

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

BRUNA RAFAELLA DE ALMEIDA NUNES

**ECOLOGIA DE ESTRADAS E BIOGEOGRAFIA DE ESPÉCIES
SILVESTRES ATROPELADAS NO SUDESTE GOIANO**



**CATALÃO (GO)
JUNHO - 2021**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE GEOGRAFIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

BRUNA RAFAELLA DE ALMEIDA NUNES

3. Título do trabalho

**ECOLOGIA DE ESTRADAS E BIOGEOGRAFIA DE ESPÉCIES SILVESTRES
ATROPELADAS NO SUDESTE GOIANO**

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

Termo de Ciência e de Autorização (TECA) IGEO-RC 2428293 SEI 23070.032230/2021-42 / pg. 1



Documento assinado eletronicamente por **Idelvone Mendes Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 20/10/2021, às 10:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **BRUNA RAFAELLA DE ALMEIDA NUNES, Discente**, em 20/10/2021, às 12:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2428293** e o código CRC **42A09B97**.

BRUNA RAFAELLA DE ALMEIDA NUNES

**ECOLOGIA DE ESTRADAS E BIOGEOGRAFIA DE ESPÉCIES SILVESTRES
ATROPELADAS NO SUDESTE GOIANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade Federal de Goiás, do Instituto de Geografia/UFCAT, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: **Geografia e Ordenamento do Território**

Linha de Pesquisa: **Estudos Ambientais**

Orientador: **Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira**

**CATALÃO (GO)
JUNHO - 2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Nunes, Bruna Rafaella de Almeida
Ecologia de Estradas e Biogeografia de Espécies Silvestres
Atropeladas no Sudeste Goiano [manuscrito] / Bruna Rafaella de
Almeida Nunes. - 2021.
cxxix, 129 f.

Orientador: Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade
Acadêmica Especial de Geografia, Catalão, Programa de Pós
Graduação em Geografia, Catalão, 2021.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui siglas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Ecologia de Estradas. 2. Biogeografia. 3. Fauna Silvestre. 4.
Cerrado. 5. Goiás. I. Ferreira, Idelvone Mendes, orient. II. Título.

CDU 911



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE GEOGRAFIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **194** da Sessão de Defesa Pública de Dissertação de **BRUNA RAFAELLA DE ALMEIDA NUNES**, que confere o título de **Mestre em Geografia**, na área de concentração em **Geografia e Ordenamento do Território**.

Observações: Banca Examinadora de Defesa Pública de Dissertação realizada em conformidade com a Portaria da CAPES n. 36, de 19 de março de 2020, de acordo com seu Artigo 2º: "Art. 2º - A suspensão de que trata esta Portaria não afasta a possibilidade de defesas de tese utilizando tecnologias de comunicação à distância, quando admissíveis pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, nos termos da regulamentação do Ministério da Educação."

Aos **treze dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e um**, a partir das **13h30**, à distância, por videoconferência pelo aplicativo *Google Meet*, realizou-se a Sessão Pública de Defesa de Dissertação intitulada "**ECOLOGIA DE ESTRADAS E BIOGEOGRAFIA DE ESPÉCIES SILVESTRES ATROPELADAS NO SUDESTE GOIANO**". Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor **Dr. Idelvone Mendes Ferreira** (IGEO/UFCAT-UFG), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora **Dra. Mariela Cordeiro de Castro** (IBIOTEC/UFCAT), membro titular externo; Professor **Dr. João Donizete Lima** (IGEO/UFCAT-UFG), membro titular interno. Durante a arguição os membros da Banca Examinadora **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho, fazendo a recomendação, considerando a excelência e relevância do trabalho, que o mesmo deva ser publicado. A Banca Examinadora reuniu-se em Sessão Secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a Candidata **APROVADA** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Dr. Idelvone Mendes Ferreira, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente Ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos treze dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e um, às 16h10min.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Idelvone Mendes Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 13/07/2021, às 16:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **João Donizete Lima, Professor do Magistério Superior**, em 13/07/2021, às 16:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Ata de Defesa de Dissertação 194 (2202816)

SEI 23070.032230/2021-42 / pg. 1



Documento assinado eletronicamente por **Mariela Cordeiro De Castro, Professor do Magistério Superior**, em 15/07/2021, às 11:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2202816** e o código CRC **43FD92EB**.

*Dedico esta pesquisa a todos os animais silvestres,
vítimas de atropelamentos nas rodovias.*

AGRADECIMENTOS

Na busca pelas palavras de gratidão ao concluir essa pesquisa, me veio à mente a frase de uma música chamada “A estrada”, que diz: “Você não sabe o quanto eu caminhei pra chegar até aqui”. O caminho foi longo, mas a cada passo dado, eu estava mais perto que longe do meu destino final.

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por sempre guiar meus passos e me proporcionar diariamente conhecimentos incríveis sobre os animais silvestres.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira, pelo incentivo em ingressar no Programa de Pós-Graduação, por aceitar orientar a minha pesquisa e pela paciência, compreensão, amizade e parceria construída.

À minha família, especialmente a minha amada mãe Marissônia, e a meu pai de coração Roberto, por todo o conhecimento e experiência proporcionados durante e após a graduação, e que sempre vibraram com as minhas conquistas.

Aos colegas do Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) de Catalão e Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMAC), Giulianny Alves, Heitor Felipe Pires, Bruna Lopes, Paulo Henrique Sabino, Leandro Alves e Thatiana Mesquita, que me acompanharam nos monitoramentos, regados com muita conversa, risadas, troca de conhecimentos e leveza. Aos geógrafos Alfredo Silveira e Giovani Correia, pela disponibilidade em elaborar/formatar os documentos cartográficos necessários.

Ao Prof. Dr. João Donizete, por todas as considerações realizadas desde a entrevista na seleção do Programa, ao Prof. Dr. Rafael Ávila, pelo auxílio nos dados meteorológicos necessários para a pesquisa, e a Prof^a. Dra. Mariela Cordeiro de Castro, pela doçura nas palavras, pela confiança e pelas contribuições no Exame de Qualificação.

Ao Secretário Municipal de Meio Ambiente de Catalão, Silas José Tristão, por autorizar a utilização dos dados referentes aos registros de entrada de animais silvestres no CETAS-Catalão para a construção de um banco de dados que possibilitou a escrita de artigos científicos e desta dissertação e pelo apoio no transporte durante o monitoramento em campo.

E, por último, porém não menos importante, o meu companheiro de vida, Diogo Baldin. Desde que iniciei essa jornada, você esteve presente em todos os momentos, sendo meu porto seguro. As longas e intensas horas de monitoramento nos proporcionaram conversas enriquecedoras, e que mostraram ainda mais a força da nossa sintonia e companheirismo. Obrigada pela compreensão nos momentos de ausência, por se preocupar com todos os detalhes das viagens de campo (água, alimentação, material de campo, condições do carro), pela empolgação em desenvolver essa pesquisa comigo. Metade desse trabalho é seu, mais um projeto que fazemos juntos. Obrigada por existir e por trazer do seu resgate no Pantanal o nosso melhor projeto, a Clara. Amo você.

Á todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a consecução desta pesquisa.

RESUMO

As rodovias são estruturas importantes para o desenvolvimento econômico e social de uma região, permitindo o transporte de pessoas, alimentos e/ou cargas diversas. Por sua vez, o aumento do fluxo motorizado e da velocidade desses veículos nas vias rodoviárias passou a provocar elevados índices de mortalidade de animais silvestres por atropelamentos. O presente estudo foi desenvolvido nas rodovias GO-330, GO-210, GO-213, GO-309, GO-139 e BR-490, que compõem o percurso entre Catalão e Caldas Novas, num circuito passando pelos municípios de Catalão, Goiandira, Nova Aurora, Corumbaba, Marzagão, Caldas Novas, Ipameri, Catalão, fechando um trecho circular de aproximadamente 250 Km. A pesquisa teve como objetivo identificar e quantificar as espécies de animais silvestres mais atingidas por veículos automotores nas rodovias especificadas, identificando os principais pontos de atropelamentos e os padrões das paisagens associadas com a sazonalidade e fases da Lua. Além disso, foram analisados os *hotspots* de atropelamentos com o intuito de futuras implantações de redutores de velocidade e/ou passagens de fauna, beneficiando os animais silvestres e motoristas que utilizam as rodovias da região pesquisada. Ao longo de quinze meses, foram registradas 676 carcaças de animais silvestres pertencentes as classes de Aves (49%), Mamíferos (28%), Répteis (20%) e Anfíbios (3%), em que, apesar da maior riqueza de espécies de aves, os mamíferos apresentaram maior incidência de atropelamentos. Os anfíbios foram representados por apenas 2 espécies, sendo elas *Rhinella marina* (n= 8) e *Leptodactylus labyrinthicus* (n=4). Quanto as aves, destacam-se *Cariama cristata* (n=47), *Coragyps atratus* (n=15), *Caracara plancus* (n=13), *Volatinia jacarina* (n=11) e *Athene cunicularia* (n=7). As espécies mais frequentes de mamíferos foram *Cerdocyon thous* (n=87), *Conepatus semistriatus* (77), *Euphractus sexcinctus* (n=68), *Myrmecophaga tridactyla* (n=51), *Lycalopex vetulus* (n=34), *Nasua nasua* (n=30) e *Tamandua tetradactyla* (n=28). Já os lagartos, serpentes e anfisbenas, houve maior frequência de *Salvator merianae* (n=18), *Philodryas nattereri* (n=10), *Ameiva ameiva* (n=7), *Amphisbaena alba* (n=7) e *Crotalus durissus* (7). Os padrões de sazonalidade apontaram que no período de seca ocorreram mais atropelamentos que no período chuvoso, e a fase lunar predominante dos atropelamentos foi a Lua nova, influenciando especialmente *Conepatus semistriatus*. Nas paisagens contendo vegetação foram registrados os maiores índices de atropelamentos, seguidos das áreas de pastagem e lavoura. Quanto aos *hotspots* de atropelamentos, esses concentraram-se entre os municípios de Catalão e Ipameri (GO – 330), onde os fragmentos de vegetação ainda são mais conservados e conseqüentemente proporcionam recursos como alimentação e abrigo para as populações de espécies de animais silvestres que ali se concentram. A instalação de placas de sinalização e lombadas eletrônicas em locais estratégicos, controladores de velocidade dos veículos, redução temporária de limites de velocidade e campanhas educativas e informativas podem contribuir na redução de atropelamentos de animais silvestres. Portanto, estudos relacionados aos atropelamentos de fauna silvestre nas rodovias do Estado de Goiás são necessários, especialmente na Região Sudeste Goiana, visando a conservação da fauna silvestre e segurança dos usuários que trafegam nas rodovias.

Palavras-chave: Ecologia de Estradas. Biogeografia. Fauna Silvestre. Cerrado. Goiás.

ABSTRACT

Roads are important structures for the economic and social development of a region, allowing the transportation of people, food and/or cargo. In turn, the increase in motorized flow and the speed of these vehicles on the highways started to cause high mortality rates of wild animals by being run over by cars. The present study was developed on highways GO-330, GO-210, GO-213, GO-309, GO-139 and BR-490, which comprise the route between Catalão and Caldas Novas, in a circuit passing through the cities of Catalão, Goiandira, Nova Aurora, Corumbaba, Marzagão, Caldas Novas, Ipameri, Catalão, closing a circular stretch of approximately 250 Km. The research aimed to identify and quantify the species of wild animals most affected by motor vehicles on the specified roads, identifying the main points of road kills and landscape patterns associated with seasonality and moon phases. In addition, the hotspots of road kills were analyzed with the intention of future implementation of speed limits and/or wildlife crossings, benefiting the wild animals and drivers that use the highways in the region studied. There were 676 carcasses of wild animals belonging to the classes of Birds (49%), Mammals (28%), Reptiles (20%) and Amphibians (3%), in which, despite the greater richness of bird species, mammals had a higher incidence of accidents. The amphibians were represented by only two species, *Rhinella marina* (n=8) and *Leptodactylus labyrinthicus* (n=4). As for the birds, *Cariama cristata* (n=47), *Coragyps atratus* (n=15), *Caracara plancus* (n=13), *Volatinia jacarina* (n=11) and *Athene cunicularia* (n=7) stood out. The most frequent mammal species were *Cerdocyon thous* (n=87), *Conepatus semistriatus* (77), *Euphractus sexcinctus* (n=68), *Myrmecophaga tridactyla* (n=51), *Lycalopex vetulus* (n=34), *Nasua nasua* (n=30) and *Tamandua tetradactyla* (n=28). As for reptiles, represented by lizards and snakes, there was a higher frequency of *Salvator merianae* (n=18), *Philodryas nattereri* (n=10), *Ameiva ameiva* (n=7), *Amphisbaena alba* (n=7) and *Crotalus durissus* (7). The seasonal patterns indicated that more road kills occurred in the dry season than in the rainy season, and the predominant lunar phase of road kills was the new moon, especially influencing *Conepatus semistriatus*. The highest rates of road kills were recorded in landscapes containing vegetation, followed by pasture and cropping areas. As for the hotspots of road kills, these were concentrated between the municipalities of Catalão and Ipameri (GO - 330), where the fragments of vegetation are still more conserved and consequently provide resources such as food and shelter for the populations of species of wild animals that are concentrated there. The installation of road signs and speed bumps in strategic locations, speed controllers, temporary reduction of speed limits and educational and informative campaigns can contribute to the reduction of road kills of wild animals. Therefore, studies related to road kills of wildlife on the highways of the State of Goiás are necessary, especially in the Southeast Region of Goiás, aiming at the conservation of wildlife and safety of users who travel on the highways.

Keywords: Road Ecology. Biogeography. Wild Fauna. Cerrado. Goiás.

INDICE DE FOTOS

Foto 1	Fitofisionomia de Mata Ciliar nas margens do Rio Corumbá, Rodovia GO-213 – Ipameri (GO)	36
Foto 2	Mata de Galeria em córrego na Rodovia GO-210 – Goiandira (GO)	36
Foto 3	Presença da fitofisionomia Cerradão nas margens da Rodovia GO-210 – Goiandira (GO)	37
Foto 4	Presença de Cerrado sentido restrito ou Cerrado Denso nas margens da Rodovia GO-213 – Ipameri (GO)	38
Foto 5	Área de Vereda nas margens da Rodovia GO-139 – Corumbá (GO)	39
Foto 6	Cerrado Rupestre nas margens da Rodovia GO-213 – Ipameri (GO)	39
Foto 7	Espécimes de <i>Caracara plancus</i> alimentando-se de carcaça recente de <i>Dasytus novemcinctus</i> na faixa de rolamento, entre os municípios de Catalão e Ipameri, na Rodovia GO-330	68
Foto 8	<i>Myrmecophaga tridactyla</i> fêmea atropelada com filhote retirado do útero, na Rodovia GO-210, entre os municípios de Nova Aurora e Corumbá (GO)	69
Foto 9	<i>Euphractus sexcinctus</i> fêmea e filhote, encontrados na faixa de rolamento, na Rodovia GO-210, entre os municípios de Nova Aurora e Corumbá (GO)	70
Foto 10	<i>Priodontes maximus</i> , adulto, sexo não identificado, vítima de colisão veicular na Rodovia GO-330, entre os municípios de Catalão e Ipameri	71
Foto 11	<i>Priodontes maximus</i> , macho adulto, vítima de colisão veicular na Rodovia GO-210, entre os municípios de Nova Aurora e Corumbá	71
Foto 12	Espécimes de <i>Philodryas olfersii</i> vitimadas por atropelamento e queimada, na Rodovia GO-139, entre os municípios de Marzagão e Caldas Novas (GO)	72
Foto 13	Poça de água na faixa de rolamento devido aos buracos ocasionados pela chuva, na GO-210, entre os municípios de Nova Aurora e Corumbá (GO)	77
Foto 14	Descarte inadequado de resíduos sólidos, às margens da Rodovia GO-213, entre os municípios de Ipameri e Caldas Novas (GO)	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Efeitos ecológicos ocasionados pelas rodovias: perda e modificação do habitat, perturbação devido a poluição, efeito de borda, barreira, afugentamento, filtro, predação, mortalidade por atropelamento e efeito de corredor	28
Figura 2	Principais fitofisionomias do Bioma Cerrado: Mata ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca, Cerradão, Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo, Parque de Cerrado, Palmeiral, Vereda, Cerrado Rupestre, Campo Sujo e Campo Limpo.	35
Figura 3	Rodovias pesquisadas no Sudeste Goiano – 2019 - 2020	44
Figura 4	Biomias Brasileiros – 2020	45
Figura 5	Precipitação Média no mês de janeiro na Região do Cerrado	46
Figura 6	Precipitação Média no mês de agosto na Região do Cerrado	46
Figura 7	Formações fitopaisagísticas de Cerrado	48
Figura 8	Mapa Rodoviário do Estado de Goiás.	53
Figura 9	Pesquisas sobre o atropelamento da fauna silvestre em Rodovias no Estado de Goiás	55
Figura 10	Principais fases lunares	78
Figura 11	<i>Hotspots</i> de atropelamentos de anfíbios e répteis na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	85
Figura 12	<i>Hotspots</i> de atropelamentos de aves na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	86
Figura 13	<i>Hotspots</i> de atropelamentos de mamíferos na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	87

INDICE DE GRÁFICOS E TABELAS

Gráfico 1	Registros de atropelamentos por classes de vertebrados na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	64
Gráfico 2	Faixa etária das classes de fauna silvestre atropelada no Sudeste Goiano – 2019-2020	73
Gráfico 3	Ocorrência de atropelamentos mensais na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	74
Gráfico 4	Variação sazonal de atropelamentos na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	76
Gráfico 5	Frequência de atropelamentos de animais silvestres na Região Sudeste Goiana durante as principais fases da Lua – 2019-2020	78
Gráfico 6	Influência lunar em anfíbios atropelados na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	79
Gráfico 7	Influência lunar em répteis atropelados na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	79
Gráfico 8	Influência lunar em aves atropeladas na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	81
Gráfico 9	Influência lunar em mamíferos atropelados na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	81
Gráfico 10	Paisagens do entorno das rodovias monitoradas na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	83
Gráfico 11	Localização das carcaças nas rodovias na Região Sudeste Goiana – 2019-2020	84
Gráfico 12	Dados relacionados às pesquisas desenvolvidas nas rodovias em Goiás – 2004 a 2020	54
Tabela 1	Dados relacionados às pesquisas desenvolvidas nas rodovias em Goiás – 2004 a 2020	56
Tabela 2	Número de espécies e registros de animais silvestres atropelados nas rodovias do Sudeste Goiano, no período de julho de 2019 a outubro de 2020	65
Tabela 3	Dados meteorológicos das estações mais próximas das rodovias monitoradas – Catalão e Ipameri (GO)- 2019-2020	75

LISTA DE SIGLAS

CETAS	Centro de Triagem de Animais Silvestres
CNT	Confederação Nacional de Transportes
GO	Goiás
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IMB	Instituto Mauro Borges
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OIAA Onça	Observatório de Imprensa Avistamentos e Ataques de Onças
PPGCG	Programa de Pós-Graduação em Geografia de Catalão
RC	Regional Catalão
SEMMAC	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Catalão
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFCAT	Universidade Federal de Catalão
UFG	Universidade Federal de Goiás

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	ECOLOGIA DA PAISAGEM: um ramo científico para análise geográfica.....	19
2.1	Ecologia de Estradas: um novo ramo científico para a análise da paisagem.....	24
2.2	Ecologia de Estradas: bases conceituais.....	26
2.3	Impactos socioambientais das rodovias nas paisagens.....	27
2.4	Impactos das rodovias na fauna silvestre.....	29
2.5	Mortalidade de fauna silvestre em rodovias brasileiras.....	32
2.6	Rodovias do Sudeste Goiano: caracterização fitofisionômica do Bioma Cerrado.....	34
3	ASPECTOS BIOGEOGRÁFICOS DO BIOMA CERRADO.....	42
3.1	Aspectos metodológicos.....	49
3.2	O Cerrado Goiano.....	50
3.3	Modal Rodoviário em Goiás.....	51
3.3.1	Efeitos das rodovias na fauna silvestre.....	52
3.3.2	Mortalidade da fauna silvestre nas rodovias de Goiás.....	55
4	BIOGEOGRAFIA E MORTALIDADE DA FAUNA SILVESTRE NO SUDESTE GOIANO.....	63
4.1	Campanhas de monitoramento.....	63
4.2	Aspectos da fauna silvestre atropelada nas rodovias do Sudeste Goiano.....	64
4.3	Sazonalidade e influência das fases lunares.....	74
4.4	Padrões das paisagens e <i>hotspots</i> de atropelamentos.....	82
4.5	Proposição de medidas mitigatórias.....	88
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
	REFERÊNCIAS.....	96
	APÊNDICES	109
	APÊNDICE 1. Ficha de campo utilizada no monitoramento de fauna silvestre atropelada no Sudeste Goiano – 2019-2020.....	110
	APÊNDICE 2. Espécimes de <i>Ameiva ameiva</i> e <i>Amphisbaena alba</i>	111
	APÊNDICE 3. Espécimes de <i>Aramides cajaneus</i> e <i>Bothrops jararaca</i>	112
	APÊNDICE 4. Espécimes de <i>Callithrix penicilata</i> e <i>Caracara plancus</i>	113
	APÊNDICE 5. Espécimes de <i>Cariama cristata</i> e <i>Chrysocyon brachyurus</i>	114
	APÊNDICE 6. Espécimes de <i>Coendou prehensilis</i> e <i>Colaptes campestris</i>	115

APÊNDICE 7. Espécimes de <i>Conepatus semistriatus</i> e <i>Crotalus durissus</i>	116
APÊNDICE 8. Espécimes de <i>Cyclarhis gujanensis</i> e <i>Didelphis albiventris</i> ..	117
APÊNDICE 9. Espécimes de <i>Eira barbara</i> e <i>Epicrates cenchria</i>	118
APÊNDICE 10. Espécime de <i>Eupetomena macroura</i> e <i>Herpailurus yagouaroundi</i>	119
APÊNDICE 11. Espécimes de <i>Hirundo rustica</i> e <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	120
APÊNDICE 12. Espécimes de <i>Leptodactylus labyrinthicus</i> e <i>Lycalopex vetulus</i>	121
APÊNDICE 13. Espécimes de <i>Mazama gouazoubira</i> e <i>Megascops choliba</i> ..	122
APÊNDICE 14. Espécimes de <i>Milvago chimachima</i> e <i>Nasua nasua</i>	123
APÊNDICE 15. Espécimes de <i>Penelope superciliares</i> e <i>Piaya cayana</i>	124
APÊNDICE 16. Espécimes de <i>Procyon cancrivorus</i> e <i>Ramphastos toco</i>	125
APÊNDICE 17. Espécimes de <i>Rhinella marina</i> e <i>Salvator merianae</i>	126
APÊNDICE 18. Espécimes de <i>Sicalis flaveola</i> e <i>Tamandua tetradactyla</i>	127

**ECOLOGIA DE ESTRADAS E BIOGEOGRAFIA DE ESPÉCIES SILVESTRES
ATROPELADAS NO SUDESTE GOIANO**



Foto: Bruna Almeida, Ipameri (GO), 2019

1 INTRODUÇÃO

A fragmentação das paisagens naturais é uma das principais ameaças à biodiversidade brasileira, sendo esse processo caracterizado pela alteração na estrutura das paisagens e originando pequenos fragmentos isolados, denominados também como ilhas de vegetação que, devido às suas características, podem resultar no declínio populacional de algumas espécies da fauna e flora com fundamental importância na dinâmica dos ecossistemas.

Considerando-se a paisagem atual do Brasil, em virtude do crescimento socioeconômico e populacional humano, as áreas de vegetação natural foram e estão ao longo dos anos sendo alteradas pelas ações antrópicas e substituídas de acordo com as prioridades do homem. Nesse contexto, o Bioma Cerrado vem sofrendo ameaças significativas em suas paisagens por meio das conversões vegetacionais para fins agropecuários, industriais e implantação de estruturas lineares como as rodovias e outras estruturas físicas, comprometendo a conservação da sua biodiversidade, que é única e peculiar.

Assim, considerando-se essa dinâmica da paisagem, o Estado de Goiás está inserido na região do Cerrado, o segundo maior bioma do Brasil em extensão e diversidade biótica, e que abriga inúmeras espécies peculiares da fauna silvestre, as quais são vitimadas diariamente nesse processo de transformação dessas paisagens pelas ações antrópicas. As características biogeográficas, biológicas e comportamentais de cada espécie, como as sazonalidades provocadas pela escassez de recursos para sobrevivência em determinadas épocas do ano, além da atração de algumas espécies pelos alimentos disponíveis nas pistas ou nos acostamentos das mesmas, podem influenciar as altas taxas de atropelamentos.

A inserção de estruturas antrópicas, como as rodovias, é importante para o desenvolvimento econômico e social de uma região, permitindo o transporte de pessoas, alimentos e/ou cargas diversas. Por sua vez, o aumento do fluxo motorizado e da velocidade desses veículos nas vias rodoviárias passou a provocar elevados índices de mortalidade de animais por atropelamentos. Dessa forma, o ecólogo Richard Forman, no ano de 1998, deu origem a uma nova área da Ecologia, a Ecologia de Estradas, cujo objetivo principal é investigar os impactos das rodovias e seus efeitos nos processos ecológicos e ecodinâmicos, além da perda de biodiversidade de uma determinada área.

A remoção da vegetação nativa, a pavimentação da pista e o conseqüente aumento de temperatura do ambiente, bem como a fragmentação de áreas naturais e maior acesso às zonas

rurais, são fatores que vêm contribuindo para os atropelamentos de animais silvestres nas rodovias do Estado de Goiás e pelo Brasil afora. Além dos ruídos advindos dos veículos e tráfego nas estradas, a consequente abertura de estradas vicinais pode também ocasionar perturbações em áreas remotas devido à ocupação humana para o desenvolvimento de atividades diversas em todo o ecossistema.

O Estado de Goiás é detentor de uma forte economia com viés agropecuário, onde os municípios de Catalão e Caldas Novas se diferenciam, visto que possuem, como principais fontes supridoras da economia, onde o primeiro se destaca na exploração de minérios, indústria automobilística, agropecuária e o segundo por atividades decorrentes do turismo, utilizando respectivamente as rodovias como meio de transporte principal diariamente. A visualização de carcaças de animais mortos, tanto na faixa de rolamento como nas margens das rodovias, é bem frequente, especialmente em rodovias não concessionadas e que não recebem manutenção com frequência, como o caso das rodovias alvo do presente estudo.

Nesse contexto, as rodovias estaduais e federais, tais como a GO-330, GO-210, GO-213, GO-309, GO-139 e BR-490, compõem o percurso da presente pesquisa entre Catalão e Caldas Novas, num circuito passando pelos municípios de Catalão, Goiandira, Nova Aurora, Corumbáiba, Marzagão, Caldas Novas, Ipameri, Catalão, fechando um trecho circular de aproximadamente 250 km. Ainda, são rotas para diversas cidades do Estado de Goiás e para o vizinho Estado de Minas Gerais, sendo o fluxo mais alto em períodos de férias escolares e feriados prolongados. As cidades de Caldas Novas e Rio Quente, esse último município recentemente emancipado de Caldas Novas e também com grandes complexos de hotelaria, atraem turistas de todo o Brasil e de regiões de Goiás, durante todo o ano. Esse alto fluxo de veículos, em determinadas épocas, pode influenciar nos atropelamentos de espécies silvestres, ocasionando declínio populacional ou até mesmo a extinção local das mesmas.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo identificar e quantificar as espécies de animais silvestres mais atingidas por veículos automotores nas rodovias especificadas, identificando os principais pontos de atropelamentos e os padrões das paisagens associadas com a sazonalidade e fases da Lua. A coleta das carcaças não identificadas foi concedida pela Autorização nº 69937-1, emitida em 12/06/2019 e Autorização nº 69937-2, emitida em 12/07/2020, através SISBio (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade). Ainda, foram analisados os *hotspots* de atropelamentos com o intuito de futuras implantações de redutores de velocidade e/ou passagens de fauna, beneficiando os animais silvestres e motoristas que utilizam as rodovias da região pesquisada.

Assim, a presente Dissertação está dividida em cinco Seções. Na primeira seção, a **INTRODUÇÃO**, apresenta-se uma breve caracterização das problemáticas relacionadas a fragmentação de paisagens no Cerrado, os impactos ocasionados pela implantação de rodovias, a área pesquisada, a justificativa e os objetivos da presente Dissertação, bem como a caracterização geográfica da área da pesquisa.

A segunda seção, **ECOLOGIA DA PAISAGEM: um ramo científico para análise geográfica**, apresenta uma abordagem geral acerca da Ecologia da Paisagem sob a ótica geográfica, incluindo os estudos sobre Ecologia de Estradas, sua origem, histórico e importância na conservação da biodiversidade, bem como sobre as fitofisionomias de Cerrado ao longo das rodovias pesquisadas na região do Sudeste Goiano.

A terceira seção, **ASPECTOS BIOGEOGRÁFICOS DO BIOMA CERRADO**, apresenta as características do Cerrado, em especial da região Sudeste do Estado de Goiás, bem como os efeitos do modal rodoviário na fauna silvestre e as pesquisas relacionadas a mortalidade de fauna silvestre nas rodovias do Estado de Goiás, mais especificamente na região Sudeste Goiano.

A quarta seção, **BIOGEOGRAFIA E MORTALIDADE DA FAUNA SILVESTRE NO SUDESTE GOIANO**, apresenta os resultados obtidos durante os meses de estudo nas rodovias que ligam Catalão à Caldas Novas e vice-versa, configurando-se um circuito de aproximadamente 250 km de extensão, passando pelos municípios de Goiandira, Nova Aurora, Corumbá, Marzagão, Caldas Novas, Ipameri e Catalão, as discussões pertinentes, incluindo a proposição de medidas mitigatórias.

Na quinta e última seção, as **CONSIDERAÇÕES FINAIS**, são apresentadas as principais discussões e resultados obtidos durante o desenvolvimento da presente pesquisa, além das **Referências Bibliográficas**, numa seção em separado.

Diante do exposto, afirma-se que esta pesquisa é um marco na história da Ecologia de Estradas para o Estado de Goiás, visto que traz informações sistematizadas de uma região, o Sudeste Goiano, para contribuir na compreensão da dinâmica dos animais silvestres na paisagem atual, sob uma percepção biogeográfica, uma ponte com a Ciência Geográfica.

ECOLOGIA DA PAISAGEM: um ramo científico para análise geográfica



Foto: Adriano Gambarini. Revista FAPESP, Edição 153, 2008.

2 ECOLOGIA DA PAISAGEM: um ramo científico para análise geográfica

A paisagem representa um importante conceito na Ciência Geográfica, por isso, entendê-la envolve compreender as diferentes definições, estudos e reflexões que a tiveram como alvo, segundo os pressupostos epistemológicos da Geografia, segundo uma percepção e experiências vividas.

Nessa dinâmica perceptiva, o termo paisagem foi introduzido no âmbito científico no século XIX pelo alemão Alexander von Humboldt (1769-1859) que, através de uma conotação geográfico-espacial, buscou compreender a dinâmica de funcionamento da natureza, e não apenas a visão estética ou como parte do ambiente físico (NUCCI, 2007). Utilizando fotografias aéreas para interpretar o uso da terra e das paisagens, Carl Troll, em 1939, propôs a unificação de conceitos e os campos de trabalho da Geografia relacionados as paisagens, bem como a Ecologia e os ambientes naturais, cunhando assim o termo Ecologia da Paisagem (SIQUEIRA et al., 2013).

A palavra ‘Ecologia’ foi criada pelo cientista alemão Ernest Haeckel, em 1866, para designar a ‘ciência que estuda as relações entre seres vivos e o ambiente’. É uma Ciência ampla e complexa, que preocupa-se com o entendimento do funcionamento de toda a natureza, ou seja, é o estudo científico da distribuição e abundância dos seres vivos e das interações que determinam a sua distribuição. As interações podem ser entre seres vivos e/ou com o ambiente. A palavra ‘*Ökologie*’ deriva da junção dos termos gregos ‘*oikós*’, que significa casa, e ‘*logos*’, que quer dizer ‘estudo’, ‘ciência’. Assim, para Dajoz (1983, p. 14), Ecologia literalmente significa a “Ciência do Habitat” - portanto “Ecologia é a ciência que estuda as condições de existência dos seres vivos e as interações, de qualquer natureza, existentes entre esses seres vivos e seu meio”. No percurso de pouco mais de um século a Ecologia transformou-se de modesta disciplina ligada ao campo da biologia para uma variedade de subdisciplinas, que se articularam constantemente, até chegar à base da mais volumosa obra de epistemologia da complexidade. Trata-se de uma Ciência que articula Ciências da Natureza e Ciências Sociais Humanas com a Filosofia, estando a Ciência Geográfica incluída nesse processo de assimilação, tendo na Ecologia uma auxiliar fundamental para seus estudos ecossistêmicos.

Sendo a Ecologia uma ciência que propicia a percepção das relações recíprocas entre todos os organismos e seus ambientes biológicos e físicos, em que os humanos são organismos e ocupam os ambientes, a Ecologia Humana é definida como uma tentativa de compreender as

inter-relações entre a espécie humana e seu ambiente. Nesse contexto, as atividades humanas que resultam em impactos nos ecossistemas são fortemente influenciadas pela sociedade em que vivem as pessoas, onde a Ecologia Humana busca expandir os conceitos ecológicos além do estudo de plantas e animais para incluir os humanos. Assim, a visão crescente da Ecologia tem vindo de uma diversidade de disciplinas, visando os avanços tecnológicos, estudos da morfologia urbana, estudos das paisagens dentro das sociedades, a crítica social, além de um maior interesse em questões relacionadas a sustentabilidade socioambiental (MARTEN, 2010; STEINER, 2016).

Considerando o contexto geográfico, o ambiente físico afeta a estrutura e as características de uma comunidade biológica, onde esta pode, inclusive, alterar as características físicas de um ecossistema. A diversidade das espécies representa o alcance das adaptações evolucionárias e ecológicas das espécies em determinados ambientes, onde, em uma comunidade biológica, cada espécie utiliza um único conjunto de recursos, constituindo o seu nicho de sobrevivência. A formação e composição da comunidade são muitas vezes afetadas especialmente pela competição, predação e pelas relações de mutualismo, em que esses aspectos podem determinar o número de indivíduos de uma espécie no ambiente (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Nesse contexto, tem-se a Ecologia da Paisagem, que é a ciência que estuda e procura melhorar o relacionamento entre os processos ecológicos no ambiente e ecossistemas particulares, tendo a compreensão da paisagem sua base epistemológica. A Ecologia da Paisagem tem um papel importante nas tomadas de decisões sobre as áreas a serem priorizadas para a conservação e/ou restauração, buscando entender como os processos ecológicos são influenciados pelos padrões da paisagem, constituídas por mosaicos fisionômicos heterogêneos, estudando as maneiras como as espécies se concentram, se dispersam, e se interagem segundo a escala analisada.

Em sua dinâmica, a Ecologia da Paisagem tem seus fatores de caracterização como determinantes da permanência das espécies, destacando aqueles que aumentam as ameaças às espécies. Por englobar ecossistemas naturais e aqueles gerados pelo homem, fornecem subsídios importantes para o planejamento integrado que objetiva conciliar a conservação da biodiversidade às atividades humanas, dentre as quais pode-se destacar a construção de rodovias.

Essas percepções podem ser realizadas dentro de uma variedade de escalas de paisagem, desenvolvimento de padrões espaciais e níveis organizacionais de pesquisas e

políticas administrativas geridas na sociedade humana. Um exemplo desse processo perceptivo pode ser observado na proposta de Bertrand (1972), que apresentou uma escala de hierarquias das paisagens estruturadas em Unidade Superiores (Zona, Domínio e Região Natural) – que se situa numa escala global, fora do domínio de intervenção biológica; e Unidades Inferiores (Geossistema, Geoface e Geótopo) – que se situa numa escala regional e/ou local, sob a possibilidade de dominância biológica. Nesse sistema de classificação a escala perceptiva é uma regra fundamental para a classificação da paisagem em andares distintos. Essencialmente, ela combina a abordagem espacial do geógrafo com a abordagem funcional do ecólogo, num processo de interação de análise, sob a égide de uma escala impositiva que determina a percepção das unidades.

Nesse contexto, a Ecologia da Paisagem possui um viés ecológico e geográfico, cuja abordagem no âmbito ecológico relaciona a estrutura espacial e os processos ecológicos com enfoque na conservação da biodiversidade e na gestão dos recursos naturais. Na abordagem geográfica, configura-se na espacialização e na influência das intervenções bióticas e antrópicas numa determinada paisagem e sua ocupação territorial, o que refletirá na percepção das paisagens decorrentes (METZGER, 2001).

Ainda, Ricklefs (2010) define a Ecologia de Paisagem como sendo o estudo da decomposição das paisagens e o arranjo espacial dos habitats existentes dentro dela, e como esses padrões influenciam os indivíduos, as populações, as comunidades e os ecossistemas em diferentes escalas espaciais perceptíveis.

Caracterizada como uma ciência interdisciplinar, a Ecologia da Paisagem tem como componente básico a heterogeneidade das paisagens (SIQUEIRA et al., 2013), decorrentes de fontes diversas, como as alterações do relevo, clima, fitofisionomias, uso e ocupação do solo, além das interferências antrópicas que modelam as paisagens, como a implantação de rodovias e outras obras de infraestruturas diversas, tidas como necessárias ao desenvolvimento social. No entanto, a Ecologia de Paisagem não estuda apenas as influências na paisagem como os processos bióticos, fatores abióticos e padrões biológicos, mas também as inter-relações dos organismos e o ambiente.

Buscando compreender como os padrões de distribuição dos organismos são determinados na superfície terrestre, surge a Biogeografia, uma fascinante área de estudo que envolve a Biologia, Geografia, Geologia, Botânica, Zoologia, Pedologia, Paleontologia e demais ciências afins (TAYLOR, 1984), portanto é considerada uma ciência de síntese e abrangência ecossistêmica. O conceito de Biogeografia varia conforme o enfoque do

pesquisador, entretanto, está sempre associado ao padrão de distribuição dos organismos vivos, considerando o espaço e tempo.

Segundo a história das ciências, Alfred Russel Wallace (1823–1913), um naturalista, geógrafo, antropólogo e biólogo britânico, foi o primeiro a propor a distribuição geográfica das espécies animais pela superfície terrestre e, como tal, é considerado um dos precursores da Ecologia e da Biogeografia, sendo, por vezes, chamado de "Pai da Biogeografia". Essa base científica possibilitou e ainda possibilita entender a dinâmica dos surgimentos e distribuição dos seres vivos numa dada área e/ou região da superfície terrestre, o palco principal dos estudos geográficos.

Nessa concepção, para Dansereau (1949, p. 1) a Biogeografia é a ciência que “Estuda a distribuição, a adaptação, a expansão e associação das plantas e dos animais (ou seres vivos). Esta definição nos leva a examinar o que aconteceu, o que está acontecendo e até mesmo o que está para acontecer. São, pois, considerações no tempo e no espaço.”

Na história da Biogeografia Brasileira, segundo Troppmair (1976), um percussor e um dos principais biogeógrafos brasileiros ainda nos anos 1960, a “Biogeografia estuda as interações, a organização e os processos espaciais do presente e do passado, dando ênfase aos seres vivos – biocenoses – que habitam determinado local: o biótopo”, sendo o seu objeto de estudo “Os seres vivos, inclusive o homem, quando visto como participante de uma biocenose, portanto, integrante das cadeias tróficas e dependente das condições ambientais”, tendo, portanto, como objetivo “É estudar os seres vivos, sua participação nas estruturas, nas interrelações e nos processos dos geossistemas (Sistemas geográficos), numa visão sistêmica temporo-espacial. (TROPPMAIR, 1976 – edição de 2008, p. 5). A partir desse estudioso, a Biogeografia torna-se uma Ciência independente no meio acadêmico brasileiro, surgindo diferentes grupos disseminados em várias instituições, atuando principalmente junto aos cursos de Geografia e Biologia.

Considerando os fatos históricos, sazonalidade e quantidade, Brown e Lomolino (1998) definem a Biogeografia como a Ciência que se preocupa em documentar e compreender os padrões de biodiversidade, a distribuição dos organismos no passado e no presente e os padrões de variação relacionados a quantidade e tipos de organismos.

Nessa perspectiva, a Biogeografia é um campo integrador de investigação que une conceitos e informações de ecologia, biologia evolutiva, geologia e geografia física. Pesquisas biogeográficas modernas combinam informações e ideias de muitos campos, desde as limitações fisiológicas e ecológicas sobre a dispersão do organismo aos fenômenos geológicos

e climatológicos, aliado a compreensão das coberturas de solos e suas relações edáficas, que operam em escalas espaciais globais, regionais e/ou locais e prazos evolutivos específicos à cada ecossistema. Essa percepção integrada possibilita à Ecologia de Paisagem compreender os diferentes processos biogeográficos que ocorrem, suporte fundamental para os estudos em Ecologia de Estradas.

Segundo Figueiró (2015), há dois aspectos fundamentais a serem considerados para a compreensão da Biogeografia: os condicionantes à distribuição dos seres vivos, como fatores físicos, bióticos e antrópicos que influenciam na presença ou ausência de um determinado táxon, e as relações no tempo e no espaço, desenvolvidas pelas espécies e no ambiente habitado, como a alimentação, reprodução, predação e demais serviços ambientais.

De acordo com a teoria da 'Biogeografia de Ilhas', elaborada por MacArthur e Wilson (1960), pautando-se na 'Teoria dos Refúgios' de Vanzolini (1954), o número de espécies existentes numa ilha é determinado pelo equilíbrio das taxas de imigração e extinção, onde a riqueza de espécies é influenciada pelo tamanho da área da ilha (COX; MOORE, 2010). Posteriormente, essa teoria foi aplicada a ambientes terrestres, pois a fragmentação e isolamento de habitats podem formar ilhas de vegetação inseridas em habitats perturbados, e os estudos que relacionam espécies-área podem ser fundamentais na preservação e conservação de espécies nas paisagens fragmentadas (GOTELLI, 2009).

A ideia síntese que embasa a Teoria dos Refúgios é, segundo Viadana (2002):

[...] flutuações climáticas da passagem para uma fase mais seca e fria durante o Pleistoceno terminal, a biota de florestas tropicais ficou retraída às exíguas áreas de permanência da umidade, a constituir os refúgios e sofrer, portanto, diferenciação resultante deste isolamento. A expansão destas manchas florestadas tropicais, em consequência da retomada da umidade do tipo climático que se impôs ao final do período seco e mais frio, deixou setores de maior diversidade e endemismos como evidência dos refúgios que atuaram no Pleistoceno terminal. (VIADANA, 2002, p. 20-21).

Nesse contexto, os paleoclimas Quaternários, por mais que tenham atuado em uma escala de tempo geológico muito menor, deixaram sua impressão na paisagem, em características ecológicas da Paisagem, como as edáficas, configurando as diferentes fitofisionomias de Cerrado existentes na região do Brasil Central, palco desta pesquisa.

Dessa forma, o tamanho e proximidade das ilhas de vegetação ou fragmentos influenciam na diversidade e no fluxo das populações de seres vivos entre os fragmentos. Surge então a Teoria de Metapopulações, proposta por Richard Levins (1970), que busca explicar como os diferentes níveis de conectividade num conjunto de populações afetam a persistência

a longo prazo de toda a população (BECKMANN et al., 2010). Metapopulações são definidas como sendo o conjunto de populações, que ocupam as ilhas de habitats vizinhas distribuídas nas paisagens e conectam-se através da migração de indivíduos de outras populações (GILPIN; HANSKI, 1991; ODUM; BARRET, 2017). Dessa forma, as ilhas de habitats com áreas maiores são mais diversas e asseguram o fluxo gênico das populações, configurando-se como uma fonte no processo de (re)colonização de fragmentos menores e próximos (MARINI-FILHO; MARTINS, 2000).

No entanto, as ilhas de vegetação desagregadas pelas rodovias, provocam a quebra de conectividades das populações, considerando-se que o tráfego de veículos automotores altera a movimentação de indivíduos, que ficam isolados nos fragmentos e com inacessibilidade aos recursos, reduzindo assim a persistência de populações e fluxos gênicos (COSTA et al., 2014). Essa evitação e isolamento é um dos principais impactos ocasionados pela implantação das rodovias, provocando o efeito barreira (FORMAN et al., 2003; ROSA, 2012; RYTWINSKI, FAHRIG, 2013), afetando diretamente as populações de espécies da fauna silvestre.

Nesse contexto, segundo Troppmair (2008, p. 1), “Paisagem é um termo fundamental para a Geografia e de importante significado científico. O mesmo para a Ecologia, especialmente quando se pesquisa a ‘Ecologia da Paisagem’” (grifos do autor).

Diante do exposto, a Ecologia de Estradas busca compreender a influência das rodovias nos processos ecológicos diversos, uma vez que a fragmentação de áreas naturais e alterações na paisagem, principalmente a fitofisionômica, se configuram como barreira geográfica, ocasionando a dispersão, declínio, isolamento e redução de fluxo gênico de espécies da flora e da fauna, onde nesta, a suscetibilidade de colisões e atropelamentos nas rodovias torna-se elevada, cujos prejuízos são visíveis quando interage-se nesses ambientes.

2.1 Ecologia de Estradas: um novo ramo científico para a análise da paisagem

A Ecologia de Estradas tem como bases conceituais a Ecologia da Paisagem e a Biogeografia, cujas abordagens estão relacionadas a paisagens fragmentadas e alterações na distribuição de espécies vegetais e animais decorrentes da fragmentação de seus habitats. Nessa concepção, a Biogeografia é a ciência dedicada ao estudo da distribuição geográfica dos seres vivos na superfície terrestre através do tempo, buscando entender os padrões quanto ao surgimento e de organização espacial das espécies e os processos que levaram a tais disposições ecológicas, sendo um suporte fundamental para o entendimento da Ecologia de Estradas.

A fragmentação de áreas naturais para a implantação de estruturas básicas necessárias para o desenvolvimento socioeconômico humano vem sendo um dos grandes desafios atuais para a ecologia da conservação. Como exemplo, dessas estruturas tem-se as rodovias que, apesar de sua importância para o desenvolvimento socioeconômico de um território, podem provocar inúmeros impactos às paisagens naturais, dentre os quais os atropelamentos de diferentes espécies da fauna silvestre. As rodovias implantadas em áreas com vegetação natural, geralmente, rompem a dinâmica de todas as espécies existentes na área, causando diferentes impactos, como a alteração da temperatura e luminosidade, redução de alimentação, provocando efeitos barreira que desencadeiam alterações na cadeia trófica e fluxos genéticos, bem como comprometendo a riqueza de espécies na área afetada.

Uma determinada região pode proporcionar percepções relevantes aos fenômenos que ocorrem na formação de suas configurações naturais, sociais, econômicas e biogeográficas. De acordo com Corrêa (2000), a região geográfica abrange uma paisagem e sua extensão territorial, associadas aos diversos elementos humanos e naturais. O autor ainda ressalta que a região e paisagem possuem conceitos similares, configurando-se na Geografia Regional como o estudo da paisagem.

Através de um recorte espacial, foram utilizadas as categorias paisagem e região como aspectos mais relevantes a serem estudados. A pesquisa teve como objetivo identificar as espécies de animais silvestres, os pontos com maior incidência de atropelamentos e as paisagens das rodovias que interligam Catalão à Caldas Novas, no Sudeste Goiano, buscando identificar as regiões do Estado de Goiás mais analisadas e suas paisagens, bem como as espécies silvestres mais vitimadas pelas colisões/atropelamentos pelos veículos automotores.

O crescimento populacional humano e a consequente dinâmica do processo de urbanização, aliado ao desenvolvimento socioeconômico, impulsiona a implantação de empreendimentos lineares como as rodovias, ferrovias e linhas de transmissão de energia, suprimindo as necessidades consumistas da sociedade humana moderna. Nesse contexto, as rodovias contribuem para o bem-estar econômico e social de um território, proporcionando o transporte de cargas, alimentos e passageiros, geração de empregos e acesso aos diferentes tipos de serviços, como de saúde e educação (HOBAN; TSUNOKAWA, 1997). Também consideradas agentes de mudança, as rodovias geralmente são responsáveis tanto pelos benefícios, como também pelos danos causados no equilíbrio entre homem e natureza, visto que propicia o acesso a essas áreas por diferentes mecanismos/fatores de intervenção. Ainda de acordo com Ferreira (2003), as rodovias são consideradas como o principal fator de impacto

numa determinada região e, a partir da implantação/construção das mesmas, há um consequente descontrole nos processos de intervenção nas paisagens naturais, considerando-se que a rodovia possibilita o acesso direto aos lugares.

2.2 Ecologia de Estradas: bases conceituais

A partir do século XX, as rodovias configuram-se como o modal de transporte e acesso às regiões longínquas mais utilizado no Brasil (PRADA, 2004), permitindo acesso às áreas não habitadas, explorando os recursos naturais e modificando paisagens e ecossistemas. A utilização do transporte rodoviário demanda cada vez mais a expansão da malha rodoviária brasileira, que possui 1.720.700 Km de rodovias estaduais, municipais e/ou federais (CNT, 2019). Nesse contexto, ainda segundo Prada (2004), as rodovias, no imaginário popular, estão associadas à modernidade e ao progresso, desconsiderando os impactos socioambientais causados durante as fases de obras, bem como os impactos decorrentes da trafegabilidade dos veículos que por elas trafegam.

Quando se observa os processos de construção de uma estrada, a primeira fase para a construção de uma rodovia, geralmente, é a supressão vegetacional de seu transecto, alterando as características físicas do ambiente, tais como o aumento de luminosidade, remoção e/ou adição de terra e sedimentos, pavimentações asfálticas/concretos, formação de corredores de ventos e concentração de água no leito, propiciando erosões diversas. Esses impactos não se restringem somente à rodovia, mas incluem também a paisagem circundante através das alterações físicas, químicas e biológicas (FORMAN; ALEXANDER, 1998), favorecendo a fragmentação de habitats, degradação da biota e do ecossistema, além da perturbação causadas nas populações de animais silvestres por meio de ruídos e vibrações provenientes das rodovias, e eventual morte daqueles que se arriscam a transpor o leito da rodovia.

Os empreendimentos lineares, em especial as rodovias, estão entre as alterações ambientais que causaram mais impactos nas paisagens no século XX (BERGALLO; CONDE, 2001), despertando a preocupação de pesquisadores de diversos países. No intuito de investigar os efeitos ocasionados pelas rodovias no ambiente, e construir estratégias de mitigação, no ano de 1998, o ecólogo Richard Forman instituiu o termo *Road Ecology* (em português - Ecologia de Estradas), que foi consolidado como nova disciplina de caráter global no ano de 2003, com a publicação do livro *Road Ecology: Science and Solutions* (FORMAN et al., 2003).

A Ecologia de Estradas possui três objetivos principais, que buscam proporcionar benefícios ao transporte, ao ambiente e à sociedade humana. Forman (2007) destaca que a melhoria do ambiente circundante à rodovia, a integração das rodovias com as grandes áreas naturais conectadas por corredores de vida selvagem e a integração das rodovias com os recursos hídricos, através de infraestruturas eficazes e sustentáveis, são capazes de promover o fluxo hídrico e da fauna no entorno das rodovias.

Segundo a definição de Forman et al. (2003), rodovias são caminhos abertos para a passagem de veículos diversos e pessoas, conjuntamente com o entendimento da ecologia e o estudo das interações entre os organismos e o ambiente, cuja combinação descreve a essência da Ecologia de Estradas. Partindo dessa premissa, a Ecologia de Estradas é caracterizada como uma ciência interdisciplinar através da integração com diversas áreas de atuação, como a Ecologia, Geografia, Biogeografia, Engenharias – Ambiental, Florestal e Civil, que visam a segurança de humanos que trafegam nas rodovias e da fauna silvestre que transpõem as essas rodovias.

A Ecologia de Estradas é uma área relativamente nova nos estudos concernentes à paisagem, mas que vem trazendo grandes benefícios à conservação de espécies da fauna silvestre, mas que ainda precisa avançar no sentido de oferecer aporte técnico e científico aos administradores, no intuito de minimizar, no caso, o impacto das estradas nas diferentes fitofisionomias do Cerrado.

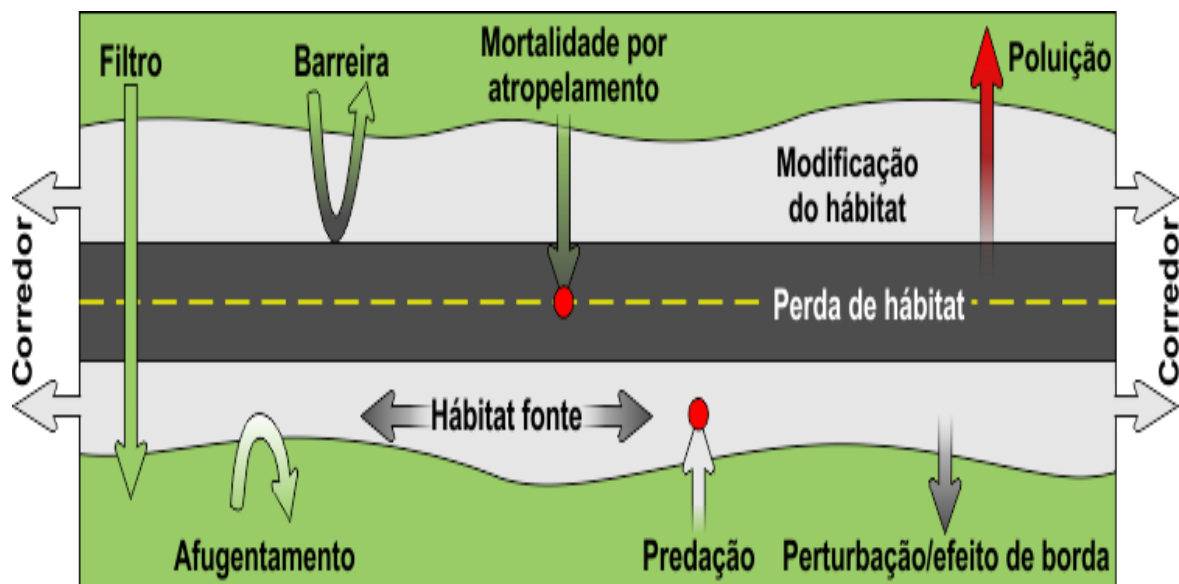
2.3 Impactos socioambientais das rodovias nas paisagens

Empreendimentos lineares nas diferentes paisagens, como as rodovias, geram benefícios para a sociedade humana, entretanto, a fragmentação de habitats para a implantação dessas estruturas pode ocasionar impactos negativos no ambiente e na biodiversidade local/regional (STOKES, 2015). A fragmentação de habitats é descrita por Wilcove et al. (1986) como sendo o processo em que uma área contínua de habitats é reduzida em dois ou mais fragmentos, que geralmente são isolados um dos outros por uma paisagem altamente modificada ou degradada. Esse processo assemelha-se ao modelo descrito pela biogeografia de ilhas, onde os fragmentos funcionam como ilhas de habitats, divididos por estradas, ferrovias, linhas de energia e demais barreiras resultantes das ações antrópicas (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

A construção de rodovias provoca efeitos ecológicos diretos e indiretos nas paisagens, como as alterações na dinâmica hidrológica e qualidade da água, introdução de poluentes físico-químicos, emissão de gases poluentes, erosão e transporte de sedimentos, ruídos e outros efeitos atmosféricos (COFFIN, 2007). Ainda, para Goosem (1997), os principais impactos causados pelas rodovias são a destruição ou alteração de habitats, fragmentação e isolamento de habitats e populações de animais, introdução de espécies exóticas, distúrbios e efeitos de borda. As alterações no ambiente podem, ainda, modificar o comportamento dos animais, provocar a mortalidade de diferentes espécies da fauna por meio de colisões com veículos automotores (TROMBULAK; FRISSEL, 2000).

A fragmentação das paisagens ocasionadas pelas rodovias causa efeitos de borda e torna-se barreiras de efeitos significativos na biodiversidade (Figura 1). O efeito de borda é definido como uma alteração na composição e/ou na abundância relativa das espécies nas margens de um fragmento (FORMAN; GORDON, 1986), sendo considerado um dos principais fatores que afetam as populações de animais e vegetais. Seus efeitos incluem alterações nos ventos, alteração na temperatura, na radiação solar lateral e redução da umidade (LAURANCE; BIERREGAARD, 1997).

Figura 1 - Efeitos ecológicos ocasionados pelas rodovias: perda e modificação do habitat, perturbação devido a poluição, efeito de borda, barreira, afugentamento, filtro, predação, mortalidade por atropelamento e efeito de corredor



Fonte: Adaptado de Seiler (2001).

O efeito barreira corresponde ao rompimento de um remanescente florestal, provocando a divisão de populações de seres vivos locais e impedindo o acesso aos habitats e

recursos, resultando na interferência da dinâmica populacional dessas espécies, demográfica e genética (SEILER, 2001), bem como alterações nas respostas comportamentais e sociais de espécies. Perturbações como a abertura de clareiras, tráfegos diversos, iluminação dos faróis, poeiras, ruídos e vibrações provenientes da rodovia são efeitos barreira que resultam na evitação das rodovias pela fauna (CHEN; KOPROWSKI, 2016), resultando na redução do tamanho e persistência de populações, e provocando alterações na estrutura e dinâmica de comunidades e ecossistemas (LAURANCE et al., 2008; EIGENBROD; HECNAR; FAHRIG; 2008).

As alterações nas paisagens, provocadas pela implantação das rodovias, influenciam na diversidade e nas populações das espécies, bem como nas relações ecológicas que antes eram estabelecidas no ecossistema (PRIMACK; RODRIGUES, 2001), pois o isolamento dos fragmentos reduz a disponibilidade de recursos, que, por sua vez, pode intensificar a competição e a predação. Dessa forma, os animais silvestres tendem a se deslocarem pelos fragmentos, cruzando as rodovias e sendo expostos às colisões com veículos automotores, comprometendo as populações locais e levando a redução da variabilidade genética dos espécimes.

2.4 Impactos das rodovias na fauna silvestre

A fauna silvestre desempenha um papel essencial na manutenção dos ecossistemas, através do controle na cadeia alimentar, havendo o equilíbrio de populações, dispersão de sementes, polinização de plantas, ciclagem de nutrientes, regeneração vegetal, entre outros aspectos (BECHARA, 2003). Esses processos são desempenhados por espécies cujas características físicas, biológicas, morfológicas e biogeográficas são adaptadas aos ambientes, e a ausência de uma espécie gera um desequilíbrio em todo o ecossistema, considerando-se que cada espécie é única e insubstituível na cadeia trófica à qual se insere (REDFORD, 1992).

No caso em específico, a grande maioria das espécies da flora do Cerrado se adaptaram às diferentes espécies da fauna silvestre de modo a espalharem/propagarem, através dos frutos, quando as sementes são ingeridas e/ou transportadas para outras áreas (zooecoria), proporcionando a disseminação das mesmas pelas diferentes paisagens desse Bioma. Através da zooecoria, a fauna silvestre desempenha um papel de extrema relevância na história evolutiva e na constituição de grande parte da vegetação do Cerrado, não só pela dispersão através da ingestão de frutos, mas também pela aderência de ganchos e espinhos na plumagem das aves ou nos pelos dos mamíferos, associando-se a epizooecultura (KUHLMANN; RIBEIRO, 2016)

Dentre os diferentes impactos à fauna silvestre, a implantação de estradas, rodovias, ferrovias e/ou linhas de transmissões, é considerada como uma das ações antrópicas de maior impacto, devido a alteração direta e consequente perda e fragmentação de habitats, bem como pelo atropelamento de animais nas rodovias e estradas (SEILER; HELDIN, 2006). Segundo Lima e Obara (2004), os atropelamentos de animais silvestres podem ocorrer em função de dois aspectos principais: a) a rodovia corta o habitat de determinada espécie, interferindo na faixa de deslocamento natural da mesma; e, b) quando a rodovia apresenta disponibilidade de alimentos que servem de atrativo para as algumas espécies generalistas. O deslocamento de animais para a faixa de rodagem em busca de alimentos geralmente pode resultar num efeito cascata de atropelamentos, pois a carcaça exposta pode atrair espécies necrófagas quem também podem ser vitimadas, num efeito contínuo.

Segundo Rosa (2012), as rodovias são vistas morfológicamente e funcionalmente como possíveis corredores para diversas espécies de animais, sobretudo de mamíferos de médio e grande portes, que as utilizam como rota de deslocamento, aumentando assim a probabilidade de atropelamentos. Grilo et al., (2009) consideram que os adultos das espécies apresentam maior número de ocorrências de morte por atropelamentos, sendo este fator relacionado aos períodos de reprodução e dispersão, associados com as características da rodovia, áreas urbanas e habitats que possuem relação próxima e variável com os atropelamentos.

Espécies generalistas, que possuem alta plasticidade de tolerância e capacidade de habitar diferentes ambientes, apresentam maior frequência nos atropelamentos, porém devido à sua alta taxa de reprodução, as populações dessas espécies geralmente não sofrem pressão negativa e conseguem se reestabelecem através da dinâmica reprodutiva (TUMELEIRO et al., 2006). No entanto, espécies que necessitam de grandes áreas ou que apresentam baixas taxas de reprodução são mais afetadas com a perda de habitats decorrente de rodovias. Espécies de grandes carnívoros são mais vulneráveis aos impactos causados pelas rodovias, pois os ruídos e volume de tráfego podem influenciar na travessia dessas espécies (JACOBSON, 2005).

As espécies de carnívoros, que necessitam de grandes áreas para suprir suas necessidades vitais e reprodutivas, apresentam maior deslocamento e exposição às colisões com veículos. As taxas de atropelamentos de canídeos são maiores que de felinos, devido às suas características morfológicas, menor agilidade e velocidade de movimentação. Ainda, a presença de carcaças de animais mortos nas margens ou na faixa de rolamento das estradas pode ser um atrativo para espécies necrófagas, que utilizam as rodovias como corredores de habitat, sendo esses necrófagos também atropelados (PRADA, 2004).

Os deslocamentos constantes da avifauna tornam esse grupo bastante vulnerável as colisões com veículos, pois o deslocamento do ar causado pelo tráfego de veículos em alta velocidade, conjugado com a disponibilidade de alimentos na pista, atraem os indivíduos expondo-os aos atropelamentos, visto que este deslocamento rápido dos veículos pode provocar vácuos de ar, “sugando” esses animais para a área de impacto, tendo-se os atropelamentos (JACOBSON, 2005). Os dados apresentados por Novelli, Takase, Castro (1988), quanto ao conteúdo estomacal das aves mortas por atropelamento na BR-471, no Rio Grande do Sul, mostraram que grande parte dos espécimes atingidos e periciados possuía na moela¹ presença de alimentos presentes no leito da rodovia, confirmando essa relação indesejável.

No caso dos anfíbios, o fato de serem animais pequenos, de locomoção lenta e com ciclo biológico que envolve fase aquática e fase terrestre, influencia na vulnerabilidade de atropelamentos devido às migrações sazonais em busca de áreas úmidas e secas (TROMBULAK; FRISSEL, 2000). Entretanto, rodovias que possuem estruturas de drenagem podem reduzir os atropelamentos, pois são animais ligados a corpos d’água e que, por sua vez, podem utilizar essas estruturas para atravessar as rodovias (PRADA, 2004). Os répteis, assim como os anfíbios, são considerados animais lentos e não possuem capacidade de regular sua temperatura corporal por meio de reações fisiológicas internas, sendo por isso considerado ectotérmicos, obrigando-os a procurarem ambientes adequados às suas necessidades fisiológicas. Assim, podem encontrar no asfalto das rodovias o calor necessário para sua termorregulação, ficando expostos aos atropelamentos (PRADA, 2004). Para este grupo, há ainda os atropelamentos intencionais, conforme relatado por Turci e Bernarde (2009), onde os pesquisadores presenciaram o deslocamento de veículos em direção ao acostamento para atingir serpentes durante o monitoramento de vertebrados na Rodovia 383, em Rondônia, mostrando que o ser humano, às vezes, pode ser perverso.

Para minimizar os impactos causados pelas rodovias na fauna silvestre, é necessário que haja a conectividade das paisagens, proporcionando assim um tráfego seguro para a fauna silvestre e usuários das rodovias. Segundo Abra (2012), uma das alternativas mais eficientes para reestabelecer as conectividades é a implantação de estruturas denominadas ‘passagens de fauna’. Essas estruturas tem como objetivo minimizar o efeito barreira e possibilitar o

¹ **Moela** – O estômago das aves é constituído por duas partes distintas, um pequeno estômago glandular, conhecido como proventrículo e um grande estômago muscular, conhecido como ventrículo gástrico ou moela. A moela possui a função de trituração dos alimentos, auxiliada por pequenas pedras ingeridas pelas aves (LANGLOIS, 2003).

deslocamento de espécies, reduzindo os impactos nas populações da fauna. Podem ser classificadas como passagens subterrâneas (galerias, caixas secas), aéreas (pontes suspensas para espécies arborícolas e viadutos de fauna), elevados (construção acima do dossel) e cercas e alambrados ao longo das rodovias (BECKMANN et al., 2010).

Para que haja efetividade na implantação das passagens de fauna, é necessária a realização de monitoramentos e planejamentos na rodovia, visando a identificação dos pontos críticos de colisões e espécies mais afetadas, bem como a instalação de estruturas adequadas às espécies e próximas aos seus habitats (BARNUM, 2004). No entanto, Freitas (2010) caracteriza como medidas mais eficientes as que possuem caráter preventivo, ou seja, evitar a implantação de rodovias em áreas com alto potencial biológico, evitando-se com isso a interferência nos hábitos e comportamentos da fauna silvestre.

2.5 Mortalidade de fauna silvestre em rodovias brasileiras

Em países desenvolvidos socioeconomicamente, o atropelamento de animais silvestres atingiu patamares mais elevados que a caça, como causa direta de mortalidade, decorrente de uma malha viária complexa e bem estruturada, tornando-se também uma ameaça significativa para os países que possuem alta biodiversidade e rápido desenvolvimento socioeconômico, como o Brasil, que está em processo de expansão e modernização da malha viária (SEILER; HELDIN, 2006). O crescimento da malha rodoviária e aumento do fluxo de veículos, associados à fragmentação de habitats, induz as espécies a se deslocarem em busca de áreas que disponibilizem recursos necessários à sua sobrevivência, estando susceptíveis a colisão e atropelamentos nas rodovias durante o deslocamento. As estimativas do Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas (CBEE) mostram que, anualmente, cerca de 475 milhões de animais silvestres são atropelados em rodovias de todo o Brasil, onde as maiores vítimas são espécies de pequenos vertebrados, como anfíbios, serpentes, aves de pequeno porte, entre outras (CBEE, 2020). Ainda, supõe-se que esses números são subdimensionados, considerando as diversidades de regiões e dimensões do Brasil.

As colisões com animais silvestres nas rodovias provocam não só custos ambientais, como a perda de indivíduos, mas também custos sociais e econômicos, bem como a morte também de seres humanos como consequência de alguns impactos. No Estado de São Paulo, a estimativa de atropelamentos de mamíferos silvestres nas rodovias é de 39.605 indivíduos por

ano, destacando espécies vulneráveis e ameaçadas de extinção, como o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), lontra (*Lontra longicaudis*), onça-parda (*Puma concolor*), entre outras espécies de felinos. Além da perda de espécimes, os acidentes resultam em pessoas com ferimentos graves ou vítimas fatais, gerando um custo médio anual de R\$ 56 milhões, referentes a assistência hospitalar, transporte de vítimas, remoção de veículos, danos materiais, perda de carga comercial e danos à rodovia (ABRA *et al.*, 2019; ABRA *et al.*, 2021).

A mortalidade de diferentes espécies da fauna silvestre em rodovias brasileiras é uma das principais causas que ocasionam o declínio populacional de algumas espécies (ANTUNES, 2018), e pode ser bastante relevante, ocorrendo principalmente em áreas potencialmente ricas em fauna e flora (CASELLA *et al.*, 2006). Apesar da problemática ser estudada em diversos países há mais de 90 anos, no Brasil tem recebido a atenção de pesquisadores apenas nas últimas três décadas. O primeiro trabalho relacionado ao estudo de atropelamento de animais silvestres em rodovias foi realizado por Novelli *et al.*, (1988), onde os autores buscaram identificar as espécies de aves vítimas de atropelamento na Rodovia BR-471, entre os Distritos de Quinta e Taim, no Rio Grande do Sul, no período de Março a Junho de 1983.

Desde então, deu-se início aos trabalhos relacionados à mortalidade espécies da fauna silvestre em rodovias brasileiras, com propostas voltadas a sazonalidade regional (ANTUNES, 2018), fatores influentes de atropelamentos (ZANETTI, 2016), *hotspots* de atropelamentos e influência da paisagem (GUIMARÃES, 2017), atropelamentos de vertebrados (GIUMIER-COSTA; SPERBER, 2009), atropelamento de classes específicas como répteis e anfíbios (CABRAL *et al.*, 2016) e mamíferos (SCOSS *et al.*, 2004), os processos de migração da fauna do Cerrado, bem como os impactos que as rodovias provocam ao interceptarem os corredores de migração (MALHEIROS, 1997), dentre outros, que têm apresentado resultados que auxiliam na elaboração de projetos de implantação de rodovias, bem como a implementação de ações preventivas e mitigatórias quanto aos acidentes envolvendo fauna silvestre.

Segundo Fischer (1997), animais silvestres atropelados, denominados como ‘fauna de estrada’, podem servir como indicadores da biodiversidade local, além de fornecerem dados ecológicos e história natural de algumas espécies. O autor ressalta ainda que, monitorar a fauna de estrada, pode apresentar aspectos interessantes, como o padrão de deslocamento e a dinâmica sazonal de algumas populações de espécies presentes na comunidade.

As análises quanto às características da paisagem e das rodovias onde ocorrem os atropelamentos e mortalidade de fauna silvestre são fundamentais para compreender quais os

fatores que influenciam na presença ou ausência de áreas críticas de atropelamentos nas rodovias (ASCENSÃO; MIRA, 2006). Além disso, com essas informações, pode-se avaliar o grau de conservação local e estabelecer áreas prioritárias para a conservação, bem como proporcionar a devida elaboração de projetos para construção de rodovias mais adequadas.

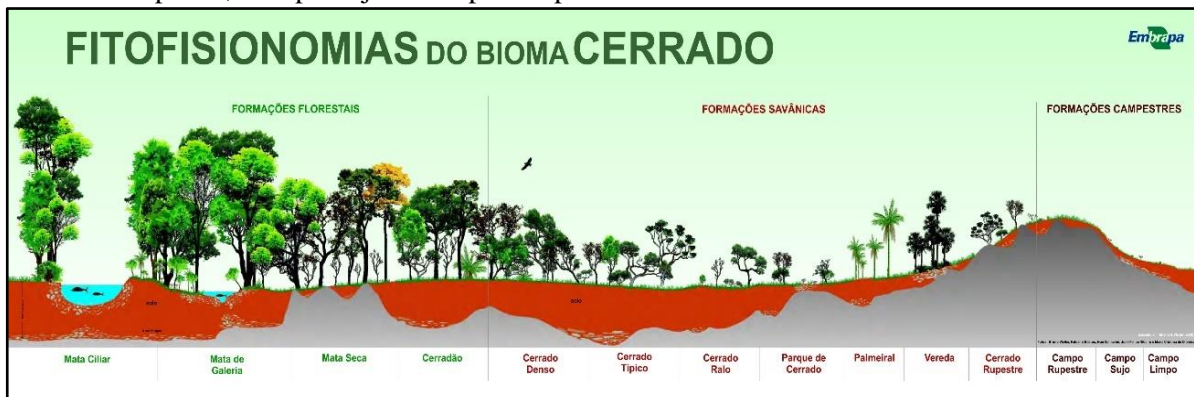
2.6 Rodovias do Sudeste Goiano e caracterização fitofisionômica do Bioma Cerrado

As rodovias desenvolvem um papel importante no desenvolvimento social e econômico, interagindo com a paisagem circundante, podendo assim determinar o nível e o tipo de ocupação e atividades antrópicas em uma dada região (FORMAN et al., 2003; PERZ, 2007). O território do Estado de Goiás está inserido no Bioma Cerrado e, desde a década de 1930 com a construção da nova capital - Goiânia, vêm sofrendo transformações nas paisagens devido ao desenvolvimento socioeconômico, em especial atividades agrícolas e pecuárias, sobretudo nas regiões Sul, Sudeste e Sudoeste do Estado (SANTOS; ALVES, 2017).

O Cerrado está localizado em meio aos biomas Amazônia, Mata Atlântica, Pantanal e Caatinga, interligando os demais, configurando-se como um elemento de interligação, sendo considerado um dos Biomas brasileiros mais ameaçados devido a retirada da cobertura vegetal para diversas atividades antrópicas, principalmente advindas das práticas das atividades agropecuárias modernas e pelo avanço da urbanização. Constitui a segunda maior formação vegetal brasileira em extensão (MEIRA-NETO et al., 2002), representando 22% do território brasileiro e estendendo-se por cerca de 200 milhões de quilômetros quadrados, abrangendo uma vasta área muito rica em biodiversidade, água e recursos naturais (RATTER, 1992; RIBEIRO; WALTER, 1998; FERREIRA, 2003, 2008).

Nesse contexto, o presente estudo foi desenvolvido na região Sudeste de Goiás, especificamente nas Rodovias GO-330, GO-210, GO-139, GO-309, BR-490, em cuja área de estudo onde predominam áreas de pastagens, lavouras (soja, milho, sorgo), bem como algumas fitofisionomias preservadas do Cerrado. Ribeiro e Walter (1998) descrevem onze tipos de fitofisionomias presentes no Bioma e suas subdivisões (Figura 2), entretanto, na presente seção serão caracterizadas as fitofisionomias presentes na área do estudo: Mata Ciliar, Mata de Galeria, Cerradão, Cerrado Sentido Restrito, Vereda e Cerrado Rupestre.

Figura 2 - Principais fitofisionomias do Bioma Cerrado: Mata ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca, Cerradão, Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo, Parque de Cerrado, Palmeiral, Vereda, Cerrado Rupestre, Campo Sujo e Campo Limpo



Fonte: Ribeiro e Walter – EMBRAPA (2001).

As fitofisionomias ribeirinhas são as Matas Ciliares e Matas de Galeria, que se diferem pela composição florística e pela deciduidade. De acordo com a caracterização de Ribeiro e Walter (1998; 2008), a Mata Ciliar representada pela Foto 1, é a vegetação florestal presente nas margens dos rios de médio e grande porte, apresentando geralmente solos rasos, como os Cambissolos, Plintossolos e Neossolos Litólicos, ou solos profundos como os Latossolos e Argissolos, bem como solos Aluviais, com árvores predominantemente eretas, variando entre 20 a 25 metros de altura, formando dossel. Atuando como um “cílio”, reduzem o transporte de sedimentos que causam assoreamento nos rios, fornecem abrigo e alimento para a fauna, além de formarem corredores que favorecem o fluxo gênico entre os remanescentes florestais ao longo dos cursos d’água.

A Mata de Galeria é a vegetação florestal que acompanha córregos dos planaltos do Brasil Central e cursos de pequeno porte, e formam verdadeiros corredores fechados, ou galerias de vegetação sobre o curso de água, como mostra a Foto 2. Geralmente essa vegetação está localizada nos fundos dos vales ou em cabeceiras dos cursos d’água, onde o estrato arbóreo varia entre 20 e 30 metros de altura, e que mantem a umidade alta mesmo em seu interior nos períodos críticos de seca (RIBEIRO; WALTER, 2008). Quanto aos tipos de solos, são geralmente Cambissolos, Plintossolos, Argissolos, Hidromórficos ou Aluviais, podendo ainda apresentar solos Orgânicos que, devido ao carreamento de material das áreas adjacentes e da matéria orgânica da vegetação decomposta, apresentam maior fertilidade (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Foto 1 - Fitofisionomia de Mata Ciliar nas margens do Rio Corumbá, Rodovia GO - 213 – Ipameri (GO)

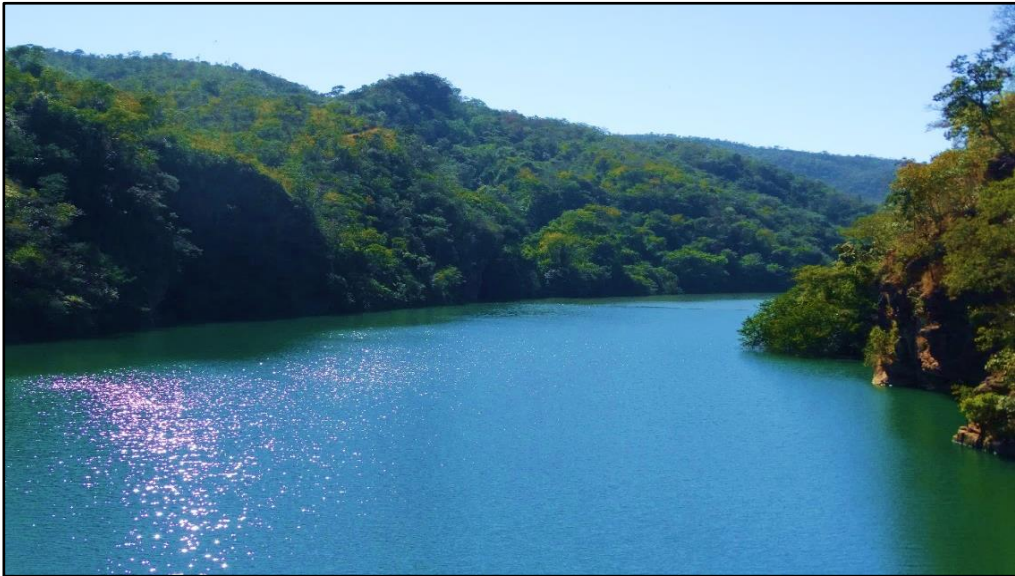


Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Dezembro, 2020).

Foto 2 - Mata de Galeria em córrego na Rodovia GO - 210 – Goiandira (GO)



Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Dezembro, 2020).

Devido as características ambientais, como a topografia e altura do lençol freático, as Matas de Galerias podem ser classificadas em dois subtipos: a Mata de Galeria não-inundável, onde a vegetação florestal que acompanha um curso d'água encontra-se distante do lençol freático e apresenta longos trechos de topografia acidentada com solos bem drenados, e a Mata de Galeria inundável, que apresenta uma vegetação florestal próxima ao lençol freático, trechos longos de topografia plana com deficiência na drenagem (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Do ponto de vista fisionômico, o Cerradão assemelha-se a uma mata, mas floristicamente é mais similar a um Cerrado, como mostra a Foto 3. Apresenta dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea que pode variar de 50% a 90%, com estrato arbóreo atingindo cerca de 8 a 15 metros de altura, proporcionando luminosidade favorável à formação e desenvolvimento de estratos arbustivos e herbáceos diferenciados. Possuem solos profundos, drenados, de média e baixa fertilidade, ácidos e pertencentes às classes Latossolo Vermelho Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo ou Latossolo Roxo (RIBEIRO; WALTER, 1998; 2008; FERREIRA, 2008).

Foto 3 - Presença da fitofisionomia Cerradão nas margens da Rodovia GO-210 – Goiandira (GO)



Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Dezembro, 2020).

Segundo Walter (2006), o Cerrado sentido restrito, representa muito bem o Bioma Cerrado, conforme ilustrado na Foto 4. É caracterizado pela presença de árvores mais baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após eventos de queimadas ou o corte (RIBEIRO, WALTER, 1998; 2008).

Os solos da vegetação de Cerrado sentido restrito são das classes Latossolo Vermelho Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Roxo. As plantas lenhosas, em geral, possuem cascas e troncos com cortiça grossa, fendida ou sulcada, e as gemas apicais de muitas espécies são protegidas por densa pilosidade. Em geral, as folhas são rígidas e coriáceas,

permitindo a adaptação em condições de seca, conhecido como xeromorfismo (RIBEIRO; WALTER, 1998; 2008).

Foto 4 - Presença de Cerrado sentido restrito ou Cerrado Denso nas margens da Rodovia GO-213 – Ipameri (GO)



Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Dezembro, 2020).

Segundo Ribeiro e Walter (1998; 2008; FERREIRA, 2008) a fitofisionomia Vereda, representada pela Foto 5, é constituída pela palmeira arbórea *Mauritia vinifera* (buriti), em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas, onde os buritis atingem cerca de 12 a 15 metros e sua cobertura varia de 5% a 10%. As Veredas são encontradas em solos Hidromórficos e que geralmente ocupam os vales ou áreas planas que acompanham linhas de drenagem mal definidas, configurando-se como fontes hídricas para os animais silvestres.

Nessas paisagens, Ferreira (2003; 2008) destaca a importância regional das Veredas (Foto 5), constituindo-se como um importante subsistema do Bioma Cerrado, possuindo não só o significado ecológico, mas também um papel socioeconômico e estético-paisagístico. Ainda segundo o autor, as Veredas atuam como refúgios para a fauna e flora, cujas espécies dependem desse ambiente para sobreviver, bem como constituem ambientes de nascentes das fontes hídricas do Planalto Central Brasileiro, que servem para dessedentação das espécies da fauna silvestre. Essa característica é um fator importante que deve ser observado e considerado nos processos de planejamento e implantação de rodovias na região.

Foto 5 – Área de Vereda nas margens da Rodovia GO-139 – Corumbaíba (GO)



Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Dezembro, 2020).

O Cerrado Rupestre é um subtipo de vegetação arbóreo-arbustiva que ocorre em ambientes rupestres, áreas com rochas aflorantes, composto por solos Litólicos (geralmente resultante da decomposição de arenitos e quartzitos, pobres em nutrientes, ácidos e com baixo teor de matéria orgânica) ou rochosos, como mostra a Foto 6. A cobertura arbórea varia de 5% a 20%, com altura média de 2 a 4 metros, com estrato arbustivo-herbáceo destacado, ocorrendo em trechos contínuos, como também em mosaicos que incluem outros tipos de vegetação (RIBEIRO; WALTER, 1998; 2008).

Foto 6 - Cerrado Rupestre nas margens da Rodovia GO-213 – Ipameri (GO)



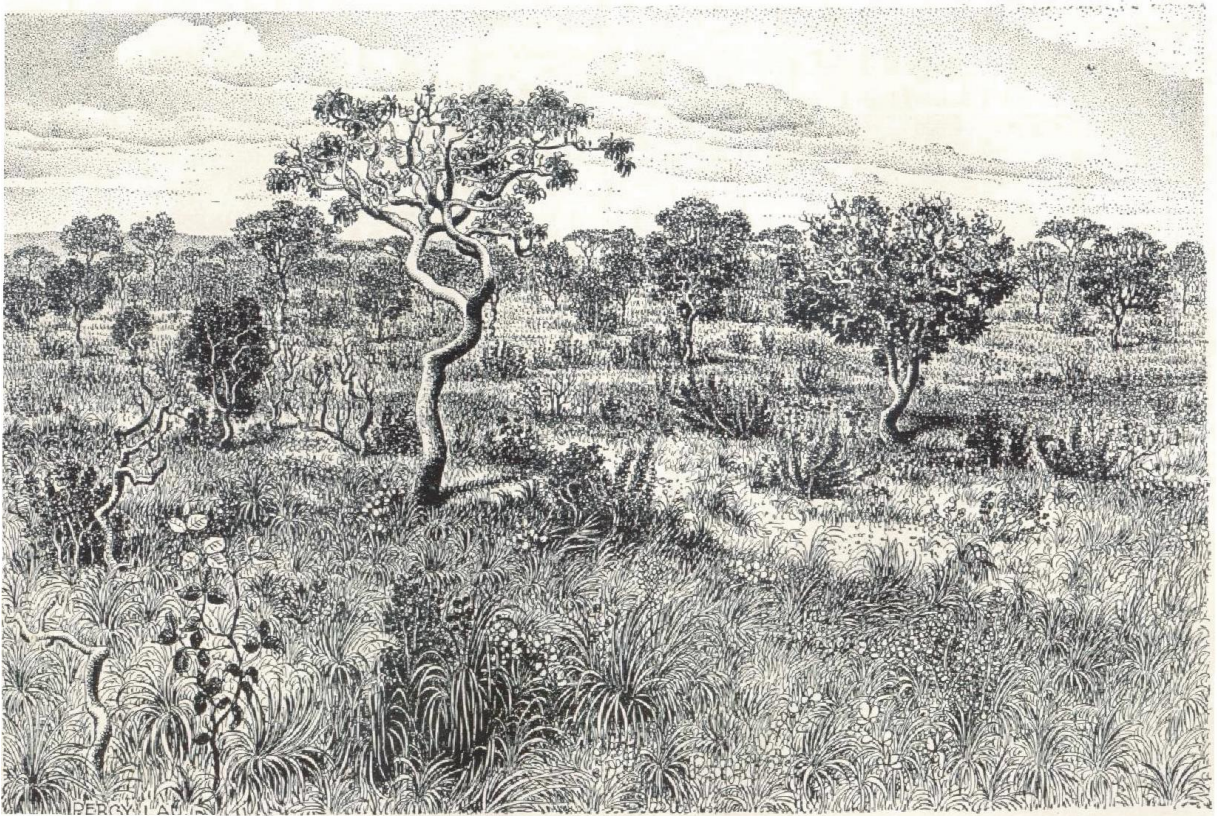
Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Dezembro, 2020).

As diferentes fitofisionomias do Bioma Cerrado presentes nas paisagens das rodovias pesquisadas proporcionam condições favoráveis para a ocorrência de diversas espécies da fauna e flora. A fragmentação dessas paisagens e a remoção da vegetação nativa para implantação de atividades agropecuárias, industriais e construção de rodovias são responsáveis pelas alterações nas dinâmicas biológicas e ecológicas que ali eram estabelecidas, bem como influenciam no deslocamento de animais silvestres entre os fragmentos vegetacionais e na probabilidade de colisão com veículos automotores nas rodovias.

De acordo com Clevenger et al., (2003), as características da paisagem e os padrões dos atropelamentos de animais silvestres nas rodovias podem ser associados com a presença de vegetação, entretanto, deve-se considerar as características das rodovias como presença e/ou ausência de curvas e tipos de pista, volume de tráfego, velocidade dos veículos, além das espécies de animais silvestres e seus aspectos físicos e comportamentais. Outro fator que tende a influenciar os atropelamentos é a presença de corpos d'água próximos às rodovias, especialmente de espécies que possuem hábitos aquáticos ou semiaquáticos (PRADA, 2004). Ainda segundo a autora, é necessário que sejam evitados traçados próximos a corpos d'água e, principalmente no sentido paralelo ao trajeto dos rios por grandes extensões, visando a redução de colisões com animais.

Buscando compreender a dinâmica dos atropelamentos nas rodovias, deve-se ainda considerar os fatores climáticos, bem como os períodos de reprodução das espécies. Durante os meses que predomina a estação da seca no Bioma Cerrado, concentrando-se nos meses de junho a setembro, há uma maior escassez de recursos essenciais, como água e alimentos, aumentando assim o deslocamento dos espécimes, que, por sua vez, se tornam mais vulneráveis aos atropelamentos nas rodovias (PRADO et al., 2006). Contudo, as taxas de atropelamentos podem variar, bem como não apresentar diferenças significativas entre o período de seca e chuva (novembro a abril), ou ainda se concentrar em determinadas espécies e indivíduos juvenis que se deslocam com maior frequência no período de seca ou no período de chuva. Dessa forma, os fatores supracitados serão analisados nas rodovias estudadas na presente pesquisa, buscando identificar variação nas taxas de atropelamentos, as espécies mais afetadas e períodos com maiores frequências de mortalidades.

ASPECTOS BIOGEOGRÁFICOS DO BIOMA CERRADO



Desenho de Percy Lau – Cerrado - *Tipos e Aspectos do Brasil* (IBGE, 1956 – domínio público)

3 ASPECTOS BIOGEOGRÁFICOS DO BIOMA CERRADO

Desde a antiguidade, nos processos de ocupação da superfície terrestre, o homem vem fragmentando as paisagens, organizando os territórios e explorando os recursos naturais em busca de suprir suas necessidades biológicas, econômicas e sociais, bem como seus valores culturais, desconsiderando os impactos socioambientais resultantes dessas transformações. As alterações antrópicas nas paisagens naturais ocasionam a sua fragmentação, processo que está intimamente relacionado com a crescente taxa de perdas de habitats, declínios populacionais de espécies várias e consequente redução da biodiversidade e alteração das paisagens naturais, principalmente a partir da implantação de tecnificações que possibilitaram a aceleração desse processo.

A biodiversidade do Bioma Cerrado está caracterizada nas paisagens naturais que formam um mosaico vegetal heterogêneo e complexo devido a sua posição geográfica estratégica, consequente particularidade edáfica, e conectividade com outros biomas brasileiros. Para conservar a biodiversidade é necessário que haja a preservação das paisagens naturais, pois a presença de determinados tipos de ecossistemas define a paisagem, e as alterações ocorridas nesses ecossistemas modificam a paisagem a partir do tempo e espaço (FORMAN; GORDRON, 1986), surgindo novas paisagens, porém geralmente transformadas e inaptas à sobrevivência da maioria das espécies de seres vivos da região.

A fragmentação das paisagens naturais do Cerrado tem como resultado negativo a quebra das conectividades biogeográficas, sendo está definida por Forman (2000), como a capacidade da paisagem em favorecer os fluxos biológicos e ecológicos dos organismos, que por sua vez contribuem com a conservação da biodiversidade. O homem é um dos integrantes constituintes das paisagens e principal modificador de suas estruturas, através das interferências nos processos bióticos e abióticos, com finalidade de atender suas necessidades políticas e socioeconômicas.

Dentre as alterações antrópicas mais impactantes à biodiversidade no século XX, estão a construção de empreendimentos lineares, como as rodovias e as práticas agropastoris (BERGALLO et al., 2001). O Brasil, devido a sua grande extensão territorial e acontecimentos históricos, possui uma das maiores malhas rodoviárias no Mundo, essencial para o desenvolvimento social e da economia do País (BAGER, et al, 2016). Na Região Centro-Oeste do Brasil, mais especificamente no Estado de Goiás, o modal rodoviário é predominante, principalmente para o transporte de grãos cultivados nas diversas regiões produtivas do Estado.

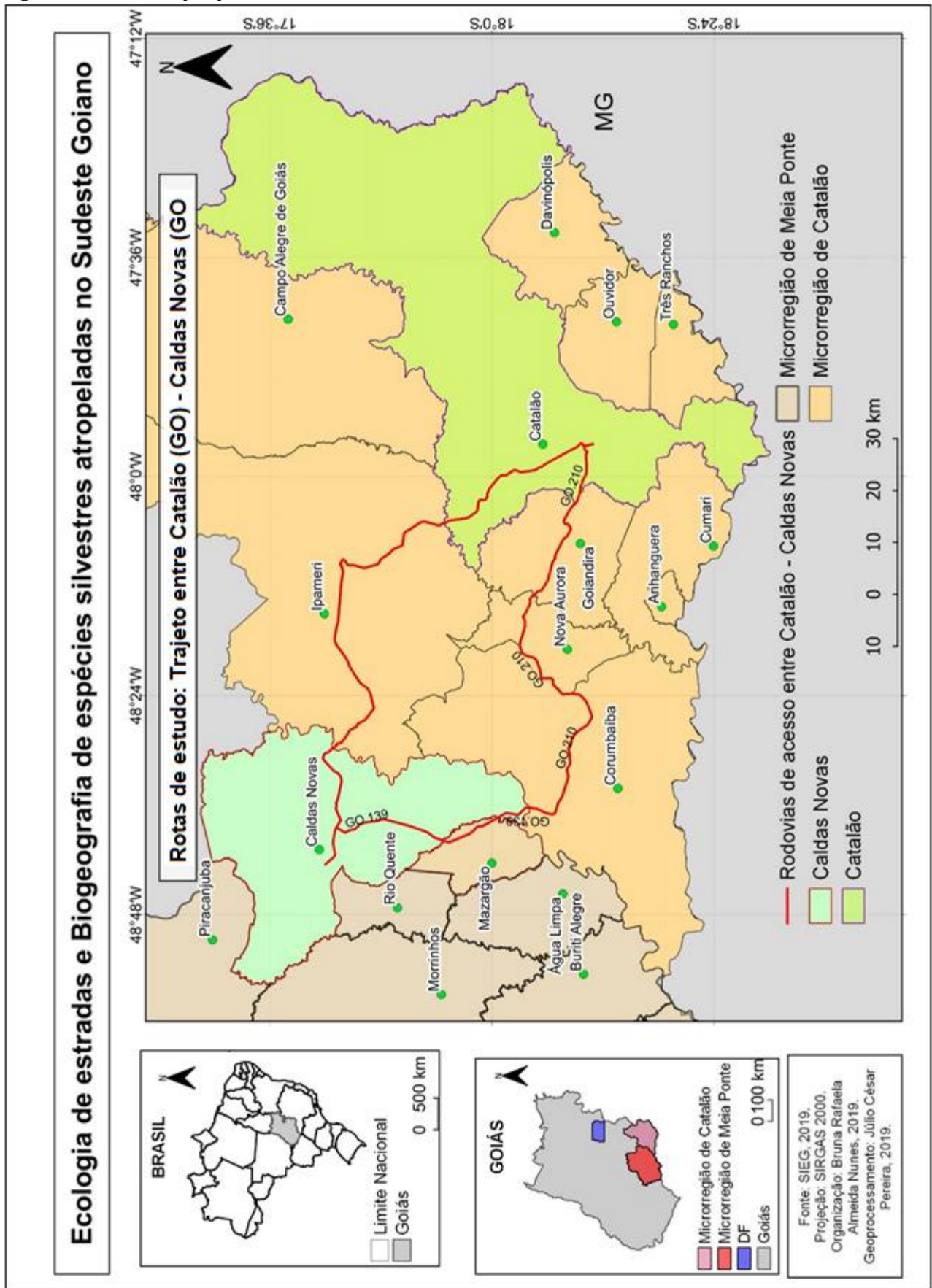
A abertura de novas rodovias e ampliação de rodovias já existentes em áreas de vegetações nativas em Goiás, desempenha um papel negativo significativo na biodiversidade local e regional, bem como à biodiversidade global. Nesse processo de ocupação antrópica do território, as espécies da fauna têm seus habitats fragmentados pelas rodovias e outros empreendimentos, resultando como barreiras ou como corredores de sumidouros, pois ao cruzar as faixas de rolamento, os espécimes da fauna silvestre são susceptíveis a colisões com veículos que trafegam nas rodovias. Em seus estudos Forman et al. (2003) detectaram que os fatores relacionados ao volume do tráfego e a velocidade dos veículos automotores são determinantes para o atropelamento, fator esse agravado pelo porte arquitetônico da rodovia.

Diante da relevância biológica, econômica, social e cultural do Cerrado, foi realizado um recorte espacial regional no território do Bioma, com enfoque no Estado de Goiás, mais especificamente para a região Sudeste, compreendendo os municípios de Catalão, Ipameri, Caldas Novas, Marzagão, Corumbá, Nova Aurora e Goiandira, no circuito das Rodovias GOs 330 (Catalão - Ipameri), 213 (Ipameri - Caldas Novas), 139 (Caldas Novas – Marzagão – Corumbá), 210 (Corumbá – Nova Aurora – Goiandira – Catalão), como mostra a Figura 3. Nesse contexto, a presente seção tem como objetivo identificar as principais rodovias e regiões do Estado, onde pesquisas relacionadas a mortalidade de espécies da fauna silvestre foram desenvolvidas, bem como as espécies silvestres comumente afetadas pelas colisões.

No extenso território Brasileiro ocorrem sete biomas distintos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa (ou Campos Sulinos), Pantanal e Sistemas Costeiros, além dos sistemas de transição (WWF Brasil/IBAMA, 1995), como mostra a Figura 4.

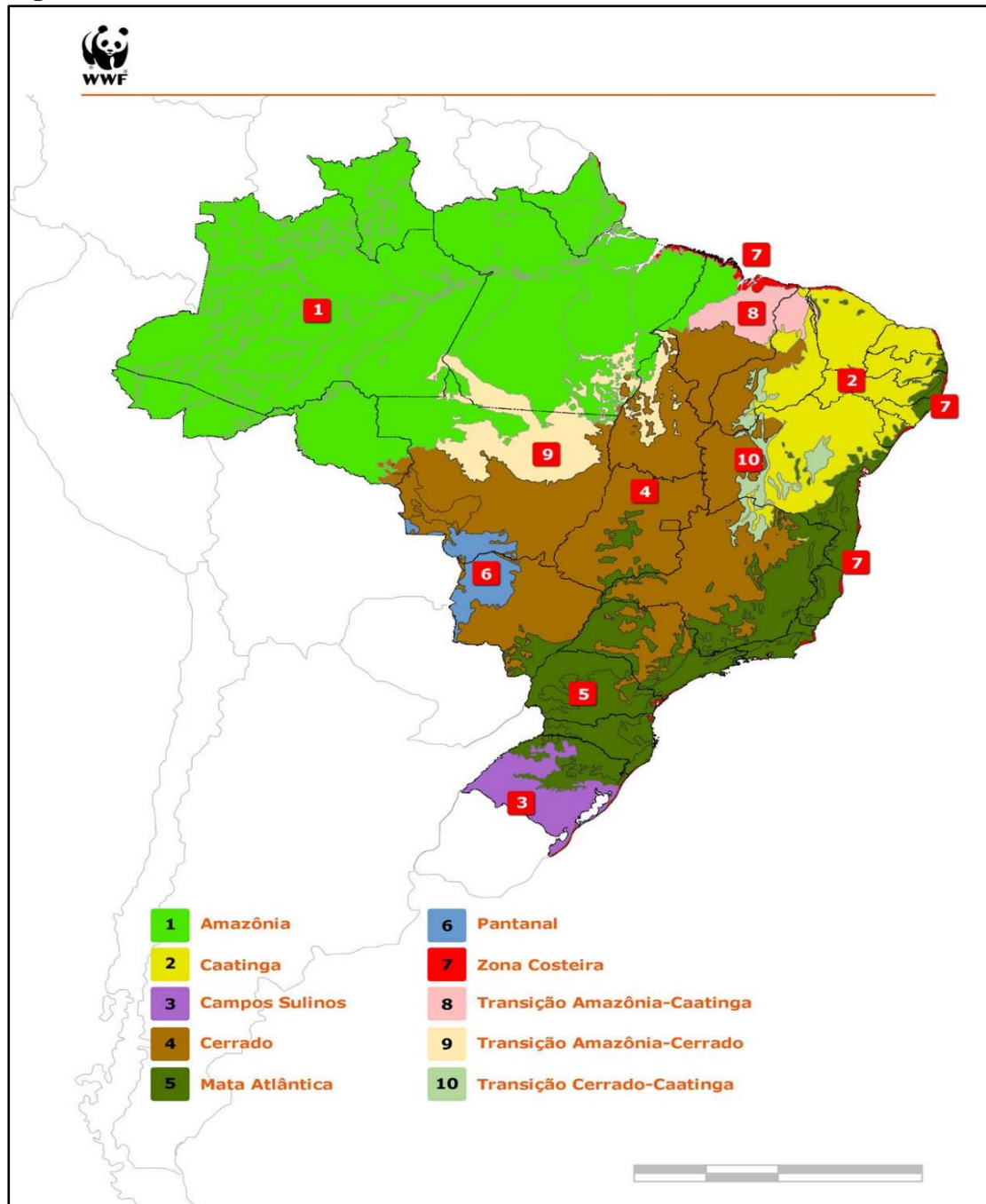
Desses, o Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil em extensão, precedido apenas pela Amazônia, e sua localização geográfica permite a conexão com todos os Biomas, exceto o Pampa e Sistemas Costeiros. Situado no Planalto Central do Brasil, sua área “core” ocupa 2.036.448 km², correspondendo a 22% do território nacional (MMA, 2020) e distribui-se continuamente pelo Distrito Federal, e pelos Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Piauí, Rondônia e São Paulo, além dos enclaves no Paraná, Amapá, Amazonas e Roraima (RIBEIRO; WALTER, 1998; Ferreira 2008).

Figura 3 - Rodovias pesquisadas no Sudeste Goiano – 2019 – 2020



Fonte: SIEG, 2019. Org.: NUNES, Bruna Rafaela de Almeida (2019).

Figura 4 – Biomas Brasileiros – 2020

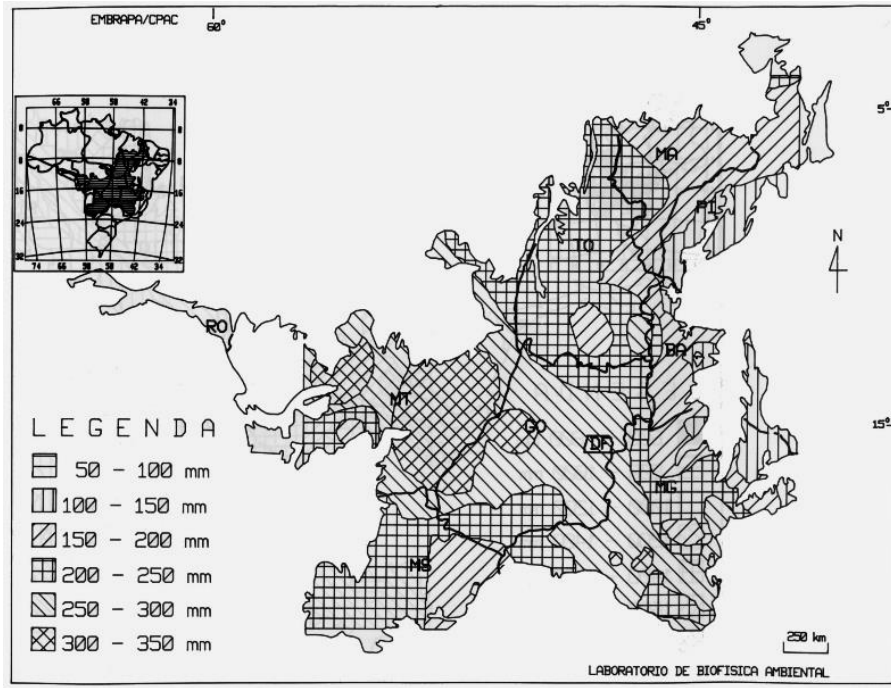


Org. e Adapt: NUNES, B.R. A. Fonte: IBAMA/WWF Brasil, (2020).

Em virtude da sua posição geográfica, no Cerrado predomina o clima classificado como Aw de Köppen, ou seja, Tropical Chuvoso – verão quente – inverno seco. Caracteriza-se por duas estações bem definidas: período chuvoso (outubro a março) e período de seca (abril a setembro), sendo os meses de abril e outubro considerados de transição. A média anual de precipitação é de 1.500mm, e as temperaturas médias (mínimas e máximas) anuais variam entre 22°C e 27°C ao longo do ano, porém as temperaturas máximas podem ultrapassar os 40°C nos

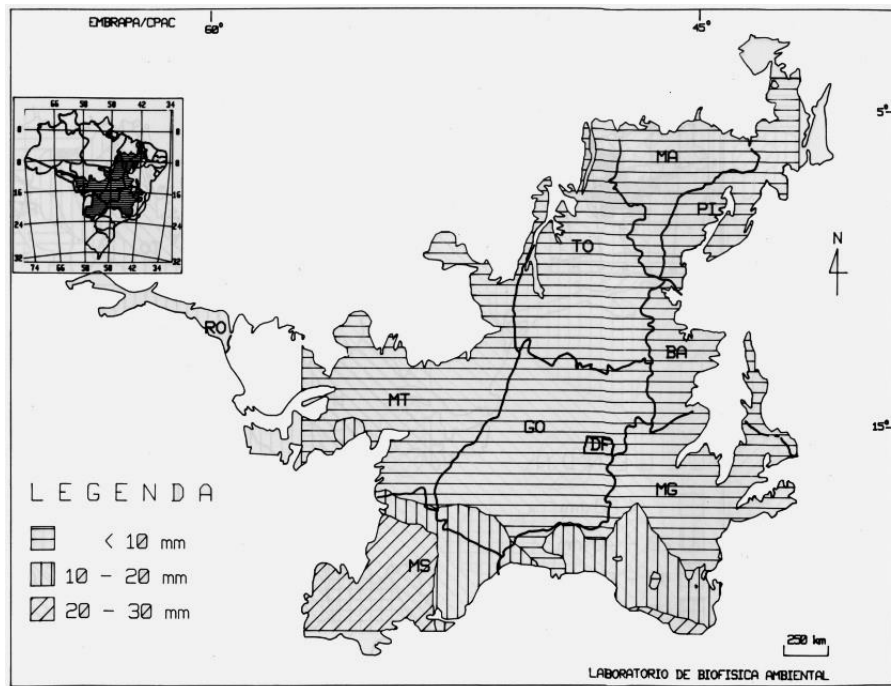
períodos de seca, como mostram as Figuras 5 e 6 (RIBEIRO; WALTER, 1998; KLINK; MACHADO, 2005; SETTE, 2005).

Figura 5 - Precipitação Média no mês de janeiro na Região do Cerrado



Fonte: Assad (1994). Org. e Adapt: Ferreira (2003).

Figura 6 - Precipitação Média no mês de agosto na Região do Cerrado



Fonte: Assad (1994). Org. e Adapt: Ferreira (2003).

A área *core* da região do Cerrado forma um extenso mosaico no complexo paisagístico brasileiro. Predominam os maciços planálticos de estrutura complexa, dotados de Superfícies Aplainadas de Cimeira, além de um conjunto significativo de Planaltos Sedimentares compartimentados, situados a níveis de altitude que variam de 300 a 1.700 metros (AB'SABER, 1993). As interações entre os fatores clima, ação dos organismos, material de origem, relevo e tempo se modificam ao longo do tempo e dão origem aos diversos tipos de solos, entretanto, no Cerrado predomina as classes de Latossolos e Cambissolos, ocorrendo em aproximadamente 46% da superfície do Bioma (REATTO; MARTINS, 2005; FERREIRA, 2003, 2008).

Do ponto de vista hidrológico, por conter zonas de planaltos dissecados, no Cerrado há diversas nascentes de rios e configura-se como uma importante área para recarga hídrica que abastece grande parte das bacias hidrográficas brasileiras (LIMA; SILVA, 2005), estando presentes as nascentes das quatro principais bacias hidrográficas do Brasil: Amazônica, Araguaia-Tocantins, Platina e Sanfranciscana, além de outras menores. Sobre isto, destaca-se a percepção de Guimarães Rosa, que fez suas andanças perceptivas pelos Estados de Minas Gerais, Goiás e Bahia no início dos anos 1950, em sua obra 'Grande Sertão: Veredas', cuja primeira edição foi no ano de 1956, que assim escreveu:

Sendo se diz, que minha terra representa o elevado reservatório, a caixa d'água, o coração branco, difluente, multivertente, que desprende e deixa para tantas direções, formadas em caldas as enormes vias – o São Francisco, o Parnaíba e o Grande que fazem o Paraná, o Jequitinhonha, o Doce, o Pardo, os afluentes para o Parnaíba, o Mucuri, o Amazonas, ou ainda – e que desde a meninice de seus olhos d'água, da descrição dos brejos e minadouros, e desses monteses riachinhos com subterfúgios, minha terra é doadora plácida. (ROSA, 1986. p. 274).

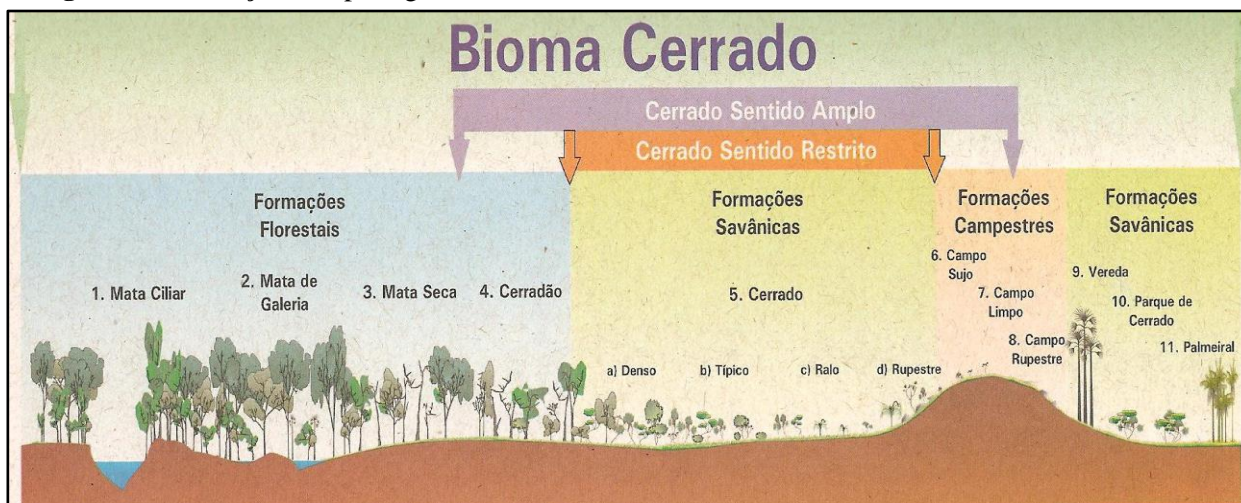
Segundo Câmara (1993), o aspecto da vegetação especialmente nos períodos de seca, quando a cobertura herbácea resseca e praticamente desaparece, bem como grande parte das árvores e dos arbustos perdem as folhas, transformando-se numa paisagem aparentemente desolada e enegrecida pelas queimadas, nos dá a impressão que as plantas são adaptadas à ausência de água. Contudo, a aparência xeromórfica de muitas espécies do Cerrado é falsa (AB'SABER, 2003), pois muitas plantas possuem sistemas de raízes e troncos subterrâneos que permitem o acesso aos reservatórios de água no solo, garantindo suas sobrevivências e reprodução (CÂMARA, 1993; FERREIRA, 2008).

O Cerrado é tido como sendo uma das mais características macrounidades paisagísticas que integram as paisagens da Terra (FILHO, 1993). Considerando a definição de paisagem apresentada por Bertrand (1972) como sendo a interação entre os elementos físicos, biológicos

e antrópicos, podendo as mesmas, na possibilidade da escala de intervenção, ser alteradas pelas ações antrópicas ou por fenômenos naturais. Os elementos físicos e biológicos em conjunto conferem ao Cerrado uma grande diversidade de vida animal e vegetal, além de outros seres vivos, tornando-o como um dos 34 *hotspots*² mundiais para a conservação (MYERS et al., 2000).

Na região do Cerrado, segundo Ribeiro e Walter (1998, 2008) e Ferreira (2003, 2008), podem ser visualizadas três macroformações: Formações Florestais; Formações Savânicas ou Típicas de Cerrado (FERREIRA, 2003) e Formações Campestres, nas quais são identificadas 14 fitofisionomias principais e distintas: as Formações Florestais englobam a Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão. Já as Formações Savânicas ou Típicas Cerrado reúnem o Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo, Cerrado Rupestre, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda. As Formações Campestres são definidas pelos Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo, como mostra a Figura 8 (RIBEIRO; WALTER, 1998, 2008; FERREIRA, 2003). Esse mosaico vegetacional presente no Cerrado se reflete numa grande riqueza de espécies da fauna e flora brasileira que, através de interações ecológicas e biogeográficas determinam o funcionamento dos ecossistemas, suas espécies e paisagens naturais.

Figura 7 - Formações fitopaisagísticas de Cerrado



Fonte: Ribeiro e Walter (2008, p. 165).

² Conceito criado pelo ecólogo Norman Myers em 1988, para denominar áreas biogeográficas particularmente ricas em espécies, espécies raras, ameaçadas e endêmicas, ou a combinação desses atributos, com a finalidade de estabelecer estratégias para a conservação. No Brasil, o Cerrado e a Mata Atlântica estão listados como integrantes dos 34 *hotspots* mundiais para a conservação da biodiversidade (MYERS, et al., 2000).

No que diz respeito à diversidade biogeográfica, o Cerrado abriga 11.627 espécies de plantas nativas catalogadas cientificamente. As diferentes fitofisionomias são *habitats* para 199 espécies de mamíferos, 837 espécies de aves, 180 espécies de répteis, 150 espécies de anfíbios, 1.200 espécies de peixes, 90.000 espécies de insetos e 500 espécies de moluscos. Ainda, é refúgio para 13% das borboletas, 35% das abelhas e 23% dos cupins dos trópicos, correspondendo a 5% da biodiversidade de todo o planeta (MMA, 2020; KLINK; MACHADO, 2005). O número de espécies existentes é subestimado, pois devido à intensa degradação imprimida sobre o Bioma, espécies foram e serão extintas antes mesmo de serem descobertas e catalogadas.

Além da grande diversidade de fauna e flora, há também uma diversidade de povos indígenas e de comunidades tradicionais, que utilizam as inúmeras variedades crioulas e os conhecimentos tradicionais no uso de espécies nativas, que podem contribuir com a diversificação da produção agropecuária na área do Bioma, bem como com a segurança alimentar e nutricional a nível global (DIAS; KLINK, 2019). Toda essa riqueza vem sendo ameaçada em função da sua conversão/supressão vegetal para uso e ocupação do solo pelas práticas da agropecuária e pela urbanização, comprometendo as dinâmicas ecossistêmicas que ocorrem no Cerrado.

3.1. Aspectos metodológicos

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, foram realizadas pesquisas bibliográficas relacionadas aos pressupostos teórico-metodológicos da Ciência Geográfica, com especial atenção para os estudos de paisagem e também relacionados a Ecologia de Estradas, bem como aos estudos desenvolvidos concernentes à mortalidade de animais silvestres em rodovias no Estado de Goiás. Na pesquisa bibliográfica, utilizou-se principalmente as seguintes terminologias: epistemologia geográfica, paisagem, ecologia de estradas, fauna silvestre, rodovias, atropelamento, mortalidade, Cerrado, Goiás, onde as buscas foram realizadas em bibliotecas, acervos literários, revistas científicas eletrônicas (artigos e resumos científicos), plataformas digitais acadêmicas, bancos de teses e dissertações de instituições de ensino e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

Todos os trabalhos foram analisados e catalogados, para posterior identificação quanto aos usos, referências, entre outros aspectos, o que possibilitou a estruturação de um banco de

dados constando as espécies mais afetadas, bem como as regiões e rodovias do Estado de Goiás mais pesquisadas.

Paralelo a esse trabalho, foram realizadas etapas a campo, percorrendo o circuito estabelecido nas rodovias, segundo um cronograma pré-estabelecido e obedecendo critérios técnicos, o que possibilitou incrementar o banco de dados da pesquisa, cujos resultados serão apresentados à frente.

3.2 O Cerrado Goiano

Localizado na porção central do País, o Estado de Goiás ocupa uma área de 340.203,329 km² (equivalente a 3,99% do território Brasileiro), sendo o sétimo Estado em extensão territorial. É o Estado com maior população humana da região Centro-Oeste, tendo como capital Goiânia, e está dividido em cinco Mesorregiões Geográficas, sendo constituído por 246 Municípios, com uma população humana estimada de 7.113.540 habitantes (IBGE, 2020). De acordo com a classificação de Köppen (proposta em 1900), o clima de Goiás é Tropical - Aw, apresentando duas estações bem definidas, seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março) (IMB, 2014).

Com sua área territorial inserida no Bioma Cerrado, o Estado de Goiás apresenta o mosaico de fitofisionomias descritas por Ribeiro e Walter (1998, 2008) e uma disposição hídrica peculiar, constituindo-se como *locus* de lazer e de atrativos turísticos dotados de belezas exuberantes, como a região do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e do Parque Nacional das Emas, as duas únicas Unidades de Conservação no Estado de categoria PARNA – Parque Nacional (MMA, 2020). Além dos parques nacionais, os municípios de Cavalcante, Pirenópolis, Formosa, Caldas Novas e Rio Quente possuem atrativos turísticos durante todo o ano em decorrências das peculiaridades paisagísticas, além do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, uma Unidade de Conservação de domínio Estadual.

O Estado de Goiás está numa região de relevo típica de planaltos, com paisagens planas nas áreas de chapadas, ou suavemente ondulado nas áreas intermontanas e que dominam grande parte da paisagem (OLIVEIRA, 2014). Essa topografia suave favorece a inserção das atividades econômicas relacionadas a agricultura e pecuária, em especial, que vêm substituindo cada vez mais as áreas de Cerrado nativo de forma acelerada, desconsiderando os impactos que tais transformações podem causar no Bioma e na sua dinâmica biogeográfica.

A economia de Goiás está fortemente atrelada ao desenvolvimento agropecuário, principalmente as monoculturas de soja, milho, sorgo, cana-de-açúcar, tomate e feijão, e a pecuária, especialmente rebanhos bovinos. É destaque também na produção de *commodities* minerais e agrícolas, além da produção automotiva (IMB, 2017; MENDES; FERREIRA, 2020). Nesse contexto, a ocupação de áreas de Cerrado para a plantação de grãos, pecuária, exploração de minérios, implantação de rodovias, entre outros fatores urbanísticos, provoca grande impacto ambiental, afetando diretamente as espécies que utilizam as áreas como habitat natural ou para deslocamentos nos territórios. Ainda, Klink e Machado (2005) destacam que a deficiência mineral dos solos não é um obstáculo para sua ocupação, onde são aplicados fertilizantes e calcário em grandes extensões de terras, alterando as condições de pH, comprometendo a qualidade natural do solo e suas águas subterrâneas, bem como a manutenção das paisagens naturais.

A fragmentação de áreas naturais e mudanças na distribuição biogeográfica de espécies são uma das maiores ameaças à biodiversidade do Cerrado, resultando na alteração da paisagem, redução populacional e/ou até a extinção de espécies nativas. Segundo Forman e Collinge (1997), as paisagens podem ser alteradas pelas ações antrópicas ou por fenômenos naturais, fazendo com que esse conjunto de elementos seja variável quanto a sua forma, tamanho e arranjo. Essa dinâmica afeta a circulação das espécies de animais silvestres que migram entre as diferentes fisionomias dessa paisagem fragmentada, sendo obrigadas a transporem estradas, resultando em atropelamentos e no óbito de indivíduos de espécies faunísticas presentes na região.

Coadunando com Klink e Machado (2005), um dos principais desafios para a conservação em áreas do Cerrado é demonstrar a importância que a biodiversidade desempenha no funcionamento dos ecossistemas, pois as modificações das paisagens afetam o regime de queimadas, os recursos hídricos, a ciclagem e os estoques de carbono, bem como causam alterações climáticas. Além disso, o desaparecimento de algumas espécies pode comprometer toda a dinâmica ecossistêmica das paisagens que compõe uma região.

3.3. Modal Rodoviário em Goiás

No território do Brasil, o modal de transportes predominante é o rodoviário, apesar do potencial que o País tem para a expansão da rede ferroviária e hídrica (IBGE, 2014). Em Goiás, o transporte de produtos é realizado pelos modais rodoviário, ferroviário, aeroviário e

hidroviário, entretanto há predominância do modal rodoviário, que apresenta vantagens e desvantagens devido à segurança do transportador e cargas transportadas, custos dos fretes, tipos e destinos de cargas (MARTINS; PARREIRA; VIEIRA, 2017).

A malha rodoviária em Goiás possui aproximadamente 28.000 km de rodovias, das quais cerca de 53% são pavimentadas, e cerca de 1.278 km são rodovias duplicadas, sendo que 60% são federais e as demais estaduais. No que se refere às rodovias estaduais, 11.647,5 km são pavimentadas, 8.581,6 km não são pavimentadas, 859 km estão em obras de pavimentação, 100 km estão em obras de duplicação e 679 km são duplicadas (GOINFRA, 2019). Quanto as rodovias federais, a BR-153 atravessa todo o Estado, conectando o norte ao sul do País, e liga também o Distrito Federal ao sul do Brasil, interconectado pela BR-060, que liga Goiânia a Brasília, bem como o Sudoeste Goiano (IMB, 2018).

De acordo com a pesquisa anual da Confederação Nacional de Transportes – CNT, o estado geral das rodovias em Goiás foi classificado como 34,9% regular, 26,5% ruim, 26,2% boa, 9,2% péssima e 3,2% ótima (CNT, 2019). A pesquisa constatou ainda que houve um declínio no estado geral das rodovias concessionadas (BR-040, BR-050, BR-060 e BR-153), e tal fato pode estar relacionado a qualidade dos investimentos realizados, onde concessionárias mais maduras apresentam melhores resultados, se comparado às novas concessões, que não tiveram um tempo hábil para promover as intervenções significativas. Além disso, há ainda as concessionárias com problemas financeiros e que não conseguem cumprir suas obrigações de investimentos, não correspondendo às expectativas iniciais.

3.3.1. Efeitos das rodovias na fauna silvestre

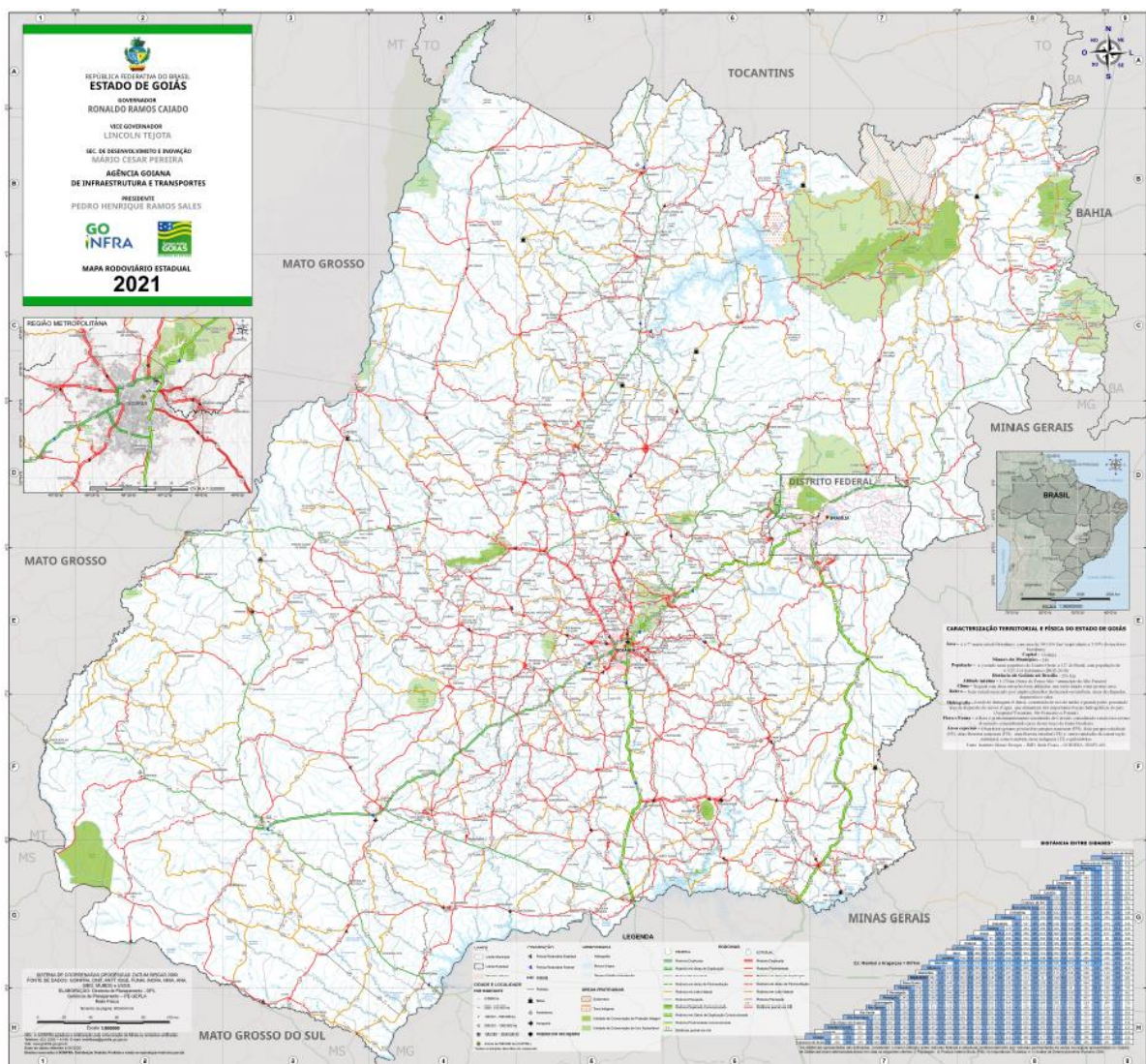
A abertura de rodovias é uma atividade antrópica importante no desenvolvimento socioeconômico de uma região, pois são necessárias à sociedade humana, possibilitando o deslocamento das pessoas, gerando oportunidades de serviços e geração de renda. Entretanto, implicam em impactos físicos e biológicos, como as erosões, alterações hídricas e do solo, perda de habitats, aumento da dispersão de poluentes, alterações nas populações de espécies da biota, entre outros efeitos (BAGER, 2012).

Quanto aos impactos na fauna silvestre, Jaeger *et al.* (2005) destaca a perda de habitats, a morte de espécimes devido aos atropelamentos e os efeitos barreiras gerados pelas rodovias. Neste último aspecto, a rodovia diminui a probabilidade de colisão, entretanto, ocasiona a divisão de populações de animais, interrompendo o fluxo gênico das espécies e resultando em

alterações ecológicas. A problemática se torna mais relevante quando rodovias cortam ou contornam Unidades de Conservação e, conseqüentemente, ocorrem os atropelamentos, pois essas áreas protegidas abrigam inúmeras espécies que estão listadas como vulneráveis ou ameaçadas de extinção.

Apesar dos impactos causados, as estradas são imprescindíveis no atual contexto socioeconômico de Goiás e do Brasil, onde a economia é fortemente impulsionada pela agricultura, pecuária, mineração, indústrias farmacêuticas, automobilísticas e alimentícias, além das atividades turísticas que as paisagens do Estado proporcionam (IMB, 2018). Com isso, há um aumento no fluxo de veículos e da velocidade nas vias rodoviárias, conforme mostra a Figura 8, resultando no atropelamento e mortalidade de espécies da fauna silvestre em diversas rodovias do Estado.

Figura 8 - Mapa Rodoviário do Estado de Goiás.



Org. e Adapt: Nunes, Bruna Rafaella de Almeida (2021).

Fonte: GOINFRA (2021). http://www.goinfra.go.gov.br/arquivos/arquivos/Mapa/mapa_para_site_2021.pdf

As rodovias podem ainda atuar como corredores para muitas espécies da fauna silvestre, especialmente mamíferos de médio e grande porte, exercendo função de habitats das espécies que se adaptam e utilizam os recursos disponíveis nas bordas das mesmas (CLEVENGER *et al.*, 2003; ROSA, 2012). Dessa forma, as rodovias podem influenciar na dinâmica do deslocamento da fauna, agindo como barreira ou encorajando os indivíduos na travessia, além de expor os indivíduos aos riscos de atropelamentos.

Segundo Malheiros (1998), os animais possuem um sentido de direção que os leva as zonas com disponibilidade de recursos necessários à sua sobrevivência, como água, alimento, abrigo, reprodução. Com o objetivo de ampliar os conceitos de corredores de migração, o mesmo autor associou em seu estudo, a pesquisa bibliográfica e a coleta de informações orais de três pessoas criteriosamente selecionadas com conhecimentos sobre a fauna do Cerrado. Em um dos depoimentos coletados, o autor relata:

Acredito que os animais dos cerrados desenvolveram uma grande capacidade de migração durante o seu processo evolutivo. Essa capacidade de perceber os locais de dispersão é hereditária. Os animais modernos, até bem pouco tempo, antes da chegada da agricultura moderna, ainda migravam por corredores que foram utilizados pelos seus antepassados. Certa vez presenciei um bando de queixada (porco-do-mato) chegando a uma cidade que foi construída em cima da antiga passagem desses animais. Muitos caçadores de onça aqui do sudoeste de Goiás afirmam que a onça-pintada sai do Pantanal para ter os filhotes em áreas de cerrado do sudoeste goiano. Essa explicação é atribuída ao fato de que todos os animais machos que são abatidos nessa região são jovens, ao passo que a maioria das fêmeas são adultas. Acho que os corredores de migração são os caminhos que foram traçados pelos primeiros representantes da fauna dos cerrados, e que este sentido foi passado de geração para geração, com a finalidade de perpetuação das espécies. A ocupação e destruição desses corredores interrompe o ciclo natural desses animais. (MALHEIROS, 1998. p. 69-70).

Essa questão é uma realidade que se vivencia no território do Estado de Goiás em diferentes fitofisionomias do Cerrado, onde os conflitos entre o desenvolvimento socioeconômico e a preservação ambiental estão presentes. A mortalidade de animais silvestres em rodovias está entre os principais responsáveis pela redução e/ou extinção de espécies, provocando um dano ecológico e biogeográfico em determinadas áreas, e pesquisas relacionadas à temática vem sendo realizadas em todas as regiões do Brasil em busca de prevenir e/ou mitigar os efeitos negativos das rodovias, visando a conservação da fauna silvestre (VIEIRA *et al.*, 2019).

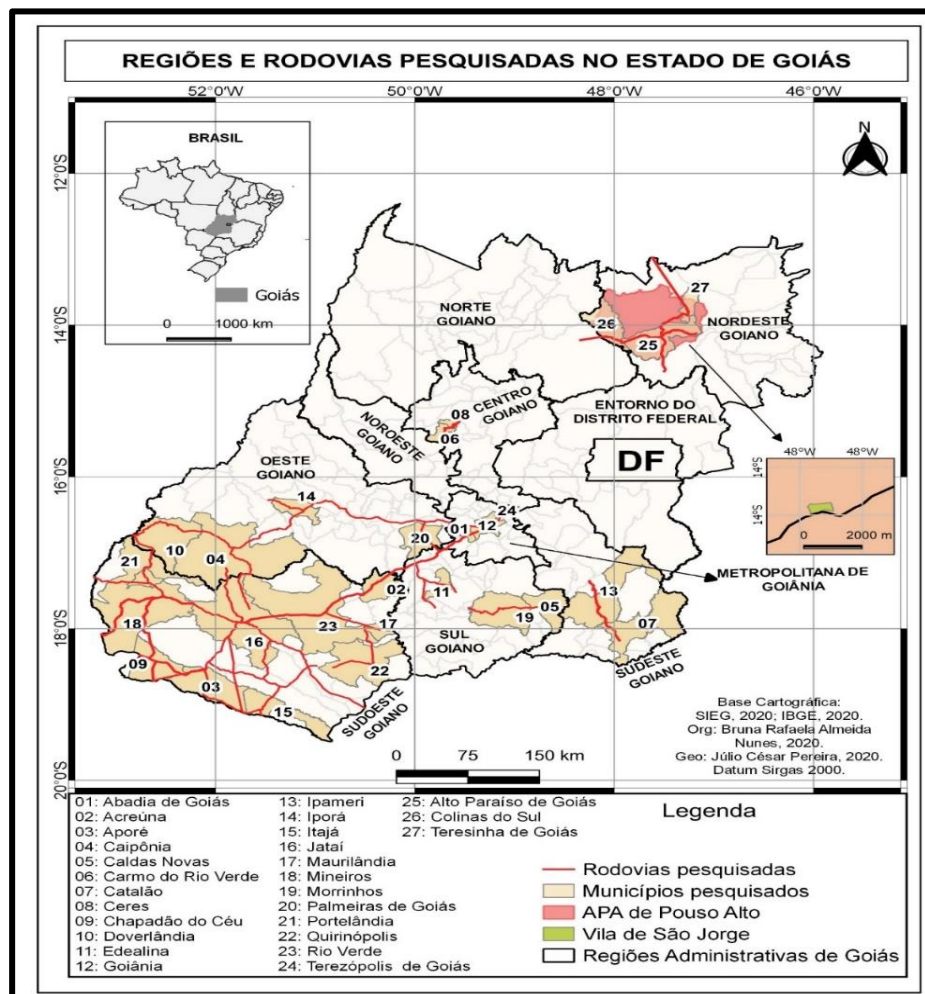
Segundo Ferreira (2003), a implantação e construção de estradas – para ocupar a região do Cerrado, é o primeiro investimento/intervenção que propicia acesso, portanto, sendo o maior e o principal fator de impacto de alteração das paisagens, e que foi e continua sendo necessário para dar sustentação aos processos de urbanização e transportes de máquinas, insumos,

produção e pessoal, principalmente no agronegócio. Decorrente disso, há a necessidade de interferências diretas no ambiente, muitas vezes afetando as diferentes fitofisionomias, dentre elas as Veredas. Essa intervenção, diante das condições do solo, obriga a limpeza da vegetação e construção de extensos corredores e aterros sobre os diferentes tipos de terrenos, as vezes alagadiços, alterando-se a dinâmica biogeográfica do local, consequentemente afetando todo o ecossistema regional.

3.3.2. Mortalidade da fauna silvestre nas rodovias de Goiás

O presente estudo identificou quatorze trabalhos desenvolvidos em rodovias do Estado de Goiás, até o momento, sendo uma Dissertação de Mestrado, dois Trabalhos de Conclusão de Curso e onze artigos científicos. Grande parte dos trabalhos desenvolvidos concentram-se nas Regiões Sudoeste e Nordeste, seguidos das Regiões Central e Sudeste, entretanto algumas rotas cruzam a Região Oeste e um pequeno trecho na Região Norte (Figura 9).

Figura 9 – Pesquisas sobre o atropelamento da fauna silvestre em Rodovias no Estado de Goiás



Org.:

NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020). Fonte: SIEG - Goiás (2020).

Estudos relacionados aos impactos das rodovias sobre a fauna silvestre nas rodovias em Goiás tiveram seu início em 1997, pelo Geógrafo Roberto Malheiros, cujo objetivo era conhecer a dinâmica que envolve o processo de migração da fauna silvestre do Cerrado, assim como os impactos que as rodovias provocam ao interceptar os corredores de migração. No ano de 2004, Cunha et al. (2004) percorreu durante 18 meses uma parte da Rodovia GO-060, que liga Goiânia a Iporá, com o objetivo de verificar se a taxa dos atropelamentos relacionava-se com a presença dos fragmentos de vegetação nativa ao longo da Rodovia e se os atropelamentos eram influenciados pelo peso corpóreo das espécies.

Após quatro anos da publicação supracitada, a problemática acerca da mortalidade de fauna silvestre em Goiás foi impulsionada e a frequência de pesquisas se intensificaram, buscando compreender as diversas variáveis que influenciavam na mortalidade da fauna, cujas informações podem ser visualizadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados relacionados as pesquisas desenvolvidas nas rodovias em Goiás – 1997 a 2020

AUTOR/ANO	PERÍODO	RODOVIA	INDIVÍDUOS	ESPÉCIE FREQUENTE	NOME COMUM
Araújo et al. (2020)	8 meses	GO-164	61	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato
Braz e França (2016)	17 meses	GO-239/BR-010	824	<i>Galea flavidens</i>	Preá
Costa e Dias (2013)	11 meses	GO-164	77	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato
Cunha et al. (2010)	12 meses	GO-060	308	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim
Fraga (2018)	11 meses	BR-010	172	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato
Gomes et al. (2010)	7 meses	GO-156/215/320/BR-060	108	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato
Júnior (2019)	12 meses	GO-154	73	<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá-de-orelha-branca
Malheiros (1997)	55 dias	BR-060/153	72	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato
Miranda et al. (2017)	12 meses	GO-221/194/184/206/178/BR-158/060/364	1113	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba
Prado et al. (2008)	11 meses	GO-060/BR-153	141	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato
Ribeiro (2011)	6 dias	GO-206/050/BR-359	48	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba
Ribeiro (2016)	13 meses	GO-239	295	<i>Gracilianus agilis</i>	Cuíca-graciosa
Ribeiro e Silva (2016)	12 meses	GO-239	289	<i>Rhinella marina</i>	Sapo-cururu
Rocha et al. (2018)	55 meses	GO-330	2	<i>Priodontes maximus</i>	Tatu-canastra
Silva et al. (2011)	12 meses	GO-213	100	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamanduá-bandeira
Silva Neto et al. (2015)	4 dias	GO-206/050/BR-359	63	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba
Vieira et al. (2012)	12 meses	BR-060	387	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato

Fonte: Pesquisa Bibliográfica (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

Os dados da Tabela 1 mostram que algumas rodovias monitoradas são margeadas por centros urbanos, unidades de conservação e áreas destinadas à agricultura e pecuária, resultando em objetivos distintos, como a identificação e quantificação de espécies, influências das paisagens circundantes, efeitos da duplicação de rodovias, entre outros. Vieira et al. (2012) buscou identificar as espécies mais afetadas por atropelamentos na BR-060 e acompanhar a resposta da fauna local às intervenções oriundas das obras de duplicação e melhorias da Rodovia. No extremo Sudoeste Goiano, Ribeiro (2011) e Silva Neto et al. (2015) avaliaram as rodovias de acesso a Chapadão do Céu, identificando os pontos de maior incidência de atropelamentos e espécies mais afetadas, dando suporte para a aplicação de medidas mitigatórias. Costa e Dias (2013) avaliaram a mortalidade da fauna silvestre e identificaram os principais pontos críticos de mortalidade, num trecho de 55 km da Rodovia GO-164, que liga Quirinópolis à BR-452 e dá acesso à cidade de Rio Verde.

Miranda et al. (2017) quantificaram em seu trabalho 1.113 animais silvestres atropelados, num período de 12 meses, passando pelas estações de seca e de chuva em quatro rodovias de acesso ao município de Jataí (GO), região considerada como forte produtora agrícola no Estado de Goiás. Ainda nessa região, Silva Neto et al. (2015) monitoraram as rodovias do município de Chapadão do Céu, por apenas 4 dias, e contabilizaram 63 animais atropelados, entre eles um cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*).

Rocha et al. (2018) teve como objeto de pesquisa o atropelamento de uma única espécie, *Priodontes maximus* (tatu-canastra), incluído nas listas nacional e mundial de espécies ameaçadas de extinção. Os autores relataram o atropelamento de dois indivíduos, num período de 55 meses e percurso de 50 km ao longo da Rodovia GO-330, na região do Sudeste Goiano.

As rodovias que margeiam o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros apresentaram interesse maior de pesquisa. Em seu trabalho, Ribeiro e Silva (2016) buscaram compreender os efeitos das variações no fluxo de veículos relacionadas à movimentação de turistas no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e a fauna atropelada, no trecho da GO-239, que liga Alto Paraíso (GO) ao Distrito de São Jorge. Ao longo de 12 meses de estudos, os autores concluíram que o fluxo de turistas e visitantes do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros pode intensificar o “efeito barreira” presente na rodovia que influencia a Unidade de Conservação, sendo a classe dos mamíferos a mais afetada pelos atropelamentos.

Braz e França (2016), estudaram o impacto das duas principais rodovias que margeiam o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros sobre os vertebrados. Ainda no perímetro do Parque, Ribeiro (2016) analisou os dados referentes ao período que antecede a pavimentação e

a conclusão da etapa, evidenciando um aumento na mortalidade de animais silvestres. Já Fraga (2018) avaliou os aspectos ecológicos e espaciais relacionados à fauna atropelada na porção sul da APA Pouso Alto.

As atividades desenvolvidas pelos Parques de Conservação atraem turistas de todo o Brasil e do exterior, onde proporcionam paisagens exuberantes, com passeios em trilhas, atividades de *rafting*, ciclismo, banhos de cachoeiras e em rios, entre outras atividades contemplativas e/ou de pesquisas. Tais atrativos intensificam o fluxo de pessoas em áreas naturais em determinadas épocas no ano, e pode alterar o comportamento dos animais e seus deslocamentos. As rodovias que cruzam os fragmentos de áreas naturais podem atuar como barreiras para algumas espécies, que evitam os ruídos e outras alterações, ou atrativas para espécies mais oportunistas.

Miranda et al. (2017) analisaram e descreveram os atropelamentos de vertebrados, avaliando a influência da variação sazonal do clima e da estrutura das rodovias, como por exemplo rodovias de mão dupla e duplicadas, bem como as condições das estradas. Silva et al. (2011) quantificou as ocorrências de atropelamentos dos vertebrados silvestres e analisaram os fatores ambientais antrópicos e naturais, e a distribuição espacial e temporal destas além de propor medidas mitigatórias.

Em seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Júnior (2019) realizou um levantamento dos atropelamentos de animais silvestres na GO-154, trecho que liga os municípios de Ceres a Carmo do Rio Verde, visando a proposição de medidas mitigatórias para reduzir as ocorrências. O último trabalho publicado é do presente ano, onde Araújo et al. (2020) investigaram o efeito da paisagem sobre a comunidade de mamíferos atropelados num trecho de 50 km da Rodovia GO-164, no Sul de Goiás.

Diversas foram as espécies atingidas por veículos nas rodovias em Goiás segundo os trabalhos supracitados, predominando as espécies de mamíferos como *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba), espécies generalistas e oportunistas quanto aos hábitos alimentares (Tabela 1). As espécies de hábitos noturnos como *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira) e *Tyto furcata* (suindara) tiveram amostragens significativas, bem como *Cariama cristata* (seriema) em áreas próximas à produção de grãos. Os répteis foram representados pelas serpentes *Boa constrictor* (jibóia) e *Bothrops marmoratus* (jararaca-pintada), além dos anfíbios pela espécie *Rhinella marina* (sapo-cururu).

No intuito de desenvolver e direcionar políticas, bem como ações para a conservação de espécies ameaçadas da fauna brasileira, o Instituto Chico Mendes da Biodiversidade –

ICMBio/MMA publicou o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (2008), sendo a última edição do ano 2018, documento de referência sobre o *status* de conservação de mais de 12.000 espécies que se encontram vulneráveis e ameaçadas de extinção.

Entre as espécies presentes nas pesquisas desenvolvidas, encontram-se listadas no Livro Vermelho, como os canídeos *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Lycalopex vetulus* (raposa-do-campo) e *Speothos venaticus* (cachorro-do-mato-vinagre); os felinos *Leopardus pardalis* (jaguatirica), *Herpailurus yagouaroni* (gato-mourisco) e *Puma concolor* (onça-parda); além de *Tapirus terrestres* (anta), e os xenartras *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), *Priodontes maximus* (tatu-canastra) e *Tolypeutes tricinctus* (tatu-bola), cujas populações vem sendo afetadas pelos atropelamentos em rodovias de todo o Brasil.

É importante ressaltar que as taxas de reprodução de algumas espécies, como o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e a anta (*Tapirus terrestres*), são baixas, uma vez que a gestação é longa e resulta em uma única cria. Quando o filhote nasce, permanece sob os cuidados parentais da mãe por até cerca de nove meses de idade, até que o novo ciclo reprodutivo seja cumprido. Assim, o estudo sobre as diferentes espécies da fauna silvestre que estão sendo afetadas pelas rodovias na região do Sudeste Goiano, possibilitará uma percepção para possíveis diagnósticos, bem como a possibilidade para a proposição de medidas mitigadoras aos impactos gerados.

Nesse contexto, através da pesquisa bibliográfica, foi possível compreender que grande parte dos estudos realizados no Cerrado Goiano encontram-se próximos às regiões do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e do Parque Nacional das Emas, as duas únicas unidades de conservação de categoria Federal do Estado de Goiás. De acordo com Pádua (2017), os parques possuem a finalidade de proteger e preservar os sistemas de alta riqueza de espécies e seus recursos genéticos, proporcionar o turismo responsável/sustentável, desenvolver atividades de Educação Ambiental e pesquisas acadêmico/científicas.

Diante do exposto, o monitoramento e aplicação de medidas mitigatórias quanto a redução de colisões com fauna, em especial no entorno de unidades de conservação, é necessária urgentemente, pois essas áreas selecionadas abrigam uma grande diversidade de espécies da fauna e da flora com elevado potencial biológico. Além disso, tais medidas reduzem os acidentes entre fauna e humanos, principalmente espécies de médio e grande porte de mamíferos, que ao cruzarem a faixa de rolamento pode ocasionar no motorista reações como desvios inadequados, freadas bruscas e colisões envolvendo vítimas fatais.

A ocupação das paisagens na região do Brasil Central, mais especificamente nas fitofisionomias do Cerrado no Estado de Goiás, e as conseqüentes transformação das paisagens para a produção de grãos, pecuária, construção de empreendimentos diversos, urbanização nos centros urbanos, usinas hidrelétricas, mineração e implantação de rodovias, entre outros processos de transformação dessas paisagens, têm ocasionado perdas significativas de áreas com fisionomias típicas remanescentes desse Bioma fundamental para o funcionamento dos ecossistemas da região, que se interagem de forma intensiva e direta.

A abertura de estruturas lineares contínuas, como as rodovias pavimentadas, tem um papel fundamental no crescimento econômico e social do Estado e do Brasil, interligando Municípios/cidades com alta produção econômica a outras regiões do País, formando complexos modais de altos impactos socioeconômico, conseqüentemente ambiental e paisagístico. Apesar dos aspectos positivos, as rodovias implicam em grandes impactos negativos, como a retirada da vegetação primária, a criação de barreiras físicas, a poluição hídrica e do solo, afugentamento de espécimes e o conseqüente atropelamento de espécimes da fauna silvestre.

Os processos de urbanização e a instalação de empreendimentos agroindustriais alocados em várias regiões do Estado, e a conseqüente movimentação de máquinas e veículos, reduzem os habitats naturais das espécies a fragmentos isolados, na forma de ilhas, diminuindo a possibilidade de obtenção de alimentos e acasalamentos reprodutivos, bem como formando uma barreira para o deslocamento da fauna silvestre, interrompendo o fluxo genético e provocando a redução das populações dessas espécies da fauna.

A fauna silvestre, na área do Estado de Goiás, possui um grande valor ecológico e biogeográfico, configurando-se em espécies importantes para a manutenção do equilíbrio ecossistêmico no Bioma Cerrado. Os elementos principais e básicos de um ambiente em equilíbrio são o clima, o solo, a fauna e a flora, juntamente com os recursos hídricos, sendo estes intimamente interligados, numa perspectiva ecodinâmica da paisagem, e a debilidade de um deles determina toda a dinâmica da paisagem – visão ecodinâmica de Tricart (1972), e ecossistema do sistema terrestre, como propõe Drew (1986).

Nesta fase da pesquisa, foram analisados 17 trabalhos científicos desenvolvidos em várias rodovias e Regiões do Estado de Goiás, relacionados aos atropelamentos de espécies da fauna silvestre no âmbito do Cerrado Goiano. Considerando sua extensão territorial, pode-se afirmar que ainda é pequena a quantidade de pesquisas realizadas em Goiás. A quantificação e identificação das espécies de animais silvestres atingidas por veículos automotores nas rodovias

podem mostrar a abundância e riqueza de espécies locais e/ou regionais, e colaborar com planos de conservação e medidas mitigatórias que visem à redução e/ou evitar os acidentes com animais silvestres, bem como auxiliam na execução de projetos e implantação de rodovias mais bem planejadas e ambientalmente menos impactantes.

Assim, a realização de mais estudos tem por finalidade identificar e caracterizar a fauna silvestre local e/ou regional e as respectivas paisagens fitofisionômicas da Região do Cerrado, visando a proposição de medidas mitigatórias que venham a reduzir os possíveis acidentes com as espécies da fauna silvestre e monitorar a efetividade das medidas propostas, em especial, nas áreas que possuam espécies ameaçadas e contribuir para a sua conservação e manejo. É um desafio grande a enfrentar.

**BIOGEOGRAFIA E MORTALIDADE DA FAUNA SILVESTRE
NO SUDESTE GOIANO**



Foto: Bruna Almeida, Ipameri (GO), 2020

4 BIOGEOGRAFIA E MORTALIDADE DA FAUNA SILVESTRE NO SUDESTE GOIANO

A compreensão da dinâmica biogeográfica nas paisagens que estão presentes na região Sudeste Goiana, onde está o palco principal desta pesquisa, compreendendo um circuito rodoviário: Catalão – Ipameri – Caldas Novas – Marzagão – Corumbaíba – Nova Aurora – Goiandira – Catalão, demonstrado na Figura 3, em cujos trechos rodoviários foram desenvolvidas as etapas de campos em momentos distintos, num período de aproximadamente dezoito meses nos anos de 2019 e 2020, visando colher informações reais quanto ao quantitativo e qualitativo das espécies da fauna silvestre atropeladas nessas rodovias.

4.1 Campanhas de monitoramento

Para a consecução da pesquisa, foram realizadas 31 campanhas de monitoramento/coleta de dados com esforço de amostragem quinzenal, entre julho de 2019 e outubro de 2020, totalizando 7.843 km percorridos nas duas vias de acesso de Catalão à Caldas Novas. O monitoramento foi realizado às segundas-feiras, com início entre as 07h30 e 08h da manhã, para que fosse observado o maior número de carcaças vitimadas durante o final de semana. Ainda, o monitoramento foi realizado com a presença de dois observadores ao longo de todo o percurso, a uma velocidade de 60 Km, permitindo melhor visualização de carcaças na faixa de rolamento, margens das rodovias e na vegetação circundante.

Ao visualizar a carcaça, buscava-se local seguro para estacionar o veículo e executar o protocolo de identificação, onde a carcaça era analisada morfológicamente e através de vestígios e características peculiares, a espécie era identificada e registrada em ficha de campo. A localização da carcaça visualizada era marcada com aparelho GPS (*Global Positioning System*) Garmin Etrex 30, e os aspectos relacionados às condições da carcaça, como idade e sexo, paisagem circundante, local da carcaça, presença de corpos d'água, traçado e topografia da rodovia, além da fase lunar predominante no dia de monitoramento, foram registrados na ficha de campo (Apêndice 1).

Todas as carcaças visualizadas foram fotografadas, e as carcaças não passíveis de identificação no local foram coletadas para análise minuciosa em laboratório do CETAS Catalão. Para coletar as amostras, solicitou-se ao Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), um sistema instituído pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que presta serviços à distância aos pesquisadores, a autorização

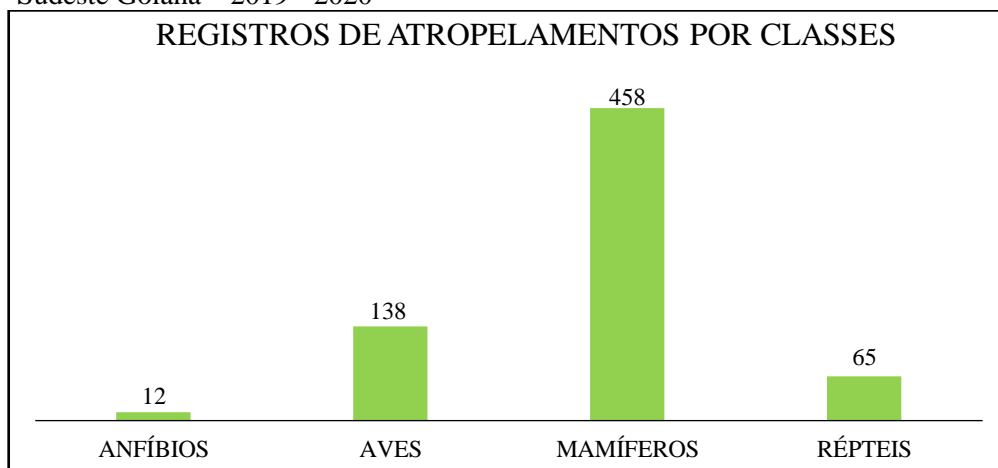
de coleta de material biológico durante o período do Projeto (Autorização n° 69937-1/Código de autenticação 0699370120190612 e Autorização n° 69937-2/Código de autenticação 0699370220200712), a qual foi concedida à presente pesquisa. O protocolo de monitoramento de fauna atropelada foi aplicado após uma viagem piloto de monitoramento, no intuito de avaliar a eficácia do horário de início e os aspectos considerados relevantes para responder os objetivos do estudo, como parâmetro básico para a determinação da metodologia.

Após registrar as informações na Ficha de Campo, as carcaças eram removidas da faixa de rolamento ou das margens, evitando a contabilidade das mesmas nas campanhas seguintes de monitoramento, bem como a presença de espécies necrófagas susceptíveis a uma sequência de colisões, com o intento de evitar outros atropelamentos.

4.2 Aspectos da fauna silvestre atropelada nas rodovias do Sudeste Goiano

Durante o monitoramento do presente estudo, foram registradas 676 carcaças de animais silvestres pertencentes a quatro classes de vertebrados (Tabela 1), desconsiderando animais domésticos (cães e gatos) e de produção socioeconômica (bovinos e galinhas) presentes nas rodovias monitoradas. As condições das carcaças permitiram a identificação à nível de espécie de 673 espécimes, onde somente 03 espécimes não foram passíveis de identificação devido ao alto grau de deterioração. As classes de animais mais predominantes foram: Aves (49%), Mamíferos (28%), Répteis (20%) e Anfíbios (3%), em que, apesar da maior diversidade de aves, os mamíferos apresentaram maior número de registros de carcaças nas rodovias, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Registros de atropelamentos por classes de vertebrados na Região Sudeste Goiana – 2019 - 2020



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2021).

Os anfíbios foram representados por apenas 2 espécies, sendo elas *Rhinella marina* (n=8) e *Leptodactylus labyrinthicus* (n=4), as aves apresentaram 34 espécies, os mamíferos 19 espécies e os répteis 14 espécies. As classes de vertebrados encontradas no presente estudo assemelham-se com os resultados de Júnior (2019) e Miranda *et al.*, (2017), cujos trabalhos foram desenvolvidos em outras regiões do Estado de Goiás.

Dentre as espécies de aves mais frequentes nos atropelamentos, destacam-se *Cariama cristata* (n=47), *Coragyps atratus* (n=15), *Caracara plancus* (n=13), *Volatinia jacarina* (n=11) e *Athene cunicularia* (n=7). As demais espécies apresentaram de 1 a 5 espécimes. Quanto aos mamíferos, as espécies mais frequentes foram *Cerdocyon thous* (n=87), *Conepatus semistriatus* (77), *Euphractus sexcinctus* (n=68), *Myrmecophaga tridactyla* (n=51), *Lycalopex vetulus* (n=34), *Nasua nasua* (n=30) e *Tamandua tetradactyla* (n=28). Já os répteis, representados pelos lagartos e serpentes, houve maior frequência de *Salvator merianae* (n=18), *Philodryas nattereri* (n=10), *Ameiva ameiva* (n=7), *Amphisbaena alba* (n=7) e *Crotalus durissus* (7). Na tabela 2, estão listadas todas as espécies de vertebrados silvestres e o número de registros durante o período do monitoramento.

Tabela 2 - Número de espécies e registros de animais silvestres atropelados nas rodovias do Sudeste Goiano, no período de julho de 2019 a outubro de 2020

CLASSE	ESPÉCIE	NOME COMUM	REGISTROS	
ANFÍBIOS	<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	Rã-pimenta	4	
	<i>Rhinella marina</i>	Sapo-cururu	8	
	<i>Antilopha galeata</i>	Soldadinho	1	
	<i>Aramides cajaneus</i>	Saracura-três-potes	2	
	<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	7	
	<i>Campephilus melanoleucus</i>	Pica-pau-de-topete-vermelho	1	
	<i>Caracara plancus</i>	Carcará	13	
	<i>Cariama cristata</i>	Seriema	47	
	<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo	1	
	<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	2	
	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	15	
	AVES	<i>Coryphospingus cucullatus</i>	Tico-tico-rei	1
		<i>Crax fasciolata</i>	Mutum-de-penacho	1
		<i>Crotophaga ani</i>	Anú-preto	1
<i>Cyclarhis gujanensis</i>		Pitiguari	1	
<i>Eupetomena macroura</i>		Beija-flor-tesoura	2	
<i>Gnorimopsar chopi</i>		Pássaro-preto	2	
<i>Guira guira</i>		Anú-branco	4	
<i>Hirundo rustica</i>		Andorinha-de-bando	1	
<i>Megascops choliba</i>		Corujinha-do-mato	2	
<i>Milvago chimachima</i>		Gavião-carrapateiro	1	

Continuação da Tabela 2

	<i>Nyctibius griseus</i>	Urutau	1
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	3
	<i>Penelope superciliaris</i>	Jacupemba	1
	<i>Piaia cayana</i>	Alma-de-gato	1
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	1
	<i>Ramphastos toco</i>	Tucano-toco	1
	<i>Rhynchotus rufescens</i>	Perdiz	2
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	2
	<i>Saltatricula atricollis</i>	Batuqueiro	1
	<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra	5
	<i>Sporophila angolensis</i>	Curió	1
	<i>Sporophila caerulea</i>	Coleirinho	1
	<i>Tersina viridis</i>	Saí-andorinha	1
	<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinzento	1
	<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu	11
	<i>Alouatta caraya</i>	Bugio-preto	1
	<i>Callithrix penicillata</i>	Sagui-de-tufo-preto	5
	<i>Cercopithecus thomasi</i>	Cachorro-do-mato	87
	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará	1
	<i>Coendou prehensilis</i>	Ouriço-cacheiro	9
	<i>Conepatus semistriatus</i>	Jaratataca	77
	<i>Dasyurus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	11
	<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá-de-orelha-branca	11
	<i>Eira barbara</i>	Irara	3
MAMÍFEROS	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	68
	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	9
	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	12
	<i>Lycalopex vetulus</i>	Raposa-do-campo	34
	<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado-catingueiro	2
	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamanduá-bandeira	51
	<i>Nasua nasua</i>	Quati	30
	<i>Priodontes maximus</i>	Tatu-canastra	2
	<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	17
	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	28
	<i>Ameiva ameiva</i>	Lagarto-verde	7
	<i>Amphisbaena alba</i>	Anfisbena	7
	<i>Boa constrictor</i>	Jibóia	2
	<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca	1
	<i>Crotalus durissus</i>	Cascavel	7
	<i>Epicrates cenchria</i>	Salamanta	3
RÉPTEIS	<i>Oxyrhopus guibei</i>	Coral-falsa	2
	<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	Coral-falsa	2
	<i>Philodryas nattereri</i>	Cobra-corre-campo	10
	<i>Philodryas olfersii</i>	Cobra-cipó	2
	<i>Pseudoboa nigra</i>	Muçurana	2
	<i>Salvator merianae</i>	Teiú	18
	<i>Sibynomorphus mikanii</i>	Jararaca-dormideira	1
	<i>Spilotes pullatus</i>	Caninana	1
NI	-	-	3

Fonte: Dados de Pesquisa de Campo 2019-2020. Org. NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2021).

De acordo com Clevenger et al. (2003), a maior ocorrência na diversidade de aves vítimas de atropelamentos, pode estar associada aos seus constantes deslocamentos e peso corporal, tornando-se susceptível às colisões devido ao deslocamento de ar provocado pelos veículos que trafegam nas rodovias, geralmente em alta velocidade, que atraem/sugam os espécimes pelo vácuo criado. Além disso, a presença de atrativos alimentícios, como sementes provenientes dos capins, flores, pequenos frutos, insetos e grãos nas margens das rodovias, é um fator de atração para as aves que possuem em sua dieta esses alimentos.

Há que destacar, no presente estudo, a grande ocorrência de *Cariama cristata*, corroborando com os estudos de Carvalho *et al.* (2014) no Mato Grosso do Sul, Costa e Dias (2013) em Goiás, e Silva et al. (2020) em Minas Gerais. Dentre as características da espécie, é uma ave pernalta, de vôos curtos, onívora, de hábito diurno e de forrageio durante grande parte do tempo, na busca por alimentos. A grande ocorrência de atropelamentos pode associar-se à presença de áreas destinadas à lavouras, onde após a colheita e escoamento de grãos, os caminhões de transportes carregados espalham os grãos pelas pistas, bem como à presença de pequenos insetos nas áreas de cultivo, contribuindo para a ocorrência das colisões.

As espécies necrófagas, como *Caracara plancus* e *Coragyps atratus*, também apresentaram amostragens significativas neste estudo. A presença de carcaças na pista de rodagem, seja de animais silvestres, domésticos ou de produção, atraem os indivíduos, que se tornam vítimas de colisões veiculares, constituindo-se num ciclo de atropelamentos. Durante o monitoramento foi possível registrar dois espécimes de *Caracara plancus* nas faixas de rolamento, se alimentando de uma carcaça recente de *Dasyus novemcinctus* (Foto 7). A carcaça encontrava-se numa curva, onde a vegetação densa dificultava a visualização dos motoristas que, conseqüentemente, poderiam colidir com as aves.

Foto 7 - Espécimes de *Caracara plancus* alimentando-se de carcaça de *Dasyurus novemcinctus* na faixa de rolamento da Rodovia GO - 330, entre os municípios de Catalão e Ipameri (GO)



Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Abril, 2020)

Os mamíferos correspondem à segunda classe mais afetada pelas colisões veiculares e em termos de riqueza de espécies com maior número de amostragens. *Cerdocyon thous* foi a espécie que teve maior número de registros de atropelamentos, coadunando como os resultados e amostragens apresentados nos trabalhos de Casella et al. (2006), Malheiros (1997), Cirino (2018) e Ramos-Abrantes et al. (2018), em diferentes regiões do Brasil. Isso decorre do fato de ser uma espécie com ampla distribuição geográfica, generalista e com plasticidade em habitar ambientes antropizados, utilizando paisagens modificadas como pastagens, áreas de lavoura, habitats em processo de regeneração, bem como áreas próximas a ambientes urbanos. Possuem hábitos onívoros e oportunistas, alimentando-se de frutos, insetos, pequenos mamíferos, aves, répteis, anfíbios, ovos de diversas espécies, como também de carcaças dispostas nas faixas de rolamento e margens das rodovias, contribuindo para o grande número de atropelamentos nas rodovias brasileiras (BEISIEGEL et al., 2013).

Outro animal constatado em campo, o *Conepatus semistriatus* (jaratataca), é uma espécie com período de atividade crepuscular e noturno, onívora e generalista, tendo em sua dieta principalmente insetos e outros invertebrados, pequenos vertebrados e frutos (CAVALCANTI et al., 2013). Durante o monitoramento, observou-se que 61 amostras foram consideradas recentes e 16 amostras deterioradas, fato que pode associar-se a substância fétida utilizada para defesa, produzida pelas glândulas perianais da espécie, onde os motoristas desviam propositalmente da carcaça evitando a permanência do odor nos pneus dos veículos.

Dentre as espécies de mamíferos atropelados, vale ressaltar a ocorrência de espécies consideradas “Quase Ameaçadas” e “Vulneráveis de Extinção”, conforme a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) e do ICMBio, como *Chrysocyon brachyurus*, *Lycalopex vetulus*, *Priodontes maximus* e *Myrmecophaga tridactyla*, espécie, essa última, que apresentou 51 registros de atropelamentos.

O alto número de registros pode ocasionar declínio populacional de *Myrmecophaga tridactyla* na região monitorada, considerando sua baixa taxa de reprodução, em que a gestação dura cerca de 190 dias, resultando em uma única cria que permanece no dorso da mãe por aproximadamente 9 meses. Durante a viagem piloto, foi registrada uma fêmea de *Myrmecophaga tridactyla* (Foto 8), que continha em seu útero um filhote (fêmea), e que nasceria após 2 semanas aproximadamente, de acordo com suas formações características. Para Malheiros (1997), a perda de adultos com filhotes representa uma perda dupla (Foto 9), pois os filhotes não possuem habilidades essenciais de sobrevivência (caça e defesa), sendo mais susceptíveis aos atropelamentos ou morrem ainda no útero da mãe, interrompendo sua função ecológica no ambiente.

Foto 8 - *Myrmecophaga tridactyla* fêmea atropelada com filhote retirado do útero, na Rodovia GO-210, entre os municípios de Nova Aurora e Corumbáiba (GO)



Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Junho, 2019).

Foto 9 - *Euphractus sexcinctus* fêmea e filhote, encontrados na faixa de rolamento, na Rodovia GO-210, entre os municípios de Nova Aurora e Corumbamba (GO)



Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Agosto, 2019).

O *Priodontes maximus* é a maior espécie da Magna Ordem Xenarthra (Foto 10), de hábitos noturnos, solitários e fossoriais. Sua distribuição geográfica abrangia grande parte do Brasil, entretanto, com a redução de habitats, suas populações vêm sofrendo consideráveis declínios (CHIARELLO et al., 2018). De forma geral, os estudos com essa espécie ainda são escassos, em virtude do seu hábito noturno e difícil visualização. Rocha et al. (2018) monitorou durante 5 anos (2011 a 2016), o trecho entre Catalão e Ipameri na rodovia GO-330, resultando em dois registros. No presente estudo, foram registrados também dois espécimes de *Priodontes maximus*, em setembro de 2019 e outubro de 2020. No primeiro registro a carcaça encontrava-se deteriorada e na vegetação. Já no segundo registro, a colisão havia ocorrido 5 horas antes de passar pelo local, fato detalhado pelo motorista que ainda se encontrava no local e aguardava os serviços de guincho devido ao dano causado em seu veículo.

Os canídeos foram representados por três espécies, sendo a mais frequente *Cerdocyon thous*. No que diz respeito aos felinos, registrou-se apenas *Herpailurus yagouaroundi* com 9 indivíduos atropelados nos dois trechos monitorados, em que 6 indivíduos se encontravam próximos a cursos d'água. Essa espécie possui ampla distribuição no Brasil, exceto no Estado do Rio Grande do Sul, porém, apresenta baixas densidades populacionais que levam ao seu status de conservação como Vulnerável de Extinção (IUCN; 2021, ALMEIDA et al., 2013).

Foto 10 - *Priodontes maximus*, adulto, sexo não identificado, vítima de colisão veicular na Rodovia GO-330, entre os municípios de Catalão e Ipameri (GO)



Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Setembro, 2019).

Foto 11 - *Priodontes maximus*, macho adulto, vítima de colisão veicular na Rodovia GO-210, entre os municípios de Nova Aurora e Corumbaíba



Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Outubro, 2020).

Os anfíbios e répteis foram as classes com menor número de amostragens nas campanhas de campo, e conforme supracitado, foram registradas apenas duas espécies de anfíbios, sendo *Rhinella marina* (n=4) e *Leptodactylus labyrinthicus* (n=8). A abundância de anfíbios em trabalhos envolvendo o monitoramento de fauna atropelada é variável, conforme a região e vegetação predominante. Em uma área de Cerrado no Estado de São Paulo, Prada (2004) registrou 6% de anfíbios, Bagatini (2006) registrou 4% no Cerrado do Distrito Federal

e Delazeri et al. (2011) registraram 8% de anfíbios em rodovias do litoral norte do Rio Grande do Sul. Já no entorno da Floresta Nacional do Tapajós, na Região Amazônica, Batista (2019) registrou em seu estudo um maior índice de anfíbios, bem como Braz e França (2016) identificaram uma maior ocorrência de *Rhinella marina* nas rodovias que margeiam o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, em Goiás.

Nesse contexto, segundo Prada (2004), a dificuldade em detectar carcaças de anfíbios nas rodovias está associada ao padrão de movimentação dos espécimes na paisagem, tamanho corporal e remoção das carcaças por espécies necrófagas ou pelos atropelamentos sucessivos. Ainda, segundo a autora, a metodologia utilizada nos estudos de monitoramento pode influenciar fortemente na detecção de anfíbios atropelados nas rodovias.

Nesta pesquisa, os répteis foram representados por *Salvator merianae* (n=18), *Philodryas nattereri* (n=10), *Ameiva ameiva*, *Amphisbaena alba* e *Crotalus durissus* (n=7). As serpentes possuem hábitos solitários, e são visualizadas com um ou mais indivíduos somente no período reprodutivo. O registro de dois espécimes de *Philodryas olfersii* no mês de setembro pode estar associado a este fato, em que a postura e eclosão de seus ovos ocorre na estação chuvosa (FOWLER et al., 1998), e no Bioma Cerrado essa estação inicia-se a partir do mês de outubro. Ainda, no mês de setembro geralmente ocorrem queimadas intensas nas diferentes fitofisionomias do Bioma, provocando o óbito e afugentando espécies diversas, que atravessam as rodovias em busca de abrigos. Os espécimes registrados foram encontrados no acostamento da rodovia e na vegetação queimada, como mostra a Foto 12.

Foto 12 - Espécimes de *Philodryas olfersii* vitimadas por atropelamento e queimada, na Rodovia GO-139, entre os municípios de Marzagão e Caldas Novas (GO)

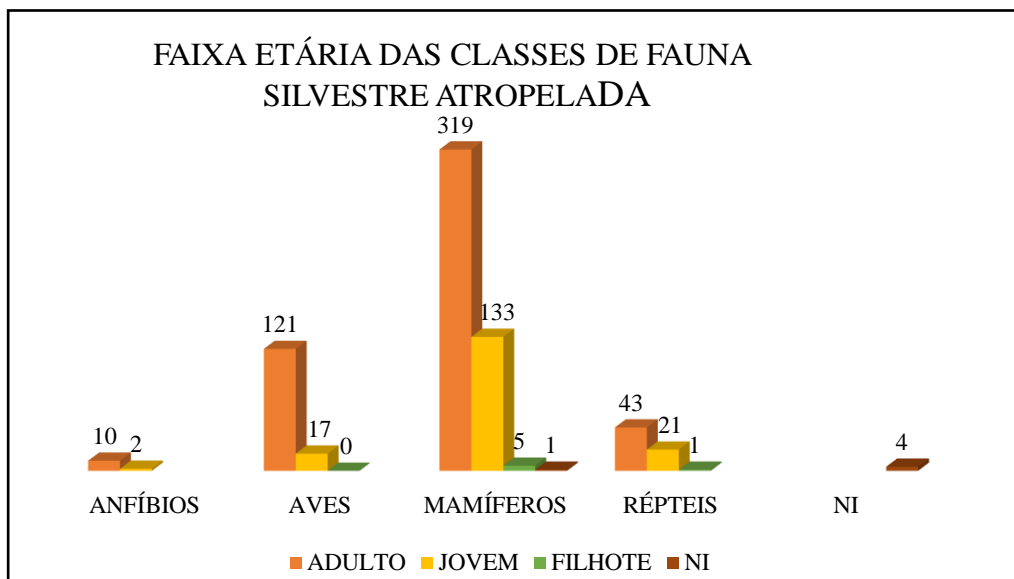


Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (Setembro, 2019).

Quanto à faixa etária dos animais silvestres atropelados, foram estabelecidas três categorias: adulto, jovem e filhote, em que os espécimes considerados adultos apresentavam desenvolvimento total das características fisionômicas da espécie, como tamanho corporal, dentição e unhas bem desenvolvidas, além da coloração dos pelos, penas e/ou escamas. Os jovens e filhotes apresentavam as características citadas anteriormente em desenvolvimento, e os considerados não identificados (NI) não foram passíveis de avaliar a faixa etária e a respectiva classe.

Segundo a classificação etária estabelecida, 73% dos espécimes são adultos, 25% são jovens e 1% filhotes e 1% não identificados. No Gráfico 2 estão apresentados os dados relacionados a classe de vertebrados e a faixa etária mais afetada, com diferenças significativas entre adultos, jovens e filhotes. Indivíduos adultos possuem um maior padrão de deslocamento em virtude da necessidade de alimentos, para si e seus filhotes, reprodução e demarcação de território. Já os jovens e filhotes possuem um deslocamento reduzido, permanecendo em seus abrigos enquanto os pais não estão presentes (MALHEIROS, 1997).

Gráfico 2 - Faixa etária das classes de fauna silvestre atropelada no Sudeste Goiano - 2019 - 2020



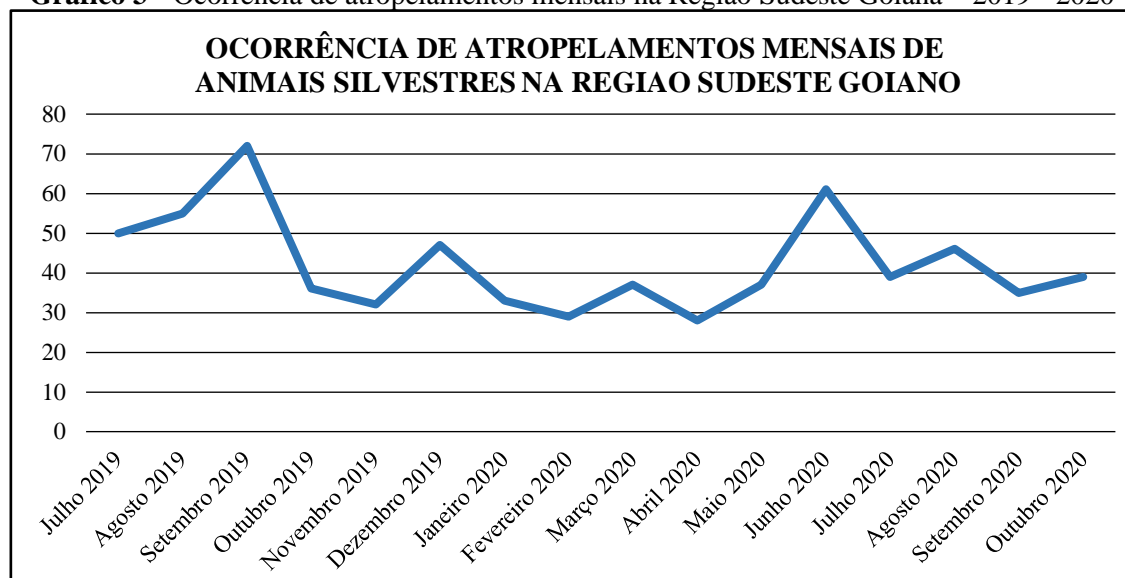
Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

O predomínio de espécimes adultos encontrados nas diferentes etapas de campo demonstra que essa faixa etária de animais é mais dinâmica, se locomovendo com maior frequência, observando-se suas especificidades, seja a procura de alimentos e/ou espécimes para acasalamentos, sendo, portanto, mais suscetíveis de atropelamentos.

4.3 Sazonalidade e influência das fases lunares

Os índices de atropelamentos nas rodovias monitoradas obtiveram uma maior frequência no período de seca (58%), correspondente aos meses de maio a setembro, que no período chuvoso (42%), correspondente aos meses de outubro a abril, conforme ilustrado no Gráfico 3. No mês de setembro de 2019 ocorreu o maior número de atropelamentos (n=72), enquanto no mês abril de 2020 ocorreu o menor número (n=28). Na Tabela 3, foram utilizados os dados meteorológicos disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), das estações convencionais de Catalão e Ipameri, quanto às médias mensais de temperatura mínima e máxima, umidade relativa do ar e precipitação.

Gráfico 3 - Ocorrência de atropelamentos mensais na Região Sudeste Goiana – 2019 - 2020



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

No mês de março de 2020, devido à disseminação da Pandemia de COVID-19 e orientações de isolamento social no intuito de reduzir os riscos de infecções pelo vírus Sars-CoV-2, foram suspensas diversas atividades, entre elas a abertura de comércio não-essenciais, escolas e locais destinados ao turismo. Os meses de janeiro, julho e dezembro geralmente são os períodos de férias escolares, e com maior fluxo de veículos nas rodovias em direção à cidade de Caldas Novas. Nesse estudo, observou-se uma redução de atropelamentos no ano de 2020, se comparado ao ano de 2019, especialmente no mês de julho, podendo este fato ser associado ao período da pandemia, que pode ter levado a diminuição de tráfego de veículos na área pesquisada. Contudo, segundo a matéria veiculada no *site* Correio Braziliense em 09 de agosto de 2020, houve um aumento nas ocorrências e riscos de atropelamentos de fauna silvestre,

principalmente de onças. Segundo o Observatório de Imprensa Avistamentos e Ataques de Onças (OIAA Onça), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), estima-se que cerca de 90 onças são atropeladas anualmente no Brasil, em que a média era de 7,5 animais por mês, e no período de pandemia, esse número aumentou, resultando em 9 atropelamentos por mês.

Essa situação é mais grave na Região Sudeste do Brasil, onde encontram-se 27% das rodovias brasileiras e em média ocorrem 40% dos atropelamentos de onças. Ainda, durante a pandemia, pode-se observar o aumento de 30% na presença de animais nas passagens de fauna no Estado de São Paulo. Estudos comparativos relacionados ao aumento ou redução de fauna silvestre atropelada devem ser publicados posteriormente, com o término do isolamento social e normalização na circulação de pessoas e tráfego de veículos.

Tabela 3. Dados meteorológicos das Estações mais próximas das rodovias monitoradas - Catalão e Ipameri (GO) – 2019 - 2020

MÊS/ANO	CATALÃO				IPAMERI			
	T. MIN °C	T. MÁX °C	U.R.A %	PREC (mm)	T. MIN °C	T. MÁX °C	U.R.A %	PREC (mm)
JUL/2019	14°C	28°C	55%	0 mm	11°C	28°C	56%	0 mm
AGO/2019	17°C	30°C	48%	0 mm	15°C	30°C	49%	0 mm
SET/2019	20°C	34°C	41%	22,2 mm	18°C	34°C	41%	17,9 mm
OUT/2019	21°C	32°C	54%	115,4 mm	20°C	33°C	57%	94,2 mm
NOV/2019	20°C	31°C	68%	109,3 mm	20°C	31°C	71%	239,7 mm
DEZ/2019	20°C	30°C	72%	211,8 mm	20°C	31°C	73%	198,2 mm
JAN/2020	21°C	30°C	77%	514 mm	21°C	30°C	79%	297 mm
FEV/2020	20°C	29°C	81%	455,5 mm	20°C	30°C	80%	407,1 mm
MAR/2020	20°C	29°C	71%	157,2 mm	20°C	30°C	72%	60,7 mm
ABR/2020	19°C	29°C	68%	25,8 mm	19°C	29°C	72%	62,4 mm
MAI/2020	15°C	26°C	66%	14,3 mm	14°C	27°C	69%	1,2 mm
JUN/2020	16°C	28°C	61%	0 mm	13°C	28°C	63%	0 mm
JUL/2020	16°C	29°C	52%	0 mm	13°C	28°C	53%	0 mm
AGO/2020	16°C	29°C	46%	0 mm	14°C	29°C	46%	0 mm
SET/2020	20°C	33°C	38%	8,2 mm	17°C	33°C	38%	4 mm
OUT/2020	21°C	32°C	56%	92,9 mm	20°C	32°C	58%	195,7 mm

Fonte: INMET (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

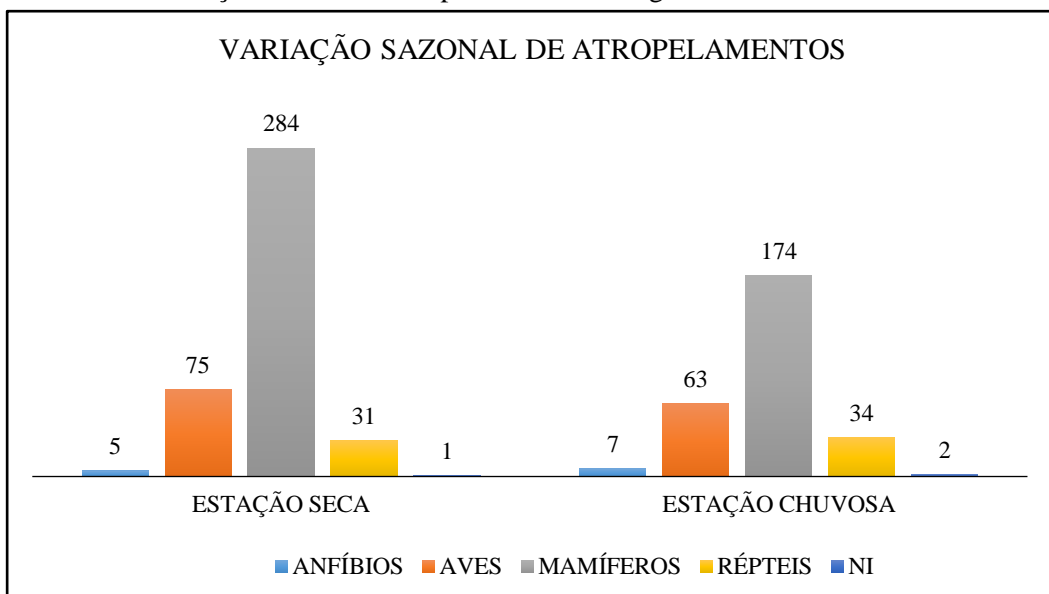
Nesse contexto têmporo-climático, durante a estação seca houve maior registro de atropelamentos de mamíferos e aves, enquanto que na estação chuvosa, os anfíbios, répteis e indivíduos não identificados ocorreram com maior frequência. A redução na disponibilidade de alimento, água e abrigo na estação seca pode ocasionar o maior deslocamento dos indivíduos entre os fragmentos, que se tornam vulneráveis a atropelamentos ao atravessarem as rodovias. Ainda, há que ressaltar que algumas dessas espécies constatadas/identificadas na região têm

seus períodos de fertilidade no período da seca para que seus filhotes nasçam no período úmido, com maior possibilidade de oferta de alimentos e condições de sobrevivência, o que geralmente provoca uma maior sazonalidade entre os indivíduos na busca de parceiros(as), levando-os a serem atropelados.

Outro aspecto a considerar, nesse contexto, é o fato de que na região monitorada, nesse período mais seco, ocorrem as colheitas de soja, milho e sorgo cultivados próximo às rodovias, em que grãos são dispersados na faixa de rolamento e nos acostamentos, atraindo as espécies granívoras e generalistas. Ainda, as queimadas controladas e intencionais ocorrem no período da seca, comprometendo a fauna silvestre que se torna vítima da queimada ou de atropelamento.

O lagarto *Salvator merianae* foi registrado com maior abundância nos meses mais quentes do ano, indicando que a variação da temperatura nessa região pode influenciar no seu padrão de deslocamento e aumentando as possibilidades de atropelamentos. Os mamíferos *Cerdocyon thous*, *Myrmecophaga tridactyla* e *Conepatus semistriatus* tiveram maiores registros no período de seca, bem como para a ave *Cariama cristata*. Apesar das altas temperaturas durante o dia, no período de seca, durante a noite há uma variação térmica que pode influenciar no padrão de atividades de algumas espécies, como por exemplo *Myrmecophaga tridactyla*, em que possuem maior atividade em horários com temperaturas mais brandas (CHIARELLO et al., 2018).

Gráfico 4 - Variação sazonal de atropelamentos na Região Sudeste Goiana – 2019 - 2020



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

Na estação chuvosa, com o acúmulo de água na faixa de rolamento (Foto 13) e nas margens das rodovias formam-se pequenas poças de água, atraindo principalmente os anfíbios, classe de vertebrados que possui duas fases em seu ciclo biológico, uma terrestre e outra aquática, em que migram entre os fragmentos em busca de habitats mais favoráveis (TORRES et al., 2015). Durante o monitoramento, foram registrados no período chuvoso 7 anfíbios e 34 répteis. Foi possível observar que os répteis ocorreram de forma eventual, como por exemplo, *Ameiva ameiva*, em novembro, dezembro e janeiro, *Amphisbaena alba* em março, abril e outubro, e *Boa constrictor*, em fevereiro e março.

Dentre as espécies com maior abundância de atropelamentos, o animal *Euphractus sexcinctus* foi registrado em todos os meses de monitoramento, merecendo maior destaque o mês de dezembro de 2019. Essas ocorrências podem ser influenciadas pelo período em que a precipitação na região foi considerável, contribuindo com a proliferação de insetos e outros invertebrados (OLIVEIRA; FRIZZAS, 2008), que fazem parte da dieta da espécie, aumentando assim o seu padrão de migração/sazonalidade.

Foto 13 – Poça de água na faixa de rolamento devido aos buracos ocasionados pela chuva, na GO-210, entre os municípios de Nova Aurora e Corumbáiba (GO)

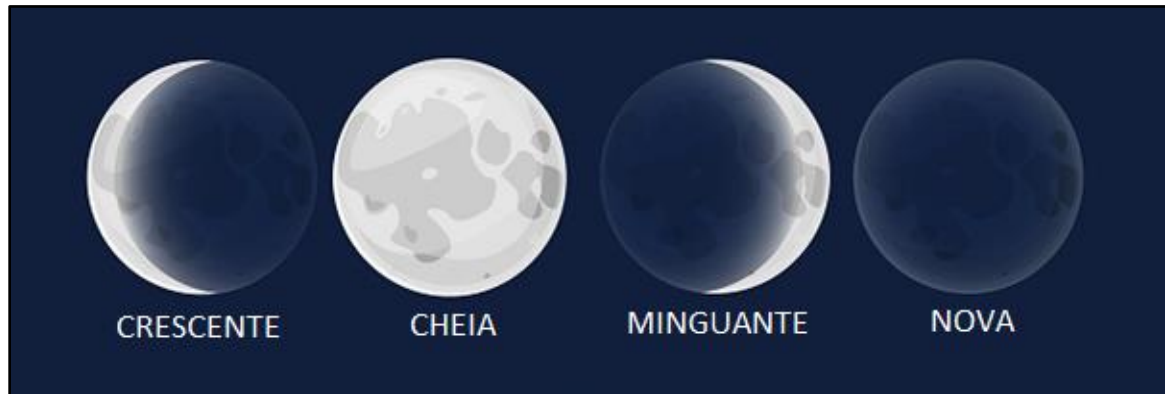


Foto: MESQUITA, Diogo Baldin (Fevereiro, 2020).

Considerando-se como um dos fatores relacionados ao padrão de deslocamento de espécies da fauna silvestre de hábitos crepusculares e noturnos, as fases lunares podem exercer influência no comportamento e nos padrões de sazonalidade de presas e predadores, reduzindo ou aumentando suas atividades devido à maior ou menor incidência de luminosidade. Nesta pesquisa foram classificadas as principais fases lunares, sendo Lua cheia, Lua crescente, Lua

minguante e Lua nova (Figura 10). Na fase da Lua cheia, é possível visualizar todo o hemisfério da lua iluminado pelo Sol, já na Lua crescente, a visibilidade é parcial e sob a forma de um C. Na Lua minguante, a visibilidade também é parcial, porém do lado oposto da Lua crescente, e a Lua nova, fase em que a Lua encontra-se entre a Terra e o Sol, sendo que a porção voltada para a Terra não recebe a luz solar (KAVANAGH et al., 2005).

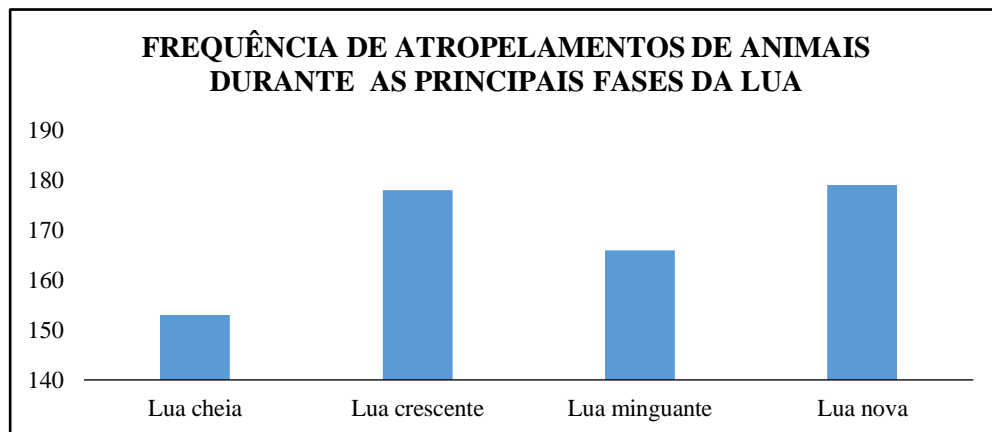
Figura 10 - Principais fases lunares



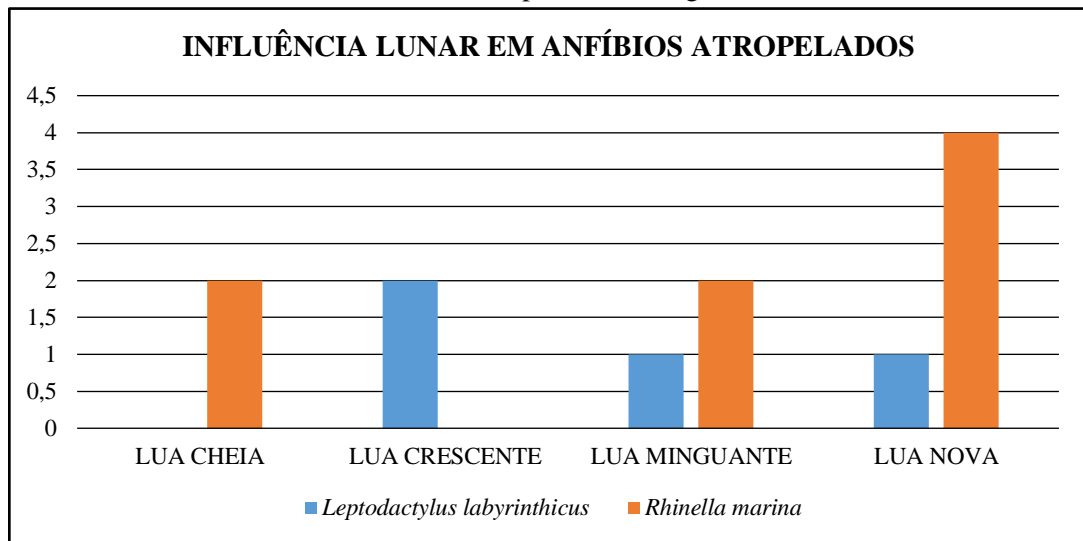
Fonte: <https://www.estudokids.com.br/fases-da-lua/>. Org. e Adap: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2021).

Os resultados desta pesquisa indicaram uma maior influência na frequência de atropelamentos dos animais vertebrados na fase de Lua nova, enquanto que na fase de Lua cheia houve uma redução, conforme os dados do Gráfico 5. Entre as 69 espécies registradas, foram identificadas 37 espécies cujos hábitos são crepusculares e/ou noturnos. Realizou-se uma análise individual das classes de anfíbios, aves, mamíferos e répteis, a fim de identificar variações relacionadas aos atropelamentos e as fases lunares, conforme ilustradas nos Gráficos 6, 7, 8 e 9.

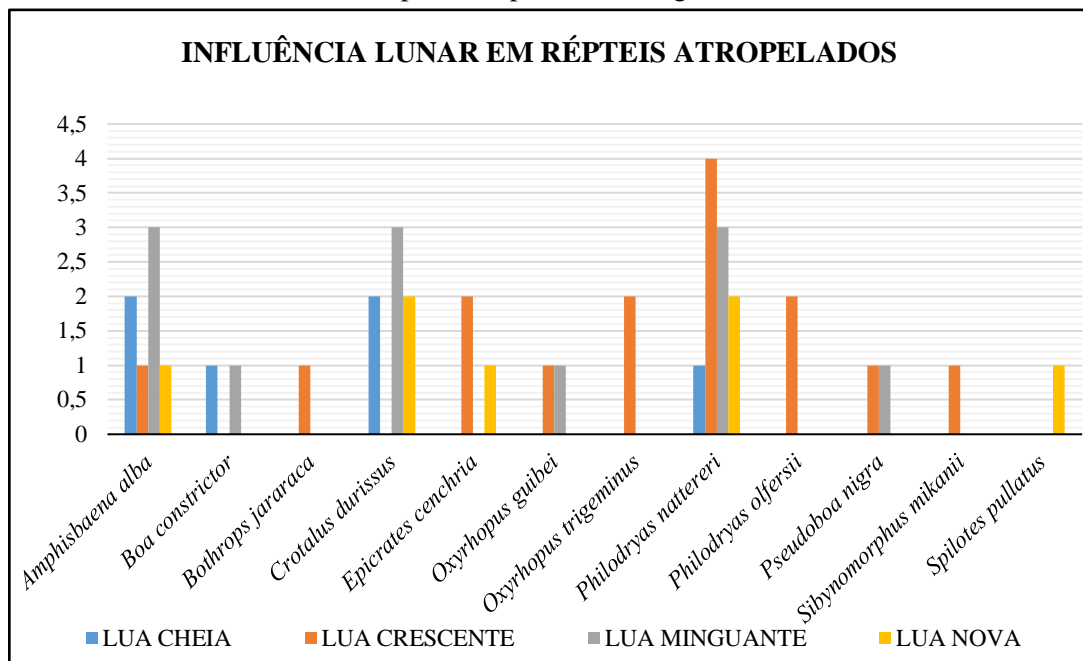
Gráfico 5 - Frequência de atropelamentos de animais silvestres na Região Sudeste Goiana durante as principais fases da Lua – 2019 -2020



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

Gráfico 6 - Influência lunar em anfíbios atropelados na Região Sudeste Goiana – 2019 - 2020

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

Gráfico 7 - Influência lunar em répteis atropelados na Região Sudeste Goiana – 2019 - 2020

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

Estudos realizados por Dias (2018) e Grant et al. (2012) indicam que os anfíbios são sensíveis a iluminação noturna, incluindo a luz natural da lua durante suas mudanças de fases (DIAS, 2018). Machos de algumas espécies reduzem a vocalização em noites de Lua cheia, quando as noites são mais claras, enquanto que aumentam a vocalização em noites sem luz da Lua, quando as noites são mais escuras (GRANT et al., 2012). Anfíbios machos utilizam a vocalização para atrair as fêmeas no período reprodutivo, e essa alteração pode afetar o comportamento da vocalização e reduzir as chances de obter parceiras. Nesta pesquisa,

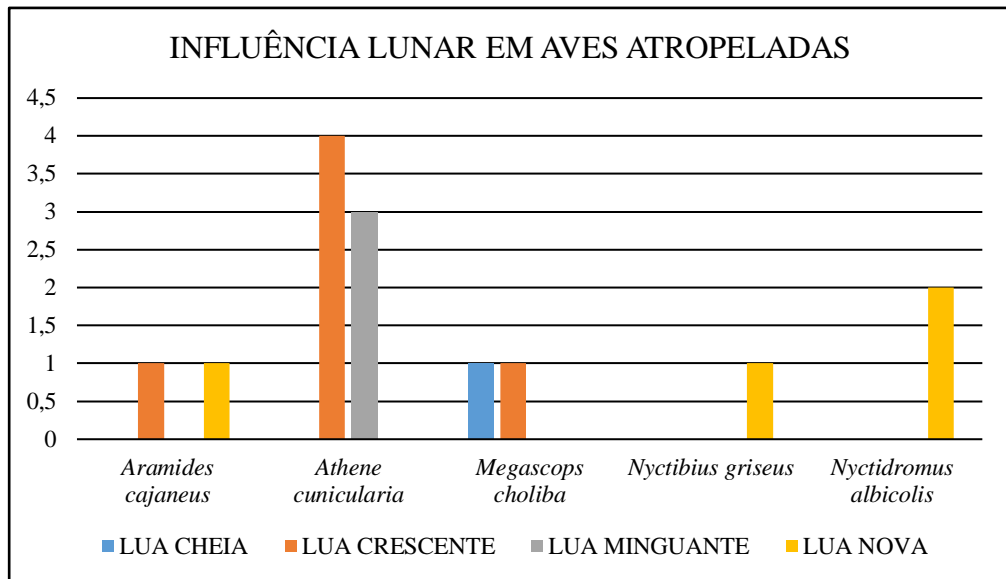
observou-se que *Rhinella marina* ocorreu com maior frequência na Lua nova, entretanto, não se pode avaliar se os indivíduos foram influenciados pela luminosidade devido ao baixo número de ocorrências da espécie e da sua respectiva classe.

A incidência lunar pode não influenciar diretamente nos padrões de deslocamento das serpentes, mas sim, no padrão de deslocamento de suas presas. As serpentes não possuem a visão bem desenvolvida, ao contrário do olfato. Elas se orientam pela língua bifurcada, que captam as partículas de cheiro do ambiente e enviam as informações para o cérebro através de nervos olfativos. Há também as espécies de serpentes que possuem a fosseta loreal, capaz de detectar presas de sangue quente (O'MALLEY, 2005).

Dessa forma, o presente estudo registrou maior ocorrência da espécie *Philodryas nattereri*, especialmente nas fases da Lua crescente, minguante e nova. *Crotalus durissus* na Lua minguante, cheia e nova, e *Amphisbaena alba* na Lua minguante, cheia, crescente e nova. Considerando seus diferentes hábitos alimentares, essas variações podem associar-se as migrações/sazonalidades de suas presas.

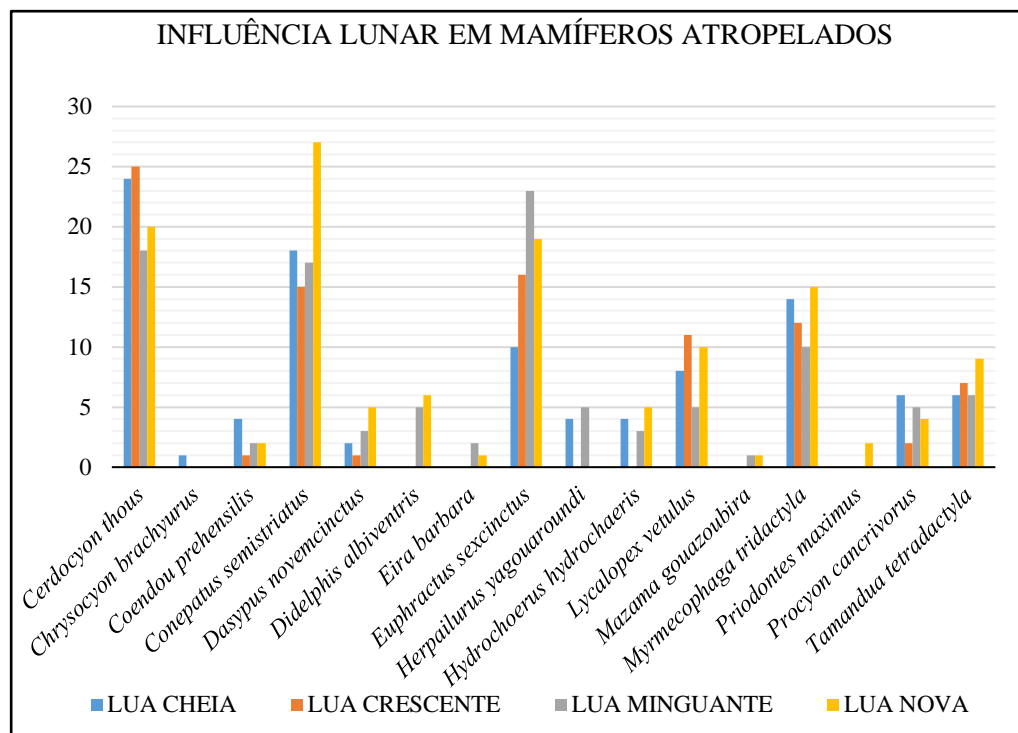
Dentre as 34 espécies identificadas de aves nas pesquisas de campo, 29 possuem hábitos diurnos e apenas 5 possuem hábitos crepusculares e noturnos. As aves de rapina, como *Athene cunicularia*, possuem hábitos diurnos e noturnos, e podem ser influenciadas não só pela incidência lunar, como também pelo vento, temperatura, precipitação e umidade (ROCHA, 2020). Suas maiores ocorrências foram na Lua crescente e minguante, em que a luminosidade é parcial, não havendo ocorrências na fase cheia (em que há maior luminosidade e vulnerabilidade de predação) e na fase nova (ausência total de luminosidade). Assim como as classes de anfíbios e répteis, a quantidade de amostras de aves crepusculares e noturnas não são suficientes para determinar se há ou não a influência da Lua nos atropelamentos.

Gráfico 8 - Influência lunar em aves crepusculares e noturnas atropeladas na Região Sudeste Goiana – 2019 – 2020



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

Gráfico 9 - Influência lunar em mamíferos atropelados na Região Sudeste Goiana – 2019 – 2020



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

As espécies de mamíferos que registraram maior ocorrência de atropelamentos possuem hábitos diurnos, crepusculares ou noturnos, e que seus padrões de atividades podem ser determinados pela variação da temperatura, busca por alimento, intensidade de luz, além da presença de presas e predadores. Santos (2017) analisou a influência do ciclo lunar nas

atividades de mamíferos, presas e predadores, na região do Pantanal, em que os resultados apontaram uma maior atividade de *Cerdocyon thous* em noites de Lua cheia e crepúsculo da Lua nova, enquanto *Dasyurus novemcinctus* não mostrou diferença significativa nos padrões de atividades. Na presente pesquisa, a espécie *Cerdocyon thous* ocorreu com maior frequência na Lua crescente, seguido da Lua cheia, nova e minguante, em que o forrageamento é maior em noites mais claras, corroborando com os resultados de Santos (2017). A espécie *Chrysocyon brachyurus* teve um único registro na Lua cheia, e *Lycalopex vetulus* ocorreu em todas as fases lunares, com maior frequência na Lua crescente e menor frequência na Lua minguante.

De acordo com Drago (2009), a espécie *Conepatus semistriatus* não sofre influência do ciclo lunar, entretanto, o presente estudo apontou maior registro de atropelamentos na Lua nova e menor registros nas demais fases lunares. Quanto às espécies da Ordem Xenarthra, e com maior ocorrência de atropelamentos, as espécies *Euphractus sexcinctus*, *Myrmecophaga tridactyla*, *Tamandua tetradactyla* e *Dasyurus novemcinctus* não apresentaram diferenças significativas relacionadas as fases lunares, entretanto, as duas únicas ocorrências de *Priodontes maximus* ocorreram na Lua nova. Tal fato pode ser associado as características fisionômicas visuais da Ordem, em que suas espécies não possuem visão bem desenvolvida, e com isso não são afetadas pela luminosidade natural.

Já a espécie *Didelphis albiventris* ocorreu somente na Lua nova e minguante, onde a intensidade lunar é ausente e reduzida. Esse resultado corrobora com os estudos de Carpi (2008), que considera o maior padrão de atividade no período noturno e sem luminosidade, uma estratégia da espécie que contribui no seu deslocamento e camuflagem no ambiente, evitando os possíveis predadores.

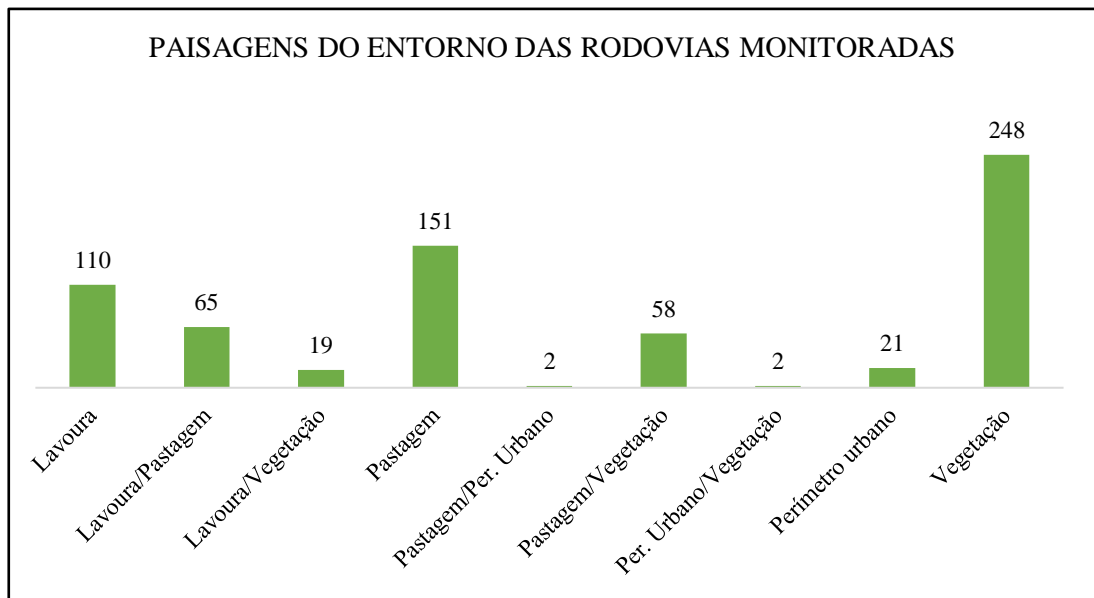
4.4 Padrões das paisagens e hotspots de atropelamentos

Considerando o número de registros de animais atropelados nas pesquisas de campo, no período de 2019 e 2020 nas estradas monitoras da Região Sudeste Goiana, o percurso percorrido e período de monitoramento, calculou-se as taxas médias dos atropelamentos utilizando-se os padrões trabalhados por Dornas et al., (2012), Bager e Rosa (2010) e Santos et al., (2011). A taxa média de atropelamentos por dia de percurso monitorado variou entre 0,03 e 0,15 indivíduos/km/dia, 45 indivíduos/mês, 2,67 indivíduos/km/ano e 0,086 indivíduos/km percorrido, sendo esta última frequência superior aos valores encontrados por Braz e França (2016) e Ribeiro (2017), que foi de 0,027 e 0,042 indivíduos/km percorrido na GO-239, em Alto Paraíso de Goiás. As taxas médias de atropelamentos são subestimadas, pois os animais

silvestres podem colidir com os veículos e serem lançados ou se locomoverem para a vegetação, onde a visibilidade é reduzida, e as carcaças retiradas por espécies necrófagas (FISCHER, 1997), bem como serem recolhidas para fins diversos por pessoas que não fazem parte da pesquisa (observação pessoal ao registrar um espécime de *Mazama gouazoubira* ser retirado do local do atropelamento), fatos esses que podem mascarar os dados reais de atropelamentos de espécies da fauna silvestre.

As paisagens do entorno das rodovias foram classificadas em: Lavoura (ambos os lados), Lavoura e Pastagem, Lavoura e Vegetação Natural, Pastagem (ambos os lados), Pastagem e Perímetro Urbano, Perímetro urbano (ambos os lados) e Vegetação Natural (ambos os lados), como mostra o Gráfico 10. A elevada ocorrência de atropelamentos em áreas de Vegetação Natural, aponta que, nessas áreas, há uma maior concentração de indivíduos e disponibilidade de recursos (FORMAN; ALEXANDER, 1998), especialmente para espécies arborícolas, como *Alouatta caraya*, *Callithrix penicilata* e *Coendou prehensilis*, registradas nas rodovias monitoradas.

Gráfico 10 - Paisagens do entorno das rodovias monitoradas na Região Sudeste Goiana – 2019 - 2020



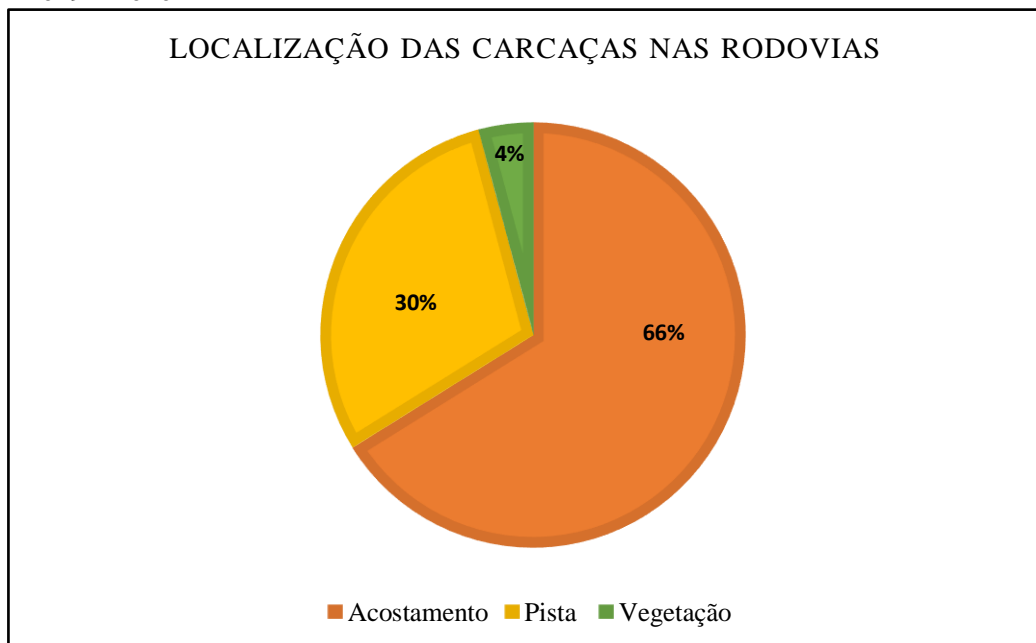
Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

Nas áreas de Pastagem de ambos os lados da rodovia, houve maior ocorrência de *Cerdocyon thous*, *Cariama cristata* e *Myrmecophaga tridactyla*, enquanto nas áreas de Lavoura, ocorreram *Euphractus sexcinctus* e *Cerdocyon thous* e foram predominantes. Tais resultados mostram a plasticidade de *Cerdocyon thous* em se adaptar aos ambientes diversos e

fortemente influenciados pelas ações antrópicas. No Perímetro Urbano, houve maior predominância de *Didelphis albiventris*, espécie sinantrópica que utiliza os recursos disponíveis nos ambientes urbanos de forma transitória ou permanente. Segundo Nunes et al. (2020), *Didelphis albiventris* é o mamífero com maior número de encaminhamentos ao Centro de Triagem de Animais Silvestres de Catalão (CETAS), corroborando com os dados encontrados nesta pesquisa.

As carcaças dos animais silvestres atropelados foram visualizadas em diferentes locais das rodovias pesquisadas, distribuindo-se pelas faixas de rolamento, nos acostamentos e na vegetação lindeira. Conforme ilustrado no Gráfico 11, as carcaças foram visualizadas em grande parte nos acostamentos das rodovias (66%), com 447 registros, seguido das faixas de rolamento (30%) com 201 registros, e na vegetação lindeira (4%), com 28 registros. Segundo Malheiros (1997), a alta porcentagem das carcaças encontradas nos acostamentos levam a duas hipóteses: a primeira é relacionada ao impacto gerado nos animais devido a colisão, lançando-os para o acostamento (animais de médio e grande porte); a segunda hipótese refere-se ao atropelamento intencional, quando o motorista desvia da faixa de rolamento que segue em direção ao animal no acostamento, ou mesmo na faixa contrária, principalmente em relação a espécies que não são bem vistas pelos humanos, como por exemplo as serpentes.

Gráfico 11 - Localização das carcaças nas rodovias na Região Sudeste Goiana – 2019 – 2020



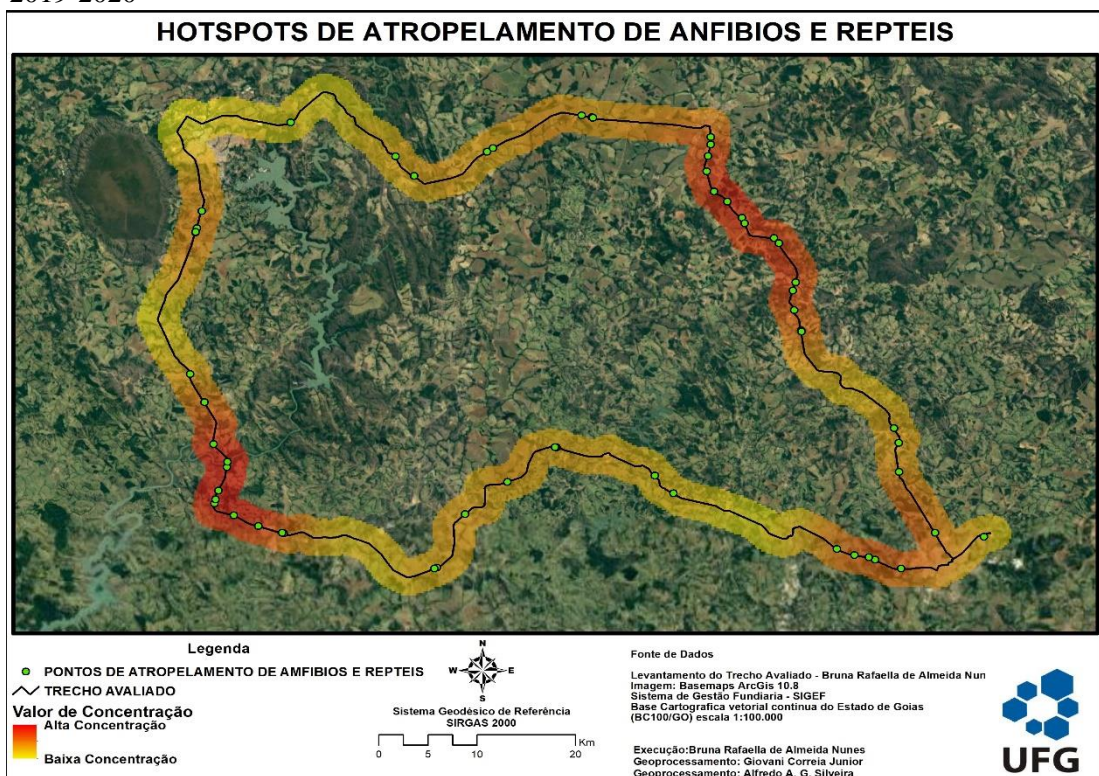
Fonte: Dados da pesquisa de campo (2020). Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

Considerando a primeira hipótese de Malheiros (1997), foi registrada e considerada a topografia e o traçado da rodovia nos pontos de atropelamentos, onde nos trechos retos, a incidência de colisões atingiu um percentual de 79%, enquanto nos trechos de curvas apenas 21%. Quanto a topografia, não houve diferenças aparentes nos locais de atropelamentos, considerando os trechos em alicive (30%), declive (33%) e plano (37%).

O acesso de Catalão a Caldas Novas pode ser realizado por dois trajetos e, dessa forma, denominou-se o Trecho 1 – Catalão – Ipameri – Caldas Novas, e Trecho 2 – Catalão – Goiandira – Nova Aurora – Corumbaíba – Marzagão – Caldas Novas. No Trecho 1, foram contabilizadas 350 carcaças, enquanto que no Trecho 2 foram contabilizadas 326 carcaças. Os principais pontos de atropelamentos concentraram-se entre Catalão e Ipameri (n=207), Ipameri e Caldas Novas (n=143) e Nova Aurora e Corumbaíba (n=113), seguidos de Corumbaíba e Marzagão (n=78), Marzagão e Caldas Novas (n=55), Goiandira e Nova Aurora (n=49) e Catalão e Goiandira (n=31).

Nas Figuras 11, 12 e 13 estão apresentados os *hotspots* de atropelamentos das classes de aves, mamíferos, anfíbios e répteis no percurso monitorado, em que, devido aos atropelamentos de anfíbios e répteis apresentarem menores registros, os dados das respectivas classes foram agregados.

Figura 11 - *Hotspots* de atropelamentos de anfíbios e répteis na Região Sudeste Goiana – 2019-2020

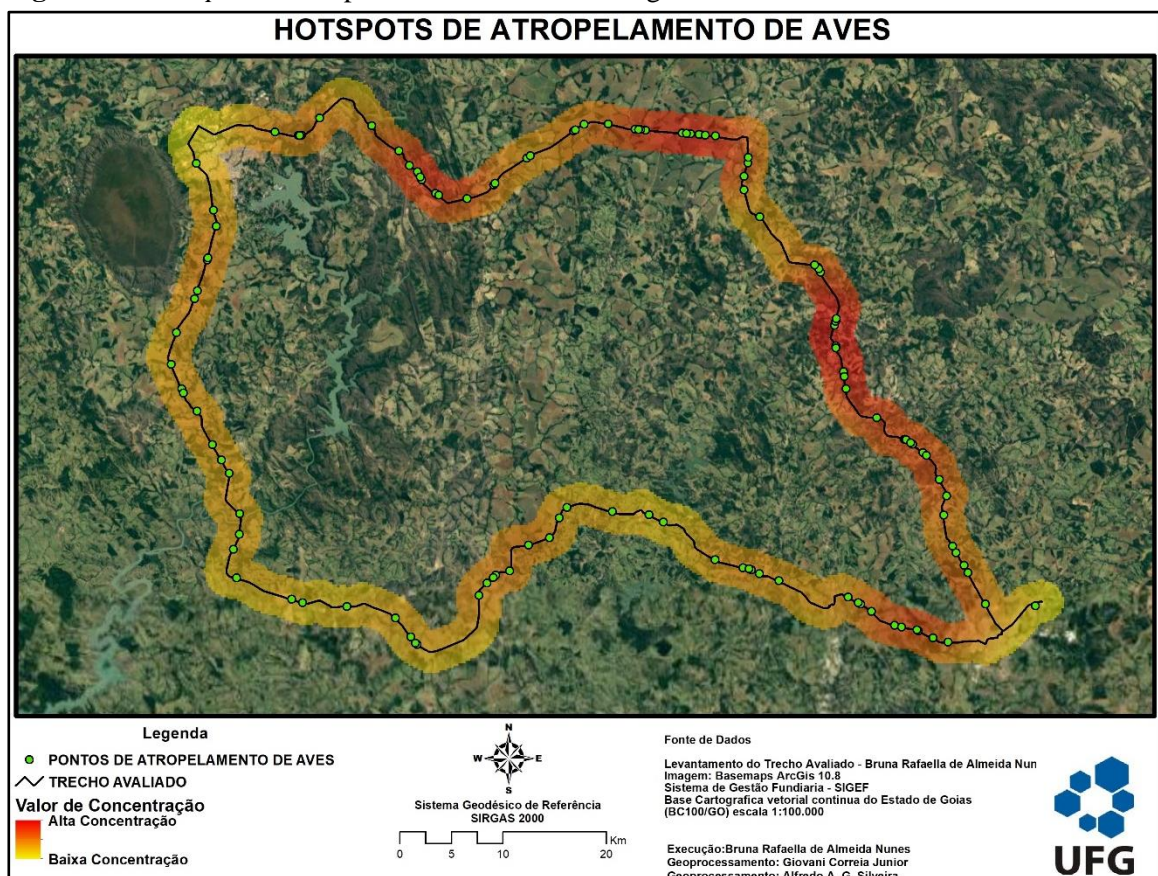


Fonte: Digital Globe, 2021. Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2021).

Conforme apresentado na Figura 11, os registros de anfíbios e répteis concentraram-se em locais próximos aos cursos d'água, em que esses ecossistemas úmidos proporcionam condições necessárias para a sobrevivência desses animais, considerando suas características anatômicas, fisiológicas e alimentares. A vulnerabilidade dos anfíbios pode ser associada ao fato de que não são animais que evitam as rodovias, pois necessitam deslocar-se entre os fragmentos para o seu desenvolvimento, além de serem animais pequenos e quase imperceptíveis aos motoristas (CARR; FAHRIG, 2001). Já para os répteis, pode-se associar os atropelamentos principalmente pela atração das rodovias devido ao calor do asfalto, utilizado para a regulação térmica corporal, e devido ao seu deslocamento lento não conseguem atravessar ou desviar dos veículos.

Nesta pesquisa, a classe das aves apresentou a maior riqueza de espécies (n=34), distribuídas pelo percurso monitorado. A Figura 12 demonstra que há uma maior concentração de atropelamentos no Trecho 1 entre os municípios de Catalão e Ipameri, Ipameri e Caldas Novas, e uma média concentração de atropelamentos entre Catalão e Goiandira no Trecho 2.

Figura 12 - Hotspots de atropelamentos de aves na Região Sudeste Goiana – 2019-2020

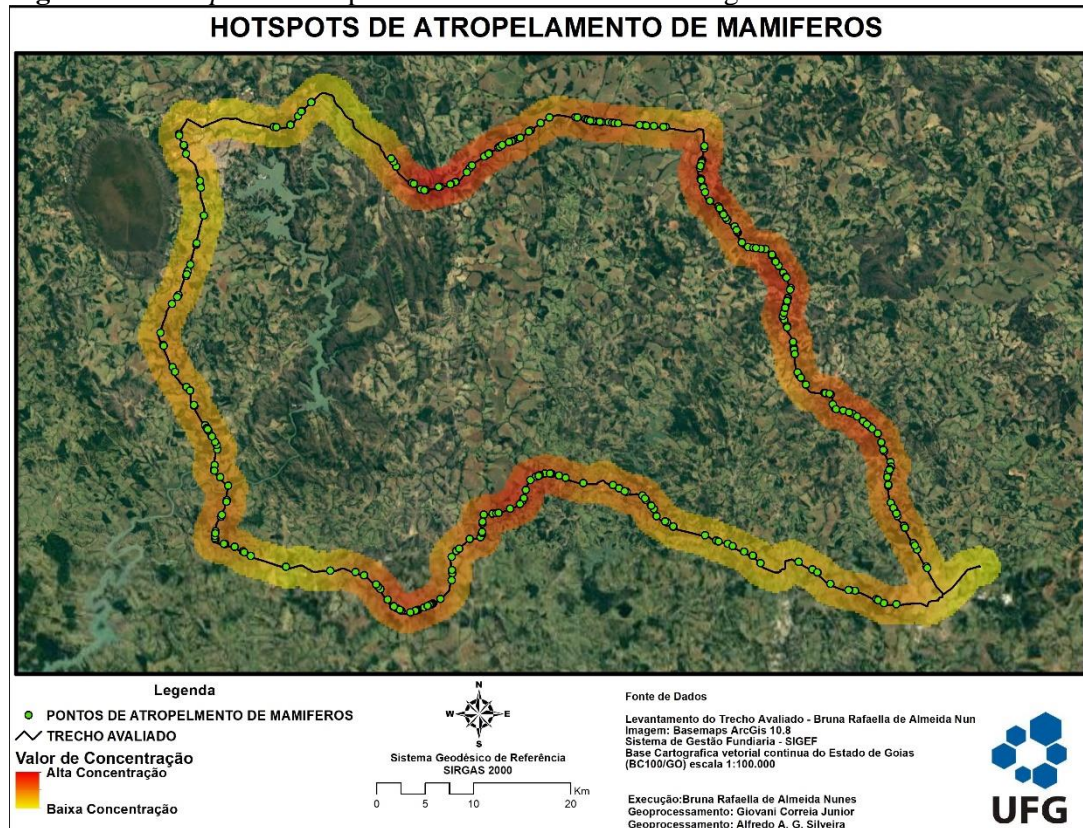


Fonte: Digital Globe, 2021. Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2021).

Os *hotspots* de atropelamentos encontram-se em áreas destinadas a monoculturas e com presença de cursos d'água nos dois trechos monitorados. De acordo com as análises de Clevenger et al. (2003) e Prada (2004), os atropelamentos de aves silvestres estão associados aos hábitos alimentares, em que buscam nas rodovias, grãos e outros alimentos caídos das cargas e carcaças de animais, provocando as colisões. Os autores ainda ressaltam que, os vôos rasantes de aves no entorno ou na faixa de rolamento das rodovias ocasionam maior vulnerabilidade de atropelamentos. A exemplo disso, a Foto 7 mostra dois espécimes de *Caracara plancus* alimentando-se de uma carcaça recente de *Dasypus novemcinctus*, e mesmo com o veículo e pesquisadores próximos ao local, as aves permaneceram na faixa de rolamento. Por se encontrar numa curva, o tráfego de veículos poderia acarretar no atropelamento dos dois indivíduos, visto que possivelmente não conseguiriam alcançar voo suficiente para desviar dos motoristas.

Quanto aos mamíferos, observa-se na Figura 13 que, há uma maior concentração de atropelamentos no Trecho 1, especialmente entre Catalão e Ipameri. Nesse trajeto, as paisagens adjacentes são compostas por pastagem, lavoura e vegetação, em que nas áreas de vegetação ocorreram mais registros de atropelamentos.

Figura 13 - Hotspots de atropelamentos de mamíferos na Região Sudeste Goiana – 2019-2020



Fonte: SIGEF, 2021. Org.: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2021).

Deve-se considerar que os mamíferos identificados nesta pesquisa e descritos na Tabela 2, possuem a massa corpórea mais elevada que as demais classes, em que, para suprir suas necessidades fisiológicas e reprodutivas, precisam se deslocar com maior frequência entre os fragmentos e atravessar as rodovias. Além disso, devido a tolerância de algumas espécies aos ambientes antropizados, como áreas de lavoura e pastagem, os mamíferos carnívoros, generalistas e oportunistas se deslocam entre fragmentos de vegetação e áreas abertas em busca de recursos e aumentando os riscos de atropelamentos nas rodovias.

Diante do exposto, a alta taxa de concentração de atropelamentos nas rodovias que ligam Catalão à Caldas Novas, passando por Ipameri, pode estar associada a maior presença de corredores de vegetação, bem como os cursos d'água existentes no entorno de determinados trechos da rodovia, como o Rio do Braço, Rio Corumbá e Rio Veríssimo, sendo estes dois últimos presentes também entre os municípios de Marzagão e Corumbaba, e Goiandira e Nova Aurora.

Nesse contexto, Prado, Ferreira e Guimarães (2006) avaliaram os efeitos da implantação de rodovias no Cerrado e identificaram uma redução de atropelamentos em ambientes antropizados, em que nas áreas com baixa antropização e menor fragmentação, o deslocamento de fauna silvestre é mais constante (CUNHA; MOREIRA; SILVA, 2010).

4.5 Proposição de medidas mitigatórias

Considerando o contexto de redução dos acidentes em rodovias envolvendo a fauna silvestre, pesquisadores de países diversos buscam implantar medidas mais eficazes, que visem a conservação da fauna silvestre e a segurança dos usuários nas rodovias. Nessa perspectiva, Abra (2019) e Huijser et al. (2008) avaliaram os custos ambientais, econômicos e sociais provocados pela colisão com espécies da fauna silvestre em rodovias. Os autores concluíram que os custos de implantação de passagens de fauna durante a fase de construção das rodovias seriam menores que os custos envolvendo indenizações, reparos das rodovias, serviços hospitalares, além da vida humana.

As passagens de fauna são estruturas funcionais, quando instaladas em locais adequados, assegurando a travessia de animais silvestres e a consequente redução de atropelamentos. No entanto, a medida mais eficaz para reduzir as colisões com animais é a prevenção, por meio do planejamento de rodovias mais seguras e sustentáveis ambientalmente. As rodovias monitoradas no presente estudo são antigas e vêm passando por recapeamentos,

visando apenas a mobilidade dos usuários e seus veículos automotores, ainda sem considerar a fauna silvestre do entorno e áreas lindeiras.

De acordo com as observações realizadas durante o período de monitoramento, a manutenção periódica das rodovias pode ser adotada como medida de controle aos atropelamentos, visto que há uma grande quantidade de resíduos orgânicos e inorgânicos nas margens das rodovias, contribuindo na atração de espécies de animais e tornando-as vulneráveis aos atropelamentos. Na foto 14, observa-se a instalação de 2 placas informativas sobre a proibição de descarte de lixo, porém, apesar do aviso, a quantidade de lixo permaneceu frequente durante todo o período de monitoramento.

Os resíduos sólidos descartados nas rodovias não só atraem a fauna silvestre, mas também provocam a contaminação do solo e do lençol freático, e a poluição dos cursos d'água próximos às rodovias, através do vento e das chuvas. Além disso, comprometem a fauna silvestre através da intoxicação por plásticos, vidros, borrachas e produtos tóxicos como pesticidas, herbicidas e fungicidas em que os recipientes são descartados nas margens das rodovias e ingeridos pelos animais. Entre tantos transtornos ocasionados pelo descarte inadequado dos resíduos sólidos nas rodovias, a proliferação de vetores e doenças, como a presença de moscas e mosquitos e disseminação da dengue podem ainda se configurar como um agravante a saúde humana e animal.

Foto 14 - Descarte inadequado de resíduos sólidos, as margens da Rodovia, entre os municípios de Ipameri e Caldas Novas (GO)

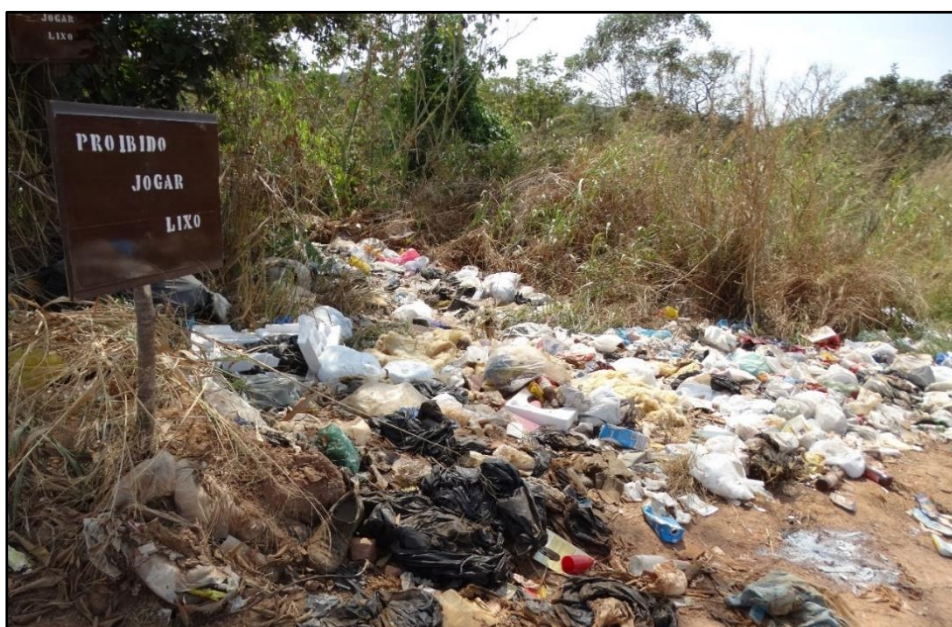


Foto: NUNES, Bruna Rafaella de Almeida (2020).

A instalação de placas de sinalização e lombadas eletrônicas em locais estratégicos, controladores de velocidade dos veículos, redução temporária de limites de velocidade e campanhas educativas e informativas podem contribuir na redução de atropelamentos de animais silvestres. A instalação das passagens de fauna tem demonstrado grande efetividade em diversos países, entretanto, Beckmann et al. (2010), ressalta a importância em definir quais os tipos de passagens, as espécies-alvo e os locais prioritários para a implementação. Diante do exposto, não é possível propor a instalação de passagens de fauna no percurso analisado, visto que é necessário um período maior de monitoramento, e os dados encontrados podem ter sofrido alterações em virtude da fase da Pandemia de COVID-19, além do monitoramento após a implantação ser necessário de forma a avaliar a efetividade da medida adotada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Foto: Bruna Almeida, Corumbáiba (GO), 2019

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os registros de animais silvestres atropelados nas rodovias do Sudeste Goiano, no trecho Catalão – Caldas Novas – Catalão, evidenciam a diversidade de espécies presentes na região, especialmente espécies que são consideradas vulneráveis ou quase ameaçadas de extinção. As rodovias, no geral, provocam impactos significativos nas populações de animais, contribuindo para a perda de habitats, a mortalidade pelos atropelamentos, redução na densidade e na persistência das populações dessas espécies atingidas. De acordo com uma modelagem de dinâmica populacional de populações da fauna silvestre, realizada por Jaeger e Fahrig (2004), há uma estreita relação entre a mortalidade por atropelamentos e a extinção das populações, após 500 gerações, em que os atropelamentos atuais podem influenciar nas extinções a longo prazo. Esse contexto também pode ser considerado para as áreas/rodovias monitoradas nesta pesquisa.

Durante os quinze meses de monitoramento, foram identificados 676 animais silvestres, distribuídos em 69 espécies de anfíbios, aves, mamíferos e répteis. A classe das aves apresentou maior riqueza de espécies, entretanto, a classe dos mamíferos foi a mais afetada neste estudo, seguido dos répteis e dos anfíbios. De acordo com os estudos de Prada (2004) e Bagatini (2006), a metodologia aplicada principalmente para anfíbios pode influenciar na visualização de carcaças nas rodovias, como o monitoramento realizado a pé ou utilizando-se bicicleta, além de que as carcaças são rapidamente removidas por espécies necrófagas ou atingidas sucessivamente pelos veículos.

Os mamíferos mais afetados pelos atropelamentos foram *Cerdocyon thous*, *Conepatus semistriatus*, *Myrmecophaga tridactyla* e *Euphractus sexcinctus*. A alta taxa de atropelamentos de *Myrmecophaga tridactyla* é preocupante, uma vez que essa espécie possui uma taxa baixa de reprodução, se comparado aos demais mamíferos, o que pode acarretar num declínio considerável populacional ou até mesmo a extinção dessa espécie na Região Sudeste Goiana.

No período de seca houve maiores registros de atropelamentos, na qual os animais silvestres se deslocam com maior frequência em busca de recursos. Além disso, as queimadas podem influenciar os atropelamentos, em que na tentativa de escapar do fogo, os animais atravessam as rodovias e conseqüentemente são atropelados. No período chuvoso, houve uma redução nos atropelamentos, onde esses dados podem ser influenciados tanto pela maior

disponibilidade de recursos, bem como pela velocidade dos veículos nas rodovias, uma vez que, a formação de buracos na pista, acarreta na redução da velocidade em determinados trechos.

Estudos relacionados a influência da luminosidade lunar nos atropelamentos de fauna silvestre em rodovias brasileiras ainda são escassos, e nesta pesquisa constatou-se que o deslocamento dos animais silvestres de hábitos crepusculares e noturnos ocorrem com maior frequência na fase da Lua Nova e menor frequência na Lua Cheia. Dentre as espécies registradas, *Conepatus semistriatus* foi a mais influenciada pela fase lunar, especialmente na Lua Nova.

As paisagens do entorno das rodovias monitoradas apresentaram influências significativas, onde, nas áreas de vegetação foram registrados os maiores índices de atropelamentos, seguidos das áreas de pastagem e lavoura. Esses resultados apontam a alta riqueza de espécies nas áreas de vegetação, considerando as 52 espécies registradas de anfíbios, aves, mamíferos e répteis. Através desses dados, pode-se aplicar nos locais mais críticos, as medidas mitigatórias menos complexas, como redutores de velocidade e placas sinalizadoras. Ainda, as placas sinalizadoras de tamanduá-bandeira presentes entre Catalão e Corumbáiba devem ser remanejadas para os pontos onde ocorrem as maiores colisões.

Quanto aos principais pontos de atropelamentos, estes concentraram-se com maior intensidade entre os municípios de Catalão e Ipameri (GO – 330), onde os fragmentos de vegetação ainda são mais conservados e conseqüentemente proporcionam recursos como alimentação e abrigo para as populações de espécies de animais silvestres que ali se concentram. Contudo, se faz necessário monitoramentos contínuos, visto que a Pandemia de COVID-19 pode ter reduzido o tráfego de veículos nas rodovias nesse período, fato este que pode ter influenciado nas taxas de atropelamentos encontradas neste estudo. Ainda, a presença aleatória de espécies deve ser investigada e comprovada, avaliando o seu padrão de deslocamento entre as rodovias por um maior período.

O desenho e relevo das pistas são fatores que influenciam nos atropelamentos, pois, conforme observado durante o monitoramento, nos trechos planos e retos os motoristas tendem a aumentar a velocidade do veículo. Ainda, a falta de padronização nas larguras dos acostamentos também pode influenciar nas colisões, em que, ao visualizar o animal na pista ou na margem da rodovia, o motorista tem a opção de tentar desviar utilizando o acostamento.

Medidas mitigatórias menos complexas que a instalação das passagens de fauna silvestre podem contribuir com a redução dos atropelamentos nas rodovias, de um modo geral.

A instalação de controladores de velocidade dos veículos, redução temporária de limites de velocidade pode ser alternadas, a fim de avaliar a eficácia nos pontos quentes de atropelamentos identificados. Além disso, as placas de sinalização devem contemplar as espécies mais frequentes da região, além da execução de campanhas educativas e informativas nos períodos com maior fluxo de veículos nas rodovias.

A manutenção das rodovias monitoradas devem ser realizadas periodicamente, visando não só a segurança da fauna, mas também a segurança dos usuários das rodovias. A constante presença de pedaços de pneus de caminhões e carretas, e os buracos formados na pista podem provocar acidentes e até vítimas fatais. O corte da vegetação e limpeza do entorno da rodovia auxilia a visualização do motorista, sendo possível evitar a colisão com animais silvestres e proporcionando tráfego mais seguro.

Ainda, a presença de resíduos orgânicos e inorgânicos nas margens das rodovias são atrativos para a fauna, especialmente as espécies carnívoras e onívoras. Foi possível registrar o atropelamento de raposas, jaratacas e quatis próximos aos resíduos descartados, o que pode ocasionar um ciclo de atropelamentos. As prefeituras dos respectivos municípios que se localizam pelas rodovias monitoradas, podem estabelecer uma periodicidade mais rigorosa de coleta de lixo das propriedades rurais, evitando o acúmulo, proliferação de doenças e consequentemente a presença da fauna silvestre.

Desta forma, os dados encontrados nesse estudo contribuíram no conhecimento da fauna silvestre regional e local, bem como às respostas comportamentais diante da fragmentação e antropização das paisagens circundantes das rodovias monitoradas. Os estudos relacionados aos atropelamentos de fauna silvestre nas rodovias do Estado de Goiás ainda são escassos, especialmente na Região Sudeste Goiana.

Foi possível conhecer e identificar a diversidade de espécies silvestres no percurso monitorado, em que a perda de espécies de vertebrados que possuem um papel ecológico importante, pode comprometer a perpetuação de espécies vegetais e a manutenção do Bioma Cerrado. Os impactos provocados pelas rodovias na fauna silvestre vão muito além da morte dos indivíduos, no qual interrompe o fluxo genético e a dinâmica de metapopulações, reduzindo a possibilidade de reprodução devido não só ao atropelamento em si, mas aos inúmeros efeitos causados pela presença das rodovias.

Portanto, é necessária a realização de projetos de monitoramentos por períodos mais longos, tanto nas rodovias monitoradas desse estudo, como também nas demais rodovias da

Região Sudeste Goiana. Os dados apresentados nesta Dissertação podem auxiliar em estudos relacionados ao atropelamento de fauna silvestre no Cerrado e no Estado de Goiás, auxiliar na implantação de medidas mitigatórias executadas pelo Órgão Estadual competente e sociedade humana envolvida, visando a conservação da fauna silvestre local e regional, bem como a segurança dos usuários que trafegam nessas rodovias.

Uma esperança foi lançada.

REFERÊNCIAS

- ABRA, Fernanda Delborgo. **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas, São Paulo**. 2012. 79f. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- ABRA, Fernanda Delborgo, *et al.* Pay or prevent? Human safety, costs to society and legal perspectives on animal-vehicle collisions in São Paulo state, Brazil. **Plos One**, 14 (4). p. 1-22. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215152>.
- ABRA, Fernanda Delborgo, *et al.* An estimative of wild mammal roadkill in São Paulo state, Brazil. **Heliyon**, 7 (2021). p. 1-12. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06015>.
- AB'SABER, Aziz Nacib. No domínio dos Cerrados. In: MONTEIRO, Salvador; KAZ, Leonel. **Cerrado: Vastos Espaços**. Rio de Janeiro: Edições Alumbramento, Livroarte Editora, 1993.
- AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith.; GEWANDSZNAJDER, Fernando. O planejamento de pesquisas qualitativas. In: _____. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualificativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. p. 147-176.
- ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith.; GEWANDSZNAJDER, Fernando. Revisão da bibliografia. In: ALVES-MAZZOTTI, Alda J.; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. p. 179-188.
- ANTUNES, Lucas. **Análise sazonal de ocorrência de atropelamento da fauna silvestre em trecho da MT-402**. 2018. 120 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2018.
- AQUINO, Fabiana de Gois; AGUIAR, Ludmilla Moura de Souza. Caracterização e Conservação da Biodiversidade do Bioma Cerrado. In: **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para o Cerrado**. In.: ALEIRO, Fábio Gelape; SOUSA, Evie dos Santos (Edts.). Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007.
- ARAÚJO, Larissa Aparecida de Freitas, et al. Efeitos da paisagem sobre os atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte no Sul de Goiás, Brasil. **Oecologia Australis**, v.24, n.1, p.164-172, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2401.13>. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/25233>. Acesso em 02 dez. 2020.
- ASSAD, Eduardo Delgado. **Chuva nos cerrados: análise e especialização**. Planaltina: EMBRAPA, 1994. 423 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – citações em documentos – apresentação: NBR 10520**. Rio de Janeiro, ago. 2002. 24 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – artigo de publicação periódica científica impressa – apresentação: NBR 6022**. Rio de Janeiro, maio 2003. 5 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – projeto de pesquisa – apresentação: NBR 15287**. Rio de Janeiro, dez. 2011. 08 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – referências – elaboração**: NBR 6023. Rio de Janeiro, ago. 2002. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação**: NBR 14724. Rio de Janeiro, ago. 2002. 24 p.

BAGATINI, Tathiana. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras**. 2006. 74f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Brasília, 2006.

BAGER, Alex. **Ecologia de estradas: tendências e perspectivas**. Lavras: Editora UFLA, 2012.

BAGER, Alex, et al. Os Caminhos da Conservação da Biodiversidade Brasileira frente aos Impactos da Infraestrutura Viária. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n.1, p. 75-86, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/297704345_Os_caminhos_da_conservacao_da_biodiversidade_brasileira_frente_aos_impactos_da_infraestrutura_viaria. Acesso em 02 de dez. 2020.

BARBOSA, Altair Sales. **Andarilhos da clareza**. Os primeiros habitantes do Cerrado. Goiânia: UCG/ITS, 2002.

BARBOSA, Altair Sales *et al.* **O piar da Juriti Pepena**. Narrativa ecológica da ocupação humana do Cerrado. Goiânia: Ed. PUC Goiás, 2014.

BARNUM, Sarah. Identifying the best locations to provide safe highway crossing opportunities for wildlife. In: **Proceedings of the 2003 International Conference on Ecology and Transportation**. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, p. 246-252, 2004.

BATISTA, Gabriela da Silva. **Monitoramento da fauna silvestre atropelada no entorno da Floresta Nacional do Tapajós**. 41f. 2019. Relatório Final – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – PIBIC/ICMBio. Santarém, 2019.

BECHARA, Erika. **A proteção da fauna sob a ótica constitucional**. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2003.

BECKMANN, Jon P. *et al.* **Safe Passages: Highways, Wildlife, and Habitat Connectivity**. Island Press: Washington, 2010.

BEISIEGEL, Beatriz de Mello; LEMOS, Frederico Gemesio; QUEIROLO, Diego; JORGE, Rodrigo Silva Pinto. Avaliação do risco de extinção do Cachorro-do-mato *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3 (1), p. 138-145, 2013. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/carnivoros/cachorro-do-mato_cerdocyon_thous.pdf. Acesso em: 05 mai. 2021.

BERGALLO, Helena de Godoy; CONDE, Carla Fabiane de Vera y. O Parque Nacional do Iguaçu e a estrada do colono. **Ciência Hoje**, v. 29, n° 174, p. 37-39, 2001. Disponível em: http://www.lauxen.net/conecte/referencias/Bergallo_2001a.pdf. Acesso em: 05 nov. 2020.

BERTRAND, Georges. **Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico**. Tradução de Olga Cruz. São Paulo: Cadernos de Ciências da Terra/IGEOG, n° 43, 1972.

BERTRAND, Claude.; BERTRAND, Georges. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Ed. Massoni, 2009. p. 29-56; 304-345.

BRAZ, Vivian da Silva; FRANÇA, Frederico Gustavo Rodrigues. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. **Biota Neotropica**, v.16,n.1, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2014-0182>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032016000100101&lng=en&tlng=en. Acesso em 02 dez. 2020.

BROWN, James H; LOMOLINO, Mark V. **Biogeography**. Second Edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 1998.

CARPI, Liane Cristina Ferez Gracia. **Contraste Simultâneo e Constância de Brilhos em Gambás (*Didelphis albiventris*)**. 69f. 2008. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade de Brasília, Programa de Pós Graduação em Biologia Animal, Brasília, 2008.

CARVALHO, Naira C; BORDIGNON, Marcelo O.; SHAPIRO, Julie T. Fast and furious: a look at the death of animals on the highway MS-080, Southwestern Brazil. **Iheringia**, Série Zoologia, 104 (1), p. 43-49, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4766201410414349>.

CASELLA, Janaina; CÁCERES, Nilton Carlos; GOULART, Charla dos Santos; FILHO, Antônio Conceição Paranhos. Uso de sensoriamento remoto e análise espacial na interpretação de atropelamento de fauna entre Campo Grande e Aquidauana, MS. **Anais 1º Simpósio de Geotecnologia no Pantanal, Campo Grande, Brasil**, p. 321-326, 2006. Disponível em: <http://docplayer.com.br/25144892-Uso-de-sensoriamento-remoto-e-analise-espacial-na-interpretacao-de-atropelamentos-de-fauna-entre-campo-grande-e-aquidauana-ms.html>. Acesso em: 15 mai. 2021.

CAVALCANTI, Gitana Nunes; FONTOURA-RODRIGUES, Manoel Ludwing da; RODRIGUES, Flávio Henrique Guimarães; RODRIGUES, Lívia de Almeida. Avaliação do risco de extinção da Jaritataca, *Conepatus semistriatus* (Boddaert, 1785) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3 (1), p. 248-254, 2013. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/carnivoros/jaritataca_conepatus_senistriatus.pdf. Acesso em 05 mai. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE ECOLOGIA DE ESTRADAS. **Atropelometro**. Disponível em: <https://www.cbee.ufra.br/portal/atropelometro/>. Acesso em 12 out. 2020.

CHEN, Hsiang Ling; KOPROWSKI, John L. Barrier effects of roads on na endangered forest obligate: influences of traffic, road edges, and gaps. **Biological Conservation**, v. 199, p. 33-40, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2016.03.017>. Disponível em: https://california.edu/research/redsquirrel/res_pdf/Chen&Koprowski2016BiolCons_BarrierEffectsRoads.pdf. Acesso em 15 nov. 2020.

CIRINO, Douglas William. ***Cerdocyon thous* e estradas: Os efeitos das características da paisagem sobre um carnívoro generalista**. 2018. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do ABC, 2018.

CLEVENGER, Anthony P; CHRUSZCZ, Bryan; GUNSON, Kari E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. **Biological Conservation**. v.109, n.1, p.15-26, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00127-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00127-1). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320702001271>. Acesso em: 02 dez. 2020.

CNT. **Confederação Nacional de Transporte**. Disponível em: https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/resumo_de_imprensa.pdf. Acesso em 01 dez. 2020.

CNT. **Confederação Nacional do Transporte**. Pesquisa CNT de Rodovias 2019. Brasília: CNT: SEST SENAT, 2019.

COFFIN, Alisa W. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography**, v. 15, p. 396-406, 2007. DOI: doi:10.1016/j.jtrangeo.2006.11.006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/222688089>_Acesso em: 10 out. 2020.

CORRÊA, Roberto Lobato. **Região e organização espacial**. 7. ed. São Paulo: Editora Ática. 2000.

CORREIO BRAZILIENSE. Simone Kafruni, Renato Souza. Acidentes em estradas tiram a vida de milhões de animais por ano no Brasil. Publicado em 09/08/2020. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2020/08/4867269-travessia-dos-inocentes.html>. Acesso em 15 mai. 2021.

COSTA, Raoni Ribeiro Guedes Fonseca; DIAS, Líllian Andrade. Mortalidade de vertebrados por atropelamento em um trecho da GO-164, no Sudoeste Goiano. **Revista de Biotecnologia & Ciência**, v.2, n.2, p.58-74, 2013. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/biociencia/article/view/1246/1609>. Acesso em 02 de dez. 2020.

COSTA, Weliton. et al. Atropelamentos de fauna silvestre em um trecho da rodovia BR-482, Rive, Alegre, ES. In: SANTOS et al., **Geotecnologias & análise ambiental: aplicações práticas**. Alegre: CAUFES, 2015. p. 173-181, 2015.

COX, Christopher Barry; MOORE, Peter D. **Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach**. 2010.

CUNHA, Héliida Ferreira da; MOREIRA, Fabiane Geralda Alves; SILVA, Silvania de Sousa. Roadkill of wild vertebrates along the GO-060 road between Goiânia and Iporá, Goiás State, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.32,n.3,p.257-263, 2010. DOI:10.4025/actascibiols.v32i3.4752. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/4752/4752>. Acesso em 02 de dez. 2020.

DAJOZ, Roger. *Ecologia Geral*. Tradução de Francisco M. Guimarães. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1983.

DANSEREAU, Pierre. Introdução à Biogeografia. **Revista Brasileira de Geografia**. n. 1, p. 3-92, 1949. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1949_v11_n1.pdf. Acesso em 13 out. 2020.

DELAZERI, Natália Rosa; BORGES-MARTINS, Márcio; TAVARES, Maurício. Monitoramento dos atropelamentos de anfíbios, répteis, aves e mamíferos nas rodovias ERS-030, ERS-389 e ERS-786, sul do Brasil. **Anais do Road Ecology Brasil**, p. 191-192, 2011. Disponível em: https://issuu.com/porta1.cbce/docs/anais_reb2011/12. Acesso em: 15 mai. 2021.

DIAS, Braulio Ferreira de Souza. Conservação da Biodiversidade no Bioma Cerrado – Histórico dos Impactos Antrópicos no Bioma Cerrado. In: FALEIRO, Fábio Gelape; NETO, Austeclínio Lopes de Farias (Eds.), **Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**, Embrapa Cerrados: Planaltina, 2008.

DIAS, Braulio; KLINK, Carlos. A agricultura nos Cerrados: A sustentabilidade que a gente não vê. In: BARROS, Fernando; TELES, Yoko (Edits.), **O Terceiro Salto - A História dos Brasileiros que fizeram o futuro chegar: Trajetória Cultural, Econômica, Ambiental e Social do Alimento no Brasil – A Revolução da Agricultura Tropical Sustentável**. Brasília: Instituto Fórum do Futuro, 2019.

DIAS, Karina Soares. **Efeitos da iluminação artificial no comportamento reprodutivo de anuros**. 78f. 2018. Dissertação (Mestrado em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Rio Grande, 2018.

DRAGOO, Jerry W. Family Mephitidae. In: **Handbook of the Mammals of the world, Volume 1: Carnivores**, p. 532-563, Lynx Edicions, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA/SPI, 2017.

EIGENBROD, Felix; HECNAR, Stephen J.; FAHRIG; Lenore. Accessible habitat: na improved measure of the effects of habitat loss and roads on wildlife populations. **Landscape Ecol.** (23) p. 159-168. 2008. DOI: 10.1007/s10980-007-9174-7. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225164682_Accessible_habitat_An_improved_mesure_of_the_effects_of_habitat_loss_and_roads_on_wildlife_populations. Acesso em: 10 out. 2020.

FERREIRA, Idelvone Mendes. **O afogar das Veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de Catalão (GO)**. 2003. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Rio Claro, 2003.

FERREIRA, Idelvone Mendes. Paisagens do Cerrado: um estudo do Subsistema de Veredas. In: GOMES, Horieste. (Coord.). **Universo do Cerrado**. Goiânia: UCG, 2008. v.1. p. 79-164.

FERREIRA, Idelvone Mendes; MENDES, Estevane de Paula Pontes. (Orgs.). **Histórias Geográficas: paisagens do Kapót**. Jundiá: Paco Editorial, 2020.

FERREIRA, Rosana dos Santos Brandao; MARTINS, Renato Adriano. Os impactos ambientais provocados pela construção da duplicação da Rodovia GO 213 (Morrinhos-Caldas Novas): debilitando a passagem da fauna. In: **Anais do Simpósio Interdisciplinar em Ambiente e Sociedade (SIAS)**, v.1, n.1, p.553-565, 2017. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/sias/article/view/12045>. Acesso em 02 de dez. 2020.

FIGUEIRÓ, Adriano S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FILHO, Luiz Emídio de Mello. Uma visão dos cerrados. In: MONTEIRO, Salvador; KAZ, Leonel. **Cerrado: Vastos Espaços**. Rio de Janeiro: Edições Alumbramento, Livroarte Editora, 1993.

FISCHER, Wagner. **Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal, MS**. 1997. 180 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 1997.

FORMAN, Richard, et al. **Road ecology: Science and solutions**. Island Press: Washigton, 2003.

FORMAN, Richard; ALEXANDER, Lauren E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29. p. 207-231. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.29.1207?journalCode=ecolsys.1>. Acesso em: 15 nov. 2020.

FORMAN, Richard; GODRON, Michel. **Landscape ecology**. New York: John Wiley and Sons, 1986.

FOWLER, Ian R; SALOMÃO, Maria da Graça; JORDÃO, Rosana dos Santos. A description of the female reproductive cycle in four species from the Neotropical colubrid snake *Philodryas* (Colubridae, Xenodontinae). **The SNAKE**, v. 28, p. 71-78, 1998. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282132451_A_description_of_the_female_reproductive_cycle_in_four_species_from_the_Neotropical_colubrid_snake_Philodryas_Colubridae_Xenodontinae. Acesso em 05 mai. 2021.

FRAGA, Leonardo Pereira. **Aspectos ecológicos e espaciais da fauna silvestre atropelada na APA Pouso Alto, Chapada dos Veadeiros**. 2018. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Sociobiodiversidade e Sustentabilidade no Cerrado). Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

FREITAS, Simone R; HAWBAKER, Todd J; METZGER, Jean Paul. Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 259, v. 3, p. 410-417, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.10.036>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112709007786>. Acesso em 11 out. 2020.

GILPIN, Michael; HANSKI, Ilkka. **Metapopulation Dynamics: Empirical and Theoretical Investigations**, Linnean Society of London, 1991.

GOMES, Horieste. (Coord.). **Universo do Cerrado**. Goiânia: UCG, 2008. v.1 e 2.

GOOSEM, Miriam. Internal fragmentation: the effects of roads, highways and powerline clearing on movements and mortality of rainforest vertebrates. In: **Tropical Forest Remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**, Chicago: University of Chicago, Press, 1997. p. 241-255.

GOTELLI, Nicholas J. **Ecologia**. 4. ed. Londrina: Editora Planta. 2009.

GRANT, Rachel; HALLIDAY, Tim; CHADWICK, Elizabeth. Amphibians response to the lunar synodic cycle – a review of current knowledge, recommendations, and implications for conservation. *Behavioral Ecology*, v. 24, n. 1, p. 53-62, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1093/beheco/ars135>. Disponível em: <https://academic.oup.com/beheco/article/24/1/53/2261367>. Acesso em 15 mai. 2021.

GRILO, Clara; BISSONETTE, John A.; SANTOS-REIS, Margarida. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: Consequences for mitigation. **Biological Conservation**, v. 142 (2), p. 301-313, 2009. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.10.026. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222512166_Spatial-temporal_patterns_in_Mediterranean_carnivore_road_casualties_Consequences_for_mitigation. Acesso em: 12 out. 2020.

GUIMARÃES, Juliana Fernandes. **Hotspots de atropelamentos e a influência da paisagem na sobrevivência de mamíferos de médio e grande porte em uma área do cerrado mineiro**. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

HOBAN, Christopher; TSUNOKAWA, Koji. **Roads and the environment: a handbook**. World Bank, vol. 376, 225 p. 1997.

HUIJSER, Marcel P. *et al.* **Wildlife Vehicle Collision Reduction Study: Report to Congress**. Federal Highway Administration. 254p. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e Estados. Goiás. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go.html>. Acesso em 02 de dez. 2020.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. Goiás visão geral – overview. 2018. Disponível em: <https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/goias-visao-geral/goias-visao-geral.pdf>. Acesso em 02 de dez. 2020.

JACOBSON, Sandra L. Mitigation measures for highway-caused impacts to birds. v.2, In: Ralph, C. John; Rich, Terrell D. (Edts.). **Bird Conservation Implementation and Integration in the Americas**: Proceedings of the Third International Partners in Flight Conference, California, 2005. p. 1043-1050.

JAEGER, Jochen A. G.; FAHRIG, Lenore; EWALD, Klaus C. Does the configuration of road networks influence the degree to which roads affect wildlife populations? **Landscape and Road Network**. p.151-163, 2005. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/1783q0kv>. Acesso em: 02 dez. 2020.

JÚNIOR, José Ribeiro. **Monitoramento de Fauna Atropelada na GO 154 entre Ceres e Carmo do Rio Verde**. 2019. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal Goiano. Ceres, 2019.

KAVANAGH, Claudine; AGAN, Lori; SNEIDER, Cary. Learning about Phases of the Moon and Eclipses: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. **Astronomy Education Review**, v. 4, n. 1, p. 19-52, 2005. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ845809>. Acesso em 15 mai. 2021.

KLINK, Carlos; MACHADO, Ricardo B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v.1, n.1, 2005. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Texto_Adicional_ConservacaoID-xNOKMLsupY.pdf. Acesso em 02 dez. 2020.

KNOBLOCH, Irving W. Death on the highway. **Journal of Mammalogy**, v. 20 (4). p. 508-509. 1939. DOI: <https://doi.org/10.1093/jmammal/20.4.508>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jmammal/article-abstract/20/508/85767?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 10 nov. 2020.

KUHLMANN, Marcelo; RIBEIRO, José Felipe. Evolution of seed dispersal in the Cerrado biome: ecological and phylogenetic considerations. **Acta Botanica Brasílica**. v. 30 (2). p. 271-282. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-33062015abb0331>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301760851_Evolution_of_seed_dispersal_in_the_Cerrado_biome_Ecological_and_phylogenetic_considerations. Acesso em: 15 abr. 2021.

LANGLOIS, Isabelle. The anatomy, physiology, and diseases of the avian proventriculus and ventriculus. **Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice**. v. 6. p. 85-111. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1094-9194\(02\)00027-0](https://doi.org/10.1016/S1094-9194(02)00027-0). Disponível em: [https://www.vetexotic.theclinics.com/article/S1094-9194\(02\)00027-0/pdf](https://www.vetexotic.theclinics.com/article/S1094-9194(02)00027-0/pdf). Acesso em 15 abr. 2021.

LAURANCE, William F.; BIERREGAARD, Richard O. **Tropical forest remnants: ecology management and conservation of fragmented communities**. Chicago: University of Chicago Press, 1997.

LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck. **Situação e Perspectivas sobre as Águas do Cerrado**. Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - Ciência & Cultura - Temas e Tendências: Cerrado, ano 63, n. 3, 2011.

LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck; SILVA, Euzébio Medrado da. Estimativa da produção hídrica superficial do cerrado brasileiro. In: SCARIOT, Aldicir; SOUSA-SILVA, João Carlos;

FELFILI, Jeanine M. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Embrapa Cerrados: Planaltina, 2005.

LIMA, Sérgio Ferreira; OBARA, Ana Tiyomi. **Levantamento de animais silvestres atropelados na BR-277 às margens do Parque Nacional do Iguaçu: subsídios ao programa multidisciplinar de proteção à fauna**. In.: VII Semana de Artes da Universidade Estadual de Maringá, Universidade Estadual de Maringá. 2004. Disponível em: https://faunativa.tempsite.ws/downloads/impactos/animais_atropelados_em_rodovias.pdf. Acesso em 10 out. 2020.

LUNA, Sergio Vasconcelos de. **Planejamento de pesquisa: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 2005. 108 p. (Série Trilhas).

MALHEIROS, Roberto. **A rodovia e os corredores de migração da fauna dos Cerrados**. 1997. 243 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 1997.

MARINI-FILHO, Onildo João; MARTINS, Rogério Parentoni. Teoria de metapopulações: novos princípios na biologia da conservação. **Ciência Hoje**, v. 27, n 160 p. 22-29, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/255908000_Teoria_de_metapopulacoes_novos_principios_da_biologia_da_conservacao. Acesso em: 10 nov. 2020.

MARTEN, Gerald G. *Human Ecology: Basic Concepts for Sustainable Development*. Sterling (VA): Routledge, 2010.

MARTINS, Vera Lúcia Francisco Dias; PARREIRA, Kerima Martins; VIEIRA, Jeferson Castro. A importância da infraestrutura de transporte para o desenvolvimento do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v.6, n.3, p. 427-444, 2017. DOI: 10.3895/rbpd.v6n3.4756 Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd/article/view/4756>. Acesso em: 01 dez. 2020.

MENDES, Estevane de Paula Pontes; FERREIRA, Idelvone Mendes. Ocupação e povoamento de Goiás no contexto do século XVIII ao XX. In: FERREIRA, Idelvone Mendes; MENDES, Estevane de Paula Pontes. (Orgs.). **Histórias Geográficas: paisagens do Kapót**. Jundiá: Paco Editorial, 2020. p. 11-41.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotrop.**, v. 1, n. 1-2, p. 1-9, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032001000100006. Acesso em: 12 out. 2020.

MIRANDA, Jefferson Eduardo Silveira, et al. Roadkill in the Brazilian Cerrado Savanna: Comparing five highways in Southwestern Goiás. **Oecologia Australis**, v.21,n.3, p.337-349, 2017. DOI: 10.4257/oeco.2017.2103.10. Disponível em <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/13825>. Acesso em 02 de dez. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Volume I.

_____. **Biomás**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomás/cerrado.html>. Acesso em 02 dez. 2020.

MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russel A.; MITTERMEIER, Cristina G.; FONSECA, Gustavo A. B. da.; KENT, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p.853-858, 2000. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/35002501>. Acesso em 02 dez. 2020.

NOVELLI, Ronaldo; TAKASE, Emílio; CASTRO, Valdir. Estudo das aves mortas por atropelamento em um trecho da rodovia BR-471, entre os Distritos de Quinta e Taim, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 5, n. 3, p. 441-454. 1988. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81751988000300009>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81751988000300009. Acesso em: 12 out. 2020.

NUCCI, João Carlos. Origem e desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. **Revista Eletrônica Geografar**, v. 2, n. 1, p. 77-99, 2007. Disponível em <https://revistas.ufpr.br/geografar/article/view/7722/5896>. Acesso em: 12 out. 2020.

NUNES, Bruna Rafaella de Almeida; FERREIRA, Idelvone Mendes. Atropelamentos da fauna silvestre: diagnóstico em rodovias do Cerrado Goiano. In.: SILVA-MATOS, R. R. S. da; MASCÊDO, J. R. de A.; SOUZA, G. M. M. de. **Conservação da biodiversidade e desenvolvimento socioambiental**. (Orgs.). Ponta Grossa: Atenas, 2020. p. 32-43. DOI: 10.22533/at.ed.7662027053.

NUNES, Bruna Rafaella de Almeida; MESQUITA, Diogo Baldin; FERREIRA, Idelvone Mendes; MESQUITA, Thatiana Martins dos Santos. Composição e diversidade da avifauna apreendida no Sudeste Goiano no período de 2016 a 2019. In.: SILVA, Maria Elany Damasceno (Org.). **O Meio Ambiente e a interface do sistema social e natural**. Ponta Grossa: Atena, 2020. p. 195-207. DOI 10.22533/at.ed.78420100815.

NUNES, Bruna Rafaella de Almeida; MESQUITA, Diogo Baldin; MESQUITA, Thatiana Martins dos Santos. Mastofauna encaminhada ao Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) de Catalão, Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.17, n.33, p. 286-297, 2020. DOI: 10.18677/EnciBio_2020C26. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2020C/mastofauna.pdf>. Acesso em 02 de dez. 2020.

ODUM, Eugene P; BARRET, Gary W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

OLIVEIRA, Charles Martins de; FRIZZAS, Marina Regina. Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 216, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

O'MALLEY, Bairbre. Snakes. In: O'MALLEY, B. Clinical anatomy and physiology of exotic species. London: Elsevier Saunders, Chpt. 5, p. 77-93, 2005.

PERZ, Stephen G. Grand Theory and Context-Specificity in the Study of Forest Dynamics: Forest Transition Theory and Other Directions. **The Professional Geographer**, v. 59, n. 1, p. 105-114, 2007. DOI: 10.1111/j.1467-9272.2007.00594.x. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229494172_Grand_Theory_and_Context-Specificity_in_the_Study_of_Forest_Dynamics_Forest_Transition_Theory_and_Other_Directions. Acesso em 12 out. 2020.

PRADA, Cristina de Santis. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do Nordeste do Estado de São Paulo**: Quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos. 2004. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2004.

PRADO, Tiago Rodrigues; FERREIRA, Anamaria Achtschin; GUIMARÃES, Zara Faria Sobrinha. Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados. **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, v. 28, n. 3, p. 237-241, 2007. DOI: 10.4025/actascibiols.v28i3.215. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/215>.

PRIMACK, Richard B; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001.

RAMOS-ABRANTES, Marcela Meira *et al.* Vertebrados silvestres atropelados na rodovia BR-230, Paraíba, Brasil. **PUBVET**, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2018. DOI: <http://doi.org/10.22256/pubvet.v12n1a5.1-7>. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigo/4330/vertebrados-silvestres-atropelados-na-rodovia-br-230-paraiacuteba-brasil>.

RATTER, James Alexander. Transitions between Cerrado and forest vegetation in Brazil. In: **Nature and dynamics of forest savana boundaries**, London: Chapman & Hall, 1992.

REATTO, Adriana; MARTINS, Éder de Souza. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. In: SCARIOT, Aldicir; SOUSA-SILVA, João Carlos; FELFILI, Jeanine M. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Embrapa Cerrados: Planaltina, DF, 2005.

REDFORD, Kent H. The empty forest. **BioScience**. v.42, n. 6, p. 412-422. 1992. DOI: <https://doi.org/10.2307/1311860>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1311860>. Acesso em: 30 set. 2020.

REID, Walter V. Biodiversity hotspots. **Tree**, v.13, n.7, p. 275-280, 1998. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222294655_Biodiversity_hotspots. Acesso em 02 dez. 2020.

RIBEIRO, Fernando José da Cruz. Levantamento da fauna silvestre atropelada no entorno do Sudoeste Goiano. Sociedade de Ecologia do Brasil, p.1-2, 2011. Disponível em: <http://sebecologia.org.br/revistas/indexar/anais/xceb/resumos/1754.pdf>. Acesso em 02 de dez. 2020.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. As Matas de Galeria no contexto do bioma Cerrado. In: RIBEIRO, José Felipe; FONSECA, Carlos Eduardo Lazarini; SOUSA-SILVA, José Carlos. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: EMBRAPA, 2001. p. 29-45.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, Sueli Matiko; ALMEIDA, Semíramis Pedrosa de. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998.

RIBEIRO, Tatiana Rolim Soares. **Influência da pavimentação de rodovias em índices de atropelamento de fauna: o caso da rodovia GO-239 em Alto Paraíso de Goiás**. 2016. 122f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

RIBEIRO, Tatiana Rolim Soares; SILVA, Pedro Henrique da. Relação entre atropelamentos de fauna e o volume de visitas no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros: o caso da Rodovia GO-239. In: **XXXI Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET**, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328411217_Relacao_entre_atropelamentos_de_fauna_e_o_volume_de_visitacoes_no_Parque_Nacional_da_Chapada_dos_Veadeiros_o_caso_da_Rodovia_GO-239. Acesso em 02 de dez. 2020.

RICKLEFS, Robert E. **A Economia da Natureza**, 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

ROCHA, Ednaldo C. et al. Atropelamentos de tatu-canastra *Priodontes maximus* (Kerr, 1792) em uma rodovia no Cerrado Goiano e sua relação com a paisagem do entorno. **Multi-Science Journal**, v.1, n.12, p.1-4, 2018. DOI: <https://doi.org/10.33837/msj.v1i12.569>. Disponível em:

<https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/multiscience/article/view/569>. Acesso em 02 dez. 2020.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Direito Ambiental esquematizado**. 5. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

ROSA, Clarissa Alves. **Efeito de borda de rodovias em pequenos mamíferos de fragmentos florestais tropicais**. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2012.

ROSA, João Guimarães. **Grande Sertão: Veredas**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 538p. 1986.

RYTWINSKI, Trina; FAHRIG, Lenore. Why are some animal populations unaffected or positively affected by roads? **Oecologia**, v. 173, n. 3, p. 1143-1156, 2013. DOI: 10.1007/s00442-013-2684-x. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236957940_Why_are_some_animal_populations_unaffected_or_positively_affected_by_road_s. Acesso em: 11 out. 2020.

SANO, Sueli Matiko; ALMEIDA, Semíramis Pedrosa de; RIBEIRO, José Felipe (Edits.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: EMBRAPA, 2008.

SANTOS, Fabielle Pereira dos. **Riqueza e atividade de mamíferos de médio e grande porte em uma pequena região do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 68f. 2017. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SANTOS, Flávio Reis dos; ALVES, Jackeline Silva. Modernização do Cerrado: urbanização e agroindústria no município de Morrinhos/GO. In: **Contextualizando o Cerrado Goiano: entre questões socioeconômicas e socioespaciais e questões socioeducacionais e socioambientais**. Curitiba: CRV, 2017.

SCOSS, Leandro Moraes. et al. Uso de parcelas de areia para o monitoramento de impacto de estradas sobre a riqueza de espécies de mamíferos. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 121-127, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000100016>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622004000100016&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 12 out. 2020.

SEILER, Andreas. **Ecological effects of roads: A review**. Introductory Research Essay, Departamento of Conservation Biology, n 9, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/240639937_Ecological_Effects_of_Roads_A_review. Acesso em: 15 out. 2020.

SEILER, Andreas; HELLDIN, J-O. Mortality in wildlife due to transportation. In: Davenport, J. L (Eds). **The ecology of transportation: managing mobility for the environment**. Ireland: University College Cork, p. 165-190, 2006.

SETTE, Denise Maria. Os climas do Cerrado do Centro-Oeste. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p. 29-42, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v1i1.25225>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25225>. Acesso em 02 dez. 2020.

SILVA, Kaio César Damacena, et al. Quantificação de atropelamentos de vertebrados silvestres em um trecho da GO 213 e análise de fatores envolvidos. In: III Semana de Pesquisa e Extensão da UEG UNU Morrinhos, 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/83937755/Quantificacao-de-atropelamentos-de-vertebrados-silvestres-em-um-trecho-da-GO-213-e-analise-de-fatores-envolvidos>. Acesso em: 02 de dez. 2020.

SILVA, Leonardo Machado da; SOUSA, Francielle Aparecida de; VIEIRA, Thays Cunha; MORAIS, Cássio Resende de. Levantamento de animais vertebrados em trechos das rodovias

MG-352 e MG-190. **Revista GETEC – Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 8, n. 22, p. 42-63, 2020. Disponível em: <https://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/getec/article/view/2037/1271>. Acesso em: 17 de abr. 2021.

SILVA, Mitzi Oliveira da; OLIVEIRA, Igor Soares de; CARDOSO, Manoela Woitovicz; GRAF, Vinalto. Road kills impact over the herpetofauna of Atlantic Forest (PR-340, Antonina, Paraná). **Acta Biológica Paranaense**, v. 36 (1-2), p. 103-112, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265058455_Road_kills_impact_over_the_herpetofauna_of_Atlantic_Forest. Acesso em 16 mai. 2021.

SILVA, Paulo Machado. **Mamíferos silvestres de médio e grande porte em fragmentos do Cerrado no município de Ipameri, Sudeste Goiano**. 2012 99 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Catalão, 2012.

SILVA NETO, Carlos de Melo; CARNEIRO, Vandervilson Alves; GONÇALVES, Bruno Bastos; RIBEIRO, Fernando José da Cruz. Fauna atropelada nas estradas do município de Chapadão do Céu (Goiás, Brasil), **Revista Percurso – NEMO**, v.7, n.1, p.97-114, 2015. DOI: 10.4025/percurso.v7i1.24915. Disponível em: <https://docplayer.com.br/51186401-Fauna-atropelada-nas-estradas-do-municipio-de-chapadao-do-ceu-goias-brasil.html>. Acesso em 02 de dez. 2020.

SIQUEIRA, Mariana Nascimento; CASTRO, Selma Simões; FARIA, Karla Maria Silva. Geografia e Ecologia da Paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 557-566, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sn/v25n3/v25n3a09.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

SPRAGUE, J. M. Notes on mammal mortality on highway. **Journal of Mammalogy**, Baltimore, v. 20 (1), p. 110-111, 1939. DOI: <https://doi.org/10.1093/jmammal/20.1.110b>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jmammal/article-abstract/20/1/110/888928>. Acesso em: 10 out. 2020.

STEINER, Frederick. **Human Ecology: How Nature and Culture Shape Our World**. Washington (DC): Island Press, 2016.

STOKES, Josie. What transportation agencies need in environmental impact assessments and other reports to minimize ecological impacts. In: **Handbook of Road Ecology**, VAN DER REE, Rodney; SMITH, Daniel J; GRILO, Clara, p. 43-50, Wiley Blackwell. 2015.

STONER, Dayton. The toll of the automobiles. **Science**, Lancaster, v. 61, p. 56-57, 1925. DOI: 10.1126/science.61.1568.56. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/61/1568/56>. Acesso em: 10 out. 2020.

TAYLOR, James Allan. **Biogeography: Recent Advances and Future Directions**. Barnes e Noble Books, Totowa, New Jersey, 1984.

TROMBULAK, Stephen C; FRISSEL, Christopher A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, v. 14 (1), p. 18-30, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x>. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x>. Acesso em: 06 out. 2020.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**, 8. ed. Rio Claro: Divisa, 2008.

TROPPEMAIR, Helmut. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 3. ed. Rio Claro: Graf Sett, 1983.

TORRES, Rodrigo Souza *et al.* Monitoramento de anfíbios atropelados no eixo da rodovia do Parque BR-448 através do caminhamento. **Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**, VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, p. 1-9, 2015. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/VI-027.pdf>. Acesso em 15 mai. 2021.

TUMELEIRO, Leonardo K. et al. Notas sobre mamíferos da região de Uruguaiana: Estudo de indivíduos atropelados com informações sobre a dieta e conservação. **Biodiversidade Pampeana**, v. 4, n. 1, p. 38-41. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237766502_Notas_sobre_mamiferos_da_regiao_de_Uruguaiana_estudo_de_individuos_atropelados_com_informacoes_sobre_a_dieta_e_conservacao. Acesso em: 10 out. 2020.

TURCI, Luís Carlos Batista; BERNARDE, Paulo Sérgio. Vertebrados atropelados na rodovia estadual 383 em Rondônia, Brasil. **Biotemas**, v. 22, n. 1, p. 121-127. 2009. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2009v22n1p121>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2009v22n1p121>. Acesso em: 10 out. 2020.

VANZOLINI, Paulo. Zoologia sistemática, geografia e a origem das espécies. São Paulo: Instituto Geográfico/USP. Série Teses e Monografias 3, 1970. 56p.

VIADANA, Adler Guilherme. **A teoria dos refúgios florestais aplicada ao Estado de São Paulo**. Rio Claro: Edição do autor, 2002.

VIEIRA, Heider Damas, et al. Resultados preliminares do subprograma de controle de atropelamento de fauna BR-060. **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Goiânia/GO**. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/XI-031.pdf>. Acesso em 02 dez. 2020.

VIEIRA, Renan Luiz Albuquerque; COSTA, Cristiana Morais; SOUZA, Hanilton Ribeiro de; CERQUEIRA, Leandro da Silva. O Impacto das Rodovias Sobre a Biodiversidade de Fauna Silvestre no Brasil. **Natureza online**, n. 17, v. 02, p. 63-75, 2019. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/NOL20190602.pdf>. Acesso em 02 dez. 2020.

WALTER, Bruno Machado Teles. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 390 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal de Brasília. Brasília, 2006.

WILCOVE, David S; MCLELLAN, Charles H; DOBSON, Andrew P. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: M. E. Soulé (Ed.), **Conservation biology**. Sinauer Ass., Sunderland (Mass.), 1986. p. 237-256.

ZANETTI, Camila Paula. **Identificação dos fatores influentes em atropelamentos de mamíferos silvestres na rodovia BR-116, trecho de Guaíba-Pelotas (RS)**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais) - Centro Universitário La Salle. Canoas, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE 2. Espécimes de *Ameiva ameiva* e *Amphisbaena alba*



APÊNDICE 3. Espécimes de *Aramides cajaneus* e *Bothrops jararaca*



APÊNDICE 4. Espécimes de *Callithrix penicilata* e *Caracara plancus*



APÊNDICE 5. Espécimes de *Cariama cristata* e *Chrysocyon brachyurus*



APÊNDICE 6. Espécimes de *Coendou prehensilis* e *Colaptes campestris*



APÊNDICE 7. Espécimes de *Conepatus semistriatus* e *Crotalus durissus*



APÊNDICE 8. Espécimes de *Cyclarhis gujanensis* e *Didelphis albiventris*



APÊNDICE 9. Espécimes de *Eira barbara* e *Epicrates cenchria*



APÊNDICE 10. Espécimes de *Eupetomena macroura* e *Herpailurus yagouaroundi*



APÊNDICE 11. Espécimes de e *Hirundo rustica* e *Hydrochoerus hydrochaeris*



APÊNDICE 12. Espécimes de *Leptodactylus labyrinthicus* e *Lycalopex vetulus*



APÊNDICE 13. Espécimes de *Mazama gouazoubira* e *Megascops choliba*



APÊNDICE 14. Espécimes de *Milvago chimachima* e *Nasua nasua*



APÊNDICE 15. Espécimes de *Penelope superciliares* e *Piaya cayana*



APÊNDICE 16. Espécimes de *Procyon cancrivorus* e *Ramphastos toco*



APÊNDICE 17. Espécimes de *Rhinella marina* e *Salvator merianae*



APÊNDICE 18. Espécimes de *Sicalis flaveola* e *Tamandua tetradactyla*

