

FATORES DA PAISAGEM POTENCIALIZADORES DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA SILVESTRE EM UM TRECHO DA RODOVIA GO-080, GOIÁS - BRASIL

Helena Bernardes Cortez

Universidade Federal de Goiás – UFG
Instituto de Estudos Socioambientais, Goiânia, GO, Brasil
hbcagrimensura@yahoo.com.br

Fabrizia Gioppo Nunes

Universidade Federal de Goiás – UFG
Instituto de Estudos Socioambientais, Goiânia, GO, Brasil
fabrizia@ufg.br

Alex Mota dos Santos

Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB
Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Ilhéus, BA, Brasil
alexmota@gfe.ufsb.edu.br

RESUMO

Estudos sobre ecologia de estradas são importantes no Brasil, pois a fragmentação das paisagens para construção da infraestrutura dos modais rodoviários, põe em risco a fauna silvestre e seus habitats. Em vista disso, este estudo tem como objetivo avaliar os fatores que potencializam os atropelamentos de fauna silvestre, em um trecho de uma rodovia localizada no estado de Goiás, porção central do Brasil. No decorrer da pesquisa, foram realizadas 31 vistorias de campo, com 76 registros de ocorrências de animais vertebrados atropelados em dois períodos distintos, de junho de 2019 a abril de 2020 e novembro de 2020 a março de 2021. A coleta de dados possibilitou a geração de produtos cartográficos e análises estatísticas de K de Ripley-2D e da densidade de Kernel, que evidenciaram os *hotspots* de atropelamentos. Os resultados revelaram que 38% das ocorrências foram no período seco, em trechos da rodovia que atravessam áreas fragmentadas de vegetação florestal. As áreas de formação vegetal contemplam 77,05% do entorno da rodovia, onde foram encontradas 41 carcaças de animais, totalizando 53,9% dos registros observados.

Palavras-chave: Ecologia de estradas. Análises estatísticas. Hotspot. Impactos ambientais.

LANDSCAPE FACTORS POTENTIATING WILDLIFE ROAD KILLS ON A STRETCH OF THE GO-080 HIGHWAY, GOIÁS - BRAZIL

ABSTRACT

Studies on road ecology are important in Brazil, as the fragmentation of landscapes for the construction of road modal infrastructure puts wildlife and its habitats at risk. In view of this, this study aims to evaluate the factors that potentiate the road kills of wild fauna, in a stretch of a highway located in the state of Goiás, the central portion of Brazil. During the research, 31 field surveys were carried out, with 76 records of the occurrence of vertebrate animals being run over in two different periods, from June 2019 to April 2020 and November 2020 to March 2021. Data collection enabled the generation of cartographic products and statistical analysis of K from Ripley-2D and Kernel density, which evidenced the roadkill hotspots. The results revealed that 38% of the occurrences were in the dry period, in stretches of the highway that cross fragmented areas of forest vegetation. The areas of vegetal formation cover 77.05% of the surroundings of the highway, where 41 animal carcasses were found, totaling 53.9% of the observed records.

Keywords: Road ecology. Statistical analysis. Hotspot. Environmental impacts.

INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas apontam para o fato de que animais silvestres evitam estradas de grande fluxo (MENNITT et al., 2013; MCGREGOR et al., 2013; SIH, 2013). Isso ocorre devido aos ruídos produzidos pelos veículos (MENNITT et al., 2013) e provavelmente devido a uma associação evolutiva entre ruídos e perigo (SIH, 2013). Por outro lado, segundo Heigl et al. (2016) o tráfego

rodoviário pode ter efeitos graves sobre os animais, especialmente quando eles estão envolvidos em acidentes, provocados pela necessidade do deslocamento de diferentes espécies, visto que o grau de retalhamento da paisagem e isolamento dos habitats podem ser elevados, diminuindo a qualidade dos ecossistemas (LANG e BLASCHKE, 2009).

No Brasil, os dados do 'atropelômetro' do Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas (CBEE, 2019) revelam que em média 15 animais são atropelados por segundo no país, o que resulta em 475 milhões de animais vitimados por ano. Essa estatística é baseada em trabalhos acadêmicos realizados em rodovias federais, em sua maioria de pista simples (RIBEIRO; LARANJA; BARBIERI, 2022; CAMPOS e SILVA, 2023).

Portanto, os atropelamentos da fauna silvestre nas estradas brasileiras, configuram um problema, pouco avaliado em muitas estradas do país, e conseqüentemente no estado de Goiás. Nesse sentido, vários são os fatores potencializados dos atropelamentos (CBEE, 2019), dentre os quais, podemos selecionar aqueles relacionados às características da paisagem por onde as estradas estão localizadas. Segundo Proppe et al. (2017), os modais rodoviários são um marco quase onipresente do mundo desenvolvido, mas sua presença não vem sem conseqüências.

Desta forma, essa pesquisa investiga os elementos da paisagem promotores dos atropelamentos da fauna silvestre, em um trecho de rodovia, localizada no estado de Goiás, porção central do Brasil. É importante destacar que o processo de ocupação do Brasil central, ocorreu pelas atividades do agronegócio, que para a ampliação da monocultura e criação de gados bovinos, provocou o desmatamento da savana brasileira. Simultaneamente, surge a necessidade da implantação de novas rodovias para a circulação de pessoas e mercadorias, o que ocasionou a ampliação do fluxo de veículos e juntamente, dos atropelamentos da fauna silvestre (VIEIRA et al., 2019).

Assim sendo, a motivação para esse estudo se deve ao fato de que diversos mamíferos, aves, répteis e anfíbios sofrem altas taxas de mortalidade por colisão com veículos motorizados, enquanto várias espécies tratam as estradas como barreiras que reduzem o fluxo gênico entre populações (KOCIOLEK et al., 2011; PROPPE et al., 2017). Neste sentido, diagnosticar quais espécies são mais vitimadas, no trecho em estudo, torna-se fundamental em termos de preservação da fauna local. Além disso, o custo da colisão numa estrada afeta não apenas a vida selvagem, mas também os condutores (PROPPE et al., 2017; BALČIAUSKAS et al., 2020).

Neste contexto, a análise da paisagem é um elemento importante, pois muitas espécies tendem a realizar as travessias, frequentemente e em taxas mais elevadas, em áreas específicas, potencialmente devido a fatores extremos um tanto previsíveis, como vegetação fragmentada, ausência de alimentos e escassez de água (LIN, 2016; PROPPE et al., 2017).

As metodologias para tais análises são variadas, dentre as quais aquelas que apresentam abordagem geográfica da localização dos elementos da paisagem (GONÇALVES, 2018; SCHWARTZ et al., 2020; JANG et al., 2022). Nesse sentido, a pesquisa de Heigl et al. (2016) empregou ortofotos, mapas de rede de estradas e dados de cobertura do solo para caracterização das áreas de atropelamentos da fauna silvestre. Mais recentemente, Balčiauskas et al. (2020) empregaram o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para detectar copas de plantas verdes vivas em dados de sensoriamento remoto multiespectral para delimitação de habitats de espécies vulneráveis aos atropelamentos. Diante de tais constatações e possibilidades, o objetivo desta pesquisa é avaliar os fatores da paisagem que potencializam os atropelamentos de fauna silvestre na rodovia estadual GO-080, entre a cidade de Goiânia, capital do estado de Goiás, e Petrolina de Goiás, com o emprego de ferramentas da geotecnologia e da estatística computacional.

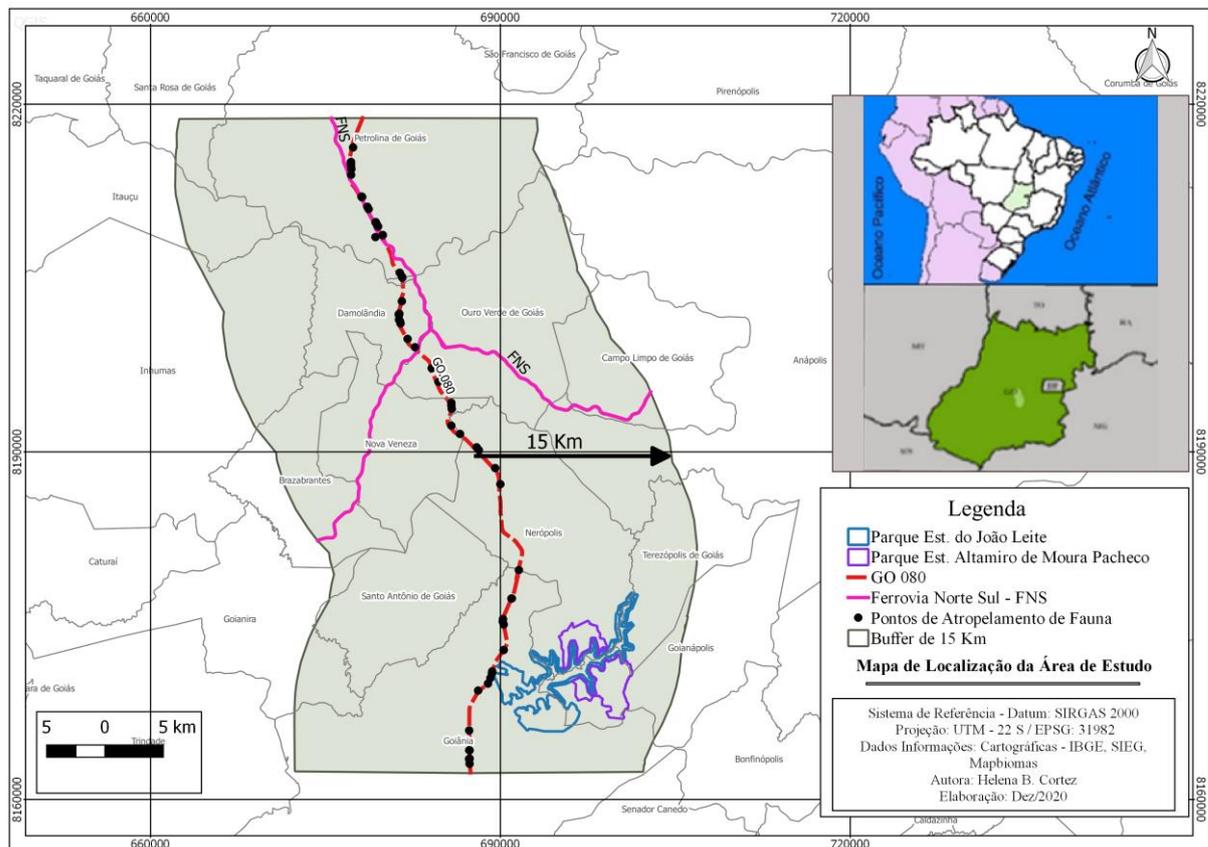
METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo é a rodovia GO-080, no trecho que liga Goiânia a Petrolina de Goiás, totalizando 63 km de extensão (Figura 1). Trata-se de uma região pressionada pelas atividades do agronegócio, principalmente de pastagens, intercaladas por um mosaico de pequenas áreas de vegetação de Cerrado. O regime de chuvas apresenta variação sazonal, com maiores índices de precipitação de outubro a abril, e baixos índices, de maio a setembro, caracterizando assim duas estações bem definidas, uma seca e a outra chuvosa (MASTELLA, et al., 2019).

A delimitação da área para o estudo se deu devido à recente duplicação da rodovia e por cortar áreas de vegetação florestal fragmentada, bem como a sua proximidade com o Parque Estadual do João Leite (PEJoL) e Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco (PEAMP), que são Unidades de Conservação (UCs), de Proteção Integral, do reservatório de abastecimento de água João Leite.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Elaboração - os autores (2023).

Desta forma, foi definida uma área de influência de entorno, a partir da geração de um *buffer* de 15 km à margem esquerda e direita da GO-080. Este recorte espacial serviu de base para a elaboração de produtos cartográficos direcionados à avaliação da cobertura e uso da terra e de outros condicionantes (atributos) da paisagem que podem influenciar a travessia da fauna silvestre.

Ascensão et al. (2017) ao avaliarem o padrão espacial da mortalidade de mamíferos de médio-grande porte em estradas no Mato Grosso do Sul, realizaram o mapeamento da cobertura e uso da terra para todo o estado, considerando um *buffer* de 5 km, para avaliar a ponderação de atropelamentos baseada na distância às rodovias. Porém, é importante esclarecer que nesta pesquisa, o *buffer* de 15 km foi definido de forma a envolver as UCs no entorno da rodovia, que neste trabalho, foram consideradas como unidades vitais de abrigo da fauna silvestre que transita na região.

Fonte dos dados

Para o reconhecimento dos elementos da paisagem, da matriz de entorno à rodovia, foram utilizados dados sobre uso e cobertura da terra do projeto MapBiomas. Este projeto, utiliza imagens do *Land Remote Sensing Satellite* (LANDSAT), versão 8, sensor *Operational Terra Imager* (OLI), com os números digitais originais (DN) convertidos para o topo da atmosfera (TOA) de refletância, tornando-se assim, adequadas para análise da paisagem (SOUZA et al., 2020).

Como complementação, foram utilizados também dados vetoriais no formato *shapefile*: da hidrografia, malha viária e limites de municípios, além de dados matriciais da declividade e altimetria do terreno. Esses dados foram obtidos do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (Topodata/ INPE), *United States Geological Survey* (USGS), Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os registros de atropelamentos foram coletados através de um Cadastro Georreferenciado dos animais atropelados, no decorrer das visitas quinzenais, com veículo automotivo a velocidade mínima permitida (55 km/h). Devido às limitações da velocidade mínima permitida, cada vistoria era realizada em dois trajetos, um de ida (Goiânia a Petrolina de Goiás) e o outro de retorno (Petrolina de Goiás a Goiânia). Em geral, tem-se percebido que os levantamentos têm ocorrido na velocidade mínima permitida pela rodovia, a exemplo do trabalho de Dias, Lopes e Reis (2021) que realizaram inspeções motorizadas na rodovia MA-106 (Maranhão) a uma velocidade de 50 km/h a 60 km/h, para verificar o número de vertebrados silvestres mortos por atropelamentos. No entanto, Santana (2012) realizou a vistoria de atropelamentos de vertebrados em rodovias da região central do Rio Grande do Sul, a uma velocidade mínima permitida de 40 km/h.

As visitas aconteceram em duas etapas, a primeira entre os meses de junho de 2019 a abril de 2020, e a segunda, entre novembro de 2020 a março de 2021. A divisão em duas etapas se deu pela necessidade da verificação dos dados devido à baixa ocorrência de carcaças de animais nos meses chuvosos. Os pontos de atropelamentos dos animais vitimados foram registrados por meio de fotografias convencionais, de suas carcaças, para posterior identificação da espécie. Neste processo, utilizou-se o aplicativo *Timestamp* instalado em um celular, que permite informar na fotografia as coordenadas, data e o norte magnético do local.

Para a análise das condicionantes da paisagem foram identificadas na matriz de entorno (*buffer* de 15 km) em cada ponto de registro de atropelamento: as tipologias da cobertura e uso da terra; remanescentes florestais; presença de corpos d'água; indicativos de queimadas; topografia e declividade do terreno, entre outros elementos que podem servir de potencializadores, ou não, das travessias de animais.

Nos pontos de maior incidência de atropelamentos foi verificado também, via observações de campo, as condições da pista como: sinalização, limite de velocidade, pista dupla ou não, pontes e pontilhões, passagens subterrâneas/inferiores a rodovia, túneis, passagens superiores (viadutos elevados), canteiros centrais, cercas guias e efeito barreira.

Por fim, foram processados e mapeados dados de focos de calor obtidos do BDQUEIMADAS/INPE, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Tais ocorrências podem servir de indicadores de queimadas e/ou incêndios florestais, sendo os focos de calor, *pixels* nas imagens, detectados pelos sensores, quando a temperatura do solo é superior a 47°C (MARQUES e COSTA SOBRINHO, 2020).

Tratamento estatístico dos dados

A verificação da frequência de atropelamentos foi calculada pela razão entre o número de amostras coletadas e a quilometragem percorrida da área de estudo, conforme Freitas (2012) e Ribeiro (2016). Foi empregada também a estatística de K de *Ripley 2D* utilizando o *software* SIRIEMA, versão 2.0, desenvolvido pela equipe técnica do Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias (NERF), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS e de acesso gratuito (RIBEIRO, 2016; GUIMARÃES, 2017).

De acordo com Coelho, Teixeira e Kindel (2014) a Equação 1, representa a estatística de K de *Ripley 2D*, aplicada pelo *software* SIRIEMA. Ela estabelece a não aleatoriedade das ocorrências de atropelamentos registradas na rodovia, possibilitando observações da localização dos *hotspots*.

$$K(r) = \frac{D}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n 2r / C_i(r) \sum_{j \neq i} f_{ij} \quad (1)$$

Onde: K(r) = valor da estatística K para a escala; D = comprimento da rodovia; n = número de eventos; r = raio; i = evento; j = outro evento; C_i(r) = comprimento da estrada dentro do círculo de raio

(r) centrado no evento i; f_{ij} = índice igual a 0 se j está fora do círculo de raio r centrado em i, ou igual a 1 se j está dentro dessa área.

A utilização da função (L) possibilitou a avaliação da intensidade das ocorrências de atropelamentos de fauna silvestre, conforme a Equação 2.

$$L(r) = K(r) - K_s(r) \quad (2)$$

Onde: $L(r)$ = a diferença entre o valor da estatística K observado para a escala (r) em um valor médio de K simulado para a escala (r) e; $K_s(r)$ = a média dos valores de K em simulações de distribuição aleatória dos eventos.

A utilização da estatística de K de Ripley 2D na Equação 1, possibilitou a análise dos eventos, realizando o incremento de raios necessário e considerando toda a extensão da rodovia. A Equação 2 possibilitou o estudo dos possíveis agrupamentos dos atropelamentos de fauna silvestre (COELHO; TEIXEIRA; KINDEL, 2014). Assim, após análise dos dados foi possível a identificação dos pontos de atropelamentos de fauna. Para a análise dos *hotspots* foi aplicada a análise de HotSpot 2D, representada pela Equação 3.

$$H_i(r) = 2r/C_i(r) \sum_{j=1}^n f_{ij} \quad (3)$$

Onde: $H(r)$ = valor de agregação para o ponto i considerando a escala r; n = número de eventos de atropelamentos; r = raio definido; i = ponto no traçado da rodovia; j = evento de atropelamento; $C_i(r)$ = comprimento da estrada dentro do círculo de raio r centrado no ponto i; f_{ij} = índice igual a 0 se j está fora do círculo de raio r centrado em i, ou igual ao valor de Z.

A Equação 4 possibilitou a análise das intensidades das ocorrências do agrupamento dos atropelamentos.

$$HS = H_i(r) - H_s(r) \quad (4)$$

Onde: H_s = intensidades das ocorrências do agrupamento dos atropelamentos. $H_i(r)$ = valor de agregação para o ponto i considerando a escala (r); $H_s(r)$ = a média dos valores de H em simulações de distribuição aleatória dos eventos.

Pela densidade de Kernel (KDE) foi possível ainda analisar o agrupamento dos atropelamentos de fauna no software SIRIEMA. Para que isso ocorresse foi necessária a identificação inicial e final de cada trecho. Assim, o software possibilitou a comparação da estatística de KDE, K de Ripley 2D e HotSpot 2D, promovendo uma definição estatística precisa dos *hotspots* de atropelamentos da fauna, em histogramas de saída.

Como produto final foi criado no software QGIS (versão 3.16), um mapa de calor com raios variando de 1.000m e 7.000m, para as análises dos *hotspots* dos atropelamentos. Este teve como objetivo melhorar a visualização espacial dos pontos de incidência de atropelamentos dos animais silvestres. Para o ajuste das informações ocorreu a combinação do produto cartográfico gerado com os dados estatísticos de K de Ripley 2D, KDE e Hotspot 2D, sendo possível a melhor definição visual dos *hotspots* de atropelamentos. A densidade de Kernel também foi aplicada para análise dos focos de calor, utilizando o software QGIS, que é um programa de Sistemas de Informações Geográficas de acesso livre.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As visitas em campo resultaram num percurso de 3.906 km percorridos, com 76 registros de animais silvestres vitimados, num período de 16 meses. Das carcaças avaliadas *in loco* e/ou por fotografia convencional, pode-se determinar a espécie de 63 animais entre mamíferos, aves e répteis (Tabela 1). Entretanto, 13 carcaças localizadas não puderam ser identificadas, devido ao estado de decomposição avançado.

Dentre as espécies registradas no Livro Vermelho da Fauna de Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção (ICMBIO/MMA, 2018), destaca-se o tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) com

categoria de critério de ameaça ao nível estadual e nacional. Nesta pesquisa, salientamos o número relativamente elevado, para um período de 15 meses de observação, de 17 carcaças de *Myrmecophaga tridactyla* registradas. Mesmo não havendo possibilidade de identificação de algumas espécies, todos os animais localizados foram contabilizados, excluindo as carcaças de animais domésticos identificados pela: cor do pelo, estrutura da carcaça, porte, etc.

Tabela 1 - Registro das carcaças da fauna silvestre localizadas na GO-080 (2019 a 2021).

Espécie	Nome popular	Registros
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Tamanduá-bandeira	17
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Cachorro-do-mato	16
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	Lontra	10
<i>Coendou prehensilis</i> (Linnaeus, 1758)	Ouriço	7
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Urubu-de-cabeça preta	3
<i>Dasypus cf. novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Tatu-galinha	2
<i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840)	Gambá	2
<i>Sapajus apella</i> (Linnaeus, 1758)	Macaco-prego	2
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Tamanduá-mirim	2
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	Capivara	1
<i>Boa constrictor</i> (Linnaeus, 1758)	Jiboia	1
Animais não identificados	----	13
TOTAL		76

Fonte - Os autores (2021).

Das classes de vertebrados silvestres atropelados sobressaem os mamíferos. Assim, das 76 carcaças contabilizadas, 72 são referentes a mamíferos de pequeno a grande porte, como: cachorros do mato, tamanduá bandeira, tamanduá mirim, macacos, lontras, ouriços, gambás e capivaras. Esta predominância de mamíferos atropelados em rodovias brasileiras, em relação às outras espécies de animais vertebrados, também foi verificada por outros pesquisadores, tais como: Santana (2012); Braz e França (2016); Guimarães (2017). Desta forma, uma das questões a ser assinalada, referente aos resultados obtidos é a inexistência de anfíbios registrados, o encontro de apenas um réptil e de três aves. As aves são referentes aos urubus de cabeça preta (*Coragyps atratus*), típicos na região, e que são atraídos pelas carcaças de outros animais.

Ademais, é importante mencionar que Coelho, Kindel e Coelho (2008) já haviam identificado a espécie *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), como a mais vitimada por atropelamentos em rodovias brasileiras. Cirino e Freitas (2018) classificam o *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) como uma das quatro espécies de mamíferos mais registradas em atropelamentos no Brasil. Assim sendo, podemos avaliar que os dados levantados nesta pesquisa (Tabela 1), são semelhantes aos observados pelos referidos autores.

Estatística: hotspots de atropelamentos

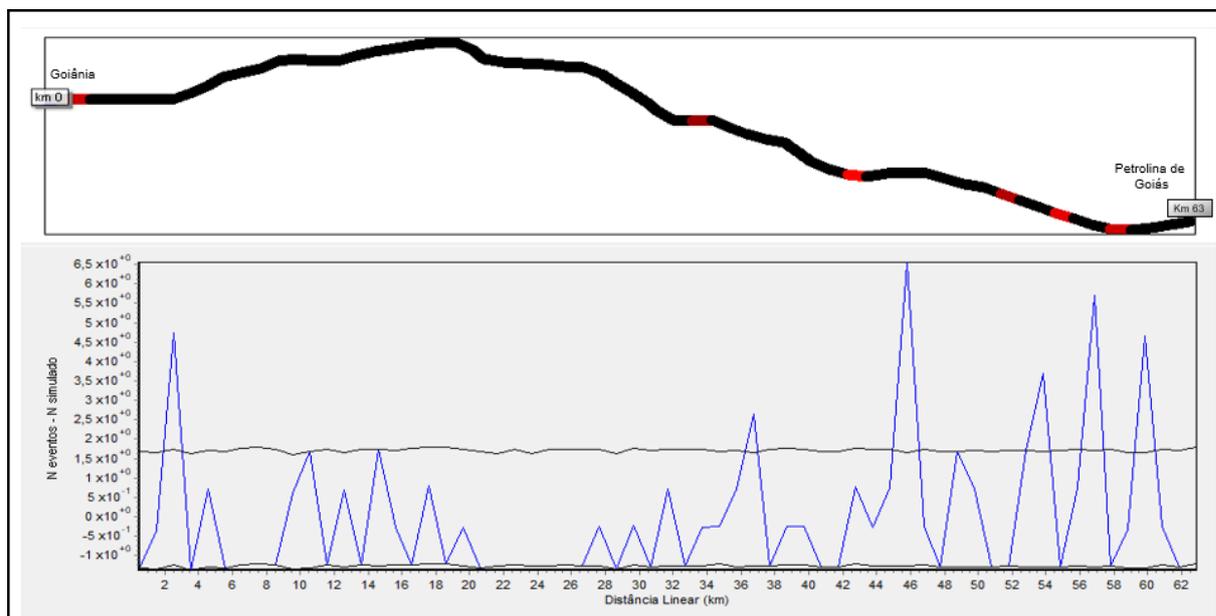
Como primeira avaliação foi dimensionada a frequência (F) de atropelamentos, considerando o número total de cada uma das espécies de animais atropelados (AA), dividido pela quilometragem (km) percorrida durante as vistorias de campo. Como resultado, obteve-se a frequência de indivíduos vitimados por quilômetro percorrido (i/km). A frequência encontrada de répteis foi de 0,0002 i/km, das aves de 0,001 i/km e de mamíferos de 0,015 i/km, em um total de 0,016129 i/km, desconsiderando os animais que não puderam ser identificados.

Do valor da frequência foi possível calcular a incidência (I) que considera o número admissional um (1) dividido pela frequência (F) do atropelamento de fauna. A incidência calculada representa a quantidade de quilômetros percorridos necessária para encontrar um exemplar de animal silvestre atropelado. Como resultado obteve-se 3906,0000 (1/f) para os répteis, 1302,0000 (1/f) para as aves e 66,2034 (1/f) para os mamíferos.

O teste de não-aleatoriedade K de Ripley 2 D possibilitou a definição dos trechos da rodovia que contém as maiores concentrações de mortalidades de animais silvestres. O teste foi aplicado em toda extensão da rodovia em análise, estabelecendo-se, os locais de maior ocorrência de atropelamentos. Considerando um raio inicial de 500m, incremento de raio de 200m, com 1.000 simulações e grau de confiança igual a 95%, constatou-se uma baixa incidência dos registros localizados entre o km 0 ao km 22. Tal resultado demonstra valores dispersos do número de atropelamentos neste percurso da rodovia. Porém, é importante destacar a presença concentrada de alguns registros, logo no início do trajeto. Já os trechos, localizados, entre o km 33,3 ao km 39 e do km 44,5 ao km 45,7, demonstram uma distribuição expressiva dos registros.

Da análise do *Hotspot* 2D, do software SIRIEMA (Figuras 2), obteve-se a demarcação visual dos *hotspots* de atropelamentos da fauna silvestre, em um histograma. Assim, e de acordo com Coelho, Teixeira e Kindel (2014) a linha em azul representa a função N eventos - N simulados. Por sua vez, cada apontamento, destacado em vermelho, sobre a linha preta que define o limite de confiança, representa os locais de registros de *hotspots*.

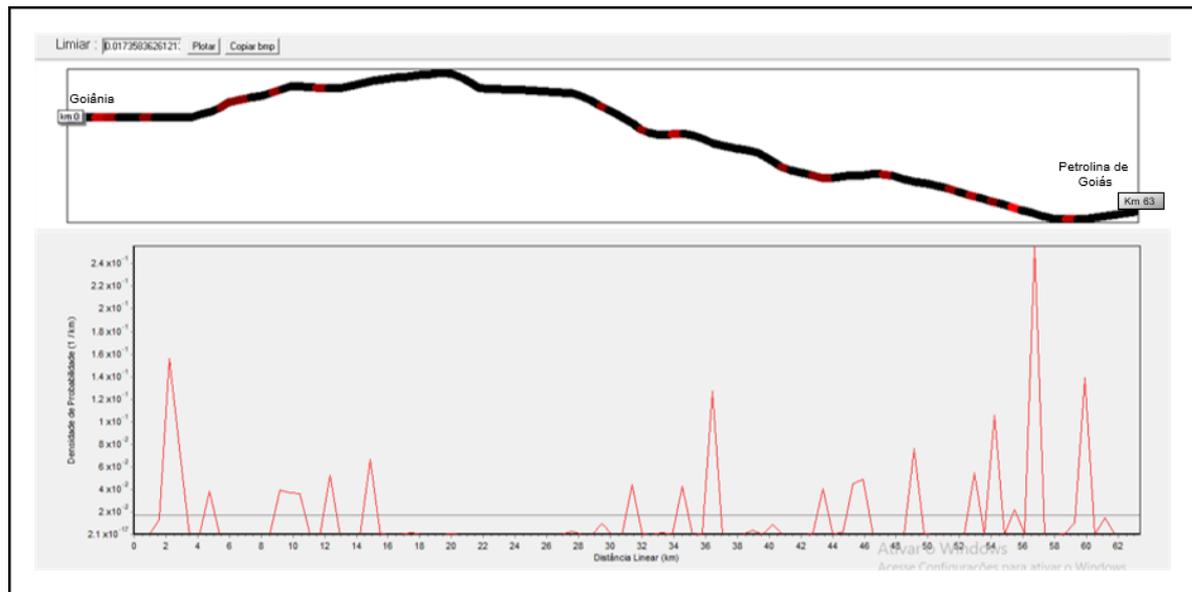
Figura 2 - Estatísticas espaciais de atropelamento da fauna silvestre - *Hotspot* 2D (raio de 500, 1000 simulações e divisões de 1000m).



Elaboração - os autores (2022).

Do software SIRIEMA 2.0, resultou também a aplicação estatística do método da Função de Densidade de Probabilidade - Kernel (KDE). Essa última estimativa possibilitou a análise da função de probabilidade de evento como ilustra no gráfico da Figura 3. No referido gráfico observa-se agregações significativas de mortalidades em trechos críticos de atropelamentos, coincidentes, com os testes estatísticos anteriores, ou seja, do *Hotspot* 2D e K de Ripley 2 D.

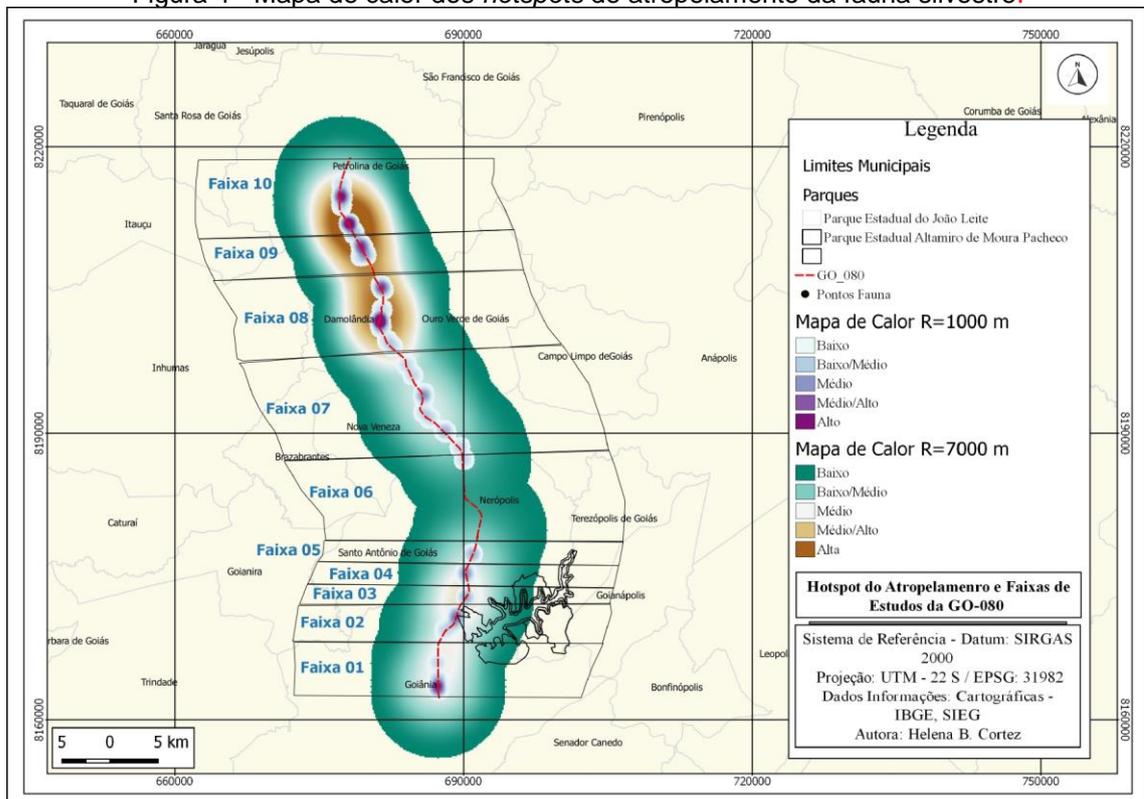
Figura 3 - Função de densidade de probabilidade - Kernel (KDE).



Elaboração: os autores (2022).

Os cálculos estatísticos dos três métodos trouxeram dados próximos, que proporcionaram o reconhecimento dos *hotspots* de atropelamentos da fauna silvestre. Estes indicam a divisão da rodovia em trechos, conforme ocorre a identificação das áreas mais críticas, ou não. Para a complementação da análise, em uma combinação dos dados estatísticos e produto cartográfico, foi gerado o mapa de calor pela estimativa de Kernel. Como resultado, teve-se a representação espacial dos *hotspots* de atropelamentos da fauna em manchas de calor, com raios de 1.000m e 7.000m, que foram definidos por promoverem a melhor visualização das áreas de atropelamentos (Figura 4).

Figura 4 - Mapa de calor dos *hotspots* de atropelamento da fauna silvestre.



Elaboração - os autores (2022).

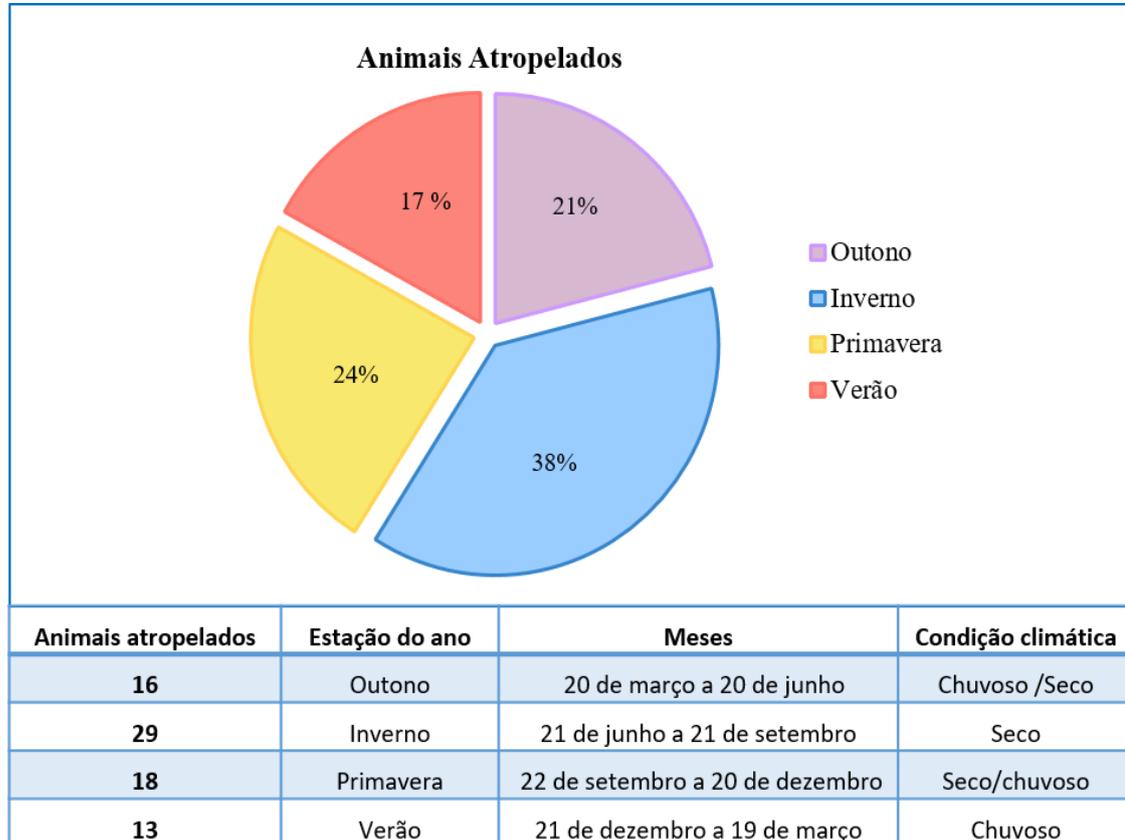
O mapa de calor serviu para legitimar, onde estão situados os trechos críticos de maiores mortalidades da fauna silvestre, em que devem ser concentradas as medidas de mitigação. Assim, pode-se avaliar que as manchas de densidade de Kernel da classe alta, que representam trechos de *hotspots* de atropelamentos, tanto para a estimativa com raio de 1.000 m com para a de 7.000 m, estão localizadas, predominantemente, no trecho da rodovia entre os municípios de Damolândia e Petrolina de Goiás. Outro fator observado é um pico de *hotspot* próximo ao município de Goiânia. Este, provavelmente, está associado às presenças dos parques estaduais do João Leite e Altamiro de Moura Pacheco, que servem de abrigos, à fauna silvestre que circula na região. É relevante salientar que este trecho já havia sido demarcado também pelas estatísticas K de *Ripley 2D*, *Hotspot 2D* e Kernel (KDE) do software SIRIEMA.

Vieira et al. (2019), já haviam observado que mesmo em áreas de Unidades de Conservação, que oferecem abrigo e proteção para as espécies silvestres, estas não estão livres dos efeitos das implantações de rodovias, tendo em vista que o animal pode facilmente extrapolar os limites das UCs, corroborando assim, para esta análise.

Condicionantes da paisagem: a influência da sazonalidade climática

A influência da sazonalidade climática no comportamento dos animais atropelados é verificada na Figura 5. Nesta, é possível avaliar que a maior porcentagem, cerca de 38%, dos 76 animais vitimados concentra-se no período de inverno (junho a setembro), ou seja, durante a estação de baixa pluviosidade, quando a escassez de alimentos e água é maior no Cerrado brasileiro. Entretanto, é importante esclarecer que o número de mortalidades por atropelamentos, observado nas diferentes estações do ano, é decorrente do táxon e do regime climático de cada região (SANTOS; ROSA; BAGER, 2012).

Figura 5 - Animais atropelados e suas respectivas porcentagens por estação do ano.



Elaboração - os autores (2022).

Condicionantes da paisagem: matriz de entorno

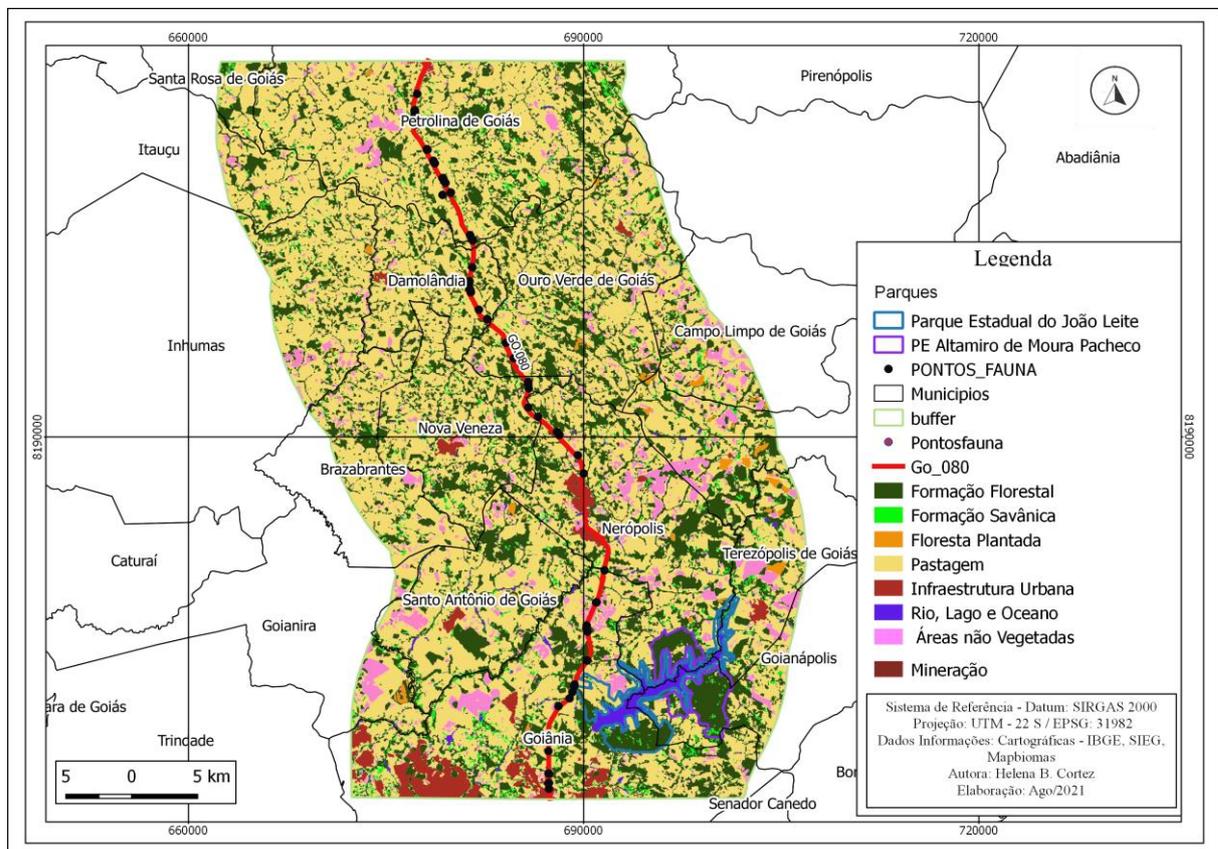
Os resultados para a condicionante uso e cobertura da terra, que é refletido pela matriz de entorno da rodovia, revelou que 53,9% dos atropelamentos foram mapeados em trechos em que a rodovia intercepta áreas de formação florestal, 43,4% em áreas de pastagens e 2,6% em áreas urbanas. Somente duas carcaças foram registradas em perímetros urbanos, demonstrando, que a concentração dos animais silvestres vitimados está próxima às áreas de formação florestal, onde estes possuem seus habitats e acesso aos alimentos e corpos d'água.

De acordo com Hilário et al., (2021) a tipologia de uso e cobertura da terra afeta diretamente a biodiversidade da fauna silvestre. Além disso, segundo Vieira et al. (2019), um dos principais transtornos das rodovias é a fragmentação de habitats, dificultando o fluxo das espécies. Portanto, é importante compreender, quais são os efeitos das mudanças provocadas pelos modais rodoviários sobre as espécies, avaliando as áreas fragmentadas e observando cada mancha e sua localização. Essa análise ocorre por meio de uma diversidade métrica das classificações de cobertura e uso da terra (SOUTHWORTH et al., 2004; MENDES, 2018).

A Figura 6 representa o mapa de cobertura e uso terra da matriz de entorno da GO-080, em um *buffer* de 15 km de suas pistas. No referido mapa é possível verificar o predomínio de pastagens e de áreas de vegetações fragmentadas, que se tornam um verdadeiro mosaico de pequenos remanescentes de formação florestal e savânica, de baixas conectividades entre si. Na malha urbana, como já mencionado, é importante reafirmar que as ações humanas proporcionam o afastamento da fauna silvestre, devido aos ruídos e a escassez de alimentos e/ou corpos d'água (BAGER, 2012; SANTANA, 2012; BROETTO et al., 2016).

Neste sentido, a fauna que circula na região de influência da rodovia está suscetível aos impactos negativos da perda de conectividade das manchas de vegetação natural, efeito barreira e a redução na qualidade dos habitats locais. Para Goerl et al. (2011) a conectividade da vegetação é compreendida juntamente com o nível de sua fragmentação e, portanto, possibilita avaliar o grau da facilidade ou não, que as espécies da fauna ou da flora podem se mover entre as unidades de paisagem. Deste modo, a análise da estrutura da paisagem por intermédio do mapeamento de uso e cobertura da terra, torna-se um elemento de diagnóstico da paisagem.

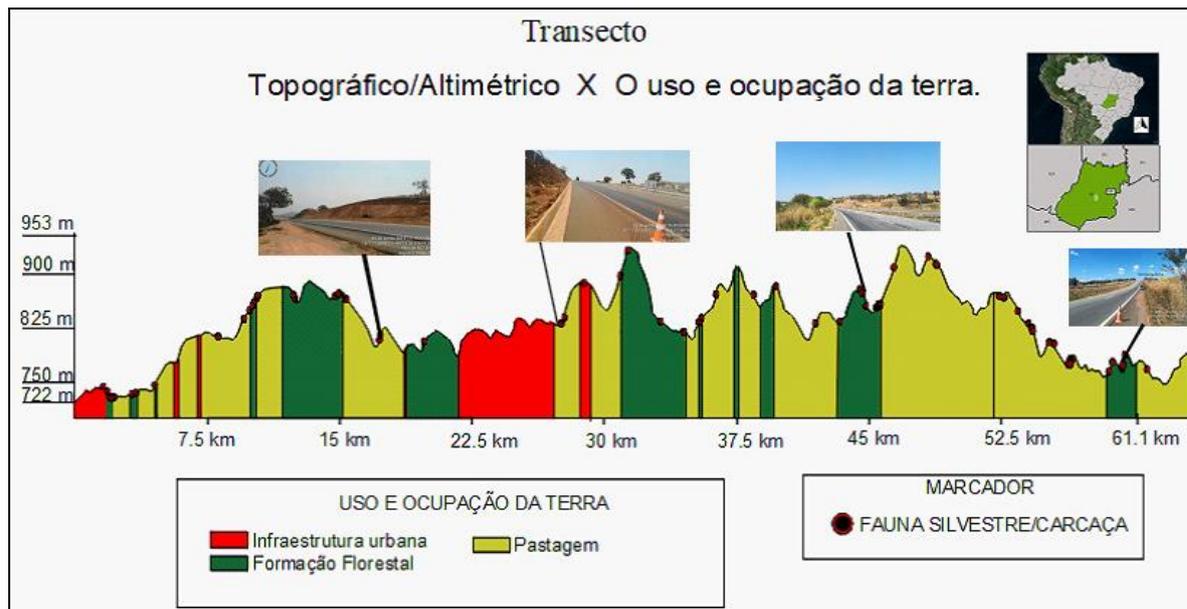
Figura 6 - Mapa de cobertura e uso da terra (matriz de entorno).



Elaboração: os autores (2022).

Objetivando uma visualização mais detalhada das características da matriz de entorno, a Figura 7, apresenta o transecto topográfico da rodovia monitorada. Sua informação é constituída pelo perfil longitudinal da altitude do terreno e características da tipologia de uso e cobertura da terra do entorno imediato, intersectados aos pontos de atropelamentos de fauna silvestre. A união destas três informações evidencia que existem concentrações de atropelamentos em trechos coincidentes e específicos. Assim, elucida-se que os animais ao tentarem realizar a travessia, sofrem com o efeito barreira, causados pela construção da rodovia e desníveis topográficos.

Figura 7- Transecto da GO-080 (trecho km 0 ao km 63).



Elaboração - os autores (2022).

Ao avaliar o transecto da rodovia, percebe-se a diferença de nível da área de estudo, de aproximadamente 231m. Isso demonstra a presença de alguns taludes expressivos de cortes ou aterros. Além disso, como já observado no mapa de cobertura e uso da terra é nítida a presença da pastagem próxima à rodovia, ocasionando a fragmentação do habitat destes animais. Dias, Lopes e Reis (2021) já haviam destacado que a intensidade dos atropelamentos também é influenciada pelos atributos da paisagem, ou seja, do uso e cobertura da terra da matriz de entorno e das condições topográficas da rodovia.

Um outro fator da paisagem que chamou a atenção, devido à alta concentração de registros de atropelamentos correlatos, certa de 36 pontos, foi a presença de um segundo modal de transportes, ou seja, a Ferrovia Norte-Sul. Seu traçado é nitidamente visto nos dois lados da pista por mais de 30% da área de estudo (Figura 1), causando repercussões sobre o efeito dupla barreira e aumento do tempo de travessia dos animais. Neste trecho, em que os dois modais se aproximam, abeira-se a presença de um corpo d'água, onde seis (6) carcaças de animais da mesma espécie foram registradas, trata-se da *Lontra longicaudis*.

Tais registros foram efetivados em 5 vistorias diferentes, três dessas nos meses de inverno, ou seja, em época de seca e as demais em cada uma das outras estações do ano. Para Mendes (2018), em trechos de rodovias que atravessam regiões de vegetação fragmentada, pode-se prever, as diversidades de espécies atingidas pelo efeito barreira, imposto pelas obras lineares. Já a ocorrência de atropelamentos próximos a corpos d'água é estudada e reconhecida por inúmeros autores (FISHER, 1997; PRADA, 2004; FREITAS, 2012). A forma de se evitar a mortalidade da fauna silvestre nessas regiões é evitando a passagem do traçado da rodovia paralelamente a rede hidrográfica e evitar a passagem de rodovias cortando áreas úmidas.

Além disso, a presença de alimentos como grãos, sementes, frutas, plantas herbáceas na pista e/ou próxima destas são fatores que atraem os animais silvestre em busca de alimentos, principalmente

nos períodos de escassez, favorecendo os atropelamentos (COFFIN, 2007). No caso das áreas de pastagens estas podem representar espaços de locomoção das espécies. Santana (2012) observou uma associação expressiva de espécies de mamíferos silvestres atropelados, com trechos de rodovias que atravessam áreas de pastagens, consideradas pelo autor, como áreas abertas e, portanto, de fácil movimentação.

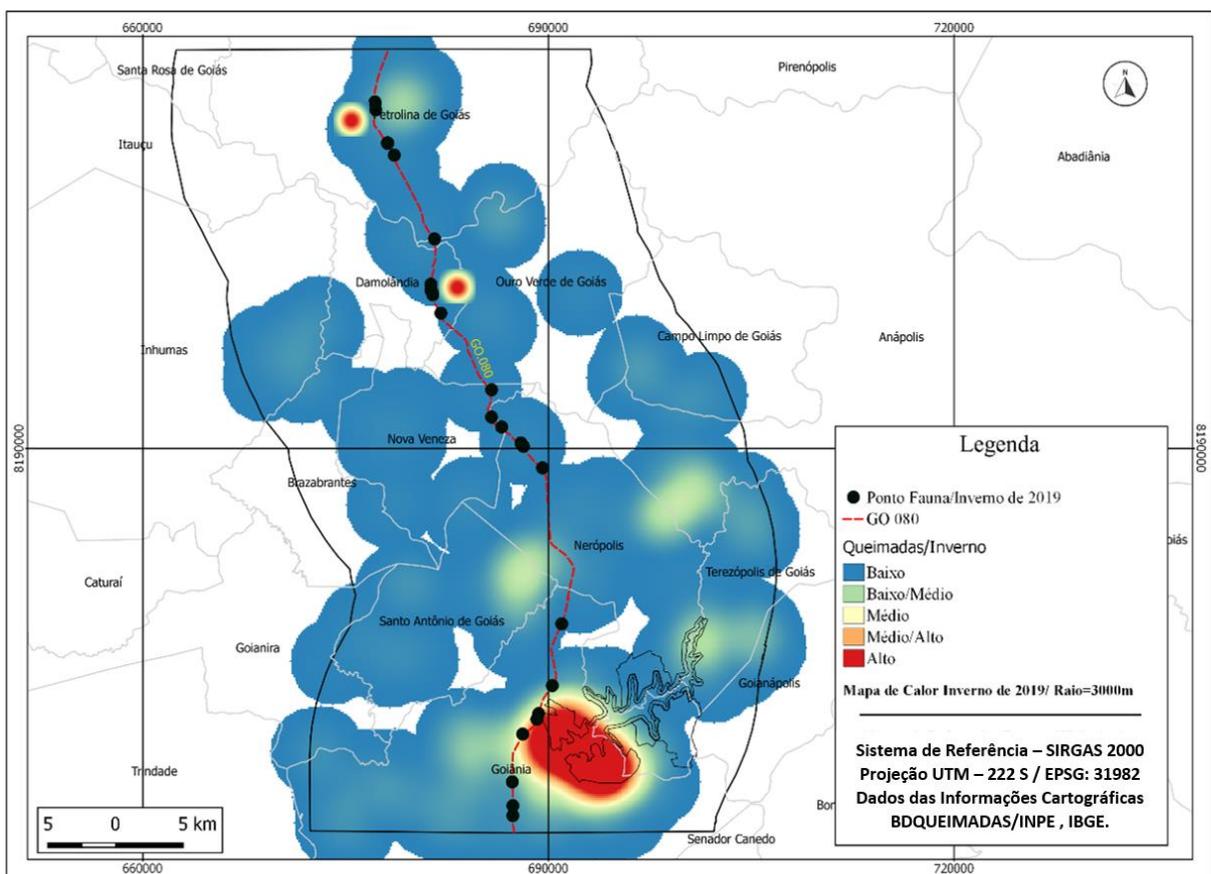
Condicionantes da paisagem: os incêndios e queimadas

De modo geral, foi possível observar um maior número de focos de calor em pontos específicos da rodovia, nos trechos, que cruzam os municípios de Damolândia e Petrolina de Goiás e próximo a UC do PEJoL. Nestes pontos, estão associadas diversas ocorrências de carcaças de animais silvestres atropelados. Além disso, o maior número de focos de calor está concentrado nos meses de inverno, ou seja, no período de seca.

Comportamento semelhante foi analisado por Abreu e Souza (2016), que constataram manchas de densidade alta, de focos de calor, em terras indígenas do estado do Mato Grosso durante o período de inverno. Nascimento, Araújo e Ferreira (2011) verificaram também a tendência do aumento de focos de calor a partir do mês de julho, com pico máximo no mês de setembro para o estado de Goiás, ou seja, em meses de inverno característicos de estação seca.

A Figura 8, apresenta o mapa de Kernel dos focos de calor ocorridos nos meses de inverno. Na referida figura é possível evidenciar a configuração espacial deste evento, que é bastante disperso por todo o recorte em análise, resultando em uma multiplicidade de raios de densidade de Kernel das classes baixo e baixo-médio. Porém é visível as manchas de calor das classes médio-alto e alto, nos três trechos já mencionados, com destaque para a região de entorno do Parque Estadual João Leite.

Figura 8 - Densidade de Kernel dos focos de calor ocorridos no inverno e registros de atropelamentos, corroidos no mesmo período.



Elaboração - os autores (2022).

Neste trecho foram contabilizadas 14 carcaças de animais silvestres. A relação entre o posicionamento geográfico da alta densidade de focos de calor e a ocorrência de animais atropelados pode estar associada à travessia de animais que utilizam a UC como habitat natural em atividades de fugas, devido às queimadas e/ou incêndios florestais.

Em estudo realizado sobre a fauna silvestre afetada por queimadas na região do Araguaína TO, Nascimento e Gering (2018) verificaram que as áreas atingidas por focos de queimadas provocam impactos severos ao ambiente com elevadas alterações na paisagem, perdas de indivíduos e diminuição da área habitada por número de animais. Durante a fuga aves, mamíferos e répteis tendem a escapar por rodovias e estradas, o que facilita a ocorrência de atropelamentos, sendo assim, as queimadas consideradas pelos referidos autores como causas indiretas da mortalidade das espécies por atropelamentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa permitiram algumas considerações, dentre as quais, que o registro de mamíferos atropelados é maior nos meses de inverno, ou seja, no período de estiagens no Cerrado brasileiro. Nesse sentido, a escassez de alimentos e água revela forte influência no hábito de deslocamento dos animais. Porém, e mesmo tratando-se de uma consequência natural da transformação de ambientes sujeitos a fortes variações sazonais, a relação entre taxas de atropelamentos e índices de precipitação, deve ser melhor estudada em trabalhos futuros.

Os pontos de atropelamentos, em sua maioria, estão associados às áreas em que a rodovia atravessa fragmentos de vegetação intercalados a áreas de pastagens. Portanto, a diminuição dos habitats naturais da fauna silvestre faculta a necessidade de sua circulação, sugerindo assim, uma relação direta com a demanda de busca por novos abrigos e alimentos.

A abordagem estatística, junto aos mapas de calor, permitiu identificar ainda quais são os trechos mais propensos aos atropelamentos. No caso desta pesquisa, destaca-se o trecho de Damolândia a Petrolina de Goiás, onde se aproximam os dois modais de transportes, e o trecho da rodovia próximo as UCs (PEJoL e PEAMP).

Por fim, é importante mencionar que esta pesquisa corrobora com as percepções de outros autores, revelando que o tipo da matriz de entorno, característica da sazonalidade climática, fragmentação da vegetação e focos de calor (queimadas e incêndios) são elementos da paisagem que influenciam nos atropelamentos. À vista disso, tais considerações juntamente com a metodologia de análise aplicada, podem servir de base para orientações de políticas públicas, que visem medidas preventivas de trânsito, que favoreçam a preservação da vida silvestre em rodovias. Dentre as ações, destacam-se a implantação de travessia dos animais nas vias, a implantação de corredores ecológicos e a melhor sinalização nos trechos críticos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F. A.; SOUZA, J. S. A. Dinâmica espaço-temporal de focos de calor em duas terras indígenas do estado de Mato Grosso: uma abordagem geoespacial sobre a dinâmica do uso do fogo por Xavantes e Bororos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n.1, p. 1-10, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.041813>
- ASCENSÃO, F.; DESBIEZ, A. L. J.; MEDICI, E. P.; BAGE, A. Spatial patterns of road mortality of medium-large mammals in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Wildlife Research**, v. 44, n. 2, p. 135-146, 2017. <http://dx.doi.org/10.1071/WR16108>
- BAGER, A. **Ecologia de estradas**. Lavras: Ed. Universidade Federal de Lavras - UFLA, 2012.
- BALČIAUSKAS, L.; WIERZCHOWSKI, J.; KUČAS, A.; BALČIAUSKIENĖ, L. Habitat suitability based models for ungulate roadkill prognosis. **Animals**, v. 10, n. 8, p.1345, 2020. <https://doi.org/10.3390/ani10081345>
- BRAZ, V. S.; FRANÇA, F. G. R. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. **Biota Neotrópica**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2016. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2014-0182>

BROETO, D. B.; TESORI, S. P.; MOREIRA, J. C.; CORREIA JUNIOR, A. A. Monitoramento de fauna atropelada nas rodovias SC-155 e PRC-280 no entorno de uma unidade de conservação. In: VI CONTEXTOS E CONCEITOS: MOSTRA DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO. Palmas. Anais [...]. Palmas: IFPR, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/313693315>. Acesso em: 27 set. 2019.

CAMPOS, A.; SILVA, A. G. C. Análise da fauna silvestre atropelada e da efetividade das estruturas de proteção da fauna na BR-487 ao lado da Reserva Biológica das Perobas, no sul do Brasil. **Revista Biodiversidade Brasileira (BioBrasil)**. Brasília, v. 13, n. 1, p. 1-17, 2023. <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v13i1.2059>

CBEE - Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. **Atropelômetro**. 2019. Disponível em: <http://www.cbee.ufpa.br/portal/atropelometro/>. Acesso em: 1 jun. 2020.

CIRINO, D. W.; FREITAS, S. R. Quais são os mamíferos silvestres mais atropelados no Brasil? In: 5º WORKSHOP DE EVOLUÇÃO E DIVERSIDADE, 2018, Santos-SP. **Anais....** Santo André, UFABC, 2018. p. 48-56. Disponível em: <http://propg.ufabc.edu.br/evodiv/>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

COELHO, I. P.; KINDEL, A.; COELHO, A. V. P. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, n. 1, p. 689-699, 2008. <https://doi.org/10.1007/s10344-008-0197-4>

COELHO I. P.; TEIXEIRA F.T.; KINDEL A. **Siriema: road mortality software**. Manual do Usuário, v. 2.0. Porto Alegre: NERF/UFRGS, 2014. Disponível em: www.ufrgs.br/siriema. Acesso em: 3 ago. 2021.

COFFIN, A. W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography**, London, v. 15, n. 1, p. 396-406, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.11.006>

DIAS, C. D. C.; LOPES, S. M. C.; REIS, H. J. D. A. Levantamento de vertebrados silvestres mortos por atropelamento em rodovia estadual do Brasil. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v.9 n.3, p. 229-238, 2021. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v9n3.dias>

FISCHER, W. A. Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal, MS. 1997. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Campo Grande: UFMS.1997.

FREITAS, L. E. Influência dos padrões de paisagem no atropelamento de fauna: o caso da BR-040. **Tese** (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro: UFRJ. 2012.

GOERL, R. F.; SIEFERT, C. A. C.; SCHULTZ, G. B.; SANTOS, C. S.; SANTOS, I. Elaboração e aplicação de índices de fragmentação e conectividade da paisagem para análise de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v.4, n.5, p. 1000-1012, 2011. <https://doi.org/10.26848/rbqf.v4i5.232678>

GOIÁS (Estado). SIEG - Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. **Portal de Camadas para Download**. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegddownloads/>. Acesso em: 8 abr. 2020.

GONÇALVES, L. O.; ALVARES, D. J.; TEIXEIRA, F. Z.; SCHUCK, G.; COELHO, I. P.; ESPERANDIO, I. B.; ANZA, J.; BASTAZINI, V. A. G.; KINDEL, A. Reptile road-kills in Southern Brazil: composition, hot moments and hotspots. **Science of The Total Environment**, v. 615, p. 1438-1445, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.053>

GUIMARÃES, J. F. Hotspots de atropelamentos e a influência da paisagem na sobrevivência de mamíferos de médio e grande porte em uma área do cerrado mineiro. **Dissertação** (Mestrado em Monitoramento e Gestão Ambiental) – Uberlândia: UFU. 2017. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.002.0006>

HEIGL, F.; STRETZ, C. R.; STTEINER, W.; SUPPAAN, F.; BAUER, T.; LAAHA, G.; ZALLER, J. G. Comparing road-kill datasets from hunters and citizen scientists in a landscape context. **Remote Sensing**, v. 8, n. 10, p. 832, 2016. <https://doi.org/10.3390/RS8100832>

HILÁRIO, R. R.; CARVALLHO, W. D.; COSTA, C. G.; ROSALINO, L. M. C.; MARQUES, T. A. ADANIA, C. H.; ALMEIDA, P. M.; MUSTIN, K. Drivers of human-wildlife impact events involving

mammals in southeastern Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 794, p. 148600, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148600>

ICMBIO/MMA - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade e Ministério do Meio Ambiente. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1 ed. Brasília: ICMBIO/MMA, 2018.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. 2011. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 10 de fev. 2020.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Banco de Queimadas do INPE**. 2014. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Acesso em: 28 de abr. 2020.

JANG, W.; KIM, B.; CHUNG, O. S.; LEE, J. K. Analysis of water deer roadkills using point process modeling in Chungcheongnamdo, south Korea. **Forests**, v. 13, n. 2, p. 209, 2022.
<https://doi.org/10.3390/f13020209>

KOCIOLEK, A. V.; CLEVENGER, A. P.; CLAIR, C. C. S. T.; PROPPE, D. S. Effects of road networks on bird populations. **Conservation Biology**, v. 25, n. 2, p. 241-249, 2011.
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01635.x>

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LIN, S. C. Landscape and traffic factors affecting animal road mortality. **Journal of Environmental Engineering and Landscape Management**, Lithuania, v. 24, n. 1, p. 10-20, 2016.
<https://doi.org/10.3846/16486897.2015.1098652>

MAPBIOMAS – Projeto MapBiomas. **Mapa de Cobertura e Uso da Terra**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/o-projeto>. Acesso em: 18 de jul. 2020.

MARQUES, R. J.; COSTA SOBRINHO, W. F. R. Detecção das ocorrências de focos de queimadas e produção de mapas de calor em Timon, MA. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 11, n. 37, p. 210-228, 2020. <https://doi.org/10.21170/geonorte.2020.V.11.N.37.210.228>

MASTELLA, A. D. F.; IVASKO JÚNIOR, S.; TRES, A.; TETTO, A. F.; WENDLING, W. T.; SOARES, R. V. Classificação do estado de Goiás e do Distrito Federal segundo o sistema de zonas de vida de holdridge. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v.12, n.2, p. 443-456, 2019.
<https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.2.p443-456>

MCGREGOR, P. K.; HORN, A. G.; LEONARD, M. L.; THOMSEN, F. Anthropogenic noise and conservation. In: Brumm, H. (Coord). **Animal communication and noise**. Berlin Heidelberg: Springer, 2013. p. 409-444. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41494-7_14

MENDES, T. J. Fragmentação e viabilidade de corredores ecológicos na região do MATOPIBA. 2018. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Faculdade de Tecnologia, Brasília: UnB. 2018.

MENNITT, D.; FRISTRUP, K.; SHERRILL, K.; NELSON, L. Mapping sound pressure levels on continental scales using a geospatial sound model. In: PROCEEDINGS OF INTER-NOISE CONGRESS AND CONFERENCE, 10., 2013, Innsbruck. **Anais [...]**. Innsbruck Áustria: Internoise, 201. p. 1-11. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263685730>. Acesso em: 18 set. 2021.

NASCIMENTO, D. T. F.; ARAÚJO, F. M. D.; FERREIRA JÚNIOR, L. G. Análise dos padrões de distribuição espacial e temporal dos focos de calor no Bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 63, n. 4, p. 461-475, 2011. <https://doi.org/10.14393/rbcv63n4-49215>

NASCIMENTO, N. A.; GERING, A. P. Levantamento da fauna afetada por queimadas na microrregião de Araguaína e educação da população como meio de prevenção de focos de queimadas. **Revista Capim Dourado: Diálogos em Extensão**, Palmas, v. 1, n. 3, p. 69-81, 2018.

PRADA, C. S. Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, São Carlos: UFSCar. 2004.

PROPPE, D. S.; MCMILLAN, N.; CONGDON, J. V.; STURDY, C. B. Mitigating road impacts on animals through learning principles. **Animal Cognition**, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2017.

<https://doi.org/10.1007/s10071-016-0989-y>

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

RIBEIRO, T. R. S.; LARANJA, R. P.; BARBIERI, C. B. Dinâmica das rodovias: o papel do tráfego nos índices de atropelamentos de fauna. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 34, n. 1, p. 1-11, 2022. <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-63884>

SANTANA, G. D. S. Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, Santa Maria, v.7, n.1, p. 26-40, 2012. <https://doi.org/10.4013/nbc.2012.71.05>

SANTOS, A. L. P. G.; ROSA, C. A.; BAGER A. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais - Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 73-79, 2012. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n1p73>

SCHWARTZ, A. L. W.; SHILLING, F. M.; PERKINS, S. E. The value of monitoring wildlife roadkill. **European Journal of Wildlife Research**, v. 66, n. 1, p. 1-12, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10344-019-1357-4>

SIH, A. Understanding variation in behavioural responses to human-induced rapid environmental change: a conceptual overview. **Animal Behaviour**, v. 85, n. 5, p. 1077-1088, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.02.017>

SOUZA, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; RARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sens**, v. 12, n. 2735, p. 1-27, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>

SOUTHWORTH, J.; NAGENDRA, H.; CARLSON, L. A.; TUCKER, C. Assessing the impact of Celaque National Park on forest fragmentation in western Honduras. **Applied Geography**, v. 24, n. 4, p. 303–322, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2004.07.003>

USGS - United States Geological Survey. **EarthExplorerName**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 10 de fev. 2020.

VIEIRA, R. L. A.; COSTA, C. M.; SOUZA, H. R.; CERQUEIRA, L. S. O Impacto das Rodovias Sobre a Biodiversidade de Fauna Silvestre no Brasil. **Natureza Online**, Santa Teresa - ES, v. 17, n. 2, p. 063-075, 2019.

Recebido em: 17/02/2023

Aceito para publicação em: 12/06/2023