

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

JULIANE FERNANDES GUIMARÃES

***HOTSPOTS* DE ATROPELAMENTOS E A INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NA
SOBREVIVÊNCIA DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM UMA
ÁREA DO CERRADO MINEIRO**

UBERLÂNDIA

2017

JULIANE FERNANDES GUIMARÃES

HOTSPOTS DE ATROPELAMENTOS E A INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NA
SOBREVIVÊNCIA DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM UMA
ÁREA DO CERRADO MINEIRO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental – Mestrado, área de concentração Monitoramento e Gestão Ambiental, para a obtenção do título de “Mestre.”

Orientador: Prof. Dr. Claudionor Ribeiro da Silva.

UBERLÂNDIA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

G963h
2017 Guimarães, Juliane Fernandes, 1981
 Hotspots de atropelamentos e a influência da paisagem na
sobrevivência de mamíferos de médio e grande porte em uma área do
cerrado mineiro / Juliane Fernandes Guimarães. - 2017.
 126 f. : il.

 Orientador: Claudionor Ribeiro da Silva.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental.
 Inclui bibliografia.

 1. Qualidade ambiental - Teses. 2. Mamíferos - Teses. 3.
Biodiversidade - Conservação - Teses. 4. Sensoriamento remoto - Teses.
I. Silva, Claudionor Ribeiro da. II. Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental. III. Título.

CDU: 574

JULIANE FERNANDES GUIMARÃES

***HOTSPOTS* DE ATROPELAMENTOS E A INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NA
SOBREVIVÊNCIA DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM UMA
ÁREA DO CERRADO MINEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental – Mestrado, área de concentração em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 20 de julho de 2017.

Prof. Dr. Marcelo Sousa Lopes

UFPI

Prof. Dr. Alan Silveira

UFU


Prof. Dr. Claudionor Ribens da Silva
(Orientador)

ICIAG-UFU

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

*À minha mãe Auzânia, minha filha Catarina e
meu marido Marco Aurelio, luzes de minha
vida!*

AGRADECIMENTOS

A minha querida família, que com muito amor e afeto me inspiram a continuar na caminhada diária!

Agradecimento especial à minha “mamita”, sem seu apoio e amor incondicional eu nada seria.

Ao meu melhor amigo, namorado e marido, Marco Aurelio, obrigada por dividir essa missão comigo, pelo companheirismo em todas as horas, principalmente nas coletas de campo. Caminhamos juntos nessa jornada, na vida e na profissão, amo você.

À minha filhota Catarina, que no auge do descobrimento desse planeta, se absteve, muitas vezes, dos deliciosos e tão almejados passeios, pois a mamãe estava sempre com “prazo curto”. Você é meu bem maior, minha Cat baby, amo mais que tudo!

Ao meu amado irmãozói de Luis Henrique, que viajou milhares de quilômetros (rsrsrs), para me ajudar durante a escrita da dissertação, obrigada!!!

Ao meu querido papi Osmar, por sempre plantar a semente do saber nos nossos corações!!

Ao querido orientador, Prof. Dr. Claudionor R. da Silva, por tornar esse trabalho possível, pelos ensinamentos e paciência. Obrigada por aceitar essa orientação, mesmo não sendo exatamente sua linha de pesquisa.

A Marília (secretária da Pós-Graduação), por estar sempre disponível para ajudar no que for possível.

Ao meu colega de turma Sérgio, pela grande e valiosa ajuda na construção dos mapas!

Aos meus professores da Pós-Graduação, pelos valiosos ensinamentos, em especial ao Prof. Dr. Ednaldo Guimarães, pela grande ajuda nas estatísticas.

Aos professores Dr. Marcelo S. Lopes e Dr. Alan Silveira, pelo aceite em participar da banca examinadora e pelas preciosas considerações.

A CAPES, pela bolsa de estudos.

O homem não sabe mais que os outros animais; sabe menos. Eles sabem o que precisam saber. Nós não.

Fernando Pessoa

"Não há diferenças fundamentais entre o homem e os animais nas suas faculdades mentais... os animais, como os homens, demonstram sentir prazer, dor, felicidade e sofrimento."

Charles Darwin

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 Justificativa do estudo.....	3
1.2 Objetivo geral.....	4
1.3 Hipóteses.....	5
REFERENCIAL TEÓRICO	6
2.1 Cerrado: histórico e Fragmentação.....	6
2.2 Rodovias e seus Impactos	12
2.3 Ecologia de Estradas.....	15
2.3.1 <i>Medidas Mitigatórias</i>	18
2.3.1.1 Passagens inferiores.....	19
2.3.1.2 Passagens superiores (Pontes de Ecossistemas).....	22
2.3.1.4 Passagens Aéreas.....	24
2.4. Mastofauna Brasileira e ameaças	27
2.5. Estudos da Paisagem e Aplicações na Ecologia.....	30
2.6. Geotecnologia Aplicada a Dados Ambientais.....	33
2.6.1 <i>Sensoriamento Remoto</i>	34
2.6.2 <i>Processamento digital de imagens orbitais</i>	36
2.6.3 <i>Classificação Digital de Imagens</i>	36
MATERIAL E MÉTODO	38
3.1 Diagrama Metodológico	38
3.2. Área de Estudo	39
3.3 Coleta de dados de Fauna Atropelada	41
3.3.1. <i>Tratamento dos dados</i>	41
3.3.1.1 Comparação entre os atropelamentos período Seco e Chuvoso.....	41
3.3.1.2 Curva de rarefação de espécies.....	42
3.3.1.3 Índice de diversidade Shannon-Wiener (H').....	42
3.3.1.4 Pluviosidade.....	43
3.3.1.5 Agregações de Atropelamentos.....	43

3.3.1.6 Análise de Hotspots de Atropelamentos.....	46
3.4. Obtenção e Processamento de Imagens.....	48
3.4.1 <i>Classificação de Imagem</i>	48
3.4.2 <i>Classificação por cenários – Buffer</i>	50
3.4.3 <i>Análises dos cenários – Buffer</i>	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1 Mastofauna.....	53
4.1.1 <i>Mastofauna atropelada</i>	53
4.1.2 Espécies ameaçadas de extinção.....	59
4.1.3 Análises de Agregações e <i>Hotspots</i> de atropelamentos.....	62
4.1.4 Comparação entre estações.....	65
4.2 Análise da Paisagem - Uso e Ocupação do solo	72
4.2.1 <i>Classificação Supervisionada por Máxima Verossimilhança (MaxVer)</i>	72
4.2.2 <i>Análise da paisagem por cenários – Buffer Zone</i>	73
4.2.3 <i>Máscara de vegetação – Manchas (habitats)</i>	74
4.2.4 <i>Matriz da área de estudo – Ambientes de usos antrópicos e espécies ameaçadas de extinção</i>	78
4.2.5 <i>Avaliação dos remanescentes para a manutenção das espécies ameaçadas de extinção</i>	88
CONCLUSÃO	92
ANEXO A - Imagem de sobreposição de <i>Hotspot</i> para os parâmetros analisados, registros totais, atribuição de peso as espécies ameaçadas de extinção e sazonalidade (estação seca e chuvosa), para dados coletados ao entre os meses de julho de 2015 a junho de 2016, BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.....	118
ANEXO B - ANEXO FOTOGRÁFICO.....	119
APÊNDICE A – Teste de Normalidade aplicado para dados da Estação Chuvosa.....	124
APÊNDICE B - Teste de Normalidade aplicado para dados da Estação Seca.....	125
APÊNDICE C - Teste de <i>Wilcoxon</i> para Amostras independentes (Estação Chuvosa e Estação Seca).	126

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa de distribuição espacial do Bioma Cerrado, com vegetação nativa (verde), áreas de supressão acumulada até 2010 (ciano) e corpos d'água (azul).....	11
FIGURA 2: Matriz de transportes no Brasil.	14
FIGURA 3 - Passagem de fauna inferior em área pantanosa. Rodovia A10 na França	20
FIGURA 4 - Passagem de fauna associada a drenagem com plataformas laterais secas.	21
FIGURA 5 - A) e B), cercas-guia para condução dos animais para as passagens de fauna. Rodovia Paraty-Cunha, RJ-165, trecho do Parque Nacional da Serra da Bocaina, revitalizada em 2016.	22
FIGURA 6 - Imagem aérea de passagem de fauna superior (ponte de ecossistema), rodovia A50 entre Arnhem e Apeldoorn (Holanda).	23
FIGURA 7: Elevado na SP-116 - Rodovia Imigrantes, trecho Serra do Mar, entre os municípios de São Paulo e Santos.....	24
FIGURA 8 - A) e B), passagem de fauna aérea para espécies de hábito arborícola. Rodovia Paraty-Cunha, RJ-165, revitalizada em 2016. Trecho que intercepta o Parque Nacional da Serra da Bocaina.	25
FIGURA 9 - Placa de alerta indicando possível travessia de fauna silvestre, passagem de fauna e cerca-guia para condução de animais para as passagens. Rodovia Paraty-Cunha, RJ-165, revitalizada em 2016. Trecho que intercepta o Parque Nacional da Serra da Bocaina.	26
FIGURA 10: Efeitos dos corredores ecológicos e das redes rodoviárias sobre a movimentação das espécies. A) Paisagem sem conexão entre habitats (corredores), dificuldade de dispersão das espécies entre manchas; B) Pequenos fragmentos podem atuar como facilitadores de dispersão (trampolins ecológicos); C) Corredores interceptados por rodovias podem atrair animais para a travessia na estrada, ocasionando em mortalidade por atropelamentos; D) Medidas de mitigação, como as passagens de fauna, podem ajudar na re-conexão dos habitats.	32

FIGURA 11 - Dados referentes à vida útil dos satélites da série LANDSAT.....	35
FIGURA 12: Fluxograma metodológico.....	38
FIGURA 13 - Imagem de satélite (LandSat 8/ OLI), da área de estudo, evidenciando o trecho da rodovia BR-497 estudado e as delimitações das cidades de Uberlândia e Prata – MG.....	40
FIGURA 14 - Ilustração do agrupamento de dados estatística k-Ripley.	45
FIGURA 15 - Esquema de agrupamento de eventos de atropelamentos <i>Hotspots</i> bidimensional, pelo programa SIRIEMA 2.0.	46
FIGURA 16 - <i>Buffer</i> estipulados para as análises, com distâncias de 1, 9 e 18 km da rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.....	51
FIGURA 17 - Distribuição em Ordem dos indivíduos da mastofauna de médio e grande porte registrados na BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.	57
FIGURA 18 - Frequência relativa dos registros de atropelamentos por espécie.	59
FIGURA 19 - Resultado do teste estatístico K-Ripley bidimensional, representado pela linha azul, para raio inicial de 100 m com incremento de raio de 200m, 1000 simulações e 95% de confiança, representado pelas linhas pretas.....	62
FIGURA 20 - <i>Hotspot</i> de atropelamentos construído a partir de raio inicial de 2000 metros, com 1000 simulações e 500 divisões da rodovia (182m), 95% de intervalo de confiança. .	63
FIGURA 21 - Resultado do teste estatístico K-Ripley - 2D, para dados com atribuição de peso aos registros de espécies ameaçada de extinção. Linha azul (resultado de K-Ripley), raio inicial de 100 m, incremento de raio de 200m, 1000 simulações e limite de confiança 95% (linhas pretas).....	64
FIGURA 22 - <i>Hotspot</i> de atropelamento construído a partir de raio inicial de 2000 metros, com 500 divisões da rodovia (182m), 95% de intervalo de confiança, com peso 2 para espécies ameaçadas.	64

FIGURA 23 - Relação entre o número de registros de atropelamentos e a média de precipitação (mm), para as estações seca e chuvosa ao longo do ano de coleta de dados, julho de 2015 a junho de 2016, BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG. Dados pluviométricos disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016).....	65
FIGURA 24: Comparação entre as médias mensais de precipitação (mm) e os registros de atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte na BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG. Dados pluviométricos disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016).....	66
FIGURA 25 - Curva de rarefação comparativa entre a estação chuvosa e estação seca das espécies registradas vitimadas na área de estudo, BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG, no intervalo de 95% de confiança.	66
FIGURA 26 - Índice de diversidade aplicado para análise comparativa dos atropelamentos registrados entre as estações seca e chuvosa, durante o período de julho de 2015 a junho de 2016, rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.....	67
FIGURA 27 - Resultado do teste estatístico K-Ripley bidimensional referente aos dados de atropelamentos registrados na estação seca, representado pela linha azul, para raio inicial de 100 m com incremento de raio de 200m, 1000 simulações e 90% de confiança, representado pelas linhas pretas.....	68
FIGURA 28: Resultado do teste estatístico K-Ripley bidimensional, referente aos dados de atropelamentos registrados na estação chuvosa, representado pela linha azul, para raio inicial de 100 m com incremento de raio de 200m, 1000 simulações e 90% de confiança, representado pelas linhas pretas.....	68
FIGURA 29 - <i>Hotspot</i> de atropelamentos de dados referentes a estação seca, construído a partir de raio inicial de 5500 metros, com 1000 simulações e 500 divisões da rodovia (182m), 95% de intervalo de confiança.....	69

FIGURA 30 - <i>Hotspot</i> de atropelamentos de dados referentes à estação chuvosa, construído a partir de raio inicial de 4000 metros, com 1000 simulações e 500 divisões da rodovia (182m), 95% de intervalo de confiança.....	69
FIGURA 32 - Comparação visual entre a imagem original (a), e a imagem classificada por Máxima Verossimilhança (b).....	73
FIGURA 33 - <i>Buffer Zone</i> de distância da rodovia, BR-497 (1, 9 e 18 km), construídos para a área de estudo sobre imagem classificada por Máxima Verossimilhança.	74
FIGURA 34: A) Comparação de imagem classificada por Máxima Verossimilhança e B) imagem classificada com máscara de vegetação nativa, <i>buffer</i> de 1 km de distância da rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.....	75
FIGURA 35 - A) Imagem classificada por Máxima Verossimilhança e B) imagem classificada com máscara de vegetação nativa, <i>buffer</i> de 9 km de distância da rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.....	76
FIGURA 36 - A) Imagem classificada por Máxima Verossimilhança e B) imagem classificada com máscara de vegetação nativa, <i>buffer</i> de 18 km de distância da rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.....	76
FIGURA 36 - <i>Buffer</i> da média da área de vida da espécie <i>Chrysocyon brachyurus</i> , com os devidos pontos de registros de atropelamentos realizados durante a coleta de dados, na rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.....	83
FIGURA 37 - <i>Buffer</i> da média da área de vida da espécie <i>Lycalopex vetulus</i> , com os devidos pontos de registros de atropelamentos realizados durante a coleta de dados, na rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.....	85
FIGURA 38 - <i>Buffer</i> da média da área de vida da espécie <i>Myrmecophaga tridactyla</i> , com os devidos pontos de registros de atropelamentos realizados durante a coleta de dados, na rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.....	87

FIGURA 39 - Imagem representativa do tamanho dos fragmentos de vegetação nativa restantes para a área de estudo, *Buffer* de 18 km de distância da rodovia BR-497 entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG. 89

FIGURA 40: Remanescentes classificados como grandes (4km²) presentes na área de estudo, *buffer* de 18km de distância da rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG. 90

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Desempenho da classificação em função de Kappa.....	50
TABELA 2 - Mamíferos de médio e grande porte registrados vitimados na rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, Minas Gerais, durante o período de julho de 2015 a junho de 2016.....	54
TABELA 3- Agrupamento de <i>Hotspots</i> para as análises realizadas dos dados de atropelamentos na BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG, durante o período de julho de 2015 a junho de 2016.....	71
TABELA 4 - Espécies ameaçadas de extinção, atropeladas na BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, no período de julho de 2015 a junho de 2016.....	81

RESUMO

GUIMARAES, JULIANE FERNANDES¹. **Hotspots de atropelamentos e a influência da paisagem na sobrevivência de mamíferos de médio e grande porte em uma área de Cerrado Mineiro**. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Atropelamentos de fauna estão entre os maiores impactos negativos provenientes de empreendimentos lineares, sendo causa direta de queda da biodiversidade e qualidade ambiental. Além dos acidentes relacionados à fauna, as rodovias exercem um papel importante na degradação ambiental, pois favorecem a exploração humana em áreas anteriormente remotas. Os impactos ambientais provenientes dos empreendimentos instalados no entorno das estradas, operam de forma sinérgica e cumulativa sobre o meio ambiente, contribuindo para os elevados índices de mortalidade da fauna silvestre por atropelamentos. As passagens de fauna estão entre as medidas mitigadoras mais eficientes para a prevenção de acidentes com animais nas estradas. O presente estudo teve como objetivo analisar atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte na rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG e caracterizar os usos e ocupação do solo no entorno do empreendimento linear por meio de imagens, indicando medidas que auxiliem na redução da mortalidade de indivíduos da fauna silvestre por atropelamentos. Os dados dos atropelamentos foram coletados mensalmente no período de julho de 2015 a julho de 2016. Foram registrados 49 indivíduos distribuídos em 16 espécies, incluindo três espécies sob status de ameaça de extinção, o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*). Os *hotspots* analisados evidenciaram três núcleos de maior incidência de acidentes, o que se faz necessário o implemento de medidas mitigatórias com capacidade de minimizar os atropelamentos verificados, sugerindo neste caso a instalação de estruturas que atuem como passagens de fauna. Nesse estudo a paisagem foi analisada por meio de sensoriamento remoto com imagem de satélite (LANDSAT 8), sendo realizada a classificação supervisionada de uso e ocupação do solo através do algoritmo Máxima Verossimilhança, resultando em um percentual de uso antrópico de aproximadamente 80,00%. As análises dos percentuais de vegetação nativa foram efetuadas por meio da construção de máscaras de vegetação e *buffers* de distância do eixo central da rodovia (1, 9 e 18 km), evidenciando que os totais de remanescentes naturais tendem a reduzir conforme a aproximação das rodovias. Em relação aos atropelamentos que envolvem a fauna ameaçada de extinção, considerando os limites de suas áreas de vida, os resultados obtidos inferem que os indivíduos sofrem fortes pressões ambientais, pois, grande parte da área necessária ao estabelecimento de suas funções biológicas e ecológicas está sob uso antrópico. Além disso, a análise para os remanescentes presentes na área de estudo, evidenciou que os fragmentos classificados como grandes (<4 km²), encontram-se escassos e sob forte influência de perturbações ambientais. Dessa forma, no cenário atual, a conservação das espécies, principalmente de médios e grandes mamíferos, que necessitam, em geral, de grandes áreas para a manutenção de suas atividades, depende diretamente do estabelecimento de metas que promovam a conectividade e qualidade dos habitats e de medidas que minimizem a mortalidade por atropelamentos na rodovia BR-497. Nesse sentido o presente estudo poderá servir como base de dados auxiliando na estratégia de

conservação para a mastofauna de médio e grande porte presente na região de estudo.

Palavras-chave: Mamíferos de médio e grande porte. Atropelamentos. Conservação. Sensoriamento remoto.

ABSTRACT

GUIMARAES, JULIANE FERNANDES¹. **Hotspots roadkill and the influence of the landscape in the survival of medium and large mammals in a cerrado area mineiro.** 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Roadkill of wild vertebrates are among the greatest negative impacts from linear ventures, being a direct cause of biodiversity decline and environmental quality. In addition to wildlife-related accidents, highways play an important role in environmental degradation, as they favor human exploration in previously remote areas. The environmental impacts of the projects installed in the vicinity of the roads, operate in a synergistic and cumulative manner on the environment, contributing to the high mortality rates of wildlife through road accidents. Fauna passages are among the most efficient mitigation measures for the prevention of road accidents. The present study had as objective to analyze road-kills of the medium and large mammals on the highway BR-497, between the municipalities of Uberlândia and Prata, MG, and to characterize the uses and occupation of the ground in the surroundings of the linear enterprise through images, indicating measures that help in the reduction of mortality of wildlife individuals by trampling. The data of the run-offs were collected monthly from July 2015 to July 2016. There were 49 individuals distributed in 16 species, including three species under threat of extinction, the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) and field fox (*Lycalopex vetulus*). The hotspots analyzed evidenced three nuclei with a higher incidence of accidents, which means that it is necessary to implement mitigation measures with the capacity to minimize the observed mortality, suggesting in this case the installation of structures that act as fauna overpass. In this study the landscape was analyzed by means of remote sensing with satellite image (LANDSAT 8), being supervised classification of use and occupation of the soil through the algorithm Maximum Likelihood, resulting in a percentage of anthropic use of approximately 80.00%. The analysis of the percentages of native vegetation was made through the construction of vegetation masks and buffers away from the central axis of the highway (1, 9 and 18 km), evidencing that the totals of natural remnants tend to reduce as the approach of the highways. In relation to trampling involving endangered fauna, considering the limits of their living areas, the results show that individuals suffer from strong environmental pressures, since a large part of the area necessary to establish their biological and ecological functions is under Anthropic use. In addition, the analysis for the remnants present in the study area, showed that the fragments classified as large (<4 km²) are scarce and are strongly influenced by environmental disturbances. Thus, in the current scenario, the conservation of species, mainly of medium and large mammals, that generally require large areas for the maintenance of their activities, depends directly on the establishment of goals that promote the connectivity and quality of habitats and of measures that minimize roadkill of wild life mortality on the BR-497 highway. In this sense, the present study may serve as a data base assisting in the conservation strategy for wild mammals of medium and large size present in the study region.

Keywords: Medium and large mammals. Trampling. Conservation. Remote sensing.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é considerado um dos países de maior biodiversidade no mundo, pois abriga cerca de 10% de toda a biota terrestre. Entretanto, em função do alto grau de perturbação antrópica associada aos ecossistemas naturais a conservação da biodiversidade é considerada um dos principais desafios para a sociedade moderna. A fragmentação e a consequente perda de habitat estão entre os principais resultados dessas perturbações, constituindo, dessa forma, uma das maiores causas de diminuição da densidade populacional das espécies nativas no mundo (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; RICKLEFS, 2003).

O Cerrado é a segunda maior formação vegetal do Brasil e consiste em um bioma único, caracterizado por alta diversidade de flora e fauna, e alto grau de endemismo. Por estes motivos, o bioma foi classificado entre as 34 áreas-chave (*hotspots*) de biodiversidade do mundo, consideradas prioritárias para conservação (MITTERMEIER, et al. 2005). Contudo, o Cerrado não constou na constituição de 1988, no que diz respeito a áreas prioritárias para a conservação, não dispondo, na legislação ambiental brasileira de diretrizes específicas para sua proteção. Dessa forma, nas últimas décadas, mais da metade de seus aproximadamente 2 milhões de km² foram transformados em áreas de usos antrópicos. Menos de 6% do Cerrado é preservado atualmente em Unidades de Conservação (UCs) (RESENDE; ROSOLEN, 2013; INSTITUO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio, 2016). O cenário do Cerrado, não difere na região do Triângulo Mineiro, onde o bioma deixou de ser a paisagem naturalmente visualizada, sendo amplamente remodelada para abrigar extensas áreas agrosilvopastoris, e conseqüentemente, uma densa rede de rodovias para escoamento da produção.

As rodovias, apesar de serem importantes empreendimentos ao desenvolvimento econômico e social de um país, pois, possibilita o escoamento da produção em larga escala além do deslocamento humano entre locais, afetam o ambiente natural de diversas maneiras. Estradas são mecanismos de fragmentação de alto impacto, pois, dentre outros fatores, removem a cobertura vegetal original, gerando efeito de borda e alterando a função e estrutura da paisagem. Este tipo de modificação acarreta sérios impactos à fauna, principalmente de vertebrados, pois além da diminuição evidente do habitat, eleva

significativamente o índice de mortalidade por atropelamentos.

O atropelamento e perda de indivíduos da fauna silvestre é o impacto ambiental mais visível advindo da rodovia. Entretanto, uma série de fatores está associada aos atropelamentos, tais como, perda de habitat e degradação ambiental provenientes da substituição de áreas naturais por culturas agrícolas e pecuárias, crescimento dos centros urbanos, bem como, pela expansão do setor hidrelétrico e sucroalcooleiro. A somatória dessas perturbações ambientais pode ser identificada como efeitos cumulativos e sinérgicos das pressões ambientais, resultando em aumento das probabilidades de atropelamentos da fauna silvestre. Outro fator a ser considerado, refere-se à falta ou deficiência de estudos ambientais no sentido de mitigar os impactos negativos provenientes da implementação de empreendimentos. Os estudos são, de forma geral, direcionados ao empreendimento alvo, desconsiderando, portanto, a somatória das pressões ambientais presentes nas áreas de entorno.

Nesse contexto, a ecologia de estradas surge como um ramo da ecologia que busca entender os processos relacionados à mortalidade de animais da fauna silvestre por atropelamentos, e propor medidas mitigatórias à problemática. Segundo estimativas do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE, 2015), todos os anos são atropelados cerca de 470 milhões de animais vertebrados nas estradas do Brasil. Dessa forma, nas últimas décadas, a mortalidade de animais da fauna silvestre brasileira tem ganhado maior atenção, seja pelo significativo aumento de ocorrências, dado ao crescimento da malha viária e do fluxo de veículos, seja pela exigência de estudos ambientais específicos, pelos órgãos competentes, ou ainda, pelo aumento de trabalhos científicos relacionados à temática.

Mamíferos terrestres de médio e grande porte são fundamentais na dinâmica florestal, desempenhando funções essenciais à manutenção e equilíbrio dos ecossistemas (MILLS et al., 1993).

As espécies frugívoras e/ou herbívoras desempenham papel muito importante na manutenção da diversidade de árvores e formações vegetais, através da dispersão e predação de sementes e plantas, enquanto que, carnívoros, em geral mamíferos de topo de cadeia, atuam diretamente no controle de populações de herbívoros e frugívoros. Por necessitarem de maiores áreas para desempenharem suas funções biológicas, levando em

consideração a alta fragmentação dos ambientes naturais, estão entre os vertebrados que requerem prioridade quanto a estudos que abordem ações de conservação.

Dentre as espécies de mamíferos ameaçados de extinção, os animais de médio e grande porte, como carnívoros e primatas, apresentam-se sob o maior risco (DRUMMOND et al., 2005). O conhecimento da biologia de mamíferos tem colocado em evidência a importância desse grupo em uma série de processos nos ecossistemas florestais e, embora já se tenha acumulado um volume de conhecimento expressivo sobre a mastofauna do cerrado, ainda faltam dados em relação à variação e distribuição geográfica, bem como suas interações em paisagens fragmentadas.

O uso das geotecnologias, tais como, técnicas de sensoriamento remoto e processamento digital de imagens (PDI), vêm sendo empregadas de forma bastante efetivas, por exemplo, na análise da cobertura vegetal da paisagem identificando os diferentes tipos de usos do solo e mapeamentos dos remanescentes naturais, servindo também como ferramenta para a análise, no âmbito da paisagem. Por outro lado, estudos dos pontos críticos onde ocorrem os principais registros de atropelamentos de animais silvestres em estradas de rodagem estão cada vez mais sendo corroborados com o uso das geotecnologias (CASELLA et al., 2010; MANTOVANI, 2006).

Nesse estudo, o sensoriamento remoto, bem como técnicas de processamento de imagens foram utilizados no intuito de analisar regionalmente a paisagem e as pressões ambientais sofridas pelo grupo de vertebrado, mamíferos de médio e grande porte, no empreendimento linear, rodovia BR-497, e também no seu entorno.

1.1 Justificativa do estudo

Levando em consideração a rápida redução de áreas de Cerrado, ocasionando perda de habitat e da qualidade ambiental, existe a urgência de estudos que auxiliem na promoção de conhecimento para a conservação da biodiversidade da fauna silvestre brasileira. O número de espécies, inclusas nas listas oficiais da fauna brasileira ameaçada de extinção se faz bastante expressivo, ao passo que, a perda de indivíduos por atropelamentos aumenta a cada ano. Redford (1992) revela que a presença de ambientes florestais, ou de vegetação nativa, não são garantias de indicadores ambientais. Muitas

vezes, esses ambientes estão inseridos em áreas onde as pressões ambientais de entorno já causaram tamanhas transformações, que os habitats já perderam suas funcionalidades, tornando-se “florestas vazias”, evidenciando que a intervenção humana, pode acarretar em destruição dos ambientes naturais, tanto externo, como internamente. Nesse contexto, a proteção da fauna, principalmente de médio e grande porte, é de extrema importância para a manutenção dos ecossistemas em longo prazo. Para isso, se faz necessário a compreensão de como as atividades antrópicas, como a construção de rodovias/estradas, tem interferido nas dinâmicas dos ambientes naturais.

1.2 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo foi analisar os atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte na rodovia BR-497 e os núcleos de maiores incidências de atropelamentos, bem como avaliar os usos da paisagem de entorno do empreendimento linear por meio de imagens, indicando medidas que contribuam para a conservação dos mamíferos silvestres de médio e grande porte, bem como na redução da perda de indivíduos da fauna nativa por atropelamentos.

Dessa forma, os objetivos específicos foram:

- 1- Identificar, quantificar e modelar espacialmente as espécies da mastofauna de médio e grande porte atropeladas, na área de estudo;
- 2- Avaliar pontos de concentração de atropelamentos, da mastofauna de médio e grande porte, ao longo da rodovia, indicando locais de alta necessidade de implemento de medidas mitigadoras (passagem de fauna).
- 3- Quantificar a porcentagem de vegetação nativa adjacente a rodovia remanescente em um raio de 1, 9 e 18 quilômetros;
- 4- Avaliar os pontos de atropelamentos da mastofauna de médio e grandes porte ameaçada de extinção e classificar a cobertura vegetal através da quantificação dos fragmentos de vegetação nativa remanescentes por meio de imagem de satélite.

5- Propor medidas de mitigação para a adequação e implemento de empreendimentos lineares e para a conservação da mastofauna de médio e grande porte.

1.3 Hipóteses

- Existem variações espaciais nos atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte para a área de estudo gerando núcleos de maior incidência de ocorrências de mortalidade.

- Considerando a rodovia um fator de impacto ambiental negativo, quanto mais distante do eixo central da rodovia, maiores serão os percentuais de vegetação nativa remanescentes.

- O cenário atual de conservação da vegetação nativa não é o suficiente para garantir a sobrevivência das espécies sensíveis à extinção registradas no presente estudo a médio e longo prazo.

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cerrado: histórico e Fragmentação

O Cerrado é a segunda maior formação vegetal da América do Sul, com área original superior a dois milhões de km², perdendo em espaço, somente para o bioma Amazônico. É um bioma único, com formações heterogêneas incluindo diversas fitofisionomias, conferindo-lhe alta riqueza de fauna e flora (FELFILI et al., 2008). Apesar de ser considerado como um dos 34 *hotspot* em relação a sua biodiversidade, com elevada riqueza de espécies e endemismos, o conhecimento sobre sua fauna e flora ainda são restritos, espacial e taxonomicamente (CARMIGNOTTO, 2005).

O clima predominante do Cerrado é classificado como continental tropical semi-úmido, com duas estações bem definidas, sendo um período chuvoso, que dura de outubro a março, seguido por um período seco, de abril a setembro. A precipitação média anual é de 1.500mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22°C e 27°C em média (KLINK; MACHADO, 2005). A umidade do ar alcança níveis baixos no inverno seco (38% a 40%) e níveis elevados no verão chuvoso (95% a 97%) (AB'SABER, 1996).

O bioma é de extrema importância na questão hídrica do Brasil, pois, abriga nascentes que abastecem três importantes aquíferos e, seis das oito grandes bacias hidrográficas brasileiras: Amazônica, do São Francisco, Atlântico Norte – Nordeste, Atlântico – Leste, Paraná – Paraguai e do Tocantins (LIMA, 2011).

Dentre a sua fisionomia, o Cerrado é formado por um conjunto de ecossistemas que inclui veredas, campos úmidos, campos rupestres, savanas, matas, campos e matas de galeria, dentre outros (EITEN, 1977; RIBEIRO et al., 1981). A grande variabilidade de habitats existentes neste bioma possibilita a existência de uma enorme diversidade de espécies endêmicas da fauna e da flora, adaptadas ao clima sazonal, conferindo ao Cerrado o status de savana neotropical mais rica em biodiversidade do mundo (MYERS et al., 2000). Estima-se que o Cerrado abriga cerca de 5% de toda a biota mundial, com 1200 espécies de peixes, 837 espécies de aves, 180 de répteis, 251 de mamíferos, 150 espécies de anfíbios, mais de sete mil espécies vegetais catalogadas, e para invertebrados estima-se que mais de 90 mil espécies estejam presentes no bioma (DIAS, 1992; KLINK; MACHADO, 2005; PAGLIA et al., 2012).

Para o Cerrado, entre as décadas de 1990 e 2000, foram descritos 19 novas espécies, apenas para o grupo dos mamíferos (PAGLIA et al., 2012). Estima-se que o conhecimento científico atual, alcance apenas 10% de toda a biodiversidade existente no Brasil e que, com as técnicas atuais e o pouco investimento em estudos relacionados à taxonomia, a conclusão da descrição das espécies animais e vegetais no país deverá ser concluída em aproximadamente 800 a 1000 anos (LEWINSOHN; PRADO, 2002; LEWINSOHN, 2006).

O início da ocupação no Cerrado, data do final da década de 1930 com a implantação da ferrovia que ligava a cidade de São Paulo (SP) à Anápolis (GO). Dessa forma, o sul do Goiás e o Triângulo Mineiro começaram expandir a urbanização em suas áreas. Com a construção de Brasília, no final da década de 1950, essa região se integra definitivamente no cenário agrícola do país. Dessa forma, com o setor de transportes em plena ascensão, a nova capital do Brasil passa a ser interligada ao restante do país por rodovias e ferrovias, propiciando, assim, o desenvolvimento urbano e agropecuário, principalmente nas proximidades de empreendimentos lineares (SILVA, 2000).

A posição estratégica do bioma, após a construção da nova capital brasileira, impulsionada pelo movimento de modernização e desenvolvimento do país, fez com que o Cerrado se tornasse uma região alvo na incorporação de novas áreas exploráveis. Além de sua posição geográfica favorável, suas características físico-ambientais, possibilitaram o incremento mecânico da agricultura, devido à topografia predominantemente plana. Ademais, o avanço científico e tecnológico permitiu a introdução de novas culturas, do melhoramento genético, da utilização de fertilizantes e irrigação, transformando as terras inóspitas do Cerrado em área de expansão da produção agrícola (FELIPPE; SOUZA, 2006; SHIKI, 1997, 2000; RIBEIRO, 2005; MAZZETTO, 2006).

Nesse mesmo período, o aumento da ocupação ligada à agricultura e à pecuária, estimulada, principalmente pela política de modernização da agricultura e do setor urbano-industrial, resultou na substituição de grandes áreas de vegetação deste bioma por lavouras de monoculturas (GANEM et al., 2007).

A expansão da fronteira agrícola em direção ao Cerrado, principalmente nas últimas cinco décadas, causou a substituição da vegetação nativa que supera mais de 60% de sua área original. Os remanescentes de vegetação passaram de 55,73% em 2002 para

51,54% em 2008, sendo que, o desmatamento total neste bioma até 2008, representa 47,84% da área original (MMA, 2010a). De acordo com Medeiros (2007), a partir do ano de 2010, o Cerrado passou a responder por 40% do rebanho bovino brasileiro e metade da safra nacional de grãos, além de outras lavouras como, de algodão, café, arroz, milho e feijão, conferindo ao Cerrado o título de celeiro do Brasil (ROCHA et al., 2009; FALEIRO et al., 2007). Em algumas regiões como o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o cerrado já foi quase todo erradicado para dar lugar a pastagens e plantações (SILVA, 2009).

Outros riscos verificados para o Cerrado incluem atividades impactantes como garimpo e mineração. Tais atividades acabam provocando vários impactos ambientais locais e em seu entorno, principalmente, relacionados a processos erosivos nas margens dos rios e danos sobre a rede hídrica em razão do uso indiscriminado do mercúrio, alterando drasticamente a qualidade hídrica, físico-química e biológica deste recurso (CARNEIRO, 2006).

Ainda ligado ao processo de urbanização e industrialização, a pressão motivada pela expansão do atual modelo energético do país, baseado na construção de barragens, constituem grande ameaça aos seus rios gerando ambientes artificiais com quebra de continuidades dos sistemas fluviais e interrupção da piracema (DIAS, 2008). O desmatamento em função do represamento acarreta em alto impacto relacionado à perda e fragmentação de habitats, e com isso a destruição de matas de galeria, veredas e campos úmidos, além da destruição de cachoeiras e corredeiras, que são ambientes únicos, geralmente associados a endemismos de fauna de flora (PAIVA, 1983; HAEGEN; MCKINLEY, 1996; PASSAMANI; CERBONCINI, 2013).

No que se refere à Proteção e estratégias de conservação, no final da década de 90 Mittermeier (1999), relata que o cerrado, mesmo com sua extensão territorial e importância para a conservação da biodiversidade, possuía insignificante representação no sistema brasileiro de áreas protegidas, com apenas 5,5% de sua área total. Em referências mais recentes, identificou-se que a situação da conservação não diferiu da observada nos anos 90, pois, menos de 6% do Cerrado é preservado atualmente em Unidades de Conservação (UCs) (RESENDE; ROSOLEN, 2013; ICMBIO, 2016).

Dentre os instrumentos de políticas públicas voltados à promoção da conservação e do uso sustentável da biodiversidade brasileira, que podem ser aplicadas, também ao

bioma Cerrado destacam-se, a definição dos princípios e das diretrizes da Política Nacional da Biodiversidade – PNB (Decreto 4.339, de 22 de agosto de 2002); Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (Decreto 5092, de 21 de maio de 2004, as Áreas Prioritárias para a Conservação, Portaria MMA 126, de 27 de maio de 2004; o Plano de Ação para Implementar a PNB (Decisão 40 da Comissão Nacional de Biodiversidade – Deliberação Conabio, de 7 de fevereiro de 2006); as Metas Nacionais de Biodiversidade para 2010 (Resolução 3 da Conabio, de 21 de dezembro de 2006), o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP (Decreto 5758, de 13 de abril de 2006), Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007); e as listas atualizadas de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção, para fauna: (Instrução Normativa MMA nº 3, de 27 de maio de 2003 e Portaria 444, 17 de dezembro de 2014; Para fauna aquática: Instrução Normativa MMA nº 5, de 21 de maio de 2004; Instrução Normativa MMA nº 52, de 8 de novembro de 2005) e Portaria 445 de 17 de dezembro de 2014; e para flora, Instrução Normativa MMA nº 06 de 23 de setembro de 2008 e Portaria 44317 de dezembro de 2014.

Vale ressaltar que, as políticas públicas supracitadas não fazem referência especificamente ao Cerrado, e sim a biodiversidade brasileira como um todo. Contudo, em 2003 foi estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente a Portaria ministerial que instituiu o Grupo de Trabalho - GT do Bioma Cerrado, Portaria Nº 361, de 12 de setembro de 2003, que visa, dentre outras ações, propiciar um espaço de diálogo entre sociedade e governo no intuito de se estabelecer, programas, projetos, ações e políticas públicas consistentes destinadas à conservação e ao uso sustentável do segundo maior bioma brasileiro. Sendo publicado em 2005, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, o Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado o Decreto Nº 5.577, de 8 de novembro de 2005.

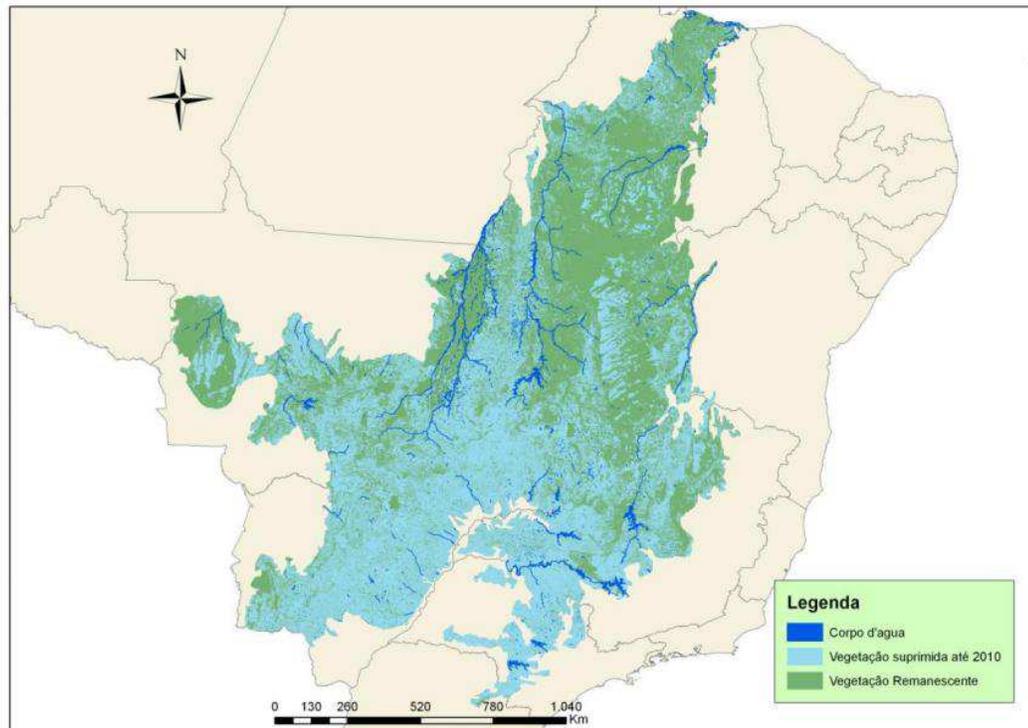
O GT do bioma Cerrado, junto ao Ministério do Meio Ambiente, publicaram em 2006, o Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado, que tem como objetivo propor diretrizes para a promoção da conservação, restauração, recuperação e o manejo sustentável dos ecossistemas naturais. Além disso, prevê a valorização e o reconhecimento de suas populações tradicionais, buscando alternativas para reverter os impactos socioambientais negativos do processo de ocupação do Bioma (BRASIL, 2006, 2010b).

Entretanto, apesar dos esforços do poder público no intuito de melhor planejar, conservar e proteger o bioma Cerrado, poucas medidas efetivas tem sido operadas. O que pode ser confirmado através das estimativas de desmatamento e o pouco crescimento das Unidades de Conservação Federal. (GANEM, 2007, 2011).

No ano de 2011, as UCs Federais no Cerrado, somaram 46 unidades, entre, Parques Nacionais, Refúgio da Vida Silvestre, Reserva Biológica, Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais e Reservas Extrativistas, o que corresponde a aproximadamente 3% da área do bioma (GANEM, 2011).

O Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010a), em 2011, publicou o Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros, realizados por meio de imagens de satélite. Para os dados referentes ao Cerrado, em 2009, o bioma apresentava uma área de cobertura vegetal nativa da ordem de 1.043.346 km², o equivalente a 51,16% da área do total de distribuição original. Entre 2009 e 2010, a supressão de cobertura vegetal nativa atingiu a marca de 6.469 km², o maior índice entre os biomas brasileiros (BRASIL, 2010a; IBAMA, 2011; GANEM, 2011), (Figura 1).

FIGURA 1 - Mapa de distribuição espacial do Bioma Cerrado, com vegetação nativa (verde), áreas de supressão acumulada até 2010 (ciano) e corpos d'água (azul).



Fonte: Adaptado de Brasil (2010a); IBAMA (2011).

Além das altas taxas de desmatamento do Cerrado, cabe ressaltar que, os monitoramentos realizados pelo poder público, não levam em consideração a qualidade dos remanescentes de vegetação nativa. Redford (1992) revela que a presença de ambientes florestais, ou de vegetação nativa, não são garantias de indicadores ambientais. Muitas vezes, esses ambientes estão inseridos em áreas onde as pressões ambientais de entorno já causaram tamanhas transformações, que os habitats já perderam suas funcionalidades, tornando-se “florestas vazias”, evidenciando que a intervenção humana, pode acarretar em destruição dos ambientes naturais, tanto externo, como internamente. Nesse contexto, a proteção da fauna, principalmente de médio e grande porte, é de extrema importância para a manutenção dos ecossistemas em longo prazo. Para isso, se faz necessário a compreensão de como as atividades antrópicas, como a construção de rodovias/estradas, tem interferido nas dinâmicas florestais.

2.2 Rodovias e seus Impactos

As rodovias são empreendimentos importantes ao desenvolvimento econômico e social de uma nação, pois, além de possibilitar o escoamento da produção em larga escala, possibilita o deslocamento humano entre locais, garantindo a mobilidade de grande parte população (CASELLA, 2010; MAIA, 2013). Entretanto, o argumento de desenvolvimento econômico e social, consolidou o investimento em infra-estrutura como um dos grandes responsáveis pela degradação ambiental no país (BINENBOJM; BOTELHO, 2010). Os impactos negativos advindos desse tipo de empreendimento sobre os ambientes naturais são responsáveis em grande parte pela perda da biodiversidade no mundo, e seus efeitos podem se alastrar por quilômetros adjacentes ao empreendimento (CASELLA, 2010; MAIA, 2013).

Fundada em 1861, a estrada União Indústria, que ligava Petrópolis (RJ) à Juiz de Fora (MG), foi à primeira rodovia inaugurada no Brasil, iniciando a história do rodoviarismo nacional. Atualmente, parte da estrada foi absorvida pela BR-040, mas ainda estabelece ligação entre municípios fluminenses, como Três Rios e Comendador Levy Gasparian às cidades mineiras. Para Petrópolis, a rodovia continua sendo importantíssima, constituindo o principal acesso entre o Centro da cidade e seus outros distritos (FRANZ, SEBERINO, 2012).

Até meados da década de 1940, o Brasil detinha menos de 500 quilômetros de rodovias pavimentadas, entre Estaduais e Federais. Em 1945, o Decreto Lei 8.463, conferiu autonomia técnica e financeira ao DNER (criado em 1937), também conhecida pela Lei Joppert, criando assim o Fundo Rodoviário Nacional. Dessa forma, em menos de cinco anos (1950), o Brasil já contava com o dobro de rodovias pavimentadas, e ao final da década de 60, todas as capitais já estavam interligadas por rodovias Federais. Em 1980, as rodovias Federais pavimentadas, contabilizavam 47 mil quilômetros de extensão (BRASIL, 2016). Dessa forma, fica evidente a rápida expansão da história da malha rodoviária no país.

Juntamente com a grande ascensão das rodovias no Brasil, deparou-se com o mau planejamento de implementação das mesmas, impactando negativamente tanto do ponto de vista social, como ambiental, uma vez que, o tema no país ainda era incipiente. Somente na década de 80, com a instituição da política Nacional de Meio Ambiente e criação do

Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que a preocupação ambiental começou a ser pautada no país. Em 1986, o CONAMA, através da resolução 01/1986, estabelece segundo seu caput:

[...] a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. (CONAMA, 1986).

Onde de acordo com o, impacto ambiental é, “[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas” (CONAMA, 1986).

A mesma resolução, em seu artigo 2º, prevê a necessidade de Estudos de Impacto Ambiental – EIA/ RIMA, para atividades modificadoras do meio ambiente. Contudo, a falta de especificação e aperfeiçoamento da legislação relacionada a empreendimentos lineares, faz com que se tenha uma política pouco consistente e imprecisa, diante às diretrizes aplicáveis aos estudos de impacto ambiental.

Artigo 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

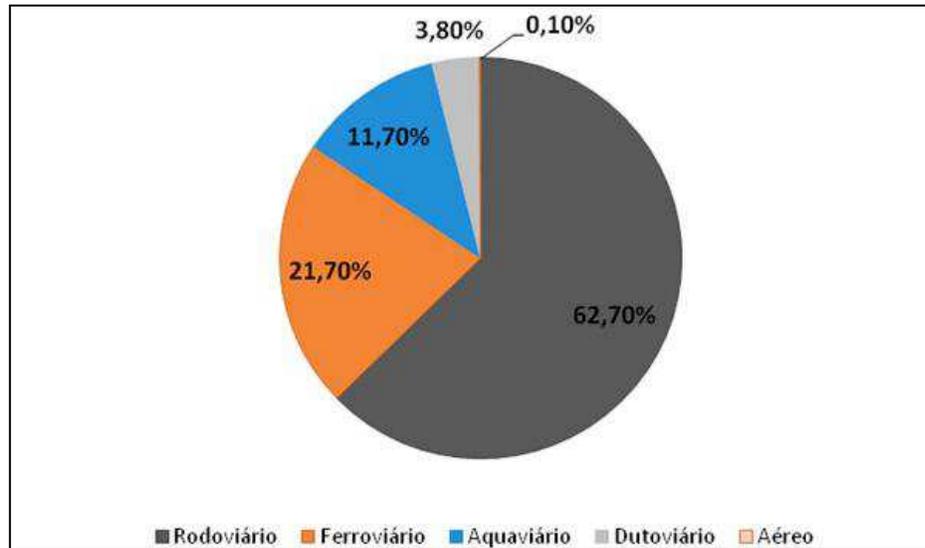
- I - Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;
 - II - Ferrovias;
 - III - Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;
 - IV - Aeroportos, conforme definidos pelo inciso 1, artigo 48, do Decreto-Lei nº 32, de 18.11.66;
 - V - Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;
 - VI - Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230KV; [...]
- (CONAMA, 1986).

Quando se observa a progressão da expansão da malha rodoviária no Brasil, constata-se que a velocidade e eficiência da evolução da legislação ambiental, não foram suficientes para minimizar os impactos ambientais negativos, resultando no atual cenário de enormes passivos ambientais.

Apesar do aumento em investimentos nos outros modais por parte do Governo

Federal, o sistema rodoviário ainda é responsável por quase 63% do TKU (toneladas por quilômetro útil) movimentado no País (ILOS, 2010), (Figura 2).

FIGURA 2: Matriz de transportes no Brasil.



Fonte: Adaptados de, ILOS (2010).

Os impactos ambientais acarretados pela implantação de empreendimentos lineares como rodovias, por exemplo, podem ser classificados de acordo com a fase em que o empreendimento se encontra. Fase de implantação: Desmatamento, fragmentação, instalação de canteiro de obras (circulação de pessoas), aumento da incidência de queimadas, drenagem, erosão, aterramentos, introdução de espécies exóticas e/ ou invasoras, afugentamento da fauna local. Fase de operação: Poluição da água, poluição do ar, aumento dos níveis de ruído e vibrações, maior acessibilidade as áreas adjacentes, aumento da incidência de queimadas, afugentamento da fauna, isolamento de populações da fauna nativa, atropelamentos da fauna silvestre (SIMONETTI, 2010; CASSELLA, 2010). Dessa forma, é possível perceber que a desconexão espacial entre as perspectivas ecológicas e a engenharia são notáveis. Estudos envolvendo a mitigação dos impactos negativos para o meio ambiente, em situações tanto de obras publicas quanto privadas, são, quando presentes, pouco elaborados ou incompletos.

Os efeitos ecológicos oriundos das rodovias, de acordo com Forman (2000), se estendem a extensas áreas, muito além da faixa de rodagem e do acostamento, envolvendo

o solo, água, o ar e todas as espécies que coabitam a região. Os limites significativos desses efeitos são denominados “Zona de efeito de estradas” ou “Zona de extensão da rodovia” e podem variar de acordo com as características locais de cada região onde a rodovia está inserida, tais como, tipo e grau de conservação da paisagem, largura e número de pistas, velocidade e intensidade de tráfego de veículos na pista (GIBBS; SHRIVER 2005; SEILER et al., 2005; WALLER; SERVHEEN 2005; AMENT et al., 2008). Acredita-se que para a introdução de espécies exóticas/ invasoras esses efeitos se estendam por no mínimo 100m adjacentes as vias (FORMAN, 2000).

De acordo com Forman e Deblinger (2000), os ruídos gerados pelas rodovias podem causar injúrias em aves mais sensíveis, impactando até 650m para áreas florestais adjacentes a rodovia e de até 3km para áreas abertas. Um estudo nos Estados Unidos revelou que a diversidade de aves em locais onde havia rodovias próximas eram aproximadamente 1/3 menor do que em locais onde não havia influência desse tipo de empreendimento (FORMAN, 2000). Na Amazônia, as estradas foram identificadas como uma das principais causas de ocupação e, por conseguinte, do desmatamento (BRANDÃO JÚNIOR et al., 2007). A instalação de rodovias facilita o acesso de pessoas e, conseqüentemente, à perturbação em áreas remotas, facilitando também a exploração e exportação de recursos naturais e modificando o uso e cobertura do solo em seu entorno. Além disso, promove o aumento da caça e da pesca, ocasionando queda nas populações da fauna nativa (TROMBULAK; FRISSELL, 2000; LIMA, 2013).

Por outro lado, incidentes ou acidentes com a fauna podem colocar em risco a segurança dos usuários das vias, uma vez que, colisões de animais com veículos, principalmente carros de passeio, podem acarretar em perda de direção, freadas bruscas e capotamentos, sendo causa de vários tipos de acidentes rodoviários. Dessa forma, a prevenção de acidentes com a fauna, além de promover a conservação da biodiversidade, pode garantir maior segurança aos usuários da rodovia (SOBANSKI et al., 2012).

2.3 Ecologia de Estradas

A mortalidade da fauna silvestre por atropelamentos é o impacto negativo mais visível de uma estrada sobre o ambiente (TROMBULAK; FRISSELL, 2000; LAURENCE, et al., 2009; CASELLA, 2010). A pressão ambiental resultante da implementação de

rodovias pode ocasionar diminuição drástica nas populações em função da perda de indivíduos por atropelamentos, principalmente em função da fragmentação de habitat e do efeito barreira, onde os animais ficam impedidos de atravessar por motivos físicos (vedações, barreira *Jersey*, etc.), ou comportamentais (afugentamento) (MOREIRA, 2015), acarretando em enfraquecimento do fluxo gênico e até mesmo promovendo a extinção local de espécies (FORMAN et al., 2003; CASELLA, 2010). O cenário se torna ainda mais alarmante quando se trata de espécies que ocorrem naturalmente em baixas densidades, tais como, espécies ameaçadas de extinção e mamíferos de topo de cadeia (JAEGER; FAHRIG, 2004).

A ecologia de estradas surgiu da necessidade de estudar os efeitos das vias nos habitats onde são inseridas, buscando compreender os processos relacionados à mortalidade de animais da fauna silvestre por atropelamentos, e propor medidas mitigatórias à problemática (BAGER; FONTOURA, 2012; SANTOS et al., 2014).

Mundialmente, o tema é tratado há mais de cinco décadas (CLARKE, 1930; BAUMGARTNER, 1934; DREYER, 1935; BAGER, 2007). Na Europa do Norte, os estudos ligados à problemática iniciaram no começo do século XIX (FORMAN et al., 2003), estando atualmente, bastante avançados quando comparados aos países em desenvolvimento, como o Brasil. Nos Estados Unidos, técnicas mais efetivas de adequação das rodovias para minimizar os riscos de acidente com fauna silvestre, tais como túneis, sinalização, radares, etc., se iniciaram na década de 90 (FORMAN et al., 2003).

No Brasil começaram os primeiros trabalhos relacionados à ecologia de estradas, em meados dos anos de 1980 (NOVELLI et al., 1988; VIEIRA, 1996; BAGER et al., 2007; COELHO et al., 2008a; BAGER; FONTOURA, 2012). Entretanto, somente em 2010 a temática alcançou maior intensidade com o primeiro congresso que tratou exclusivamente do tema, o RBE (*Road Ecology Brasil*), realizado em Lavras, MG. Dentre os núcleos de estudo brasileiros aplicados à ecologia de estradas, vinculados a instituições Federais, podemos citar, o Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), situada na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, fundado em 2012, atuando, desde então, como um centro de referência em pesquisas relacionadas aos impactos negativos de empreendimentos lineares sobre a biodiversidade e o Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias (NERF), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que tem apresentado

excelentes referências de trabalhos científicos, relativos ao tema.

Segundo estimativas do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE, 2015) são atropelados cerca de 470 milhões de animais vertebrados por ano nas estradas do Brasil. No ano de 2015, um Projeto de Lei – PL N.º 466, DE 2015, ainda em votação, propõem em seu caput: “Adoção de medidas que assegurem a circulação segura de animais silvestres no território nacional, com a redução de acidentes envolvendo pessoas e animais nas estradas, rodovias e ferrovias brasileiras.” (BRASIL, 2015).

Esse projeto de Lei, associado a estudos ambientais relacionados ao tema, constitui um grande avanço, no sentido de criar normas e diretrizes para a implantação de obras lineares no Brasil.

Nas últimas décadas, a mortalidade de animais da fauna silvestre brasileira têm ganhado maior atenção, seja pelo significativo aumento de ocorrências, dado ao crescimento da malha viária e do fluxo de veículos, seja pela maior disposição de estudos ambientais específicos por exigência dos órgãos Ambientais competentes, ou ainda, pelo aumento de trabalhos científicos relacionados (VIEIRA, 1996; FISCHER, 1997; PRADA, 2004; BAGATINI, 2006; PEREIRA et al., 2006; PRADO et al., 2006; MELO; SANTOS-FILHO, 2007). Dessa forma, é reconhecida a necessidade de se manter o equilíbrio entre os sistemas de transportes e o ambiente, através de adoção de políticas em que as metas ambientais tenham maior importância na tomada de decisões.

As taxas de atropelamentos nas rodovias são ocasionadas por diversos fatores (CLEVENGER et al., 2003; SANTOS et al., 2011), como por exemplo, interceptação das estradas nos habitats, interferindo diretamente no deslocamento natural das espécies; disponibilidade de recurso ou atrativo ao longo da rodovia, como a presença de alimentos (grãos, sementes e frutas) na pista ou próxima dela. Além disso, a carcaça de um animal atropelado pode atrair a presença de outros animais, como carnívoros e/ou saprófagos, acarretando novamente em novos atropelamentos, criando-se um ciclo (COFFIN, 2007; SANTOS et al., 2011; PEREIRA et al., 2017). A sazonalidade, também parece influenciar nos atropelamentos de determinados grupos faunísticos, uma vez que, seus deslocamentos são influenciados pelas estações do ano (ERRITZOE et al., 2003; SMITH; DODD, 2003, CLEVINGER et al., 2003, SANTOS et al., 2011). Espécies que possuem comportamento gregário, como primatas, alguns carnívoros, por exemplo, quatis (*Nasua nasua*) e

ungulados, tais como, catetos (*Pecari tajacu*) e queixadas (*Tayassu pecari*), tendem a aumentar as chances de atropelamentos (CLEVENGER et al., 2001). Ademais, o tráfego, a velocidade dos veículos, bem como as condições de visibilidade dos condutores, são fatores que contribuem para o aumento de acidentes (MOREIRA, 2015).

2.3.1 Medidas Mitigatórias

Ao longo dos anos, muitas propostas de mitigação dos impactos negativos, relativos aos atropelamentos de fauna provenientes de empreendimentos lineares, estão sendo implantadas. No caso do Brasil, a necessidade de se conduzir estudos e implementar soluções para a problemática se faz ainda mais urgente, tendo em vista a alta biodiversidade biológica que o país detém, cerca de 14% da biota mundial (COSTA et al., 2005; MITTERMEIER, et al., 1999). Do mesmo modo, o país dispõe de alta diversidade de mamíferos, onde 101 novas espécies foram descobertas e descritas nos últimos 20 anos (PATTERSON, 2000; PAGLIA et al., 2012).

A maior parte das técnicas empregadas está relacionada à minimização do efeito barreira que a estrada gera no habitat, na tentativa de estabelecer maior conectividade entre os lados da via, minimizando, dessa forma, a possibilidade de acidentes com atropelamentos da fauna.

Entretanto, por se tratar, em sua maioria, de propostas recentes, necessitam de maior prazo e estudos que comprovem a efetividade, principalmente levando em consideração as diferentes respostas referentes a cada táxon, ou grupos de fauna (LAUXEN, 2012; BONET; CUNHA, 2012).

As medidas adotadas para a prevenção de acidentes com a fauna nas rodovias podem ser divididas em dois grupos: a) estruturais, que atuam diretamente na fragmentação, promovendo ligação entre os habitats cortados pela infra-estrutura, denominadas passagens de fauna, e b) não estruturais, focadas na redução dos atropelamentos (campanhas educacionais, cercamentos, manejo de fauna) (IUELL et al., 2003; LAUXEN, 2012). Entretanto, na prática uma ação pode atender as duas medidas, ou ainda gerar efeitos negativos indesejáveis. Cercamentos, por exemplo, podem agravar o efeito barreira, sendo positivo apenas quando combinado com passagens de fauna. Estruturas projetadas para animais de médio e grande porte podem ser armadilhas fatais

para os de pequeno porte, por exemplo, (IUELL et al., 2003).

Nesse contexto, o conjunto de medidas aplicadas, para a prevenção de acidentes, deve sempre respeitar as características locais, tendo como base estudos prévios contendo levantamentos de todos, ou da maioria dos grupos da fauna. De acordo com Lauxen (2012), as medidas conhecidas para mitigar os eventos de atropelamentos de fauna nas rodovias podem ser divididas em intervenções estruturais e/ou ações de manejo. As ações estruturais, são aquelas que se inserem no projeto de engenharia do empreendimento, sendo específicas para a passagem dos animais, ou modificadas, sofrendo adaptações para propiciar o deslocamento e/ ou proteção da fauna, tais como: Passagens inferiores, Passagens superiores (Pontes de ecossistemas), Elevados e Passagens Aéreas.

2.3.1.1 Passagens inferiores

Passagens inferiores são as estruturas mais utilizadas, possibilitando, dependendo do modelo estabelecido, a passagem de um elevado número de espécies terrestres e semi-aquáticas, além de alguns animais alados, como morcegos, por exemplo, (GAISLER et al., 2009; LAUXEN, 2012). Essas passagens devem favorecer a conexão de habitat em ambos os lados da rodovia. De forma geral, as passagens destinadas a animais terrestres são implementadas próximas a cursos d'água, em função de esses ambientes atuarem naturalmente como corredores de fauna, constituindo habitats de grande importância biológica na preservação da biodiversidade em áreas degradadas (PRIMACK; RODRIGUES, 2001), (Figura 3).

FIGURA 3 - Passagem de fauna inferior em área pantanosa. Rodovia A10 na França



Fonte: Iuell (2003).

Por apresentarem menor temperatura que o ambiente externo, as passagens podem servir como ponto de regulação térmica, propiciando a travessia (LAUXEN, 2012). Entretanto, existe a necessidade da entrada de luz natural, favorecendo o crescimento de vegetação em seu interior, conferindo maior atrativo à fauna. Em áreas onde a inserção da passagem esteja associada a drenagens, faz-se necessário a aplicação em conjunto de instalação de plataformas laterais secas (LAUXEN, 2012) (Figura 4).

FIGURA 4 - Passagem de fauna associada a drenagem com plataformas laterais secas.



Fonte: Iuell, (2003).

Em relação aos seus diâmetros, podem variar de acordo com o grupo de fauna que se pretende beneficiar. Esses podem variar entre 0,3m a 7m de largura e 0,3m a 4m de altura (CLEVENGER; HUIJSER, 2011). Podem se apresentar em forma de viadutos e/ou elevados, bueiros modificados, pontes, túneis, pontilhão ou dutos (FORMAN et al., 2003; GAISLER et al., 2009; CLEVINGER et al., 2001; CLEVINGER; HUIJSER, 2011; LAUXEN, 2012).

As passagens de fauna podem estar associadas a outros usos, como passagem de criações (bovino, equinos, etc.) e de pessoas, dependendo das características locais (CLEVENGER; HUIJSER, 2011). Contudo, devem ser estabelecidas passagens exclusivas para a fauna silvestre, no intuito de evitar afugentamentos e desusos dessas estruturas pelos animais selvagens. Um fator importante para essas passagens se trata das cercas guias, destinadas a conduzir os animais para a passagem instalada, proporcionando maior eficácia à estrutura (LAUXEN, 2012) (Figura 5).

FIGURA 5 - A) e B), cercas-guia para condução dos animais para as passagens de fauna. Rodovia Paraty-Cunha, RJ-165, trecho do Parque Nacional da Serra da Bocaina, revitalizada em 2016.



Foto: GUIMARÃES, J. F.

2.3.1.2 Passagens superiores (Pontes de Ecossistemas)

Difundidas principalmente na Europa, Estados Unidos e Canadá (ARROYAVE et al., 2006), esse tipo de passagem de fauna, geralmente é destinado a espécies de maior porte, como mamíferos. Entretanto, são utilizadas por uma ampla gama de espécies, tais como, pequenos e médios mamíferos, aves, anfíbios, répteis (BECKMANN et al., 2010; JONES; BOND, 2010).

São estruturas projetadas acima da rodovia, geralmente em rodovias de múltiplas faixas, e tem como objetivo fazer conexão entre os habitats, recriando um ambiente o mais aproximado possível das condições ambientais circundantes, sendo, dessa forma, mais atrativo à fauna (BECKMANN et al., 2010; LAUXEN, 2012, ABRA, 2012). Um fator importante para a efetividade das pontes de ecossistemas, são a implantação de barreiras visuais laterais, com o plantio de arbustos ou com a instalação de cercas (ARROYAVE et al., 2006), combinado com a cobertura do solo com vegetação próximas as existentes nas áreas de entorno (Figura 6).

FIGURA 6 - Imagem aérea de passagem de fauna superior (ponte de ecossistema), rodovia A50 entre Arnhem e Apeldoorn (Holanda).



Fonte: Iuell et al. (2003).

Na Europa, Estados Unidos e Canadá, tem se realizado, ao longo dos anos, monitoramentos desse tipo de passagem para determinar o grau de eficácia. O uso de contadores, câmeras infravermelhas, entre outros dispositivos, concluíram que estas estruturas são muito eficazes para uma variedade de espécies (BANK et al., 2002).

2.3.1.3 Elevados

Esse tipo de estrutura consiste na edificação da rodovia, ou ferrovias, acima do dossel da mata nativa, com a finalidade de não fragmentar ou alterar expressivamente o ambiente ou vegetação natural (FORMAN et al., 2003). No Brasil está em operação uma rodovia elevada no estado de São Paulo, SP-116 - Rodovia Imigrantes, no trecho sobre a Serra do Mar, administrada pela empresa Ecorodovias (Figura 7).

FIGURA 7: Elevado na SP-116 - Rodovia Imigrantes, trecho Serra do Mar, entre os municípios de São Paulo e Santos.



Fonte: Ecovias (2017).

2.3.1.4 Passagens Aéreas

Destinadas a espécies que apresentam hábitos arborícola ou semi-arborícolas, tais como macacos, preguiças, alguns roedores e marsupiais, são constituídas, geralmente, por cabos de aço, madeira e cordas (LAUXEN, 2012; TEIXEIRA et al., 2013). São estruturalmente desenvolvidas de modo a conectar dosséis, pois, espécies que habitam exclusiva ou prioritariamente esse tipo de habitat, evitam descer ao nível do solo, onde são mais expostos a predação por possuírem menor mobilidade nesse estrato (WESTON, 2003; SECCO, 2014) (Figura 8).

FIGURA 8 - A) e B), passagem de fauna aérea para espécies de hábito arborícola. Rodovia Paraty-Cunha, RJ-165, revitalizada em 2016. Trecho que intercepta o Parque Nacional da Serra da Bocaina.



Foto: GUIMARÃES, J. F.

Devido ao hábito arborícola, o efeito barreira em espécies é relativamente maior que em espécies terrestres, pois estas evitam a superfície da rodovia, aumentando o isolamento genético das populações (SECCO, 2014; JACKSON; FAHRIG, 2011).

Estudos prévios são de extrema importância para avaliar os melhores pontos de instalação das passagens, tais como áreas de agregação de atropelamentos e análise da paisagem do entorno. Além disso, após suas instalações, essas estruturas devem ser alvo de monitoramento contínuo e sistemático, visando avaliação de seu uso e efetividade, bem como na geração de informações para seu manejo. Estudos de médio e longo prazo podem corroborar respostas positivas quanto a efetividades dessas estruturas, persuadindo os tomadores de decisão sobre seu real valor (TEIXEIRA et al., 2013).

As passagens de fauna apresentam alto custo de construção, somado aos estudos pré e pós-instalação (monitoramentos em longo prazo), contudo, outras estruturas mais efetivas, que permitam o deslocamento da fauna, ainda não foram estudadas. Da mesma forma, o conhecimento sobre qual o tipo de construção de passagem, com menor custo-benefício e desenho arquitetônico, indicado para uma ampla gama de espécies silvestres, ainda é incipiente (CLEVENGER et al., 2005; MOREIRA, 2015).

As outras medidas adotadas no sentido de mitigar os acidentes com fauna silvestre

são denominadas ações de manejo, ou não estruturais. Essas visam principalmente, a mudança de comportamento do motorista. Dentre essas ações, pode-se citar as campanhas educativas para conscientização dos usuários das rodovias; redutores de velocidade, tais como, radares e lombadas; sinalização viária combinando placas de alerta da passagem de animais, indicativos de velocidade máxima permitida; balizas (dispositivos que objetiva elevar a altura do vôo de aves em áreas úmidas), e remoção de carcaças, para que não se tornem um atrativo para outros animais e conseqüente novos atropelamentos (FORMAN et al., 2003; LAUXEN, 2012) (Figura 9).

FIGURA 9 - Placa de alerta indicando possível travessia de fauna silvestre, passagem de fauna e cerca-guia para condução de animais para as passagens. Rodovia Paraty-Cunha, RJ-165, revitalizada em 2016. Trecho que intercepta o Parque Nacional da Serra da Bocaina.

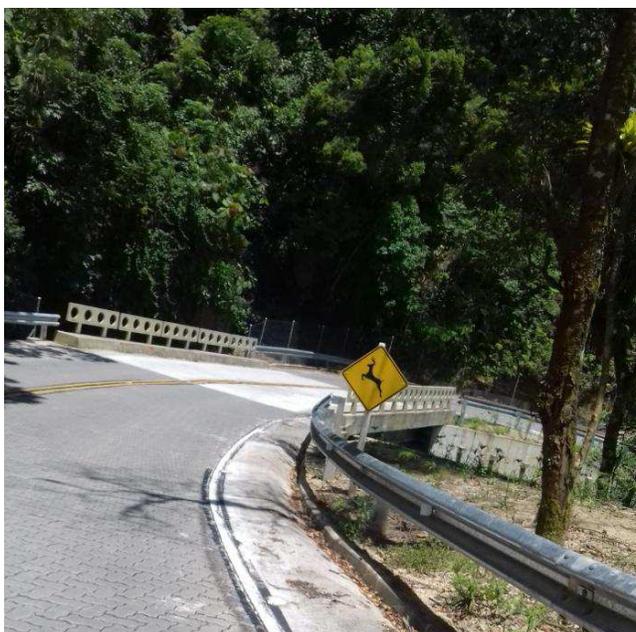


Foto: GUIMARÃES, J. F.

2.4. Mastofauna Brasileira e ameaças

Para o Brasil são descritas atualmente, 701 espécies de mamíferos, distribuídos em 243 gêneros, 50 famílias e 12 Ordens (PAGLIA et al., 2012). O Estado de Minas Gerais, em seus diversos biomas (Mata Atlântica, Caatinga, Campos Rupestres e de Altitude e Cerrado) abriga 236 espécies de mamíferos (aproximadamente 35% das espécies do país) (CHIARELLO et al., 2008), visto que, para o Cerrado, são compiladas 251 espécies, sendo 32 endêmicas (PAGLIA et al., 2012).

Mamíferos de médio e grande porte exercem um papel fundamental na dinâmica florestal. As espécies frugívoras e/ou herbívoras, por exemplo, antas, veados, porcos-do-mato e roedores de grande porte desempenham funções importantes na manutenção da diversidade de árvores e formações vegetais, através da dispersão e predação de sementes e de plântulas (DIRZO; MIRANDA, 1990; FRAGOSO, 1994), ao passo que, carnívoros, em geral mamíferos de topo de cadeia, regularizam as populações de herbívoros e frugívoros, efeito *Top-Down* (EMMONS, 1987; TERBORGH et al., 2001, GUIMARÃES, 2009), sendo considerados, portanto, como espécies chaves ao habitat (SINCLAIR, 2003). Essas são assim definidas, pois são espécies que de forma geral, enriquecem o funcionamento do ecossistema de uma maneira única e significativa, e a remoção ou extinção local pode induzir modificações na estrutura do ecossistema e perda de biodiversidade, afetando direta e indiretamente todos os níveis tróficos (VIDOLIN, 2004; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Apesar de suas densidades não serem abundantes, quando comparados com outros grupos de animais, o impacto acarretado pelo declínio das populações de mamíferos silvestres são consideráveis. Talvez, mais que qualquer outro grupo, os mamíferos podem determinar a estrutura física dos habitats, alterando as taxas dos processos dos ecossistemas, tais como, fluxo de nutriente, taxa de crescimento ou decomposição e ditar a diversidade de espécies (SINCLAIR, 2003).

Carnívoros, por exemplo, ou ainda, espécies sensíveis a alterações ambientais, tais como ungulados, que demandam grandes áreas de vida para desempenharem suas funções biológicas, podem ser enquadradas como espécies “guarda-chuva”. Espécies guarda-chuva é a denominação da classe de animais que, por possuírem demandas ambientais maiores que as demais, sua conservação confere a proteção para as espécies que co-habitam o

ambiente (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

A área de vida de um indivíduo se refere ao espaço necessário para a execução de suas funções biológicas, como por exemplo, alimentação, abrigo, acasalamento, cuidado parental, etc., (BURT, 1943).

Oficialmente, são listadas 110 espécies de mamíferos silvestres brasileiros ameaçados de extinção (MMA, 2014). Para o Estado de Minas Gerais, 44 espécies do grupo estão sob algum status de ameaça (COPAM, 2010). Além disso, 20 espécies com ocorrência no Cerrado estão na lista de fauna ameaçada de extinção (CHIARELLO et al., 2008), sendo estes principalmente mamíferos de médio e grande porte.

Os *hotspots* do Cerrado brasileiro estão desaparecendo rapidamente, cedendo lugar a plantações de soja, pecuária, hidrelétricas, dentre outros, principalmente após a década de 70 (KLINK; MACHADO, 2005). Portanto, áreas que abrigam espécies, raras, ameaçadas e/ou endêmicas, merecem atenção quanto à conservação da biodiversidade para o bioma.

A fauna de mamíferos vem sofrendo declínio, principalmente pela destruição de seus habitats (DOUROJEANNI, JORGE-PÁDUA, 2001). O processo de fragmentação da vegetação nativa em função de atividades antrópicas, além de causar redução do ambiente natural, produz habitats ruins ou negativos para um grande número de espécies. O empobrecimento do habitat se dá principalmente em função da influência dos meios alterados criados ao seu redor, denominado “efeito de borda” (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

As estradas, dentre outros empreendimentos, são causas diretas e indiretas de fragmentação. A construção de rodovias altera diretamente o habitat, pois, se faz necessário desmatamento para sua implantação, e indiretamente, atuando como agente facilitador da degradação ambiental através exploração destrutiva (SOARES-FILHO et al., 2004; LAURANCE et al., 2009; CASELLA, 2010; ESPERANDIO et al.; 2011; ROSA; BAGER 2011; MOREIRA, 2015), tendo em vista que, o desmatamento se dá de forma mais intensa nas proximidades de rodovias (CASELLA, 2010). Por outro lado, a mortalidade de animais silvestres por atropelamentos nas estradas, dentre eles os mamíferos, é o efeito negativo mais visível proveniente das rodovias.

A maioria dos mamíferos tem mobilidade elevada, percorrendo extensas áreas no seu habitat, o que aumenta o risco de atropelamentos. Outros fatores intrínsecos a cada

espécie, tais como, fatores fisiológicos (reprodução, dispersão, busca por alimentos), habilidades sensoriais (ZOLLNER; LIMA, 1997; BUENO; ALMEIDA, 2010), ou ainda fatores externos, sazonalidade e mudanças bruscas na composição da paisagem (KOTLIAR; WIENS, 1990), podem influenciar a dinâmica de movimentação dos indivíduos, aumentando as chances de atropelamentos.

De forma geral, para um mamífero de médio e grande porte, a largura da estrada simples não possui uma escala que represente uma barreira relevante (FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2009; PREVEDELLO, 2009; BUENO; ALMEIDA, 2010), contudo, a dificuldade do animal atravessar uma estrada irá depender, em grande parte, do volume de carros no local, do horário de trânsito e o número de vias (ZALESKI et al., 2009; BUENO; ALMEIDA, 2010), bem como o “efeito de evitação” que é inerente à perturbação gerada pelo tráfico de automóveis, acarretando em altos níveis de ruídos, resultando em baixa densidade de algumas espécies nas áreas mais próximas as rodovias e podendo ocasionar afugentamento e desorientação dos animais (PRADA, 2004; IVO et al., 2011).

Contudo, as estradas atuam funcionalmente como corredores para muitas espécies de mamíferos, especialmente de maior porte (RODRIGUES et al., 2002; TOMAS; MIRANDA, 2006), estes, usualmente atravessam as rodovias, o que os tornam alvo de encontro com veículos e de conseqüente atropelamento (CÁCERES, 2010; MOREIRA, 2015).

Em estudos realizados na Flórida, Canadá, Espanha e Inglaterra (TAYLOR et al., 2002; PAQUET, 1993; FERRERAS et al., 2001; GRILO et al., 2009), o grupo dos carnívoros tem sido identificados como a classe mais vulnerável em acidentes e mortalidade em rodovias, em função de suas características, tais como, densidade populacional naturalmente baixa, baixas taxas reprodutivas e amplas áreas de vida (FORMAN et al., 2000; MOREIRA, 2015).

Carnívoros, dentre outras Ordens de mamíferos, estão em ascendência nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção e, de fato, a perda de indivíduos por atropelamentos, principalmente para os que estão sob algum status de ameaça de extinção, torna o cenário ainda mais alarmante, demandando urgência na efetivação de medidas que evitem as altas taxas de mortalidade (JAEGER; FAHRIG, 2004; POUGH, 2008).

Apesar da predominância da ocorrência de mamíferos de hábito generalista no

Cerrado, muitas espécies colonizam habitats específicos. Deste modo, é esperado que o padrão espacial da paisagem desempenhe um papel importante na localização e número de atropelamentos (CLEVENGER et al., 2003; GUIMARÃES, 2009).

Além dos atropelamentos, as estruturas lineares na paisagem podem gerar a divisão de populações através do efeito barreira e podem torná-las mais ou menos isoladas em sub-populações comprometendo a sua conservação (TROMBULAN et al., 2000; FORMAN et al., 2003), principalmente através do isolamento genético. No caso dos mamíferos, esse efeito é agravado quando se trata do sucesso reprodutivo. Mamíferos, de forma geral, apresentam padrões de reprodução *k* estrategistas, onde investem em uma descendência menos prolífica e com elevado cuidado parental, garantindo que a prole possa ter maiores chances de sobrevivência até a idade reprodutiva. Dessa forma o êxito reprodutivo é afetado, tanto pelo efeito barreira, acarretando em isolamento de machos e fêmeas, como pela perda de indivíduos por atropelamentos (MARINI; MARINHO-FILHO, 2006).

2.5. Estudos da Paisagem e Aplicações na Ecologia

O termo Ecologia da Paisagem foi utilizado pela primeira vez em 1939, pelo biogeógrafo alemão Carl Troll, surgindo já neste momento como uma ciência de caráter multidisciplinar, que trata das interações entre os sistemas naturais e os sistemas antrópicos, da observação das inter-relações da biota (incluindo o homem) com o seu ambiente, fomentando então, uma noção visual, espacial e global do estudo da paisagem (METZGER, 2001).

No início dos anos de 1980, a ecologia da paisagem adquire forte influência de ecólogos e biogeógrafos, que buscavam adaptar a teoria de biogeografia de ilhas para o planejamento ambiental, principalmente para reservas naturais em ambientes continentais. Dessa forma, a ecologia da paisagem sofreu forte influência dos estudos ecossistêmicos, da modelagem e da análise espacial, especialmente com o advento das imagens de satélite e popularização dos computadores pessoais (METZGER, 2001).

Desse modo, duas abordagens principais dividem a ecologia de paisagens, geográfica e ecológica. A abordagem geográfica é caracterizada pela maior ênfase nas questões da ocupação territorial e no estudo das paisagens antropizadas, ao passo que a abordagem

ecológica expressa maior ênfase às paisagens naturais, na conservação e manejo da vida silvestre e dos recursos naturais (METZGER, 2001).

De acordo com Metzger (2001), paisagem pode ser definida como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador em uma determinada escala de observação. Uma paisagem pode se apresentar sob forma de mosaico, contendo manchas, corredores e matriz, ou sob forma de gradiente.

Manchas são elementos que ocupam a menor área na paisagem, geralmente associadas a fragmentos de vegetação nativa remanescente; Corredores são definidos como elementos lineares que facilitam a conexão, geralmente, entre as manchas que compõem a paisagem; e Matriz, elemento que ocupa a maior área da paisagem, geralmente associados a áreas antrópicas (METZGER, 2001).

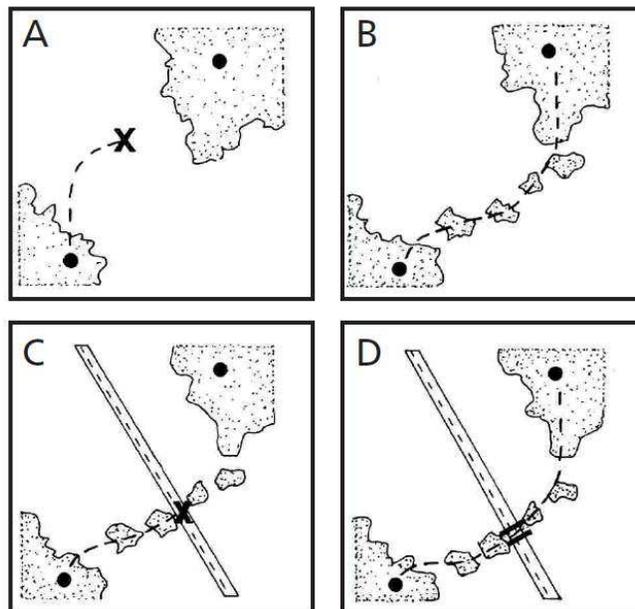
A paisagem na forma de gradiente seria uma composição homogênea ou ambiente contínuo em determinada escala. De forma geral, praticamente qualquer porção de terra é homogênea numa escala mais abrangente e heterogênea quando analisada numa escala mais detalhada, por isso a importância da escala em estudos de ecologia da paisagem (METZGER, 2001; MARTINS et al., 2004)

A análise espacial da paisagem pode ser efetuada em diferentes níveis ou métricas, como parcelas, classe de uso/ocupação do solo ou ainda à nível de mosaicos ou regiões específicas, através da agregação estatística dos resultados (TURNER et al., 2001; FARINA, 2006). Forman (1995) ressalta que a composição de uma paisagem é parte fundamental para a compreensão de diversos processos ecológicos no ambiente, dentre eles destaca-se o processo de fragmentação. Dessa forma, a proposta da ecologia da paisagem é promover integração da heterogeneidade espacial dos ambientes e não apenas descrever a paisagem, mas, contudo, analisar, explicar e compreender as alterações que ocorrem nela (LANG; BLASCHKE, 2009), o que torna os estudos dessa ciência ainda mais aplicados para a resolução de problemas ambientais.

Alguns aspectos da paisagem podem facilitar o deslocamento das espécies entre habitat, chamados de corredores, ou ainda pequenas fragmentos espalhados pela matriz, denominados trampolins ecológicos. Conforme Metzger (1999), trampolins ecológicos (*stepping stones*), constituem pequenas áreas de habitat dispersas na matriz, que têm o

efeito de aumentar a sua permeabilidade. Portanto, a conectividade entre fragmentos depende, não apenas de corredores conectados entre remanescentes maiores, mas também de pequenas manchas, que possam suprir as necessidades das espécies por certo período de tempo. Contudo, outros elementos podem dificultar ou até mesmo impedir o deslocamento de algumas espécies, como por exemplo, cânions, rios, rodovias, represas, etc. (ZIONI; FREITAS, 2015), (Figura 10).

FIGURA 10: Efeitos dos corredores ecológicos e das redes rodoviárias sobre a movimentação das espécies. A) Paisagem sem conexão entre habitats (corredores), dificuldade de dispersão das espécies entre manchas; B) Pequenos fragmentos podem atuar como facilitadores de dispersão (trampolins ecológicos); C) Corredores interceptados por rodovias podem atrair animais para a travessia na estrada, ocasionando em mortalidade por atropelamentos; D) Medidas de mitigação, como as passagens de fauna, podem ajudar na re-conexão dos habitats.



Fonte: Adaptado de Iuell (2003).

Nesse contexto, a ecologia da paisagem, aliada às técnicas de geotecnologias, são ferramentas muito úteis, tanto nas análises da paisagem, como na avaliação das somatórias das pressões ambientais e influências negativas dos empreendimentos sobre o meio ambiente. Para o presente estudo, a paisagem será avaliada por meio de classificação de

usos da terra, natural e antrópico.

2.6. Geotecnologia Aplicada a Dados Ambientais

A observação e representação da superfície terrestre tem sido alvo de estudos desde os tempos remotos até a atualidade. Até o início dos anos 60, as informações geográficas eram realizadas apenas por meio de técnicas rústicas para elaboração de cartas e mapas analógicos, dificultando, portanto, informações de atualização e mais precisas acerca da dimensão e ocupação dos territórios (BOLFE, 2006). Contudo, nesta mesma década, com o desenvolvimento da tecnologia espacial, satélites espaciais com sensores imageadores foram colocados em órbita, coletando informações para várias finalidades. Dessa forma, informações geográficas dos recursos naturais permitiu o implemento de medidas que propiciaram o desenvolvimento em diversos campos das ciências (BOLFE, 2006, MENESES; ALMEIDA, 2012).

A partir da década de 80, em função da facilidade em acesso das imagens de satélite e popularização dos computadores pessoais, além da evolução das técnicas de processamento digital de imagens (PDI), tornou-se mais acessível o trabalho em grandes áreas com uso de imagens digitais. O tratamento de informações geoespaciais em ambiente computacional abriu espaço para o surgimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (BOLFE, 2006; ROSA, 2007). O SIG é uma ferramenta que pode ser aplicado de modo multidisciplinar, abrangendo muitos campos da ciência. Juntamente com o desenvolvimento do SIG, uma série de métodos matemáticos e estatístico vão sendo estruturados no PDI, permitindo a expansão do uso das imagens do sensoriamento remoto para diversos fins. Os mapeamentos da superfície da Terra puderam, dessa forma, ser realizados com mais detalhes. Dentre os principais mapeamentos temáticos, podemos citar: tipos e usos do solo, hidrografia, relevo, vegetação, geologia, geomorfologia e mineração (BOLFE, 2006). De acordo com Rosa (2007), o conjunto das tecnologias geoespaciais, incluindo a parte computacional, são conhecidas como Geotecnologias.

O caráter multidisciplinar do uso das geotecnologias pode ser percebido na ampla gama de usos da ferramenta. Na área ambiental estão cada vez mais sendo empregadas, por exemplo, monitoramento de atividades antrópicas, tais como, o desmatamento e incêndios, risco de enchentes e desmoronamentos, licenciamento ambiental, monitoramento de erosão,

estudos de impacto ambiental, gestão de Unidades de Conservação, gestão municipal, gestão do meio ambiente, no planejamento estratégico de negócios, agronegócio, etc. De acordo com Mantovani (2006), as geotecnologias ainda são pouco utilizadas em estudos relacionados a fauna silvestre, quando comparados com as aplicações na agricultura, por exemplo. Entretanto, o uso dessas ferramentas vem crescendo continuamente também no âmbito ecológico/ biológico.

Dentre as aplicações para trabalhos relacionados à fauna silvestre podemos citar, uso imagens de satélite para o planejamento de trabalhos de campo; identificações de áreas/ habitats disponíveis; mapeamento de perda/ fragmentação e previsões de desmatamento da vegetação nativa (habitat); rastreamento e monitoramento de espécies; Análises espaciais de atropelamentos de fauna; monitoramento e análise de possíveis corredores de fauna (MANTOVANI, 2006; COELHO et al., 2014).

Dessa forma, atualmente, as geotecnologias são indispensáveis nas análises de dados ambientais, pois constitui uma importante ferramenta acerca das características físicas e biológicas da superfície terrestre, contribuindo assim para o conhecimento referente aos padrões espaciais e temporais do ambiente, embasando a tomada de decisão para melhor gestão dos recursos naturais (BOLFE, 2006; CALDAS, 2006).

2.6.1 *Sensoriamento Remoto*

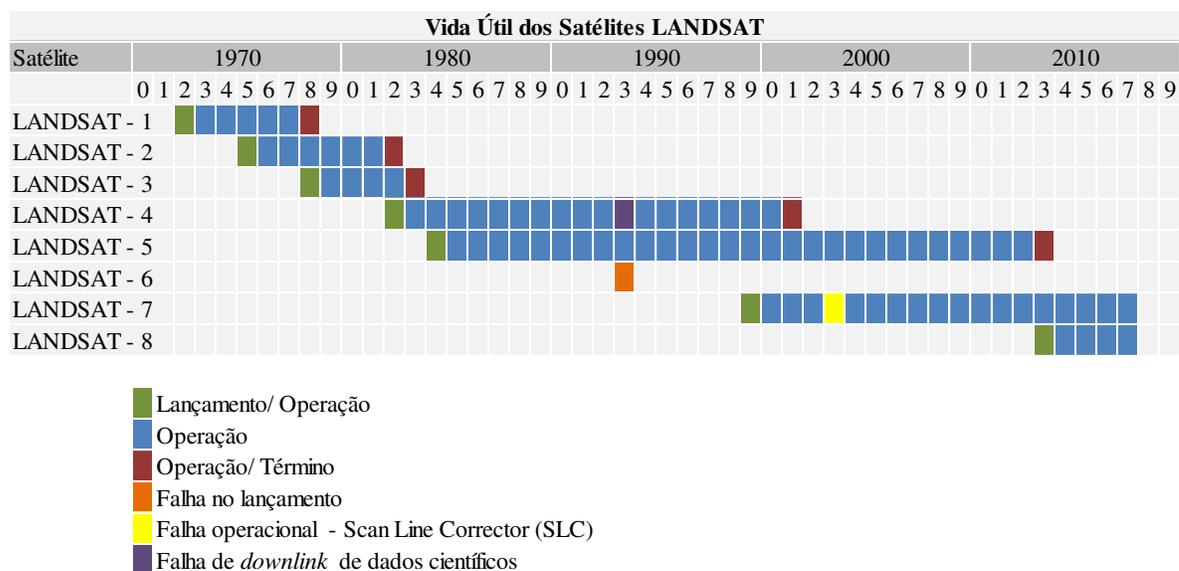
O sensoriamento remoto pode ser definido como a utilização de sensores para a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos, sem que haja contato direto entre eles (NOVO, 1992). Os sensores de imagem utilizam medições da radiação eletromagnética, como a luz solar, por exemplo. A energia/radiação refletida de qualquer objeto é então convertida em sinal passível de ser registrado e interpretado (MENESES; ALMEIDA, 2012).

A série LANDSAT teve início na segunda metade da década de 60 em um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana essa missão, intitulada *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS), colocou em órbita, em 1972, o primeiro satélite dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres, o ERTS-1 e posteriormente renomeado LANDSAT – 1 (MENESES; ALMEIDA, 2012). Em operação à quase 50 anos

e com oito satélites da série, o projeto LANDSAT tem atuado com grande contribuição para as geotecnologias em diversas áreas das ciências.

A figura 11 ilustra o histórico de lançamento e vida útil dos satélites da série LANDSAT, colocados em órbita, desde a primeira edição até os dias atuais.

FIGURA 11 - Dados referentes à vida útil dos satélites da série LANDSAT.



Fonte: Adaptado de Embrapa (2013). Fonte de dados: Irons et al. (2017).

O oitavo satélite da série LANDSAT colocado em órbita (LANDSAT – 8), surge com novas tecnologias de sensores, espectral OLI e sensor termal TIRS, constituindo melhores resoluções espectrais para as imagens. Foram incorporadas duas bandas espectrais a new coastal (banda 1), para fins de análises dos recursos hídricos e investigação de zonas costeiras, além de um novo canal de infravermelho (banda 9), com o objetivo de detecção de nuvens cirros. Tais adições provocaram mudanças nos intervalos dentro do espectro dos canais de todas as bandas. Há também uma nova banda de Garantia de Qualidade (Banda QA), que fornece informações sobre a presença de nuvens, água e neve. As resoluções radiométricas proporcionadas pelos novos sensores, quantificam em uma faixa dinâmica de 16 bits, ao passo que, os satélites anteriores possuíam 8 bits. As bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 9 possuem uma resolução espacial de 30m, as bandas 10 e 11 de 100m e a banda 8 (pancromática) de 15m (KALAF et al., 2013). A imagem eleita pra análise no presente

estudo é proveniente do satélite LANDSAT – 8 e foram utilizadas as bandas 4,3,2, pois proporcionam resultados de cores mais aproximadas do natural.

2.6.2 *Processamento digital de imagens orbitais*

De acordo com Mascarenhas e Velasco (1984), processamento digital de imagens trata-se da análise e a manipulação de dados via computador com o objetivo de facilitar a identificação de alvos e a extração das informações acerca do objeto detectado. São várias as técnicas de PDI existentes na literatura e a aplicação de cada uma depende do objetivo do usuário, tais como os filtros, que possibilitam tanto a redução/eliminação de ruídos como a suavização da cena, permitindo extrair informação mais pura dos objetos. Outras técnicas de PDI que merecem destaques são a classificação, segmentação e índices gerados a partir de imagens digitais.

O tratamento e manipulação de imagens digitais, no processo de classificação, demandam três etapas que podem ser definidas como: pré-processamento, classificação e pós-classificação. O pré-processamento diz respeito à preparação dos dados provenientes do satélite escolhido, para a posterior classificação, tais como, a calibração radiométrica, remoção de ruídos, realces da imagem, dentre outros. A classificação propriamente dita, que consiste no processo de detecção e extração das informações da imagem a fim de mapear, em temas/classes, as áreas de interesse. Já a etapa de pós-classificação pode ser realizada, de acordo com a conveniência, com o objetivo de uniformizar temas, segmentar/unir classes de interesse, bem como validar os resultados da classificação (CALDAS, 2006; MENESES; ALMEIDA, 2012).

2.6.3 *Classificação Digital de Imagens*

As técnicas de classificação de imagens digitais são comumente divididas em dois grupos: supervisionada e não-supervisionada. Também conhecida por *Clustering*, as classificações não-supervisionadas são realizadas por meio de agrupamentos automáticos, onde todo o processo é realizado internamente no computador, sem interferência do usuário. Por outro lado, a classificação supervisionada é realizada com a interação do usuário, que fornece informações prévias, como amostras de classes de interesse para que

os algoritmos façam a classificação com base em modelos complexos matemáticos, estatísticos e/ou probabilísticos.

Como dito, para as classificações supervisionadas, existe a necessidade do conhecimento prévio do pesquisador em relação às classes alvos, para possibilitar o treinamento do algoritmo por meio de pequenas amostras representativas de cada classe pretendida, para que o algoritmo possa distinguir uma classe da outra. Existem vários classificadores utilizados na técnica de classificação supervisionada, tais como o paralelepípedo, distância mínima, distância de Mahalanobis e máxima verossimilhança (MENESES, SANO, 2012).

A classificação por máxima verossimilhança é o método de classificação supervisionado mais utilizado em sensoriamento remoto. Esse classificador tem por base a estatística Bayesiana, e adota uma função de densidade probabilística, verificando a probabilidade de cada pixel pertencer a uma determinada classe, alocando-o na classe de maior probabilidade.

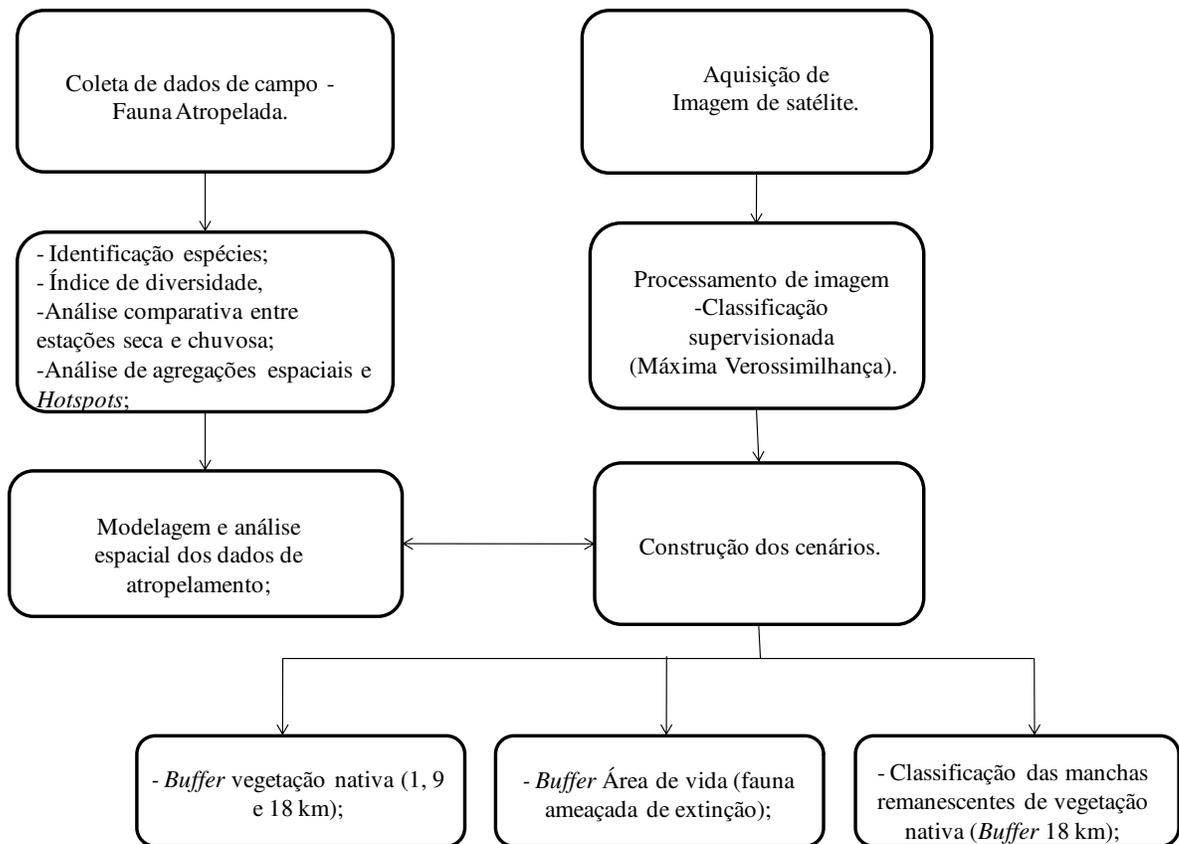
Para se assegurar de um resultado satisfatório, o uso desse classificador exige que as áreas de amostragem das classes de treinamento tenham uma grande quantidade de pixels, da ordem de centenas, e que sejam amostras representativas. Por ser um classificador com base na probabilidade é recomendável que se tenha números de pixels por classe de amostragem mais ou menos semelhantes em quantidade, e que sejam tomadas mais do que uma área de amostragem por classe. No presente estudo foi utilizada a técnica de classificação supervisionada por máxima verossimilhança (MENESES; SANO, 2012).

MATERIAL E MÉTODO

3.1 Diagrama Metodológico

A figura 12, evidencia o fluxograma da metodologia proposta nesse trabalho.

FIGURA 12: Fluxograma metodológico.



3.2. Área de Estudo

O estudo foi conduzido em um trecho da rodovia BR-497 localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba, abrangendo os municípios de Uberlândia e Prata, Minas Gerais.

A BR-497 é uma rodovia Federal com início em Uberlândia/MG e término em Paranaíba/MS, com o total de 325 Km dentro do Estado de Minas Gerais e 28 Km no Estado do Mato Grosso do Sul, totalizando 353 Km em toda sua extensão (MENDES, 2015). De todas as rodovias construídas pela União que cortam Minas Gerais, é a única sob domínio do Estado através do DER/MG (Departamento de Estrada de Rodagens de Minas Gerais).

A BR-497 é caracterizada por pista simples de mão dupla, predominantemente retilínea, com alguns trechos sinuosos. De acordo com o relatório emitido no ano de 2016 pela Confederação Nacional de transportes (CTN, 2016), a classificação geral da rodovia é considerada de ruim a péssima, quando analisados as situações de pavimentação, sinalização e a geometria da pista.

Das cinco rodovias Federais que cortam o Triângulo Mineiro, a BR-497 foi a única que obteve piora de suas condições de tráfego na última década, apesar de contar com intenso fluxo de veículos (volume médio diário/mensal de aproximadamente 4000 veículos) (BRASIL, 2017), e altos índices de acidentes. O trecho da rodovia que liga os municípios de Uberlândia e Prata foi pavimentado entre os anos de 1980 e 1990, não apresentando acostamento em seus primeiros 45 km. Entre os km 45 e km 77,6, possui acostamento estreito de aproximadamente 1,5m.

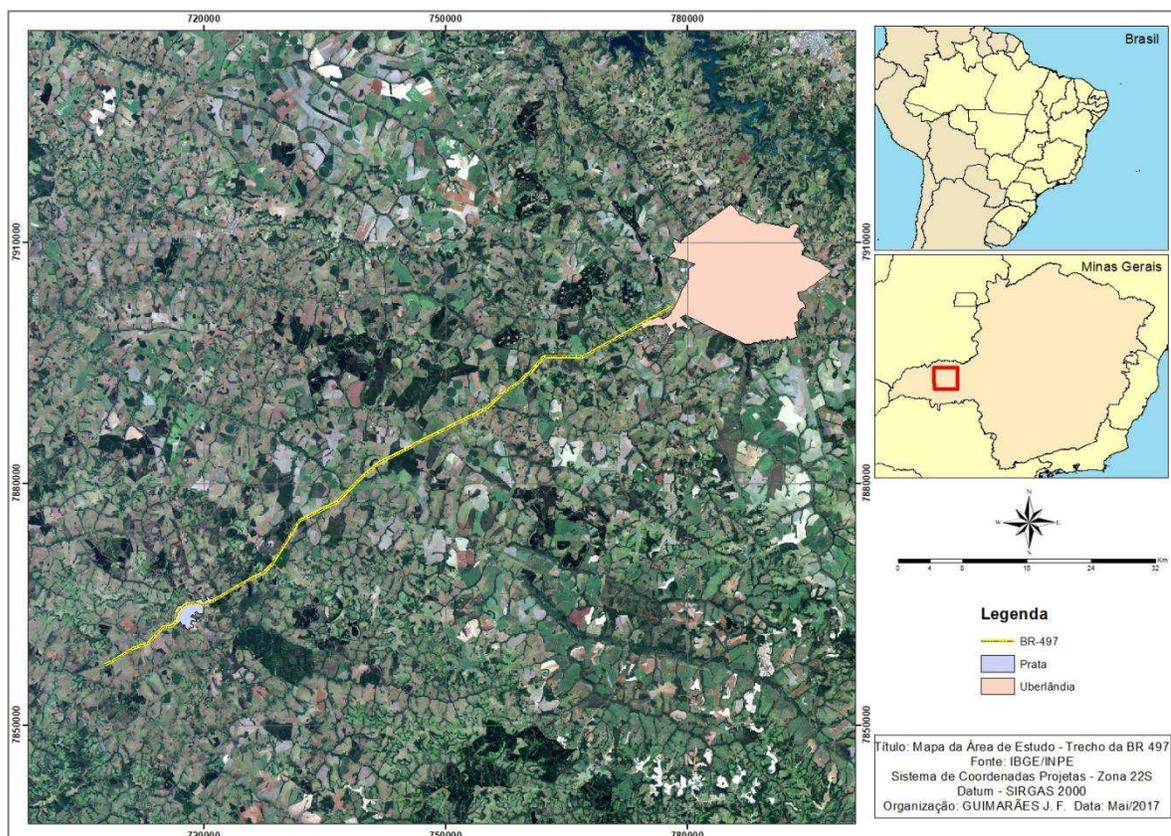
A área está inserida no bioma Cerrado e o clima da região é do tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen, apresentando uma periodicidade muito acentuada, com uma estação seca bem definida, entre os meses que vão de abril a setembro e outra chuvosa entre os meses que compõem a outra metade do ano. A precipitação anual varia em torno de 1.550 mm e a temperatura média é de aproximadamente 22 °C (ROSA et al., 1991).

A área de entorno é caracterizada por áreas de pastagens alternadas com monocultura e silvicultura. A bacia do rio Paranaíba, onde se insere a área de estudo, é recoberta originalmente pela vegetação de Cerrado (RESENDE; ROSOLEN, 2013). Contudo, em função da extrema exploração de seus ambientes para formação de pastagens

e áreas de plantio, a região encontra-se altamente fragmentada e degradada (KLINK; MACHADO, 2005; CUSTÓDIO; SOUZA, 2016).

O trecho referente às coletas de dados para mamíferos de médio e grande porte realizado, entre os meses de julho de 2015 a junho de 2016, está demonstrado na figura 13.

FIGURA 13 - Imagem de satélite (LandSat 8/ OLI), da área de estudo, evidenciando o trecho da rodovia BR-497 estudado e as delimitações das cidades de Uberlândia e Prata – MG.



3.3 Coleta de dados de Fauna Atropelada

A coleta de dados para a mastofauna de médio e grande porte atropelados, foi realizada através de registros sistematizados, abrangendo um total aproximado de 100 quilômetros ao longo da rodovia (BR - 497), entre os municípios de Uberlândia e Prata, no Triângulo Mineiro.

Foram realizadas viagens mensais entre os meses de julho de 2015 a junho de 2016, resultando em um total de 2.328 km percorridos. Os dados foram compilados, percorrendo a estrada com veículo automotor, a uma velocidade média de 60 km/h, registrando as carcaças dos mamíferos de médio e grande porte atropelados na pista. As carcaças registradas foram fotografadas e anotadas as seguintes informações: nome científico, nome popular, data/ hora do registro, sentido do atropelamento (Uberlândia - Prata/ Prata - Uberlândia), e as coordenadas geográficas. As coordenadas de cada registro de atropelamento foram obtidas com um GPS de navegação (*Global Position System*), sempre com acurácia melhor que 10 m.

Foram considerados como mamíferos de médio e grande porte, aqueles com massa corporal acima de 1 kg, quando adultos (CHIARELLO, 2000). A nomenclatura utilizada seguiu Paglia et al. (2012).

Para a definição do status de ameaça das espécies registradas foram consultadas as seguintes listas vigentes de espécies ameaçadas de extinção, DN nº 147/2010 COPAM à nível regional (Minas Gerais); Portaria nº 444/ 2014 (ICMBio) à nível nacional e IUCN (2017), à nível mundial.

3.3.1. *Tratamento dos dados*

3.3.1.1 Comparação entre os atropelamentos período Seco e Chuvoso

No intuito de verificar a existencia de diferenças significativas entre os registros de atropelamentos para estações seca e chuvosa, entre julho de 2015 e junho de 2016, foi realizado o teste de normalidade que são utilizados para avaliar se a distribuição de probabilidade associada a um conjunto de dados pode ser aproximada pela distribuição normal (TORMAN et al., 2012).

Posteriormente, foi aplicado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (Wilcoxon para amostras independentes), com intervalo de confiança de 95%, para verificação da existência de diferença significativa entre as duas estações. Também foi realizado teste de proporções comparando a proporção de casos na estação chuvosa com a seca, para confirmação dos resultados do teste de Mann-Whitney (TORMAN et al., 2012). Os testes foram realizados no programa *Action Stat Versão 3.1. 43.724.694 de 21/11/2016*.

Em relação à riqueza de espécies entre as estações, seca e chuvosa, foi realizada a curva de rarefação comparativa, em intervalo de 95% de confiança. Posteriormente, a título de comparação de diversidade de espécies entre as duas estações, foi calculado o índice de diversidade, Shannon-Wiener (H'). Os dados referentes à riqueza e diversidade sazonal foram realizados no *software Past 2.17*. (HAMER et al., 2001).

3.3.1.2 Curva de rarefação de espécies

O método de rarefação gera a média da riqueza de espécies e o intervalo de confiança de 95% para a riqueza simulada para diferentes valores de abundância de espécies. Conforme Sanders (1968), uma matriz referente à curva de rarefação da riqueza de espécies média e o intervalo de confiança de 95% é gerada. Adicionalmente, é gerada outra matriz com os índices das simulações realizadas. De acordo com Krebs (1989) é um método para estimar o número de espécies em uma pequena amostra, quando dados de abundância para uma amostra maior (estação seca e chuvosa) são dados.

3.3.1.3 Índice de diversidade Shannon-Wiener (H')

O índice de diversidade Shannon-Wiener (H'), é o índice mais utilizado em dados ecológicos, pois, leva em consideração tanto a uniformidade (equitabilidade), quanto à riqueza das espécies. Quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade (MAGURRAN, 1988). O índice de diversidade de Shannon-Wiener é obtido pela equação 1:

(1)

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Onde, S é o número de espécies, p_i é a proporção da espécie i, estimada como n_i/N , onde n_i é a medida de importância da espécie i (número de indivíduos), e N é o número total de indivíduos.

3.3.1.4 Pluviosidade

Para a análise da relação do índice de pluviosidade e registros de atropelamentos, foram utilizados os dados compilados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), para a cidade de Uberlândia, MG. A partir dos registros diários, foi realizada a somatória da incidência de chuva (mm), para cada estação (seca e chuvosa), bem como as médias mensais de pluviométricas, a título de comparação com os registros de atropelamentos.

3.3.1.5 Agregações de Atropelamentos

Para verificar a existência de concentrações de atropelamentos e as escalas de agrupamentos, foi aplicado o teste estatístico K de Ripley-bidimensional modificado, tal como proposto por Coelho et al. (2008a), e uma função $L(r)$, para sua interpretação proposta por Clevenger et al., (2003), modificada por Coelho e colaboradores (2008a). Os atropelamentos foram analisados, para quatro perspectivas, total de dados registrados, por estação (seca/chuvosa) e, atribuindo peso aos registros de atropelamentos de fauna ameaçada de extinção. Dessa forma, pretendeu-se verificar diferenças de incidências de agregação de registros de atropelamentos.

A estatística K de Ripley, equação 2, é utilizada para analisar a não-aleatoriedade espacial na distribuição dos atropelamentos, evidenciando assim, zonas de maior agregação e sensibilidade a acidentes relacionados à fauna (RIPLEY, 1981; COELHO et al., 2014).

(2)

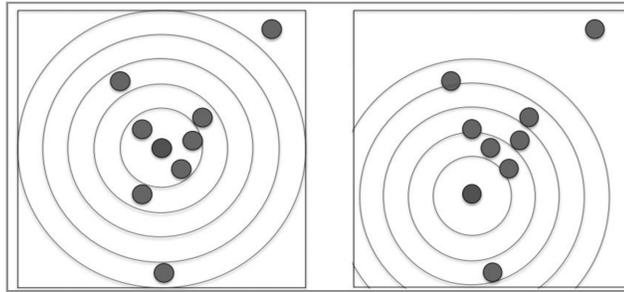
$$K(r) = \frac{D}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n 2r / C_i(r) \sum_{j \neq i} f_{ij}$$

onde: $K(r)$ = valor da estatística K para a escala r ; 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 (COELHO et al, 2014).

A estatística foi realizada pelo programa SIRIEMA 2.0 (COELHO et al., 2014), gera um círculo de raio pré determinado, centralizado em um evento de atropelamento e contabilizando posteriormente o número de eventos dentro dessa área. Após a contabilização multiplica-se por um fator de correção, que considera o comprimento da rodovia dentro deste limite, em função da não adoção da linearização da rodovia. Esta rotina é feita atropelamento por atropelamento até o término do número de eventos (Figura 14).

Após todos os eventos serem avaliados, é feito um somatório geral que corresponde a uma intensidade de agregação para a escala avaliada (o comprimento do raio do círculo). Na sequência, aumenta-se o tamanho do raio da circunferência (incremento de raio) e todos os eventos são novamente testados até que o tamanho do raio chegue ao comprimento total da rodovia. Assim, diversas escalas são avaliadas (COELHO et al., 2014; CASELLA, 2010).

FIGURA 14 - Ilustração do agrupamento de dados estatística k-Ripley.



Fonte: Coelho et al.(2014).

Para a interpretação das diferentes escalas utilizadas e avaliação da significância de possíveis agrupamentos é utilizada a 3:

$$L(r) = K(r) - K_s(r) \quad (3)$$

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

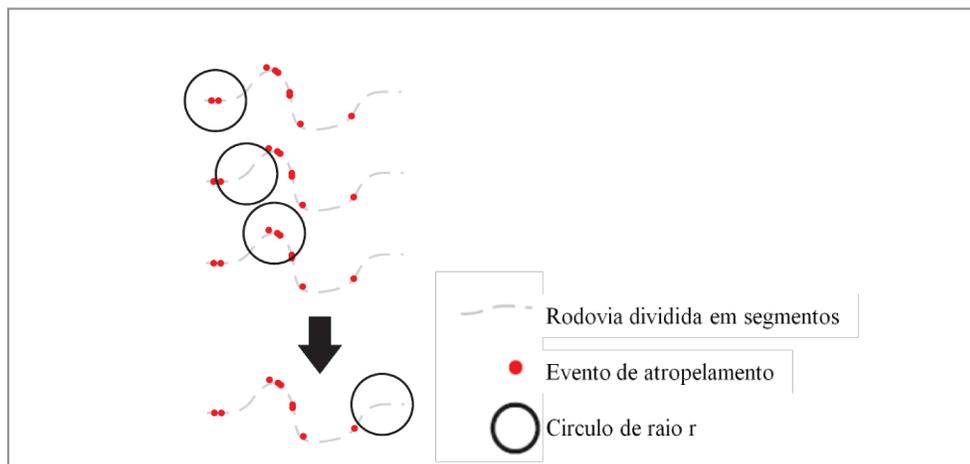
São também calculados os limites de confiança para a interpretação da significância da função $L(r)$, onde, os valores de significância acima dos limites de confiança (90%), obtidos a partir dessas simulações, indicam escalas com agrupamentos significativos e os valores abaixo desses limites, indicam escalas com dispersão significativa (COELHO et al., 2014).

Para o presente estudo, os testes de não-aleatoriedade, para as quatro análises realizadas, foi adotada uma escala 100 m de raio inicial, com incremento de raio de 200 m, 1000 interações e 95% de confiança ($\alpha > 0,05$). Pretendendo, dessa forma, abranger as escalas onde a maioria das medidas de mitigação são empregadas (TEIXEIRA et al., 2013; LAUXEN, 2012).

3.3.1.6 Análise de *Hotspots* de Atropelamentos

Após a análise de não-aleatoriedade dos atropelamentos, foram realizadas as análises dos principais trechos com agregação significativa de atropelamentos (*Hotspots*), estes foram realizados levando em consideração a bidimensionalidade da rodovia, *HotSpots* – 2D. Para as análises de *HotSpots*, realizadas no *Software Siriema 2.0* (COELHO et al., 2014), onde a rodovia é dividida em segmentos equidistantes, pré-determinados. Um círculo de raio r , também pré-definido é centrado no ponto central do primeiro segmento da estrada, sendo somados todos os valores atribuídos a cada evento de atropelamento dentro de sua área. A esse número é multiplicado um fator de correção, que leva em conta o comprimento da rodovia dentro do círculo nesta posição (pelos mesmos motivos expostos na descrição da análise K). O círculo é posteriormente, centrado na metade do próximo segmento e novamente é computada a soma dos eventos e multiplicação pelo fator de correção. O procedimento é repetido para todos os segmentos em que a rodovia foi dividida, resultando em um valor de intensidade de agregação de atropelamentos para cada local da rodovia (Figura 15).

FIGURA 15 - Esquema de agrupamento de eventos de atropelamentos *Hotspots* bidimensional, pelo programa SIRIEMA 2.0.



Fonte: Adaptado de Coelho et al., (2014).

Para os cálculos dos *Hotspots*, foi utilizada a 4:

(4)

$$H_{i(r)} = 2r / Ci(r) \sum_{i=1}^n f_{ij}$$

Onde: $H(r)$ = valor de agregação para o ponto i considerando a escala r ; n = número de eventos de i atropelamentos; r = raio definido; i = ponto no traçado da rodovia; j = evento de atropelamento; $Ci(r)$ = 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 (peso do evento) se j está dentro dessa área.

Para a avaliação da significância das intensidades de agregação de cada ponto é utilizada a 5:

(5)

$$HS = H_i(r) - H_s(r)$$

Onde, $H_s(r)$ = a média dos valores de H em simulações de distribuição aleatória dos eventos (o número de simulações é definido pelo usuário).

Para o presente estudo foram realizadas quatro análises relativas aos *Hotspots*, sendo: registros totais de atropelamentos; registros totais atribuindo peso aos atropelamentos da fauna ameaçada de extinção; registros para a estação seca e; registros para a estação chuvosa.

Para as análises de *Hotspots* referentes aos totais de dados e atribuindo peso aos registros de fauna ameaçada de extinção, foram utilizados raio inicial de 2000 m e 3000 m, respectivamente, com 1000 simulações e 500 divisões de 182m da rodovia pesquisada. Para os *Hotspots* referentes às estações do ano (seca e chuvosa), foram utilizados raios de 5500 e 4000 m, respectivamente, com 1000 simulações e 500 divisões de 182m da rodovia pesquisada. A definição de raio seguiu os resultados apresentados pelo teste K de Ripley, para limites significativos de agregações, com 95% de confiança.

3.4. Obtenção e Processamento de Imagens

A cena da imagem de satélite utilizada foi obtida pelo satélite *LANDSAT 8 OLI*, Órbita/Ponto 221/073, disponível gratuitamente no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. A data de passagem foi de 02 de maio de 2016, em função do percentual de nuvens (0,0%) e por condizer com o final da estação chuvosa, onde a vegetação se torna mais visível. Para as análises e processamentos digitais, foi utilizado o Software *ENVI Version 5.1 Classic* e para as definições de *layout*, foi utilizado o Software (ArcGis) 10.1. (SIGEO – Labo. Sist. Inf. Geog. UFU, campus Monte Carmelo).

3.4.1 Classificação de Imagem

A classificação da imagem selecionada foi realizada por meio de classificação supervisionada “pixel a pixel”, em cinco classes de usos, (1) Solo Exposto, (2) Vegetação, (3) Silvicultura, (4) Água, (5) Cultura, através do algoritmo “máxima verossimilhança” no Software *ENVI Version 5.1 Classic*.

A princípio foi gerado um *buffer* de 20 km de distância da rodovia pesquisada e realizado a classificação das classes de interesse, para posteriormente realizar os recortes para as análises propostas.

A classificação supervisionada pelo método de Máxima verossimilhança consiste, de acordo com Crósta (1992), o quanto um determinado pixel pode ser atribuído a uma determinada classe a qual, provavelmente ele pertence. Dessa forma, considera que as classes representam distribuições normais multivariadas e, conseqüentemente, dependem do vetor médio e da matriz de covariância de cada classe, classificando assim, o novo valor na classe de maior semelhança, ou verossimilhança. Os algoritmos de classificação supervisionados utilizam conhecimento “a priori” do pesquisador, sobre as áreas de interesse, onde, o usuário fornece amostras de treinamento confiáveis para o algoritmo permitindo a classificação com base na distribuição de probabilidade da classe. A classificação é dada pela equação 6:

(6)

$$Máx (C_i|X) = \frac{P(X|C_i)P(C_i)}{P(X)}$$

Onde, P(Ci / X): probabilidade de que o vetor X pertença à classe Ci (probabilidade a posteriore); P(X / Ci): probabilidade condicional da classe Ci; P(Ci): probabilidade de que a classe Ci ocorra na imagem (probabilidade a priori); P(X): probabilidade de ocorrer o evento X;

Para validação das classificações foi utilizado o índice ‘Kappa’ que demonstra o acerto dos mapeamentos classificados automaticamente mediante comparação com o mapa interpretado visualmente.

O índice de Kappa, deduzido por Cohen (1960), é o coeficiente mais utilizado para aferir a precisão em imagens classificadas e é dado pela equação 7:

(7)

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^c X_{ii} - \sum_{i=1}^c X_i + X + i}{n^2 - \sum_{i=1}^c X_i + X + i}$$

Onde, K é uma estimativa do coeficiente Kappa; x_{ii} é o valor na linha i e coluna i; x_{i+} é a soma da linha i e x_{+i} é a soma da coluna i, da matriz de confusão; n é o número total de amostras e c o número total de classes.

O índice kappa considera que os valores próximos de 1 indicam excelente concordância do classificador com a verdade terrestre, enquanto que um valor próximo a 0 apresenta ausência de concordância. Landim (2003) propôs uma classificação para esse índice de acordo com os valores apresentados na tabela 1.

TABELA 1 - Desempenho da classificação em função de Kappa.

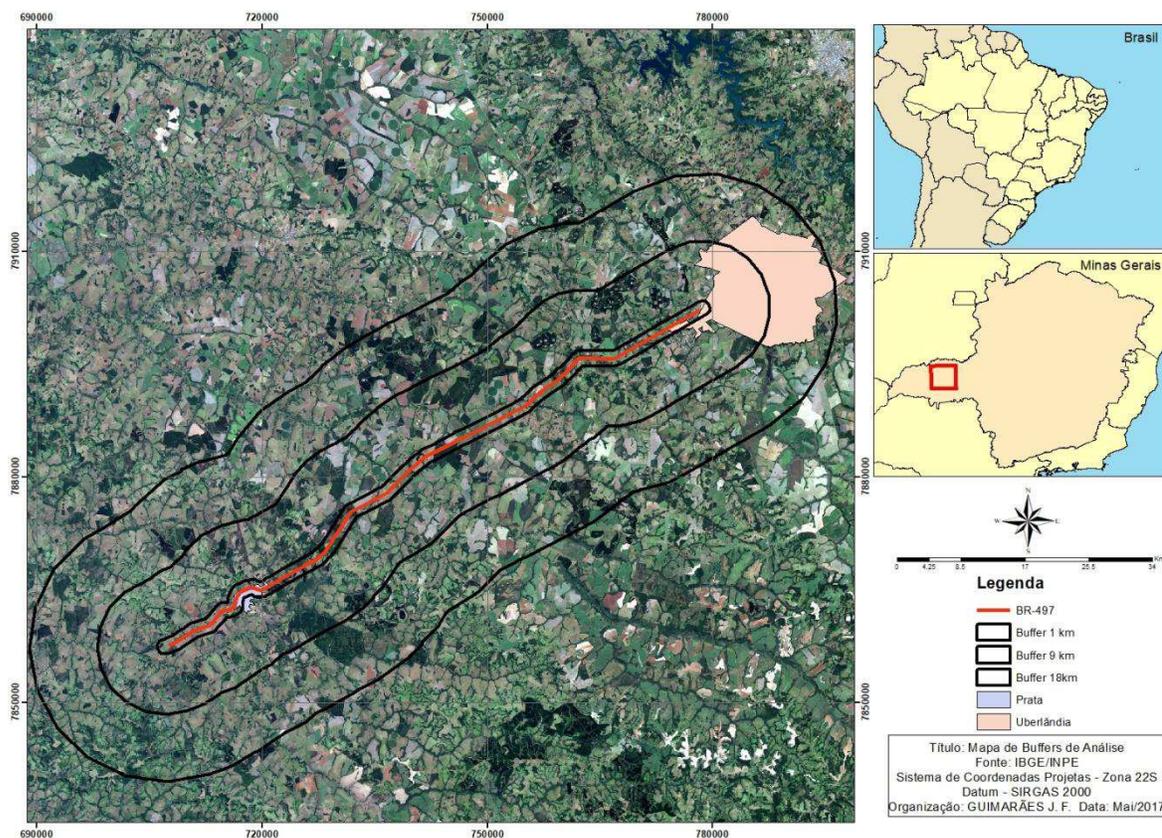
Kappa (K)	Concordância
$K < 0$	Sem concordância
$0,0 < K < 0,19$	Pobre
$0,20 < K < 0,39$	Fraca
$0,40 < K < 0,59$	Moderada
$0,60 < K < 0,79$	Forte
$0,80 < K < 1,00$	Excelente

3.4.2 Classificação por cenários – Buffer

Após a classificação da imagem da área de estudo, foram gerados para as análises três *Buffer* de distância da rodovia, 1 km, 9 km e 18 km.

A construção dos cenários em *Buffers* foram assim definidos para possibilitar as análises de percentuais de vegetação nativa (habitats) e áreas antrópicas (matriz) em relação às distâncias determinadas da rodovia BR-497. As distâncias foram determinadas com base em referências relativas ao tema e ao alcance dos efeitos negativos de empreendimentos lineares em seu entorno (FORMAN, 2000; FORMAN; DEBLINGER, 2000; TROMBULAK; FRISSELL, 2000; CASELLA, 2010; LIMA, 2013), sendo sugerido dessa forma: *Buffer* de 1 km de distância do eixo central da rodovia – Área de influência direta; *Buffer* de 9 km de distância do eixo central da rodovia – Área de influência indireta e *Buffer* de 18 km de distância do eixo central da rodovia – Área ‘livre’ de influência, (Figura 16).

FIGURA 16 - *Buffer* estipulados para as análises, com distâncias de 1, 9 e 18 km da rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



Para análise dos atropelamentos da fauna ameaçada de extinção, foram construídos *buffers* de distância das coordenadas de registros de atropelamentos, correspondentes a média das áreas de vida requeridas por cada espécie ameaçada no bioma Cerrado, disponíveis na literatura.

Dessa forma, objetivou analisar o uso e a ocupação do solo e a proporção de vegetação nativa (habitat), presentes nas áreas utilizadas pelas espécies ameaçadas de extinção registradas vitimadas.

A confecção dos *Buffers* foi realizada no *Software ENVI Version 5.1 Classic*.

3.4.3 *Análises dos cenários – Buffer*

3.4.3.1 Máscara de Vegetação

Para a análise dos percentuais de habitat e matriz, nos três cenários propostos de distância da rodovia BR-497 (1, 9 e 18 km), foi realizada máscara binária da imagem classificada isolando o atributo vegetação, para cada buffer, calculando dessa forma, o total das classes presentes em cada cenário.

3.4.3.2 Análise dos pontos de atropelamentos da fauna ameaçada de extinção

Para a construção dos *buffers* foram delimitados as médias das áreas de vida para as três espécies de mamíferos de médio e grande porte, ameaçado de extinção, registrados atropelados. Os *buffers* foram construídos a partir dos pontos de registros e posteriormente quantificados os percentuais de cada classe correspondente a classificação aplicada anteriormente para a área de estudo.

3.4.3.3 Manchas de vegetação nativa

Para a análise das manchas remanescentes de vegetação nativa, foi utilizada a máscaras de vegetação resultante do buffer de 18 km de distância da rodovia (BR-497), e compilados os fragmentos em grandes ($>4\text{km}^2$), médios ($2\geq 4\text{km}^2$) e pequenos ($<2\text{km}^2$), pretendendo, desta forma, avaliar a viabilidade de manutenção das populações de mamíferos ameaçados de extinção no cenário de conservação atual. Os fragmentos foram classificados como grandes levando em consideração a média de área de vida requerida dentre as espécies ameaçadas de extinção. Para essas análises foi utilizado o *Software ArcGis 10.1*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mastofauna

4.1.1 *Mastofauna atropelada*

Para o período de coleta de dados (julho de 2015 a junho de 2016), na rodovia BR-497, foram registrados 49 indivíduos da mastofauna de médio e grande porte atropelados. Os indivíduos registrados estão inseridos em sete Ordens e dez famílias e 16 espécies. Destas, três espécies estão sob status de ameaça de extinção a nível estadual, nacional e/ ou mundial, o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*). Além disso, foi registrada uma espécie classificada como exótica/ invasora, a lebre (*Lepus europaeus*), (Tabela 2).

TABELA 2 - Mamíferos de médio e grande porte registrados vitimados na rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, Minas Gerais, durante o período de julho de 2015 a junho de 2016.

ORDEM	Família	Nome popular	Dieta	Habito	Status	Freq. relativa (%)	Registros (n)
DIDELPHIMORPHIA							
	Didelphidae						
	<i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840)	gambá	Fr, On	Te		6,12	3
PILOSA							
	Myrmecophagidae						
	<i>Myrmecophaga tridactyla</i> (Linnaeus, 1758)	tamanduá-bandeira	In	Te	Vu ¹ , Vu ² , Vu ³	14,28	7
	<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	tamanduá-mirim	In	Sc		6,12	3
CINGULATA							
	Dasypodidae						
	<i>Cabassous sp.</i>	tatu-do-rabo-mole	Myr	SF		2,04	1
		tatu-galinha-				2,04	
	<i>Dasypus cf. septemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	pequeno	In, On	SF			1
	<i>Dasypus cf. novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tatu-galinha	In, On	SF		2,04	1
	<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tatu-peba	In, On	SF		20,40	10
PRIMATES							
	Atelidae						

ORDEM						
Família	Nome popular	Dieta	Habito	Status	Freq. relativa (%)	Registros (n)
Espécie						
<i>Alouatta caraya</i> (Humboldt, 1812)						
	bugio	Fo, Fr	Ar		2,04	1
Callithrichidae						
	<i>Callithrix penicillata</i> (É. Geoffroy, 1812)	Fr, In, Go	Ar		4,08	2
CARNIVORA						
Canidae						
	<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	In, On	Te		18,36	9
	<i>Chrysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815)	Ca, On	Te	Vu ¹ , Vu ² , NT ³	4,08	2
	<i>Lycalopex vetulus</i> (Lund, 1842)	In, On	Te	Vu ²	6,12	3
Mustelidae						
	<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Ca	Te		2,04	1
Procyonidae						
	<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	Fr, On	Te		6,12	3
LAGOMORPHA						
Leporidae						
	<i>Lepus europaeus</i> (Pallas, 1778)	Hb	Te		2,04	1
RODENTIA						

ORDEM						
Família	Nome popular	Dieta	Habito	Status	Freq. relativa (%)	Registros (n)
Espécie						
Caviidae						
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	capivara	Hb	Sa		2,04	1

Legenda: Dieta: Ca- carnívoro, Fo- folívoro, Fr- frugívoro, Go- gomívoro (exudatívoro), Hb- herbívoro, In- insetívoro, Myr- mirmecófago, On- onívoro; **Habito:** Ar- arborícola, Sa- semi-aquático, Sc- Semi escansorial, SF- semi-fossorial, Te- terrestre; **Status:** Vu¹- Vulnerável a extinção à nível Estadual, (DN nº 147/2010, COPAM); Vu²- Vulnerável à extinção à nível nacional (Portaria nº 444/ 2014, ICMBio); NT³ e Vu³- Próximo de risco de extinção e Vulnerável a extinção à nível mundial, respectivamente (IUCN, 2017).

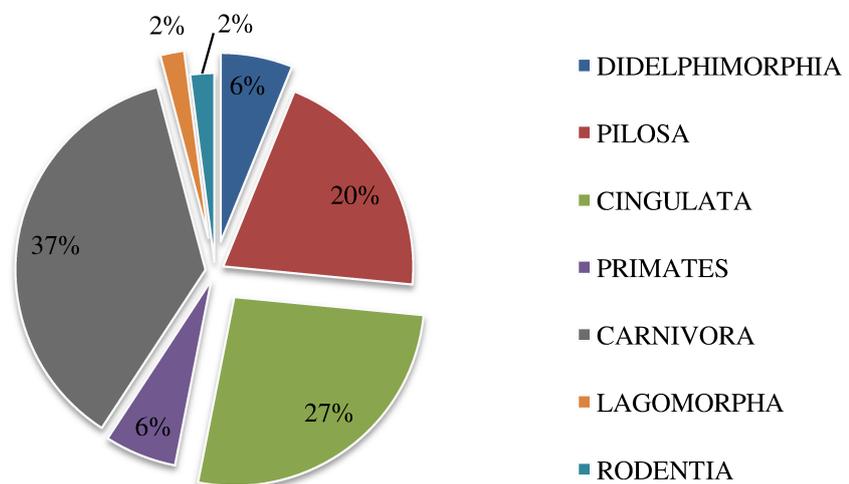
Embora não existam registros de qual seria a composição original da fauna de vertebrados na região, a heterogeneidade de ambientes que dominava no passado, e que, ainda hoje é possível observar, sugere que tenha existido uma fauna muito rica. A descaracterização ambiental decorrente da ação do ser humano, acarretou em reduções populacionais que, para muitas espécies, culminou em extinção local.

A compilação de dados da literatura disponível para a região de estudo, reuniu o total de 46 espécies de mamíferos de médio e grande porte (GUIMARÃES, 2009; FACURE et al., 2004; SCHNEIDER, 2000). Dessa forma, a mastofauna registrada no presente estudo, representou 34,78% do total de espécies confirmadas para a região.

A figura 17, representa a distribuição das Ordens dos registros de atropelamentos para a área de estudo, rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, Minas Gerais. Destaca-se a representatividade da Ordem Carnívora, somando 37% (n=18), do total de registros.

FIGURA 17 - Distribuição em Ordem dos indivíduos da mastofauna de médio e grande porte registrados na BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.

Distribuição das Ordens de Mamíferos de Médio e Grande Porte registrados na BR-497 (MG)



Carnívoros, de forma geral, estão enquadrados como mamíferos de topo de cadeia e atuam diretamente no controle de populações de herbívoros e frugívoros, sendo, consideradas como “espécies-chave” (MILLS et al., 1993). Dessa forma, são muito importantes na manutenção dos ecossistemas. Por necessitarem de maiores áreas

de vida, para desempenharem suas funções biológicas, a proteção de áreas para a conservação de mamíferos carnívoros acaba por proteger outras espécies da comunidade e, por isso, são também enquadradas como espécies “guarda-chuva” (DRUMMOND et al., 2005).

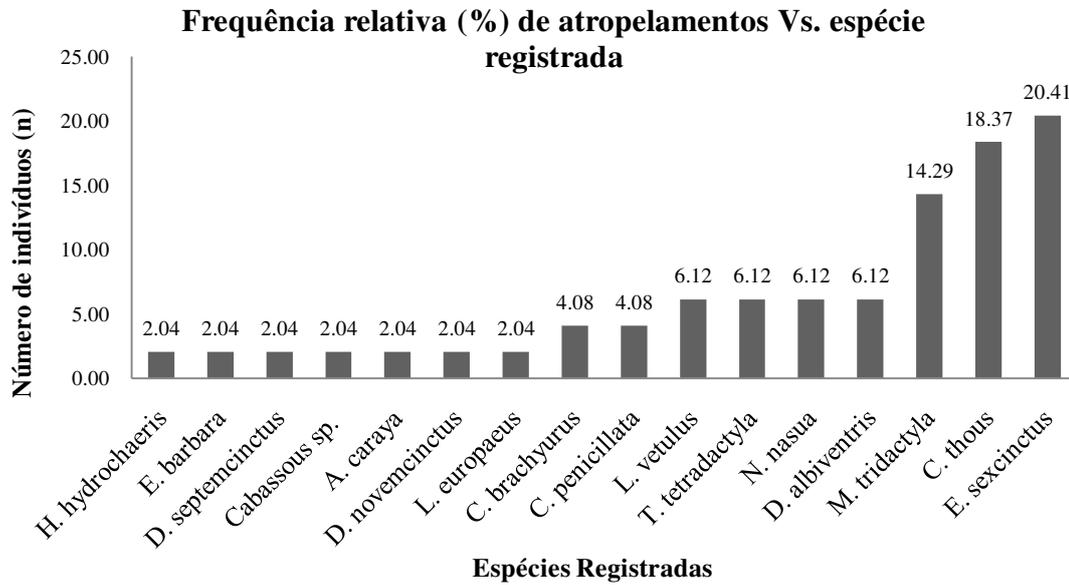
Apesar de comumente estarem associados a ambientes florestais, os carnívoros ocorrem em uma alta diversidade de habitats, desde florestas a campos cerrado. Além disso, muitas espécies possuem plasticidade, podendo utilizar como parte de suas áreas de vida, mosaicos de fitofisionomias vegetais que podem, também, incluir áreas antrópicas, tais como, áreas de plantio e pastagens (SUNQUIST et al. 1989; MACDONALD; COURTNAY, 1996). Por outro lado, a conservação de habitats preservados é de suma importância para a sobrevivência das espécies nos ambientes onde estão inseridos.

Infelizmente os carnívoros estão entre a Ordem de mamíferos de médio e grande porte, que apresenta altos índices de atropelamentos, pois, com a alta fragmentação dos ambientes naturais, os indivíduos necessitam se deslocarem por distâncias cada vez maiores em função da requisição de habitat (GRILO et al., 2009). Outro fator preocupante em relação à Ordem está no fato de que, naturalmente, apresentam baixas densidades populacionais, tornando a perda de indivíduos mais alarmante. Portanto, apresentam maior sensibilidade aos efeitos negativos das rodovias (RYTWINSKI; FARIHG, 2011).

Carnívoros, de modo geral, utilizam estradas para forrageio e deslocamento (COELHO, 2003). Contudo, o elevado número de registros de atropelamentos de espécies da Ordem para a região de estudo é preocupante, principalmente quando levado em consideração a degradação e antropização dos ambientes naturais no entorno. A perda de indivíduos poderá acarretar, a médio e longo prazo, em extinções locais de espécies, em função de suas características, tais como, baixas densidades populacionais e baixas taxas de reprodução com elevado cuidado parental (OLIVEIRA, 2011). Outro fator que poderá acarretar em dificuldade de manutenção das populações de carnívoros se refere à falta de variabilidade genética em função da diminuição do número de indivíduos (MARINI; MARINHO-FILHO, 2006) na região de estudo.

A figura 18, representa a frequência relativa de registros de atropelamentos por espécie, para a área de estudo.

FIGURA 18 - Frequência relativa dos registros de atropelamentos por espécie.



Cachorro do mato, *Cerdocyon thous* e tatu-peba, *Euphractus sexcinctus*, foram às espécies com os maiores índices de atropelamentos somando 19,14% (n=9), cada, seguido por Tamanduá-bandeira, *Myrmecophaga tridactyla*, com 14,89% (n=7). Os registros de atropelamentos para as três espécies representam mais da metade (53,19%), de todas as ocorrências confirmadas.

4.1.2 Espécies ameaçadas de extinção

Oficialmente, para o Brasil, são listadas 110 espécies de mamíferos ameaçados de extinção (MMA, 2014). Para o Estado de Minas Gerais, 44 espécies do grupo estão sob algum status de ameaça (COPAM, 2010).

A presença de animais ameaçados de extinção na área de estudo, sugere que apesar de relativamente descaracterizados, os habitats presentes, ainda desempenham um papel importante no que tange a conservação da biodiversidade de mamíferos terrestres de médio e grande porte para a região do estudo.

Foram registradas três espécies de mamíferos de médio e grande porte ameaçados de extinção atropelados, no trecho delimitado para o presente estudo, sendo estas: o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*) e o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*).

4.1.2.1 Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*)

O lobo-guará, *Chrysocyon brachyurus*, é o maior canídeo sul-americano, medindo entre 95 e 115 cm de comprimento e com peso entre 20 e 30 quilos. Possui hábito solitário, formando pares em períodos reprodutivos. A estrutura formada pelos casais permite a participação do macho no cuidado parental dos filhotes. Sua dieta é variada, sendo constituída principalmente por frutos e pequenos vertebrados (CHIARELLO et al., 2008). Possui ampla distribuição ao longo do território nacional, entretanto, a espécie habita preferencialmente em ambientes abertos do bioma Cerrado (RODDEN et al., 2004). Percorre grandes distâncias diariamente e suas áreas de vida, podem variar, de acordo com a disponibilidade de recursos e do período do ano. Para o bioma Cerrado, o tamanho da área de vida da espécie variou de 12 a 132 km² (DIETZ, 1984; CARVALHO; VASCONCELLOS, 1995; RODRIGUES, 2002; MANTOVANI et al., 2007).

Ecologicamente os lobos são importantes na manutenção da cadeia trófica, influenciando diretamente na dinâmica florestal atuando também como dispersores de sementes (EMMONS, 1987; TERBORGH, 1992; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Listado como vulnerável à extinção no Estado de Minas Gerais e no Brasil e próximo de risco a nível mundial, as principais ameaças à sua conservação relaciona-se a perda e fragmentação de habitat associadas às atividades antrópicas (RODRIGUES, 2002; MMA, 2003; COPAM, 2010; IUCN, 2017). As altas taxas de mortalidade por atropelamentos, nas rodovias brasileiras, também é um fator preocupante (RODRIGUES, 2002).

Nesse estudo foram compilados dois registros de atropelamento da espécie. Para as análises espaciais referentes a esses registros, foi adotado como média de área de vida do lobo-guará o tamanho de 4000ha (42 km²), conforme os parâmetros publicados por Coelho et al. (2008b), para estudos realizados com indivíduos de lobos-guará, residentes em bordas e/ ou fora de Unidades de Conservação.

4.1.2.3 Raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*)

Endêmica do Brasil, a raposinha-do-campo, *Lycalopex vetulus*, é uma espécie típica de formações abertas do bioma Cerrado. São consideradas de hábito solitário e monogâmico, formando pares no período reprodutivo permanecendo juntos, macho e

fêmea, compartilhando o cuidado parental da prole (DALPONTE, 2003; LEMOS; FACURE, 2011). Considerado um carnívoro insetívoro-onívoro, utiliza cupins como base de sua alimentação, consumindo também frutos e pequenos vertebrados (JUAREZ; MARINHO-FILHO 2002; JÁCOMO et al., 2004, LEMOS et al., 2011a). A estimativa da área de vida da espécie é de aproximadamente 500 ha (5 km²), com deslocamento de 4,5 km em uma noite (JUAREZ; MARINHO-FILHO, 2002).

Inserida sob o status de vulnerável a extinção a nível nacional (COPAM, 2014), as principais ameaças a sua conservação referem-se à destruição do habitat em função de atividades antrópicas mal planejadas. A perda de indivíduos das populações de raposas-do-campo por atropelamentos em empreendimentos lineares (rodovias e ferrovias) são elevadas culminando, também, no decréscimo das populações (DALPONTE, 2003; LEMOS; AZEVEDO, 2009; LEMOS et al., 2011b).

Para o presente estudo, a raposinha-do-campo obteve três registros de mortalidade e para as análises espaciais de uso e ocupação do solo relacionado os registros de atropelamentos, foi adotada a média de 500 ha de área de vida requerida pela espécie, de acordo com Juarez e Marinho-Filho (2002).

4.1.2.4 Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*)

De hábito terrestre, o tamanduá-bandeira pode alcançar mais de dois metros de comprimento e pesar cerca de 50 kg (SILVEIRA, 1969). Apesar de estar associada a ambientes abertos, a espécie utiliza fisionomias florestais, principalmente, para repouso e abrigo durante as horas mais quentes do dia (MEDRI, 2002; CHIARELLO et al., 2008). Sua dieta é composta basicamente de cupins e formigas (CHIARELLO et al., 2008). São solitários, com exceção da mãe com seu filhote, onde o cuidado parental pode durar até cerca de nove meses e, durante o período reprodutivo pode haver formação de casais. A gestação resulta apenas um filhote por vez (EISENBERG; REDFORD, 1999; CHIARELLO et al., 2008). A área de vida da espécie, de acordo com Miranda (2004), pode variar dependendo do tipo de habitat, temperatura, densidade populacional e disponibilidade de alimento. Dentre os trabalhos compilados, a área de vida da espécie pode variar entre 2,74 km² a 19 km² (SHAW et al., 1987; MEDRI, 2002; MIRANDA, 2004; MEDRI; MOURÃO, 2005).

Dentre as principais ameaças destaca-se a deterioração e redução de habitat que são consideradas como as principais causas de declínio das populações (FONSECA et

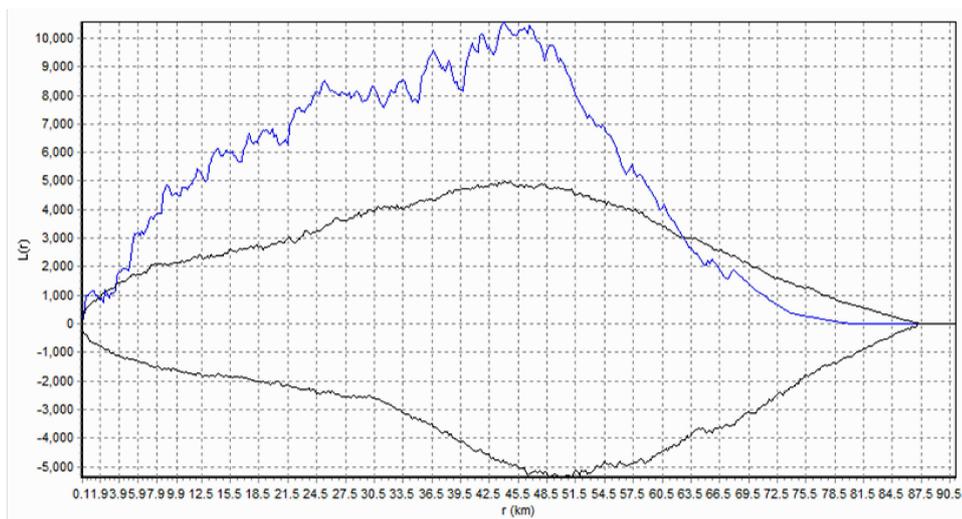
al., 1999). A mortalidade de indivíduos por atropelamentos em rodovias brasileiras se faz notável, em toda sua área de distribuição. Para o presente estudo o tamanduá-bandeira foi a terceira espécie de maior índice de ocorrência de atropelamentos, com sete indivíduos registrados.

A média de área de vida compilada para as análises espaciais dos registros do tamanduá-bandeira, no presente estudo foi de 1100 ha.

4.1.3 Análises de Agregações e Hotspots de atropelamentos

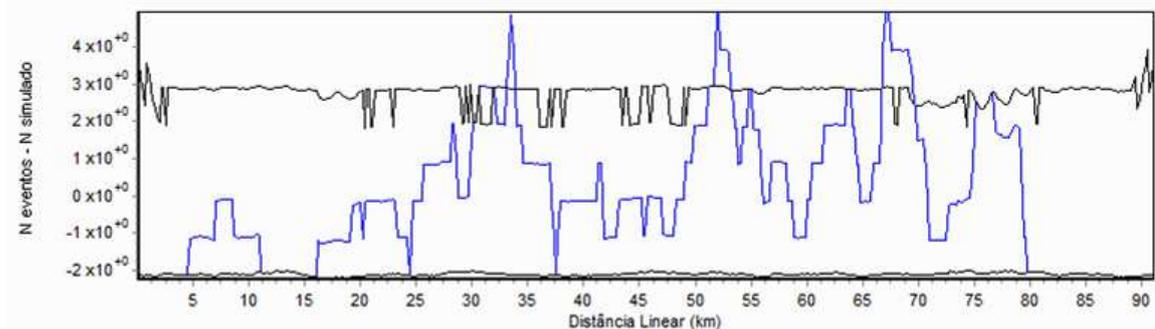
Valores de $L(r)$ acima dos limites de confiança indicam escalas com agrupamento significativo e os valores abaixo indicam escalas com dispersão significativa (Coelho et al., 2014). Dessa forma, a análise das distribuições dos atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte, resultou em agregações significativas entre 0 e 62,5 km de tamanho de raio, e a partir do quilômetro 86,9 os valores de K observados são iguais aos valores de K simulados ($L(r)=0$), pois o raio a partir dessa dimensão, centrado em qualquer ponto de atropelamento, abrange todos os outros atropelamentos registrados na rodovia, conforme Coelho et al. (2008a) (Figura 19).

FIGURA 19 - Resultado do teste estatístico K-Ripley bidimensional, representado pela linha azul, para raio inicial de 100 m com incremento de raio de 200m, 1000 simulações e 95% de confiança, representado pelas linhas pretas.



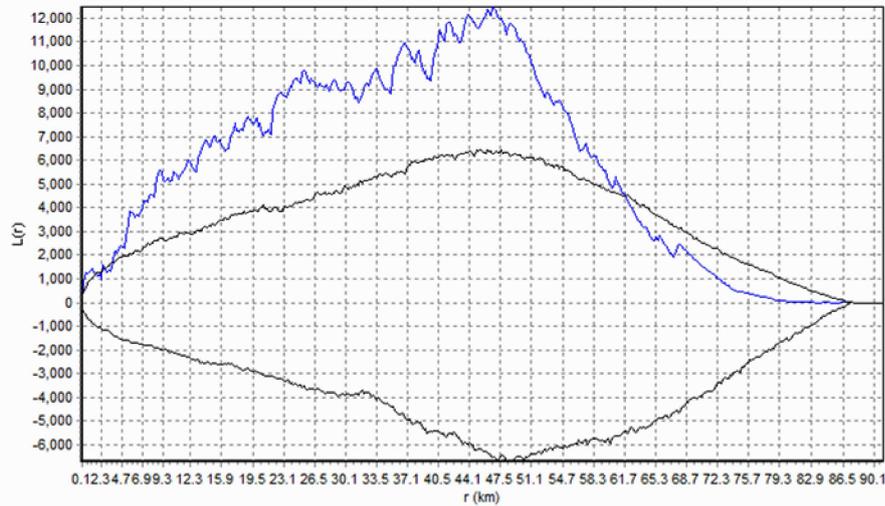
A análise dos *Hotspots* de atropelamentos para a mastofauna de médio e grande porte foi realizada com raio inicial de 2 km, de acordo com os resultados de agregações significativas do cálculo de K-Ripley bidimensional, resultando em três núcleos de atropelamentos (Figura 20).

FIGURA 20 - *Hotspot* de atropelamentos construído a partir de raio inicial de 2000 metros, com 1000 simulações e 500 divisões da rodovia (182m), 95% de intervalo de confiança.



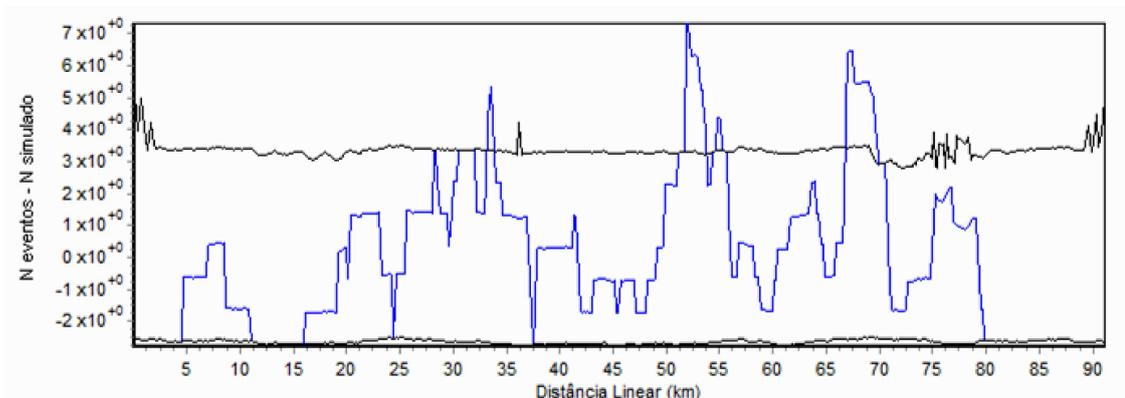
Para a análise das distribuições dos atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte, atribuindo peso 2 aos registros de espécies ameaçadas de extinção as agregações foram significativas entre 0 e 61,7 km de tamanho de raio, e a partir do quilômetro 86,9 os valores de K observados são iguais aos valores de K simulados ($L_{(r)}=0$), pois o raio a partir dessa dimensão, centrado em qualquer ponto de atropelamento, abrange todos os outros atropelamentos registrados na rodovia, conforme Coelho et al. (2008a), (Figura 21).

FIGURA 21 - Resultado do teste estatístico K-Ripley - 2D, para dados com atribuição de peso aos registros de espécies ameaçada de extinção. Linha azul (resultado de K-Ripley), raio inicial de 100 m, incremento de raio de 200m, 1000 simulações e limite de confiança 95% (linhas pretas).



Para a análise de *hotspots* de atropelamentos, atribuindo peso 2 aos registros de espécies ameaçadas de extinção, foram identificados quatro núcleos de maiores índices de atropelamentos (Figura 22).

FIGURA 22 - *Hotspot* de atropelamento construído a partir de raio inicial de 2000 metros, com 500 divisões da rodovia (182m), 95% de intervalo de confiança, com peso 2 para espécies ameaçadas.



4.1.4 Comparação entre estações

O teste de normalidade para cada período evidenciou uma distribuição não normal dos dados. A aplicação do teste de Mann-Whitney (Wilcoxon para amostras independentes) resultou em diferença não significativa para um limite de confiança de 95% ($p\text{-valor} = 0,41 > 0,05$). O teste de proporções comparando a proporção de casos na estação chuvosa com a estação seca o que confirmou o $p\text{-valor}$ não significativo ($p\text{-valor} = 0,54$). Portanto, para o ano de coleta de dados não ocorreram diferenças significativas nos atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte entre as estações seca e chuvosa.

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), o ano de coleta de dados, entre julho de 2015 e junho de 2016, apresentou pluviosidade típica da área de estudo com volume pluviométrico de aproximadamente 1600 mm (Figura 23) e (Figura 24).

FIGURA 23 - Relação entre o número de registros de atropelamentos e a média de precipitação (mm), para as estações seca e chuvosa ao longo do ano de coleta de dados, julho de 2015 a junho de 2016, BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG. Dados pluviométricos disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016).

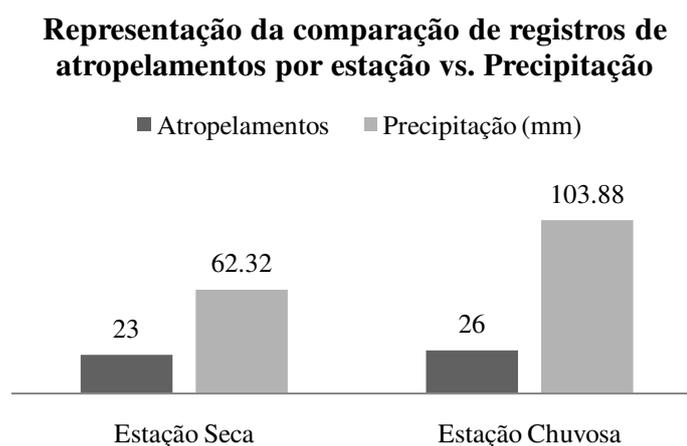
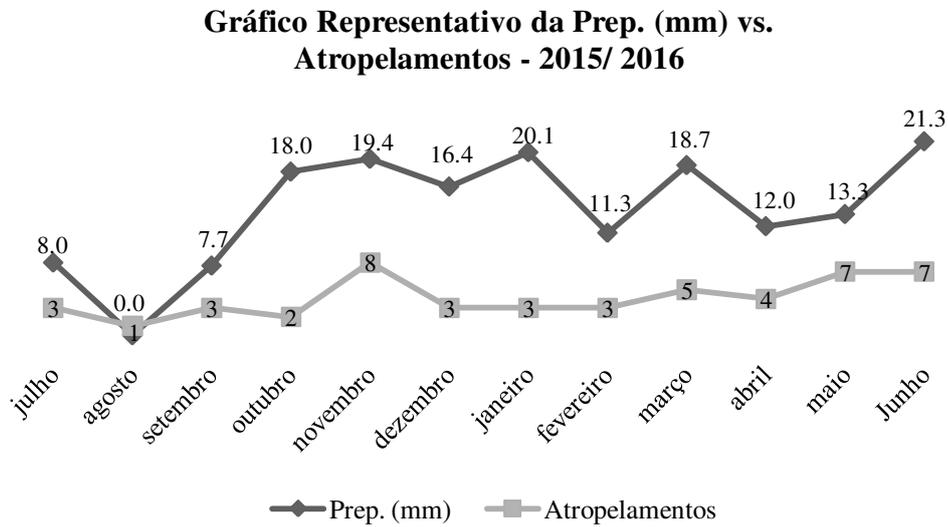
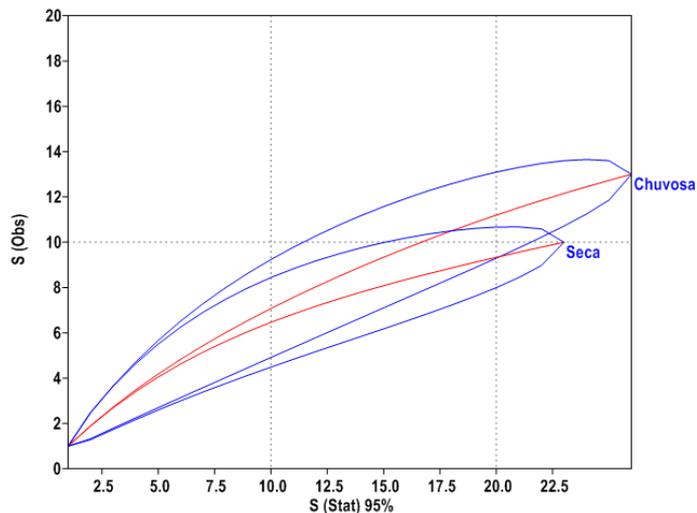


FIGURA 24 - Comparação entre as médias mensais de precipitação (mm) e os registros de atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte na BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG. Dados pluviométricos disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016).



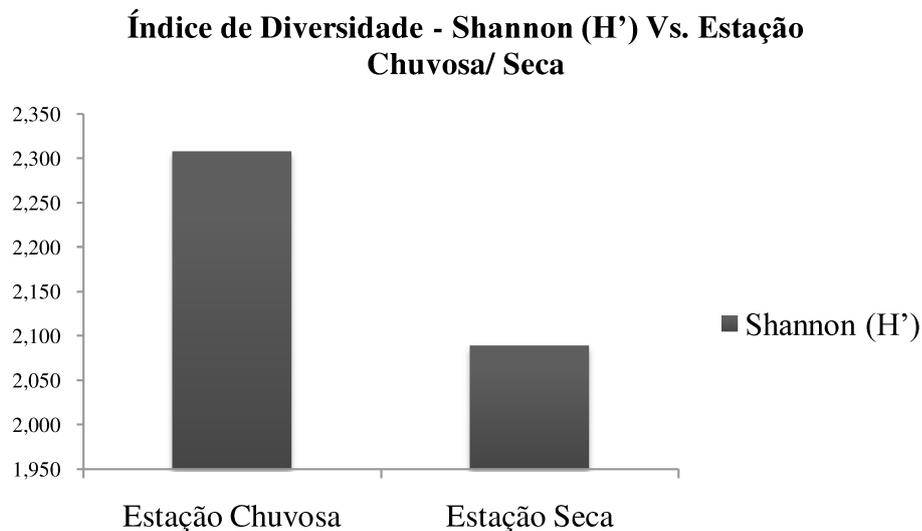
A Figura 25, representa a curva de rarefação de espécies, o que demonstra que a riqueza na estação chuvosa diferiu em relação à estação seca, apresentando maior número de registros de espécies da mastofauna de médio e grande porte, vitimadas na rodovia BR-497 entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.

FIGURA 25 - Curva de rarefação comparativa entre a estação chuvosa e estação seca das espécies registradas vitimadas na área de estudo, BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG, no intervalo de 95% de confiança.



O índice de diversidade aplicado apresentou resultado significativo para as análises sazonais, sendo a estação chuvosa consideravelmente mais diversa que a estação seca (Figura 26).

FIGURA 26 - Índice de diversidade aplicado para análise comparativa dos atropelamentos registrados entre as estações seca e chuvosa, durante o período de julho de 2015 a junho de 2016, rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.



Para as análises de agregações relacionadas ao período (seco/ chuvoso), houve discrepância para as agregações dos registros de atropelamentos, sendo que, para a estação chuvosa houve maior significância de agregações, quando comparado a estação seca (Figura 27) e (Figura 28).

FIGURA 27 - Resultado do teste estatístico K-Ripley bidimensional referente aos dados de atropelamentos registrados na estação seca, representado pela linha azul, para raio inicial de 100 m com incremento de raio de 200m, 1000 simulações e 90% de confiança, representado pelas linhas pretas.

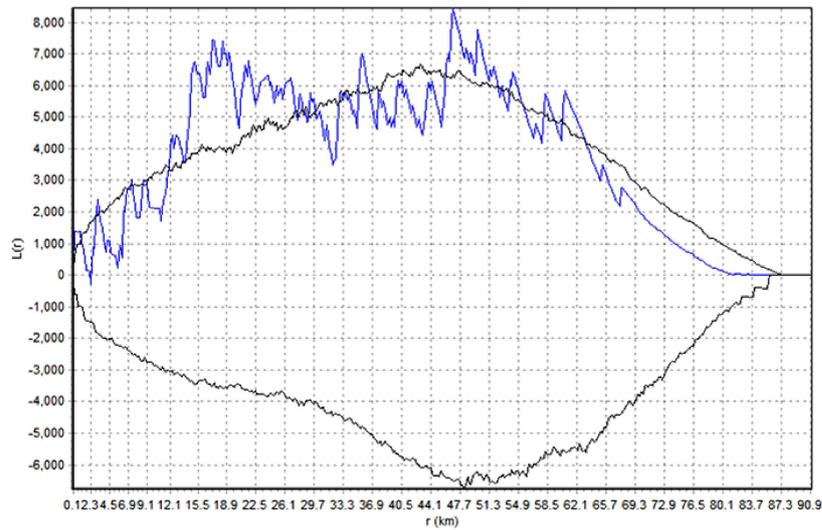
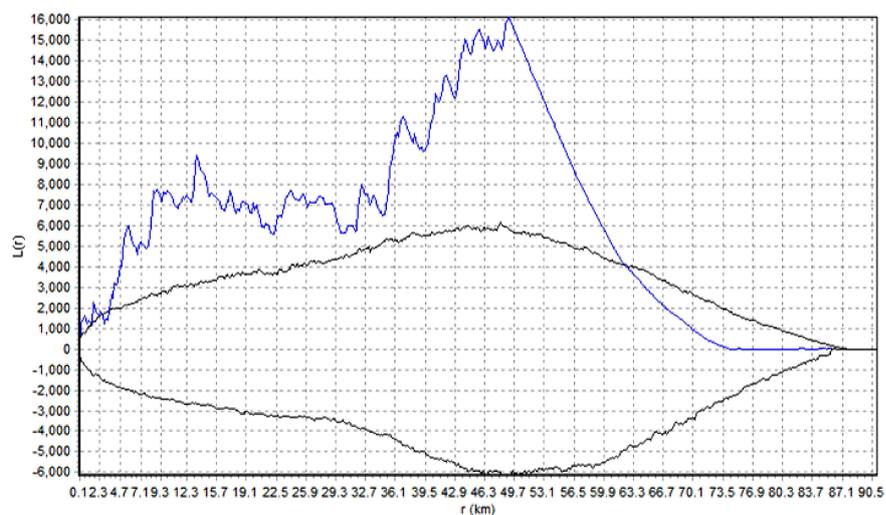


FIGURA 28 - Resultado do teste estatístico K-Ripley bidimensional, referente aos dados de atropelamentos registrados na estação chuvosa, representado pela linha azul, para raio inicial de 100 m com incremento de raio de 200m, 1000 simulações e 90% de confiança, representado pelas linhas pretas.



Os *Hotspots* de atropelamentos apresentados para cada estação, ao longo do ano de coleta de dados (2015 e 2016), sugerem que, apesar do número de registros absolutos não ter diferido entre os períodos, existe diferença no deslocamento e uso dos remanescentes de vegetação nativa pelas espécies entre as estações, influenciando também nos padrões espaciais dos registros de atropelamentos, (Figura 29) e (Figura 30).

FIGURA 29 - *Hotspot* de atropelamentos de dados referentes a estação seca, construído a partir de raio inicial de 5500 metros, com 1000 simulações e 500 divisões da rodovia (182m), 95% de intervalo de confiança.

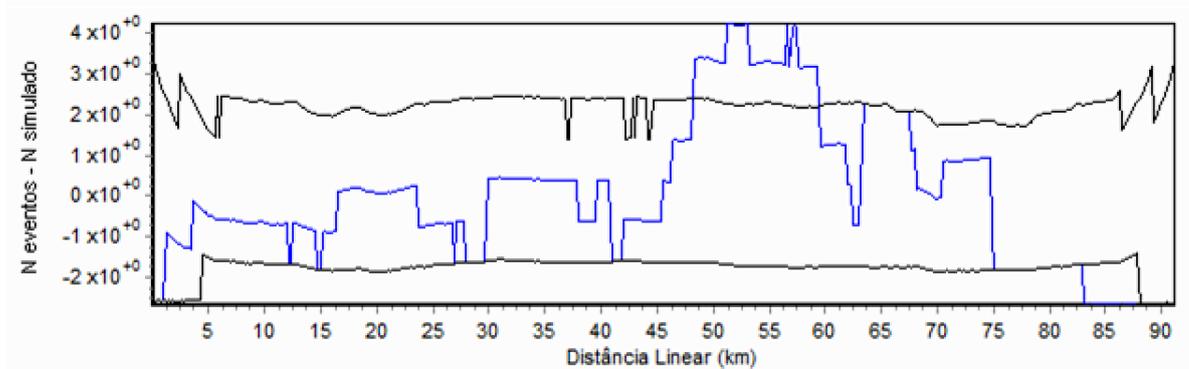
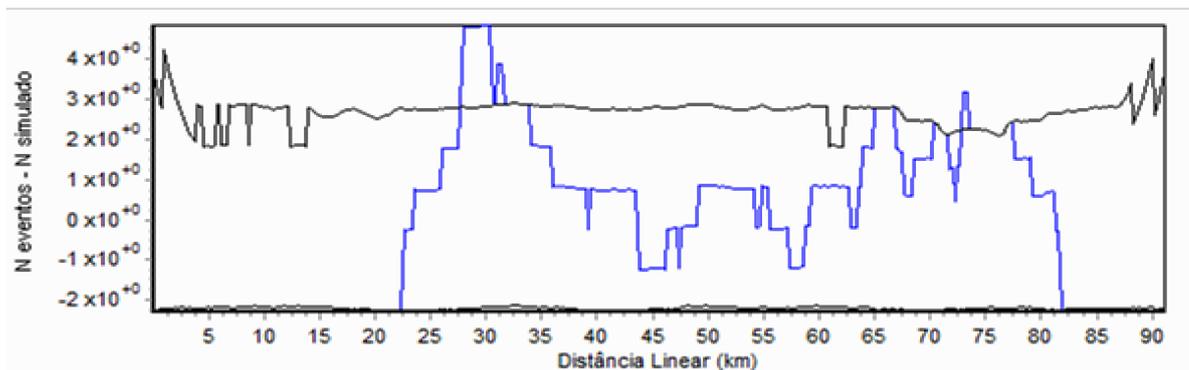


FIGURA 30 - *Hotspot* de atropelamentos de dados referentes à estação chuvosa, construído a partir de raio inicial de 4000 metros, com 1000 simulações e 500 divisões da rodovia (182m), 95% de intervalo de confiança.



As análises bidimensionais de K-Ripley e *Hotspots* de atropelamentos resultaram em diferentes agregações de registros de atropelamentos para as duas estações. Desse modo, dentro do grupo faunístico estudado, diferentes espécies,

parecem utilizar diferentemente os habitats em função da influência da sazonalidade, propiciada, principalmente, pelas variações dos recursos, tais como, disponibilidade de água e alimentos, gerando, assim, relação sazonal entre os usos dos remanescentes ao longo das estações seca e chuvosa. Portanto, as flutuações dos recursos acarretam em discrepâncias entre os atropelamentos ao longo do ano (IWANAGA, 2004).

Observa-se que, para a estação seca, o maior núcleo de incidência de atropelamentos (*Hotspots*), está localizado próximo a trechos onde a rodovia intercepta maiores fragmentos remanescentes de vegetação nativa (manchas), sugerindo que haja uma maior concentração de indivíduos e espécies nesses remanescentes, a fim de, suprir as necessidades do período de estiagem, período este, em que a escassez de alimentos e recursos se torna maior (GALETTI; PEDRONI 1994, DEVELEY; PERES 2000; REYS et al., 2005). Portanto, o incremento de indivíduos nestes habitats, altera as taxas de imigrações, acarretando em maiores deslocamento entre manchas, aumentando o trânsito de fauna na rodovia e conseqüentemente, as probabilidades de atropelamentos.

Apesar dos dados de atropelamentos não resultarem em diferenças significativas entre as estações seca e chuvosa, os índices de diversidade e a curva de rarefação de espécies, relacionando as coletas de dados para as duas estações do ano, evidenciaram maior diversidade e riqueza, respectivamente, para a estação chuvosa.

Para a estação chuvosa, o ponto crítico com maior densidade de atropelamentos, está localizado em área com predomínio de solo cultivado (agricultura e pastagem). Contudo, a faixa do *Hotspot* está inserida entre dois afluentes do Rio Tijuco, o Ribeirão Panga e Ribeirão Douradinho, interceptados pela rodovia. Dessa forma, os indivíduos da mastofauna de médio e grande porte, poderiam estar utilizando parte desses corredores (mata ciliar), como apoio para deslocamentos em busca de remanescentes maiores para realizações de suas funções biológicas.

As matas ciliares e/ou matas de galeria são fitofisionomias que desempenham um papel muito importante dentro do bioma Cerrado. Além de alojar populações naturais de mamíferos, característicos tanto dessa formação, como de outros ambientes, em virtude da ligação que propicia entre eles, são reconhecidamente funcionais como corredores de dispersão. Portanto, promovem os deslocamentos da fauna, garantindo a disponibilidade de recursos hídricos e atuando como fonte de alimento e abrigo. Dessa forma, são habitats de grande importância biológica na preservação da biodiversidade em áreas degradadas e fundamentais para a manutenção da fauna de mamíferos em termos regionais. (PIRES; PRANCE 1977; RIZZINI, 1979; DALY; PRANCE, 1989;

RODRIGUES; NAVE, 2001; PRIMACK; RODRIGUES, 2001, GUIMARÃES, 2009). Todavia, quando esses corredores são interceptados por rodovias, favorecem a mortalidade por atropelamentos da fauna silvestre. Dentre os atropelamentos registrados para a área de estudo, 61% (n=30), estão localizados em pontos de interceptação da rodovia com ambientes naturais (habitat).

Para a Ordem Primates, os três registros de atropelamentos, foram em áreas de fragmento florestal interceptado pela BR-497, sugerindo que esses ambientes, mereçam maior atenção, por servirem de áreas de apoio ao deslocamento para a fauna de hábito arborícola.

Dessa forma, medidas mitigadoras, tais como, as passagens aéreas de fauna, devem ser implantadas em pontos de vegetação, com ênfase no estrato arbóreo, a fim de, diminuir os acidentes com espécies que possuem maior sensibilidade ao nível do solo (SECCO, 2014).

A partir da interpretação dos *Hotspots* de atropelamentos para os quatro parâmetros avaliados, dados totais, dados totais atribuindo peso as ocorrências de fauna ameaçada de extinção, registros para a estação seca e registros para a estação chuvosa, é possível aferir núcleos de atropelamentos coincidentes, TABELA 3 3.

TABELA 3- Agrupamento de *Hotspots* para as análises realizadas dos dados de atropelamentos na BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG, durante o período de julho de 2015 a junho de 2016.

<i>Hotspots</i>	Núcleo 1 (km 29 /34)	Núcleo 2 (km 50/57)	Núcleo 3 (km 61/70)
Dados Totais	33a 34	51+500 a 53+500	61+500 a 69+500
Espécies Ameaçadas	29 a 34	50 a 55	69 a 70
Estação Seca	-	48+500 a 57+500	-
Estação Chuvosa	27+500 a 32+500		-

Dessa forma, devido a proximidade dos núcleos observados, as medidas mitigadoras para diminuir os índices de mortalidades nos trechos definidos pelas análises, poderão ser implementadas de forma a abranger simultaneamente a maior parte dos pontos críticos para atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte supracitados.

As passagens de fauna são, entre os métodos aplicados, os mais eficientes descritos na literatura (FROMAN, 2000; FORMAN et al, 2003; IUPELL et al, 2003; GRILO et al, 2009; LAUXEN, 2012). A implantação destas estruturas poderá ser de suma importância no intuito de mitigar os efeitos negativos da rodovia sobre a mastofauna de médio e grande porte na região de estudo, podendo beneficiar também outros grupos de fauna, tais como, répteis, anfíbios e invertebrados (FORMAN et al., 2003).

Para tanto, sugere-se o incremento de ao menos duas passagens de fauna, juntamente com as cercas guias, inserida no núcleo 1 de *hotspot* identificado e entre os núcleos 2 e 3, em trecho que a rodovia intercepta os maiores fragmentos de vegetação nativa remanescentes. Dessa forma, a maior parte dos pontos críticos de atropelamentos, resultantes das análises, poderá ser contemplada (Anexo A). Programas de monitoramento contínuo das espécies atropeladas e do uso das passagens de fauna implantadas são indicados, pois, permitem a avaliação das medidas mitigatórias e permitem a composição de banco de dados, que poderão ser referências para outros empreendimentos.

Outras práticas não estruturais, tais como, placas de advertência para travessia de fauna e redutores de velocidade, como radares e lombadas em áreas onde a rodovia intercepta a vegetação natural (corredores de fauna), além de campanhas educativas para conscientização dos usuários das rodovias focadas na redução de atropelamentos, devem ser aplicadas. A remoção das carcaças na pista, para que não se tornem um atrativo para outros animais, deve ser realizada pelo Órgão responsável e, preferencialmente deve ser gerado banco de dados com informações relativas às espécies registradas atropeladas (fotografia), coordenadas e data, para que esses dados sirvam de referência para os monitoramentos e análise de eficácia acerca das ações das mitigações implantadas. Adams (1983) destacou a importância do aproveitamento de animais atropelados para ensino, pesquisa e estudos ecológicos, portanto, sugere-se o aproveitamento das carcaças recolhidas como objeto de educação ambiental e/ou como material biológico para pesquisas.

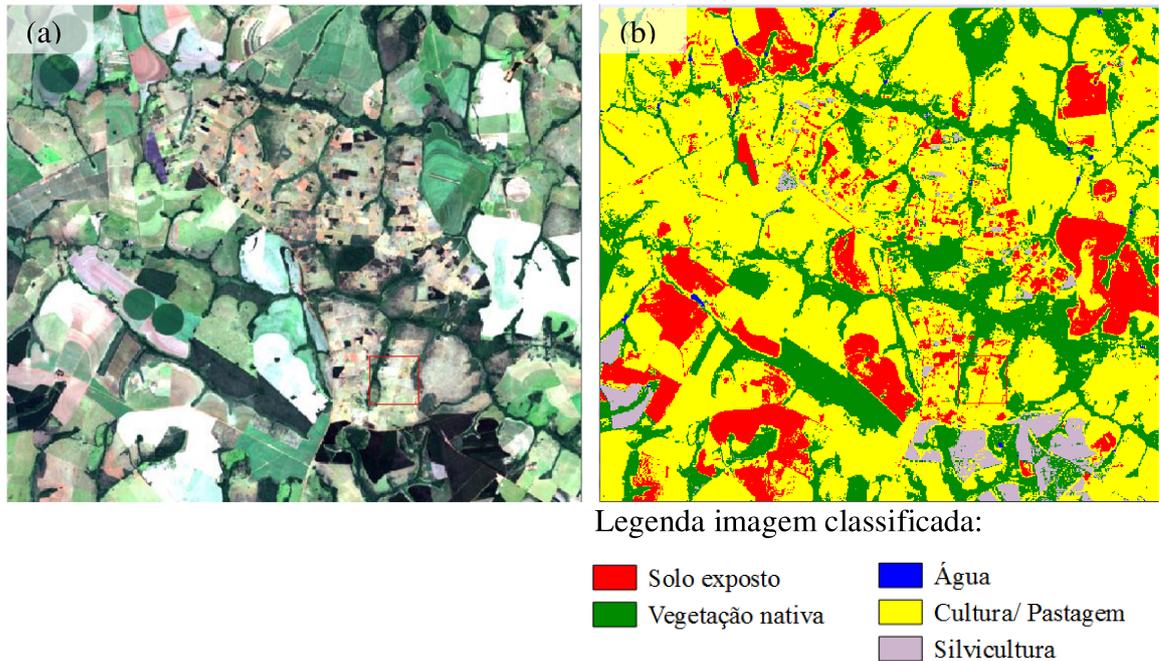
4.2 Análise da Paisagem - Uso e Ocupação do solo

4.2.1 Classificação Supervisionada por Máxima Verossimilhança (MaxVer)

A imagem classificada apresentou acurácia geral de 89.42%, proporcionando

resultados de acordo com o objetivo do trabalho. O coeficiente de Kappa medido foi 0.8448, o que representa um grau de acerto excelente na classificação, conforme escala proposta por Landis e Koch (1977). As porcentagens aproximadas de distribuição das classes foram solo exposto (24,00%), vegetação nativa (20,50%), cultura/ pastagem (45,00%), silvicultura (10,00%) e água (0,25%) (Figura 31).

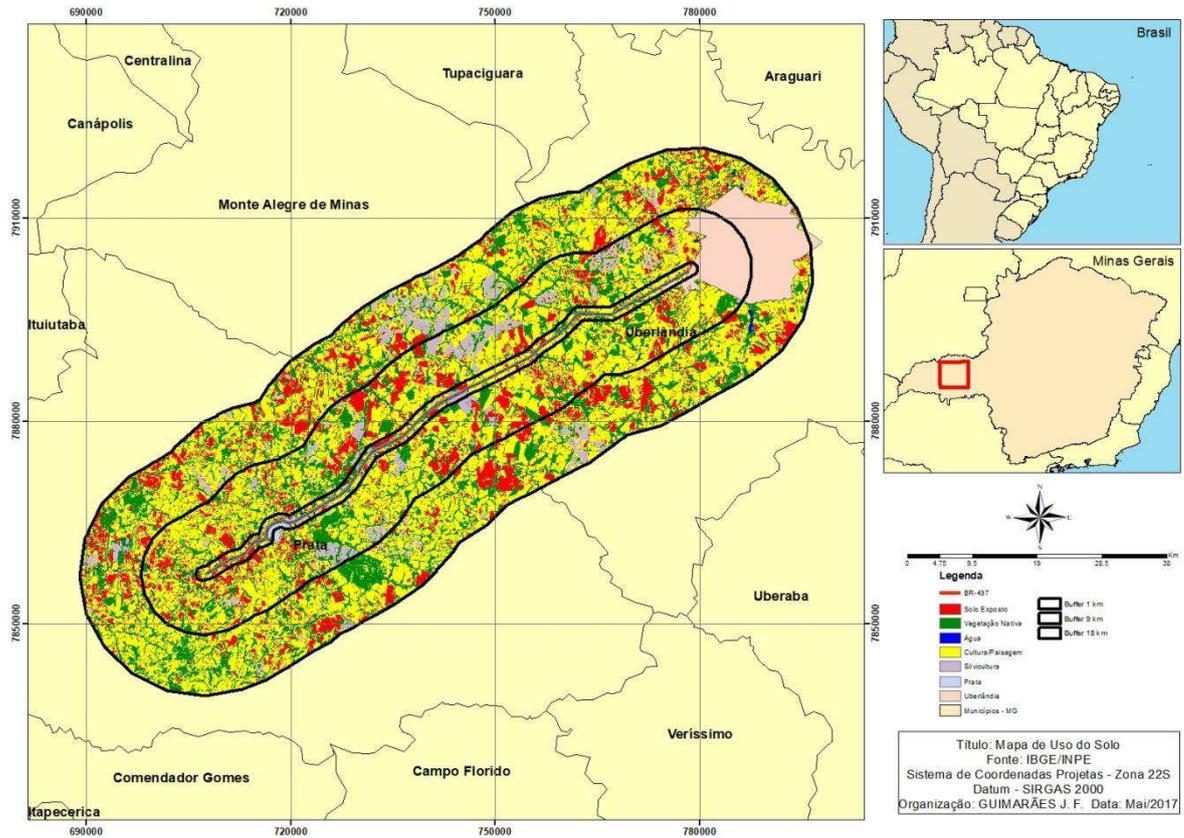
FIGURA 31 - Comparação visual entre a imagem original (a), e a imagem classificada por Máxima Verossimilhança (b).



4.2.2 Análise da paisagem por cenários – Buffer Zone

Foram gerados três *buffers* de distância do eixo central da rodovia para as análises quantitativas de vegetação nativa, denominados no presente estudo de manchas e corredores (habitats) e matriz (áreas antrópicas: culturas, silviculturas, pastagens e solo exposto), (Figura 32).

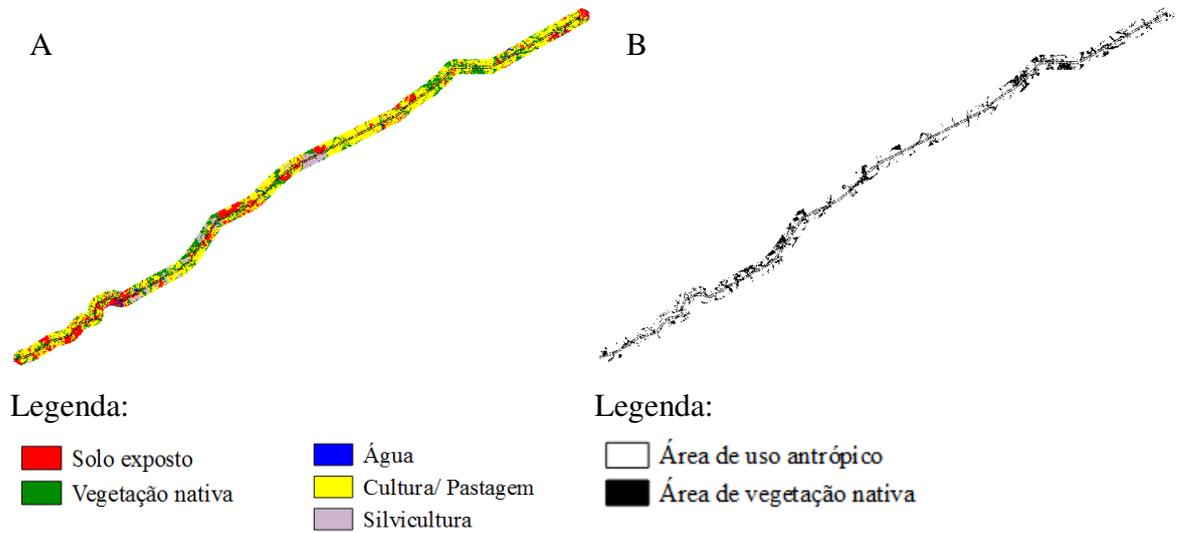
FIGURA 32 - *Buffer Zone* de distância da rodovia, BR-497 (1, 9 e 18 km), construídos para a área de estudo sobre imagem classificada por Máxima Verossimilhança.



4.2.3 Máscara de vegetação – *Manchas (habitats)*

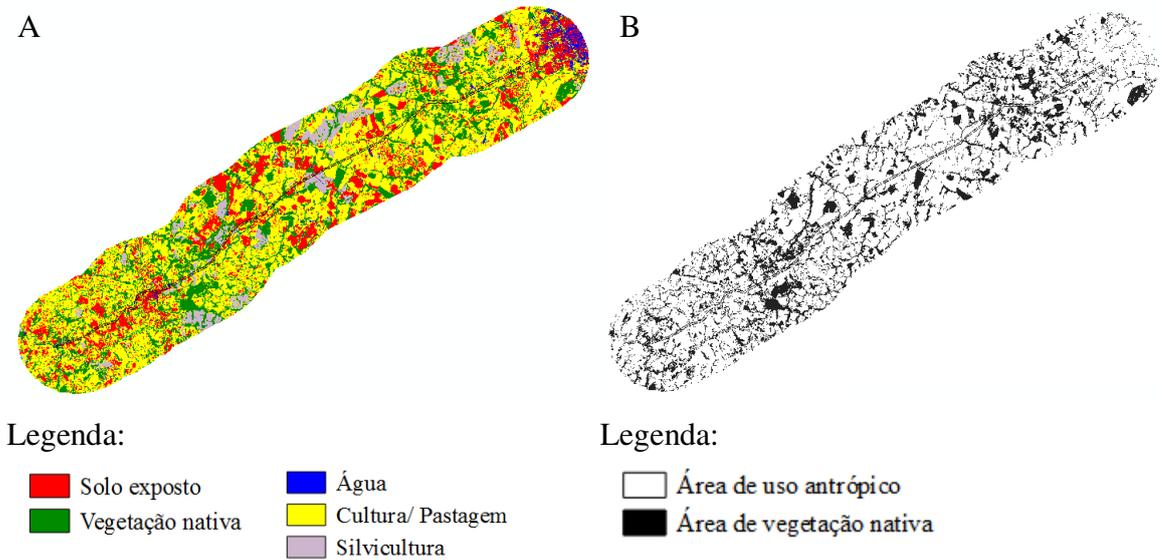
A área total do *buffer* de 1 km de distância em relação ao eixo da rodovia estudada foi calculada em 17851 ha. A área correspondente à vegetação nativa presente nesse *buffer* foi calculada em 3391 ha, representando aproximadamente 19,00% da área total (Figura 33).

FIGURA 33 - A) Comparação de imagem classificada por Máxima Verossimilhança e B) imagem classificada com máscara de vegetação nativa, *buffer* de 1 km de distância da rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



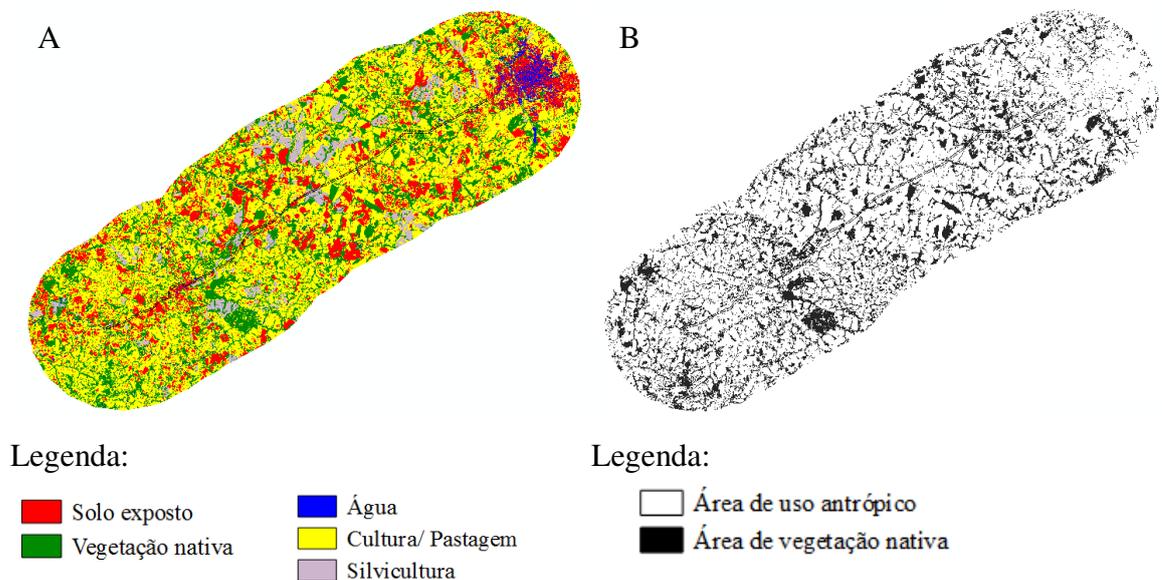
Para o cenário de 9 km de distância em relação ao eixo da rodovia, a área total do *buffer* criado foi de 181007 ha incluindo as cinco classes alvo (Solo exposto, vegetação nativa, água, silvicultura e cultura), sendo 39821.54 ha referentes à classe de vegetação nativa, correspondendo a uma porcentagem de aproximadamente 22% da área total (Figura 34).

FIGURA 34 - A) Imagem classificada por Máxima Verossimilhança e B) imagem classificada com máscara de vegetação nativa, *buffer* de 9 km de distância da rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



Para o *buffer* de 18 km de distância em relação à BR-497, a área total calculada foi de 410350 ha. Desse total, 94380.5 ha são compostos por vegetação nativa, totalizando 23% da área representada pelo *buffer*, figura 35.

FIGURA 35 - A) Imagem classificada por Máxima Verossimilhança e B) imagem classificada com máscara de vegetação nativa, *buffer* de 18 km de distância da rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



As rodovias exercem impactos negativos ao meio ambiente a iniciar pela sua fase de implantação (construção), ocasionando drásticas alterações na paisagem, tais como remoção da cobertura vegetal, drenagens e aterramentos (CASELLA, 2010; FOGLIATI et al., 2004), até sua fase operacional, onde os impactos são ininterruptos, tornando-se mais significativos com o passar do tempo (FOGLIATI et al., 2004). Vale ressaltar que, muitos dos impactos ambientais negativos provenientes de empreendimentos rodoviários, são, por vezes, irreversíveis (FREITAS et al., 2010).

No Brasil ainda é incipiente estudos que avaliem os impactos ambientais durante a fase de operação de rodovias ou de qualquer empreendimento linear, pois, a legislação vigente não prevê estudos em longo prazo para empreendimentos cuja operação se estende em prazo indeterminado (BANDEIRA; FLORIANO, 2004). Contudo, se faz necessário que os impactos sejam identificados, mensurados, controlados e mitigados.

De acordo com Casella (2010), existe maior propensão a desmatamentos próximos as rodovias, justamente em função das facilidades de acesso para escoamento de produção. Muitos estudos corroboram com a premissa de que, rodovias atuam como um agente facilitador do desmatamento e da fragmentação de habitat. Assim, a proximidade com a estrutura linear, torna o ambiente mais explorado e empobrecido de habitats, ao passo que, quanto maior a distância da área com a rodovia observa-se ambientes mais ricos em vegetação natural (FEARNSIDE, 2007; FREITAS et al., 2009; CASELLA, 2010).

Trombulak e Frissell (2000) destacam que as rodovias estão, dentre os empreendimentos, os que mais contribuem para o processo de fragmentação de habitat. Além disso, são elementos que convertem ambientes naturais em sistemas artificiais agindo em diferentes intensidades nos diversos processos de desenvolvimento da sociedade, representando no último século o responsável pelo maior impacto negativo sobre os sistemas naturais.

Dessa forma, as estradas e rodovias, parecem exercer um papel importante no processo de desmatamento e de degradação ambiental, principalmente motivado pelo interesse do setor agropecuário e pela agricultura, pois facilita a implantação e manutenção dos setores, bem como o escoamento de suas produções (SOARES-FILHO et al., 2004).

A análise dos três cenários propostos, *buffer* de distância da rodovia em 1, 9 e 18 quilômetros, evidenciou maior percentual de vegetação nativa à medida que a

distância da rodovia foi ampliada. Contudo, após mais de 30 anos, desde a pavimentação da BR-497, no trecho de estudo, supõem-se que os efeitos de desflorestamento nos parâmetros analisados já tenham sido estabelecidos. Ademais, assumiu-se no presente estudo que as áreas delimitadas para os *buffer* de 9 e 18 quilômetros estão inseridas, respectivamente, em áreas de influência indireta e área livre de influência, da rodovia BR-497. Contudo, outros empreendimentos lineares situados próximos a região de estudo, podem estar atuando negativamente nas baixas taxas de vegetação nativa presentes nas zonas delimitadas. Entretanto, ainda, é possível inferir que exista influência da rodovia BR-497, ao favorecimento do desmatamento da vegetação nativa, propiciado principalmente pela facilidade de acesso humano as áreas adjacentes.

4.2.4 Matriz da área de estudo – Ambientes de usos antrópicos e espécies ameaçadas de extinção

Em uma mancha de vegetação nativa, a área em contato com a matriz é conhecida como borda. As interações entre matriz e borda, são denominadas “efeitos de borda” (SCARIOT et al, 2003). O efeito de borda no fragmento constitui de alterações de condições bióticas e abióticas (MURCIA, 1995), e podem ser mais ou menos severos, dependendo das características da matriz e também do fragmento. Dentre as alterações mais notadas, podemos citar as modificações de microclima, alterações na composição da vegetação e do solo, dispersão de espécies exótica/ invasoras, contaminação por fertilizantes e defensivos agrícolas, etc., (PRIMACK, RODRIGUES, 2001; SCARIOT et al., 2003) Esses efeitos, de acordo com Rodrigues (1998), podem se alastrar por no mínimo 35 metros para o interior do fragmento. O tamanho, a forma e a idade do fragmento, assim como os usos da matriz, são importantes na compreensão de diversos fatores que podem atuar, simultaneamente ou em sinergia, sobre a biodiversidade dos fragmentos remanescentes de uma dada região (SCARIOT et al., 2003).

A utilização de cada tipo de matriz, pela fauna, depende diretamente da plasticidade de cada espécie, e da capacidade destas, de utilizarem os recursos presentes. Assis (2014) sugere que a permeabilidade da matriz, como conexão entre habitats, depende de sua semelhança estrutural com o fragmento, ou seja, matrizes abertas teriam menor interferência em habitats de savana, por exemplo, quando

comparado a habitats florestais.

A matriz da área de estudo é composta, basicamente, por um mosaico de vegetação aberta, pastagens/ monoculturas e silviculturas, além do empreendimento linear, rodovia BR- 497. O uso antrópico para a área de estudo, abrange aproximadamente 80,00% do total inserido no *buffer* de 18 km de distância do eixo central da rodovia contemplada. Para o percentual restante, estão inclusos os recursos hídricos e as áreas de vegetação nativa, com elevados índices de fragmentação, denotando forte influência das áreas de uso antrópicos sobre os remanescentes de vegetação natural, propiciando queda da qualidade ambiental.

4.2.4.1 Monocultura

De acordo com Scariot et al. (2003), quanto mais intensivo for os usos da matriz, mais afetada será a biodiversidade inserida nos fragmentos. Dessa forma, as monoculturas de forma geral, por promoverem constantes alterações na paisagem e intenso uso do solo, e ainda por possuírem baixa similaridade florística e fisionômica com o habitat natural, dificultam a permeabilidade da fauna, prejudicando o deslocamento entre habitats e propiciando portanto, baixa diversidade (SCARIOT et al, 2003). Ademais, os constantes usos de fertilizantes e agrotóxicos interferem diretamente na biodiversidade, afetando negativamente todos os níveis da cadeia trófica e acentuando o efeito de borda (SCARIOT et al, 2003; CARRASCOSA, 2008).

Dessa forma, poucos remanescentes significativos associados a uma matriz pouco permeável, resultam em uma situação desfavorável para a conservação da biodiversidade, desfavorecendo a sobrevivência das populações nos fragmentos, reduzindo os fluxos gênicos (KAPOS et al, 1997).

A região de estudo possui predomínio de matrizes compostas por monoculturas (cana, soja, milho), ambientes, por vezes, intransponíveis para muitas espécies (BIERREGAARD et al, 1992). Mesmo que haja permeabilidade desse tipo de matriz pelas espécies de mamíferos de médio e grande porte, a barreira gerada para suas presas, por exemplo, podem comprometer a qualidade dos recursos nos habitats, alterando as taxas de riqueza e abundância de espécies (ASSIS, 2014) e, conseqüentemente a sobrevivência de predadores.

4.2.4.2 Pecuária extensiva

Esse tipo de matriz, devido as sua característica marcadamente aberta, possui baixa biomassa e complexidade estrutural, o que resulta em marcantes diferenças microclimáticas, representada por uma alta radiação solar de dia e uma alta irradiação a noite, quando comparada aos fragmentos, que geralmente são mais escuros e úmidos, desencadeando, portanto, o agravamento do efeito de borda nos fragmentos (MURCIA, 1995; SCARIOT et al, 2003; CARRASCOSA, 2008). Em áreas de pastagem, os animais possuem capacidade perceptual reduzida, quando comparadas às linhas de plantio e talhões formados pela silvicultura, por exemplo, de modo que, seus direcionamentos para outros fragmentos são prejudicados. Awade e Metzger (2008) avaliaram que as capacidades de dispersão das espécies são reduzidas em matrizes abertas à medida que aumentam as distâncias entre fragmentos. Ademais, as espécies associadas à matriz de pastagem, como gado por exemplo, podem adentrar os fragmentos, causando danos na composição e estrutura dos remanescentes (DOTTA, 2005).

4.2.4.3 Silvicultura

O plantio de espécies exóticas, como *Pinus* spp., além de promover a substituição da vegetação natural, promove uma matriz homogênea e pobre em biodiversidade. O *Pinus* spp., possui característica alelopática em suas acículas, não permitindo o crescimento de vegetação no sub-bosque, portanto, não possui estratificação como as áreas de vegetação nativa. Além disso, se caracteriza como espécie invasora, pois, suas sementes aladas podem ser propagadas pela ação do vento, até 50 metros distantes da planta mãe, portanto, com alto potencial de adentrar nos remanescentes de vegetação nativa (KOCH; HENKES, 2013). Por outro lado, silviculturas possuem menor heterogeneidade temporal quando comparadas às culturas anuais ou semi perenes, como a soja, o milho e a cana-de-açúcar, que ficam no campo por um período mais curto (VERDADE et al., 2014).

Para mamíferos de médio e grande porte, podem apresentar certo grau de permeabilidade para deslocamento, pois, apresentam talhões e linhas de plantio que podem orientar e direcionar a fauna, quando fragmentos nativos estão próximos. Além disso, as adoções de medidas para evitar incêndios nas plantações acabam por auxiliar

os riscos de incêndio, também em remanescentes nativos vizinhos. (VIANA; PINHEIRO, 1998).

4.2.4.4 Rodovia

De acordo com Assis (2014), a permeabilidade de uma rodovia está intrínseca aos atributos da paisagem, (proximidade com fragmentos de vegetação nativa, interceptação de corredores naturais, áreas agrosilvopastoris, centros urbanos, etc.), e a estrutura da pista (números de faixas, canteiro central, barreiras, etc.), sendo esses elementos, percebidos diferentemente para cada grupo de fauna. Para mamíferos de médio e grande porte, barreiras tipo *Jersey*, proximidade com áreas urbanas e fluxo de pessoas, são determinantes para a permeabilidade.

Vale ressaltar que, em rodovias onde não existem medidas para a mitigação dos efeitos de barreira para a travessia da fauna, fatores, tais como, largura e número de pistas, velocidade e intensidade de tráfego de veículos, são condições de grande influência no sucesso ou não, da travessia dos animais (GIBBS; SHRIVER 2005; SEILER et al., 2003; WALLER; SERVHEEN 2005; AMENT et al., 2008).

As análises espaciais das áreas de vida das espécies ameaçadas de extinção vitimadas na área de estudo, foram demonstradas, para cada ocorrência de atropelamento, por meio de *buffers* de distância entre os atropelamentos e a média de requerimento de habitat.

A tabela 4 lista as espécies ameaçadas de extinção registradas atropeladas para a área de estudo, com seus respectivos status de conservação, médias de área de vida requeridas para o Cerrado e tipo predominante de habitat utilizado.

TABELA 4 - Espécies ameaçadas de extinção, atropeladas na BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, no período de julho de 2015 a junho de 2016.

Espécie	Status de Ameaça	Requerimento de Habitat (Área de Vida km²)	Tipo de habitat predominante
1 <i>Chrysocyon brachyurus</i>	Vu ^{1,2} , NT ³	40 ^(a)	habitat aberto
2 <i>Lycalopex vetulus</i>	Vu ²	5 ^(b)	habitat aberto

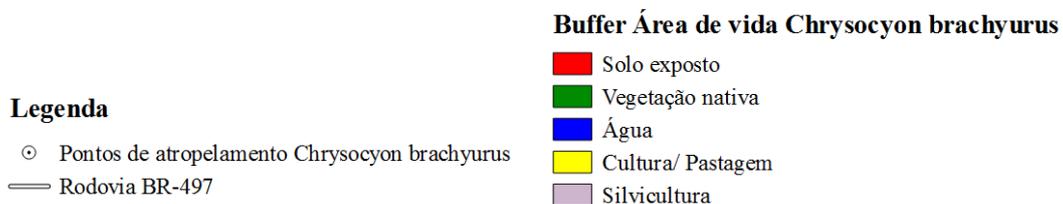
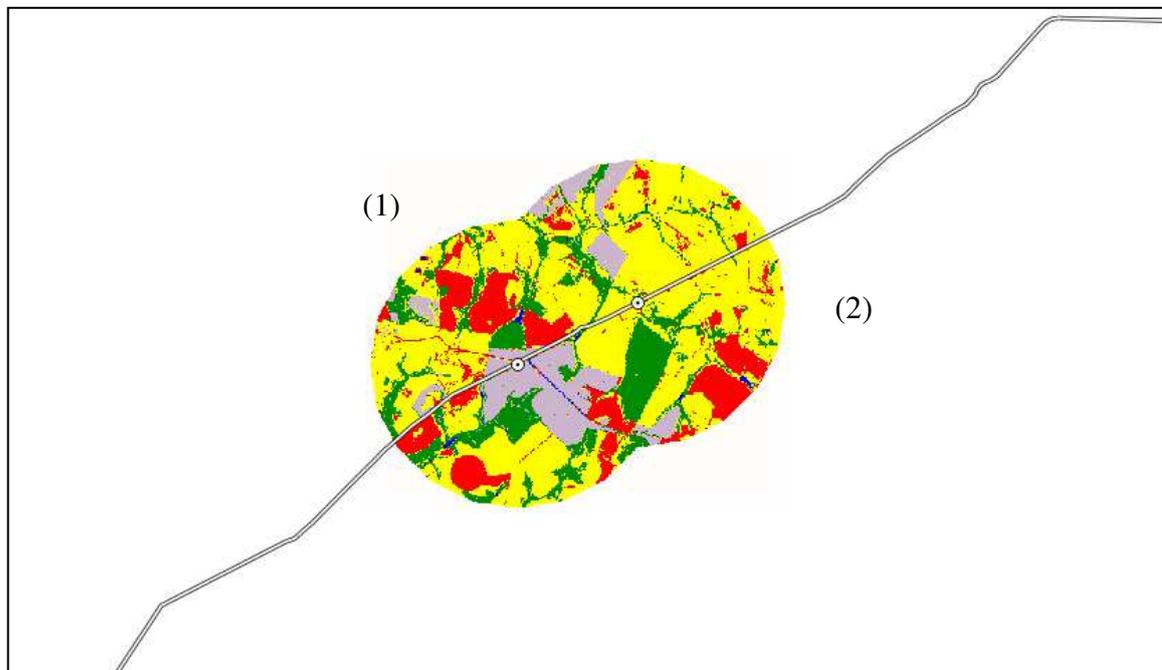
Espécie	Status de Ameaça	Requerimento de Habitat (Área de Vida km²)	Tipo de habitat predominante
3 <i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Vu ^{1,2,3}	11 ^(c)	habitat aberto

Status de ameaça de extinção, Vu¹- Vulnerável a extinção à nível Estadual, (DN nº 147/2010, COPAM); Vu²- Vulnerável à extinção à nível nacional (Portaria nº 444/ 2014, ICMBio); NT³ e Vu³- Próximo de risco de extinção e Vulnerável a extinção à nível mundial, respectivamente (IUCN, 2017). Requerimento de habitat: (a) (COELHO et al., 2008b); (b) (JUAREZ E MARINHO-FILHO, 2002); (c) (SHAW et al., 1987; MEDRI, 2002; MIRANDA, 2004; MEDRI E MOURÃO, 2005).

1- Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*)

Para a projeção da média de área de vida do lobo-guará, a partir dos pontos de atropelamentos da espécie, o percentual de vegetação nativa foi de 19,00%, solo exposto (13,73%), cultura e pastagem (51.90%), silvicultura (14.80%) e água (0.57%). Dessa forma, aproximadamente 80,00% da área de vida dos indivíduos registrados, estão sob algum tipo de uso antrópico, evidenciando alto índice de pressão ambiental relacionado à sobrevivência da espécie de lobo-guará para a região de estudo. Para os dois registros de atropelamento, os indivíduos apresentaram sobreposição de área de vida e, em relação aos seus deslocamentos, um dos registros de atropelamento ocorreu entre talhões de *Pinus* spp., enquanto que, o segundo registro, aponta deslocamento em área de corredor (vegetação nativa), interceptada pela rodovia BR-497 (Figura 36).

FIGURA 36 - Buffer da média da área de vida da espécie *Chrysocyon brachyurus*, com os devidos pontos de registros de atropelamentos realizados durante a coleta de dados, na rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.



Chrysocyon brachyurus, possui dieta oportunista, se alimentando conforme a disponibilidade de alimentos. Sua dieta é basicamente composta por pequenos mamíferos, aves, répteis, insetos e frutos (CARVALHO; VASCONCELLOS, 1995; AMBONI, 2007). A espécie habita basicamente em fitofisionomias abertas do bioma Cerrado, mas pode utilizar áreas da matriz, principalmente levando em consideração a crescente redução de habitat em função dos altos índices de fragmentação (AMBONI, 2007). Além disso, a lobeira (*Solanum lycocarpum*), fruto essencial a sua dieta, é favorecida em ambientes alterados devido sua característica pioneira (OLIVEIRA et al., 2004), favorecendo a presença da espécie em áreas antrópicas (matrizes).

De acordo com Bernardo et al. (2016), indivíduos de lobo-guará estudados por meio de colares com sistema GPS no entorno do Parque Nacional Serra da Canastra (MG), apesar de utilizarem ambientes antrópicos, pastagens e agriculturas, como parte de suas áreas de vida, estão sempre próximos a bordas de áreas nativas, apontando forte

dependência aos ambientes conservados.

Dessa forma, apesar da disseminação da presença do lobo-guará em ambientes alterados, a sobrevivência da espécie é diretamente influenciada pelas alterações na paisagem (BERNARDO et al., 2016), e a escassez de fitofisionomias naturais conservadas, poderá acarretar em sua extinção, tanto local, como regionalmente.

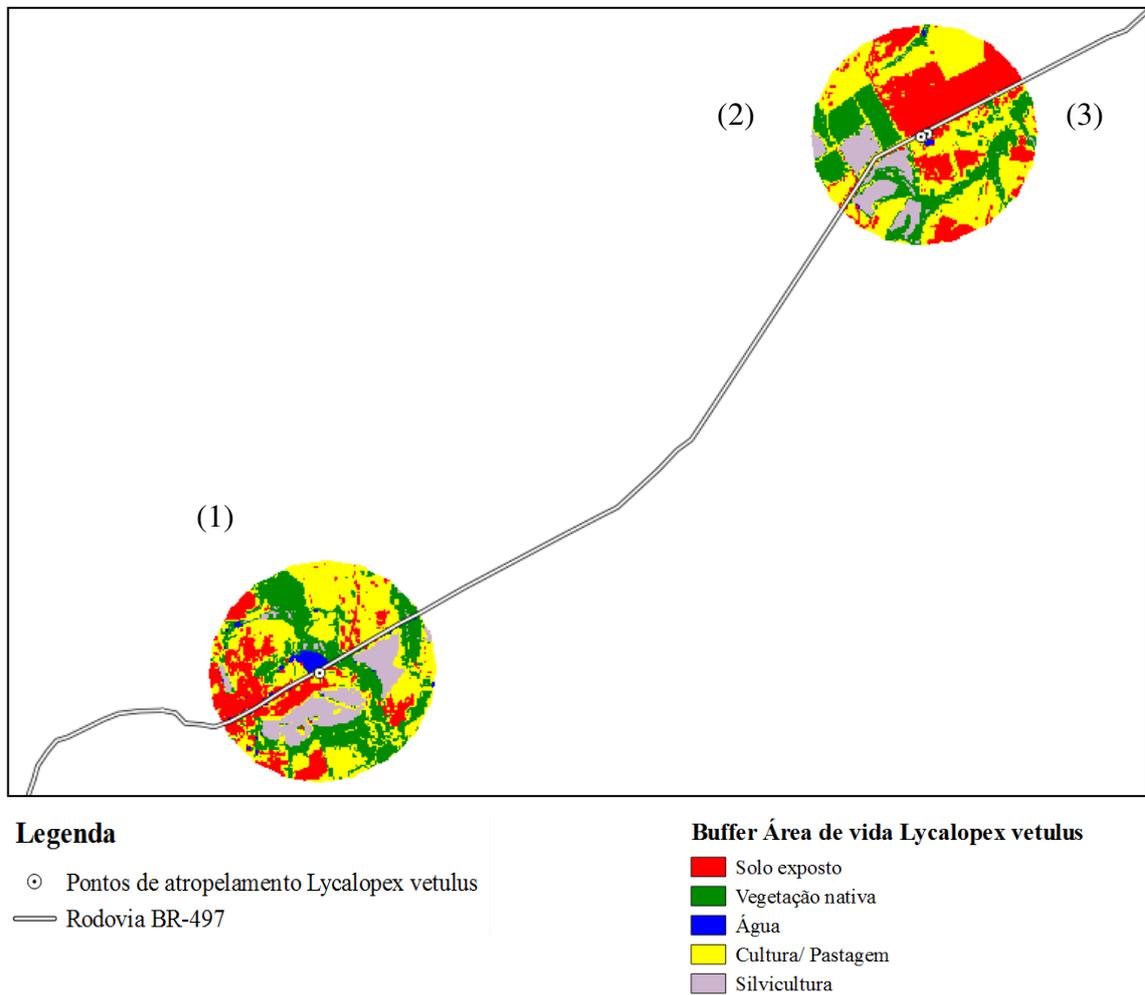
O Plano de Ação Nacional para a Conservação do lobo-guará, publicado pelo Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio, 2012), ressalta que a expansão da malha rodoviária, sem os devidos planejamentos, seja responsável pela mortalidade de aproximadamente um terço da população de lobos e a metade da produção de filhotes. Dentre as metas previstas para a conservação da espécie, destaca-se a necessidade de cobrança do poder público ao aprimoramento e cumprimento da legislação ambiental vigente, tendo como uma de suas ações articular junto aos órgãos de infra-estrutura e de transporte, principalmente dos licenciadores, a adequação de vias nas áreas de ocorrência de atropelamentos.

2 - Raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*)

Para a raposinha a análise das médias percentuais de vegetação nativa, compiladas por meio da construção de *buffer* gerados a partir dos registros de atropelamentos, somou 24.37%. As áreas antrópicas perfazem juntas 73,26%, sendo, 28.82%, solo exposto, 28.18%, cultura/ pastagem e 16.26%, silvicultura. O recurso hídrico somou 2,35%.

Os pontos de atropelamentos registrados para a raposinha-do-campo estão localizados em áreas antrópicas, solo exposto e cultura. (Figura 37).

FIGURA 37 - Buffer da média da área de vida da espécie *Lycalopex vetulus*, com os devidos pontos de registros de atropelamentos realizados durante a coleta de dados, na rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.



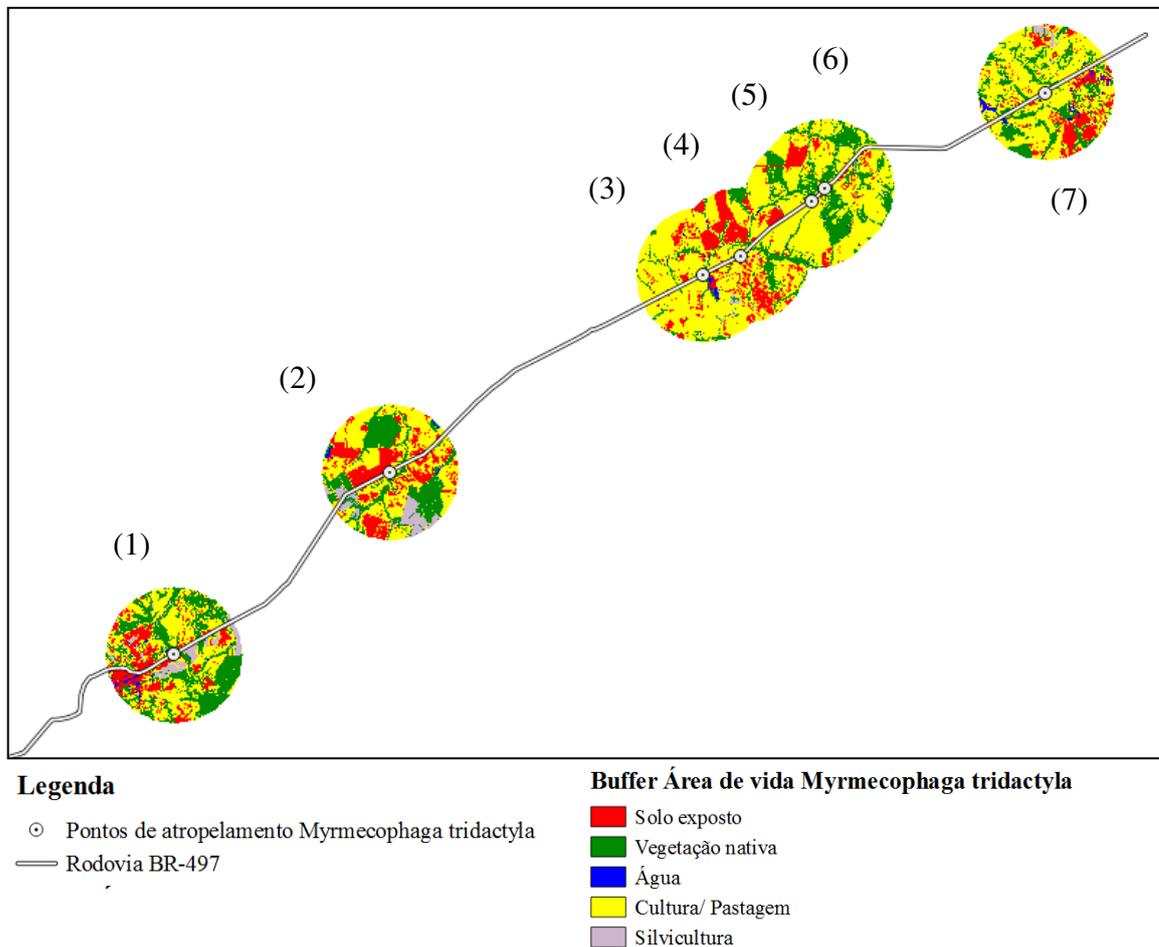
Devido a sua dieta bastante associada a invertebrados, como cupins, por exemplo, essa espécie pode inserir áreas de pastagem como parte de sua área de vida, as fezes produzidas pelas criações de pecuária acabam por promover a incidência de insetos, como besouros, contribuindo também para a presença da raposinha-do-campo nesse tipo de matriz (CONSTANTINO, 2002; DALPONTE; COURTENAY, 2004). Desse modo, matrizes de cultura/ pastagem e solo exposto são aparentemente permeáveis para a espécie, quando existe a necessidade de obtenção de recursos. Contudo, áreas abertas do bioma Cerrado, como campo sujo, campo limpo, campo rupestre, campo úmido, etc., são de fundamental importância para a conservação da espécie nos habitats onde a raposinha-do-campo está inserida.

3 - Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*)

Foram registradas sete ocorrências de atropelamentos para o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). Para os sete *buffers* gerados a partir dos pontos de atropelamentos, 76,93% das áreas totais estão sob usos antrópicos, sendo, 17,33%, solo exposto, 56,59%, cultura/ pastagem e 3,01% silviculturas. O percentual médio de área nativa calculado para o total de *buffers* construídos a partir dos pontos de atropelamentos foi de 21,88% e 1,17% para água.

As análises espaciais dos atropelamentos evidenciam que, apesar da espécie poder utilizar matrizes ocupadas por agriculturas e pastagens, por exemplo, como área de dispersão ou até mesmo como parte de sua área de vida (VYNNE et al., 2010), existe um grau de dependência aos fragmentos de vegetação nativa, para desempenhar suas funções biológicas e, principalmente, para a termorregulação, uma vez que o tamanduá-bandeira é muito sensível aos períodos mais quente do dia (CAMILO-ALVES; MOURÃO, 2006, RODRIGUES et al., 2008, MIRANDA et al, 2014). Corroborando com os resultados do presente estudo, onde, aproximadamente em 60,00% dos pontos de registros de atropelamentos, haviam fragmentos de vegetação nativa próximos, que poderiam servir de refúgio (Figura 38).

FIGURA 38 - *Buffer* da média da área de vida da espécie *Myrmecophaga tridactyla*, com os devidos pontos de registros de atropelamentos realizados durante a coleta de dados, na rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.



Embora dados referentes às estimativas dos atropelamentos para o tamanduá-bandeira sejam ainda escassos, a espécie é constantemente visualizada vitimada em atropelamentos nas rodovias que interceptam suas áreas de ocorrência (GUIMARÃES, J.F., comunicação pessoal). Dentre as principais metas para a conservação da espécie, destaca-se a necessidade de programas que visem à diminuição das perdas de indivíduos por atropelamentos (FISCHER, 1997; MARQUES et al., 2002 ; MEDRI; MOURÃO, 2008; MIRANDA et al., 2014).

De acordo com, Powell (2000), muitas espécies possuem mapas cognitivos de suas áreas de vida, conhecendo os locais de diferentes recursos, tais como, água, abrigo, melhores locais de forrageio, etc., podendo haver aprendizado, caso haja mudanças na paisagem. Contudo, dependendo do tipo de uso da matriz, as mudanças podem ser

bruscas, causando desorientação nos animais.

De fato, em um ambiente cada vez mais fragmentado e sendo a dispersão um processo ecológico fundamental à sobrevivência das espécies (VANDERMEER; PERFECTO, 2007; CALAÇA, 2009), a permeabilidade da matriz é crucial para a permanência das espécies, pois, dessa forma, permite a mobilidade dos indivíduos entre remanescentes. Portanto, a adoção de práticas de manejo adequado visando o aumento da permeabilidade é um tema importante a ser discutido quando se tem em vista a preservação das espécies (CALAÇA, 2009). Contudo, sendo a mudança da paisagem algo tão dinâmico, a conservação de corredores naturais para que, além de servirem como fonte de alimento e abrigo, possa manter a orientação espacial das espécies, se torna fundamental.

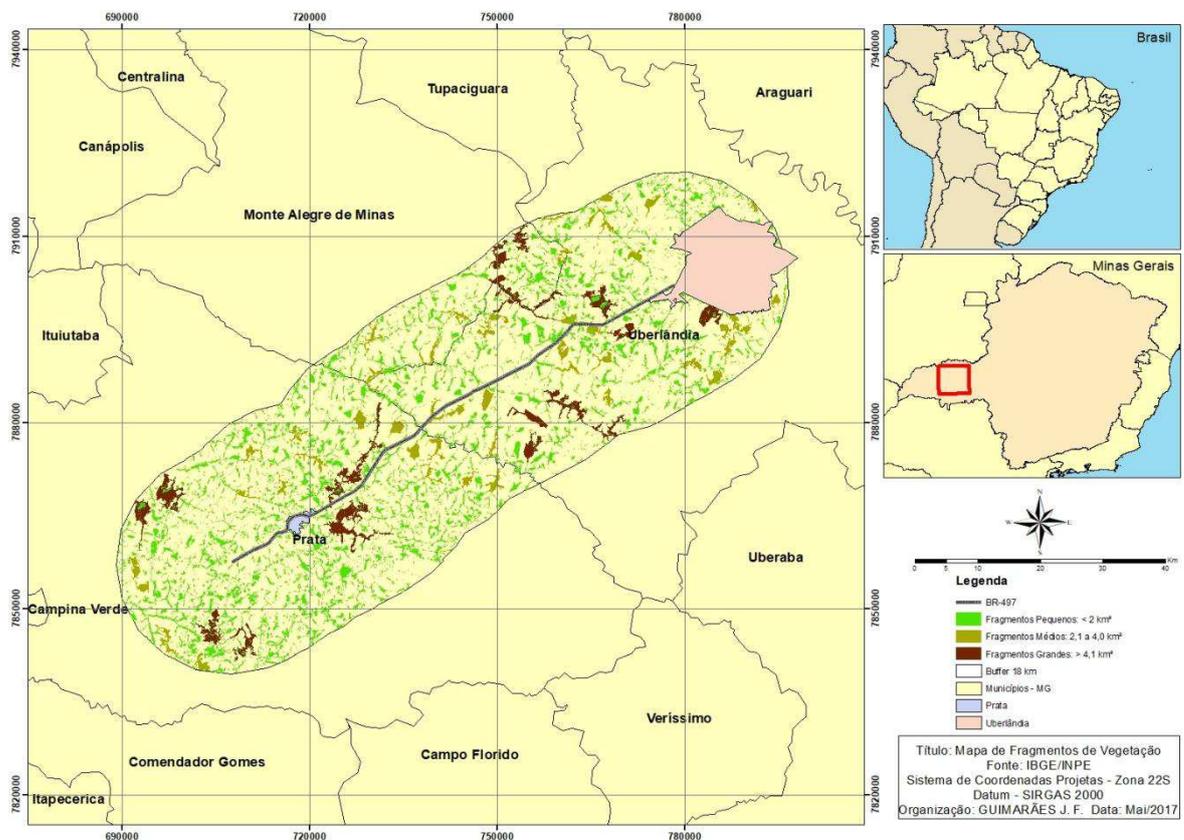
Para as três espécies ameaçadas de extinção registradas, as análises de uso e ocupação do solo geradas a partir da construção de *buffer* com suas respectivas médias de área de vida, evidenciam elevada pressão antrópica associada aos ecossistemas naturais, restringindo os percentuais de vegetação nativa em torno de 20,00% do total das áreas utilizadas pelos indivíduos. As pressões provenientes da fragmentação e perda de habitat, propiciadas, principalmente, em decorrência da implantação de empreendimentos antrópicos, tais como, culturas, pastagens e silviculturas, atuam de forma sinérgica e cumulativa, apresentando forte influência também, na perda de indivíduos da fauna brasileira, por atropelamentos nas rodovias. Dessa forma, é necessário o melhor planejamento de uso e ocupação da terra em atividades antrópicas.

4.2.5 Avaliação dos remanescentes para a manutenção das espécies ameaçadas de extinção

O histórico de ocupação no bioma Cerrado, e mais especificamente na região do Triângulo Mineiro, resultou em substituição pouco planejada da cobertura natural por diversos usos do solo, com predomínio de áreas destinadas a monoculturas, pastagens e silviculturas. De forma que, atualmente, existem poucos fragmentos de tamanho significativos para a conservação da biodiversidade, principalmente para médios e grandes mamíferos, que demandam extensas áreas de vida. Além disso, para a região do estudo, existe a presença da rodovia (BR-497), acarretando em mortalidade para a fauna dispersante, que necessita progressivamente, transpor a estrada em busca de habitat.

Para a análise da viabilidade dos remanescentes restantes de vegetação nativa, para a manutenção das espécies ameaçadas de extinção, os fragmentos foram classificados de acordo com suas áreas da seguinte forma: a) fragmentos grandes, >4,1 km²; b) fragmentos médios, de 2,1 a 4,0 km² e; c) fragmentos pequenos, <2km² (Figura 39).

FIGURA 39 - Imagem representativa do tamanho dos fragmentos de vegetação nativa restantes para a área de estudo, *Buffer* de 18 km de distância da rodovia BR-497 entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.

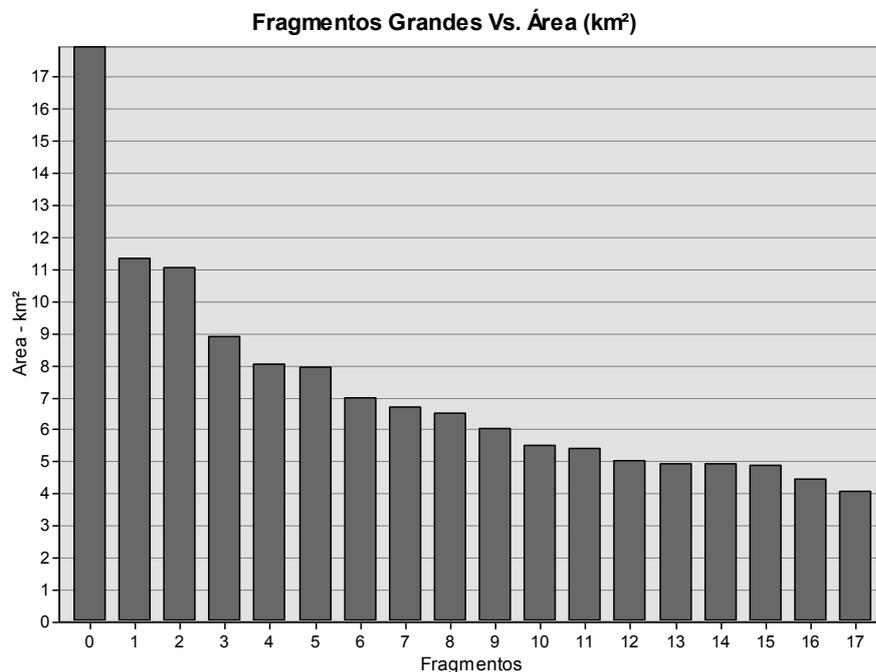


Cabe ressaltar que, para a presente análise determinou-se que o tamanho do fragmento é o fator mais importante para a sobrevivência das espécies de uma determinada região. Outras variáveis, tais como, a qualidade do habitat, capacidade suporte, densidade populacional, abundância das espécies, interações intra e extra-específicas, são também importantes para avaliações da viabilidade dos ambientes na manutenção das espécies (LAIDLAW, 2000; CARVALHO, 2009). Contudo, assumiu-se que, áreas maiores apresentam maiores índices de qualidade ambiental, em função de

apresentarem maiores 'área core' e, conseqüentemente, menores perturbações provenientes do efeito de borda (PARDINI et al., 2005; CARVALHO, 2009).

Para a área de estudo, poucos remanescentes são capazes de sozinhos suportar em tamanho, as áreas de vida requeridas pelas espécies ameaçadas de extinção registradas. Foram classificados, de acordo com os critérios definidos para fragmentos grandes, 18 remanescentes de vegetação nativa, sendo que, os três maiores fragmentos apresentam forma estreita e alongada, configurando alta incidência de perturbações ambientais externas e grande efeito de borda. O tamanho médio dos fragmentos grandes presentes na área de estudo (7km²), pode sugerir que as espécies registradas, principalmente as ameaçadas de extinção, que estão mais suscetíveis as alterações ambientais, estão sob ameaça de extinção local, pois as áreas restantes podem não serão suficientes para a manutenção de populações viáveis das espécies, (Figura 40).

FIGURA 40 - Remanescentes classificados como grandes (4km²) presentes na área de estudo, *buffer* de 18 km de distância da rodovia BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.



Já para os fragmentos classificados como médios, foram localizados 45 remanescentes com tamanho médio de 2.71 km². Para os remanescentes classificados como pequenos foram contabilizados 15680 fragmentos com área média de 0.03 km².

Calaza et al., (2010) sugerem que para a manutenção local da mastofauna, é necessário a proteção, tanto dos remanescentes de vegetação nativa mais significativos em termos de área, quanto dos fragmentos de menores, uma vez que estes, podem servir de abrigo para muitas espécies, inclusive de grande porte, além de manterem a conectividade entre os remanescentes, atuando como corredores de dispersão. Chiarello (1999) ressalta a importância dessa conectividade ao constatar que, a falta de corredores gera uma falta de migrantes, fator que pode levar a população à extinção local. Da mesma forma, Chiarello e Melo (2001) reforçam que os corredores aumentariam o deslocamento dos animais entre os fragmentos, o que evitaria colapsos genéticos, falta de fluxos gênicos e demográficos de sub-populações isoladas.

Os padrões de fragmentação observados para a área de estudo, predominantemente formada por remanescentes pequenos, estreitos e com baixa área nuclear, representam sérios riscos à manutenção da biodiversidade de mamíferos de médio e grande porte para a região do Triângulo Mineiro. A sobrevivência destas espécies, bem como da biodiversidade original da região, de forma geral, depende, atualmente, de suas capacidades de dispersão na matriz e da disponibilidade de habitat.

Discussões com ênfase em novas abordagens para os usos da matriz ou usos do solo, por confrontarem diretamente com a produção dos sistemas agrosilvopastoris são, por vezes, mais complexas quando comparadas à adoção de medidas incentivadoras à promoção da conservação e restauração de ambientes naturais. Desse modo, é notório a urgência de se implementar diferentes abordagens para a conservação dos sistemas naturais, valendo-se do cumprimento da legislação ambiental para a proteção de Áreas de Proteção Permanente; criação e efetivação das Reservas Legais; criação de Unidades de Conservação de áreas públicas, bem como o incentivo de criação de Unidades de Conservação em áreas particulares (RPPN), principalmente nos remanescentes de maior significância (NICHOLS; CONROY, 1996), promoção de conectividade entre os fragmentos mais representativos; manutenção dos remanescentes menores “trampolins ecológicos”.

CONCLUSÃO

Os registros de atropelamentos da mastofauna de médio e grande porte, especialmente das espécies sob algum status de ameaça de extinção, evidenciam que, apesar de descaracterizados, os habitats presentes na área de estudo, ainda desempenham um papel importante no que tange a conservação da biodiversidade de mamíferos terrestres de médio e grande porte para a região do Triângulo Mineiro, onde se faz urgente a adoção de ações que assegurem a conservação da biodiversidade e consequentemente da qualidade ambiental como um todo.

As rodovias são empreendimentos que impactam negativamente o meio e atuam de forma contínua no ambiente em toda a fase, desde a implantação à operação. Os impactos negativos dos empreendimentos lineares, além de resultarem, dentre outros impactos, na elevada perda de indivíduos da fauna silvestre brasileira por atropelamentos, atuam como facilitadores da degradação e do desmatamento da vegetação nativa, pois propiciam a exploração de ambientes anteriormente remotos. Ademais, a abrangência dos efeitos negativos das rodovias é potencializada, quando somados a influência de outros empreendimentos instalados no entorno das estradas, que, de forma geral, restringem os habitats e elevam as pressões ambientais sobre a fauna, contribuindo também para a elevação das taxas de mortalidades por atropelamentos. Dessa forma, existe a necessidade de melhor planejamento para a implantação de empreendimentos, levando em consideração os efeitos cumulativos e sinérgicos das atividades já instaladas na área.

No cenário atual a conservação das espécies, principalmente de médios e grandes mamíferos, que necessitam, em geral, de grandes áreas para a manutenção de suas atividades, depende diretamente da qualidade e conectividade dos habitats. Para isso é sugerido à promoção de Unidades de Conservação, não só na esfera pública, mas também de remanescentes existentes em áreas privadas, tanto dos fragmentos maiores e melhores preservados, quanto dos fragmentos menores que possam servir de conexão/ligação, também denominado trampolins ecológicos. Tendo em vista que os remanescentes significativos ($> 4\text{km}^2$), de vegetação nativa para a região de estudo, apresentam-se escassos, estreitos, com baixa área nuclear e, consequentemente com declínio de qualidade ambiental, inferindo que estes, não serão suficiente para viabilidade das populações a médio e longo prazo.

Paralelamente a essas medidas, faz-se necessário a mitigação dos

atropelamentos da fauna silvestre, tanto para a conservação da biodiversidade, como para a segurança dos usuários da rodovia. Para tanto, sugere-se que medidas estruturais sejam adequadas à rodovia BR-497, tais como, instalação de ao menos duas passagem de fauna, nos pontos indicados, devidamente implantadas com cercas guia. Medidas não estruturais tais como, redutores de velocidade, campanhas educativas para os motoristas e placas sinalizadoras, devem ser colocadas em prática no intuito de evitar ou diminuir a perda de indivíduos da fauna silvestre brasileira por atropelamentos na região de estudo. Além disso, os monitoramentos da fauna atropelada e das medidas mitigatórias implantadas, bem como o aproveitamento das carcaças para ensino, pesquisa e estudo ecológicos, são de suma importância para a formação de um banco de dados que servirá, não só para o aprimoramento das ações aplicadas na BR-497, mas também, como referência para a adequação/ implantação de outros empreendimentos lineares no país.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. Domínios morfoclimáticos e solos do Brasil. In: ALVAREZ, V.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p. 1-18.
- ABRA, F. D. **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP 225 no município de Brotas, São Paulo**. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- ADAMS, C.E. Road-killed animals as resources for ecological studies. **America Biology Teacher**, Reston, v. 45, n. 5, p. 256-261, 1983.
- AMBONI, M. P. M. **Dieta, disponibilidade alimentar e padrão de movimentação do lobo-guará, *Chrysocyon brachyurus*, no Parque Nacional da Serra da Canastra, MG**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da vida silvestre) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- AMENT, R. et al. An assessment of road impacts on wildlife populations in U.S National Parks. **Environmental Management**, New York, v. 42, n. 3 p. 480–496, Sept. 2008. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18437455>>. Acesso em: 12 fev. 2017.
- ARROYAVE, María del Pilar et al . Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. **Revista EIA Antioquia School of Engineering**, Envigado, n. 5, p. 45-57, June 2006 . Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n5/n5a04.pdf>>. Acesso em: 7 fev. 2017.
- ASSIS, T. O. **Utilização de matrizes de pasto e café por pequenos mamíferos em uma paisagem fragmentada do Sul de MG**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- AWADE, M.; METZGER, J. P. Using gap-crossing capacity to evaluate functional connectivity of two Atlantic rainforest birds and their response to fragmentation. **Austral Ecology**, Carlton, v. 33, n. 7. p. 863-871, Nov. 2008.
- BAGATINI, T. A. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.
- BAGER, A. et al. Fauna selvagem e atropelamento.- diagnóstico do conhecimento científico brasileiro In: BAGER, A. (Ed.). **Áreas Protegidas: repensando as escalas de atuação** Porto Alegre: Ed. UFLA, 2007. p.49-62.

BAGER, A.; FONTOURA, V. Ecologia de estradas no Brasil: contexto histórico e perspectivas. In: BAGER, A. **Ecologia de estradas: tendências e pesquisas**, Lavras: UFLA, 2012, p. 12-33.

BANDEIRA, C.; FLORIANO, E. P. **Avaliação de impacto ambiental de rodovias**. 1. ed. Santa Rosa: ANORGS, 2004. (Cadernos didáticos, n. 8). Disponível em: <<http://rodoviasverdes.ufsc.br/files/2010/03/Avalia%C3%A7%C3%A3o-de-impacto-ambiental-de-rodovias.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2016.

BANK, F. G. et al. **Wildlife habitat connectivity across European highways**. Alexandria: Trade Initiatives, 2002.

BAUMGARTNER, F.M. Bird mortality on the highways. **The Auk: a journal of ornithology**, Washington, v. 51, p. 537-538. 1934.

BECKMANN, J. O. et al. **Safe passages: highways, wildlife, and habitat connectivity**. Washington: Island Press, 2010. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=dgiq9UnHVf4C&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 3 ago. 2016.

BERNARDO, C. F. P. et al. Influências de áreas antropizadas no movimento do lobo-guará (*Chrysocyon Brachyurus*). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO MESQUITA FILHO, 28., 2016. **Anais...** Bauru: UNESP, 2016. Disponível em: <[file:///C:/Users/Ju/Downloads/RESUMO_39490184845_ptg%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Ju/Downloads/RESUMO_39490184845_ptg%20(2).pdf)>. Acesso em: 3 fev. 2016.

BIERREGAARD, R. O., JR.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V. A.; DOS SANTOS, A.; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioScience**, Washington, v. 42, n. 11, p. 859–866, Dec. 1992.

BINENBOJM, M; BOTELHO, R.G.M. Rodovias e o Desmatamento da Região Amazônica. In: ROAD ECOLOGY BRAZIL, 1., 2011, Lavras, MG. Universidade Federal de Lavras. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2011. p. 33-48.

BONET, B.; CUNHA, H. 2012. Medidas preventivas aos atropelamentos de fauna em rodovias. In: BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. **Monitoramento e mitigação de atropelamentos de fauna**. Brasília, DF, 2012. (Coleção Estrada Verde). Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/download/meio-ambiente/colecao-estrada-verde/monitoramento-e-mitigacao-de-atropelamento-de-fauna.pdf>> Acesso em: 31 jan. 2017.

BOLFE, E. L. Geotecnologias Aplicadas à Gestão de Recursos Naturais. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 3., 2006, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: GeoNordeste, 2006.

BRANDÃO JÚNIOR, A.O.; et al. Desmatamento e estradas não-oficiais da AMAZÔNIA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** 2007, Florianópolis: INPE, 2007, p. 2357-2364.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado – Programa Cerrado Sustentável, 2006. [on line] Disponível em:<
http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf/_arquivos/programa_bioma_cerrado.pdf> Acesso em: 07 de fevereiro de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite**. Disponível em:<
http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatoriofinal_cerrado_2010_final_72_1.pdf>. Acessado em: Abril, 2010a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado**. Secretaria Executiva; Departamento de Políticas de Combate ao Desmatamento. Brasília, DF, 2010b. Disponível em: <
http://www.mma.gov.br/estruturas/201/_arquivos/ppc cerrado_201.pdf>. Acesso em: 30 de novembro de 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2011. **Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite**. Acordo de Cooperação Técnica MMA/IBAMA Monitoramento do Bioma Cerrado 2009-2010. BRASÍLIA, Agosto de 2011. Disponível em:<
http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatoriofinal_cerrado_2010_final_72_1.pdf>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte - DNIT. Breve histórico do rodoviarismo federal no Brasil. 2014. Disponível em: <
<http://www1.dnit.gov.br/historico/>>. Acesso em: 30 de março de 2016.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de lei n.º 466, de 25 de fevereiro de 2015**. Dispõe sobre a adoção de medidas que assegurem a circulação segura de animais silvestres no território nacional, com a redução de acidentes envolvendo pessoas e animais nas estradas, rodovias e ferrovias brasileiras. 2015. Projeto lei do deputado Ricardo Izar. Disponível em: <
http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=2F1EEBF0934C44FD3479A538E30BA63F.proposicoesWeb2?codteor=1307435&filename=Avuls o+-PL+466/2015>. Acesso em: 22 jan. 2016.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. **2017 - Plano Nacional de Contagem de Tráfego - PNCT – DNIT**. Disponível em: <
<http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/Relatorio/VolumeMedioDiarioMensal>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

BUENO, C.; ALMEIDA, P. J. A. L. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). **Revista Brasileira de Zootecias**, Juiz de Fora, v. 12, n.3, p. 219-226. 2010.

BURT, W. H. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 24, n. 3, p. 346-352, ago. 1943.

- CÁCERES, N. et al. Mammal occurrence and roadkill in two adjacent ecoregions (Atlantic Forest and Cerrado) in south-western Brazil. **Zoologia**, Curitiba, v. 27, n. 5, p. 709-717. Oct. 2010.
- CALAÇA, A. M. **A utilização da paisagem fragmentada por mamíferos de médio e grande porte e sua relação com a massa corporal na região do entorno de Aruanã, Goiás**. 2009. 109 f. Dissertação (Mestrado Ecologia e Evolução) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2009.
- CALAÇA, A. M. et al. A influência da fragmentação sobre a distribuição de carnívoros em uma paisagem de cerrado. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 5, n. 1, p. 31-38 jan.-abr. 2010. Disponível em: <<http://revistas.unisinos.br/index.php/neotropical/article/view/4739/1965>>. Acesso em: 3 ago. 2016.
- CALDAS, A. J. F. S. **Geoprocessamento e análise ambiental para determinação de corredores de hábitat na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba – RJ**. 2006. 110f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.
- CAMILO-ALVES, C. S. P.; MOURÃO, G. M. Responses of a specialized insectivorous mammal (*Myrmecophaga tridactyla*) to variation in ambient temperature. **Biotropica**, Washington, v. 38, n.1, p.52-56, jan. 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.2006.00106.x/abstract>>. Acesso em: 5 out. 2016.
- CARMIGNOTTO, A.P. **Pequenos mamíferos terrestres do bioma Cerrado: padrões faunísticos locais e regionais**. 2005. 2 v. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- CARNEIRO, E. J., A evolução histórica dos usos das condições naturais em Minas Gerais. 2006. In: GARCIA, J. R.; ANDRADE, D. A. Panorama geral da industrialização de Minas Gerais (1970-2000). **Leituras de Economia Política**, Campinas, v. 1, n.12, p. 155-182, dez. 2007.
- CARRASCOSA, H. Biodiversidade e produção de etanol de cana de açúcar. In: Workshop Projeto PPPP Aspectos Ambientais da Cadeia do Etanol de Cana-De-Açúcar, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cana5_000g7qvfbqx02wx5ok0wtedt3czav6fw.pdf>. Acesso em: 3 mai 2016.
- CARVALHO, F. M. V. **Fragmentação de habitats e avaliação da viabilidade de populações de mamíferos em Goiás**. 2009. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.
- CARVALHO, C. T.; VASCONCELLOS, L. E. M. Disease, food and reproduction of the manedwolf *Chrysocyon brachyurus* (Illiger) (Carnivora, Canidae) in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. São Paulo, v. 12, n. 3, p. 627-640, set. 1995.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81751995000300018>. Acesso em: 3 fev. 2016.

CASELLA, J. et al. **Influência da BR-262 no desflorestamento e na perda da fauna silvestre por atropelamentos no Sudoeste do Brasil, MS**. 2010. 103 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS. **Brasil: atropelamentos de fauna selvagem**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015. Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro/>>. Acesso em: 10 out. 2015.

CHIARELLO, A. G. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. **Biological Conservation**, Essex, v. 89, n.1, p.71-82, Jul. 1999. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5301&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2016.

CHIARELLO, A. G.. Density and Population Size of Mammals in Remnants of Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology**, Essex, v. 14, n. 6, p. 1649-1657, Dec. 2000. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2641516?seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 1 ago. 2016.

CHIARELLO, A.G.; MELO, F.R. Primate population densities and sizes in Atlantic Forest remnants of northern Espírito Santo, Brazil. **International Journal of Primatology**, New York, v. 22, n. 3, p. 379-396, jun. 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1010751527749>>. Acesso em: 3 fev. 2017.

CHIARELLO, A. G. et al. Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Ed.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2008. cap. 19, p. 681-702.

CLARKE, H. Birds killed by automobiles. **Bird Banding**, Boston, v. 32, n. 4, p. 271, Jul. 1930.

CLEVINGER, A. P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K. E. Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. **Wildlife Society Bulletin**, Bethesda, v. 29, n. 2, p.646–653, Summer, 2001.

CLEVINGER, A.P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K.E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. **Biological Conservation**, Essex, v.109, n.1, p.15-26, Jan. 2003.

CLEVINGER, A. P.; WALTHO, N. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. **Biological Conservation**, Essex, v. 121, n. 3, p. 453–464, Fev. 2005.

CLEVENGER, T.; HUIJSER, M. P. **Handbook for design and evaluation of wildlife crossing structures in North America**. Bozeman: Western Transportation Institute. 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE (Brasil). **Pesquisa CNT de rodovias 2016**: relatório gerencial. 20. ed. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <[http://pesquisarodoviascms.cnt.org.br/Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20\(2016\)%20-%20LOW.pdf](http://pesquisarodoviascms.cnt.org.br/Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20(2016)%20-%20LOW.pdf)>. Acesso em: 3 ago. 2016.

COFFIN, A. W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography**, London, v. 15, n.5, p. 396-406, Set. 2007.

COELHO, I. P. **Magnitude e padrões de distribuição temporal do atropelamento de mamíferos silvestres no extremo-norte da planície costeira do RS, Brasil**. 2003. 21 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

COELHO, C. M. et al. Habitat use by wild maned wolves (*Chrysocyon brachyurus*) in a transition zone environment. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n.1, p. 97-104, fev. 2008. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jmammal/article/89/1/97/1025271/Habitat-Use-by-Wild-Maned-Wolves-Chrysocyon>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

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 Wildlife Research**, Berlin, v. 54, p. 689–699, out. 2008.

COELHO, A. V. P. et al. **Siriema**: spatial evaluation road mortality software: manual do usuário v 2.0. Porto Alegre: NERF, UFRGS, 2014. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/siriema/>>. Acesso em: 4 jul. 2016.

COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, New York. v. 20, p. 37-46. 1960. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1177/001316446002000104>>. Acesso em: 3 jul. 2016.

COMISSÃO DE POLÍTICA AMBIENTAL (MG) - COPAM. **Deliberação normativa nº 147, de 30 de abril de 2010**. A aprovada a lista de espécies da fauna ameaçadas de extinção no Estado de Minas Gerais. 2010. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=13192>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**. Berlin, v. 126, n. 7-8, p. 355-365, Set. 2002. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1439-0418.2002.00670.x/abstract>>. Acesso em: 6 ago. 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

COSTA, L. P. et al. (Org.). Conservação de mamíferos no Brasil. **Megadiversidade**. Belo Horizonte, v. 1, n.1, p. 103 -112, jul. 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301927242_Conservacao_de_mamiferos_no_Brasil>. Acesso em: 3 mar. 2016.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1901009/mod_folder/content/0/1_Capa_Indice_Introducao.pdf?forcedownload=1>. Acesso em 12 de novembro de 2016.

CUSTÓDIO, A. A.; SOUZA, A. W. Recuperação de áreas degradadas do cerrado na região do triângulo mineiro. **Jornal de Engenharia, Tecnologia e Meio Ambiente**, Uberaba, v. 1, n. 1, p. 45-50, 2016. Disponível em: <<http://publicacoes.facthus.edu.br/index.php/geral/article/view/71>>. Acesso em: 7 ago. 2016.

DALY, D. C.; PRANCE, G. T. Brazilian Amazon. In: CAMPBELL, D. G.; HAMMOND, H. D. (Ed.). **Floristic inventory of tropical countries**. New York: New York Botanical Garden, 1989. p. 401-426.

DALPONTE, J. C. **História natural, comportamento e conservação da raposa-do-campo, Pseudalopex vetulus (Canidae)**. 2003. 179 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003.

DALPONTE, J. ; COURTENAY, O. Hoary fox pseudalopex vetulus (Lund, 1842). In: SILLERO-ZUBIRI, C.; HOFFMAN, M. ; MACDONALD, D. W. (Ed.). **Canids: foxes, wolves, jackals and dogs. status, survey and conservation action plan**. Oxford: IUCN. 2004, cap. 3, p. 72-75. Disponível em: <<http://www.carnivoreconservation.org/files/actionplans/canids.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

DEVELEY, P.F.; PERES, C.A. Resource seasonality and the structure of mixed species bird flocks in a coastal Atlantic forest of southeastern Brazil. **J. Trop. Ecol.** Cambridge, v. 16, p. 33-53. 2000. Disponível em:<<http://www.registro.unesp.br/sites/museu/basededados/arquivos/00000164.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

DIAS, B. F. S. **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Fundação Pró-Natureza (Funatura), 1992.

DIAS, B. F. S. Conservação da Biodiversidade no Bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/570974>>. Acesso em: 4 mai. de 2016.

DIETZ, J.M. Ecology and Social Organization of the Maned Wolf. **Smithsonian Contributions to Zoology**. Washington. v.392, p.1-51, 1984. Disponível em: <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/5348/SCtZ0392Hi_res.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 jan. de 2016.

DIRZO, R.; MIRANDA, A. Contemporary neotropical defaunation and the forest structure, function, and diversity: a sequel to John Terborgh. **Conservation Biology**, Boston, v. 4, n. 4, p. 444-447, Dec. 1990. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00320.x/abstract>>. Acesso em: 14 mai. de 2016.

DOTTA, G. **Diversidade de mamíferos de médio e grande porte em relação à paisagem da bacia do rio Passa-cinco**. 2005. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2005.

DOUROJEANNI, M. J.; JORGE-PÁDUA, M. T. **Biodiversidade a hora decisiva**. Curitiba: UFPR,. 2001.

DREYER, W.A. The question of wildlife destruction by the automobile. **Science**, Washington, v. 82, n. 2132, p. 439-440, Nov. 1935. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/82/2132/439>>. Acesso em: 23 set. 2016.

DRUMMOND, G. M.et al. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/atlas/sintese.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2016.

ECOVIAS - **Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes: referência para a Engenharia Nacional**. Disponível em: <<http://www.ecovias.com.br/Sustentabilidade/Meio-Ambiente>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

EISENBERG, J. F.; REDFORD. K. H. The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. In: EISENBERG, J. F. **Mammals of the neotropics**. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1999. v. 3. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=p2MDAzCeQQoC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Mammals+of+the+Neotropics+vol.+3&ots=OEzsuMwagm&sig=KabvYhsetMRbuIQ0z1892YYwr4#v=onepage&q=Mammals%20of%20the%20Neotropics%20vol.%203&f=false>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

EITEN, G. Delimitação do conceito de Cerrado. **Arquivos do Jardim Botânico**, Rio de Janeiro, v. 21, p.125-134, 1977.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite. Campinas, SP. 2013. Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

EMMONS, L. H.; FEER, F. Comparative feeding ecology of felids in a neotropical rainforest. **Behavior Ecology and Sociobiology**, Heidelberg, v. 20, n.4, p. 271-283, Abr. 1987. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00292180>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

ESPERANDIO, I. B.; TEIXEIRA, F. Z.; KINDEL, A. Mortalidade de mamíferos silvestres e domésticos: diferenças e implicações para a conservação. In: ROAD ECOLOGY BRAZIL, 1., 2011, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2011. p. 193-194.

ERRITZOE, J.; MAZGAJSKI, T. D.; REJT, L. Bird casualties on European roads – a review. **Acta Ornithologica**, Warszawa, v. 38, n. 2, p. 77-93, Nov. 2003.

FACURE, K. G.; GIARETTA, A. A.; LEMOS, F. G. **Reinventário da mastofauna da estação ambiental galheiro, uma área de cerrado no município de Perdizes, MG.** Uberlândia. Relatório Técnico não publicado. Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Instituto de Biologia. 2004. 17 p.

FALEIRO, F. G.; SOUZA, S. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o cerrado.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571723/1/faleiro02.pdf>>. Acesso em: 03 de fev. 2016.

FARINA A. **Principles and methods in landscape ecology:** towards a science of landscape. 2. ed. Dordrecht: Springer. 2006. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=F0vDBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Principles+and+Methods+in+Landscape+Ecology:+Towards+a+Science+of+Landscape&ots=shHXP7ExmM&sig=gz132plrjclO6NgYuwhLzbDq8Q#v=onepage&q=Principles%20and%20Methods%20in%20Landscape%20Ecology%3A%20Towards%20a%20Science%20of%20Landscape&f=false>>. Acesso em: 29 jan. 2016.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Cuiabá - Santarém (BR-163) highway: the environmental cost of paving a soybean corridor through the Amazon. **Environmental Management. New York**, v. 39, n. 5, p. 601–614, mar. 2007.

FELFILI, J. M. et al. Padrões itogeográficos e sua relação com sistemas de terra no bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora.** Brasília, DF: Embrapa, 2008. p. 215-228.

FELIPPE M. F.; SOUZA T. A. R. A biogeografia do cerrado em concomitância com sua história econômica e suas perspectivas para o futuro. **Enciclopédia Biosfera.** Belo Horizonte, MG, n.1, p. 1-33, mar.2006.

FERRERAS, P. et al. Increase numbers or reduce mortality? Implications from a population viability analysis of the Iberian lynx. **Animal Conservation**, Cambridge, v. 4, p. 265–274, mar. 2001. Disponível em: <http://catsg.org/iberianlynx/04_library/4_3_publications/F/Ferreras_et_al_2001_Viability_analysis_for_the_Iberian_lynx.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2016.

FISCHER, W. A. **Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres:** síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal, MS. 44 f.. 1997. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 1997.

FOGLIATI, M.C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais:** aplicação aos sistemas de transporte. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

FONSECA, G.A.B. et al. Brazilian Cerrado. In: MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecosystems**. Cidade do México: CEMEX/Conservation International, 1999. p. 148-155.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Perception of a fragmented landscape by neotropical marsupials: effects of body mass and mass and environmental variables. **Journal of Tropical Ecology**. Cambridge, v. 25, n. 1, p. 53-62, jan. 2009.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge: Cambridge University Press. 1995.

FORMAN, R. T. T. Estimative of the area affected ecologically by the road system in the United States. **Conservation Biology**, Boston, v.14, n.1, p.31-35, Fev. 2000.

FORMAN, R. T. T.; DEBLINGER, R. D. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (U.S.A.) suburban highway. **Conservation Biology**, Boston, v.14, n.1, p.36-46, fev. 2000.

FORMAN, R. T. T. et al. **Road Ecology: science and solutions**. Washington, DC: Island Press, 2003.

FRAGOSO, J. M. G. **Large mammals and the dynamics of an Amazonian rain forest**. 1994. 210 f. Thesis (Ph. D. Dissertation) - University of Florida, Gainesville, Florida. 1994.

FRANZ, C. M.; SEBERINO J. V. **A história do trânsito e sua evolução**. 2012. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Educação e Direito de Trânsito) - Faculdade Dom Bosco, Joinville, 2012.

FREITAS, S. R.; TEIXEIRA, A. M. G.; METZGER, J. P. Estudo da relação entre estradas, relevo, uso da terra e vegetação natural de Ibiúna- SP, com enfoque na ecologia da paisagem. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 44-56, out 2009.

FREITAS, S. R.; HAWBAKER, T. J.; METZGER, J. P. Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 259, n. 3, p. 410-417, jan. 2010.

GAISLER, J.; ŘEHÁK, Z.; BARTONIČKA, T. Bat casualties by road traffic (Brno-Vienna). **Acta Theriol.**, Heidelberg, v. 54, n. 2, p: 147-155, jun. 2009.

GALETTI, M.; PEDRONI, F. Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semideciduous Forest in south-east Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.10, n.1, p. 27-39, Fev. 1994.

GANEM, Roseli Senna. **Políticas de conservação da biodiversidade e conectividade entre remanescentes de Cerrado**. 2007. 431 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

GANEM, R. S. **Bioma Cerrado**: programas governamentais e proposições em tramitação. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2011. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/2011_14133_VF.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2017.

GIBBS, J. P.; SHRIVER, W. G. Can road mortality limit populations of pool– breeding amphibians? **Wetlands Ecology and Management**, Dordrecht, v. 13, n. 3, p. 281–289, Jun. 2005.

GRILO, C.; BISSONETTE, J. A.; SANTOS-REIS, M. Spatial–temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: consequences for mitigation. **Biological Conservation**, Essex, v.142, n. 2, p. 301-313, fev. 2009.

GUIMARÃES, J. F. 2009. **Mamíferos de médio e grande porte da Estação Ecológica do Panga Uberlândia, Minas Gerais**. 2009. 50f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. **Past**: palaeontological statistics software package for education and data analysis. Version. 1.37. 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em: 21 out. 2016.

HAEGEN W.M.V. and McKinley P.S. The early development of forest fragmentation effects on birds. **Conservation Biology**, Boston, v.10, n.1, p. 188-202, fev. 1996.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Plano de Ação Nacional para a Conservação do lobo-guará**. 2012. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-lobo-guara/sumario_lobo-guara.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2017.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014**. Reconhecer como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. 2014. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/faunabrasileira/avaliacao-odo-risco/PORTARIA_N%C2%BA_444_DE_17_DE_DEZEMBRO_DE_2014.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2016.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Mapa Temático e Dados Geostatísticos das Unidadesd Conservação Federais** 2016. Disponível em: <www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/geoprocessamento/DCOL/dados_tabulares/UC_bioma_resumo_agosto_2016.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática**. 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>. Acesso em: 2 ago. 2016.

IRONS, J. R.; TAYLOR, M. P.; ROCCHIO, L. LandSat Science. Missisipi Delta. Aug.

2017. Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/a-landsat-timeline/>>. Acesso em: 20 de Feb. 2017.

IVO, A. L. M.; MARTINS, R. F.; SANTOS, A. R. Identificação dos impactos ambientais relacionados à pavimentação da rodovia mg 307 no município de Grão Mogol – MG. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.5, p. 10 – 16, Dez. 2011. (EDICAO ESPECIAL). Disponível em: <http://www.mundogeomatica.com.br/Publicacoes/Artigo18.pdf>>. Acesso em 10 de fev. 2017.

ILOS - Especialistas em Logística e Supply Chain - Enfold Theme by Kriesi. **Panorama Custos Logísticos no Brasil. Rio de Janeiro**, 2010. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/custos-logisticos-no-brasil/>>. Acesso em: 23 mai. 2017.

ILOS. Panorama Logística Verde – **Iniciativas de sustentabilidade ambiental das empresas no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/custos-logisticos-no-brasil/>. Acesso em: 13 nov. 2016.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. – IUCN. **Red List of Threatened Species**. 2017. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 8 mar. 2017.

IUELL, B. et al. (Ed.). **Wildlife and Traffic: A European handbook for identifying conflicts and designing solutions**. Bruxelas: European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research, 2003. Disponível em: <http://www.iene.info/wp-content/uploads/COST341_Handbook.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2016.

IWANAGA, S. Levantamento de mamíferos diurnos de médio e grande porte no Parque Nacional do Jaú: resultados preliminares. In: BORGES, S. H. et al. (Ed.). **Janelas para a Biodiversidade no Parque Nacional do Jaú: uma estratégia para o estudo da biodiversidade na Amazônia**. Manaus: Fundação Vitória Amazônica. 2004. cap. 13. p. 195-207.

JÁCOMO, A. T. A.; SILVEIRA, L.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Niche separation between the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), the crab-eating fox (*Dusicyon thous*) and the hoary fox (*Dusicyon vetulus*) in central Brazil. **Journal of Zoology**, London, v. 262, n. 1, p. 99-106, Jan. 2004.

JAEGER, J. A. G.; FAHRIG, L. Effects of Road fencing on population persistence. **Conservation Biology**. Boston, v. 18, n. 6, p. 1651-1657, Dec. 2004.

JACKSON, N. D.; FAHRIG, L. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. **Biological Conservation**, Boston, v.144, n.12, p. 3143-3148, Dez. 2011.

JONES, D.N.; BOND, A.R.F. Road barrier effect on small birds removed by vegetated overpass in South East Queensland. **Ecological Restoration & Management**, v.11, n. 1, p. 56-67, Abr. 2010.

JUAREZ, K.M.; MARINHO-FILHO, J. Diet, habitat use and home ranges of sympatric canids in central Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 83, n. 4, p. 925-933, Nov. 2002.

KALAF, R. et al. Landsat 8: Avanços para mapeamento em mesoescala. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 2013, Rio de Janeiro **Anais...** Rio de Janeiro, 2013 Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbg/trabalhos/90/51/resumogeotecrobertaraissa1_1374611841.pdf> . Acesso em: 12 jan. 2017.

KAPOS, V. et al. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD JR., R. O. (Ed.). **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press. 1977. p 33-44. Disponível em: <<http://www.uprm.edu/biology/profs/chinea/ecolplt/lectesc/kapos.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 707-713, Jun. 2005. Disponível em: <<http://www.10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

KOCH, M. M; HENKES, J. A. Estudo de caso: a interferência das plantações de pinus spp nos ecossistemas dos Campos de Cima da Serra, RS. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 64-91, abr./set. 2013.

LAIDLAW, R.K., Effects of habitat disturbance and protected areas on mammals of peninsular Malaysia. **Conservation Biology**, Boston, v. 14, n. 6, p.1639-1648, Dez. 2000.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2. ed. rev e ampl. São Paulo: Ed. UNESP, 2003.

LANDIS, J. Richard; KOCH, Gary G. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 2, p. 363-374, Jun. 1977.

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

LAURENCE, W.F.; GOOSEM, M.; LAURENCE, S.G.W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trend in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 24, n. 12, p. 659-669. Dez. 2009.

LAUXEN, M. S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: um guia de procedimentos para tomada de decisão**. 2012. 163 f. Especialização (Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Biociências, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://www.lauxen.net/conecte/referencias/Lauxen_2012a.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2016.

LEMOS, F. G.; AZEVEDO, F. C. *Lycalopex vetulus* (Lund, 1842). In: BRESSAN, P.

M.; KIERULFF, M. C. M.; SUGIEDA, A. M. (Org.). **Fauna ameaçada de extinção no estado de São Paulo**: vertebrados. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo/Secretaria do Meio Ambiente. 2009. p. 61.

LEMOS, F. G.; FACURE, K. G. Seasonal variation in foraging group size of crab-eating foxes and hoary foxes in the Cerrado biome, Central Brazil. **Mastozoología Neotropical**, Mendoza, v. 18, n. 2, p. 239-245, Jul. 2011.

LEMOS, F. G.; FACURE, K. G.; AZEVEDO, F. C. Comparative ecology of the hoary fox and the crab-eating fox in a fragmented landscape in the Cerrado biome at central Brazil. In: ROSALINO, L. M.; GHELIER-COSTA, C. (Org.). **Middle-Sized Carnivores in Agricultural landscapes**. New York: Nova Science Publishers, Inc, 2011. p. 143-160.

LEMOS, F. G. et al. Human threats to hoary and crab-eating foxes in central Brazil. **Canid News**, Oxford, v.14, n.2, p.1-6, 2011.

Disponível em: <http://www.canids.org/canidnews/14/Hoary_and_crabeating_foxes_in_Brazil.pdf>. Acesso em: 24 maio de 2016.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. **Biodiversidade brasileira**: síntese do estado atual do conhecimento. São Paulo: Contexto, 2002.

LEWINSOHN, T. M. (Org.). **Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil**. Brasília: MMA, 2006. v.1-2

LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 63, n. 3, July 2011. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00096725201100030011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 feb. 2017.

LIMA, K.C.B. 2013. **Impacto de estradas em unidades de conservação do Brasil**. Monografia. 94p. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MACDONALD, D. W.; COURTENAY, O. Enduring social relationships in a population of crab-eating zorro, *Cerdocyon thous*, in Amazonian Brazil. **Journal of Zoology**, London, v. 239, n. 2, p. 329-355, Jun. 1996.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 179 p. 1988.

MAIA, A. C. R. **Efeitos Marginais de rodovias em mamíferos de médio e grande porte**. 2013. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MANTOVANI, J. E. Estudo e monitoramento de animais através do sensoriamento remoto e do geoprocessamento. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006, p.358-367.

MANTOVANI, J. E. et al. Sensoriamento remoto e radiotelemetria no estudo de

- padrões de uso da paisagem pelo lobo-guará no interior do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE. 2007. p 4005-4012.
- MARINI, M. A.; MARINHO FILHO, J. S. Translocação de aves e mamíferos: teoria e prática no Brasil. In: ROCHA, C. F. da et al. **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: RiMa, 2006, cap. 24, p. 505-536.
- MARQUES, A.A.B. et al. **Lista de referência da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Decreto nº 41.672, de 10 de junho de 2002. FZB/MCT-PUCRS/PANGEA, Porto Alegre. 2002.
- MARTINS, E. S et al. . **Ecologia de paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. (Documentos Técnicos, 121). Disponível em: < http://ecologia.ib.usp.br/lepac/bie5770_2012/aula_1_Introducao_pos_2012.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2016.
- MASCARENHAS, N. D. A.; VELASCO, F. R. D. Processamento digital de Imagens. **Escola de Computação**, São Paulo, v. 4, p. 12-20, jul. 1984.
- MAZZETTO, C. E. S. **Os Cerrados e a sustentabilidade: territorialidades em tensão**. 2006. 271 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2006.
- MEDEIROS, K. M. O planejamento ambiental e exploratório no bioma do Cerrado. **Revista Facitec**, Taguatinga, v. 1, n. 1, não paginado, 2007. Disponível em: < <http://facitec.edu.br/ojs2/index.php/erevista/article/view/13>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- MEDRI, Í. M. **Área de vida e uso de hábitat de tamanduá-bandeira – *Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758: nas Fazendas Nhumirim e Porto Alegre, Pantanal da Nhecolândia, MS. 2002. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2002.**
- MEDRI, Í. M.; MOURÃO, G. Home range of giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*) in the Pantanal wetland, Brazil. **Journal of Zoology**, London, v. 266, n. 4, p. 365-375, Ago. 2005.
- MEDRI, Í. M.; MOURÃO, G. *Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Ed.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF: MMA, 2008. v. 2. p. 711-713.
- MELO, E. S.; SANTOS FILHO, M. Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juíz de Fora, v. 9, n. 2, p. 185-192, dez. 2007. Disponível em: < <https://zoociencias.ufjf.emnuvens.com.br/zoociencias/article/view/93/85>>. Acesso em: 31 ago. 2016.
- MENDES, L. A. **Fluidez e Segurança no Trânsito da Rodovia MGC- 497 entre**

Iturama e a Rodovia LMG-864. 2015. 55 f. Monografia (Especialização em Gestão Educação e Segurança do Trânsito) – Instituto A Vez do Mestre, Ituiutaba, 2015. Disponível em: <
http://www.der.mg.gov.br/images/TrabalhosAcademicos/leandro_de_almeida.pdf>. Acesso em: 22 out. 2016.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org.). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Brasília, DF: UNB, CNPQ, 2012. Disponível em: <
http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33333156/MENESES__ALMEIDA_2012_INTRO_AO_PROCESSAMENTO_DE_IMAGEM.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1486991169&Signature=IPT3i6%2FGAsvTI9%2BUd6CDpYQjUfw%3D&responsecontentdisposition=inline%3B%20filename%3DMENESES_and_ALMEIDA_2012_INTRO_AO_PROCES.pdf> Acesso em: 13 fev. 2017.

MENESES, P. R.; SANO, E. E. Classificação pixel a pixel de imagens. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org.). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Brasília, DF: UNB, CNPQ. 2012. cap. 12. Disponível em: <
http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33333156/MENESES__ALMEIDA_2012_INTRO_AO_PROCESSAMENTO_DE_IMAGEM.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1486991169&Signature=IPT3i6%2FGAsvTI9%2BUd6CDpYQjUfw%3D&responsecontentdisposition=inline%3B%20filename%3DMENESES_and_ALMEIDA_2012_INTRO_AO_PROCES.pdf> Acesso em: 13 fev 2017.

MILLS, L. S.; SOULÉ, M.; E.; DOAK, D. F. The keystone-species concept in ecology and conservation. **BioScience**, Washington, v. 43, n. 4, p. 219-224, Abr. 1993. Disponível em: <
<https://research.cnr.ncsu.edu/sites/millslab/wp-content/uploads/sites/13/2015/01/Mills93-Keystone.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 3-I, p. 445-463, 1999. APA.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens. **Biota Neotropica**, Campinas, v.1, n.1, p. 1-9, nov. 2001. Disponível em: <
<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/fullpaper?bn00701122001+pt>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

MIRANDA, G. H. B. **Ecologia e conservação do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758) no Parque Estadual das Emas.** 2004. 81 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.

MIRANDA, F. R.; CHIARELLO, A. G.; RÖHE, F.; BRAGA, F. G.; MOURÃO, G. M.; MIRANDA, G. H. B. Avaliação do risco de extinção de *Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus 1758 no Brasil. **Avaliação do risco de extinção dos Xenartros brasileiros**, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Série Estado de Conservação da Fauna Brasileira, n. 2. 2014.

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; GIL, P. R. Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 3, n. 3, p.

537-537, 1999.

MITTERMEIER, R. A. et al. *Hotspots* revisados: as regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta. **Conservação Internacional**, Brasil: Agrupación Sierra Madre. 2005. P. 1-15. Disponível em:

<<http://www.conservation.org/global/brasil/publicacoes/Documents/HotspotsRevisados.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado: Programa Cerrado Sustentável, 2006**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf/_arquivos/programa_bioma_cerrado.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatoriofinal_cerrado_2010_final_72_1.pdf>. Acessado em: Abril, 2010a.

Ministério do Meio Ambiente. Secretaria Executiva; Departamento de Políticas de Combate ao Desmatamento. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no cerrado**. Brasília, DF: [s.n.], 2010b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/201/_arquivos/ppc cerrado_201.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. IBAMA: instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis. 2011. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite: acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA monitoramento do bioma cerrado 2009-2010**. BRASÍLIA, Agosto de 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatoriofinal_cerrado_2011_final_72_1.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2017.

MOREIRA, D.M.C.M. **Caracterização dos padrões de mortalidade e identificação dos pontos negros de mortalidade da fauna na A21**. 2015. 92 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade de Lisboa. Lisboa. Portugal, dez. 2015.

MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v.10, n.2, p. 58-62, Fev. 1995. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Carolina_Murcia2/publication/49757343_Edge_Effects_in_Fragmented_Forests_Implications_for_Conservation/links/0deec514a3b06da27f000000/Edge-Effects-in-Fragmented-Forests-Implications-for-Conservation.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2016.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, Fev. 2000.

NICHOLS, J. D.; CONROY, M. J. Techniques for estimating abundance and species richness. In: WILSON, D. E. et al. **Measuring and monitoring biological diversity**.

Washington, D.C: Smithsonian Institution. 1996. p. 177-235.

NOVELLI, R.; TAKASE, E.; CASTRO, V. Study of birds killed by collision with vehicles in a stretch of highway BR-471, between Quinta and Taim, Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.5, n.3, p. 441-454, 1988.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. Edgard Blücher: São Paulo, 1992. 308 p.

OLIVEIRA, S. C.C.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta bot. bras.** São Paulo, v.18, n.3, p. 401-406, Set. 2004.

OLIVEIRA, A. N. **Padrão espacial e temporal do atropelamento de mamíferos em uma rodovia no Cerrado brasileiro**. 2011. 52 f. Dissertação (Mestrado em ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos: UFSCar, São Carlos, SP. 2011.

PAGLIA, A.P. et al. **Lista ANOTADA DOS MAMÍFEROS DO Brasil / Annotated checklist of Brazilian mammals**. 2. ed. Arlington, VA: Conservation International, 2012. 76 p.

PAIVA, M. P. Impacto das grandes represas sobre o meio ambiente. **Ciência e Cultura**, v. 9, n. 35, p. 1274-1282, 1983.

PAQUET, P. C. Summary reference document: ecological studies of recolonizing wolves in the central Canadian Rocky Mountains. Unpublished report by John/Paul and Associates for the Canadian Parks Service, Banff, Alberta, 1993. In: GRILO, C.; BISSONETTE, J. A.; SANTOS-REIS, M. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: consequences for mitigation. **Biological Conservation**, v. 142, n.2, p. 301-313, Fev. 2009.

PARDINI, R.; SOUZA, S.M. de; BRAGA-NETO, R.; METZGER, J.P. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, v. 124, n.2, p. 253-266, Jul. 2005.

PASSAMANI, M.; CERBONCINI, R. A. S. The effects of the creation of a hydroelectric dam on small mammals' communities in central Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v.8, n.1, p. 9-16, Jan./Abr. 2013.

PATTERSON, B.D. Patterns and trends in the discovery of new Neotropical mammals. **Diversity and Distributions**, v.6, n.3, p.145-151, Mai. 2000.

PEREIRA, A.P.F.G.; ANDRADE, F.A.G.; FERNANDES, M. E. B. Dois anos de monitoramento dos atropelamentos de mamíferos na rodovia PA-458, Bragança, Pará. **Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Cienc. Nat.**, Belém, v. 1, n. 3, p. 77-83, dez. 2006. Disponível em:

<http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198181142006000300009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 28 Jan. 2017.

PIRES, J. M.; PRANCE, G.T. The Amazon Forest: a natural heritage to be preserved. In: Prance, G.T.; Ellias, S. (Org.). **Extintion is forever**. Nova Iorque: New York Botanical Garden, 1977.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

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

<https://www.researchgate.net/publication/236982035_Animal_Home_Ranges_and_Territories_and_Home_Range_Estimators>. Acesso em: Maio de 2017.

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. 2004. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos naturais) - Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. São Carlos, SP, 2004. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4776159H4>>. Acesso em: 11 fev. 2017.

PRADO, T. R.; FERREIRA, A.A.; GUIMARÃES, Z. F. S. Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados. **Acta Sci. Biol. Sci.** v. 28, n. 3, p. 237-241, Jul./Set. 2006.

PREVEDELLO, J. A. **Efeitos da heterogeneidade da matriz sobre a capacidade perceptual e movimentos de marsupiais (Mammalia, Didelphimorphia) em uma paisagem fragmentada da Mata Atlântica**. 2009. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Rio de Janeiro, RJ. 2009.

PRIMACK, B. R.; E. RODRIGUES. **Biologia da conservação**. Londrina, PR: Editora Planta. 2001. 327 p.

REDFORD, K.H. The empty forest. **Bioscience**. v.42, n.6, p.412-422, Jun. 1992. Disponível em: <http://enbt.jbrj.gov.br/mestrado_profissional/seminario/7_Redford%201992.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2016.

RESENDE, T. M.; ROSOLEN, V. Impactos da conversão de uso e manejo do solo do cerrado utilizando dados de carbono total e isotópico. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, v.1, n.33, p. 39- 52, 2013.

REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C.; SABINO, J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no Rio Formoso, Mato Grosso Do Sul. **Biota Neotropica**, São Paulo. v.5, n.2, p. 1-10, Jul. 2005. Disponível

em:<<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?shortcommunication+bn01205022005>>. Acesso em: mar. 2017.

RIBEIRO, J. F.; SANO, S.M. e SILVA, J.A. da. Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado. In: XXXII Congresso Nacional de Botânica, 1981. **Anais...** Teresina, Brasil: Sociedade Botânica do Brasil. 1981. p. 124-133.

RIBEIRO, R. F. Da “largueza” ao “cercamento”: um balanço dos programas de desenvolvimento do Cerrado. In: ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K.; PEREIRA, D. (Org.). **A insustentável leveza da política ambiental: desenvolvimento e conflitos socioambientais**. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2005. p. 171-216.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2003. 503 p.

RIPLEY, B. D. **Spatial statistics**. New York: John Wiley & Sons, 1981.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos**. São Paulo: Hucitec / Edusp, 1979. v. 2.

RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. Reproductive rate and body size predict road impacts on mammal abundance. **Ecological Application**, Washington, v. 21, n. 2, p. 589-600, Mar. 2011.

ROCHA, G. F.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N.C.; FERREIRA, M.E.; SILVA, G.N.F.. Distribuição espacial dos dados de alertas de desmatamentos do bioma Cerrado para o período 2003–2007. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 2983–2988.

RODDEN, M.; RODRIGUES, F.; BESTELMEYER, S. Maned wolf, *Chrysocyon brachyurus*. In: SILLERO-ZUBIRE, C.; HOFFMANN, M.; MACDONALD, D. W. (Ed.). **Canids: foxes, wolves, jackals and dogs**. Cambridge, UK: IUCN, 2004. p. 38-43.

RODRIGUES, E. **Edge effects on the regeneration of forest fragments in south Brazil**. 172 p. 1998. Thesis (Doctor of Philosophy in the subject of Biology) - Harvard University, Cambridge, Massachusetts, July, 1998

RODRIGUES, F. H.G. **Biologia e conservação do lobo-guará na estação ecológica de Águas Emendadas, DF**. 105 p. 2002. Tese (Doutorado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2002.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A.G. (Ed.). Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: R.R. RODRIGUES; H.F. LEITÃO-FILHO. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp, 2001. Cap. 4

RODRIGUES, F. H. G.; HASS, A.; REZENDE, L. M.; PEREIRA, C. S.; FIGUEIREDO, C. F.; LEITE, B. F.; FRANÇA, F. G. R. Impacto de rodovias sobre a fauna da estação ecológica de Águas Emendadas, DF. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 3., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, [s.n.] 2002. p. 585-593.

- RODRIGUES, F.H.G. et al. Anteater behavior and ecology. In: VIZCAÍNO, S.F.; LOUGHRY, W.J. (Ed.). **The biology of the Xenarthra**. Gainesville: University Press of Flórida. 2008. p. 257-268.
- ROSA, R.; LIMA, S.C.; ASSUNÇÃO, W.L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. **Sociedade & Natureza**, v. 3, n.1, p. 91-108, 1991.
- ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 6. ed. Uberlândia: EDUFU, 2007. 248 p.
- ROSA, C. A.; BAGER, A. Efeitos da sazonalidade e paisagem no atropelamento de aves neotropicais: um estudo de caso em áreas úmidas no sul do Brasil. In: *Road Ecology Brazil*, 1., 2011, Lavras, MG. Universidade Federal de Lavras. **Anais... Lavras, MG: UFLA, 2011.**
- SANDERS, H. L. Marine benthic diversity: a comparative study. **American Naturalist**. v. 102, n. 925, p. 243–282, Mai./Jun. 1968. Disponível em: <http://terascan.smast.umassd.edu/nasdata/archive/Bisagni_Data/students/abrunner/My%20Documents/Classes/ECOS630/papers/Sanders1968.pdf>. Acesso em: out. 2016.
- SANTOS, A. L. P. G.; ROSA, C. A.; BAGER, A. Atropelamento de fauna selvagem no sul de Minas Gerais. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n.1, p.73-79, Mar. 2012.
- SANTOS, C. M.; MARTINELLI, A. G.; FONSECA, P. H. M.; CARDOSO, G.C.; SOARES, M. H.; SANTOS, E. A.; CAVELLANI, C. L.; TEIXEIRA, V. P. A.; FERRAZ, M. L. F. Levantamento das espécies vítimas de atropelamento em um trecho da rodovia Br-262, Trajeto Uberaba-Peirópolis-Ponte Alta (MG). **Revista Ceciliana**, v. 6, n. 2, p. 4-6, Dez. 2014.
- SCARIOT, A. et al. Efeitos da fragmentação sobre a biodiversidade vegetação e flora. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 103-123.
- SCHNEIDER, M. A.A.B.; MARQUES, R.S.S.; LIMA, C.P.; NOGUEIRA, R.C.; SILVA, J.A.S. Lista atualizada dos mamíferos encontrados no Parque Nacional da Serra da Canastra (MG) e arredores, com comentários sobre as espécies. **Biociências**, Natal, v. 8, n. 2, p.3-17, dez. 2000.
- SECCO, H. K. C. **Efeito-barreira causado por rodovias sobre primatas: o caso de estudo do Sagui-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*)**. 2014. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.
- SEILER, A. **The toll of the automobile: wildlife and roads in Sweden**. Thesis (Doctoral) - University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. 2003.295 f. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/279174118_The_toll_of_the_automobileWildlife_and_roads_in_Sweden>. Acesso em: Jan. 2017.

- SEILER, A. Predicting locations of moose vehicle collisions in Sweden. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, Inglaterra, v. 42, n. 2, p. 371-372, abr. 2005.
- SHAW, J.H.; J. MACHADO-NETO; T.S. CARTER. Behavior of free-living giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*). **Biotropica**, Washington, US, v. 19, n. 3, p. 255-259, set. 1987.
- SHIKI, S. Sistema agroalimentar no Cerrado brasileiro: caminhando para o caos? In: ORTEGA, A. C.; SILVA, J. G.; SHIKI, S. (Org.). **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do Cerrado brasileiro**. Uberlândia: UFU, p. 135-166, 1997.
- SHIKI, S. **O futuro do Cerrado: degradação versus sustentabilidade e controle social: projeto Brasil sustentável e democrático**. Rio de Janeiro: FASE, 2000. 64 p.
- SILVA, L. L. O papel do estado no processo de ocupação das áreas de cerrado entre as décadas de 60 e 80. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.1, n. 2, p. 24-36, dez. 2000.
- SILVA, E. B. Annual rates of deforestation in the Cerrado Biome: an analysis from the modis data for the period 2003 to 2007. 2009. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.
- SILVEIRA, E. K. P. História natural do tamanduá-bandeira, *Myrmecophaga tridactyla* Linn. 1758, Myrmecophagidae. **Velozia**, Rio de Janeiro. v.7, p.34-43, 1969.
- SIMONETTI, H. **Estudos de impacto ambientais gerados pelas rodovias: sistematização do processo de elaboração de EIA/ RIMA**. 2010. 57 p. Monografia (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2010.
- SMITH, L. L.; DODD, C. K. Wildlife mortality on U.S. highway 441 across Paynes Prairie, Alachua County, Florida, **Biological Sciences**, Florida, v. 66, n. 2, p. 128-140, Spring, 2003.
- SINCLAIR, A. R. E. Mammal population regulation, keystone processes and ecosystem dynamics. **Philosophical transactions of the Royal Society of London . Series B . Biological sciences**, Londres, v. 358, n. 1438, p. 1729-1740, oct. 2003.
- SOARES-FILHO, B.; ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA, G.; DIAZ, M.C.V.; RIVERO, S.; SOLÓRZANOS, L.; VOLL, E. Simulating the response of land-cover changes to Road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiabá corridor. **Global Change Biology**, Oxford, v.10, n.5, p.745-764, Mai. 2004.
- SOBANSKI, M.B.; BITTENCOURT, M.L.; RATTON, E. Programa de Monitoramento de Atropelamentos de Fauna da BR - 262/MS. In: _____. DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte). **Monitoramento e mitigação de atropelamentos de fauna**. Brasília: Coleção Estrada Verde. Jun. 2012. 54 p. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/meio-ambiente/colecao-estrada-verde/monitoramento-e-mitigacao-de-atropelamento-de-fauna.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2017.

SUNQUIST, M. E.; SUNQUIST, F.; DANAKE, D. E. Ecological separation in a Venezuelan Llanos carnivore community. In: REDFORD, K.; EISENBERG, J. F. (Ed.). **Advances in neotropical mammalogy**. Gainesville: The Sandhill Crane. 1989. 614 p.

TAYLOR, S.K.; BUERGELT, C.D.; ROELKE-PARKER, M.E.; HOMER, B.L.; ROTSTEIN, D.S. Causes of mortality of free-ranging Florida panthers. **Journal of Wildlife Diseases**, Ames, US, v. 38, n. 1, p. 107–114, Jan. 2002.

TERBORGH, J. Maintenance of diversity in tropical Forests. **Biotropica**, Washington, v. 24, n. 2, p. 283-292, Jun. 1992.

TERBORGH, J.; LOPEZ, L.; NUNEZ, P.; RAO, M.; SHAHABUDDIN, G. et al. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. **Science**, Washington, v. 294, n. 5548, p.1923–26, Nov. 2001.

TEIXEIRA, F. Z.; PRINTES, R. C.; FAGUNDES, J. C. G.; ALONSO, A. C.; KINDEL, A. Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. **Biota Neotropica**. Campinas, v. 13, n.1, Mar. 2013. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v13n1/en/abstract?article+bn02713012013>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

TOMAS, W. M.; MIRANDA, G. H. B. Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. In: CULLEN Jr. L.; RUDRAM, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2. ed. Curitiba: UFPR/Fundação O Boticário, 2006. p. 243-268.

TORMAN, V. B. L.; COSTER, R.; RIBOLDI, J. Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. **Revista HCPA**, Porto Alegre, v. 32, n.2, p. 227-234, 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/hcpa/article/viewFile/29874/19186>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

TROMBULAK, C. S.; FRISSEL, A. C. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, Boston, v. 14, n. 1, p. 18-30, Fev. 2000.

TURNER M. G.; GARDNER R. H.; O'NEILL R. **landscape ecology in theory and practice: pattern and process**. 392 p. New York: Springer-Verlag New York, 2001. ISBN: 978-0-387-95122-5

VANDERMEER J, PERFECTO I. The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. **Conservation Biology**, Boston, v. 21, n. 1, p. 274-277. Fev. 2007. Disponível em: <http://www.personal.umich.edu/~perfecto/Publications_files/vandyperfconsbio_2007.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.

VERDADE, L. M. et al. The conservation value of agricultural landscapes. In: **Applied ecology and human dimensions in biological conservation**. Berlin/ Heidelberg: Springer, 2014. p. 91-102.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF**. Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/stechnica/nr32/cap03.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

VIEIRA, E. M. Highway mortality of mammals in Central Brazil. **Ciência & Cultura**. São Paulo, v.48, p. 270-272, 1996.

VYNNE, C.; SKALSKI, J. R.; MACHADO, R. B.; GROOM, M. J.; JÁCOMO, A. A.; MARINHO-FILHO, J.; NETO, M. B. R.; POMILLA, C.; SILVEIRA, L.; SMITH, H.; WASSER, S.K. Effectiveness of scatdetection dogs in determining species presence in a tropical savanna landscape. **Conservation Biology**, Boston, v.25, n.1, p.154-162, Fev. 2010.

WALLER, J.; SERVHEEN, C. Effects of transportation infrastructure on grizzly bears in northwestern Montana. **Journal of Wildlife Management**, Bethesda, Md., US, v. 69, n.3, p. 985–1000, Jul. 2005.

WESTON, N. G. The provision of canopy bridges to reduce the effects of linear barriers on arboreal mammals in the Wet Tropics of northeastern Queensland. 182 f. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências) – University of North Queensland, James Cook University, Cairns, 2003.

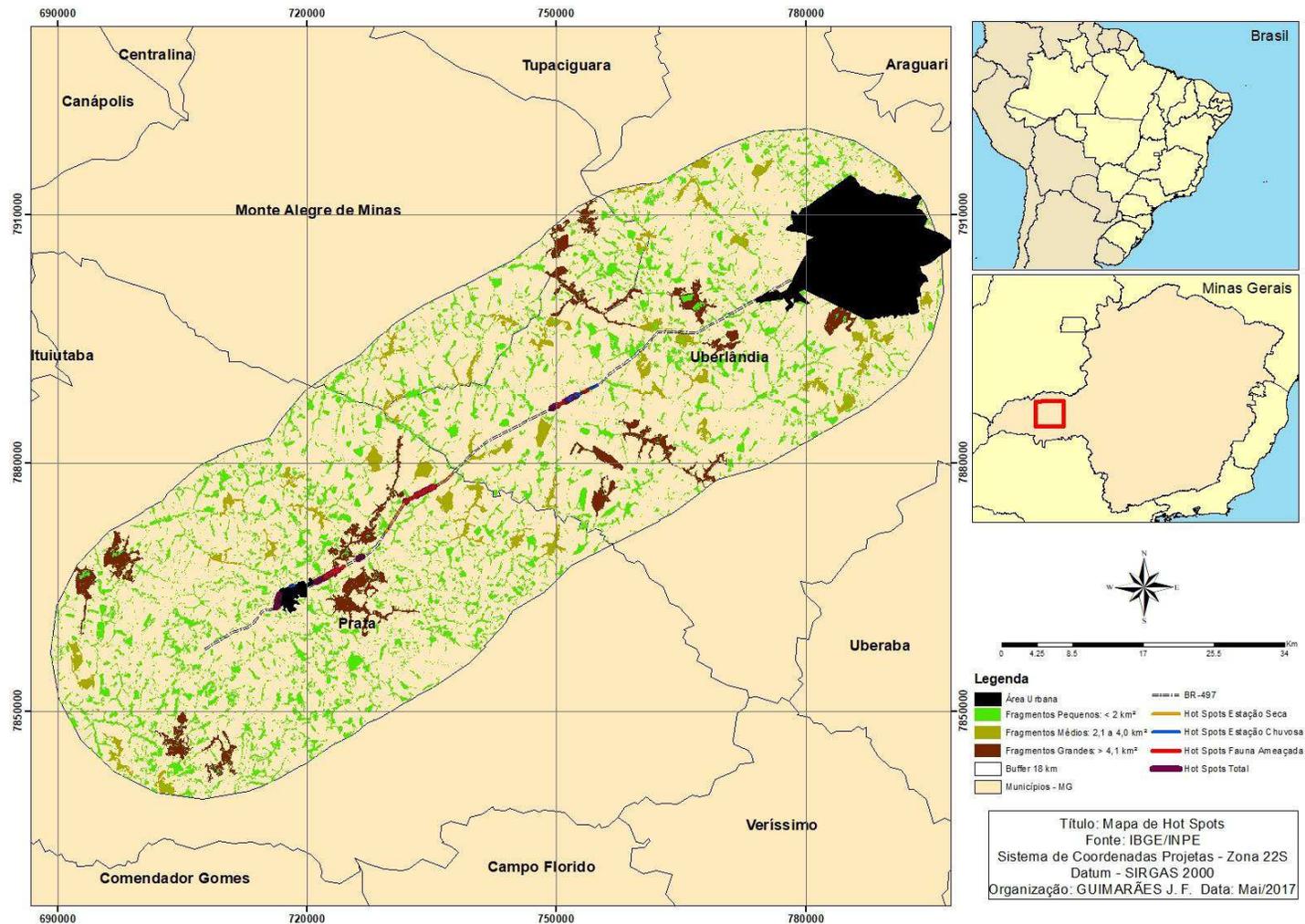
ZALESKY, T.; ROCHA, V.; FILIPAKI, S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Atropelamentos de mamíferos silvestres na região do município de Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v.7, p. 81- 94, 2009.

ZIONI, S.; FREITAS, S. R. de. Aspectos ambientais no Plano Nacional de Logística e Transporte do Brasil. **Desenvolvimento. Meio Ambiente**, Curitiba, v. 35, p. 195-208, Dez. 2015.

ZOLLNER, P. A.; LIMA, S. L. Landscape-Level Perceptual Abilities in White-Footed Mice: Perceptual Range and the Detection of Forested Habitat. **Oikos**. Copenhagen, DK, v.80, n. 1, p. 51-60. Oct. 1997.

ANEXOS

ANEXO A - Imagem de sobreposição de *Hotspot* para os parâmetros analisados, registros totais, atribuição de peso as espécies ameaçadas de extinção e sazonalidade (estação seca e chuvosa), para dados coletados ao entre os meses de julho de 2015 a junho de 2016, BR-497, entre os municípios de Uberlândia e Prata, MG.



ANEXO B: ANEXO FOTOGRÁFICO

1A: Ponte sobre o rio Tijuco, Rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



2A: Paisagem as margens da Rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



3A: Plantio de silvicultura *Pinus* spp., as margens da rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG



4A: Acostamento precário em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



5A: Registro de tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*, Linnaeus, 1758), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



6A: Registro de irara (*Eira Barbara*, Linnaeus, 1758), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



7A: Registro de tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*, Linnaeus, 1758), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



8A: Registro de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*, Linnaeus, 1766), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



9A: Registro de bugio (*Alouatta caraya*, Humboldt, 1812), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



10A: Registro de tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*, Linnaeus, 1758), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



11A: Registro de gambá (*Didelphis albiventris*, Lund, 1840), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



12A: Registro de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*, Illiger, 1815), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



13A: Registro de tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*, Linnaeus, 1758), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG



14A: Registro de tatu-do-rabo-mole (*Cabassous* sp., Linnaeus, 1758), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG



15A: Registro de sagui (*Callitrix penicillata*, É. Geoffroy, 1812), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



16A: Registro de quati (*Nasua nasua*, Linnaeus, 1766), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



17A: Registro de raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*, Lund, 1842), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.



18A: Registro de espécie exótica/ invasora, lebre (*Lepus europeaus*, Pallas, 1778), atropelado em rodovia BR-497, Uberlândia/ Prata – MG.

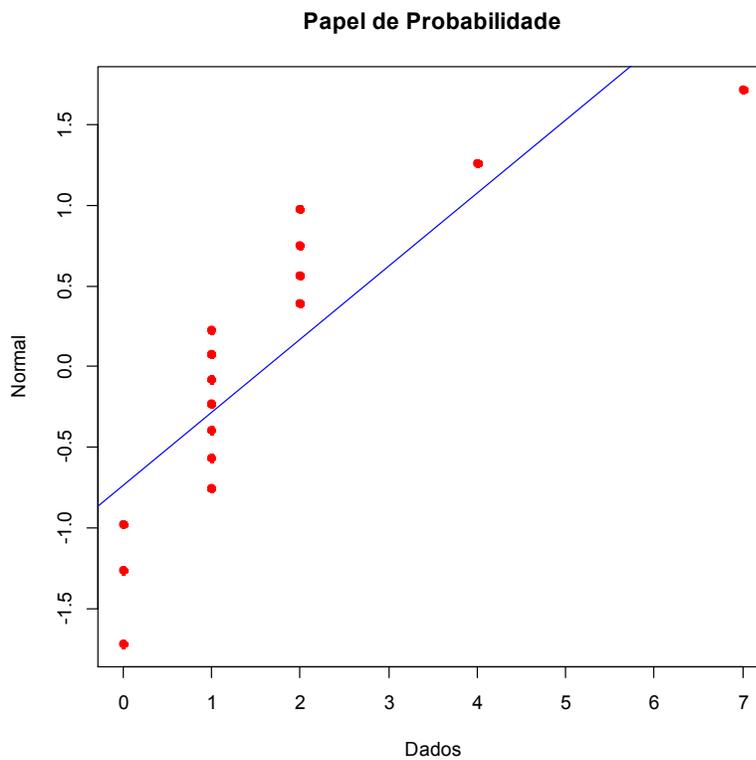


APÊNDICE

APÊNDICE A – Teste de Normalidade aplicado para dados da Estação Chuvosa.

Tabela 1A- Resultados de teste de normalidade referentes à registros da estação chuvosa:

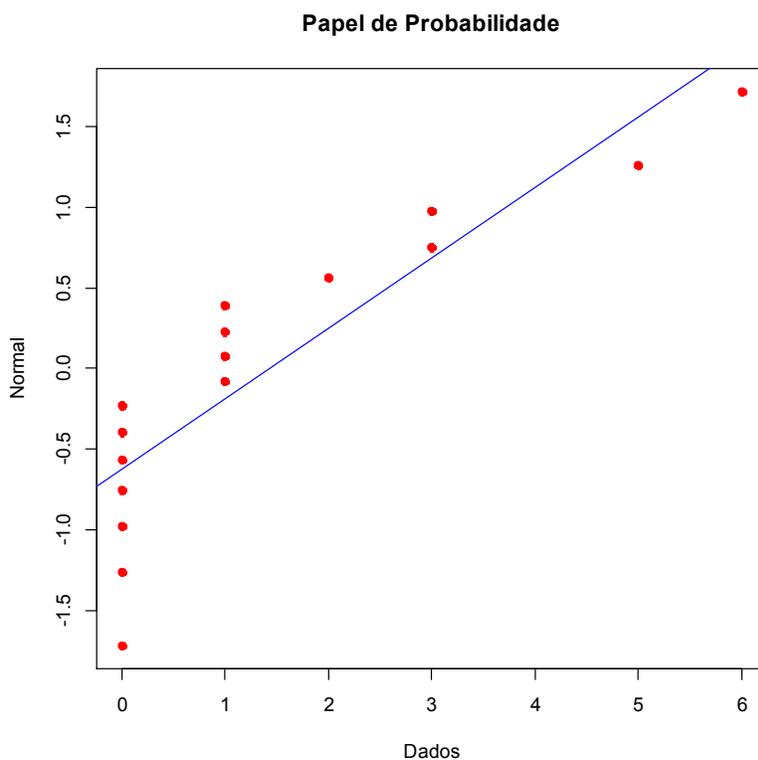
TESTES DE NORMALIDADE	
Estação - Chuvosa	
<i>DADOS DO PROCESSO</i>	
Estatística: Anderson-Darling	1.579561502
P-valor	0.000281814



APÊNDICE B- Teste de Normalidade aplicado para dados da Estação Seca.

Tabela 1B- Resultados de teste de normalidade referentes à registros da estação chuvosa:

TESTES DE NORMALIDADE	
Estação - Seca	
<i>DADOS DO PROCESSO</i>	
Estatística: Anderson-	
Darling	1.41833
P-valor	0.000737



APÊNDICE C - Teste de *Wilcoxon* para Amostras independentes (Estação Chuvosa e Estação Seca).

Tabela 1C - Teste De Wilcoxon para amostras Independentes

TESTE DE WILCOXON - INDEPENDENTES

Comparação Estação - chuvosa e seca

DADOS DO PROCESSO

<i>Informação</i>	<i>Valor</i>
W	149.5
P-valor	0.410696977
Hipótese Nula (μ)	0
Método (Pseudo) Mediana	Wilcoxon rank sum test with continuity correction 7.61377E-06
Intervalo de Confiança	95%
Limite Inferior	-0.999968956
Limite Superior	1.000034822