



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA – GEA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**LUANA PEREIRA DE AZEVEDO LIMA**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS  
ATROPELAMENTOS DE FAUNA NA UNIDADE DE  
CONSERVAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA  
DOS VEADEIROS – UM ESTUDO DE CASO NA GO-239.**

Brasília, DF

2020

LUANA PEREIRA DE AZEVEDO LIMA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS  
ATROPELAMENTOS DE FAUNA NA UNIDADE DE  
CONSERVAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA  
DOS VEADEIROS – UM ESTUDO DE CASO NA GO-239.**

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Geografia, área de concentração Gestão Ambiental e Territorial.

***Orientadora: Ruth Elias de Paula Laranja***

Brasília,

2021

**LUANA PEREIRA DE AZEVEDO LIMA**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS ATROPELAMENTOS  
DE FAUNA NA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PARQUE  
NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS – UM ESTUDO DE  
CASO NA GO-239.**

Dissertação de Mestrado submetida à  
Universidade de Brasília, como parte dos  
requisitos necessários para a obtenção do  
grau de Mestre em Geografia.

Aprovado em: \_\_/\_\_/\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ruth Elias de Paula Laranja  
(Orientadora)  
UnB

---

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Fabrício Escarlata Tavares  
(Examinador externo)  
UniCEUB

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Thereza Christina Costa Medeiros  
(Examinadora externa)  
UFT

## FICHA CATALOGRÁFICA

AZEVEDO LIMA, Luana Pereira de

Análise dos impactos ambientais dos atropelamentos de fauna na Unidade de Conservação do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – Um estudo de caso na GO-239.

Distrito Federal, Brasília 18 de março de 2022. 82 p. (PPGGEA - IH - UnB, Mestrado em Geografia, 2022)

Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Departamento de Geografia. Programa de Pós-graduação em Geografia.

/IH/PPGGEA/UnB

Cerrado; Rodovias; Atropelamento de Fauna Silvestre; Frequência média; Severidade; Grau de Impacto Ambiental.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTORIA: Luana Pereira de Azevedo Lima.

TÍTULO: Análise dos impactos ambientais dos atropelamentos de fauna na Unidade de Conservação do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – Um estudo de caso na GO-239.

GRAU – ANO: Mestrado em Geografia – 2022.

Qualquer parte dessa dissertação pode ser reproduzida, desde que citada à fonte.

A todos que perderam alguém querido na pandemia de Covid-19 e aos desenvolvedores das vacinas para essa mazela.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos profissionais de todas as áreas que atuaram, direta ou indiretamente, na linha de frente de enfrentamento à pandemia do novo corona vírus e aos prestadores de serviços essenciais que não pararam suas atividades durante os momentos mais críticos desse triste marco na História.

Agradeço à minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ruth Laranja, por se fazer presente ao longo de todos esses meses de trabalho. Por ser sempre solícita, acolhedora, paciente e compreensiva comigo e com seus demais orientandos em plena pandemia. Agradeço também ao Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Fabrício Tavares e à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Thereza Christina Medeiros por aceitarem fazer parte da banca examinadora e por seus comentários lúcidos e pertinentes.

À Tatiana Ribeiro por ter sido tão importante nessa caminhada. Colega e amiga que ganhei graças ao ingresso na pós-graduação. Muito obrigada, Tati, por me ajudar sem pestanejar e de todas as maneiras possíveis. Seja indo a campo comigo para me ensinar como fazer a coleta de dados, emprestando bibliografia, nos momentos de desabafo, me acalmando e tranquilizando quando tive crises de ansiedade geradas pela insegurança do desconhecido. Sem você esse trabalho não existiria, sou eternamente grata à sua pessoa. MUITÍSSIMO obrigada.

À minha mãe, Paula, por todos os puxões de orelha e por toda cumplicidade. A pessoa que sei que nunca me abandonará por nada nessa vida. Obrigada por ter me recebido num momento de fragilidade. Eu te amo.

Ao meu pai, Ricardo, por ser uma das minhas maiores inspirações. Homem ético, responsável e estudioso e a pessoa que me fez querer ingressar na vida acadêmica. Obrigada por sempre apoiar minhas decisões. Eu te amo.

Aos meus amados avós, Selva e Wilson. Exemplo de que o amor romântico pode, sim, ser eterno. Obrigada por tudo. Eu amo vocês.

À minha irmã, Marília.

Às minhas amigas queridas, aquelas que fiz ainda na época da graduação da Universidade de Brasília: Naiara, Banzinha e Elaine. Minhas fiéis escudeiras, nossa amizade é um tesouro para mim.

À Lelê, agradeço por ser sempre tão sincera, verdadeira e carinhosa.

Ao Pedão, meu grande amigo. Obrigada por me ajudar a segurar a barra quando achei que não ia conseguir. Obrigada pelos anos ao meu lado e por todo o companheirismo.

Aos voluntários que me ajudaram com as coletas em campo: Ana, Alan, Milena, Alexandre, Jamilly, Pedro e Grazi. A esta última agradeço também pela amizade que estamos cultivando desde o nosso primeiro campo juntas.

Ao ICMBio por ceder o alojamento do PNCV durante o levantamento de dados.

À CAPES e ao CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa para realização do mestrado.

A todos que, de alguma maneira, fizeram e fazem meu caminho ser mais leve. Muito obrigada!

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.....	18
Figura 2 - Mapa de localização da rodovia estadual GO-239 que corta o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. ....	35
Figura 3 - Perfil topográfico da rodovia estadual GO-239. ....	38
Figura 4: Mapa geral da distribuição dos atropelamentos ao longo da GO-239.....	40
Figura 5: Mapa da distribuição de anfíbios ao longo da GO-239. ....	41
Figura 6: Mapa da distribuição de aves ao longo da GO-239. ....	42
Figura 7: Mapa da distribuição de mamíferos ao longo da GO-239.....	43
Figura 8 - Mapa da distribuição de répteis ao longo da GO-239.....	44



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias referentes aos valores das taxas médias de atropelamentos.	45
Tabela 2 - Peso dos atributos relacionados a densidade populacional local. ....	46
Tabela 3 - Pontuação de severidade em relação a categorias de extinção. ....	47
Tabela 4 - Peso dos atributos relacionados a classificação como endêmico. ....	47
Tabela 5 - Peso dos atributos relacionados a presença do animal atropelado em uma área de conservação. ....	48
Tabela 6 - Configuração hipotética da severidade. ....	49
Tabela 7 - Grau de significância do impacto ambiental causado pelo atropelamento. ....	49
Tabela 8 - Enquadramento do grau de significância de impacto ambiental em rodovias a partir do atropelamento de vertebrados. ....	50
Tabela 9 - Total de indivíduos atropelados por campanha nos meses de amostragem. ....	52
Tabela 10 - Total de indivíduos por classe. ....	52
Tabela 11 - Classificação das categorias das frequências médias de atropelamentos por mês de coleta. ....	53
Tabela 12 - Índice de constância de cada indivíduo coletado. ....	55
Tabela 13 - Amostra de indivíduos por mês de coleta. ....	57
Tabela 14 - Severidade média por mês de coleta. ....	61
Tabela 15 - Relação entre as frequências médias de atropelamento e das severidades médias por período de coleta. ....	72
Tabela 16 - Grau de impacto dos atropelamentos de fauna por período de coleta. ...	72
Tabela 17 - Grau de significância do impacto ambiental causado pelo atropelamento. ....	73
Tabela 18 - Enquadramento do grau de significância de impacto ambiental em rodovias a partir do atropelamento de vertebrados. ....	73

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Variação mensal de animais atropelados entre setembro de 2019 e março de 2020 em relação ao total de campanhas realizadas .....	52
Gráfico 2: Total de indivíduos por classe .....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS

CBEE	Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
PNCV	Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros
OMS	Organização Mundial da Saúde
PRIM	Plano de Redução de Impactos à Biodiversidade
UC	Unidade de Conservação

## SUMÁRIO

1. RESUMO .....	14
2. ABSTRACT .....	15
3. APRESENTAÇÃO .....	16
3.2 Objetivo geral .....	19
3.3 Objetivos específicos .....	19
3.4 Pergunta da pesquisa .....	20
4. REFERENCIAL TEÓRICO .....	20
4.1 O atropelamento de fauna no olhar biogeográfico .....	20
4.2 Impactos das rodovias sobre a fauna.....	21
4.2.1 Detectabilidade e remoção de carcaças das rodovias.....	24
4.3 A paisagem e o atropelamento de fauna.....	26
4.3.1 Rodovias como agentes de fragmentação da paisagem.....	30
4.4 Características estruturais.....	31
4.5 Atropelamento de fauna em Unidades de Conservação.....	32
5. METODOLOGIA .....	35
5.1 Procedimentos de campo.....	36
5.2 Identificação da fauna atropelada .....	38
5.3 Análise dos dados.....	38
5.3.1 Elaboração de planilhas .....	38
5.3.2 Espacialização e análise quantitativa dos dados.....	39
6. ORGANOGRAMA.....	50
7. RESULTADOS .....	51
5.1 Campanhas.....	51
7.2 Taxa de atropelamento e índice de constância.....	53
7.3 Severidade.....	60
7.4 Grau do impacto ambiental dos atropelamentos de fauna .....	72

8. CONCLUSÃO.....	73
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	76
10. APÊNDICES.....	81

## 1. RESUMO

O Brasil é um país de proporções continentais e a maior parte locomoção terrestre se dá por meio das estradas e rodovias. As colisões de veículos com a fauna silvestre são a principal causa da perda direta de fauna, além de oferecerem riscos a vidas humanas. Isto posto, este trabalho tem como objetivo principal identificar o grau do impacto ambiental gerado pelos atropelamentos de fauna no trecho da GO-239 que liga o município de Alto Paraíso de Goiás ao vilarejo de São Jorge, na Chapada dos Veadeiros. A partir do cruzamento das informações das frequências médias de atropelamentos e dos atributos de severidade (densidade populacional, estado de conservação, endemismo e área de conservação), a metodologia utilizada gerou valores que representam o grau de significância do impacto ambiental causado pelos atropelamentos num trecho de 36km. Os resultados demonstram que o os graus de impacto causados pelos atropelamentos de fauna silvestre na rodovia estadual GO-239 são extremamente altos e muito alto. As análises são referentes aos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2019 e janeiro e março de 2020. Para cada mês, calculou-se os valores médios propostos. Foram identificados 186 indivíduos, sendo 82 anfíbios, 59 aves, 16 mamíferos e 29 répteis. Apesar de anfíbios e aves apresentarem maior número de indivíduos atropelados ao longo da pesquisa, o trecho como um todo demonstra ser preocupante ao se tratar de atropelamento de fauna. Por isso, ao se executar obras de criação ou de manutenção em rodovias, para além da implementação de medidas de mitigação como cercas, túneis e passagens aéreas, é interessante que seja feito também um intenso trabalho de educação ambiental nas localidades.

**PALAVRAS CHAVE:** Cerrado; Rodovias; Atropelamento de Fauna Silvestre; Frequência média; Severidade; Grau de Impacto Ambiental.

## **2. ABSTRACT**

Brazil is a country of continental proportions and most terrestrial locomotion is through roads and highways. Vehicle collisions with wildlife are the main cause of direct loss of wildlife, in addition to posing risks to human lives. The main objective of this work is to identify the degree of environmental impact generated by the wildlife roadkills on the stretch of GO-239 that connects the municipality of Alto Paraíso de Goiás to the village of São Jorge, in Chapada dos Veadeiros. By crossing the information on the average frequencies of roadkill and the severity attributes (population density, conservation status, endemism and conservation area), the methodology used generated values that represent the degree of significance of the environmental impact caused by roadkill in the stretch of 36km. The results demonstrate that the degrees of impact caused by wildlife road kills on the GO-239 state road are extremely high and very high. The analyzes refer to the months of September, October, November, December 2019, January and March 2020. For each month, the proposed average values were calculated. 186 individuals were identified, of which 82 were amphibians, 59 were birds, 16 were mammals and 29 were reptiles. Although amphibians and birds present a greater number of individuals being run over during the research, the stretch as a whole shows to be worrying when dealing with wildlife roadkill. Therefore, when carrying out construction or maintenance works on highways, in addition to implementing mitigation measures such as fences, tunnels and air passages, it is interesting that an intense environmental education work be carried out in the localities.

*KEY WORDS: Cerrado; Road; Wildlife roadkill; Average frequency; Severity; Degree of Environmental Impact.*

### 3. APRESENTAÇÃO

O estudo de atropelamentos de fauna é imprescindível para que medidas mitigatórias sejam tomadas, para conhecer a biodiversidade e distribuição de fauna local e para gerar dados biogeográficos complementares. As colisões veiculares com a fauna silvestre representam risco à biodiversidade e à vida humana.

A revisão teórica realizada nesta dissertação indica que existem diversos tipos de abordagens metodológicas úteis para avaliação do atropelamento de vida selvagem. A depender do objetivo final de cada pesquisa, diferentes métodos estatísticos podem ser aplicados a fim de compreender a dinâmica espacial dos atropelamentos.

Pode-se observar, na maioria dos estudos de caso, sejam eles realizados em áreas urbanas ou não, que os atributos de paisagem e de estradas têm influência direta nos atropelamentos. Logo, é válido ressaltar que, ao se construir novas estradas ou ao se realizar manutenção das existentes, as medidas de mitigação voltadas para atenuação dos impactos das colisões ou até mesmo a diminuição de ocorrências, devem levar em conta esses aspectos.

Os atropelamentos de fauna geram, para o homem, consequências de cunho econômico, sanitário e social. Além dos diversos impactos ambientais causados pelas construções de estradas, a mortalidade animal por atropelamento chega a ser o principal fator de efeito direto sobre a fauna e pode, caso seja um evento recorrente, gerar riscos futuros às populações animais (DORNAS, et. al. 2012).

O Brasil é um país de proporções continentais e o principal meio de locomoção terrestre se dá por meio de rodovias (VASCONCELOS, 2000). De acordo com dados disponibilizados no Sistema Urubu<sup>1</sup>, desenvolvido pelo Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE<sup>2</sup>), todos os anos, aproximadamente 445 milhões de animais são atropelados nas estradas brasileiras e, até a primeira quinzena de fevereiro de 2022, o número estava em aproximadamente 39 milhões de animais de pequeno porte, 4 milhões de médio porte e 580 mil de grande porte.

Segundo Bager e Rosa (2010), as colisões de veículos com animais ocorrem nas estradas, em suma, pelo fato de que estas cortam os habitat naturais da fauna, gerando mudanças comportamentais de movimentação e, conseqüentemente,

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://sistemaurubu.com.br/dados/>. Acesso em: fevereiro de 2022.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://ecoestradas.com.br/>. Acesso em: janeiro de 2021.



atropelamentos. Isto posto, os autores afirmam que, por muitas vezes, as medidas mitigadoras como tuneis ou cercas, por exemplo, não são implementadas por limitações econômicas.

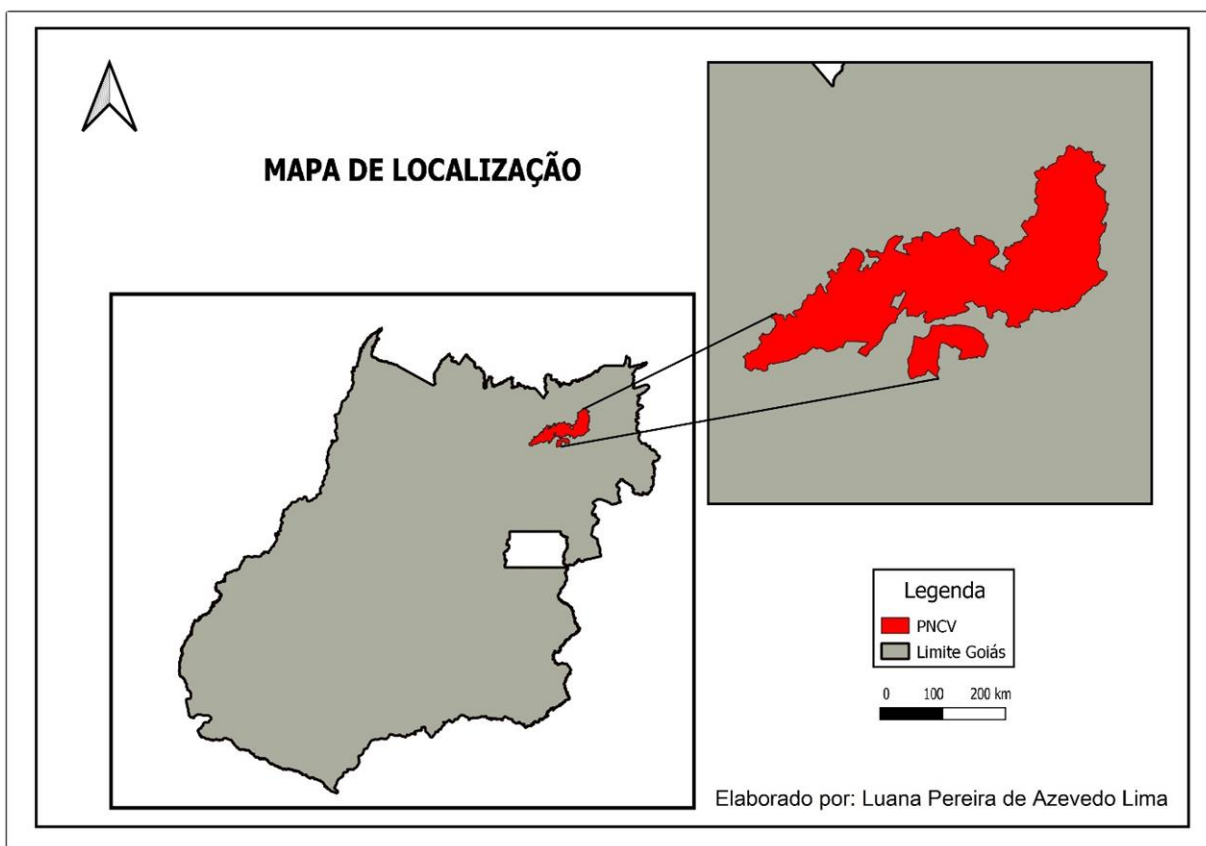
A área de estudo em questão faz parte do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Esta Unidade de Conservação teve seu perímetro ampliado em 2017 (BRASIL), chegando a quadruplicar de tamanho, passando de 65 mil hectares para 240 mil hectares.

O PNCV é reconhecido como Patrimônio Mundial Natural e zona núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado, títulos concebidos pela UNESCO, além de ser um dos três principais centros de endemismo de Cerrado (ICMBIO). O acesso mais utilizado para chegar até lá é por meio de rodovias.

O título de Reserva da Biosfera

(...) engloba o Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, conta com uma área núcleo de 115.714 ha, uma zona de amortecimento de 900.000 ha e uma zona de transição de 1.900.000 ha, aproximadamente. Sua zona-núcleo é composta pelo Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, o Parque Estadual da Terra Ronca e o Parque Municipal de Itiquira. Esta Reserva da Biosfera, em novembro de 2000, teve seu tamanho original ampliado em dez vezes pela UNESCO, atingindo cerca de dois milhões de hectares. (ICMBIO, 2009).

Figura 1 - Mapa de localização do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

O Cerrado está localizado na região do Brasil Central, ocupando cerca de 23,9% do território brasileiro em extensão e apresenta vegetação do tipo savana considera mais rica em biodiversidade do mundo (ICMBio<sup>3</sup>).

Muitos fatores podem levar alguma espécie a extinção, o uso e a ocupação do solo podem vir a serem determinantes. Práticas como desmatamento, monoculturas e pecuária utilizam de grandes áreas para serem aplicadas e, com isso, diminui-se o habitat de diversas espécies, não obstante as estradas se tornam necessárias a fim de transportar insumos e produtos que são necessários e gerados por tais práticas. Logo, a construção de rodovias também contribui para uma fragmentação e mudança na dinâmica comportamental da fauna (BAGER *et al.*, 2007).

Vale ressaltar que animais carniceiros, por exemplo, podem vir a causar atropelamentos secundários, uma vez que se posicionam nas estradas a fim de

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/50-menu-biodiversidade/220-cerrado>. Acesso em abril de 2021.

inspecionar e coletar as carcaças já presentes nas estradas e rodovias. Conseqüentemente, as rodovias têm influência direta na fauna no que se diz respeito às mortalidades advindas dos atropelamentos (BAGER *et al.*, 2007).

Este trabalho tem como finalidade analisar a aplicabilidade da metodologia sugerida por Gustavo Lins, Oscar Barbosa e Josimar Almeida (2018), a qual fora proposta para mensurar os impactos ambientais causados pelo atropelamento de fauna silvestre, ao longo da rodovia estadual GO-239, principal via de acesso ao Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.

No dia 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou pandemia do novo Corona Vírus. Logo, a presente pesquisa sofreu alterações de seus objetivos devido ao contexto global. Devido às medidas restritivas de segurança sanitária sugeridas pela OMS, dentre elas a quarentena e o distanciamento social, o trabalho de campo teve que ser interrompido antes do previsto.

Assim, compreende-se que, a análise inicial seria baseada na coleta de dados primários num período de 12 meses, entretanto a amostra a ser utilizada corresponde ao levantamento feito por 6 meses na área de estudo, o qual findou-se por ser considerado uma atividade não essencial no presente momento.

### **3.2 Objetivo geral**

O presente trabalho pretende identificar o grau do impacto ambiental gerado pelos atropelamentos de fauna no trecho da GO-239 que liga o município de Alto Paraíso de Goiás ao vilarejo de São Jorge.

### **3.3 Objetivos específicos**

- Identificar carcaças de animais atropelados ao longo do trecho da GO-239 que liga os municípios de Alto Paraíso do Goiás e de São Jorge para gerar um rol dos animais detectados;
- Analisar os índices de atropelamentos de fauna silvestre na rodovia estadual GO-239, como subsídio para o manejo da fauna e da biodiversidade.
- Testar a aplicabilidade da metodologia proposta por Lins *et al.* (2018) para analisar o impacto ambiental gerado pelo atropelamento de fauna.

### **3.4 Pergunta da pesquisa**

Qual é a magnitude dos impactos ambientais dos atropelamentos de fauna silvestre na GO-239, na Chapada dos Veadeiros?

## **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 O atropelamento de fauna no olhar biogeográfico**

Diversos autores cunharam conceitos para definir o que vem a ser a biogeografia. Há alguns pontos em comum entre diversas conceituações, entre eles destaca-se a importância da maneira que ocorre a distribuição espacial das espécies na superfície terrestre e sua consequente adaptação em diferentes lugares (CAMARGO, TROPMAIR, 2002).

Alfred Russel Wallace foi um biogeógrafo contemporâneo de Charles Darwin e que tem grande relevância dentro da área por ter estudado a distribuição das espécies e por descrever modelos biogeográficos. Uma de suas observações, considerada inédita até então, foi a de que os rios amazônicos podiam ser considerados como barreiras físicas naturais, tendo direta influência na distribuição espacial das espécies na região. (CARMO, 2012).

Cox, Moore e Ladle (2016) apontam para a necessidade de se entender que diversas áreas do conhecimento como evolução, taxonomia, ecologia, geologia, paleontologia e climatologia se resvalam do termo para analisar diferentes objetos. Camargo e Troppmair (2002) descrevem a Biogeografia como uma ciência interdisciplinar calcada nos saberes científicos da Geologia, Biologia, Zoologia, Ecologia, Botânica, Geografia e afins.

De maneira sucinta, Huggett (2004) define biogeografia como “o estudo de geografia, ecologia e evolução dos seres vivos”. O autor vincula duas razões relevantes para que entendamos como se dá a análise biogeográfica: a ecológica e a histórico-geográfica. Ao tratar da razão ecológica, temos a ideia de população, a qual remete à ecologia analítica. Entende-se que as populações são formadas por espécies que apresentam diferentes características e diferentes maneiras de adaptação ao ambiente. Esta última é considerada pelo autor o objeto de análise da biogeografia ecológica, onde as populações interagem com os fatores bióticos e abióticos dos lugares onde estão inseridas.

Quando se trata da razão histórico-geográfica, trata-se tanto dos conceitos de centros de origem e dispersão, (entende-se que as espécies se espalham pela superfície terrestre por diversos motivos), como também do conceito de vicariância, o qual consiste na divisão entre duas ou mais populações em decorrência de alterações climáticas e geológicas, surgindo assim grupos isolados ao redor do planeta (HUGGETT, 2004).

Dentre tantas análises possíveis, a biogeografia da conservação é uma das possibilidades em análises tais como de atropelamento de fauna silvestre. Compreende-se que a biogeografia da conservação tem como objetivo preservar o meio ambiente sob qualquer circunstância pois fatores como poluição, desmatamento, mudanças climáticas, etc. contribuem para a diminuição e/ou perda da biodiversidade. Por isso, os conservacionistas apontam pelo menos cinco justificativas plausíveis para a conservação das espécies, são elas: econômica, ecológica, estética, moral e cultural (HUGGETT, 2004).

Ribeiro (2017) fala em preocupação com o “bem-estar social, econômico e ambiental” quando fazemos análises a partir de uma perspectiva biogeográfica. No caso do atropelamento de fauna, esses três fatores antes citados são determinantes para tomadas de decisão, tendo em vista que os critérios dessa ciência vão além da mera espacialização dos dados. Camargo e Troppimar (2002) elucidam que não há como desvincular as ações “antropocênicas” (sic) da espacialização dos seres vivos quando a análise biogeográfica é feita por Geógrafos.

O olhar geográfico não separa o homem do meio em que está inserido, pois “(...) um trabalho biogeográfico do ponto de vista do ‘geógrafo’ tem necessidade de explicar a distribuição dos seres vivos (fauna e flora) no espaço, e correlacioná-las sempre com os demais aspectos ambientais (fatores abióticos) e o próprio Homem (fatores culturais), apresentando, assim, uma visão muito mais ampla e complexa (CAMARGO & TROPPIMAR, 2002)”.

## **4.2 Impactos das rodovias sobre a fauna**

As rodovias apresentam particularidades que podem influenciar a fragmentação de habitat como, por exemplo, o tráfego de veículos. As estruturas rodoviárias afetam a dinâmica de deslocamento de fauna, agravando os efeitos de borda e barreira para a classe dos mamíferos, aves e anfíbios. Além desses efeitos,

os atropelamentos afetam as espécies de fauna que possuem maior aptidão de deslocamento e que são consideradas mais tolerantes, fazendo com que as rodovias representem um agente de fragmentação que afeta diretamente as mais diferentes espécies com as mais diversas necessidades ecológicas (DA ROSA, 2012).

Percebe-se que os efeitos causados pelas rodovias na fauna e no meio ambiente são distintos e diversos, portanto, medidas mitigatórias podem vir a ser insuficientes para cessá-los ou repará-los por completo. Assim sendo, pode-se considerar que as rodovias geram sequelas negativas tanto para a fauna de ambientes terrestres como aquáticos (TROMBULAK, FRISSELL, 2000). Arroyave *et al.* (2006) apontam para três principais impactos causados pelas rodovias sobre a fauna, sendo: 1) atropelamentos; 2) isolamento populacional; 3) mudanças nos padrões reprodutivos.

Em um levantamento bibliográfico realizado por Trombulak e Frissell (2000), acerca dos efeitos das rodovias, os autores constataram que existem sete principais consequências oriundas desses empreendimentos, são eles: mortalidade em detrimento da construção das rodovias, mortalidade por colisão com veículos, mudanças no comportamento da fauna, alteração do meio ambiente, alteração no ambiente químico, espalhamento de espécies exóticas e ampliação de áreas utilizadas pelo ser humano.

Garriga *et al.* (2012) observam que os atropelamentos em rodovias afetam todos os grupos taxonômicos, sendo o principal fator de influência na sobrevivência das espécies. Os autores constataram inclusive, que áreas de conservação apresentam maiores índices de atropelamentos do que áreas que não são protegidas. A relação entre atropelamentos de fauna em Unidades de Conservação será analisada no item 2.7 deste trabalho.

Segundo Jarvis, Hartup e Petrovan (2019), medidas mitigatórias foram implementadas na Inglaterra a fim de diminuir os impactos causados em populações de anfíbios devido à perda e fragmentação de habitat por causa da urbanização e pelo desenvolvimento de estradas. Os autores revelam que, apesar de movimentos em forma de U, a maioria dos anfíbios conseguiu se locomover para diferentes lugares por dentro dos túneis no norte da Inglaterra.

Também se notou a efetividade das cercas na prevenção da mortalidade dos anfíbios. Todavia ressaltaram que, diferente dos sapos e rãs, as salamandras usaram

o túnel com mais frequência no outono. Afirmam ainda que as cercas, aliadas aos sistemas de túneis, são mais eficazes para os anfíbios no que se diz respeito à prevenção de atropelamentos e à recomposição dos habitat, pois resultam em eco passagens - passagens subterrâneas de estradas ou em bueiros da vida selvagem (JARVIS, HARTUP e PETROVAN, 2019).

Plante, Jaeger e Desrochers (2019) abordam de que maneira o contexto da paisagem e cercas influenciam nos atropelamentos de mamíferos de pequeno e médio porte em Quebec. Após a ampliação da rodovia 175 (a qual corta uma área de reserva ambiental, faz fronteira com uma floresta e com um Parque Nacional), foram instaladas 33 passagens embaixo da mesma, combinadas com cercas. Foram analisados 136km ao longo da rodovia, alternando o ponto de partida em quatro lugares.

As pesquisas eram realizadas durante três horas, a 70km/h, contavam com apenas um motorista e um observador. Coletavam-se as coordenadas geográficas, faziam-se anotações a respeito da taxonomia e em seguida retiravam-se as carcaças da pista. A análise espacial dos atropelamentos, cercas e passagens se deu por meio do *software* ArcGIS. A rodovia foi dividida em segmentos de 100m, totalizando 1360 segmentos. A análise estatística se deu com o auxílio do *software* R statistical.

Notou-se que a ocorrência de animais mortos foi mais significativa ao fim das cercas, sugerindo que elas não eram longas o suficiente. Com isso, explicam o termo “*fence-end-effect*” (efeito de fim da cerca, em tradução livre), que ocorre quando os animais caminham paralelamente até o fim da cerca para atravessar a pista e acabam sendo atropelados. Os autores associam a localização dos atropelamentos à paisagem, tendo em vista que a maior parte deles ocorreu mais perto de florestas.

Plante, Jaeger e Desrochers (2019) também levam em consideração o fato de que na maioria dos estudos sobre atropelamento de fauna, ignora-se a possibilidade de detecção de carcaças, subestimando assim a real taxa de mortalidade. Isso porque a probabilidade de detecção depende do tamanho do animal e da experiência do observador, logo, as medidas de mitigação são voltadas para a fauna de maior porte, pois representam mais “perigo” para a vida humana.

Cserkés, Ottlecz, Cserkés- Nagy e Farkas (2013) fizeram uma análise espacial acerca dos atropelamentos de fauna nas estradas da Hungria e propõem uma ferramenta de mitigação a partir do mapeamento dos atropelamentos e sua

integração com os *hotspots* através de um sistema de navegação de carro. O objetivo do trabalho era investigar a causa dos atropelamentos na presença de cercas e o objetivo principal era identificar os *hotspots* ao longo das estradas cercadas no país. Os dados de atropelamento foram obtidos através do órgão gestor das estradas húngaras e foram digitalizados em softwares de geoprocessamento.

Um modelo linear generalizado foi gerado a partir da regressão linear de Poisson. Outros métodos estatísticos também foram utilizados como a estatística de Wald e o critério de informação de Akaike. Foram criados sete conjuntos de modelos: cinco modelos globais utilizando variáveis de paisagem e relacionadas às estradas e dois modelos que sugeriram que os atropelamentos estavam mais propícios de acontecerem nas junções de estradas, pontes e lagos (CSERKÉSZ *et al.* 2013).

Por fim os autores sugerem possíveis medidas mitigatórias que podem ser tomadas para diminuição dos atropelamentos como repelentes sonoros – rápida adaptação dos animais, implementação de “mata-burros<sup>4</sup>” – animais tendem a não atravessar e os carros a diminuírem a velocidade, manutenção das cercas, rampas de fuga e portas que abrem apenas para um lado ao longo das cercas.

Bernardes Freire *et. al.* (2011), realizaram um estudo no qual avaliaram os impactos causados pelos ruídos provenientes da rodovia que corta o Parque Estadual do Morro do Diabo. Para isso, utilizaram um decibelímetro para detectar o alcance do som proveniente da estrada em diferentes pontos fora dela. Notou-se que o som nas margens da rodovia age de maneira superior e pode, de maneira prolongada, causar danos às populações ali presentes.

Apesar de tipos distintos de ruídos gerarem impactos diferentes sobre a fauna, os resultados indicaram que aqueles considerados mais acentuados atingiram pouco os animais, entretanto os ruídos considerados ambientes (por volta de 40 dB) podem atingir a fauna forçando seu afugentamento e assim alterar a distribuição de fauna na região.

#### **4.2.1 Detectabilidade e remoção de carcaças das rodovias**

Por muitas vezes, os impactos das rodovias sobre a letalidade dos vertebrados podem vir a ser subestimados, já que há uma tendência de não levar em

---

<sup>4</sup> Expressão utilizada para definir “Fosso escavado, coberto de traves espaçadas, para vedar a passagem de animais, especialmente de gado bovino e equinos” (MATA-BURRO, 2021).



consideração, ao se analisar a gravidade dos atropelamentos, as taxas de probabilidade de detecção e de remoção de carcaças das pistas. Esses índices subestimados geralmente estão relacionados com a detecção de animais de menor porte como aves e anfíbios, o mesmo não ocorre com tanta frequência para mamíferos em decorrência do maior porte (TEIXEIRA; COELHO; ESPERANDIO; KINDEL, 2013).

Teixeira *et al.* (2013) tratam sobre as estimativas de mortalidade de vertebrados em estradas, abordando os métodos de amostragem e remoção de carcaça. São demonstrados dois fatores determinantes para se obter estimativas de mortalidade, a remoção da carcaça entre a hora da morte e o momento da pesquisa de campo e a detectabilidade - quando se refere à permanência da carcaça na pista, consideram-se a influência do clima, a atividade de animais carniceiros e a intensidade de tráfego.

Já a detecção em si depende do tamanho do animal, da vegetação que se encontra próxima da estrada e dos métodos e habilidade dos pesquisadores. Ressalta-se que, ao não se considerarem esses aspectos, os padrões espaço-temporais são afetados e ocorre desperdício de vidas e também de recursos. É levantada a hipótese de que grupos taxonômicos como anfíbios e aves são mais fortemente desmerecidos devido ao pequeno tamanho e à baixa permanência e detectibilidade. A magnitude da mortalidade viária foi calculada a partir de um modelo matemático voltado para as fatalidades aviárias (TEIXEIRA; COELHO; ESPERANDIO; KINDEL, 2013).

O monitoramento de permanência feito por Teixeira *et al.* (2013) foi realizado na RSC 453/ERS 486, no Rio Grande do Sul, durante quatro dias consecutivos em um período de 11 meses, totalizando 10 trabalhos de campo. O veículo constava com um motorista, dois observadores e ia a uma velocidade que variava entre 40 e 50 km/h. A avaliação da probabilidade de detecção foi realizada, a fim de comparação, de carro e a pé.

Já Santos (2017), afirma que a maior dificuldade em relação aos estudos de monitoramento de fauna é a detectabilidade de carcaças, sendo esse um dos principais vieses metodológicos das pesquisas sobre o tema. O autor entende como detectabilidade a probabilidade de colisão entre um veículo e um animal, juntamente com a probabilidade de detecção da carcaça. Tendo em vista que a permanência das carcaças na rodovia é de aproximadamente dois dias e que as campanhas são

realizadas quinzenal ou até mensalmente, o autor considera que o tempo de permanência nas estradas é relativamente curto.

A vegetação ao redor da rodovia está diretamente ligada com a permanência das carcaças, isto porque quanto maior a cobertura vegetal, mais diversa é a comunidade de animais carniceiros. Logo, quanto mais vasta a área de Cerrado, menor é o tempo de permanência na via, ao contrário do que acontece em áreas circundadas por pasto ou áreas desmatadas. Apesar disso, animais de menor porte tendem a permanecer menos tempo nas pistas por causa da degradação causada pelo fluxo de veículos, o que dificulta a sua retirada por animais secundários (SANTOS, 2017).

### **4.3 A paisagem e o atropelamento de fauna**

Fabrizio *et al.* (2019) abordam a questão da aptidão de habitat *versus* a conectividade da paisagem na região de Abruzzo, na Itália e têm como objetivo avaliar a importância relativa da aptidão de habitat e da conectividade da paisagem na determinação do risco de atropelamento de texugos. Entende-se como a conectividade de paisagem o grau em que a paisagem facilita ou dificulta a movimentação dos indivíduos na procura de recursos. Segundo os autores, alguns estudos consideram a conectividade de paisagem como uma consequência direta da aptidão de habitat.

No caso do estudo de Abruzzo, a coleta de dados se deu de duas formas: 1) detecção de texugos vivos feita a partir de imagens de câmera fotográficas inseridas em áreas protegidas; 2) detecção de texugos atropelados ao longo de toda a rede regional de estradas. Para análise dos dados, elaborou-se o Modelo de Aptidão de Habitat utilizando três parâmetros topográficos e dois de vegetação e foram utilizadas imagens de satélite LANDSAT 7. O Modelo de Aptidão de Habitat é composto por seis modelos algorítmicos, já o modelo de conectividade de paisagem foi gerado através da teoria do circuito elétrico, utilizando o *software* CIRCUITSAPE.

Assim foi possível desenvolver um modelo de risco de atropelamento com mapas derivados dos outros modelos citados. Os autores concluíram que a aptidão de habitat se mostrou menos importante do que a conectividade da paisagem na determinação dos atropelamentos e que o risco de atropelamento indicou relação

direta com a densidade local e regional das estradas (FABRIZIO, DI FEBBRARO, D'AMICO, FRATE, ROSCIONI, & LOY, 2019).

O estudo de caso realizado por Santos, Lourenço, Mira e Beja (2013), referente aos atropelamentos de corujas em Portugal, analisou a contribuição relativa de riscos gerais de atropelamento, aptidão de habitat e a conectividade funcional da paisagem. Baseado em outros atropelamentos de vertebrados coletados na mesma área de estudo, gerou-se um índice simples de atropelamento.

Com dados detalhados sobre a distribuição da coruja, criou-se um Modelo de Aptidão de Habitat, onde foram utilizados mapas de uso do solo e 11 variáveis de paisagem. Também foram desenvolvidos modelos de atropelamentos baseados na regressão Gaussiana e utilizou-se particionamento hierárquico para explicar a variação dos atropelamentos (SANTOS, LOURENÇO, MIRA e BEJA, 2013).

A estimativa do risco de atropelamento intrínseco se deu por um índice simples: todos os vertebrados coletados menos as corujas. A aptidão de habitat considerada foi a probabilidade de ocorrência da coruja dentro de buffers predeterminados, também se fez uso de “*playback*” na tentativa de detectar indivíduos. O Modelo de Aptidão de Habitat foi baseado no uso de diferentes métodos estatísticos como máxima entropia e Jackknife. Os padrões de conectividade foram pautados em mapas territoriais, algoritmo de Dijkstra modificado e estimativa de densidade de Kernel.

A análise dos dados do estudo de Santos, Lourenço, Mira e Beja (2013) se deu por modelos de regressão Gaussiana, critérios de informação de Akaike corrigidos, mapeamento espacial, partição de variáveis hierárquicas, coeficiente de determinação  $R^2$  e diferentes *softwares*. Os autores indicam que a variável ecológica mais importante para explicar o padrão de atropelamentos das corujas é o índice de risco, e os fatores específicos de estradas são mais importantes que os específicos das espécies para explicar os padrões dos atropelamentos.

Santos, Mota-Ferreira, Aguiar e Ascensão (2018), avaliaram o risco de atropelamento em rodovias na cidade de Brasília, contabilizando problemas de detecção e relacionando-os com informações de uso do solo. Os autores desenvolveram um Modelo de Detecção de Ocupação (MDO), o qual avalia a preferência de uma espécie por atravessar ou forragear em uma determinada sessão da estrada e um Modelo Bayesiano de ocupação hierárquica, o qual relaciona o risco de travessia com a cobertura do solo e com informações da estrada. Os

levantamentos de dados nas estradas eram realizados com dois observadores e um motorista, a cada dois dias e a velocidade do veículo era de 50 km/h.

Santos, Mota-Ferreira, Aguiar e Ascensão (2018) realizavam a identificação taxonômica de maneira detalhada, coletavam as coordenadas com GPS e em seguida retiravam as carcaças da pista a fim de evitar checagem duplicada. As espécies com mais de 30 registros foram utilizadas no desenvolvimento do MDO.

O uso do solo foi identificado a partir de imagens de satélite RapidEye e o período de monitoramento foi dividido entre estações secas e chuvosas. Utilizou-se o Método Gelman-Rubin para verificar convergência entre modelos e estimou-se uma média de travessia de estradas. Concluíram, através dos modelos hierárquicos, que o risco de travessia é influenciado pelo uso do solo (SANTOS, MOTA-FERREIRA, AGUIAR e ASCENSÃO, 2018).

Gagné, Bates e Bierregaard (2015) realizaram um estudo de caso a respeito dos atropelamentos de corujas na cidade de Charlotte, no estado da Carolina do Norte, nos Estados Unidos. Dados sobre atropelamentos foram provenientes de um centro de reabilitação para o qual são levados animais atropelados. Utilizou-se o *software* Google Earth para plotar as coordenadas geográficas e o limite de velocidade e para medir a largura das pistas.

Com o *software* ArcGIS 10.1, gerou-se um número igual de não-atropelamentos em lugares aleatórios nas estradas para ser usado como pseudo-ausência em modelos de regressão logística e simultaneamente autológica. Estimou-se a aptidão de habitat de paisagens circulares centradas em localidade de colisão (ou não-colisão). Foram atribuídos pontos de aptidão para a cobertura do solo que variam entre 2 e 0 e somaram-se os pontos de paisagem proporcionalmente às classes.

Para modelar os efeitos, utilizou-se regressão logística e o teste de Hosmer-Lemeshow para testar a bondade do ajuste, onde os p valores foram ajustados para múltiplas comparações a partir do método de Hochberg, do Índice de Moran e, baseados na regra de Sturge, foram gerados correlogramas. Modelos de regressão autológica foram classificados através do Critério de Informação de Akaike.

Gagné, Bates e Bierregaard (2015) então afirmam que as características da paisagem e da estrada são determinantes nos atropelamentos, sendo que a probabilidade é maior por causa da velocidade e da largura da via do que por causa da paisagem e da aptidão de habitat. Todavia, há de se considerar também que, para

determinados grupos, além das colisões envolvendo fauna diretamente relacionadas com as características estruturais das rodovias e com a paisagem, existem os atropelamentos intencionais, muito comum de acontecerem com as serpentes, por exemplo. Em muitos casos os indivíduos estavam atravessando de uma margem para outra e suas carcaças são detectadas entre as duas faixas da rodovia.

Assis, Giacomini e Ribeiro (2019) propõem um “Índice de Permeabilidade de Estradas” como método que agrega conhecimento específico e dados quantitativos de permeabilidade de estradas. O estudo foi feito com dados de duas estradas localizadas no estado de São Paulo. Entende-se como permeabilidade em que grau uma barreira inibe ou facilita o movimento de fauna (ASSIS, GIACOMINI e RIBEIRO, 2019). O Índice de Permeabilidade de Estradas é um índice multi-taxonômico e considera diferentes escalas espaciais, combinando efeitos da infraestrutura de estradas na permeabilidade da fauna, auxiliando na identificação de hotspots de atropelamentos.

O Índice foi desenvolvido em três etapas. Na primeira foram selecionados especialistas com conhecimento específico nas taxa utilizadas na pesquisa. Na segunda etapa foram decodificadas as variáveis utilizadas no índice, sendo  $k$  = atributos de paisagem (cobertura vegetal, corpos d’água, áreas urbanas, planície de inundação, terreno inclinado, visibilidade, silvicultura, fluxo de pessoas, animais domésticos e pasto) e aspectos das estradas (tráfego, retorno de veículos, barreiras New Jersey, aterros, bueiros e estruturas aéreas),  $j$  = taxonomia (anfíbios, mamíferos, aves, morcegos e primatas),  $i$  = localidade e  $s$  = especialistas. Essas variáveis geraram a variável semi-quantitativa  $Eijks$ , a qual é igual ao efeito da variável  $k$  na presença de um táxon  $j$  em uma localidade  $i$ .

Na terceira etapa foi desenvolvido o índice em si, o qual pode ser entendido como a média ponderada das influências estimadas de paisagem e das variáveis de estrada sobre cada táxon em cada localidade. Assis, Giacomini e Ribeiro (2019) calcularam a influência da variável  $k$  sobre  $j$  para todas as taxa e o Índice de Permeabilidade de Estradas para cada amostra local de cada táxon separadamente e mapearam os resultados do Índice de Permeabilidade de Estradas para identificar diferenças entre as taxa ou tendências longitudinais ao longo das duas estradas.

Buscou-se por correlação entre as taxa através de uma matriz de dispersão dos valores do Índice de Permeabilidade de Estradas e atribui-se a importância

relativa de cada táxon para cada permeabilidade geral através da magnitude de mudança no Índice de Permeabilidade de Estradas geral. Os autores também realizaram análise de variância (ANOVA) para detectar diferenças específicas de táxon na permeabilidade. Com os resultados obtidos, concluíram que a influência relativa das variáveis foi diferente para cada táxon analisado e que, dentre os atributos de paisagem o mais relevante é a cobertura vegetal e, dentre os atributos de estradas o mais relevante é o tráfego (ASSIS, GIACOMINI e RIBEIRO, 2019).

#### **4.3.1 Rodovias como agentes de fragmentação da paisagem**

As rodovias, frutos da interferência antrópica no meio, geram alterações no comportamento e na distribuição espacial das espécies presentes ao seu redor, interferindo diretamente no que tange à conectividade da paisagem (FORERO-MEDINA, VIEIRA, 2002). Fahrig e Paloheimo (1988) abordam a questão da fragmentação da paisagem *versus* a conectividade da paisagem como condições opostas uma à outra. D'Eon *et al.* (2002) ressaltam que a conectividade da paisagem é de extrema importância para a sobrevivência das populações, isto porque o habitat reprodutivo de diversas espécies não é caracterizado por ser distribuído espacialmente de maneira uniforme, e sim por manchas (FAHRIG, PALOHEIMO, 1988).

Quando se referem à fragmentação de paisagem, Forero-Medina e Vieira (2007) afirmam que existe uma diferença entre o que se entende como conectividade estrutural e conectividade funcional. A primeira se apresenta como algo estático que leva em consideração aspectos físicos, já a segunda compreende-se como uma variável que está vinculada à capacidade de distribuição dos organismos nos habitat em que se encontram e que leva em conta a interação “organismos-paisagem”.

Assim é possível afirmar que estradas e pavimentação são fatores que tem influência direta na alteração da paisagem (RIBEIRO, 2017). No caso da rodovia GO-239, a inauguração do calçamento ocorreu a partir de agosto de 2015. Inicialmente o acesso ao vilarejo de São Jorge, partindo do município de Alto Paraíso, era constituído por um trecho de 12 km de asfalto seguido de 24 km de estrada de terra. A autora também afirma que pavimentação da rodovia contribuiu para o aumento da velocidade média dos veículos que passam por ali, diminuindo um possível tempo de reação do motorista ao cruzar com algum obstáculo na pista.

O fato das rodovias representarem barreiras físicas faz com que, inevitavelmente, em dado momento, a fauna necessite acessá-la, seja em busca de recursos, para forragear, para se afugentar de eventos como queimadas ou até mesmo em busca de novos habitats em decorrência de perda por desmatamento, por exemplo. Também há a possibilidade de animais irem para a pista em busca de grãos caídos de veículos de carga.

Em um estudo de análise de travessia de animais silvestres por passagens inferiores de fauna, conhecidas como PIF, no interior do estado de São Paulo, Abra (2012) demonstrou que a presença de corpos hídricos sendo um fator de extrema relevância e, para algumas espécies, a presença de vegetação também se mostrou relevante. Santos (2017), diz que quando se refere à presença ou não de carcaças nas rodovias, o principal fator elucidativo para tal é a existência de vegetação nas margens da rodovia.

Melo e Santos Filho (2007), ao analisarem estaticamente os dados amostrais de atropelamentos na Província Serrana de Cárceres - MT, utilizaram a metodologia do teste t pareado para identificar se houve diferença entre os períodos de chuva e seca. Também aplicaram a Análise de Variância – ANOVA, a fim de identificar a diferença no número total e nas diferentes classes de vertebrados em relação aos tipos de paisagens.

Apesar de diversos estudos relacionando a fragmentação da paisagem e os atropelamentos de fauna, deve-se sempre levar em conta o contexto de cada caso, pois há muitos fatores determinantes na maneira com a qual diferentes espécies se inserem e interagem com as paisagens de seus habitat e também deve-se considerar as características estruturais das rodovias em questão para melhor compreensão da dinâmica de atropelamentos (FABRIZIO, *et al.*, 2019)

#### **4.4 Características estruturais**

Entendem-se como características estruturais da rodovia GO-239 toda estrutura física encontrada ao longo do trecho percorrido, não apenas a malha viária que proporciona o tráfego de veículos automotivos. À margem da pista de rolamento da direita, no sentido Alto Paraíso/São Jorge, uma ciclovia duplicada e sinalizada por taxas refletivas foi implementada.

Algumas das feições estruturais têm como finalidade alertar e/ou instruir os motoristas a respeito da fauna local. As principais aqui destacadas são: placas de sinalização de trânsito, placas ilustradas e com dados sobre os atropelamentos de fauna, duas barreiras eletrônicas de velocidade e conjuntos de sonorizadores implementados ao longo do trecho que equivale aos 36km analisados.

Apesar da presença dos sonorizadores na estrada, não foram constatadas placas informativas a respeito dos sonorizadores ao longo da rodovia, apenas sinalização vertical indicando a presença dos mesmos. De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB):

Art. 94. Qualquer obstáculo à livre circulação e à segurança de veículos e pedestres, tanto na via quanto na calçada, caso não possa ser retirado, deve ser devida e imediatamente sinalizado.

Parágrafo único. É proibida a utilização das ondulações transversais e de sonorizadores como redutores de velocidade, salvo em casos especiais definidos pelo órgão ou entidade competente, nos padrões e critérios estabelecidos pelo CONTRAN.

#### **4.5 Atropelamento de fauna em Unidades de Conservação**

Até a década de 1980 não havia incentivo governamental para práticas dentro das Unidades de Conservação que envolvessem a comunidade local e a sociedade civil. Esse comportamento só mudou a partir de quando se reforçou a ideia de que o desenvolvimento chegaria a esses locais com a participação social. (SANTOS, 2015).

O Plano de Redução de Impactos Ambientais (PRIM, ICMBio, 2018) foi idealizado para auxiliar na avaliação do impacto ambiental e aplica a teoria de hierarquia de mitigação de impactos, qual diz que

a melhor estratégia para conciliar a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento socioeconômico é antecipar os potenciais impactos ambientais, orientando os empreendimentos para áreas de menor sensibilidade e, assim, reduzindo o custo e tempo de planejamento/construção/operação, sem prejudicar a eficiência da atividade” (PRIM, 2018, p.16).

Segundo Cunha, Moreira e Silva (2010), quanto menos urbanizados forem os arredores de rodovias, maiores os índices de atropelamento. Isto porque, áreas que carecem de cobertura vegetal tornam-se fragmentadas e com isso, o fluxo de fauna



diminui, ao contrário do que acontece em locais onde a vegetação é preservada. Isto também explica a maior presença de animais carniceiros em áreas mais vegetadas (SANTOS, 2017).

Braz e França (2016) realizaram um levantamento a respeito dos atropelamentos de vertebrados na região do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Os dados foram coletados em duas estradas, estadual e nacional. A frequência de atropelamento se deu pela divisão do número de indivíduos atropelados por quilometragem percorrida, a frequência média foi comparada nas estações da seca e na das chuvas.

Como métodos estatísticos, Braz e França (2016) realizaram teste pareado t - para as estações citadas anteriormente, regressão múltipla para avaliar a relação entre atropelamentos, precipitação e vegetação, curva de acumulação de espécies, método de rarefação individual, índice de riqueza a qual fora computada como a função de acumulação de indivíduos de cada espécie, estimadores de riqueza de espécies, os quais foram computados utilizando estimadores de incidência não paramétricos e de abundância e análise de correspondência canônica – relação entre vertebrados atropelados e a paisagem.

Ao final, Braz e França (2016) afirmam que há relação entre os índices de atropelamentos e as precipitações (quanto mais chuva, maior o número de atropelamentos) e que a riqueza de espécies atropeladas e as taxas de atropelamentos são, dessa maneira, influenciadas pela sazonalidade e pelos habitat ao redor.

O alto índice de visitação em unidades de conservação relaciona-se diretamente com o aumento do tráfego nos arredores das mesmas, o que pode se considerar como um fator de extrema relevância quando se refere aos atropelamentos de fauna (SANTOS, 2017). A economia da região da Chapada dos Veadeiros depende diretamente da prática do turismo, todavia esta não se mostra eficaz quando se trata da conservação ambiental tendo em vista que a região como um todo carece de políticas voltadas para esse objetivo (FERNANDES e CASTRO, 2020).

Garriga *et. al* (2012) constataram que aquelas áreas que apresentam maior grau de proteção ambiental também apresentam maior número de acidentes envolvendo fauna, uma vez que os animais inseridos em áreas de maior estado de

conservação, a fauna está exercendo sua plena capacidade ecológica (LINS, BARBOSA e ALMEIDA, 2018).

O estudo realizado por Garriga *et. al* (2012) monitorou quatro regiões climáticas na Península Ibérica e levou em consideração o grau de proteção das áreas, o que os autores chamam de “*status*” (neste trabalho optou-se por denominar como “estado”), e foram utilizadas duas análises estatísticas relevantes. Inicialmente, para analisar as potenciais espécies atropeladas, utilizou-se um Modelo Linear Geral e, para avaliar a interação entre espécies específicas e variáveis explicativas como clima e estado de conservação, os autores utilizaram Análise de Redundância.

Ao observar o comportamento e padrão de atropelamentos de cobras nas Terras Úmidas Pa-Ha-Okee, no Parque Nacional de Everglades, Bernardino e Dalrymple (1990) utilizaram a Correlação de Classificação de Spearman para avaliar conjuntos de variáveis como: i) atividade das espécies e precipitação; ii) temperatura e o nível da água; iii) mortalidade nas estradas e o tráfego. O autor ressaltou que existia relação entre a mortalidade e o tráfego, isto porque foi possível observar que um maior volume de atropelamentos resultantes em cobras feridas ou mortas aconteceu justamente no período de migração, cujo correspondia ao de maior tráfego na região.

Santos (2017) atenta para o fato de que áreas de proteção ambiental são consideradas prioritárias quando se refere à tomada de decisão no âmbito de conservação e que o bioma Cerrado, que se encontra em situação crítica quanto à conservação da biodiversidade, tem relevância mundial.

Do ponto de vista econômico, questões ambientais apresentam um crescente interesse do setor empresarial porque proporcionam competitividade do setor na busca de empreendimentos bem geridos voltados para a causa (FEPAF, 2019). Apesar de que quando nos referimos a áreas de conservação ambiental, as associemos com a gestão pública, no caso do objeto de estudo em questão, a rodovia GO-239 que corta o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, está sob jurisdição, atualmente, além dos órgãos estaduais GOINFRA e ICMBio, também da concessionária Sociparques representada pela empresa Socicam (ICMBIO).

Isto posto, ao se pensarem medidas mitigatórias para a região da Chapada dos Veadeiros que envolvam a proteção e conservação da fauna, em detrimento dos atropelamentos, o fato de uma empresa privada ser uma das responsáveis pela

gestão da área é de extrema importância, seja para cobrar ações práticas de infraestrutura, como de sensibilização ambiental da população que desfruta dos atrativos do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, uma vez que um dos principais motivos para a não implementação de medidas mitigadoras ser a questão financeira (BAGER e ROSA, 2010).

## 5. METODOLOGIA

O procedimento metodológico se deu em duas etapas, em campo e com análises estatísticas. Inicialmente, a coleta de amostras ocorreu na rodovia estadual GO-239, ao longo de 36 quilômetros, no trecho que liga o município de Alto Paraíso de Goiás à vila de São Jorge. Foram realizadas expedições diurnas e noturnas, com intervalos de três horas entre cada coleta, havendo pausas para descanso que variavam em turnos de três, seis ou até nove horas. Ao fim do período de 6 meses entre setembro de 2019 e março de 2020 (não há amostragem para o mês de fevereiro), as análises estatísticas foram realizadas.

Figura 2 - Mapa de localização da rodovia estadual GO-239 que corta o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.



Fonte: Google Earth. Elaborado pela autora, 2021.

Para as análises estatísticas foi utilizada a metodologia sugerida por Gustavo Lins, Oscar Barbosa e Josimar Almeida (2018), considerada “versátil” nas palavras dos autores e que tem como objetivo propor uma análise do impacto ambiental causado pelo atropelamento de fauna em rodovias de maneira mais aprofundada do que o exigido pelos órgãos ambientais atualmente.

Inicialmente foi elaborado um rol dos animais atropelados associado aos dados demais obtidos em campo como coordenadas geográficas, data etc. (essas informações estão detalhadas no item 5.3.1).

## **5.1 Procedimentos de campo**

Os campos foram realizados ao longo de 6 meses entre setembro de 2019 e março de 2020, não havendo amostra para o mês de fevereiro. No total, foram realizadas 51 campanhas de monitoramento, totalizando 1836 km percorridos. Em 2019, foram realizadas saídas de campo nos dias: 13, 14, 15, 27, 28 e 29 de setembro, 4, 5, 6, 25, 26 e 27 de outubro, 8, 9 e 10 de novembro e 20, 21 e 22 de dezembro. Em 2020 os campos ocorreram nos dias 24, 25 e 26 de janeiro e 6, 7 e 8 de março. Em novembro de 2019, uma das atividades de campo teve que ser interrompida e cancelada e os dados coletados descartados devido a problemas mecânicos do veículo utilizado.

Os gastos em campo incluíram gasolina, hospedagem e alimentação e foram amparados pelo Departamento de Pós-Graduação (DPG) da Universidade de Brasília com devida prestação de contas ao fim de cada ida à área de pesquisa. Todos os campos contaram com o auxílio de voluntários cursando graduação nos cursos de Ciências Ambientais e Biologia e por um voluntário graduado em Geografia. Para detectar e coletar as carcaças, foram necessárias de duas a quatro pessoas.

A eficiência dos dados amostrais pode variar de acordo com a velocidade escolhida para percorrer o trecho em questão. Um trajeto percorrido a pé ou de bicicleta tem maior probabilidade de visualização de animais de pequeno porte como insetos e invertebrados, por exemplo. No caso desse estudo, optou-se por realizar o trajeto de carro e por não incluir na análise os pequenos animais como insetos e invertebrados.

O veículo que percorreu o trecho estabelecido manteve uma velocidade pré-determinada de 50 km/h - tendo em vista que a probabilidade de detecção depende

de fatores controláveis (por exemplo a velocidade do veículo) e de fatores não controláveis (intempéries climáticas) -, pois a pesquisa se mostra mais eficaz dessa maneira.

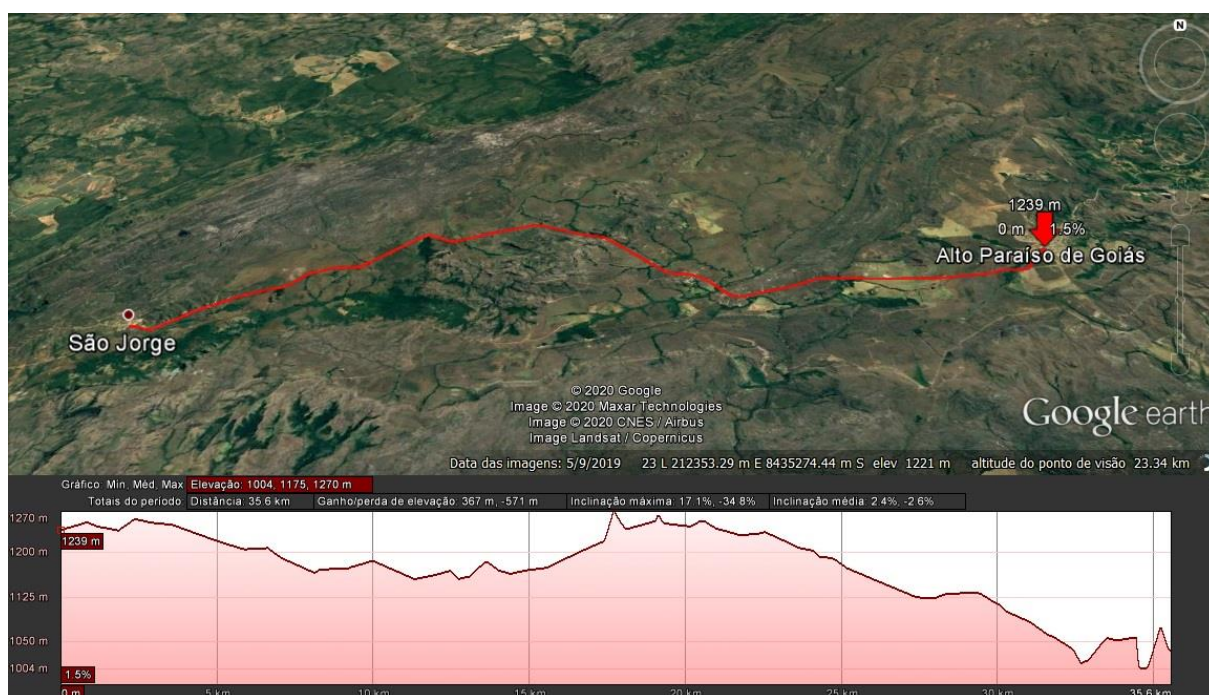
Em dias que a precipitação fora demasiadamente forte (durante uma coleta no dia 24 de janeiro e outra no dia 25 do mesmo mês), impossibilitando a detecção de maneira segura para os passageiros do veículo e para os demais carros na rodovia, as campanhas foram interrompidas antes da conclusão total do trecho. Os dados dos animais registrados antes da interrupção, porém, não foram descartados.

Garriga *et. al* (2012) alegam que o método de coleta em campo pode influenciar na análise dos dados, uma vez que um veículo a mais de 40 km/h tem maiores chances de detectar mamíferos e aves, enquanto seu resultado, obtido em uma menor velocidade, demonstrou que répteis e anfíbios são os mais atropelados.

Apesar desta constatação, a presente pesquisa realizada na Chapada dos Veadeiros seguiu parte da metodologia utilizada por Ribeiro (2017), com um veículo a 50 km/h e os resultados também indicaram maiores índices de atropelamentos para anfíbios e aves (figuras 4 e 5).

Ao visualizar alguma carcaça, foram feitos registros fotográficos de escala e de detalhe, bem como o da localização geográfica do animal encontrado com auxílio de aparelho de GPS Garmin Etrex, em coordenadas UTM, sempre com o mesmo datum, a fim de plotá-las num mapa de distribuição espacial. A figura 3 mostra o perfil topográfico da rodovia.

Figura 3 - Perfil topográfico da rodovia estadual GO-239.



Fonte: GOOGLE EARTH. Elaborado pela autora, 2021.

## 5.2 Identificação da fauna atropelada

A identificação das espécies coletadas (independente do estado de degradação que se encontravam) fora feita tanto em campo como com o auxílio posterior de biólogos especialistas e aquelas que foram identificadas por estes como “espécies afim”, no presente trabalho, foram consideradas apenas como espécie.

Após a identificação inicial das espécies, o reconhecimento do estado da fauna atropelada detectada em campo foi possível por meio de consulta ao Atlas da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção em Unidades de Conservação Federais (ICMBio, 2011), à Lista Global da União para a Conservação da Natureza (IUCN), ao Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018) e aos portais Wiki Aves<sup>5</sup> e Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr)<sup>6</sup>.

## 5.3 Análise dos dados

### 5.3.1 Elaboração de planilhas

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/>

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>

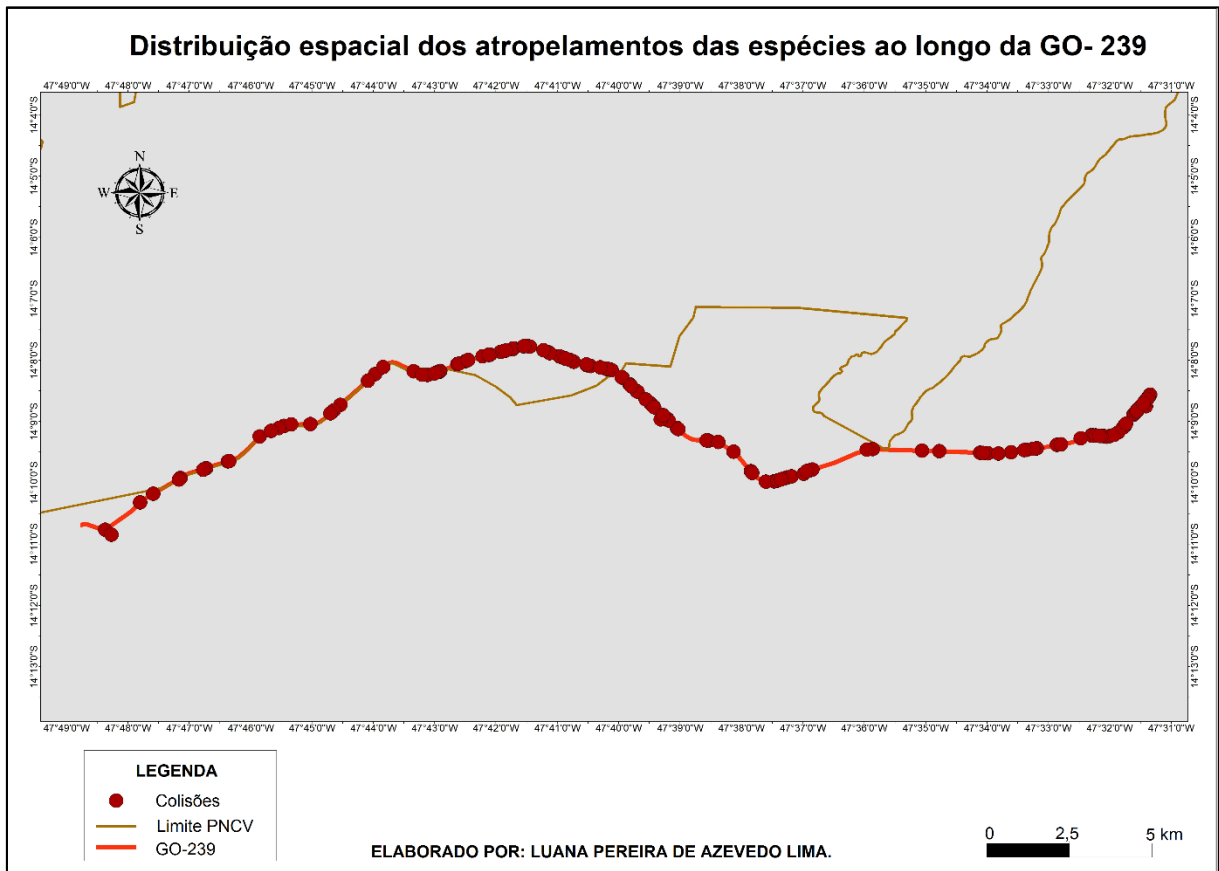
Visando a padronização das amostras coletadas, inicialmente foi desenvolvida uma planilha para uso em campo na qual constam informações sobre a data e horário das coletas, os dados de localização geográfica e elevação (obtidos por GPS) e, quando possível, identificação a nível de espécie ou gênero.

Posteriormente, com o auxílio da análise de especialistas, foram agregadas à tabela as seguintes categorias: nome popular, estado de conservação e endemismo. Essas categorias foram adicionadas para que as análises metodológicas propostas pudessem ser feitas.

### **5.3.2 Espacialização e análise quantitativa dos dados**

Os dados referentes aos locais dos atropelamentos foram ilustrados em mapas temáticos para tornar possível a visualização espacial das colisões. Há um mapa geral com todos os registros e mapas dos atropelamentos por cada classe que se encontram nas Figuras 4, 5, 6, 7 e 8.

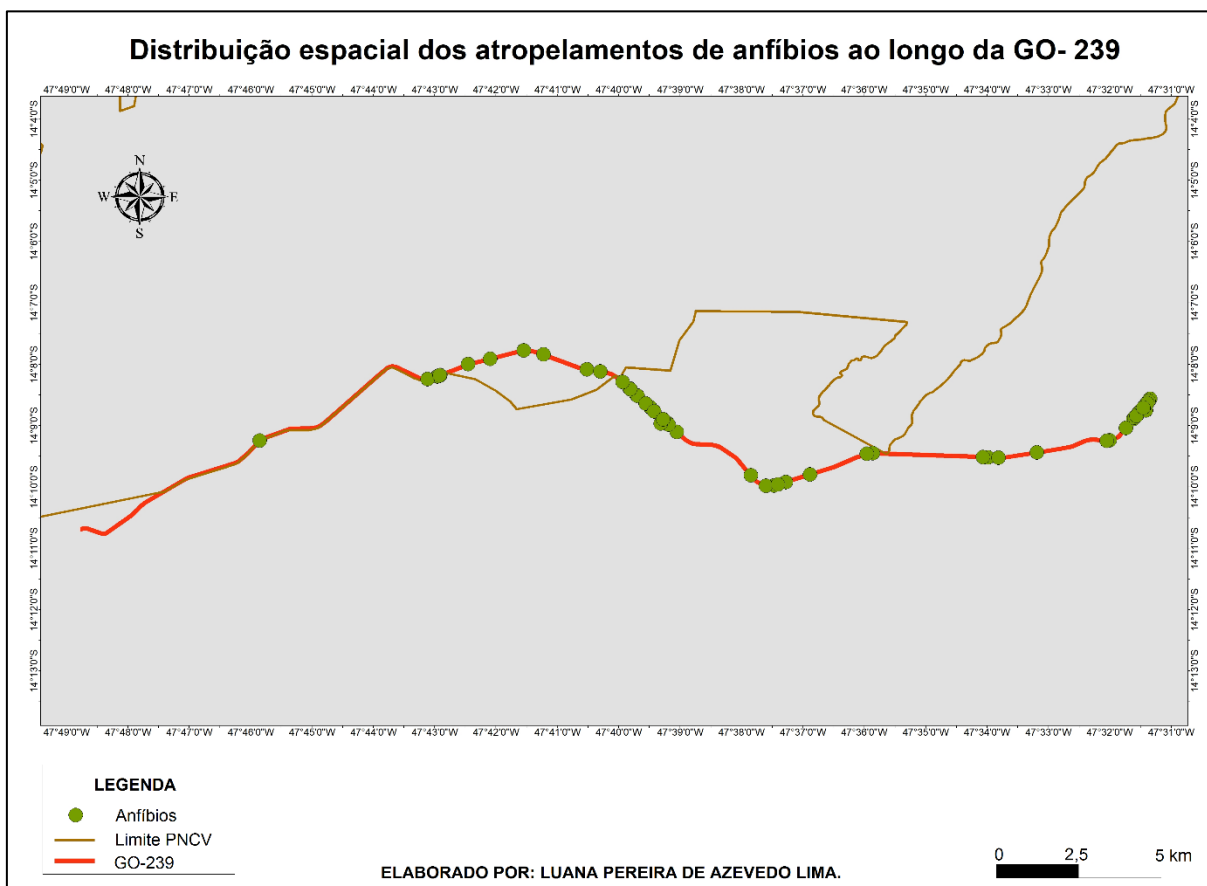
Figura 4 - Mapa geral da distribuição dos atropelamentos ao longo da GO-239.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

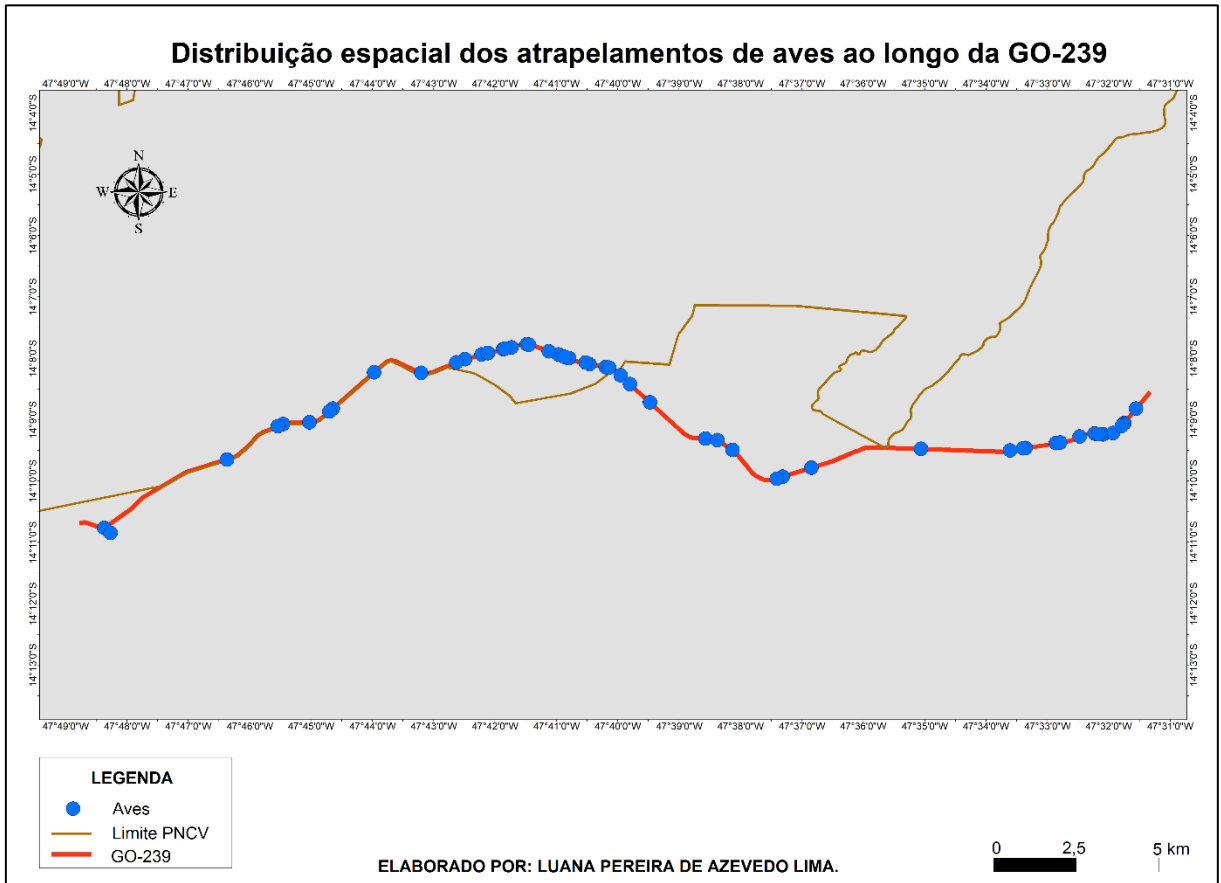


Figura 5 - Mapa da distribuição de anfíbios ao longo da GO-239.



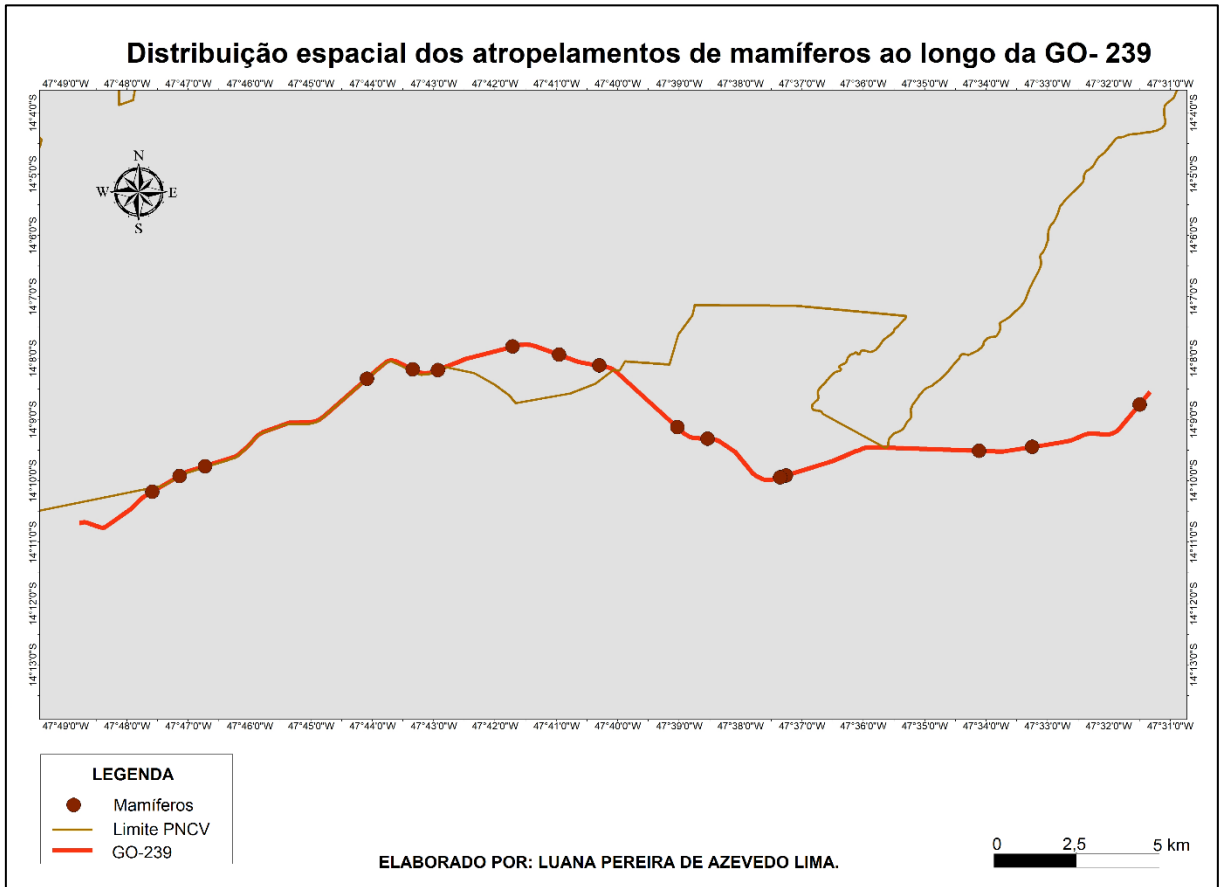
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Figura 6 - Figura 5: Mapa da distribuição de aves ao longo da GO-239.



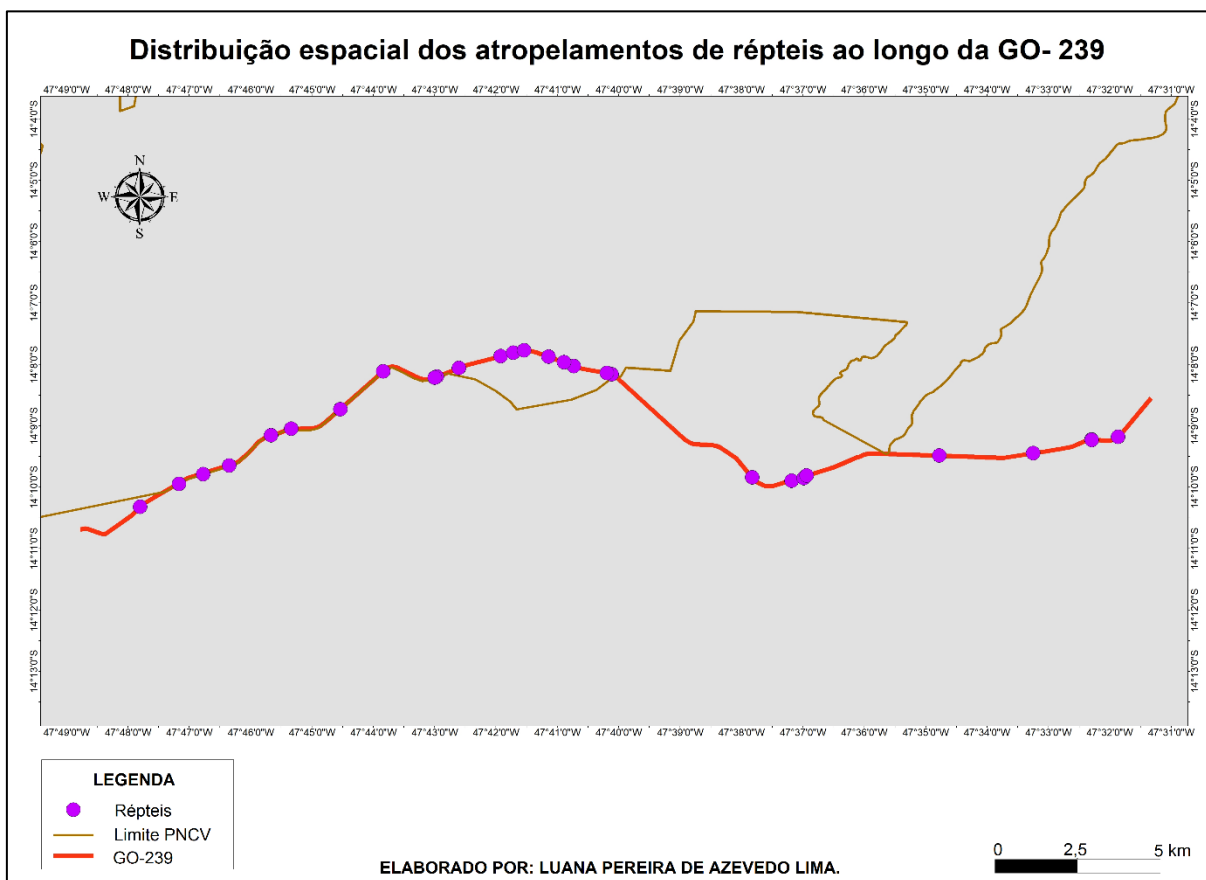
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Figura 7 - Mapa da distribuição de mamíferos ao longo da GO-239.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Figura 8 - Mapa da distribuição de répteis ao longo da GO-239.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

A segunda parte da metodologia consta em analisar estatisticamente os dados primários levantados. Para calcular a **frequência de atropelamentos**, Lins, Barbosa e Almeida (2018) propuseram uma nova metodologia para avaliação dos impactos das colisões de veículos com fauna em rodovias e é a que será utilizada na pesquisa, a fim de testar sua aplicabilidade.

As fórmulas propostas foram calculadas com o auxílio do Excel. Lins, Barbosa e Almeida (2018 apud BAGER *et al.* 2012) sugerem mensurar a **taxa de atropelamentos (Tx)** para cada campanha realizada e suas respectivas médias aritméticas, a fim de comparar os valores com os da tabela 1.

Os autores apontam para o fato de que "(...) a taxa de atropelamento de indivíduos (Tx) deverá ser calculada para cada campanha de observação dos animais atropelados, haja vista, que cada campanha poderá apresentar valores diferentes relativos ao número total de indivíduos atropelados (N), ou a distância da rodovia ou

do trecho (Km) ou o número de dias de monitoramento (D)”. A tabela 1 representa as categorias referentes às taxas médias de atropelamentos.

Tabela 1 - Categorias referentes aos valores das taxas médias de atropelamentos.

Taxa de atropelamentos MÉDIO (indivíduos/Km/dia)	Categoria
$0 \geq 0,005$	A
$0,005 \geq 0,015$	B
$0,015 \geq 0,025$	C
$0,025 \geq 0,035$	D
$0,035 \geq 0,050$	E
$0,050 \geq 0,1$	F
$0,1 \geq 0,3$	G
0,3 em diante	H

Fonte: Lins, Barbosa e Almeida (INS, BARBOSA, ALMEIDA, 2018).

A representação quantitativa dos indivíduos atropelados é dada de acordo com a fórmula proposta pelos autores:  $Tx = (N/Km)/D$ , onde “Tx = a taxa de atropelamento de indivíduos; (N/Km/dia); N = número total de indivíduos atropelados; Km = distância da rodovia ou do trecho analisado em km; e D = número de dias dos monitoramentos” (LINS; BARBOSA, e ALMEIDA 2018).

Em seguida, deve-se calcular a **severidade**, a qual irá atribuir pesos diferentes para atropelamentos de diferentes espécies. Para isso é necessário explicar o que os autores consideraram como severidade o conjunto de quatro variáveis que estão descritas a seguir:

1) Densidade populacional local: diz respeito à probabilidade de extinção que a espécie se encontra e deve ser obtido através de monitoramento prévio da fauna, embasado no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da região. Portanto, quanto menor a densidade populacional, maior o impacto do atropelamento. Todavia, caso não seja possível obter essas informações a partir do EIA/RIMA do empreendimento, outra fonte de dados que indique a densidade populacional no período de implementação da rodovia pode ser utilizada.

Com o levantamento de densidade, deve-se classificar as espécies e, para isso, Lins, Barbosa e Almeida (2018), sugerem a classificação de constância de Dajoz, a qual determina a porcentagem de amostras que uma espécie foi encontrada em um determinado período de tempo.

No caso da rodovia GO-239, o Estudo de Impacto Ambiental não fornece uma relação de densidade populacional, apenas uma lista das espécies encontradas, sem quantidade de indivíduos. Por isso, as informações utilizadas foram obtidas através da base de dados GBIF<sup>7</sup>.

Lins, Barbosa e Almeida (2018) propõem a fórmula para esse cálculo da constância de cada espécie por meio de: “ $FA=PA/P \times 100$ , onde FA: Constância; PA: Número de vezes em que a espécie foi registrada nas coletas; e P: Número total de coletas realizadas”. Com os resultados é possível classificar as espécies em constante ( $\geq 50\%$ ), acessória ( $25\% \leq C < 50\%$ ) e em acidental ou rara ( $C < 25\%$ ). Espécies não identificadas ou classificadas serão consideradas acessórias. A síntese da classificação está na tabela 2.

Tabela 2 - Peso dos atributos relacionados a densidade populacional local.

<b>Classificação</b>	<b>Peso</b>
Constante	4
Acessória	6
Acidental	8
Não encontrado	6
Não identificado	6

Fonte: Lins, Barbosa e Almeida, 2018.

2) Estado de conservação da fauna atropelada: será obtido de acordo com a identificação da fauna atropelada (item 3.2) por meio de documentos como o Atlas da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção em Unidades de Conservação Federais (ICMBIO, 2011), pela lista global da União para a Conservação da Natureza (IUCN), pelos registros no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018) e/ou por registros feitos por órgãos municipais ou estaduais. Os autores propõem que a escolha final, tendo em vista que podem ocorrer discrepâncias devido à escala de análise (global ou local), deve optar pelos dados de classificação mais restritivos.

Lins, Barbosa e Almeida (2018) ressaltam que, metodologicamente, a IUCN tem grande reconhecimento científico e é a mais aceita e aplicada mundialmente, isto por sua objetividade, aplicabilidade para uma grande variedade de grupos e

<sup>7</sup> A base de dados GBIF (Global Biodiversity Information Facility) “é uma rede internacional e uma infraestrutura de dados financiada por governos do mundo e projetada para fornecer a qualquer pessoa, em qualquer lugar, acesso aberto a dados sobre todos os tipos de vida na terra”. Disponível em: <https://www.gbif.org/what-is-gbif>.

ambientes, e seu razoável rigor e a aplicabilidade de seus resultados independem de seu aplicador (LINS; BARBOSA, e ALMEIDA 2018 *apud* VIÉ *et al.*, 2009). Os valores e siglas atribuídos a esse tópico se encontram na tabela 3.

Tabela 3 - Pontuação de severidade em relação a categorias de extinção.

<b>Severidade</b>	<b>Sigla</b>	<b>Categoria</b>
7	CR	Criticamente ameaçado (ou criticamente em perigo)
6	EN	Ameaçado (ou em perigo)
5	VU	Vulnerável
4	NT	Quase ameaçado
3	DD	Dados deficientes
3	NE	Não avaliado
3	NA	Não aplicável
2	LC	Não ameaçada ou de menor preocupação

Fonte: Lins, Barbosa e Almeida, 2018.

3) Endemismo: consideram-se endêmicas as espécies que ocorrem em uma área “exclusiva”, que não são encontradas em diferentes regiões, apenas em localidades específicas. Sua distribuição no globo se dá de maneira muito restrita e são nativas de determinadas regiões. Esta categoria se baseia no Estado em que estamos inseridos (LINS; BARBOSA, e ALMEIDA 2018), caso o estado de Goiás.

Na condição de que não seja possível a identificação de alguma espécie, o peso atribuído será o mesmo que o de espécies endêmicas. Usaremos a classificação da tabela 4.

Tabela 4 - Peso dos atributos relacionados a classificação como endêmico.

<b>Classificação</b>	<b>Peso</b>
Endêmico	4
Animal não identificado	4
Não endêmico	2

Fonte: Lins, Barbosa e Almeida, 2018.

4) Atropelamento em área de conservação: como dito anteriormente, as colisões veiculares com fauna, em áreas de conservação, se apresentam em maior número, justamente pelo grau de conservação em que se encontram (GARRIGA *et al.*, 2012),

Apesar de ambas as classificações de Unidades de Conservação apresentarem altos índices de conservação, por causa dos tipos de uso no interior dessas áreas, os autores aplicam pesos diferentes para as unidades de proteção integral e para as de uso sustentável, tendo em vista que nas primeiras parte-se do princípio que as espécies estejam de fato mais protegidas e no seu pleno exercício ecológico (LINS; BARBOSA, e ALMEIDA 2018), por isso maior peso atribuído.

Como fora dito, o peso dos atropelamentos está diretamente relacionado com o estado da área em questão, subdivididos dentro das duas classificações presentes, elucidado na tabela 5.

Tabela 5 - Peso dos atributos relacionados a presença do animal atropelado em uma área de conservação.

<b>Classificação</b>	<b>Peso</b>
<b>Unidades de proteção integral</b>	
Estação Ecológica	2
Reserva Biológica	2
Parque Nacional	2
Monumento Natural	2
Refúgio de Vida Silvestre	2
<b>Unidades de uso sustentável</b>	
Área de Proteção Ambiental	1
Área de Relevante Interesse Ecológico	1
Floresta Nacional	1
Reserva Extrativista	1
Reserva de Fauna	1
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	1
Reserva Particular do Patrimônio Natural	1

Fonte: Lins, Barbosa e Almeida, 2018.

Isto posto, consideramos que

O somatório do peso correspondente a cada um dos itens que compõe a severidade (densidade populacional, status de conservação, endemismo e presença em área de conservação) determinará a severidade relativa a cada uma das espécies atropeladas. Hipoteticamente, uma espécie atropelada poderá apresentar uma determinada configuração de severidade (...).

Para que se tenha a severidade do período, trecho ou da rodovia, será necessário realizar uma média aritmética do somatório dos pesos de todos os animais atropelados de forma a resultar em um único valor de severidade. Após a definição da frequência e da severidade do atropelamento, devemos correlacionar os valores, (...) para que seja



possível obter o enquadramento do grau de significância de impacto ambiental (LINS; BARBOSA, e ALMEIDA 2018).

Após a análise dos dados referentes às quatro variáveis que compõem a severidade, podemos verificar na tabela 6 uma configuração hipotética da severidade atribuída à espécie *Didelphis aurita*, conforme descrita anteriormente. A tabela 6 corresponde à composição dos atributos referentes à severidade, representada no fim por um valor único (somatório dos pesos = 14).

Tabela 6 - Configuração hipotética da severidade.

Espécie	Densidade populacional		Estado de conservação		Endemismo	Área de conservação	Total ( $\Sigma$ dos pesos)
	Índice constância	Peso	Categoria	Peso			
<i>Didelphis aurita</i>	Acidental	8	LC	2	2	2	14

Fonte: Lins, Barbosa e Almeida, 2018.

Com as informações referentes aos atributos que compõem a severidade devidamente analisados, é possível cruzar as informações de frequência de atropelamento e seu conseqüente grau de significância para que assim possamos interpretá-las e classificá-las com o auxílio da tabela 7 a qual apresenta os valores referentes ao grau de significância do impacto ambiental, que variam entre 3 e 21.

Tabela 7 - Grau de significância do impacto ambiental causado pelo atropelamento.

FREQUENCIA DE ATROPELAMENTO									SEVERIDADE
A	B	C	D	E	F	G	H		
								19≥21	
								15≥18	
								12≥15	
								9≥12	
								6≥9	
								3≥6	

Fonte: Lins, Barbosa e Almeida, 2018.

Os critérios para determinar o grau de significância dos impactos ambientais estão descritos na tabela 8.

Tabela 8 - Enquadramento do grau de significância de impacto ambiental em rodovias a partir do atropelamento de vertebrados.

Parâmetros	Grau de significância do impacto ambiental causado pelo atropelamento
	Baixo
	Médio
	Alto
	Muito alto
	Extremamente alto

Fonte: Lins, Barbosa e Almeida, 2018.

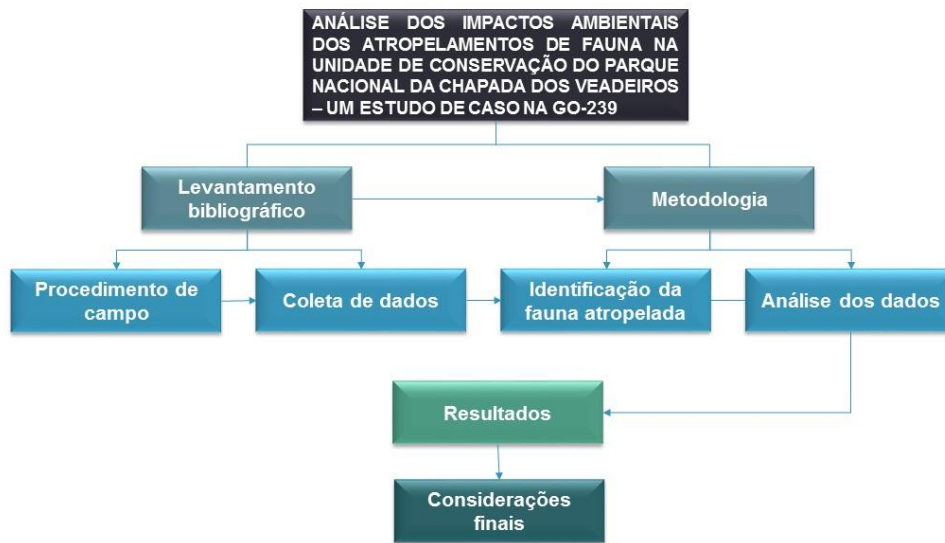
Das quatro variáveis propostas anteriormente (densidade populacional local, estado de conservação da fauna atropelada, endemismo e atropelamento em área de conservação) entende-se que todas elas contemplam o objetivo específico dedicado a identificar carcaças de animais atropelados ao longo do trecho da GO-239 e classificá-las de acordo com o que fora proposto metodologicamente.

Assim como fora proposto por Lins, Barbosa e Almeida (2018), esta dissertação anseia por uma discussão acerca das consequências dos atropelamentos de fauna, tendo em vista que há muita literatura a respeito das causas destes e não se encontram, na mesma proporção, referências a respeito dos impactos ambientais diretos gerados pelas colisões em estradas e rodovias.

## 6. ORGANOGRAMA

A figura 9 representa o organograma que demonstra o caminho realizado desde o início da pesquisa até se chegar aos resultados obtidos.

Figura 9 - Organograma do processo de desenvolvimento da dissertação.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Campanhas

No total foram realizadas 51 campanhas de coleta de dados e detectadas, em seis meses de pesquisa, 186 carcaças de animais atropelados na GO-239, nos mais diferentes estados de conservação e 1836 km foram percorridos ao todo durante esse período.

No mês de setembro foram realizadas 14 campanhas e foram coletadas 45 amostras. No mês de outubro foram realizadas 15 campanhas e detectados 74 indivíduos. No mês de novembro 7 campanhas foram realizadas e 22 animais coletados, dezembro foi o mês com menor amostragem, foram 6 para 3 campanhas.

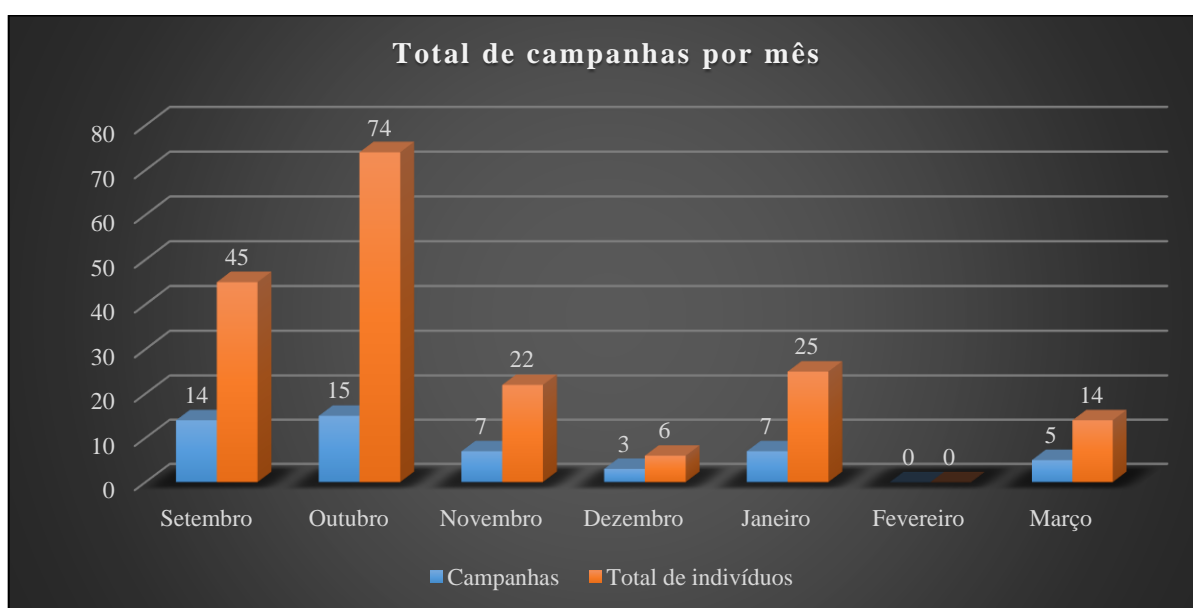
Em janeiro também foram realizadas 7 campanhas e 25 animais foram detectados. Não ocorreram registros no mês de fevereiro, por isso não há amostras para este período. Os trabalhos de campo tiveram fim em março e foram detectados, neste mês, 14 indivíduos. A síntese está na tabela 9 e no quadro 1.

Tabela 9 - Total de indivíduos atropelados por campanha nos meses de amostragem.

Meses 2019/2020	Campanhas	Total de indivíduos
Setembro	14	45
Outubro	15	74
Novembro	7	22
Dezembro	3	6
Janeiro	7	25
Fevereiro	0	0
Março	5	14
<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>186</b>

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Gráfico 1 - Variação mensal de animais atropelados entre setembro de 2019 e março de 2020 em relação ao total de campanhas realizadas.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Constam, na tabela 10, as quatro classes de vertebrados identificadas, sendo a dos anfíbios a mais abundante, seguida pela classe das aves, dos répteis e dos mamíferos.

Tabela 10 - Total de indivíduos por classe.

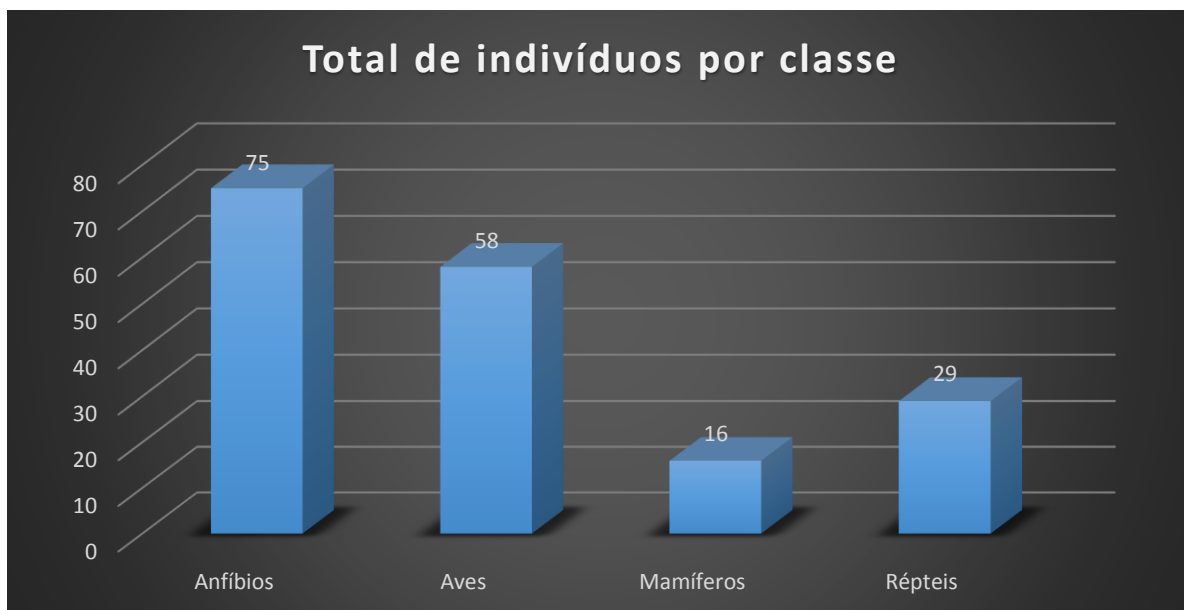
CLASSE	INDIVÍDUOS
Anfíbio	82
Ave	59

Mamífero	16
Réptil	29

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

O total de indivíduos por grupo de classificação está representado no gráfico 2.

Gráfico 2; Total de indivíduos por classe.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

## 7.2 Taxa de atropelamento e índice de constância

A taxa de atropelamento pode seguir parâmetros que se adequem à pesquisa que irá utilizá-la (Lins, 2019). No caso do presente estudo, optou-se por calcular a frequência média referente a cada um dos seis meses de coleta. Os resultados se encontram na tabela 2. As tabelas a seguir (11, 12 e 13) seguiram os modelos utilizados por Lins (2019).

Tabela 11 - Classificação das categorias das frequências médias de atropelamentos por mês de coleta.

Nº de campanhas	Mês	N	Km	D	Tx	Categoria de frequência
1	Setembro	3	36	1	0,083333	H
2		2	36	1	0,055556	
3		2	36	1	0,055556	
4		1	36	1	0,027778	

5		0	36	1	0	
6		2	36	1	0,055556	
7		2	36	1	0,055556	
8		4	36	1	0,111111	
9		4	36	1	0,111111	
10		3	36	1	0,083333	
11		3	36	1	0,083333	
12		8	36	1	0,222222	
13		5	36	1	0,138889	
14		3	36	1	0,083333	
<b>Média (Setembro)</b>		<b>42</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>1,166666667</b>	
15	<b>Outubro</b>	10	36	1	0,277778	<b>H</b>
16		2	36	1	0,055556	
17		1	36	1	0,027778	
18		3	36	1	0,083333	
19		3	36	1	0,083333	
20		8	36	1	0,222222	
21		2	36	1	0,055556	
22		4	36	1	0,111111	
23		13	36	1	0,361111	
24		4	36	1	0,111111	
25		3	36	1	0,083333	
26		5	36	1	0,138889	
27		4	36	1	0,111111	
28		8	36	1	0,222222	
29	4	36	1	0,111111		
<b>Média (Outubro)</b>		<b>74</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>2,055555556</b>	
30	<b>Novembro</b>	6	36	1	0,166667	<b>H</b>
31		3	36	1	0,083333	
32		5	36	1	0,138889	
33		1	36	1	0,027778	
34		0	36	1	0	
35		4	36	1	0,111111	
36		3	36	1	0,083333	
<b>Média (Novembro)</b>		<b>22</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>0,611111111</b>	
37	<b>Dezembro</b>	0	36	1	0	<b>G</b>
38		4	36	1	0,111111	
39		2	36	1	0,055556	
<b>Média (Dezembro)</b>		<b>6</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>0,166666667</b>	
40	<b>Janeiro</b>	4	36	1	0,111111	<b>H</b>
41		6	36	1	0,166667	
42		0	36	1	0	
43		1	36	1	0,027778	
44		3	36	1	0,083333	

45		3	36	1	0,083333	
46		8	36	1	0,222222	
Média (Janeiro)		25	36	1	0,694444444	
47	Março	1	36	1	0,027778	H
48		7	36	1	0,194444	
49		2	36	1	0,055556	
50		1	36	1	0,027778	
51		3	36	1	0,083333	
Média (Março)		14	36	1	0,388888889	

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Para compreensão das categorias de frequência, consultar os valores da tabela 1. Após determinar as taxas de atropelamento médias de cada mês, se fez necessário calcular os atributos de severidade conforme proposto anteriormente. Inicia-se a análise a partir da classificação de constância. Não foi possível obter os dados através do EIA/Rima da Go-239, por isso, as informações utilizadas foram adquiridas pelo GBIF.

Esta plataforma permite selecionar o ano e o local em que as espécies foram registradas, além de diversos outros filtros, conforme a necessidade demandada. Para este trabalho, optou-se por selecionar desde o mês de janeiro de 2015 até dezembro do mesmo ano, tendo em vista que o início do período de pavimentação do trecho da GO-239 se deu em agosto, também de 2015 (RIBEIRO, 2017).

Nota-se que, em alguns casos, não foi possível classificar as carcaças a nível de espécie, contendo-se assim apenas com o gênero. A tabela 12 mostra os índices de constância de cada espécie ou gênero encontrados nas coletas.

Tabela 12 - Índice de constância de cada indivíduo coletado.

Espécie ou gênero	Total de indivíduos	Índice de constância	Classificação
<b>Anfíbios</b>			
<i>Gymnophiona</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Leptodactylus sp.</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Pithecopus sp.</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Rhinella aff. Cerradensis</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Rhinella diptycha</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Rhinella sp.</i>	0	0,00	Não encontrado

<i>Rhinella rubescens</i>	0	0,00	Não encontrado
<b>Aves</b>			
<i>Athene cunicularia</i>	27	66,67	Constante
<i>Caracara plancus</i>	240	8,75	Acidental
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	7	100,00	Constante
<i>Crypturellus parvirostris</i>	8	87,50	Constante
<i>Elaenia sp.</i>	0	0,00	Constante
<i>Gallus gallus</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Guira guira</i>	104	12,50	Acidental
<i>Hydropsalis torquata</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Myiothlypis flaveola</i>	16	50,00	Constante
<i>Nothura maculosa</i>	3	100,00	Constante
<i>Saltatricula atricollis</i>	43	41,86	Acessória
<i>Setopagis parvula</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Sicalis luteola</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Sporophila nigricollis</i>	57	31,58	Acessória
<i>Tapera naevia</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Thamnophilus torquatus</i>	8	75,00	Constante
<i>Tyrannus melancholicus</i>	38	44,74	Acessória
<i>Volatina jacarina</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Zonotrichia capensis</i>	97	23,71	Acidental
<i>Nyctidromus albicollis</i>	5	80,00	Constante
<b>Mamíferos</b>			
<i>Cavia aperea</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Cerdocyon thous</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Didelphis sp.</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Glossophaga soricina</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Natalus macrourus</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Necromys sp.</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Thrichomys aperoides</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Equus caballus</i>	0	0,00	Não encontrado
<b>Répteis</b>			
<i>Boa constrictor</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Bothrops</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Crotalus durissus</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Epicrates crassus</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Ophiodes striatus</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Oxybelis aeneus</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Salvator merianae</i>	0	0,00	Não encontrado
<i>Não identificado</i>	0	0,00	Não identificado

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.



Nota-se que diversas espécies não apresentam nenhum indivíduo e isto se dá pelo fato de os dados terem sido obtidos pela base GBIF. Todavia, como dito anteriormente, a metodologia proposta é considerada versátil por sua capacidade de adaptação à ausência total ou parcial de determinados dados.

Assim como proposto por Lins (2019), os indivíduos coletados por mês de pesquisa estão descritos na tabela 13 e aqueles que não foram identificados a nível de espécie, estão descritos como não identificados.

Tabela 13 - Amostra de indivíduos por mês de coleta.

Período		Nome Científico	Nome Popular
Ano	Mês		
2019	Set.	<i>Equus caballus</i>	Cavalo
		<i>Guira guira</i>	Anu-branco
		<i>Saltatricula atricollis</i>	Batuqueiro
		Não identificado	Não identificado
		<i>Boa constrictor</i>	Jiboia
		Não identificado	Não identificado
		<i>Crypturellus parvirostris</i>	Inhambu-chororó
		Não identificado	Não identificado
		Não identificado	Não identificado
		Não identificado	Não identificado
		<i>Ophiodes striatus</i>	Cobra-de-vidro
		<i>Glossophaga soricina</i>	Morcego beija-flor
		Não identificado	Não identificado
		<i>Canídeo indeterminado</i>	Não identificado
		<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
		<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
		Não identificado	Não identificado
		<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	Rã pimenta
		<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
		<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
		<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
		<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
		<i>Crotalus durissus</i>	Cascavel
		Não identificado	Não identificado
		<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
		<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
		<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
		<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.		
Não identificado	Não identificado		

	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Setopagis parvula</i>	Bacurau-chintã
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Tapera naevia</i>	Saci
	Não identificado	Não identificado
	Não identificado	Não identificado
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
Out.	Não identificado	Não identificado
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
	Não identificado	Não identificado
	<i>Didelphis sp.</i>	Didelphis sp.
	<i>Bothrops</i>	Bothrops
	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato
	Não identificado	Não identificado
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
	Não identificado	Não identificado
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau
	Não identificado	Não identificado
	Não identificado	Não identificado
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau
	Não identificado	Não identificado
	Não identificado	Não identificado
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	Não identificado	Não identificado
<i>Volatina jacarina</i>	Tiziu	

<i>Guira guira</i>	Anu-branco
<i>Nothura maculosa</i>	Codorna-amarela
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
<i>Elaenia sp.</i>	Elaenia sp.
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
Não identificado	Não identificado
Não identificado	Não identificado
<i>Leptodactylus sp.</i>	Leptodactylus sp.
Não identificado	Não identificado
Não identificado	Não identificado
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
<i>Leptodactylus sp.</i>	Leptodactylus sp.
Não identificado	Não identificado
<i>Leptodactylus sp.</i>	Leptodactylus sp.
<i>Leptodactylus sp.</i>	Leptodactylus sp.
Não identificado	Não identificado
<i>Necromys sp.</i>	Necromys sp.
<i>Cavia aperea</i>	Preá
<i>Leptodactylus sp.</i>	Leptodactylus sp.
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
<i>Pithecopus sp.</i>	Pithecopus sp.
<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico
Não identificado	Não identificado
Não identificado	Não identificado
Não identificado	Não identificado
<i>Sicalis luteola</i>	Tipio
<i>Oxybelis aeneus</i>	Cobra-cipó
Não identificado	Não identificado
Não identificado	Não identificado
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
<i>Thrichomys apereoides</i>	Rabudo
<i>Epicrates crassus</i>	Jiboia-arco-íris
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
Não identificado	Não identificado
Não identificado	Não identificado
Não identificado	Não identificado
Não identificado	Não identificado
Não identificado	Não identificado
Não identificado	Não identificado
<i>Tryannus melancholicus</i>	Suiriri
Não identificado	Não identificado
<i>Myiothlypis flaveola</i>	Canário-do-mato
Não identificado	Não identificado

	<i>Gallus gallus</i>	Galinha
Nov.	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Salvator merianae</i>	Teiú
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.
	<i>Salvator merianae</i>	Teiú
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Hydropsalis torquata</i>	Bacurau-tesoura
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Epicrates crassus</i>	Jiboia-arco-íris
	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Besourinho-de-bico-vermelho
<i>Não identificado</i>	Não identificado	
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.	
Dez.	<i>Gymnophiona</i>	Gymnophiona
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Não identificado</i>	Não identificado
	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Besourinho-de-bico-vermelho
	<i>Não identificado</i>	Não identificado

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

### 7.3 Severidade

As informações contidas nas tabelas anteriores possibilitam que seja calculada a severidade, uma vez que este conceito engloba diversos outros. A densidade populacional, a qual já foi calculada através do índice de constância, o estado de conservação da fauna atropelada e o endemismo que foram atribuídos ao se identificarem os indivíduos coletados e a informação de que os atropelamentos ocorreram ou não em áreas de preservação, permitem que os devidos pesos sejam atribuídos conforme a tabela 5. A tabela 14 é a síntese de todas as informações descritas.

Tabela 14 - Severidade média por mês de coleta.

Período		Nome Científico	Nome Popular	Densidade populacional		Estado de conservação		Endemismo	Área de conservação*	Total ( $\Sigma$ dos pesos)
Ano	Mês			Índice constância	Peso	Categoria	Peso			
2019	Set.	<i>Equus caballus</i>	Cavalo	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
		<i>Guira guira</i>	Anu-branco	Acidental	8	LC	2	2	2	14
		<i>Saltatricula atricollis</i>	Batuqueiro	Acessória	6	LC	2	2	2	12
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Boa constrictor</i>	Jiboia	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Crypturellus parvirostris</i>	Inhambu-chororó	Constante	4	LC	2	2	2	10
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Ophiodes striatus</i>	Cobra-de-vidro	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
		<i>Glossophaga soricina</i>	Morcego beija-flor	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12

<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	Rã pimenta	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Crotalus durissus</i>	Cascavel	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Setopagis parvula</i>	Bacurau-chintã	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12

	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Tapera naevia</i>	Saci	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<b>Severidade média (Setembro)</b>									<b>13,73</b>
Out.	Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Didelphis sp.</i>	<i>Didelphis sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Bothrops</i>	<i>Bothrops</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12

<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	Constante	4	LC	2	2	2	10
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	Constante	4	LC	2	2	2	10
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	Constante	4	LC	2	2	2	10
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	Constante	4	LC	2	2	2	10
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12



<i>Guira guira</i>	Anu-branco	Acidental	8	LC	2	2	2	14
<i>Nothura maculosa</i>	Codorna-amarela	Constante	4	LC	2	2	2	10
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Elaenia sp.</i>	<i>Elaenia sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Leptodactylus sp.</i>	<i>Leptodactylus sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Leptodactylus sp.</i>	<i>Leptodactylus sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Leptodactylus sp.</i>	<i>Leptodactylus sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Leptodactylus sp.</i>	<i>Leptodactylus sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
Não identificado	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Necromys sp.</i>	<i>Necromys sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Cavia aperea</i>	Preá	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Leptodactylus sp.</i>	<i>Leptodactylus sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	<i>Rhinella sp.</i>	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15

<i>Pithecopus sp.</i>	Pithecopus sp.	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	Acidental	8	LC	2	2	2	14
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Sicalis luteola</i>	Tipio	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Oxybelis aeneus</i>	Cobra-cipó	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Thrichomys apereoides</i>	Rabudo	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Epicrates crassus</i>	Jiboia-arco-íris	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15

	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	Acessória	6	LC	2	2	2	12
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Myiothlypis flaveola</i>	Canário-do-mato	Constante	4	LC	2	2	2	10
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Gallus gallus</i>	Galinha	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<b>Severidade média (Outubro)</b>								<b>13,96</b>
Nov.	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Salvator merianae</i>	Teiú	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15

	<i>Salvator merianae</i>	Teiú	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Hydropsalis torquata</i>	Bacurau-tesoura	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Epicrates crassus</i>	Jiboia-arco-íris	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Besourinho-de-bico-vermelho	Constante	4	LC	2	2	2	10
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella sp.</i>	Rhinella sp.	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<b>Severidade média (Novembro)</b>								<b>14,23</b>
Dez.	<i>Gymnophiona</i>	Gymnophiona	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Besourinho-de-bico-vermelho	Constante	4	LC	2	2	2	10
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<b>Severidade média (Dezembro)</b>								<b>14,17</b>

2020	Jan.	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Thamnophilus torquatus</i>	Choca-de-asa-vermelha	Constante	4	LC	2	2	2	10
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Rhinella rubescens</i>	Rhinella rubescens	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	NE	3	2	2	13
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Rhinella cerradensis</i>	Cururu-do-cerrado	Não encontrado	6	NE	3	2	2	13
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	NE	3	2	2	13
		<i>Myiothlypis flaveola</i>	Canário-do-mato	Constante	4	LC	2	2	2	10
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
		<i>Caracara plancus</i>	Carcará	Acidental	8	LC	2	2	2	14
<i>Epicrates crassus</i>	Jiboia-arco-íris	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12		

	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Volatina jacarina</i>	Tiziu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
<b>Severidade média (Janeiro)</b>									<b>13,96</b>
Mar.	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	Constante	4	LC	2	2	2	10
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo cururu	Não encontrado	6	LC	2	2	2	12
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
	<i>Sporophila nigricollis</i>	Baiano	Acessória	6	LC	2	2	2	12

<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Não identificado</i>	Não identificado	Não encontrado	6	NE	3	4	2	15
<i>Natalus macrourus</i>	Morcego orelha-de-funil	Não encontrado	6	VU	4	2	2	14
<b>Severidade média (Março)</b>								<b>13,93</b>

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

## 7.4 Grau do impacto ambiental dos atropelamentos de fauna

Com os valores das frequências médias de atropelamento e das severidades médias por período de coleta estabelecidos, é possível fazer o cruzamento dessas informações para, então, definir o objetivo principal desse estudo que é analisar os índices dos atropelamentos de fauna silvestre. A tabela 15 correlaciona frequência e severidade.

Tabela 15 - Relação entre as frequências médias de atropelamento e das severidades médias por período de coleta.

Mês	Frequência	Severidade
Setembro	H	<b>13,73</b>
Outubro	H	<b>13,96</b>
Novembro	H	<b>14,23</b>
Dezembro	G	<b>14,17</b>
Janeiro	H	<b>13,96</b>
Março	H	<b>13,93</b>

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Nota-se que apenas o mês de dezembro teve a frequência classificada como “G”, enquanto os demais meses foram classificados como “H”. Os valores de severidade variaram de 13,73 no mês de setembro, 13,96 em outubro, 14,23 em novembro, 14,17 em dezembro, 13,96 em janeiro e 13,93 em março.

Com esses valores estabelecidos, os graus de impacto ambiental causados pelos atropelamentos de fauna foram classificados como extremamente alto e muito alto e estão descritos na tabela 16.

Tabela 16 - Grau de impacto dos atropelamentos de fauna por período de coleta.

Mês	Frequência	Severidade	Grau do impacto ambiental causado pelos atropelamentos
Setembro	H	<b>13,73</b>	EXTREMAMENTE ALTO
Outubro	H	<b>13,96</b>	EXTREMAMENTE ALTO
Novembro	H	<b>14,23</b>	EXTREMAMENTE ALTO
Dezembro	G	<b>14,17</b>	MUITO ALTO
Janeiro	H	<b>13,96</b>	EXTREMAMENTE ALTO
Março	H	<b>13,93</b>	EXTREMAMENTE ALTO

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.



As tabelas 17 e 18 se repetem aqui para elucidar como se dá a correlação dos valores médios de frequência de atropelamento e severidade.

Tabela 17 - Grau de significância do impacto ambiental causado pelo atropelamento.

FREQUENCIA DE ATROPELAMENTO									SEVERIDADE
A	B	C	D	E	F	G	H		
								19≥21	
								15≥18	
								12≥15	
								9≥12	
								6≥9	
								3≥6	

Fonte: Lins, Barbosa e Almeida, 2018.

Tabela 18 - Enquadramento do grau de significância de impacto ambiental em rodovias a partir do atropelamento de vertebrados.

Parâmetros	Grau de significância do impacto ambiental causado pelo atropelamento
	Baixo
	Médio
	Alto
	Muito alto
	Extremamente alto

Fonte: Lins, Barbosa e Almeida, 2018.).

No presente estudo foram coletadas mais amostras do gênero *Rhinella* do que qualquer outro gênero, todavia, ao não ser possível identificar a espécie de todos os indivíduos, os resultados se mostraram genéricos, apesar de os graus de impactos de atropelamento terem sido enquadrados como muito alto e extremamente altos.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostram, a partir da correlação entre as frequências médias de atropelamento por mês de coleta e os 4 atributos de severidade (índice de constância, estado de conservação, endemismo e área de conservação), que os graus de impacto causados pelos atropelamentos de fauna silvestre na rodovia estadual GO-239 são extremamente altos e muito alto. Este fato se mostra independente da classe de

vertebrado coletada porque, apesar de anfíbios e aves apresentarem maior número de indivíduos atropelados ao longo da pesquisa, o trecho como um todo demonstra ser preocupante ao se tratar de atropelamento de fauna.

Apesar da metodologia proposta ser considerada versátil, os resultados indicam que, a identificação das espécies é de suma importância, mesmo sendo possível calcular os atributos sem as informações completas porque isto tem influência no resultado final, gerando dados mais generalistas. A depender da análise desejada para um plano de mitigação, por exemplo, dados menos generalistas são desejáveis ao se tratar de alguma espécie específica em determinado trecho de rodovia.

Ao relacionar as colisões entre veículos e fauna na região com a pavimentação da rodovia, Ribeiro (2017) também constatou que os índices são altos e os associou a fragmentos urbanos próximos da estrada, bem como, ao comportamento dos motoristas perante a rodovia, uma vez que o estudo analisou os dados referentes ao período após a implementação do asfalto na rodovia. Do mesmo modo, Braz e França (2016) encontraram forte relação entre a taxa de mortalidade e as estações do ano. Os autores utilizaram outras metodologias de análise, todavia concluíram, similarmente, que há altos riscos na região.

Para além dos riscos relacionados à perda populacional da fauna silvestre em detrimento das colisões nas estradas, existe o risco eminente aos seres humanos que trafegam em rodovias. No caso da GO-239, também há uma ciclovia que atrai pedestres e ciclistas para a via, aumentando assim a chance dos transeuntes se envolverem em acidentes.

Existem medidas eficazes que podem ser adotadas a fim de minimizar os impactos causados pelas colisões em rodovias, como a implementação de barreiras físicas como cercas combinadas com túneis e/ou passagens aéreas (BAGER e ROSA, 2010; JARVIS, HARTUP e PETROVAN, 2019; PLANTE, JAEGER e DESROCHERS, 2019; CSERKÉSZ *et al.* 2013).

Isto posto, faz-se necessário que, para além possível implementação das medidas de infraestrutura nas estradas e rodovias, seja também feito um intenso trabalho de educação ambiental. No caso da GO-239, direcionado para os turistas que visitam a região e para os moradores dos municípios que compõem a Chapada dos Veadeiros e diariamente precisam utilizar a rodovia. É interessante que se abordem

questões a respeito da riqueza da biodiversidade da região e a importância de proteger as populações de fauna silvestre ali presentes. Também é pertinente que sejam feitas, junto aos órgãos responsáveis, campanhas de educação no trânsito, porque os acidentes em rodovias são prejudiciais pois afetam a fauna e também a sociedade civil.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRA, F. Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presente na rodovia SP-225 no município de Brotas, São Paulo. Tese de Mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2012, 72 p.

ARROYAVE, M. P; GÓMEZ, C., 2006. Impacto de las Carreteras en la Fauna Silvestre y sus Principales Medidas de Manejo. *Revista EIA*, 5: 45-57.

ASSIS, C. J.; GIACOMINIC, C. H.; RIBEIRO, M. C. Road Permeability Index: Evaluating the heterogeneous permeability of roads for wildlife crossing. *Ecological Indicators*. 99, 365–374, 2019.

BAGER, A.; HÓBUS, Q.; PIEDRAS, R. N. S.; SAN MARTIN, T. Fauna selvagem e atropelamento – Diagnóstico do Conhecimento Brasileiro. Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG – Brasil, 2007.

BAGER, A. & ROSA, C.A. Priority ranking of road sites for mitigating wildlife roadkill. *Biota Neotropica*. v. 10, n. 4, p. 149-154, 2010.

BRASIL. Decreto-lei de 5 de junho de 2017. Amplia o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, localizado nos Municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Nova Roma, Teresina de Goiás e São João da Aliança, Estado de Goiás. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e de acordo com o que consta do Processo nº 02070.000116/2011-10 do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes.

BERNARDES FREIRE, R.; DE MATOS MELLO, V.; RIBEIRO ARAÚJO, R.; AMARAL GONÇALVES, S. R. Impactos Ambientais Causados Pela Rodovia Arlindo Bettio (SP 613) no Parque Estadual do Morro do Diabo – SP. *TÓPOS* V. 5, Nº 2, p. 89 - 101, 2011.

BERNAL, N. 2016. *Cavia aperea*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T86257782A22189256. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T86257782A22189256.en>. Downloaded on 24 November 2021.

BERNARDINO, F.S. & DALRYMPLE, G.H. (1992) Seasonal activity and road mortality of the snakes of the Pa-hay-okee wetlands of Everglades National Park, USA. *Biological Conservation*, 62, 71–75.

BRAZ, V.S. FRANÇA, F.G.R. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. *Biota Neotropica*. 16(1): e0182, 2016.

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO, disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19503compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm). Acesso em novembro de 2020.

CAMARGO, J. C. G. & TROPPEMAIR, H. – A evolução da Biogeografia no âmbito da ciência geográfica no Brasil. *Geografia*, Rio Claro, v. 27, no. 3, dez., 2002, pp. 133-156.

CARMO, Viviane Arruda do; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; BIZZO, Nélío Marco Vincenzo. As contribuições de Alfred Russel Wallace para a biogeografia. ***Filosofia e História da Biologia***, São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, v. 7, n. 1, p. 117-136, 2012. Disponível em: < [http://www.abfhib.org/FHB/FHB-07-1/FHB-07-1-07-Viviane-A-Carmo\\_Lilian-ACP-Martins\\_Nelio-MV-Bizzo.pdf](http://www.abfhib.org/FHB/FHB-07-1/FHB-07-1-07-Viviane-A-Carmo_Lilian-ACP-Martins_Nelio-MV-Bizzo.pdf) >.

CBEE. Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. Sistema Urubu. Disponível em: <https://sistemaaurubu.com.br/dados/>. Acesso em: fevereiro de 2022.

COX, C. B.; MOORE, P. D.; LADLE, R. J., *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*. Ninth edition. | Chichester, UK; Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016.

CSERKÉSZ, T.; OTTLECH, B.; CSERKÉSZ-NAGY, A.; FARKAS, J. Interchange as the main factor determining wildlife–vehicle collision hotspots on the fenced highways: spatial analysis and applications. *European Journal of Wildlife Research*. 59:587–597, 2013.

CUNHA, H. F.; MOREIRA, F. G. A.; SILVA, S. S. Roadkill of wild vertebrates along the GO-060 road between Goiânia and Iporá, Goiás State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá*, v. 32, n. 3, p. 257-263, 2010.

DAJOZ, R. *Ecologia geral*. São Paulo: Vozes, 1972.

DA ROSA, C. A. Efeito de Borda de Rodovias em Pequenos Mamíferos de Fragmentos Florestais Tropicais. 2012, p. 101. Dissertação de mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas. Universidade Federal de Lavras, 2012.

D’EON, R.G.; GLENN, S.M.; PARFITT, I. & FORTIN, M.J. 2002. **Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape**. *Conservation Ecology*, 6: 1-10.

DORNAS, R. A. P.; KINDEL, A.; BAGER, A.; FREITAS, S. R. 2012. Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias no Brasil. In: *Ecologia de estradas: tendências e pesquisas* / editor, Alex Bager. – Lavras: Ed. UFLA.

FABRIZIO, M.; DI FEBBRARO, M.; D’AMICO, M.; FRATE, L.; ROSCIONI, F. & LOY, A. Habitat suitability vs landscape connectivity determining roadkill risk at a regional scale: a case study on European badger (*Meles meles*). *European Journal of Wildlife Research*, 65:7, 2019.

FAHRIG, L. & PALOHEIMO, J. 1988. **Determinants of local population size in patchy habitats**. *Theoretical Population Biology*, 34: 194-213.

FEPAP. Estudos sobre impactos ambientais: Uma abordagem contemporânea. Organizador: Alessandro Reinaldo Zabotto - Botucatu: FEPAP, 2019.

FERNANDES, A. S., CASTRO, J. D. B. **Turismo e desenvolvimento socioespacial: o reflexo do ecoturismo na zona da Chapada dos Veadeiros e os impactos na economia municipal de Alto Paraíso de Goiás, Brasil.** SIGABI, 2020. ISSN 2525-4928.

FORERO-MEDINA, G., VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. *Oecologia brasiliensis*. 11 (4): 493-502, 2007.

GAGNÉ, A. S.; BATES, L. J. BIERREGAARD O. R. The effects of road and landscape characteristics on the likelihood of a Barred Owl (*Strix varia*)-vehicle collision. *Urban Ecosystem*. 18:1007–1020, 2015.

GARRIGA, N., SANTOS, X., MONTORI, A., RICHTER-BOIX, A., FRANCH, M. & LLORENTE, G.A. (2012). Are protected areas truly protected? The impact of road traffic on vertebrate fauna. *Biodiversity and Conservation*, 21, 2761–2774.

GBIF.org (7 February 2022) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.vaqw48>.

HUGGETT, R. J. Fundamentals of biogeography/Richard John Huggett. – 2nd ed. p. cm. – (Routledge fundamentals of physical geography series) Taylor & Francis e-Library, 2004.

IBGE. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: dezembro de 2020.

JARVIS, L. E; HARTUP, M; PETROVAN, S. O. Road mitigation using tunnels and fences promotes site connectivity and population expansion for a protected amphibian. *European Journal of Wildlife Research* (2019) 65:27.

IBGE. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: dezembro de 2020.

ICMBIO. Atlas da Fauna Brasileira ameaçada em unidades de conservação federais. Brasília: 1, ed. II. Color, 2011.

ICMBIO. Chapada dos Veadeiros contará com melhorias. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/10181-chapada-dos-veadeiros-contara-com-melhorias>. Acesso em dezembro de 2020.

ICMBIO. Governo cria Parque Nacional e amplia três UCs. 2017. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/8960-governo-cria-parque-nacional-e-amplia-tres-ucs>. Acesso em: novembro de 2020.

ICMBIO. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / - 1. ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018.

ICMBIO. Plano de Manejo Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, 2009. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/pm\\_chapada\\_dos\\_veadeiros\\_1.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/pm_chapada_dos_veadeiros_1.pdf). Acesso em: outubro de 2021.

LINS, G. A. Proposta de metodologia para análise crítica do impacto do atropelamento de fauna: um estudo de caso. 2019. 120 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

LINS, G. A.; BARBOSA, O. R.; ALMEIDA, J. R., Proposta de uma nova metodologia para análise do impacto ambiental do atropelamento de fauna. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.9, n.8, p.273-281, 2018.

MARINHO-FILHO, J. The Brazilian Cerrado bat fauna and its Conservation. Chiroptera Neotropical, Belo Horizonte, 2 (1): 37-39. 1996.

MATA-BURRO. Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Michaelis. 15 set. 2021. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/palavra/L1XGW/mata-burro/> Acesso em: setembro de 2021.

MELO, E.S., SANTOS-FILHO, M. (2007). Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. Revista Brasileira de Zoociências, v. 9(2): 185-192.

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. 235, (2019), 511–520.

PRIM. Plano de Redução de Impactos à Biodiversidade: 1. Ed Brasília, DF: ICMBio/MMA,2018. 62 p.

RIBEIRO, R. S. T. Influências da pavimentação de rodovias em índices de atropelamento de fauna: o caso da rodovia GO-239 em Alto Paraíso de Goiás. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília.

SANTOS, A. L. R. Dinâmica de Atropelamento de Fauna Silvestre no Entorno de Unidades de Conservação do Distrito Federal. 2017. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília.

SANTOS, A. L. R.; MOTA-FERREIRA, M.; AGUIAR, M.S. L.; ASCENSÃO, F. Predicting wildlife road-crossing probability from roadkill data using occupancy-detection models. Science of the Total Environment 642, 629–637, 2018.

SANTOS, E. M. B. O PARQUE E A ESTRADA: conservação e desenvolvimento na história do Parque Estadual do Rio Doce (1944-1993). 2015. Tese (Doutorado em História) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais.

SANTOS, S. M.; LOURENÇO, R.; MIRA, A.; BEJA, P. Relative Effects of Road Risk, Habitat Suitability, and Connectivity on Wildlife Roadkills: The Case of Tawny Owls (*Strix aluco*). PLoS ONE 8(11), 2013.

TÁXEUS. Disponível em: <https://www.taxeus.com.br/especie>. Acesso em: novembro de 2021.

TEIXEIRA, F. Z.; COELHO, A. V. P.; ESPERANDIO, I. B.; KINDEL, A.; Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. *Biological Conservation*. 157, (2013), 317–323.

TROMBULAK, S. C; FRISSELL, C. A. Review of ecological effect of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*. [s. l.]: Wiley, v. 14, n. 1, Feb., 2000, pp. 18-30.

VASCONCELOS, E. A. Transporte urbano em desenvolvimento: reflexões e propostas. São Paulo: Annablume, 2000. p. 282

VIÉ, J. C.; HILTON-TAYLOR, C.; STUART, S. N. Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008. Gland: IUCN, 2009.

WIKIAVES. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/wiki/>. Acesso em: novembro de 2021.



## 10. APÊNDICES

Apêndice 1 - Registro de Anu-branco (Guira guira).



Apêndice 2 - Registro de Saci (*Tapera naevia*).



Apêndice 3 - Registro de Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*).



Apêndice 4 - Registro de Codorna amarela (*Nothura maculosa*)



Apêndice 5 - Registro de Teiú (*Salvator merianae*).



Apêndice 6 - Registro de Jiboia arcoíris (*Epicrates crassus*).



Apêndice 7 - Registro da cauda de Jiboia arcoíris (*Epicrates crassus*).



Apêndice 8 - Vista da rodovia estadual GO-239.

