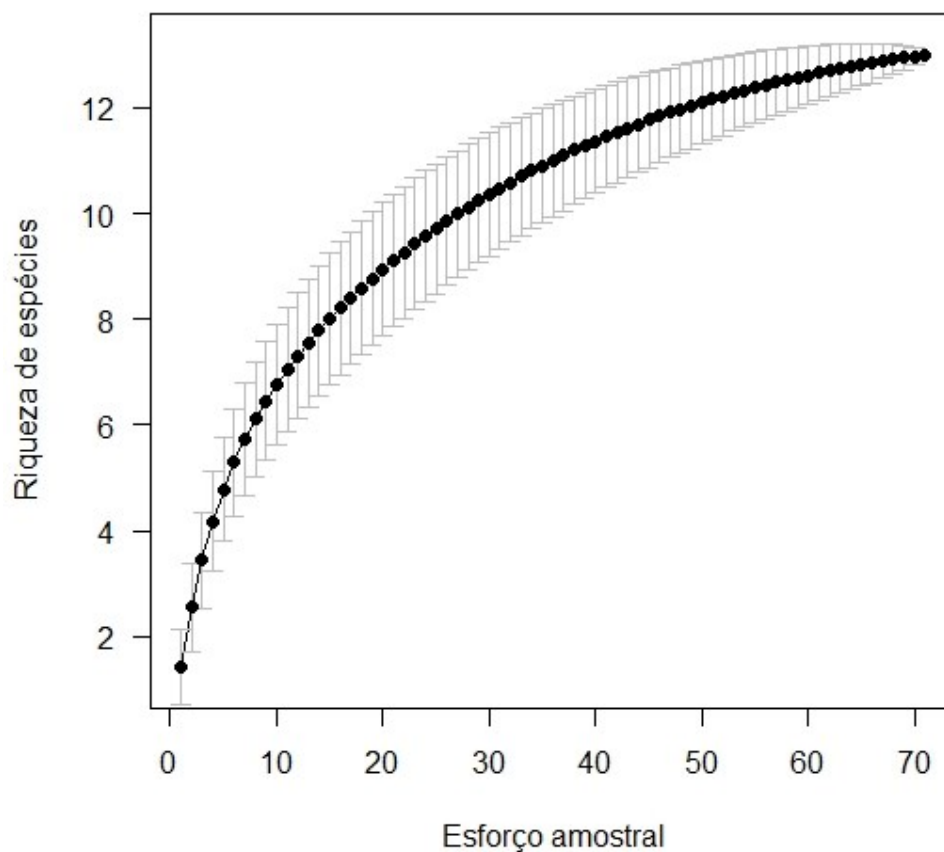


Figura 9: Curva de acumulação de espécies de mamíferos silvestres de médio e grande porte encontrados atropelados em um trecho de 47 km da BR-365, entre os municípios de Ituiutaba/MG e Monte Alegre de Minas/MG, de 2014 a 2019.

6. Discussão

Foram registrados 121 mamíferos silvestres atropelados, pertencentes a 13 espécies, em um trecho de 47 km da rodovia BR-365, no interior do estado de Minas Gerais. As espécies mais afetadas foram *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba), *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim) e *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira). Das espécies citadas, *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) e *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), estão ameaçadas de extinção.

ARAÚJO et al. (2020) registraram 61 indivíduos de mamíferos atropelados, distribuídos em 11 espécies em um trecho de 50 km da GO-164, sul do Estado de Goiás, Brasil, de outubro de 2011 a setembro de 2012. O cachorro-do-mato (N=21), o tatu-peba (N=15) e o tamanduá-bandeira (N=9) foram as mais atingidas. CUNHA et al. (2010) registraram 308 vertebrados silvestres atropelados entre maio de 2004 e novembro de 2005, às margens da rodovia GO-060, entre Goiânia e Iporá: 86% dados coletados referentes aos atropelamentos, foram mamíferos, dos quais as espécies *Tamandua tetradactyla*, *Cerdocyon thous* e *Myrmecophaga tridactyla* encontram-se com maior número de indivíduos atropelados.

Cerdocyon thous é uma das espécies de mamíferos com maior número de registros de atropelamento no Cerrado (CÁCERES et al., 2012; CUNHA et al., 2010; BAGATINI, 2006; OLIVEIRA, 2011; VALADÃO et al., 2018). São animais generalistas, tanto em relação ao seu habitat, quanto à sua dieta. Esta espécie apresenta tolerância a ambientes antropizados, o que acaba resultando em maior número de indivíduos atropelados (CRAVO, 2018; MACIEL, 2019), pois utilizam as rodovias como áreas de deslocamento (MACIEL, 2019; VALADÃO et al., 2018) e são animais necrófagos. Além disso,

ambientes degradados e modificados no entorno da rodovia beneficiam espécies onívoras, que apresentam maior plasticidade, contribuindo para o maior número de atropelamento das mesmas (CRAVO, 2018).

O tamanduá-bandeira é considerado “Vulnerável” pela IUCN, *status* este que se torna preocupante, pois o desmatamento, as queimadas e os atropelamentos são os principais responsáveis pelo declínio de mais de 30% de sua população na América Central nos últimos 10 anos. Outros fatores que influenciam a população de *M. tridactyla* são a baixa taxa reprodutiva e a dieta restrita. Além disso, a espécie possui visão e audição pouco desenvolvidas, o que dificulta perceber a aproximação de veículos e, conseqüentemente, aumenta a ocorrência de mortes por atropelamento (RIBEIRO, 2017; CRAVO, 2018). Para CÁCERES et al., (2012) o atropelamento de *E. sexcinctus* e *M. tridactyla* ocorre devido a estas espécies serem de áreas abertas no bioma Cerrado, o que explica suas elevadas taxas de mortalidade na rodovia. Os tamanduás, *M. tridactyla* e *T. tetradactyla*, também utilizam as rodovias para deslocamento e, por possuírem movimentação lenta e visão pouco desenvolvida, são mais frequentemente atingidos (VALADÃO et al., 2018).

A taxa de atropelamento encontrada no presente trabalho foi maior em relação aos estudos de CARVALHO (2014), que encontrou para mamíferos 0,00533 ind./km/dia, e MACIEL (2019), que encontrou 0,0107 ind./km/dia. OLIVEIRA (2011) registrou mais de 100 mamíferos atropelados na SP-225, em um período de 26 meses em 160 quilômetros com a taxa mensal de 0,027 ind./km/mês. MACIEL (2019) não obteve uma curva de acumulação de espécie estabilizada para mamíferos.

Foram encontrados padrões das agregações para as seguintes espécies: *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim) e *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), mas não para a espécie *Euphractus sexcinctus* (tatu-

peba). OLIVEIRA, (2011) em suas análises de ocorrência por quilômetros, verificou que os km 146, km 115 e o km 125 foram os que apresentaram padrões de agregações de atropelamento de mamíferos nos 160 quilômetros da SP-225 percorridos. CARVALHO, (2014) também obteve agregações de atropelamentos no trecho estudado da BR-050, os pontos de *hotspots* foram significativos para grupos e espécies de vertebrados, tais como, vertebrados silvestres, mamíferos silvestres, répteis, *Euphrachus sexcinctus*, *Conepatus semistriatus*, *Procyon cancrivorus*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Cariama cristata*, *Boa constrictor amarali*, *Crotalus durissus collilineatus*.

CÁCERES et al., (2012) não encontraram diferença significativa entre as riquezas de espécies observadas entre os dois trechos da rodovia ou entre as estações climáticas. Para eles, os meses com maior número de animais atropelados foram aqueles do período entre novembro de 2003 e março de 2004, principalmente de *C. thous* e *E. sexcinctus*, além de outras espécies de tatus e tamanduás. No presente estudo, os meses com maior número de atropelamentos foram novembro (N=21), outubro e maio, com N=16 cada. Dentre as espécies mais atingidas no mês de novembro, *T. tetradactyla* e *E. sexcinctus* foram as que tiveram os maiores registros com N=6 e N=7, respectivamente.

7. Considerações finais

Os atropelamentos são um importante mecanismo de perda da biodiversidade, uma vez que a malha rodoviária interfere no ecossistema. Sendo assim, o crescimento dos centros urbanos e a construção de novas estradas impactam direta e indiretamente na diversidade biológica, principalmente sob as populações ameaçadas de extinção, por apresentarem perdas significativas para essas populações, provocado pela remoção contínua de indivíduos e diminuição da abundância. Avaliar padrões de atropelamento é importante, pois contribui para o desenvolvimento de novas medidas de mitigação, entretanto, os padrões espaciais e temporais requerem atenção sobre as espécies que sobressaem em comparação, visto que podem mascarar os dados sobre as demais espécies.

8. Referências:

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres - AETT/2009. Disponível em: http://appweb2.antt.gov.br/InformacoesTecnicas/aett/aett_2009/principal.asp.

ARAÚJO, L. A. et al. Efeito da paisagem sobre os atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte no sul de Goiás, Brasil. *Oecologia Australis*, 24(1):164-172, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2401.13>>.

BAGATINI, T. Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas, DF, Brasília e eficácia de medidas mitigadora. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2248/1/Tathiana%20Bagatini.pdf>>.

BAGER, A. et al. FAUNA SELVAGEM E ATROPELAMENTO. - DIAGNÓSTICO DO CONHECIMENTO BRASILEIRO. 2007. Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal/imgs/imagesCMS/publicacao/pdf/18.pdf>>.

CÁCERES, NILTON C., CASELLA, JANAINA, DOS SANTOS GOULART, CHAT, Variação espacial e sazonal de mamíferos atropelamentos bioma Cerrado, Rodovia BR 262, sudoeste do Brasil. *Neotropical Mammalogy* 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/457/45723408003/>>

CARVALHO, C. F. **Atropelamento de vertebrados, HOTSPOTS de atropelamentos e parâmetros associados, BR-050, trecho Uberlândia-Uberaba.** 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/13412/1/AtropelamentoVertebradosHotspots.pdf>>.

CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS (Lavras). 2019. Disponível em:<<http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro/index.php>>.

COELHO A.V.P, COELHO I.P., TEIXEIRA F.T., KINDEL A. 2014. Siriema: road mortality software. Manual do Usuário V. 2.0. NERF, UFRGS, Porto Alegre, Brasil. Disponível em: www.ufrgs.br/siriema.

CUNHA, H. F. da; MOREIRA, F. G. A.; SILVA, S. de S. Roadkill of wild vertebrates along the GO-060 road between Goiânia and Iporá, Goiás State, Brazil. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 32, n. 3, p. 257-263, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/4752/4752>>.

CRAVO, A. P. B. 2018. **Dos impactos à conservação de fauna: a implantação do campus Lagoa do Sino e a incidência de atropelamentos de animais silvestres.** Dissertação (Mestrado). Pós-graduação em Conservação de Fauna (PPGCFau), Universidade Federal de São Carlos. 68 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/9995>>.

FRAGA, L. P. Aspectos ecológicos e espaciais da fauna silvestre atropelada na APA do Pouso Alto, Chapada dos Veadeiros. Universidade de Brasília. Especialização em sociobiodiversidade e sustentabilidade no Cerrado. p. 53. 2018.

FREITAS, C. H. **Atropelamentos de vertebrados nas rodovias MG-428 e SP-334 com análise dos fatores condicionantes e valoração econômica da fauna.** 2009. 85 p. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/106548/freitas_ch_dr_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

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.** 2017. Universidade Federal de Uberlândia, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21390>>.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. Conservation Biology, Boston, v. 19, n. 3, p. 707-713, Jun. 2005. Disponível em: <<http://www.10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>>.

MACIEL, S. **Padrões espaciais e temporais no atropelamento de vertebrados silvestres em duas Estradas-Parque no Cerrado do Brasil Central.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais – PPG-EFL/UnB. Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2019. 79 f. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/37788>>.

OLIVEIRA, A. N. de. **Padrões espacial e temporal do atropelamento de mamíferos em uma rodovia do Cerrado brasileiro**. 2011. 51 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/2020/3623.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

OLIVEIRA, P. A. S.; SOUSA, E. F.; SILVA, F. B. Levantamento de Animais Vertebrados Vítimas de Atropelamentos em Trechos das Rodovias MG-223, MG-190 e BR-352. Revista GeTeC, v. 6, n. 14, 2017.

PRACUCCI, A.; ALVES DA ROSA, C.; BAGER, A. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. Biotemas, Florianópolis, 25 (1), 73-79, março de 2012 ISSN 2175-7925. doi:10.5007/2175-7925.2012v25n1p73.

PRADA, C. S. **Atropelamentos de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise dos fatores envolvidos**. 2004. 129 p. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Ecologia e Recursos Naturais, UFSCar, São Carlos, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/2117/DissCSP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

PRADO, T. R.; FERREIRA, A. A.; GUIMARÃES, Z. F. S. Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados. Acta Sci. Biol. Sci. Maringá,

V. 28, n. 3, 237-241p. 2006. Disponível em:
<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/215/211>.

RAMOS-ABRANTES, M. M. et al. Vertebrados silvestres atropelados na rodovia BR-230, Paraíba, Brasil. Pubvet, [s.l.], v. 12, n. 1, p.1-7, jan. 2018. Editora MV Valero. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22256/pubvet>>.

RESENDE, N. de F. CERRADO: ECOLOGIA, BIODIVERSIDADE E PRESERVAÇÃO. 2012. Disponível em:
<<http://periodicos.cesg.edu.br/index.php/educacaoecultura/article/viewFile/90/121>>.

RIBEIRO, T.R.S. **Influências da pavimentação de rodovias em índices de atropelamento de fauna: o caso da rodovia GO-239 em Alto Paraíso de Goiás.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia da Universidade de Brasília. Brasília: Universidade de Brasília, 2017, 116f.

SANTOS, C. M.; MARTINELLI, A.G.; FONSECA, P.H.M.; CARDOSO, G.C.; SOARES, M.H.; SANTOS, E.A.; CAVENALLI, C.L; TEIXEIRA, V.P.A.; FERRAZ, M.L.F. LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES VÍTIMAS DE ATROPELAMENTO EM UM TRECHO DA RODOVIA BR-262, TRAJETO UBERABA-PEIRÓPOLIS- PONTE ALTA (MG). Revista Ceciliana, 2014. Disponível em:
<https://sites.unisanta.br/revistaceciliana/edicao_12/2.pdf>.

SILVA, R. et al. O impacto das rodovias sobre a fauna de vertebrados silvestres no Cerrado mineiro. Enciclopédia Biosfera, v. 7, n. 12, 2011. Disponível em: <

<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/ambientais/o%20impacto%20das%20rodovias.pdf> >.

SILVA, D. E.; CORRÊA, Luiz L. C.; OLIVEIRA, STEFAN V.; CAPPELLARI, LIZE Helena. Monitoramento de vertebrados atropelados em dois trechos de rodovias na região central do rio grande do sul – brasil. Revista de ciências ambientais – RCA. Canoas, vol. 7, n. 1, 2013, (ISSN 1981-8858). Disponível em: <http://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca>.

SOUZA de, A.S.; DE LUCCA, A. L. T.; DICKFELDT, E. P.; OLIVEIRA de P. R. Impactos de atropelamentos de animais silvestres no trecho da Rodovia SP-215, confrontando ao Parque Estadual de Porto Ferreira, Porto Ferreira, SP. Ver. Inst. Flor. v. 22n. 2. Dez. 315-323p. 2010.

VALADÃO, R. M.; BASTOS, Lilian Freitas; CASTRO, Carolina Pötter de. ATROPELAMENTOS DE VERTEBRADOS SILVESTRES EM QUATRO RODOVIAS NO CERRADO, MATO GROSSO, BRASIL. Multi-Science Journal, [S.l.], v. 1, n. 12, p. 62-74, maio 2018. ISSN 2359-6902. Disponível em: <<https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/multiscience/article/view/447/478>>. doi: <http://dx.doi.org/10.33837/msj.v1i12.447>.