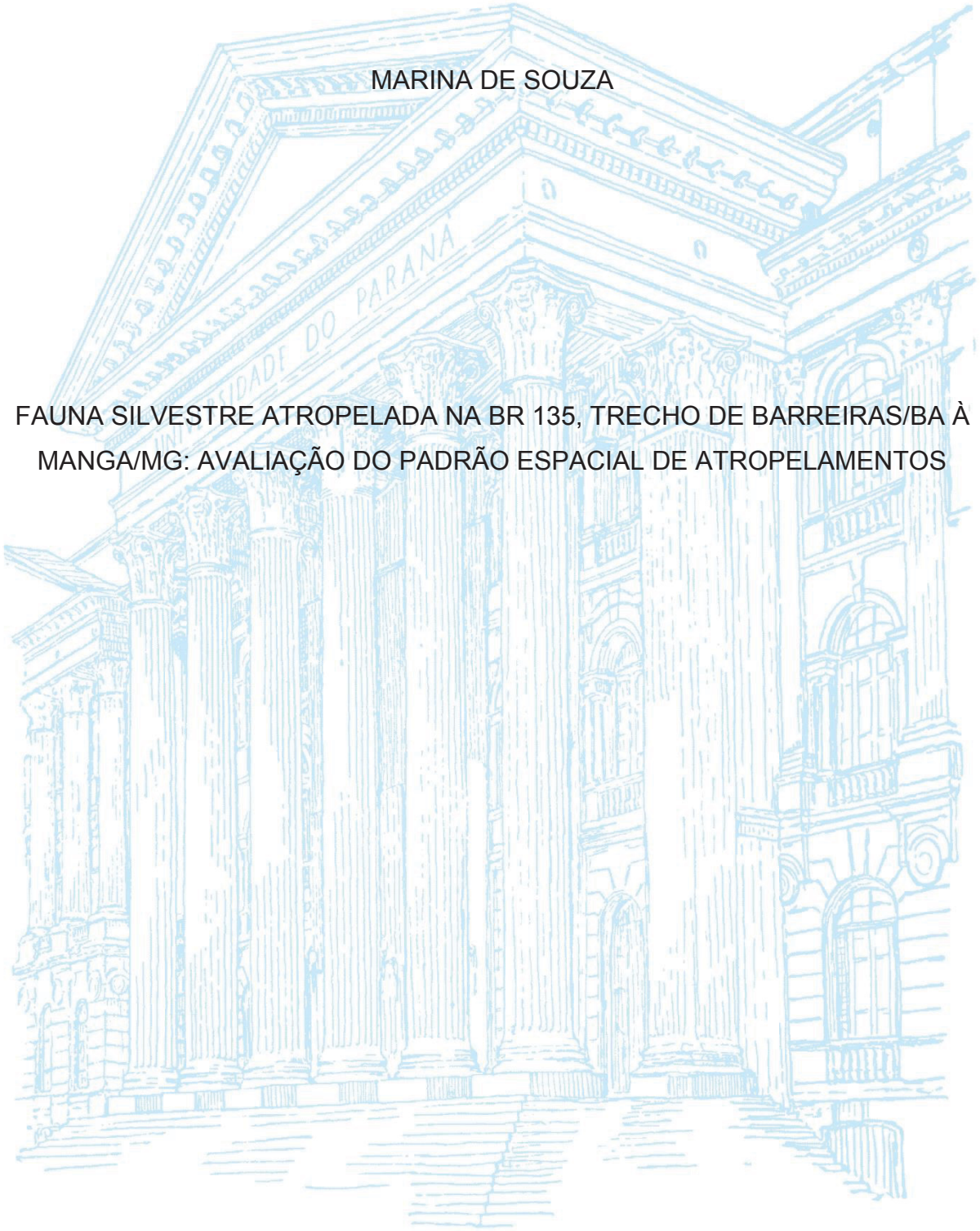


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARINA DE SOUZA

FAUNA SILVESTRE ATROPELADA NA BR 135, TRECHO DE BARREIRAS/BA À
MANGA/MG: AVALIAÇÃO DO PADRÃO ESPACIAL DE ATROPELAMENTOS



CURITIBA

2019

MARINA DE SOUZA

FAUNA SILVESTRE ATROPELADA NA BR 135, TRECHO DE BARREIRAS/BA À
MANGA/MG: AVALIAÇÃO DO PADRÃO ESPACIAL DE ATROPELAMENTOS

Trabalho de Conclusão do curso de
Especialização em Análise Ambiental,
Departamento de Geografia Setor de
Ciências da Terra, Universidade Federal
do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dra. Camila Domit
Coorientador: Dr. Lucas Batista
Crivellari

CURITIBA

2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO ANÁLISE AMBIENTAL -
40001016209E1

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE AMBIENTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Monografia de Especialização de **MARINA DE SOUZA** intitulada: **FAUNA SILVESTRE ATROPELADA NA BR 135, TRECHO DE BARREIRAS/BA À MANGA/MG : AVALIAÇÃO DO PADRÃO ESPACIAL DE ATROPELAMENTOS**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de especialista está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 05 de Abril de 2019.



CAMILA DOMIT

Presidente da Banca Examinadora



IZABEL CAROLINA RAITTZ CAVALLET

Avaliador Externo (IFPR)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura (ITTI) da Universidade Federal do Paraná, ao Durval Nascimento Neto e ao professor Eduardo Ratton, pela oportunidade de realização do trabalho de maneira a contribuir com os estudos de ecologia de estradas no bioma Cerrado. Aos parceiros de campo, Leonardo, Zonta, João, Anna Maria e as estagiárias do curso de ciências biológicas.

Ao meu amigo, Lucas Batista Crivellari, que mesmo “caíndo de paraquedas” no tema aceitou a coorientação sem pensar duas vezes e sempre fez apontamentos essenciais ao meu amadurecimento acadêmico.

À professora Camila Domit, pelas orientações e incentivos. À Izabel Carolina Raitz Cavallet, pelas valiosas contribuições como banca avaliadora.

À minha irmã Lilian, que desde a graduação me apoia incondicionalmente e ao meu esposo Luiz Eduardo.

RESUMO

Empreendimentos lineares, como rodovias são demandas para o suprimento de necessidades da sociedade moderna. No entanto, a implantação e operação destes empreendimentos resultam em interações negativas e perdas significativas de biodiversidade. Para avaliação e monitoramento de impactos dos empreendimentos lineares à biodiversidade é essencial incluir a análise de padrões espaciais de atropelamento de fauna para identificar os locais de maior risco e prioritários para a implementação de medidas de mitigação. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar padrões espaciais de atropelamentos de fauna, identificar quais espécies estão sendo impactadas, avaliar a influência da sazonalidade nos atropelamentos e ainda calcular estimativas de mortalidade para vertebrados e para as diferentes classes taxonômicas identificadas atropeladas ao longo da rodovia BR 135, no trecho entre Barreiras/BA e Manga/MG. O monitoramento dos atropelamentos foi realizado mensalmente ao longo de um ano, totalizando 11.936 km percorridos em 12 viagens. Foram registrados atropelados 290 animais de 41 espécies neste período, dentre os quais 40% foram mamíferos, 22% aves, 20% répteis, 18% anuros. Foi verificada tendência para a suficiência amostral apenas para mamíferos. As taxas de mortalidade foram corrigidas considerando os parâmetros de “tempo característico de remoção” e de “eficiência do observador”. Com isso, as taxas de mortalidade diárias estimadas para vertebrados de maneira geral, ou separadamente para mamíferos, aves, répteis e anfíbios foram de 153, 18, 40, 24 e 66, respectivamente. Os resultados evidenciaram a presença de pontos críticos de atropelamentos que são concordantes a diferentes grupos taxonômicos. Ainda, quanto às variações sazonais há diferenças nas taxas de atropelamentos entre as estações seca e chuvosa apenas para o grupo das aves. Os resultados observados oferecem subsídios para a tomada de decisões relativas à implantação de medidas de mitigação para o trecho rodoviário avaliado; a saber: redutores de velocidades, placas advertência e/ou educativas com pictogramas de espécies “bandeiras” do bioma local (Cerrado), além da implantação de cercas guias. Considerando as espécies registradas, adicionalmente, estruturas como pontes e bueiros, que já estão implantadas, poderão ser adaptadas como passagem de fauna a fim de reduzir a pressão nas espécies locais, principalmente nos pontos com maior incidência de atropelamentos.

Palavras-chave: atropelamentos de fauna; pontos críticos de atropelamentos; medidas de mitigação; vertebrados atropelados.

ABSTRACT

Linear infrastructure such as highways are necessary to supply the needs of modern society. However, the implementation and operation of these roads result in negative interactions and significant losses of biodiversity. In order to assess and monitor the impacts of linear infrastructure on biodiversity, it is essential to include the analysis of spatial patterns of fauna road mortality to identify the highest risk areas and thus priorities for the implementation of mitigation measures. Therefore, the objective of this work was to evaluate spatial patterns of fauna road mortality, identify impacted species, evaluate seasonality of road accidents, and calculate mortality estimates for vertebrates and different taxonomic classes along the highway BR 135, in the stretch between Barreiras / BA and Manga / MG. Roads were monitored monthly during a year, through 12 surveys totalling 11,936 km. 290 animals from 41 species were recorded during this period, among which 40% were mammals, 22% birds, 20% reptiles, 18% anurans. Tendency for sampling sufficiency was only checked for mammals. Mortality rates were corrected considering the "characteristic time of removal" and "observer efficiency" parameters. The estimated daily mortality rates for vertebrates in general or separately for mammals, birds, reptiles and amphibians were 153, 18, 40, 24 and 66, respectively. The results indicated the presence of critical points that are concordant to different taxonomic groups. Regarding seasonal variations, there are only differences in road mortality rates between dry and rainy season for birds. The observed results provide support for decision making regarding the implementation of mitigation measures for the evaluated road section; such as speed reducers, warning and/or educational signboards with pictograms of "flagship" species of the local biome (*Cerrado*), in addition to the implementation of guiding fences. Additionally, considering the recorded species, structures such as bridges and culverts, which are already in place, can be adapted to function as a passage of fauna in order to reduce the pressure on local species, especially in points with the highest road mortality incidences.

Keywords: fauna road mortality; roadkill hotspots; mitigation measures; vertebrates roadkill.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA BR 135 COM INDICAÇÃO DA SEÇÃO ESTUDADA ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG.....	11
FIGURA 2 – SOBREPOSIÇÃO DA REGIÃO ESTUDADA DA BR 135, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG COM AS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO, USO SUSTENTÁVEL E REPARTIÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA (C.F. BRASIL, 2018).....	12
FIGURA 3 - CURVA DE RAREFAÇÃO DE ESPÉCIES DE VERTEBRADOS REGISTRADOS NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018. A LINHA PRETA CORRESPONDE À RIQUEZA MÉDIA ACUMULADA NAS CAMPANHAS DE AMOSTRAGENS (ALEATORIZADO 500 VEZES) E AS LINHAS CINZA, ACIMA E ABAIXO, CORRESPONDEM AOS INTERVALOS DE CONFIANÇA DE 95%. A) VERTEBRADOS, B) MAMÍFEROS, C) AVES E D)HERPETOFAUNA.	17
FIGURA 4 – ESPÉCIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS NA BR135, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.....	20
FIGURA 5 - ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.....	21
FIGURA 6 - ESPÉCIES DE RÉPTEIS REGISTRADOS BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.....	22
FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS ATROPELAMENTOS BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018, PARA CADA CLASSE DE VERTEBRADOS.	25

FIGURA 8 – BOXPLOT DAS TAXAS DE ATROPELAMENTOS (SEM CORREÇÃO) DE TODOS OS VERTEBRADOS REGISTRADOS NA ESTAÇÃO SECA E CHUVOSA, NA BR 135, NO TRECHO BARREIRAS (BA)/MANGA (MG), AO LONGO DAS CAMPANHAS REALIZADAS ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.	26
FIGURA 9 - BOXPLOT DAS TAXAS DE ATROPELAMENTOS (SEM CORREÇÃO) DE A) MAMÍFEROS, B) AVES, C) RÉPTEIS E D) ANFÍBIOS REGISTRADOS NA ESTAÇÃO SECA E CHUVOSA NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.	27
FIGURA 10 - LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS PARA O CONJUNTO TOTAL DE REGISTROS MONITORADOS ENTRE NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018. LINHAS CINZA - LIMITES DE CONFIANÇA SUPERIOR E INFERIOR. LINHA PRETA - A FUNÇÃO HS N EVENTOS – N SIMULADOS.....	29
FIGURA 11 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS PARA O CONJUNTO TOTAL DE REGISTROS MONITORADOS ENTRE NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018. A) – MAMÍFEROS; B – REPTEIS; C – ANFÍBIOS; D – AVES E E) VERTEBRADOS.....	30
FIGURA 12 - AGREGAÇÃO DE ATROPELAMENTOS PARA TODAS AS CLASSES TAXONÔMICAS DURANTE A ESTAÇÃO CHUVOSA NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1. ÁREA DE ESTUDO	10
3.2. COLETA DE DADOS E ANÁLISES	13
3.2.1. Taxa de mortalidade	14
3.2.2. Eficiência dos Observadores (P).....	14
3.2.3. Tempo Característico de Remoção de Carcaça (TR)	15
3.2.4. Pontos críticos de atropelamentos (<i>Hotspots</i>).....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. TAXAS E ESTIMATIVAS DE ATROPELAMENTO.....	24
4.2. DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS EVENTOS DE ATROPELAMENTO E PONTOS CRÍTICOS	28
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICE.....	44
ANEXO.....	50

1. INTRODUÇÃO

Empreendimentos lineares, como as rodovias, são importantes para o desenvolvimento econômico e social de um país. Além de facilitar o deslocamento humano, possibilitam o transporte em larga escala de produtos para o suprimento de necessidades da sociedade. No entanto, sua implantação e operação, sem planejamento adequado, podem comprometer sistemas ecológicos naturais resultando em uma série de impactos negativos e perda de biodiversidade (BUJOCZEK et al., 2011; MAIA; BAGER, 2013; SOBANSKI, 2016).

As rodovias afetam a vida selvagem seja pela (i) perda e fragmentação de habitats, (ii) por promoverem barreiras ecológicas para algumas espécies (i.e., efeito barreira), alterando comportamento dos animais relacionado a processos de dispersão, ou mesmo (iii) pelos impactos relacionados a mortandade por atropelamentos, entre outros. Esses impactos podem resultar na redução e isolamento de populações e, aumentar drasticamente os riscos de extinções locais de inúmeras espécies (JAEGER et al., 2005; FAHRIG, RYTWINSKI, 2009). Ademais, além do efeito direto sobre a abundância das populações de animais silvestres, os atropelamentos de fauna também geram impactos para os usuários das rodovias, com a ocorrência de grandes prejuízos financeiros e, até mesmo óbito de motoristas e passageiros (HUIJSER et al., 2008).

Assim, ao considerarmos os impactos negativos dos atropelamentos sobre a persistência das populações de inúmeras espécies de animais silvestres (JACKSON; FAHRIG, 2011), concomitantemente, com os riscos implícito aos usuários, muitas medidas foram projetadas e implementadas para mitigar o número de atropelamentos em rodovias, a saber: estruturas de passagem de fauna, cercas, redutores de velocidade e sinais de alerta da vida selvagem (GLISTA et al. 2008). No entanto, há um custo associado à adoção destas medidas, sendo fundamental a realização de avaliações de padrões espaciais de atropelamento para identificar locais prioritários para sua implementação, tornando-as viáveis e mais efetivas (GRILO et al., 2009).

Considerando os impactos destes empreendimentos, seja para construção ou ampliação de malhas rodoviárias, no Brasil o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis) exige estudos de avaliação de impactos ambientais prévios à obra (EIA) e planos de monitoramento que incluam ações de mitigação de impactos e avaliação continuada de impactos à biodiversidade local. Neste contexto, a rodovia federal BR-135, que é um importante corredor de transporte rodoviário no país e passa por áreas ambientalmente sensíveis (presença de cavidades, corpos hídricos, áreas de proteção ambiental e áreas cársticas), foi licenciado para regularização, implantação e melhoramento no trecho entre Barreiras/BA (latitude 12°9'S e longitude 45°W) e Manga/MG (latitude 14 °45'S e longitude 43°56'W), pelo IBAMA, conforme exigência legal.

Este trecho rodoviário atravessa um gradiente fitogeográfico caracterizado por áreas de transição entre os biomas Cerrado e Caatinga e, com a presença de alguns remanescentes de Mata Atlântica (IBGE, 1992), apresentando também diferentes níveis de urbanização e extensas áreas de cultivo. No âmbito de licenciamento ambiental, considerando os termos da Resolução CONAMA n° 237/97, a Universidade Federal do Paraná, por meio do Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura (UFPR/ITTI), em cooperação com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), realiza a Gestão Ambiental das obras de implantação e revitalização da BR-135. Assim, com base nos dados coletados via Programa de Proteção à Fauna (UFPR, 2015), “Subprograma de Monitoramento e Mitigação dos Atropelamentos de Fauna”, o presente estudo teve o objetivo de identificar as principais espécies de vertebrados impactadas, avaliar a influência da sazonalidade no número de atropelamentos e testar a hipótese de não aleatoriedade espacial em relação aos eventos de atropelamentos, identificando, assim, pontos críticos de atropelamentos, também denominados “*hotspots*” de atropelamentos.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

O objetivo geral do trabalho foi avaliar a existência de padrões espaciais e sazonais de atropelamentos de vertebrados e identificar quais espécies estão sendo

impactadas, assim como estimar as respectivas taxas de atropelamento na BR 135, trecho Barreiras/BA – Manga/MG.

Os objetivos específicos desta pesquisa foram:

- Identificar os grupos taxonômicos dos animais atropelados no trecho Barreiras/BA-Manga/MG da BR-135;
- Calcular estimativas corrigidas de taxa de mortalidade para vertebrados e para as diferentes classes taxonômicas identificadas;
- Avaliar a influência da sazonalidade no número de atropelamentos de mamíferos, aves, répteis e anfíbios;
- Determinar se os atropelamentos de fauna ocorrem de forma espacialmente agregada e, onde se localizam essas agregações.

Este estudo foi guiado pela seguinte hipótese central:

- Há dependência espacial na ocorrência de atropelamentos de vertebrados na BR 135, testando se o padrão observado apresenta agrupamento, é aleatório ou se os pontos de atropelamentos apresentam uma distribuição regular.

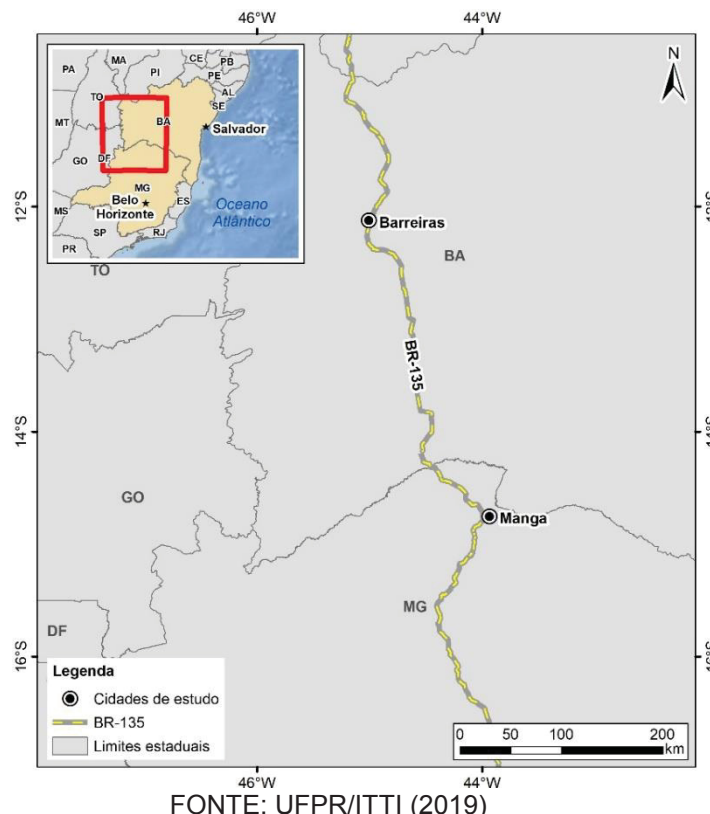
Espera-se que ao longo do trecho Barreiras/BA-Manga/MG da BR-135 existam pontos com maior incidência de atropelamentos, onde o número de colisões difere do que seria esperado ao acaso.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em 373 quilômetros da rodovia BR-135, no estado da Bahia - entre o município de Barreiras (km 180) e o município de Cocos (km 466,8) - e no estado de Minas Gerais - entre o município de Montalvânia (Km 0) e o município de Manga (km 82) (Figura 1).

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA BR 135 COM INDICAÇÃO DA SEÇÃO ESTUDADA ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG.



FONTE: UFPR/ITTI (2019)

De acordo com a classificação de Köppen o clima predominante na região é do tipo Aw, caracterizado como tropical sub-úmido com chuvas de verão, período seco bem definido no inverno e vegetação predominante de Cerrado, entretanto possui trechos com o tipo BSw_h, caracterizado pelo clima quente de Caatinga, com chuvas de verão e período seco bem definido de inverno e ausência de excedente hídrico. A média anual de pluviosidade pode variar entre 800 a 2000 mm e a temperatura média anual varia de 21°C a 24°C (BAHIA, 1998).

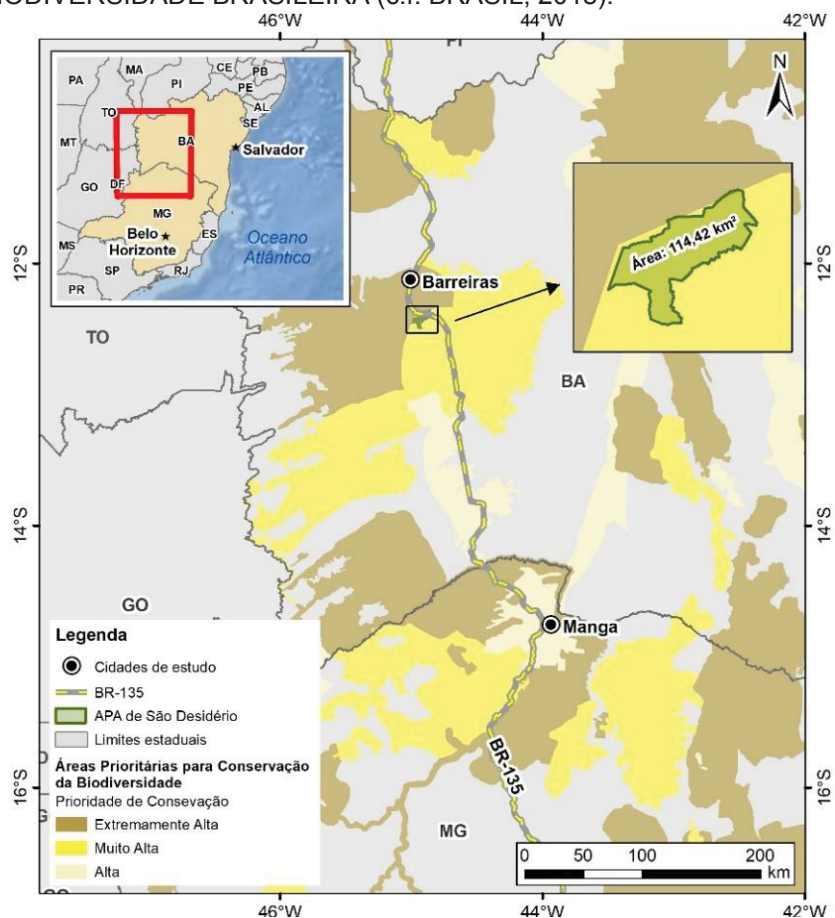
Conforme a classificação da vegetação brasileira, na área de estudo encontram-se tipologias florestais do bioma Mata Atlântica e Cerrado (IBGE, 2012). O Cerrado é um dos biomas mais heterogêneos do Brasil, pois sua expressiva extensão territorial ao longo do país possibilita a existência de diferentes tipos de relevo, solo e clima, os quais têm influência direta sob a diversidade biológica verificada neste domínio (FELFILI et al., 2005; MARTHA JÚNIOR, 2008).

Como reflexo da heterogeneidade, a vegetação que compõe o Cerrado é formada por um mosaico de fitofisionomias que variam entre formações campestres, savânicas e florestais (EITEN, 1972). Além das fitofisionomias típicas do Cerrado,

ressalta-se a existência de encraves das florestas estacionais neste bioma, que é resultante do processo dinâmico de expansão e retração da vegetação de áreas adjuntas da Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga, provocado pelas alterações climáticas ocorridas no passado (AGUIAR et al., 2004). As florestas estacionais são denominadas como tal por estarem condicionadas à sazonalidade climática, sendo caracterizadas por diferentes níveis de caducifólia durante a estação seca (IBGE, 1992).

O segmento estudado da rodovia intercepta uma Unidade de Conservação estadual de Uso Sustentável, a Área de Proteção Ambiental de São Desidério, além de estar inserido em um agrupamento de áreas prioritárias de para a conservação de acordo com o estabelecido pelo Ministério do Meio Ambiente na 2ª atualização de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (BRASIL, 2018).

FIGURA 2 – SOBREPOSIÇÃO DA REGIÃO ESTUDADA DA BR 135, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, COM AS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO, USO SUSTENTÁVEL E REPARTIÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA (c.f. BRASIL, 2018).



FONTE: UFPR/ITTI (2019)

3.2. COLETA DE DADOS E ANÁLISES

As amostragens na BR 135, trecho entre Barreiras/BA e Manga/MG, foram realizadas ao longo de um ano, entre março de 2017 e fevereiro de 2018, os registros foram realizados mensalmente, de acordo com a metodologia proposta na Instrução Normativa IBAMA N°13, de 19 de julho de 2013 (BRASIL, 2013), que dispõe de um formulário padronizado de coleta de dados, “Formulário para o registro de atropelamentos de espécimes de fauna” (ANEXO 1). Desta forma, foram realizadas 12 viagens, com velocidade aproximada de 40 km/h, nos dois sentidos da rodovia e que totalizaram 11.936 km percorridos.

Além do registro da ocorrência de fauna atropelada que contempla a coordenada geográfica e taxonomia dos animais observados, ainda foram obtidas informações que caracterizam o esforço em campo, tais como data, hora, local, coordenadas geográficas de início e fim de amostragem. Eventuais situações climáticas/ambientais que pudessem alterar a amostragem também foram registradas (BRASIL, 2013).

Os espécimes foram identificados durante as atividades em campo e para indivíduos que apresentaram dificuldades taxonômicas, foram consultadas literaturas específicas. Os mamíferos foram identificados de acordo com Reis e colaboradores (2010). Para a identificação das aves foi utilizado Sigrist (2009); para os répteis Amaral (1976), Freitas et al. (2016) e Recoder e Nogueira (2007), para os anuros Valdujo et al. (2009).

Para avaliar a eficiência do esforço amostral empregado, curvas de rarefação foram calculadas com base no número de amostragens e sua relação com o aumento cumulativo das espécies registradas nos eventos de atropelamentos por dia de amostragem (COLWELL, 2013). Este procedimento foi realizado aplicando-se a opção de 500 aleatorizações geradas com base na matriz de dados de ocorrência das espécies ao longo das 12 campanhas de amostragens. As curvas de rarefação foram calculadas no programa computacional “EstimateS 9.1” (COLWELL, 2013).

3.2.1. Taxa de mortalidade

Para calcular a taxa de mortalidade por dia e por quilômetro, de forma corrigida, foi utilizado o protocolo analítico adotado pelo *software* SIRIEMA v2.0 (<http://www.ufrgs.br/siriema/>), (COELHO et al., 2014) e detalhado por Teixeira et al. (2013). Esta abordagem contempla dois parâmetros fundamentais de correção para se obter estimativas de mortalidade mais acuradas: (i) a capacidade de detectar as carcaças pelo método empregado (P); (ii) tempo em que as carcaças são removidas da pista de rodagem ou acostamento (TR), não estando mais disponíveis para serem encontradas em uma próxima ocasião de amostragem (SANTOS et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2013).

Para testar se houve diferença na taxa mensal de atropelamentos entre as estações seca e chuvosa, para todos os vertebrados registrados e também separado por classes taxonômicas (e.g., mamíferos, aves, répteis) foi utilizado o teste (t) para duas amostras quando os dados apresentaram normalidade e o teste de Mann-Whitney (U) no caso de não normalidade dos dados. As análises estatísticas foram realizadas por meio do Software estatístico “R” versão 2.6.2 (R Development Core Team, 2008).

3.2.2. Eficiência dos Observadores (P)

Para avaliar a probabilidade de detecção, ou a “eficiência dos observadores” (P) (*sensu* TEIXEIRA et al., 2013), foram comparados os resultados de monitoramento usando dois métodos de pesquisa: por veículo e a pé. Foram amostradas sete seções com periodicidade trimestral (quatro campanhas), totalizando 84 km monitorados com dois observadores em 28 trechos de 3.000 m. Com os dados referentes a esta atividade foi estabelecido a “eficiência do observador” (P).

O parâmetro “P” é adicionado ao modelo de estimativa de fauna atropelada, para corrigir potencial viés da amostragem, visto que nem todos os animais atropelados são registrados durante a campanha de amostragem em detrimento de seu tamanho corporal, coloração e mesmo de condições ambientais que afetam a visibilidade dos observadores (TEIXEIRA et al., 2013).

3.2.3. Tempo Característico de Remoção de Carcaça (TR)

Para avaliar o “tempo característico de remoção de carcaça”, foram realizadas quatro amostragens (duas na estação seca e duas na chuvosa) nas quais o trecho inteiro foi percorrido durante quatro dias consecutivos; onde as carcaças atropeladas há menos de 24 horas foram registradas e marcadas com a utilização de “*spray*” e avaliadas quanto a sua permanência na rodovia ao longo dos dias subsequentes. Com os dados referentes a esta atividade foi estabelecido o fator “tempo característico de remoção” (TR).

O parâmetro TR é um dos fatores necessários para execução do modelo matemático de estimativa de fauna atropelada e consiste em uma constante exponencial de tempo de remoção utilizada para representar o tempo estimado em dias necessário para reduzir em aproximadamente 63,33% o número de carcaças observadas inicialmente em uma amostragem. Assim, o TR é o tempo (em dias) necessário para que 63,33% das carcaças existentes no tempo inicial (T_0) sejam removidas. O TR é estimado no *software* SIRIEMA v2.0 (<http://www.ufrgs.br/siriema/>), com base no número de carcaças detectadas em uma amostragem ($T(\text{tempo})=1$) que permanece ao longo dos dias subsequentes da amostragem ($T=2$; $T=3$; $T=\dots$). O TR estimado para o cálculo das taxas de mortalidade foi obtido levando em consideração todas as carcaças observadas no primeiro dia da campanha de amostragem e monitoradas ao longo dos três dias subsequentes da coleta direcionada.

3.2.4. Pontos críticos de atropelamentos (Hotspots)

Para testar se a distribuição dos atropelamentos ao longo da rodovia BR-135, trecho entre Barreiras/BA e Manga/MG se dá de forma aleatória espacialmente foi aplicado o teste estatístico K-Ripley 2D (COELHO et al., 2008) através do *software* SIRIEMA. Assim, foi possível avaliar a existência de agrupamentos espaciais em relação a distribuição dos atropelamentos em diferentes escalas espaciais.

Após, verificada a existência de agrupamentos significativos, foi realizada a análise de *hotspots* para verificar onde estão localizados estes agrupamentos de atropelamentos (COELHO et al., 2012). A escala de avaliação (raio de um círculo

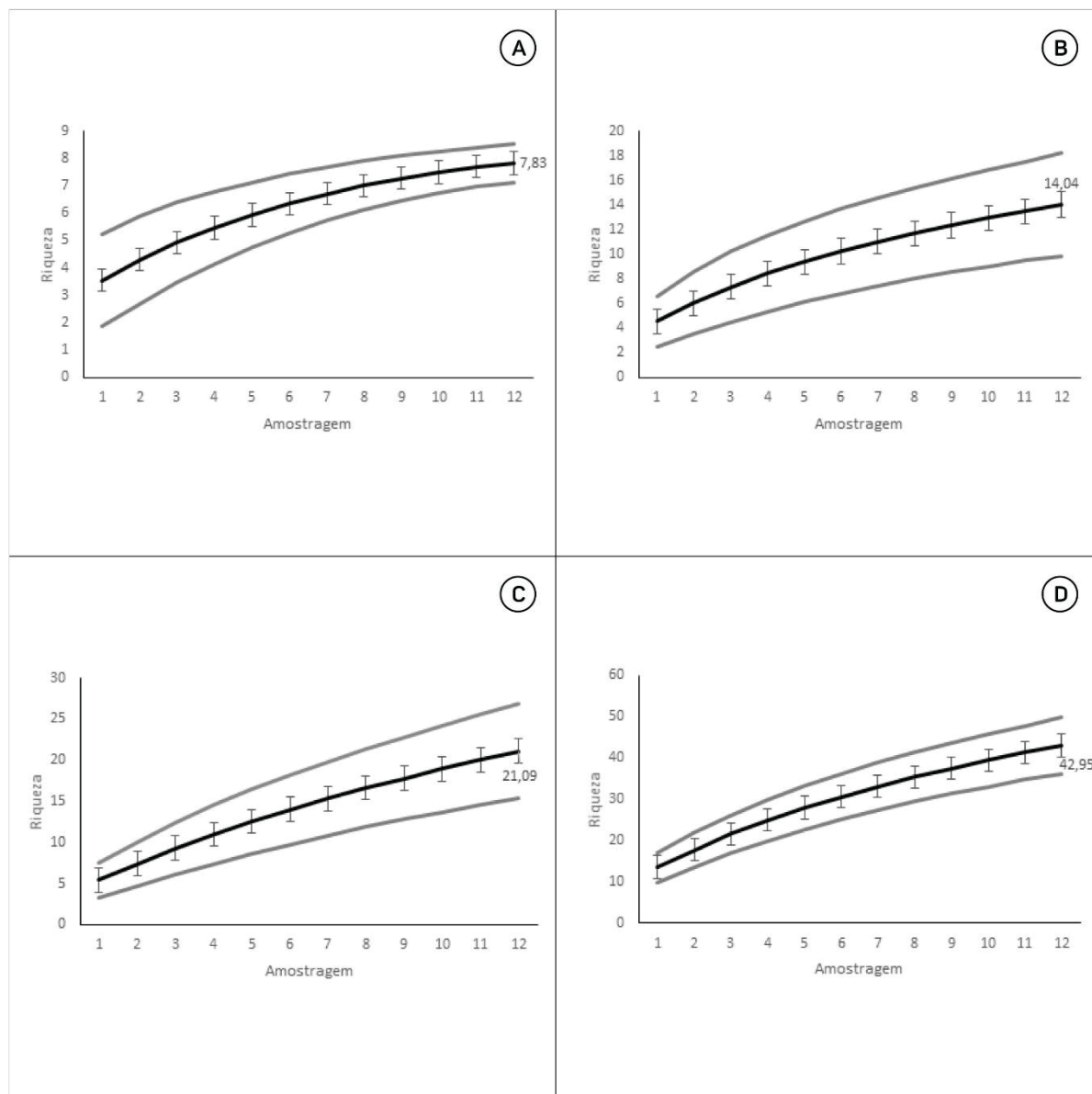
em metros) utilizada para localizar *hotspots* de mortalidade foi definida de acordo com o resultado da avaliação da distribuição espacial dos atropelamentos pela análise K de Ripley (COELHO et al, 2014). Para o presente estudo, um raio de 3,5 km foi empregado, pois este foi o menor raio em que as agregações de atropelamentos foram significativas.

Este protocolo metodológico e analítico foi realizado para o conjunto de todos os registros de vertebrados atropelados no período amostrado, bem como separadamente para cada classe taxonômica. Adicionalmente o banco de dados foi avaliado quanto a sazonalidade, sendo este dividido em estação chuvosa e estação seca.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram percorridos um total de 11.936 quilômetros e registrados 290 eventos de atropelamento de fauna, sendo 252 animais silvestres e 38 domésticos. Foram considerados animais domésticos, a saber: *Numida meleagris* (galinha-da-angola), *Gallus gallus* (galinha), *Canis lupus familiaris* (cachorro-doméstico), *Felis catus* (gato-doméstico), *Bos taurus* (boi) e *Equus caballus* (cavalo). Deste total, 20% (n=58) dos indivíduos não foram identificados a nível de epíteto específico devido ao estado vestigial e/ou de decomposição da carcaça, sendo 14 indivíduos pertencentes a classe das aves, 10 dos mamíferos, 22 répteis e 12 anfíbios. O grupo de carcaças que foram identificadas se distribuem em seis espécies de mamíferos, 21 de aves, 13 de répteis e uma de anfíbio, totalizando 41 espécies diferentes registradas ao longo do monitoramento. A curva de rarefação correspondente à classe dos mamíferos foi a única que apresentou estabilização. As demais curvas não estabilizaram com o esforço realizado em um ano de amostragem, mas já apresentam uma tendência a estabilização, observada pela inclinação suavizada da linha da riqueza média acumulada das espécies e seus respectivos intervalo de confiança (Figura 3).

FIGURA 3 - CURVA DE RAREFAÇÃO DE ESPÉCIES DE VERTEBRADOS REGISTRADOS NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018. A LINHA PRETA CORRESPONDE À RIQUEZA MÉDIA ACUMULADA NAS CAMPANHAS DE AMOSTRAGENS (ALEATORIZADO 500 VEZES) E AS LINHAS CINZA, ACIMA E ABAIXO, CORRESPONDEM AOS INTERVALOS DE CONFIANÇA DE 95%. A) VERTEBRADOS, B) MAMÍFEROS, C) AVES E D) HERPETOFAUNA.



Braz e França (2016) no estudo sobre atropelamento de vertebrados em estradas próximas ao Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, no estado de Goiás em área de Cerrado, também não obtiveram a estabilização das curvas de rarefação, mesmo com um esforço amostral de inspeções a cada três dias, durante um ano. De acordo com Bager e Rosa (2011), para estudos de monitoramento com foco na riqueza total de vertebrados, incluindo répteis, aves e mamíferos, o esforço

mínimo deve envolver amostras semanais ou mais frequentes, por períodos superiores a um ano, entretanto esta alteração não consta na normativa do IBAMA que regulamenta os métodos de monitoramento de fauna atropelada e por isso não é exigência aos licenciamentos. O resultado obtido evidencia a necessidade de intensificar as amostragens ao longo de um ano e se possível, estender o monitoramento por períodos maiores a fim de aumentar a robustez dos monitoramentos e a precisão quanto a identificação de quais espécies são impactadas por atropelamentos nas rodovias brasileiras, tal como a BR 135, no trecho entre Bahia e Minas Gerais.

Ademais, fatores como: (i) ampla escala espacial do trecho amostrado, o qual, contempla uma (ii) alta heterogeneidade ambiental e, (iii) alta diversidade regional de espécies (i.e., *pool* regional), também contribuem para a não estabilização das curvas. Na região estudada, encontram-se relictos de Mata Atlântica em meio ao Cerrado e áreas de transição com a Caatinga, resultando em uma paisagem complexa com a ocorrência de espécies características de cada um destes domínios favorecendo a ocorrência de uma alta diversidade faunística. Os índices de diversidade e riqueza da região não eram conhecidos e por não haver amostragem prévia para levantamento de fauna, o estabelecimento das curvas de rarefação seria o melhor indicador de que a amostragem é representativa da fauna de vertebrados impactada por atropelamento na região.

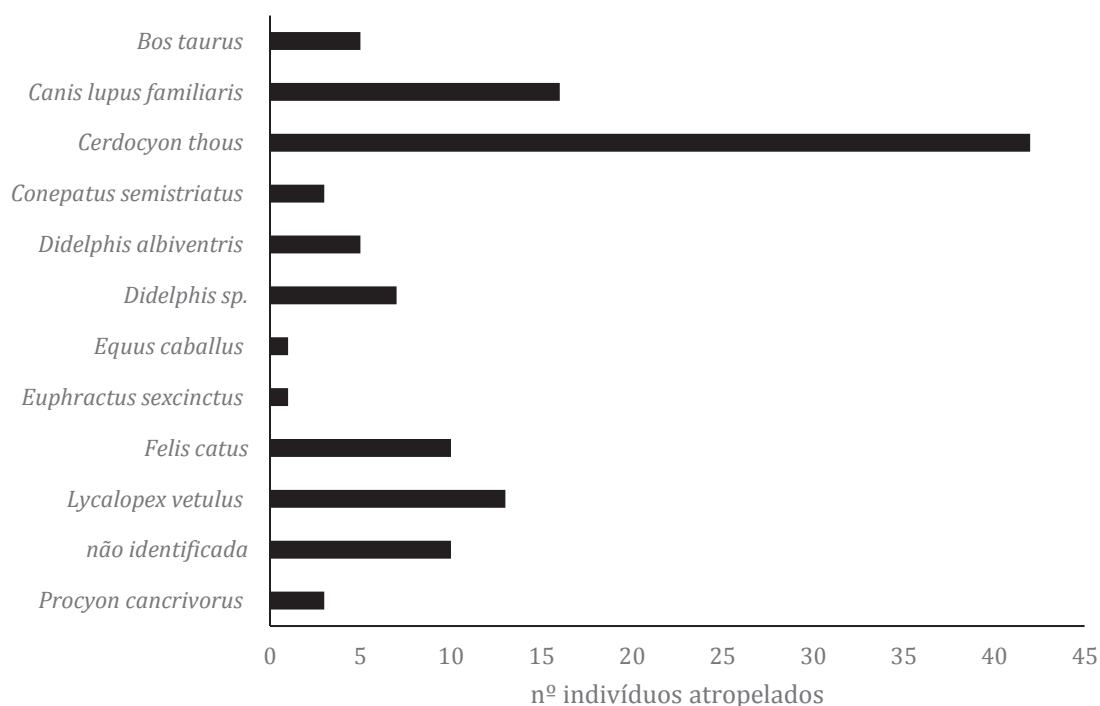
Entre os resultados obtidos, os mamíferos apresentaram o maior número de indivíduos atropelados, representando 40% (n=116) dos registros, seguido por aves com 22% (n=64), répteis com 20% (n=58) e anfíbios 18% (n=52). Entre as espécies atropeladas, as mais comuns foram *Cerdocyon thous*, *Lycalopex vetulus*, *Athene cunicularia*, *Coragyps atratus* e *Philodryas nattereri*.

Carvalho e colaboradores (2015), avaliando a rodovia BR-050 no bioma Cerrado, encontraram proporções semelhantes para as diferentes classes estudadas (70,6% mamíferos; 21,2 % aves; 8% répteis, 1% anuros). Porém, é importante destacar que para os estudos realizados até o momento, incluído o presente, há dúvidas sobre a efetividade da amostragem realizada com veículos para detecção de pequenos vertebrados, como os anfíbios (BAGER; CASTRO, 2018).

Portanto, não é possível afirmar que os anfíbios apresentam menores taxas de atropelamentos, sendo estes potencialmente subestimados quando comparada a amostragem de indivíduos de maior porte pertencentes a outros grupos taxonômicos. Este viés metodológico deve ser considerado ao avaliar a viabilidade de análise e efetividade de resultados de taxas de mortalidade e impactos à herpetofauna, utilizando os métodos citados pela instrução normativa Instrução Normativa IBAMA Nº13, de 19 de julho de 2013 (BRASIL, 2013).

Entre os mamíferos, as espécies mais afetadas pelos atropelamentos em estradas são aquelas que necessitam de grandes áreas de vida, levando-os a usar estradas e suas áreas adjacentes como corredores ecológicos (SMITH-PATTEN; PATTEN, 2008). Além disso, aqueles mamíferos que possuem hábitos noturnos, se tornam alvos de veículos devido à incidência das luzes de faróis sobre suas visões, imobilizando-os nas estradas devido à perda de orientação (BARTHELMESS; BROOKS, 2010). Esse pode ser um dos fatores que contribuem para que a raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*) e o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), espécies silvestres com maior frequência de atropelamento no presente estudo (Figura 4), sejam comumente atingidas por veículos. Outros trabalhos também apontaram maior frequência de atropelamentos associado à *Cerdocyon thous*, em área de Cerrado (SILVA et al., 2011; BRUM et al. 2018; OLIVEIRA et al., 2015; VALADÃO et al.; 2018; CÁCERES et al, 2011). Já Silveira (1999) destacou *Cerdocyon thous* e *Lycalopex vetulus* como as espécies mais impactadas por atropelamentos nas estradas que margeiam o Parque Nacional das Emas, no estado de Goiás. Estes resultados integrados destacam que há maior vulnerabilidade à impactos para algumas espécies, incluindo os da família Canidae, entre os quais *Lycalopex vetulus* é considerada nacionalmente como espécie categorizada como “Vulnerável” (VU) na "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção" (MMA, 2018).

FIGURA 4 – ESPÉCIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS NA BR135, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.

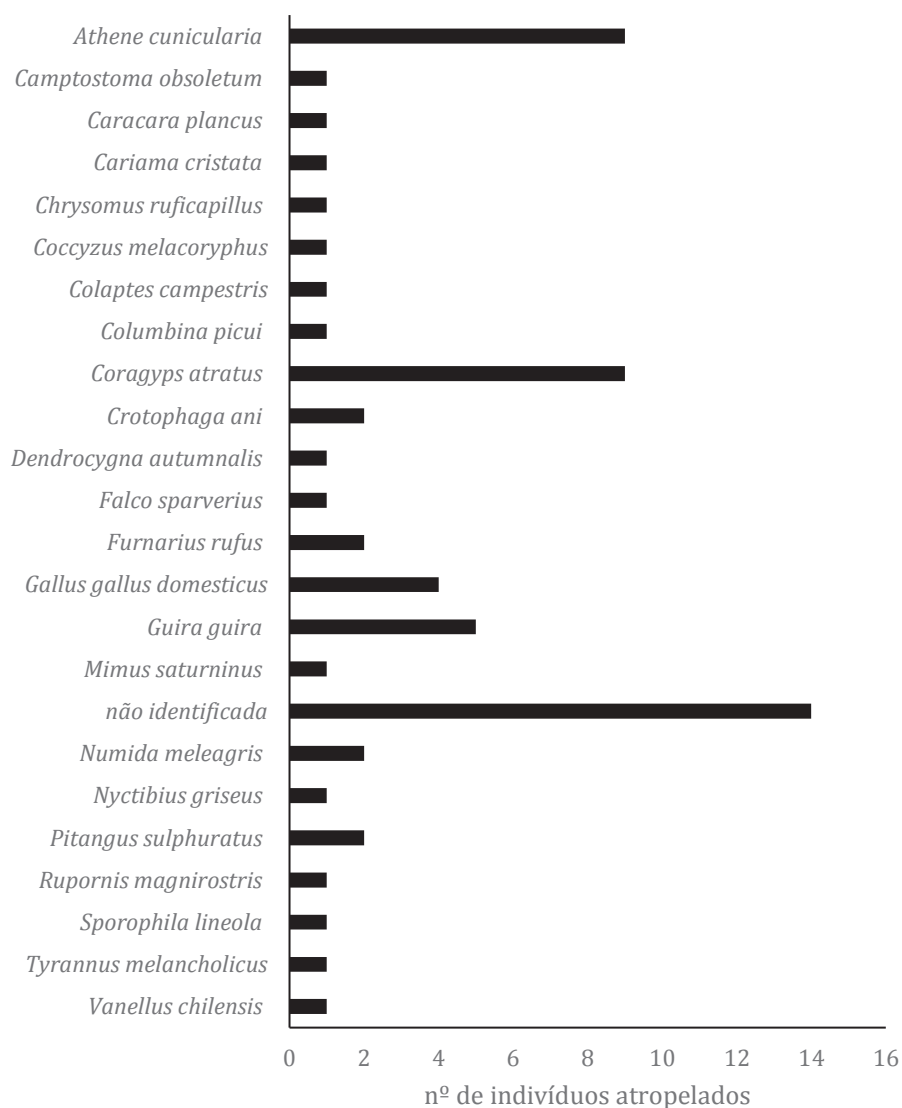


Em estudo de diversidade realizado no município de Jaborandi, (um dos municípios interceptados pela BR 135) no estado da Bahia, foi verificada a ocorrência de 29 espécies de mamíferos de médio e grande porte (BOCCHIGLIERI et al., 2010), dentre as quais, seis espécie (20%) também foram identificadas no presente trabalho, todas onívoras (LEMOS et al., 2013; CHEIDA et al., 2013; CAVALCANTI et al., 2013; REIS et al., 2011; BEISIEGEL, 2013), noturnas, com ampla distribuição na América do Sul sendo frequentemente encontradas em rodovias (SILVEIRA, 1999; PRADA, 2004).

Em relação as aves, as espécies mais frequentemente atropeladas foram: *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta; n= 9), *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira; n=9), *Guira guira* (anu-branco; n=5) (Figura 5). Estas espécies foram também registradas por estudos prévios realizados em outras rodovias, sendo *Coragyps atratus* a espécie com maior número de indivíduos atropelados na região de Mata Atlântica nos estados de Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia e também no Cerrado no estado de Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2015; OLIVEIRA et al.,

2017) e a espécie *Athene cunicularia* com maior frequência de atropelamentos em área de Cerrado Mineiro (SILVA et al., 2011).

FIGURA 5 - ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.

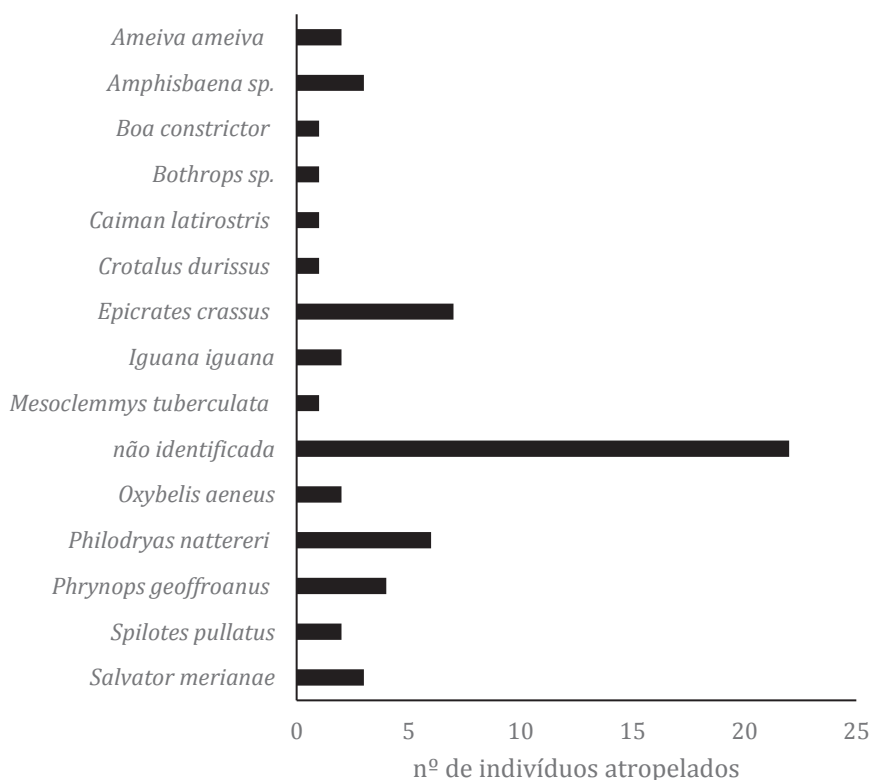


Os atropelamentos de aves provavelmente são subestimados, particularmente quanto à pequenos passeriformes pelo tamanho e capacidade de detecção ou mesmo taxa de remoção destes animais. Entretanto, outra variável seria o fato de as aves serem atingidas enquanto estão em voo e serem jogadas para fora das estradas pelo impacto (ERRITZOE et al., 2003). O tipo de habitat perto de estradas pode também atrair as aves para estas áreas e aumentar o risco de atropelamentos.

Por exemplo, muitas aves pequenas movem-se e forrageiam nas áreas de vegetação natural ao longo das estradas (ORLOWSKI, 2005) e em paisagens naturais atravessadas por estradas. A vegetação da beira da estrada serve para estes animais como corredores, facilitando a movimentação e a alimentação. Assim, aves que passam mais tempo nessas áreas correm maiores riscos de serem atingidas por automóveis (ORLOWSKI, 2008). Ainda, muitos falcões e urubus são vítimas de atropelamentos, pois são atraídos para as rodovias para se alimentarem de restos de outros animais já atropelados (ANTWORTH et al., 2005).

Ao considerar a herpetofauna, as serpentes apresentam alta probabilidade de serem atingidas nas estradas, devido à sua morfologia corporal longa e hábito de usar as estradas para termorregulação (BERBARDINO; DALRYMPLE, 1992; BONNET et al., 1999). Neste estudo, as espécies de répteis com maior representatividade em número de indivíduos atropelados foram *Epicrates crassus* (jibóia-arco-íris, n=7) e *Philodryas nattereri* (corre-campo, n=6) (Figura 6), correspondendo as questões comportamentais descritas.

FIGURA 6 - ESPÉCIES DE RÉPTEIS REGISTRADOS BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.



Ramos-Abrantes e colaboradores (2018) identificaram *Philodryas nattereri* como a principal espécie de serpente impactada por atropelamentos na região da BR 230 na Paraíba, área de transição entre agreste e Caatinga. Prada (2004), em estudo no estado de São Paulo, constatou *Epicrates crassus* como a terceira espécie mais atropelada, representando 3,2% das ocorrências para a classe. Entretanto, *Boa constrictor* é a mais citada em demais trabalhos com elevadas frequências de registro associados a atropelamentos (CARVALHO et al. 2015; SILVA et al., 2011; CUNHA et al., 2010; PRADO et al., 2006), táxon representando apenas 1,7% (n=1) dos registros para o grupo, no presente estudo.

Freitas e colaboradores (2016) listaram 45 espécies de serpentes que ocorrem no oeste baiano, nos municípios que são interceptados pelo trecho estudado da BR 135 no estado da Bahia, e apenas 15,5% (n=7) destas foram registradas pelo presente estudo.

Quanto aos anfíbios anuros, conforme descrito acima, o impacto sobre estes é possivelmente o mais subestimado quando executado o registro via monitoramentos de carro. Isto se deve à grande dificuldade de observação das carcaças destes animais em detrimento do reduzido tamanho corporal, coloração e da rápida degradação e dessecação das carcaças expostas na rodovia (MAIA; BAGER, 2013). Ademais, por apresentarem baixa vagilidade e realizarem migrações sazonais durante períodos de reprodução, os anfíbios são um dos grupos mais vulneráveis a serem atingidos por veículos (HELMS; BUCHWALD, 2001).

A maioria dos dados sobre anfíbios mortos em estradas são para grandes sapos e rãs, das famílias Bufonidae e Leptodactylidae, já que o tamanho possibilita maior tempo de permanência da carcaça na rodovia favorecendo a detectabilidade (BOAS, 2012; FAHRIG et al., 1995). Cabe destacar que algumas espécies, pelos seus atributos de história de vida (e.g., uso de habitat, especificidades ambientais), estarão menos sujeitas a atropelamentos e dificilmente serão encontradas em estudos de ecologia de estradas. Neste estudo houve somente registros de indivíduos do gênero de *Rhinella* (sapo-cururu, n=40), mas 12 indivíduos não foram identificados devido às condições vestigiais em que foram encontrados. O gênero é

muito comum no Cerrado brasileiro e também são frequentemente atropelados em diferentes regiões, como a Amazônia e a Mata Atlântica (SILVA et al. 2007).

Entre todas as espécies registradas neste trabalho, cabe salientar, *Lycalopex vetulus* categorizada como “Vulnerável” (VU) na "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção" (MMA, 2018) e nas listas estaduais da Bahia e de Minas Gérias (DRUMMOND et al., 2008; BAHIA, 2017). As demais espécies de todos os táxons mencionados não se encontram ameaçadas de extinção a nível nacional ou mesmo regionalmente ou estão categorizadas como “Dados Insuficientes”.

4.1. TAXAS E ESTIMATIVAS DE ATROPELAMENTO

Ao considerar o total de quilômetros percorridos no período do estudo, a média de atropelamentos foi de 0,024 animais/km percorrido, valor inferior quando comparado a outros trabalhos. Bagatini (2006) em estudo realizado nas estradas do entorno da estação Ecológica Águas Emendadas, no estado de encontrou uma média de 0,07 animais/km. Nas proximidades do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, no estado de Goiás, Braz e França (2016) chegaram à média de 0,096 animais/km. Já Prada (2004), 0,048 animais/km em uma área de Cerrado no nordeste de São Paulo.

É possível que a baixa média de atropelamentos esteja relacionada à baixa densidade/agrupamento da fauna na área estudada, o que elucidaria não terem sido registradas espécies comumente citadas em estudos realizados no Cerrado como o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) e o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*).

Para o cálculo das taxas de mortalidade corrigidas, em “atropelamentos/dia” ou em “atropelamentos/dia/km”, os parâmetros de “tempo característico de remoção” (TR) e de “eficiência do observador” (P), foram considerados, além da extensão total da estrada (373 km) e o número total de atropelamentos (n=290). Para o presente estudo o “TR” calculado foi de 1,31. Em relação ao parâmetro “P”, este foi calculado para todas as classes juntas (P=0,12) e para cada classe taxonômica: mamíferos (P=0,4); aves (P=0,4); répteis (0,12) e anfíbios (0,05). Desta forma, as taxas de mortalidade encontradas são apresentadas na Tabela 1:

TABELA 1 – TAXAS DE MORTALIDADE CORRIGIDAS PARA OS ATROPELAMENTOS DE FAUNA REGISTRADOS NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.

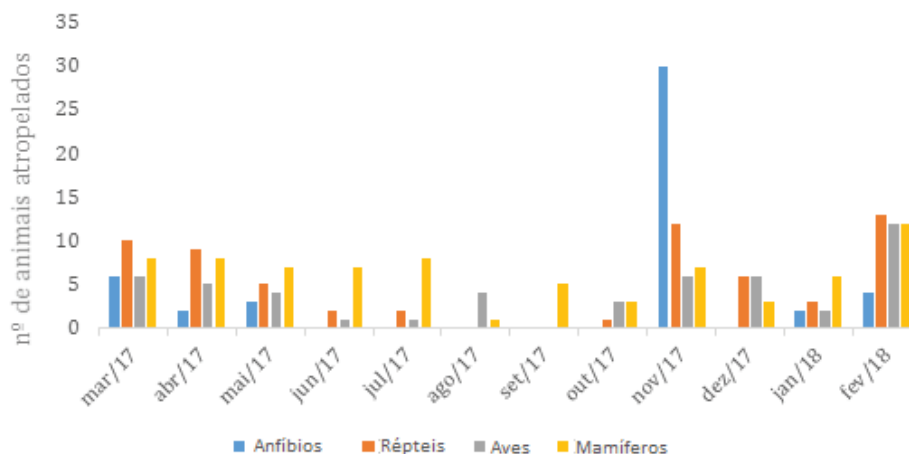
Grupo/Taxa de mortalidade	Atrops./dia	Atrops./dia/km
Vertebrados	153	0,4
Mamíferos	18	0,04
Aves	40	0,1
Répteis	24	0,06
Anfíbios	66	0,2

Fonte: O autor (2019).

Também foram estimadas as taxas de mortalidade para a estação seca/chuvosa, onde na estação seca os valores de P e TR foram 0,11 e 4,75, respectivamente, o que resulta em uma taxa de mortalidade de 13 atropelamentos (atps.) /dia e 0,03 atps./km/dia. Já a taxa de mortalidade para estação chuvosa foi de 162 atps. /dia, e de 0,43 atps./km/dia. Estes valores foram obtidos com valores de P e TR (dias) de 0,12 e 0,8 respectivamente.

É possível observar que estimativas de mortalidade e quantidade de atropelamentos são consideravelmente maiores durante a estação chuvosa, além de que o tempo estimado (TR) para que a carcaça seja removida é muito menor durante a estação chuvosa. É possível observar também, que há uma maior concentração de atropelamentos registrados ao longo dos meses de novembro e fevereiro (Figura 7).

FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS ATROPELAMENTOS BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018, PARA CADA CLASSE DE VERTEBRADOS.



Porém, quando realizado o teste t com os as taxas sem a correção que considera “P” e “TR”, as diferenças das taxas de atropelamentos de vertebrados entre a estação seca e chuvosa não foram significativas ($t = 1,242$, $df = 10$, $p = 0,242$) (Figura 8). O mesmo foi verificado para mamíferos, répteis e anfíbios (mamíferos - $t = -0,635$, $df = 10$, $p = 0,539$; répteis = $0,900$, $df = 10$, $p = 0,389$; anfíbios - Mann-Whitney qui- quadrado = $1,877$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0,1706$) (Figura 8). Apenas para o grupo das aves ($t = 2,375$, $df = 10$, $p = 0,038$) foi verificada diferença significativa entre os dois períodos (Figura 9).

FIGURA 8 – BOXPLOT DAS TAXAS DE ATROPELAMENTOS (SEM CORREÇÃO) DE TODOS OS VERTEBRADOS REGISTRADOS NA ESTAÇÃO SECA E CHUVOSA, NA BR 135, NO TRECHO BARREIRAS (BA)/ MANGA (MG), AO LONGO DAS CAMPANHAS REALIZADAS ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.

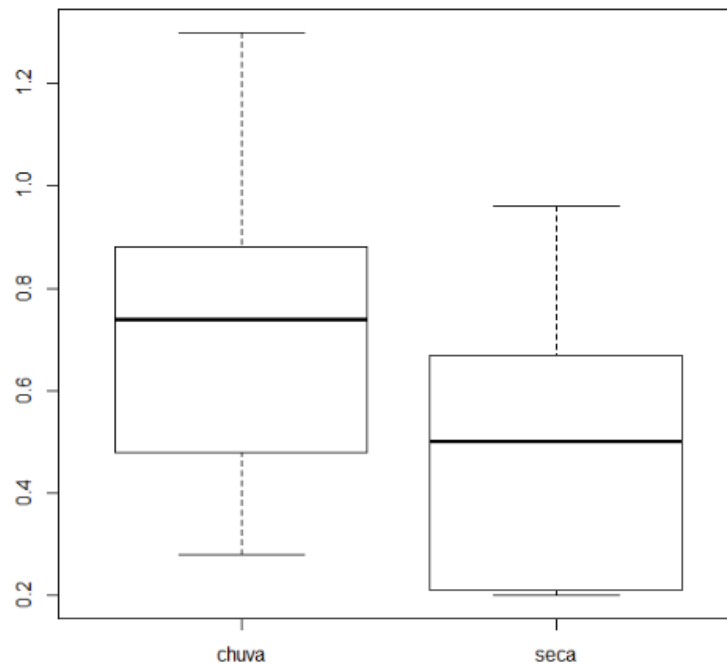
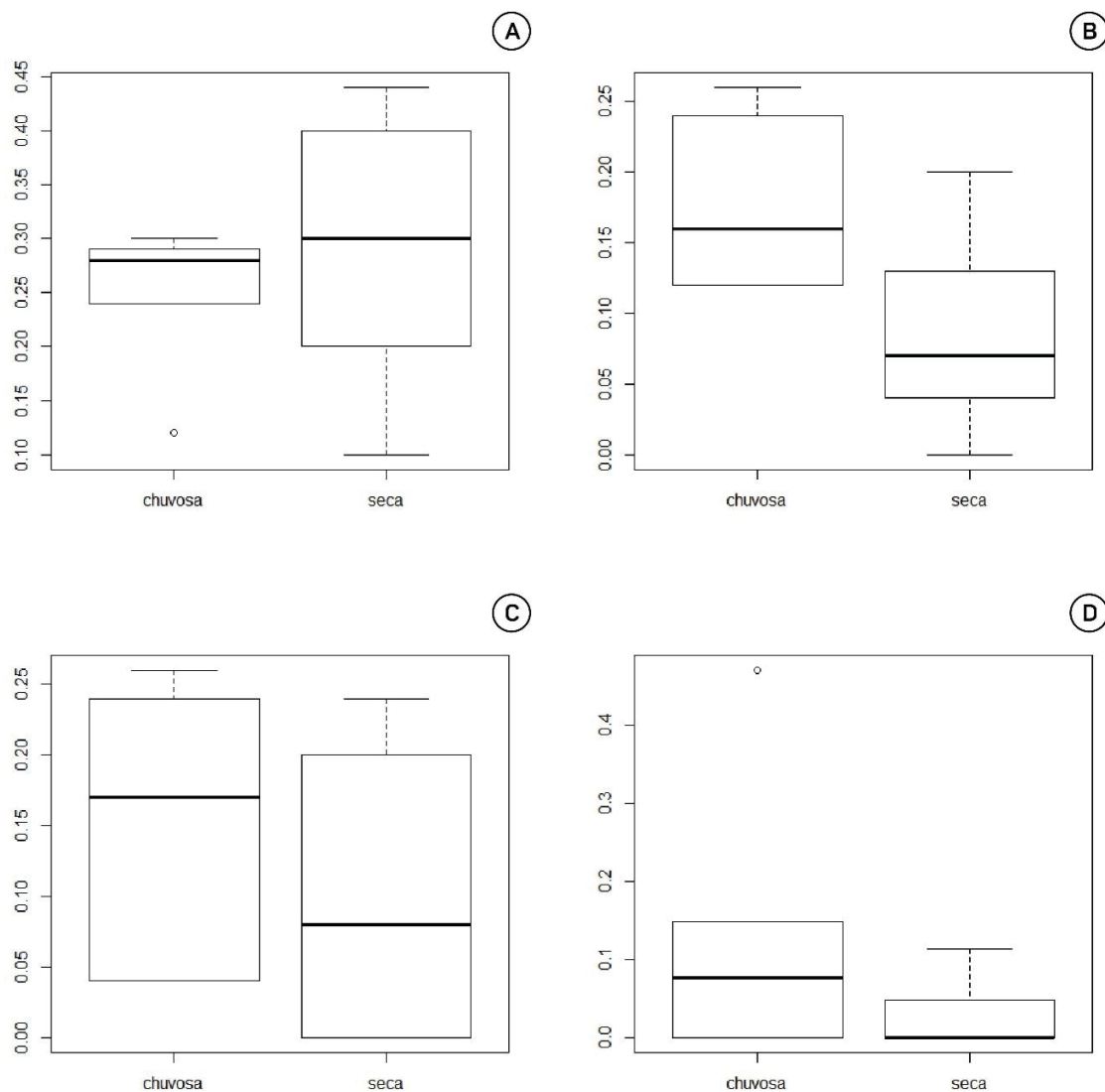


FIGURA 9 - BOXPLOT DAS TAXAS DE ATROPELAMENTOS (SEM CORREÇÃO) DE A) MAMÍFEROS, B) AVES, C) RÉPTEIS E D) ANFÍBIOS REGISTRADOS NA ESTAÇÃO SECA E CHUVOSA NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.



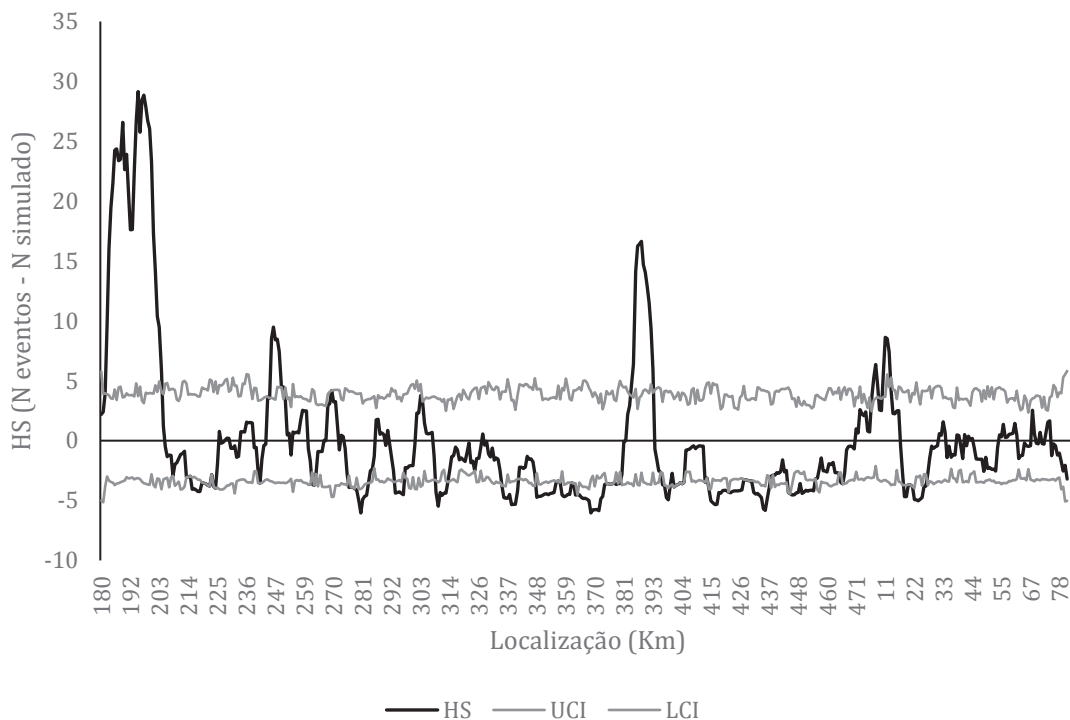
Para Miranda e colaboradores (2017), a herpetofauna foi o único grupo taxonômico que variou significativamente entre as estações anuais em pesquisa feita no sul do Estado de Goiás. Coelho e colaboradores (2008), encontraram diferenças sazonais significativas apenas para répteis em áreas de Mata Atlântica e associaram os poucos atropelamentos do grupo durante o inverno à mobilidade limitada desses animais exotérmicos sob baixas temperaturas. Diferente dos resultados encontrados no presente trabalho, Bueno e Almeida (2010) em estudo realizado na BR-040, no bioma Mata Atlântica, constataram diferenças significativas na frequência dos atropelamentos de mamíferos, sendo maior na estação seca. Este resultado foi

atribuído a situação de que os animais estão suscetíveis às pressões estacionais na seca (escassez de alimento) e, como consequência, são obrigados a se locomover mais, mudando seus padrões de deslocamento. Resultados semelhantes foram obtidos por Turci e Bernarde (2009) na Amazônia, porém, estes pesquisadores associaram tal resultado ao aumento do tráfego associado ao período de transporte de produção agrícola. Já Hengel e colaboradores (2012), observaram maior impacto sobre a fauna nos períodos chuvosos em rodovia estudada no Rio Grande do Sul. A mortalidade de vertebrados também foi significativamente maior durante a estação chuvosa, no trabalho realizado por Braz e França (2016) no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros. Outros estudos também relatam maior mortalidade durante os períodos mais quentes e chuvosos (CLEVENGER et al., 2003; COELHO et al., 2008; BEAUDRY et al., 2010) e indicam que o padrão sazonal do impacto está ligado a históricos de vida dos animais, tais como estações reprodutivas, dispersão, e migração (COELHO et al. 2008, GRILO et al. 2009, BEAUDRY et al. 2010; COSTA et al. 2015). No presente estudo, possivelmente as diferenças significativas nas taxas de atropelamentos entre período chuvoso e seca para o grupo das aves esteja relacionado a disponibilidade de recursos.

4.2. DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS EVENTOS DE ATROPELAMENTO E PONTOS CRÍTICOS

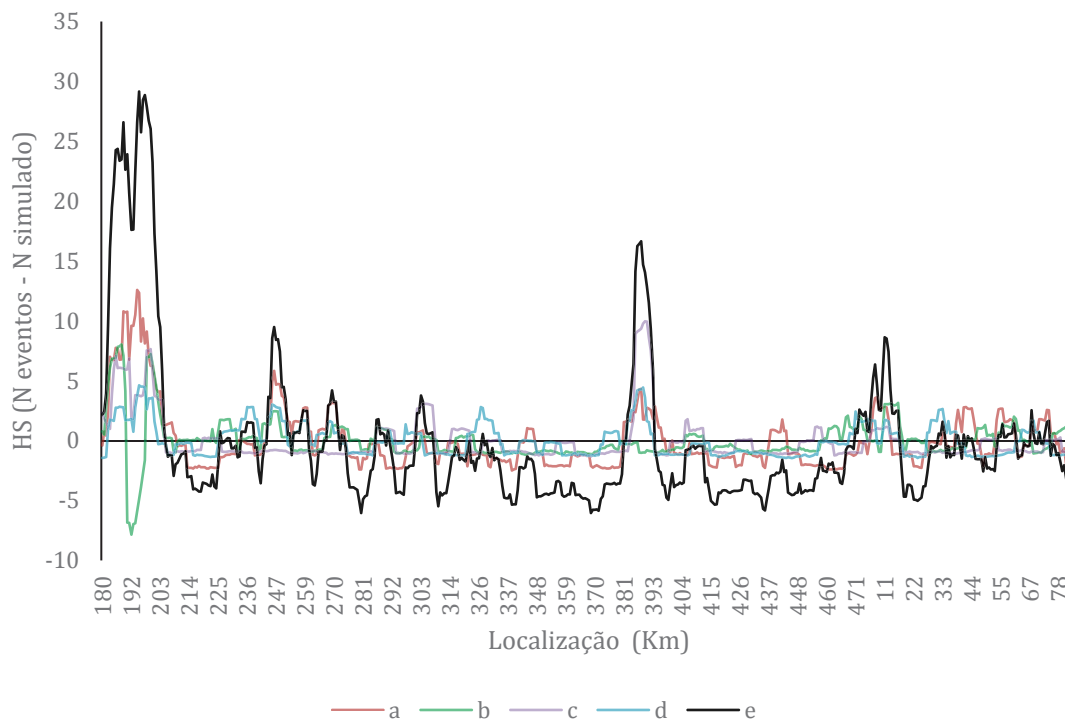
Foram identificados os “*hotspots*” para o conjunto total de registros, bem como para cada classe taxonômica de vertebrado separadamente (mamíferos, aves, répteis e anfíbios) e os resultados evidenciaram agregações de atropelamentos. Para o conjunto total de registros, as agregações estão entre os quilômetros (kms): 182 a 205; 247 a 253; 378 a 387 – todos trechos no estado da Bahia; e 5 a 8, e 10 a 13, no estado de Minas Gerais, com maior intensidade geral entre os quilômetros 182 a 205 (BA) (Figura 10).

FIGURA 10 - LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS PARA O CONJUNTO TOTAL DE REGISTROS MONITORADOS ENTRE NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018. LINHAS CINZA - LIMITES DE CONFIANÇA SUPERIOR E INFERIOR. LINHA PRETA - A FUNÇÃO HS N EVENTOS – N SIMULADOS.



Avaliando separadamente por grupo taxonômico, os atropelamentos de mamíferos foram agregados ao longo dos pontos de quilometragem: 183 a 204; 247 a 253; 259 a 260; 269 a 273; 378 a 383; 387 a 388 - para a Bahia; 9, 11 e 42 ao 44 - para Minas Gerais. Os trechos de maior intensidade estão localizados entre os km: 183 a 204 e 247 a 253. Para as aves os pontos críticos compreendem os kms: 186 a 189; 193 a 200; 238 a 241; 248 a 251; 304 a 310; 328 a 330; 378 a 387; 464 e 465 - todos no estado da Bahia. As maiores intensidades de atropelamento são registradas nos trechos do km 193 ao km 200 e, também, no trecho 378 a 387. Já em relação aos répteis, os pontos críticos são localizados entre os kms: 181 a 189; 197 a 202; 249 a 250 - para a Bahia; 10 a 16 - para Minas Gerais. Os trechos com maior intensidade estão localizados entre os kms: 181 a 189 e 197 a 202. Para os anfíbios os pontos críticos estão localizados nos kms: 184 a 191; 193 a 204; 303 a 310; 379 a 387, com maior intensidade no trecho 379 a 387 - todos localizados na Bahia (Figura 11).

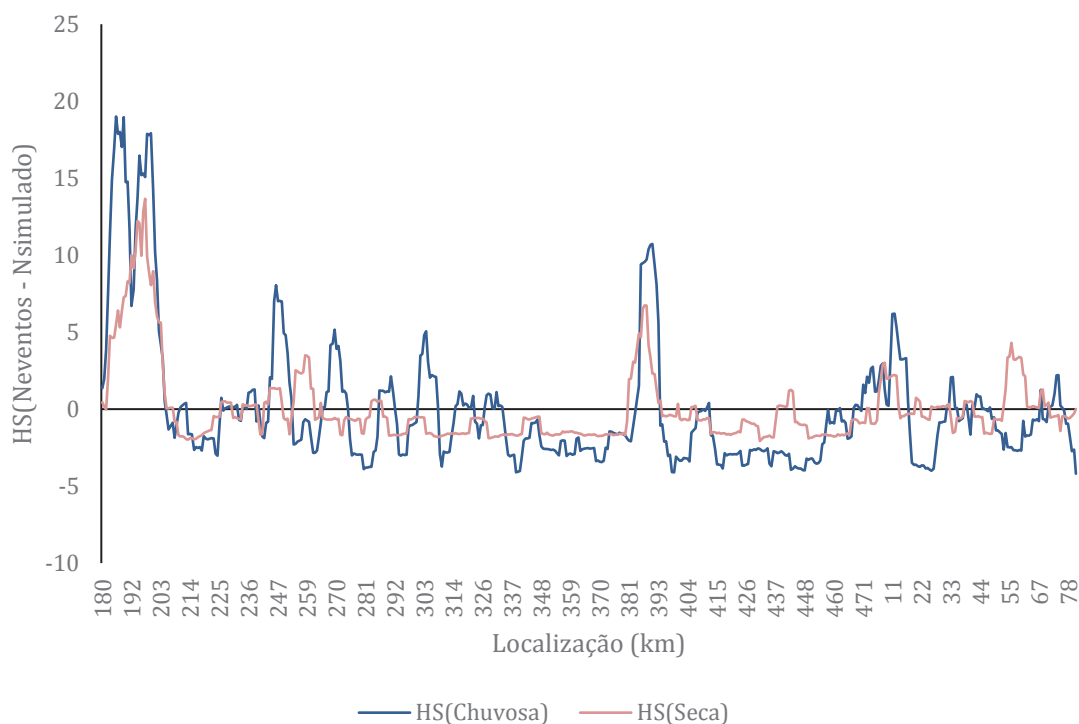
FIGURA 11 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS PARA O CONJUNTO TOTAL DE REGISTROS MONITORADOS ENTRE NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018. A) – MAMÍFEROS; B – RÉPTEIS; C – ANFÍBIOS; D – AVES E E) VERTEBRADOS.



Adicionalmente, é possível observar que existe uma concordância nas agregações entre os diferentes grupos taxonômicos ao longo dos trechos da rodovia BR 135; além disso podemos observar que algumas agregações são específicas, a saber: mamíferos, km 259 a 260; 269 a 273; 42 a 44, aves km 464 e 465; 238 a 241, anfíbios km 303 a 310 e répteis km 13 a 16.

Considerando a sazonalidade climática anual, para a estação chuvosa, os *hotspots* de atropelamentos localizaram-se entre os kms: 182 a 204, 247 a 253, 269 a 273, 303 a 306, 379 a 387 e 10 a 13; Já para a estação seca foram identificadas agregações de vertebrados silvestres atropelados para o km 183 a 204, 259 a 261, 376 a 384, 55 a 61 (Figura 12).

FIGURA 12 - AGREGAÇÃO DE ATROPELAMENTOS PARA TODAS AS CLASSES TAXONÔMICAS DURANTE A ESTAÇÃO CHUVOSA NA BR135 - BA/MG, TRECHO ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E FEVEREIRO DE 2018.



Com as informações da Figura 12 é possível verificar uma diminuição e deslocamento dos *hotspots* de atropelamentos nos períodos de seca.

Estudos evidenciaram a ocorrência heterogênea de atropelamentos ao longo de rodovias (CLEVINGER et al., 2003; COELHO et al., 2012; CÁCERES et al., 2012; TEIXEIRA et al. 2013). Clevenger e colaboradores (2003), identificaram agregação das colisões entre veículos e animais, nos locais próximos a coberturas vegetais e longe das passagens de fauna ao estudarem pequenos vertebrados terrestres no Canadá. Carvalho et al. (2015), identificou na região de Minas Gerais, áreas críticas de impacto de atropelamentos de vertebrado terrestres; Cáceres e colaboradores (2012) localizaram pontos críticos de atropelamentos para mamíferos, ambos em área de Cerrado. Teixeira et al. (2013), destacaram áreas com atropelamentos agregados para diferentes grupos (mamíferos, aves e répteis), em área de Mata Atlântica.

Oliveira et al. (2015) ao estudarem vertebrados terrestres em quatro trechos de rodovia nos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco, só não encontraram agrupamentos significativos para os atropelamentos no último estado, sendo este

também o menor percurso considerado com 24,6km. Esperandio (2011), ao avaliar padrões de mortalidade de mamíferos silvestres e domésticos em uma estrada no Rio Grande do Sul, encontrou diferentes padrões de agregação para os grupos, concluindo não ser possível propor medidas de mitigação válidas para ambos.

Ao avaliar o impacto da rodovia estadual sobre anuros na Mata Atlântica, Coelho et al. (2012) evidenciaram a não aleatória na distribuição espacial de atropelamentos, indicando que os registros foram concentrados em alguns pontos ao longo da estrada. Isso foi relacionado à tipos de cobertura do solo, distância entre corpos d'água, drenagens na estrada e luz, mostrando a importância da abundância de anuros em escala local para a ocorrência de *hotspots* de mortalidade. Porém, Gumier-Costa e Sperber (2009), ao estudarem atropelamentos de vertebrado na Amazonia, na estrada que atravessa a Floresta Nacional de Carajás, não identificaram pontos críticos de atropelamentos.

No presente estudo, de maneira geral, os *hotspots* de atropelamentos destacados, com maiores intensidades, são localizados entre os quilômetros 182 a 205; 247 a 253; 378 a 387 para a Bahia e de 5 a 8 e 10 a 13 para o trecho no estado de Minas Gerais. Além disso, é possível observar que nestes trechos se fazem presentes grandes fragmentos, além da presença de áreas úmidas, fato que provavelmente esteja favorecendo a alta frequência de colisão entre veículos e animais silvestres. As cartas imagem com a distribuição espacial de todos os registros de atropelamentos, indicação dos *hotspots*, eixo da rodovia, corpos hídricos, unidades de conservação e fragmentos interceptados são apresentados no APÊNDICE 1.

De acordo com Glista et al. (2008), os habitats do entorno das rodovias, como a presença de água e de áreas florestadas, são os principais fatores preditivos de locais com elevada frequência de atropelamentos. Findlay e Houlihan (1997), demonstraram uma forte relação positiva entre a área úmida e a riqueza de espécies para aves, répteis e mamíferos. Esses resultados fornecem evidências de que, a construção de estradas e a remoção de florestas em áreas adjacentes a regiões úmidas representam riscos ainda maiores para a biodiversidade. Além disso, Grilo e colaboradores (2009), demonstraram que habitats favoráveis, baixa perturbação

humana e a presença de curvas nas estradas foram os principais contribuintes para os segmentos rodoviários de maior impacto de atropelamentos em vertebrados.

Através dos resultados das análises de não aleatoriedade espacial e *hotspots* evidenciados, seja através de todos os atropelamentos registrados e/ou por classe de vertebrados, ou ainda, pela concordância dos trechos de agregações tanto para estações secas, quanto para chuvosa, destacam-se no trecho estudado os km: 182 a 204; 247 a 253; 378 a 387 - BA; 6 a 8 e 9 a 13 – MG (APÊNDICE 2).

Os resultados evidenciaram a presença de pontos específicos onde ocorrem agregados de atropelamentos que são concordantes a diferentes grupos taxonômicos ao longo da rodovia BR-135. Essas informações dão subsídios para a tomada de decisões relativas à implantação de medidas de mitigação, a saber: redutores de velocidades, placas advertência e/ou educativas com pictogramas de espécies “bandeiras” do Cerrado, além da implantação de cercas guias. Adicionalmente, sugerimos também que as obras de arte especiais, como pontes e bueiros e, que, já estão implantadas possam ser adaptadas como passagem de fauna a fim de reduzir a pressão nas espécies locais principalmente nos *hotspots* identificados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e da América do Sul, responsável pela manutenção dos mananciais que alimentam grande parte dos grandes rios do continente e abriga 30% da biodiversidade nacional. Este bioma é considerado área prioritária para a conservação da biodiversidade a nível mundial, com ecossistemas especiais, com elevada e exclusiva riqueza biológica.

Considerando a vulnerabilidade do Cerrado frente as pressões de produção agrícola e que a BR 135 BA/MG está inserida em uma região elencada como prioritária para a conservação da biodiversidade, é importante o entendimento da dinâmica dos impactos à fauna na localidade. Diante desse contexto, tornam se essenciais estudos que busquem elucidar os processos associados aos impactos ambientais decorrentes de empreendimentos neste bioma.

O presente trabalho contribui ao trazer um diagnóstico de onde se localizam os pontos de maior vulnerabilidade quanto à atropelamentos de fauna no trecho entre Barreiras/BA e Manga/MG da BR-135, rodovia importante para o escoamento da produção agrícola. Durante o estudo foram registradas 41 espécies de animais silvestres, dentre estas, *Lycalopex vetulus*, espécie endêmica do Cerrado, categorizada como "Vulnerável" (VU) na "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção".

Os resultados aqui expostos foram obtidos aplicando a metodologia proposta pela Instrução Normativa (IN) IBAMA N°13, de 19 de julho de 2013. Visto que tal documento, no que se refere a atropelamentos de fauna, prevê apenas o monitoramento utilizando veículos, torna-se essencial a revisão desta IN de forma a considerar metodologia complementar para um levantamento mais refinado dados referentes a atropelamentos de pequenos vertebrados associado a empreendimentos lineares.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; MARINHO-FILHO, J. A diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. (Eds.). **Cerrado: ecologia e caracterização**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 17- 40.

AMARAL, A. **Serpentes do Brasil: iconografia colorida**. Melhoramentos e com a colaboração da editora da Universidade de São Paulo, 1976.

ANTWORTH, R. L.; PIKE, D. A.; STEVENS, E. E. Hit and run: effects of scavenging on estimates of roadkilled vertebrates. **Southeastern Naturalist**, v. 4, n. 4, p. 647-657, 2005.

BAGATINI, T. Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica águas emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras. 2006.

BAGER, A.; CASTRO, E. P. Protocolo de Monitoramento de Fauna Atropelada: uma proposta unificadora. In: BAGER, A. **Infraestrutura viária & biodiversidade: métodos e diagnósticos**. 1º ed. – Lavras: Ed. UFLA, p. 51-69, 2018.

BAGER, A.; ROSA, C. A. Influence of sampling effort on the estimated richness of road-killed vertebrate wildlife. **Environmental management**, v. 47, n. 5, p. 851-858, 2011.

BAHIA. Portaria nº 37 de 15 de agosto de 2017. Torna pública a Lista Oficial das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado da Bahia. **Diário Oficial Bahia**, Salvador, BA, Ano CI Nº 22.240, 16 de ago. 2017.

BAHIA. SEI. **Tipologia Climática Segundo Koppen - 1988**. 1998. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2669&Itemid=710>. Acesso em: 15 out. 2018.

BARTHELMESS, E. L.; BROOKS, M. S. The influence of body-size and diet on road-kill trends in mammals. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 6, p. 1611-1629, 2010.

BEAUDRY, F.; DEMAYNADIER, P. G.; HUNTER J. R.; MALCOLM, L. Identifying hot moments in road-mortality risk for freshwater turtles. **The Journal of Wildlife Management**, v. 74, n. 1, p. 152-159, 2010.

BEISIEGEL, B. M.; LEMOS, F. G.; AZEVEDO, F. C.; QUEIROLO, D.; JORGE, R.S.P. Avaliação do risco de extinção do Cachorro-do-mato *Cercyon thous* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, p. 138-145, 2013.

BERNARDINO JR, F. S.; DALRYMPLE, G. H. Seasonal activity and road mortality of the snakes of the Pa-hay-okee wetlands of Everglades National Park, USA. **Biological Conservation**, v. 62, n. 2, p. 71-75, 1992.

BOAS, V.; CAMELO, T. **Fatores que afetam a movimentação e o uso do espaço em *Rhinella rubescens* e *R. schneideri* (Anura Bufonidae) no Cerrado do Brasil central**. Brasília: Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado, 2012.

BOCCHIGLIERI, A.; MENDONÇA, A. F.; HENRIQUES, R. P. B. **Composição e diversidade de mamíferos de médio e grande porte no Cerrado do Brasil central**. 2010.

BONNET, X.; NAULLEAU, G.; SHINE, R. The dangers of leaving home: dispersal and mortality in snakes. **Biological conservation**, v. 89, n. 1, p. 39-50, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução normativa nº13, de 19 de julho de 2013. Estabelece os procedimentos para padronização metodológica dos planos de amostragem de fauna exigidos nos estudos ambientais necessários para o licenciamento ambiental de rodovias e ferrovias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Nº 140, 19 jul. 2015. Seção 1, p. 62.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. PORTARIA Nº 463, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Nº 243, 19 dez. 2018. Seção 1, p. 160. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=19/12/2018&jornal=515&pagina=160>. Acesso em: 03 mar. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no 237/97, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. **Diário Oficial da União** 1997; 19 dez.

- BRAZ, V. S.; FRANCA, F. G. R. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 1, 2016.
- BRUM, T. R. et al. Effects of roads on the vertebrates diversity of the Indigenous Territory Paresi and its surrounding. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 1, p. 125-132, 2018.
- BUENO, C.; ALMEIDA, P. J. AL. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). **Revista Brasileira de Zociências**, v. 12, n. 3, 2010.
- BUJOCZEK, M.; CIACH, M.; YOSEF, R. Road-kills affect avian population quality. **Biological Conservation**, v. 144, n. 3, p. 1036-1039, 2011.
- CÁCERES, N. C. Biological characteristics influence mammal road kill in an Atlantic Forest–Cerrado interface in south-western Brazil. **Italian Journal of Zoology**, v. 78, n. 3, p. 379-389, 2011.
- CÁCERES, N. C.; CASELLA, J.; DOS SANTOS GOULART, C. Variação espacial e sazonal de atropelamentos de mamíferos no bioma cerrado, rodovia BR 262, Sudoeste do Brasil. **Mastozoología neotropical**, v. 19, n. 1, 2012.
- CARVALHO, C. F.; CUSTÓDIO, A. E. I.; JUNIOR, O. M. Wild vertebrate's roadkill aggregations on the BR-050 highway, state of Minas Gerais, Brazil. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, 2015.
- CAVALCANTI, G. N.; FONTOURA-RODRIGUES, M. L.; RODRIGUES, F. H. G.; RODRIGUES, L. A. Avaliação do risco de extinção da jaritataca *Conepatus semistriatus* (Boddaert, 1785) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, p. 248-254, 2013.
- CHEIDA, C. C.; GUIMARÃES, F. H.; BEISIEGEL, B. M. Avaliação do risco de extinção do Guaxinim *Procyon cancrivorus* (Cuvier, 1798) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, p. 283-290, 2013.

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

COELHO A.V.P.; COELHO I.P., TEIXEIRA F.T., KINDEL A. 2014. Siriema: road mortality software. **Manual do Usuário V. 2.0**. NERF, UFRGS, Porto Alegre, Brasil. Disponível em: www.ufrgs.br/siriema. Acesso em: 21 jun. 2018.

COELHO I. P., TEIXEIRA FZ, COLOMBO P, COELHO AVP & Kindel A. 2012. Anuran road-kills neighboring a peri-urban reserve in the Atlantic Forest, Brazil. **Journal of environmental management**, v. 112, p. 17-26, 2012.

COELHO, I. P; COELHO, A.V.P; KINDEL, A. 2008. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, n. 4, p. 689, 2008.

COLWELL, R, K. EstimateS 9,10 Users Guide. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

COSTA, A. S.; ASCENSAO, F.; BAGER, A. Mixed sampling protocols improve the cost-effectiveness of roadkill surveys. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 12, p. 2953-2965, 2015.

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

DRUMMOND, G. M.; MACHADO, A. B. M. MARTINS, C. S. MENDONÇA, M. P.; STEHMAN, J. R. (eds.) Listas vermelhas das espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção em Minas Gerais. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2008.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, v. 38, p. 139-148, *Environmental Management* 112: 17-26. 1972.

ERRITZOE, J.; MAZGAJSKI, T. D.; REJT, L. Bird casualties on European roads—a review. **Acta Ornithologica**, v. 38, n. 2, p. 77-94, 2003.

ESPERANDIO, I. B. **Padrões espaciais de mortalidade de mamíferos silvestres e domésticos na Rota do Sol**. Trabalho de Conclusão de Curso—Bacharelado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

FAHRIG, L.; PEDLAR, J. H.; POPE, S. E.; TAYLOR, P. D.; WEGNER, J. F. Effect of road traffic on amphibian density. **Biological conservation**, v. 73, n. 3, p. 177-182, 1995.

FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. **Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis**. *Ecology and society*, v. 14, n. 1, 2009.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 60 p., 2005.

FINDLAY, C. S.; HOULAHAN, J. Anthropogenic correlates of species richness in southeastern Ontario wetlands. **Conservation biology**, v. 11, n. 4, p. 1000-1009, 1997.

FREITAS, M.A., COLLI, G.R., ENTIAUSPE-NETO, O.M., TRINCHÃO, L., ARAÚJO, D., LIMA, T.O., FRANÇA, D.P.F., GAIGA, R.; DIAS, P. Snakes of Cerrado localities in western Bahia, Brazil. **Check List**, v. 12, p. 1, 2016.

GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 3, n. 1, p. 77-87, 2008.

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, 2009.

GUMIER-COSTA, F.; SPERBER, C. F. Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 459-466, 2009.

HEGEL, C. G. Z.; CONSALTER, G. C.; ZANELLA, N. Mamíferos silvestres atropelados na rodovia RS-135 e entorno. **Biotemas**, v. 25, n. 2, p. 165-170, 2012.

HELMS, T.; BUCHWALD, E. The effect of road kills on amphibian populations. **Biological conservation**, v. 99, n. 3, p. 331-340, 2001.

HUIJSER, M.P.; MCGOWEN, P.; FULLER, J.; HARDY, A.; KOCIOLEK, A.; CLEVINGER, A. P.; SMITH, O.; AMENT, R. **Wildlife-Vehicle Collision Reduction Study: Report to Congress. Federal Highway Administration**, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 1ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

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

JAEGER, J. A. G.; FAHRIG, L.; EWALD, K. C. **Does the configuration of road networks influence the degree to which roads affect wildlife populations?**, 2005.

LEMOS, F. G.; AZEVEDO, F. C.; BEISIEGEL, B. M. Avaliação do risco de extinção da Raposa-do-Campo *Lycalopex vetulus* (Lund, 1842) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, p. 160-171, 2013.

MAIA, A.C.; BAGER, A. **Projeto Malha: manual para equipe de campo. Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas – UFLA**. 30p, 2013.

MARTHA JUNIOR, G. B. Dinâmica de uso da terra em resposta à expansão da cana-de-açúcar no Cerrado. **Revista de Política Agrícola**, v.17, p.31-43, 2008. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I** / -- 1. ed. --Brasília, DF: ICMBio/MMA, 492 p.: il., gráfs., tabs.2018.

MIRANDA, J. E. S. UMETSU, R. K.; MELO, F. R.; MELO, F. C.S. A.; PEREIRA, K. F.; OLIVEIRA, S. R. Roadkill in the Brazilian Cerrado savanna: comparing five highways in southwestern Goiás. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 3, p. 337-349, 2017.

OLIVEIRA, J. B.; ABREU, C.L.; KOCOUREK, B.; OLIVEIRA, S. Definição dos pontos críticos de atropelamento da fauna silvestre no trecho sul da br-101/ne. In: **VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Porto Alegre, 2015.

OLIVEIRA, P. A. S.; SOUSA, E. F.; SILVA, F. B. Levantamento de animais vertebrados vítimas de atropelamentos em trechos das rodovias MG-223, MG-190 e BR-352. **Revista GeTeC**, v. 6, n. 14, 2017.

ORLOWSKI, G. Factors affecting road mortality of the Barn Swallows *Hirundo rustica* in farmland. **Acta Ornithologica**, v. 40, n. 2, p. 117-125, 2005.

ORLOWSKI, G. Roadside hedgerows and trees as factors increasing road mortality of birds: implications for management of roadside vegetation in rural landscapes. **Landscape and urban planning**, v. 86, n. 2, p. 153-161, 2008.

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**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Dissertação de Mestrado, 2004.

PRADO, T. R.; FERREIRA, A. A.; GUIMARÃES, Z.F. S. Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 3, 2006.

R Development Core Team. 2008. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN: 3-900051-07-0. Disponível em <http://www.R-project.org>.

RAMOS-ABRANTES, M. M.; CARREIRO, A. N.; ARAÚJO, D. V. F.; SOUZA, J. G.; LIMA, J. P. R.; ARAÚJO, C. H. R.; LEITE, L. S.; FORMIGA, S. H. Vertebrados silvestres atropelados na rodovia BR-230, Paraíba, Brasil. **Pubvet**, v. 12, p. 139, 2018.

RECODER, R.; NOGUEIRA, C. Composição e diversidade de répteis Squamata na região sul do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, Brasil central. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, 2007.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Mamíferos do Brasil**. 2. ed. Londrina, PR: Nélío R. dos Reis, 439p, 2011.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; FREGONEZI, M. N.; ROSS ANEIS, B. K. **Mamíferos do Brasil -guia de identificação**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 577p. 2010.

SANTOS, S. M.; CARVALHO, F.; MIRA, A. How long do the dead survive on the road? Carcass persistence probability and implications for road-kill monitoring surveys. *PLoS One*, v. 6, n. 9, p. e25383, 2011.

SIGRIST, T. **Avifauna brasileira: pranchas e mapas**. São Paulo: Avis Brasilis, 2009. 492p.

SILVA, M. O.; OLIVEIRA, I. S.; CARDOSO, M. W.; GRAF, V. Impacto dos atropelamentos sobre a herpetofauna da Floresta Atlântica (PR-340, Antonina, Paraná). *Acta Biológica Paranaense*, v. 36, 2007.

SILVA, R. M.; BORBA, C. H. O.; LEÃO, V. P. C.; MINEO, M.F. O impacto das rodovias sobre a fauna de vertebrados silvestres no Cerrado mineiro. *Enciclopédia Biosfera*, 7(12), 1-9. 2011.

SILVEIRA, L. **Ecologia e conservação dos mamíferos carnívoros do Parque Nacional das Emas, Goiás**. Goiás: Universidade Federal de Goiás, dissertação de mestrado, 1999.

SMITH-PATTEN, Brenda D.; PATTEN, Michael A. Diversity, seasonality, and context of mammalian roadkills in the southern Great Plains. *Environmental Management*, v. 41, n. 6, p. 844-852, 2008.

SOBANSKI, M. B. **Avaliação do uso de controladores eletrônicos de velocidade como medida de mitigação de atropelamentos de animais silvestres na rodovia BR-262, Trecho da Anastácio à Corumbá, Mato Grosso do Sul**. 92 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2016.

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

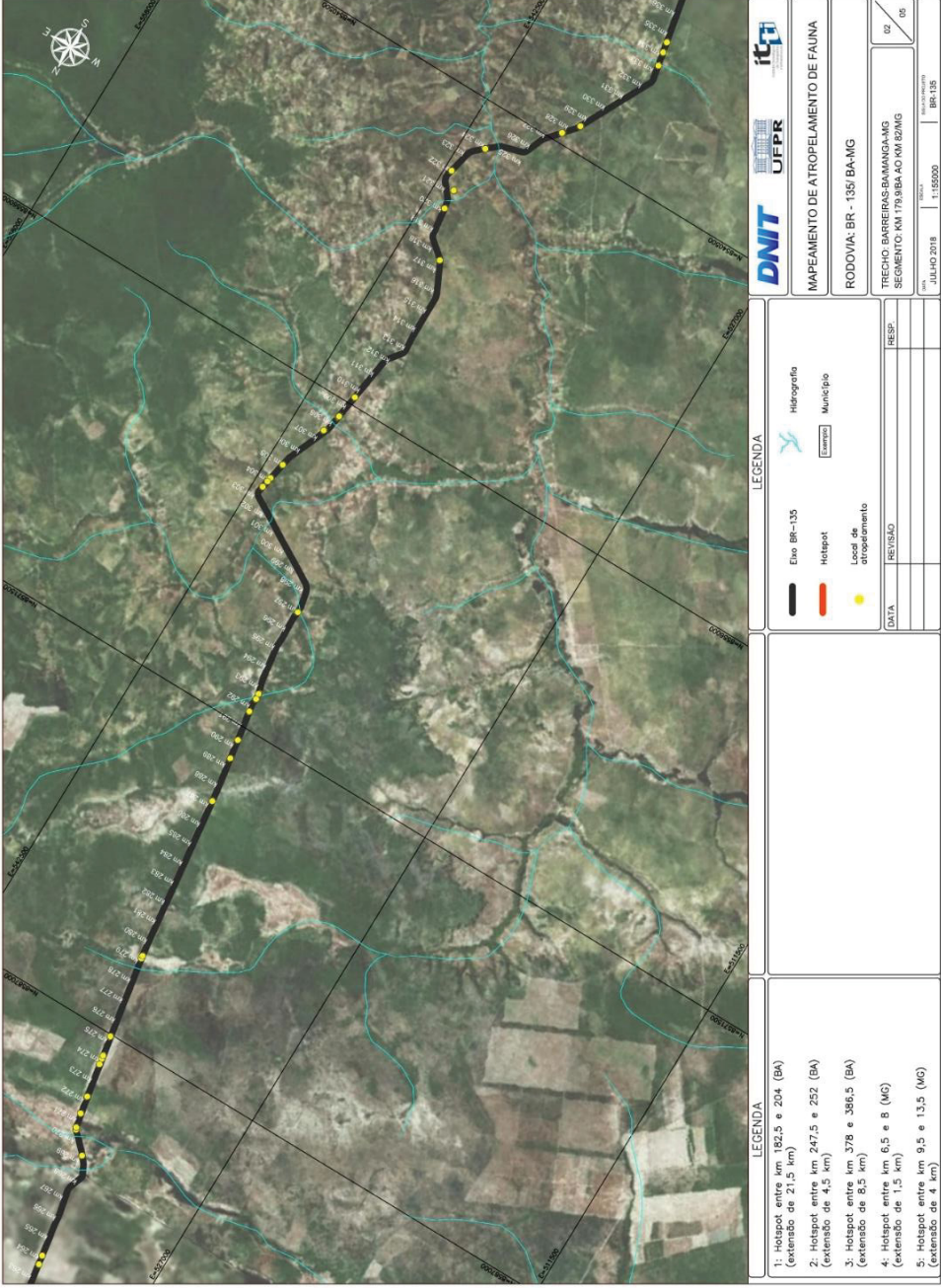
TEIXEIRA, F. Z.; COELHO, I. P.; ESPERANDIO, I. B.; OLIVEIRA, N. R.; PETER, F. P.; DORNELLES, S. S.; KINDEL, A. Are road-kill hotspots coincident among different vertebrate groups. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 1, p. 36-47, 2013.

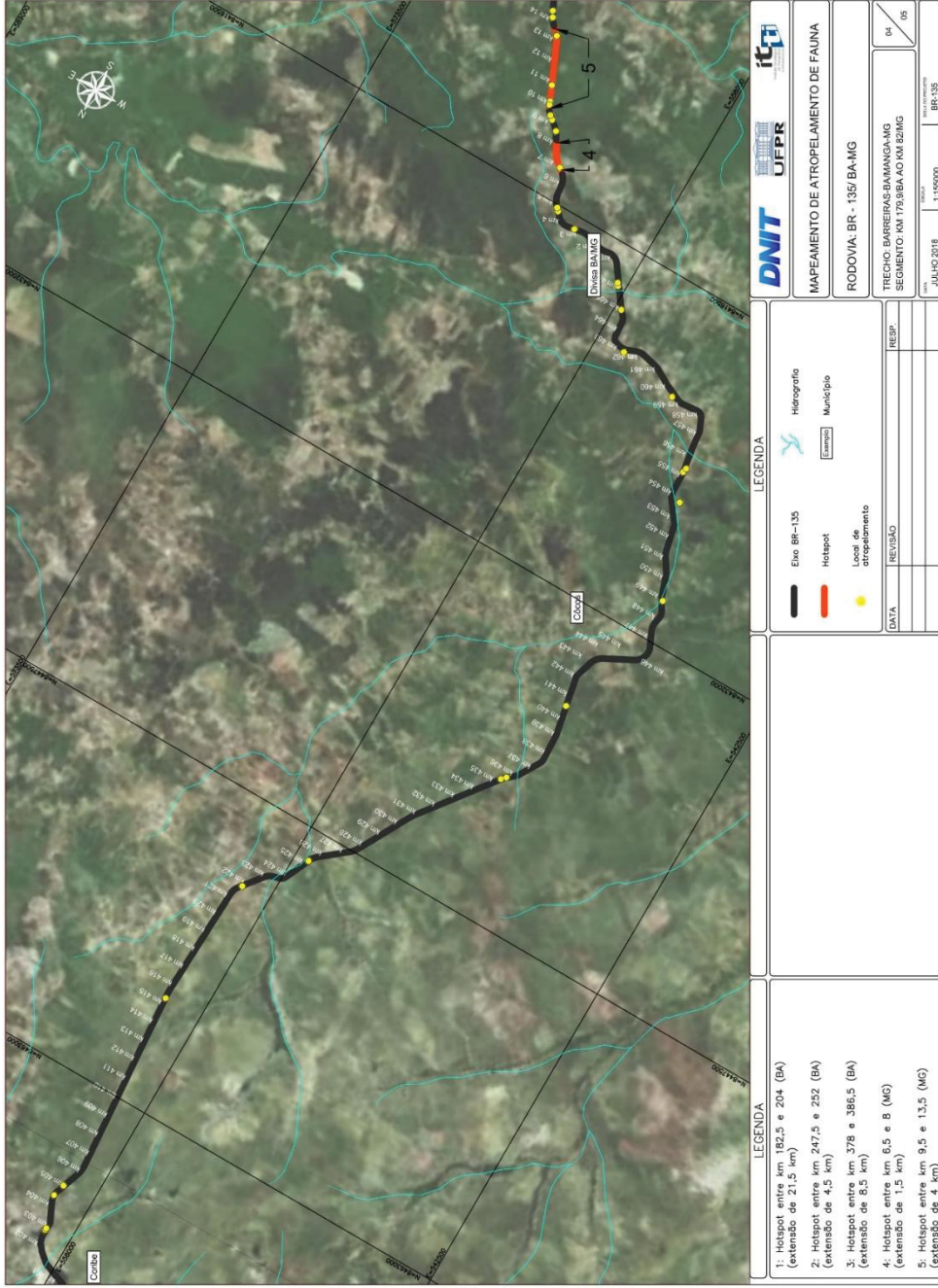
TURCI, L. C. B.; BERNARDE, P. S. Vertebrados atropelados na rodovia estadual 383 em Rondônia, Brasil. **Biotemas**, v. 22, n. 1, p. 121-127, 2009.

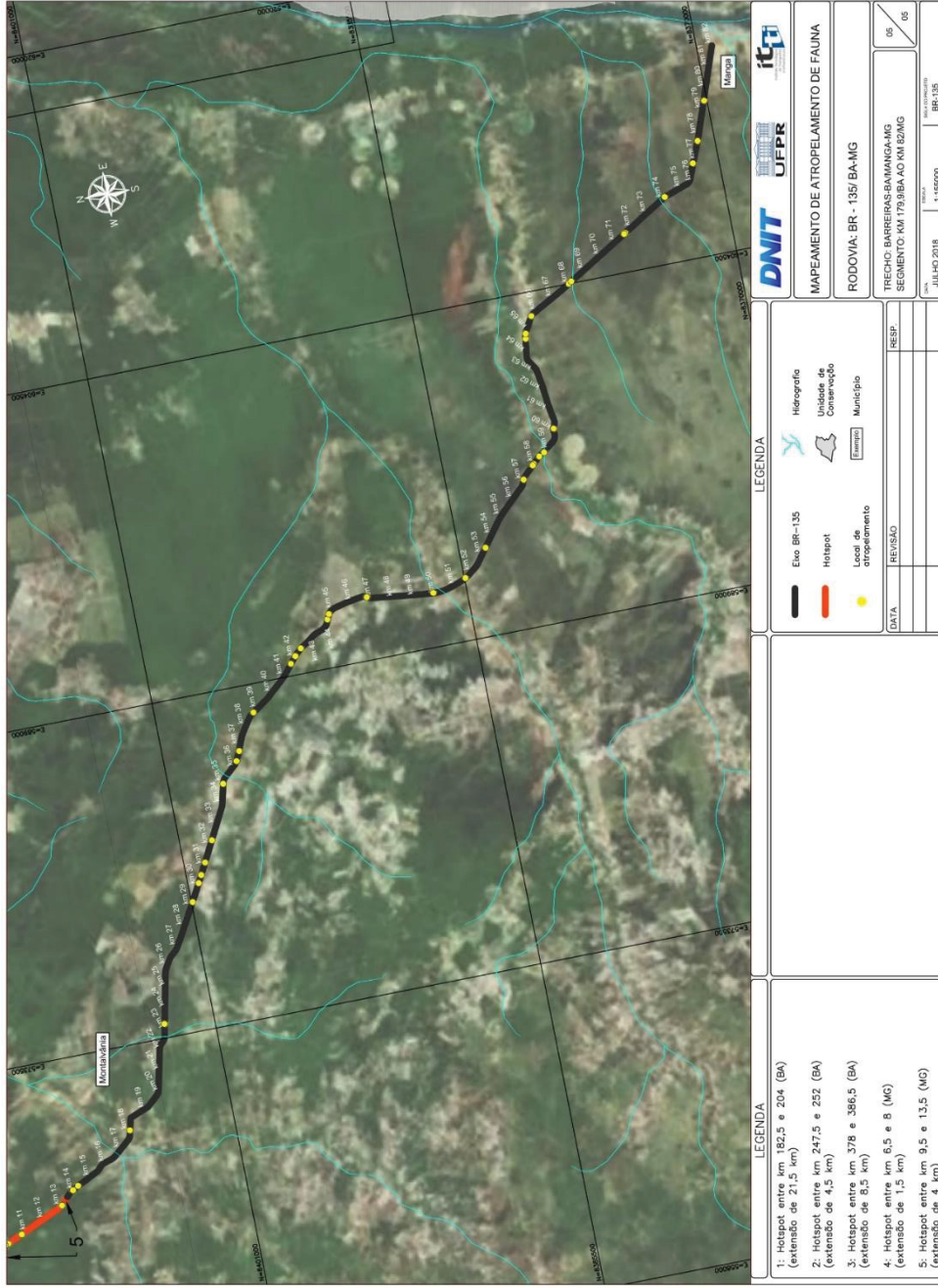
UFPR - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – Plano Básico Ambiental Unificado BR-135/BA/MG / Universidade Federal do Paraná; Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura. Curitiba: 2015.

VALADÃO, R. M.; BASTOS, L. F.; DE CASTRO, C.P. Atropelamentos de vertebrados silvestres em quatro rodovias no Cerrado, Mato Grosso, Brasil. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 12, p. 62-74, 2018.

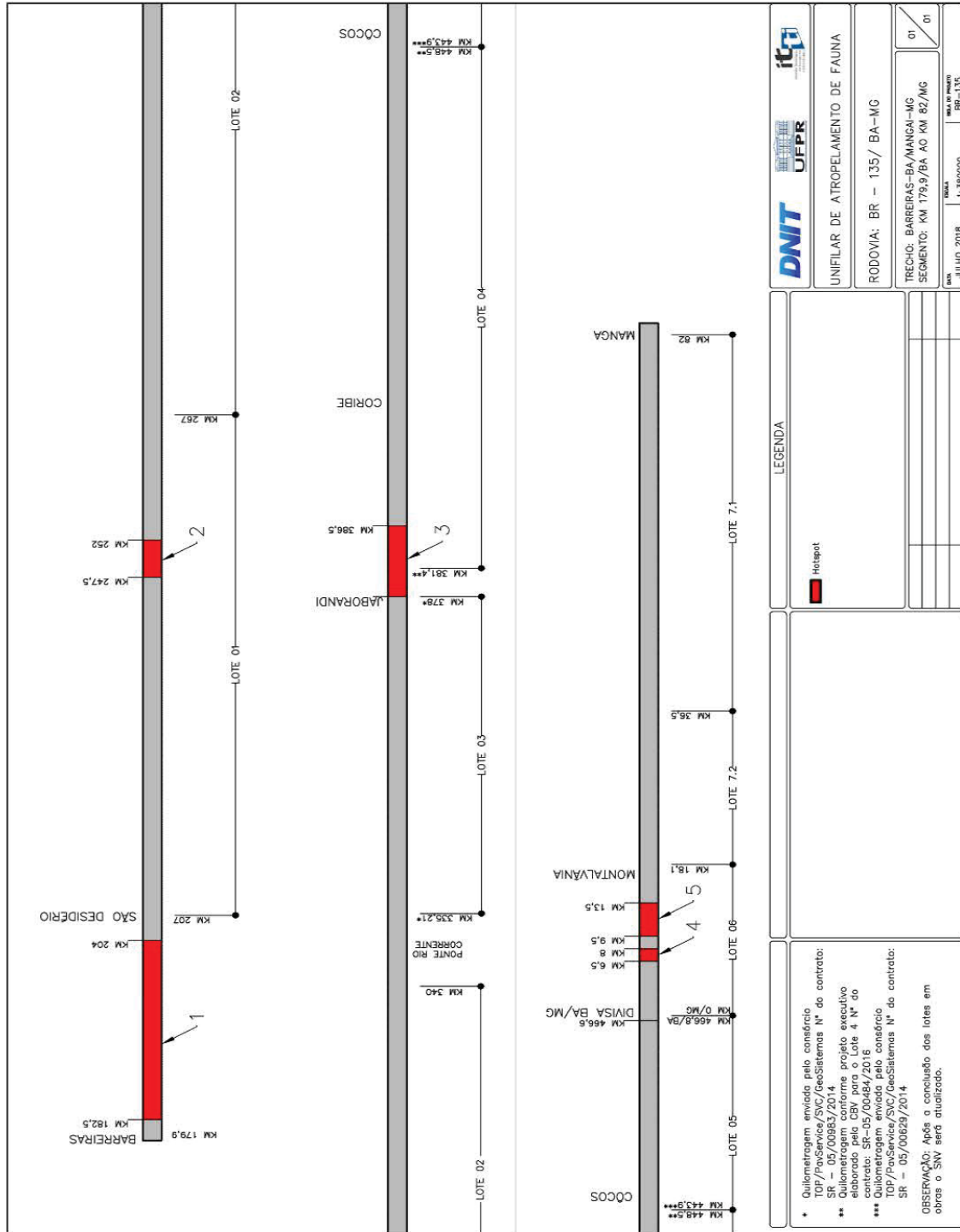
VALDUJO, P. H.; RECODER, R. S.; VASCONCELOS, M. M.; PORTELLA, A. S. Amphibia, Anura, São Desidério, western Bahia uplands, northeastern Brazil. **Check List**, v. 5, n. 4, p. 903-911, 2009.







APÊNDICE 2 – DIAGRAMA UNIFILAR COM OS HOTSPOTS DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA NA BR 135, TRECHO BARREIRAS/BA-MANGA/MG.



ANEXO

anexo 1 – INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 13, DE 19 DE JULHO DE 2013



62

ISSN 1677-7042

Diário Oficial da União - Seção 1

Nº 140, terça-feira, 23 de julho de 2013

Manifestação Desportiva: Desporto Educacional
 CNPJ: 30.482.319/0001-61
 Cidade: Rio de Janeiro - UF: RJ
 Valor aprovado para captação: R\$ 336.966,96
 Dados Bancários: Banco do Brasil Agência nº 1569 DV: 5 Conta Corrente (Bloqueada) Vinculada nº 25868-7
 Período de Captação: até 02/07/2014.
 6 - Processo: 58701.005379/2012-79
 Proponente: Instituto Brasileiro do Desenvolvimento Esportivo
 Título: Tênis Para Todos
 Registro: 025P093532011
 Manifestação Desportiva: Desporto Participação
 CNPJ: 11.743.008/0001-64
 Cidade: São Paulo - UF: SP
 Valor aprovado para captação após recurso: R\$ 224.029,31
 Dados Bancários: Banco do Brasil Agência nº 6971 DV: X Conta Corrente (Bloqueada) Vinculada nº 07727-5
 Período de Captação: até 05/02/2014.

ANEXO II

1 - Processo: 58701.003214/2011-81
 Proponente: Prefeitura Municipal de Betim
 Título: Rir e Brincar
 Valor aprovado para captação: R\$ 345.051,65
 Dados Bancários: Banco do Brasil Agência nº 0750 DV: 1 Conta Corrente (Bloqueada) Vinculada nº 88275-8
 Período de Captação: até 05/06/2014.
 2 - Processo: 58701.000062/2012-46
 Proponente: Associação Botucatuense
 Título: Equipe de Futebol Feminino de Botucatu
 Valor aprovado para captação: R\$ 395.871,00
 Dados Bancários: Banco do Brasil Agência nº 4523 DV: 3 Conta Corrente (Bloqueada) Vinculada nº 07905-7
 Período de Captação: até 31/12/2013.

Ministério do Meio Ambiente

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO

RESOLUÇÃO Nº 877, DE 17 DE JULHO DE 2013

O SUPERINTENDENTE DE REGULAÇÃO DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, no exercício da competência a que se refere à Resolução nº 273, de 27/04/2009, torna público que o DIRETOR JOÃO GILBERTO LOTUFO CONEJO, com fundamento no art. 12, inciso V, da Lei nº 9.984, de 17/07/2000, e com base na Delegação que lhe foi conferida por meio da Resolução nº 6, de 1/02/2010, publicada no DOU de 3/02/2010, resolveu outorgar:

Outorgar ao Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA, CNPJ nº 05.482.692/0001-75, doravante denominado Outorgado, o direito de uso dos recursos hídricos para aquicultura (piscicultura em tanques-rede) no Açude Casianhão, situado no rio Jaguaribe, Municípios de Alto Santo, Nova Jaguaribara, Jaguaratama e Jaguaribe, Estado do Ceará.

O inteiro teor da Resolução, bem como as demais informações pertinentes estarão disponíveis no site www.ana.gov.br.

RODRIGO FLECHA FERREIRA ALVES

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE
E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 13, DE 19 DE JULHO DE 2013

O PRESIDENTE DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, nomeado por Decreto publicado no Diário Oficial da União de 17 de maio de 2012, no uso das atribuições que lhe conferem o art. 22, parágrafo único, inciso V do Decreto nº 6.099, de 26 de abril de 2007, que aprovou a Estrutura Regimental do IBAMA, e tendo em vista o disposto na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, na Resolução do CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, e a Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011, resolve:

Art. 1º Estabelecer os procedimentos para padronização metodológica dos planos de amostragem de fauna exigidos nos estudos ambientais necessários para o licenciamento ambiental de rodovias e ferrovias.

Parágrafo único. Esta Instrução Normativa (IN) não se aplica à amostragem de fauna cavernícola, para a qual deverão ser estabelecidos procedimentos específicos.

Art. 2º A padronização metodológica de que trata esta IN deverá se estender também para a etapa de monitoramento, após a emissão da Licença de Instalação do respectivo empreendimento, devendo continuar a ser adotada após a emissão da Licença de Operação, caso haja atividades de monitoramento previstas para essa etapa.

DAS CAMPANHAS E DA PERIODICIDADE DA AMOSTRAGEM DE FAUNA

Art. 3º O empreendedor deverá realizar 4 (quatro) campanhas ao longo de 12 (doze) meses, com periodicidade trimestral, sendo 2 (duas) campanhas realizadas para obtenção da Licença Prévia (LP) e 2 (duas) realizadas para obtenção da Licença de Instalação (LI).

§ 1º Os dados referentes às campanhas a serem realizadas após a emissão da Licença Prévia devem ser apresentados junto com o Plano Básico Ambiental (PBA), visando fundamentar a proposição de medidas mitigadoras no âmbito do Programa de Proteção à Fauna, bem como a inclusão no Projeto de Engenharia das estruturas necessárias para a mitigação dos impactos ligados aos atropelamentos de fauna (como passagens de fauna subterráneas e aéreas).

§ 2º O espaçamento das campanhas amostrais deverá ser fixo, podendo haver flexibilidade máxima de adiantamento ou atraso de início das campanhas em 1 (uma) semana, de modo a não comprometer a avaliação da variação ambiental.

§ 3º As campanhas de amostragem de vertebrados terrestres deverão ter 7 (sete) dias efetivos de execução por módulo amostral, desconsiderando o tempo gasto para a mobilização e desmobilização da equipe e equipamentos.

§ 4º Deverão ser apresentados os dados climáticos da região no período de realização das campanhas, incluindo índice pluviométrico, temperatura média e outros dados relevantes que possam influenciar a atividade ou o comportamento dos diferentes grupos faunísticos.

§ 5º Para fins desta norma, entende-se como campanha o conjunto de atividades desenvolvidas para o levantamento primário da fauna, com duração temporal delimitada, com o objetivo de coletar as informações necessárias para a elaboração dos estudos ambientais ou dos relatórios de monitoramento.

DA DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DEFINIÇÃO DOS SÍTIOS AMOSTRAIS

Art. 4º Anteriormente à definição da quantidade e distribuição dos módulos amostrais, o empreendedor deverá propor a delimitação da Área de Estudo - AE referente ao Meio Biótico, a qual deverá abranger as áreas utilizadas como referência para o diagnóstico a ser realizado, pendendo tal delimitação de aprovação pelo Ibama.

Parágrafo único. Para fins desta norma, entende-se como módulo amostral a unidade que congrega as parcelas de amostragem, bem como as trilhas de acesso e de execução dos métodos utilizados para o levantamento de fauna.

Art. 5º A definição dos quantitativos e tipos de módulos, bem como a distribuição dos sítios de amostragem, deverá ser realizada com base nas fitofisionomias existentes ao longo do trecho a ser licenciado, contemplando, no mínimo, aquelas mais representativas, devendo ser apresentada carta-imagem ou ortofotocarta, atualizada, com localização georreferenciada dos sítios de amostragem, documento este que deverá ser anexado à Ficha de Caracterização de Atividade encaminhada ao Ibama.

Parágrafo único. É estritamente necessária a aprovação pelo Ibama, antes da realização dos levantamentos de fauna, da distribuição dos sítios de amostragem e dos quantitativos e tipos de módulos a serem empregados durante as atividades.

DOS GRUPOS FAUNÍSTICOS OBJETO DE AMOSTRAGEM

Art. 6º Deverão ser objeto de amostragem os seguintes grupos faunísticos:

- I - pequenos mamíferos não-voadores;
- II - médios e grandes mamíferos;
- III - aves;
- IV - anfíbios;
- V - répteis;
- VI - peixes;
- VII - invertebrados bentônicos.

§ 1º Nas hipóteses de empreendimentos com potencial impacto em cavidades naturais, deverá ser incluída a amostragem da fauna cavernícola, para a qual deverão ser estabelecidos procedimentos específicos.

§ 2º A amostragem de icteofauna poderá ser dispensada em duplicações ou ampliações de capacidade de rodovias e ferrovias, devendo o pedido de dispensa ser justificado tecnicamente pelo empreendedor quando do protocolo da Ficha de Caracterização da Atividade (FCA), com base em dados secundários obtidos, obrigatoriamente, na(s) bacia(s) hidrográfica(s) na(s) qual(is) se insere o empreendimento.

§ 3º Na hipótese do parágrafo anterior, quando houver dados secundários referentes à microbacia na qual estiver inserido o empreendimento, esses deverão ser apresentados como justificativa técnica para o pedido de dispensa da amostragem de icteofauna.

§ 4º Somente será exigida a amostragem de quelônios e crocodylianos quando existirem áreas de desova e reprodução desses grupos na Área de Estudo do empreendimento.

§ 5º Não será dispensada a amostragem de que tratam os parágrafos 2º e 4º, quando o empreendimento estiver localizado em áreas alagadas de maior sensibilidade (intermitentes ou permanentes), com possibilidade de presença de espécies endêmicas, ameaçadas ou anuais.

§ 6º A amostragem de invertebrados bentônicos deverá ser realizada nos mesmos locais utilizados para o monitoramento da qualidade da água (montante e jusante do eixo do empreendimento), quando couber.

§ 7º É indispensável a marcação dos espécimes capturados, devendo ser seguidas as orientações contidas no Anexo I desta IN.

§ 8º A coleta de espécimes só será permitida em casos excepcionais, expressamente indicados na Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico a ser emitida pelo Ibama.

DA FORMA DE APRESENTAÇÃO DOS DADOS SOLICITADOS

Art. 7º O empreendedor deverá apresentar, junto com a Ficha de Caracterização da Atividade (FCA), carta-imagem (impresa e em formato digital) em duas escalas espaciais distintas, contendo as seguintes informações:

- I - escala de menor detalhe:
 - a) eixo projetado do empreendimento;
 - b) delimitação geográfica da provável área a ser diretamente afetada pelo projeto (Área Diretamente Afetada - ADA);
 - c) Área de Estudo;
 - d) conjunto dos sítios amostrais;
 - e) fitofisionomias e cursos hídricos a serem impactados;
 - f) limites das Terras Indígenas e das Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais, e respectivas zonas de amortecimento, especificando a distância dessas em relação ao eixo do empreendimento.

II - escala de maior detalhe, para cada um dos módulos amostrais:

- a) eixo projetado do empreendimento e curvas de nível;
- b) delimitação geográfica da ADA;
- c) limites dos módulos amostrais (trancos e parcelas);
- d) mapeamento das fitofisionomias e dos cursos hídricos a serem impactados;
- e) limites das Terras Indígenas e das Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais, e respectivas zonas de amortecimento, especificando a distância dessas em relação ao eixo do empreendimento.

§ 1º A delimitação da Área Diretamente Afetada (ADA) deverá compreender a área provavelmente necessária à implantação do empreendimento, incluindo suas estruturas de apoio, vias de acesso privativas que precisarem ser construídas, ampliadas ou reformadas, bem como todas as demais operações unitárias associadas exclusivamente à infraestrutura do projeto.

§ 2º Deverão ser encaminhados os arquivos vetoriais dos elementos citados neste artigo, em formato ".shp", ".kmz" e ".kml" (Google Earth).

Art. 8º O empreendedor deverá apresentar, logo após a contratação dos estudos ambientais, toda a documentação necessária para a emissão da Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico para as amostragens de fauna, conforme disposto no Anexo II.

DO MÓDULO DE AMOSTRAGEM PADRÃO

Art. 9º O módulo de amostragem padrão (Anexo III) deverá ser composto por um transecto de 5 km (cinco quilômetros) e uma trilha de acesso paralela de mesma extensão, distantes 600 m (seiscientos metros) entre si. A cada 1 km (um quilômetro) deverá ser implantada uma parcela amostral de 250 m (duzentos e cinquenta metros) de comprimento, disposta perpendicularmente e a 30 m (trinta metros) à esquerda da trilha de acesso. Deverão ser implantadas 5 (cinco) parcelas amostrais por módulo padrão, iniciando pelo km 0,5 da trilha de acesso.



Parágrafo único. O módulo amostral deverá ser posicionado de forma preferencial, perpendicularmente ao eixo do empreendimento, com distância padronizada de 10 m (dez metros) a partir do início do fragmento de vegetação.

Art. 10 As parcelas amostrais deverão contemplar zonas de armadilhas de interceptação e queda - AIQ ("pitfall") e de armadilhas de contenção viva - ACV ("live-traps") de cada lado da linha central e uma zona de redes de neblina perpendicular a essas, no final da parcela.

§ 1º As zonas de "pitfall" e de "live-traps" deverão ser localizadas ao lado das zonas laterais, a 20 m (vinte metros) de distância da linha central da parcela.

§ 2º Para fins de que trata o parágrafo anterior, definem-se por zonas laterais as áreas de execução da busca ativa visual por espécimes da herpetofauna, e por linha central a área de execução de busca ativa auditiva por espécimes da herpetofauna.

Art. 11 O módulo de amostragem padrão deverá ser adotado em todos os empreendimentos que possuam áreas propícias para sua implementação, ou seja, fragmentos ou sequências de fragmentos de tamanho igual ou superior a 5 km (cinco quilômetros).

§ 1º No caso de empreendimentos que possuam trechos com fragmentos de vegetação em ambos os lados do eixo (projetado ou já implantado), os módulos amostrais poderão ser posicionados interceptando-o.

§ 2º No caso da inexistência de áreas com essa dimensão, os módulos de amostragem poderão ser reduzidos com foco na maior aproximação possível ao módulo de amostragem padrão.

§ 3º Na hipótese prevista no parágrafo anterior, deverão ser adotados os módulos amostrais de 1, 2, 3, ou 4 km, padronizados pelo Ibama, conforme descrito no artigo 13 desta Instrução Normativa.

DOS MÓDULOS DE AMOSTRAGEM DE 1, 2, 3 e 4 km

Art. 12 Na impossibilidade de utilização do módulo padrão de amostragem deverão ser adotados módulos de amostragem com menor extensão e número de parcelas, conforme padronização estabelecida nesta IN.

Art. 13 Os módulos de amostragem alternativos (Anexo IV) serão divididos e caracterizados da seguinte forma:

I - módulo de amostragem de 1 km: formado por uma trilha principal com 1 km (um quilômetro) de extensão e uma trilha de acesso paralela de mesma extensão, distantes 600 m (seiscentos metros) entre si. Deverá ser implantada no km 0,5 da trilha de acesso uma parcela amostral de 250 m (duzentos e cinquenta metros) de comprimento, disposta perpendicularmente e a 30 m (trinta metros) à esquerda desta trilha.

II - módulo de amostragem de 2 km: formado por uma trilha principal com 2 km (dois quilômetros) de extensão e uma trilha de acesso paralela de mesma extensão, distantes 600 m (seiscentos metros) entre si. A cada 1 km (um quilômetro) deverá ser implantada uma parcela amostral de 250 m (duzentos e cinquenta metros) de comprimento, disposta perpendicularmente e a 30 m (trinta metros) à esquerda da trilha de acesso. Deverão ser implantadas 2 (duas) parcelas amostrais por módulo, iniciando pelo km 0,5 da trilha de acesso.

III - módulo de amostragem de 3 km: formado por uma trilha principal com 3 km (três quilômetros) de extensão e uma trilha de acesso paralela de mesma extensão, distantes 600 m (seiscentos metros) entre si. A cada 1 km (um quilômetro) deverá ser implantada uma parcela amostral de 250 m (duzentos e cinquenta metros) de comprimento, disposta perpendicularmente e a 30 m (trinta metros) à esquerda da trilha de acesso. Deverão ser implantadas 3 (três) parcelas amostrais por módulo, iniciando pelo km 0,5 da trilha de acesso.

IV - módulo de amostragem de 4 km: formado por uma trilha principal com 4 km (quatro quilômetros) de extensão e uma trilha de acesso paralela de mesma extensão, distantes 600 m (seiscentos metros) entre si. A cada 1 km (um quilômetro) deverá ser implantada uma parcela amostral de 250 m (duzentos e cinquenta metros) de comprimento, disposta perpendicularmente e a 30 m (trinta metros) à esquerda da trilha de acesso. Deverão ser implantadas 4 (quatro) parcelas amostrais por módulo, iniciando pelo km 0,5 da trilha de acesso.

Art. 14 Deverão ser aplicadas aos módulos de amostragem alternativos parcelas amostrais idênticas às do módulo padrão, conforme descritas nos artigos 9º e 10 desta IN.

DOS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM POR GRUPOS FAUNÍSTICOS

Art. 15 No levantamento de fauna para a elaboração dos Estudos Ambientais, bem como no Programa de Proteção à Fauna, deverão ser utilizados os métodos e esforços amostrais descritos nos anexos V a VIII desta IN.

DA AMOSTRAGEM DE ATROPELAMENTO DE FAUNA

Art. 16 Para os empreendimentos onde exista tráfego de veículos ou de composições ferroviárias deverão ser efetuadas amostragens mensais de atropelamento de fauna, 6 (seis) antes da LP e 6 (seis) antes da LI, como forma de avaliar os impactos sobre a fauna e subsidiar a proposição de medidas de mitigação.

§ 1º O espaçamento das campanhas amostrais deverá ser fixo, podendo haver flexibilidade máxima de atraso de início das campanhas em 1 (uma) semana, de modo a não comprometer a avaliação da variação sazonal.

§ 2º As amostragens deverão ser realizadas em veículo ou automóvel de linha com velocidade máxima de 40 km/h, para garantir que não haja perda de informações e que sejam facilitadas as eventuais paradas para identificação e registro de animais e vestígios.

§ 3º No caso de rodovias, estas deverão ser percorridas em um sentido e depois no outro, de modo a amostrar ambos os lados, não sendo aceitos intervalos entre os percursos.

§ 4º Quando uma estimativa mais precisa das taxas de atropelamento de fauna, deverá ser calculado, obrigatoriamente, um fator de correção a partir da comparação entre as taxas obtidas por meio das amostragens de carro/automóvel de linha e a pé.

1 - para a execução do monitoramento de atropelamentos a pé deverão ser selecionados aleatoriamente os trechos do empreendimento a serem percorridos.

II - o número e a extensão dos trechos citados no inciso anterior deverão garantir a suficiência amostral necessária para fornecer a confiabilidade estatística aos dados obtidos.

§ 5º Visando ainda uma estimativa mais precisa das taxas de atropelamento de fauna, deverá ser calculada a taxa de remoção de carcaças para cada grupo taxonômico monitorado.

§ 6º Deverão ser apresentados os dados climáticos da região no período de realização das campanhas, incluindo índice pluviométrico, temperatura média e outros dados relevantes que possam influenciar a atividade ou o comportamento dos diferentes grupos faunísticos.

§ 7º Sempre que houver visualização ou indicio de animal atropelado no empreendimento ou em sua faixa de domínio, o deslombamento deverá ser interrompido para que a equipe obtenha as informações constantes do Formulário para Registro de Atropelamentos de Espécimes da Fauna, que deverá ser preenchido por completo.

§ 8º Todos os dados provenientes de cada Formulário para Registro de Atropelamentos de Espécimes da Fauna deverão ser compilados em planilha eletrônica única, de modo a possibilitar a alimentação de um banco de dados.

§ 9º Caso não seja possível a pronta identificação das espécies, os registros fotográficos deverão permitir a posterior identificação com auxílio de literatura especializada.

§ 10 Todo animal encontrado atropelado deverá ser marcado com tinta spray, visando evitar a recomagem.

§ 11 Deverá ser garantida ainda a sincronização entre o horário da câmera fotográfica e do GPS antes do início de cada levantamento no respectivo trecho.

Art. 17 O Anexo IX contempla a representação gráfica do disposto no artigo anterior.

DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 18 No caso de empreendimentos que já tenham sido total ou parcialmente licenciados por outros entes federativos, e que venham a ser avaliados para o licenciamento ambiental federal, poderá ser estabelecido pelo Ibama um cronograma de transição, para adequação dos procedimentos e metodologias em curso àquelas dispostos nesta IN.

Art. 19 No caso de empreendimentos sujeitos a licenciamento ambiental simplificado, ou que estiverem em fase de regularização ambiental, já implantados e em operação, o Ibama poderá adaptar algumas das metodologias e procedimentos estabelecidos nesta IN, de modo a torná-las proporcionalmente adequadas à complexidade ou à situação do empreendimento.

Parágrafo único. O Ibama, mediante decisão motivada, poderá optar por metodologias mais simplificadas ou até mesmo dispensar o empreendedor da necessidade da realização de levantamento de fauna, para empreendimentos rodoviários e ferroviários que apresentem baixo potencial de causarem impactos ambientais negativos à fauna.

Art. 20 Esta IN deverá ser revista após 2 (dois) anos de sua publicação, de modo a promover possíveis ajustes na sua aplicação.

Art. 21 O disposto nesta IN poderá ser utilizado no licenciamento ambiental de outros empreendimentos lineares, adaptando-se os métodos e procedimentos aqui estabelecidos às peculiaridades existentes nas demais tipologias.

Art. 22 Para os processos de licenciamento já em curso no Ibama, as regras contidas nesta IN valerão apenas para as fases de licenciamento subsequentes à que atualmente se encontra cada processo.

Art. 23 Esta Instrução Normativa entrará em vigor na data de sua publicação.

VOLNEY ZANARDI JUNIOR

ANEXO I

Métodos de marcação dos espécimes capturados

Todos os vertebrados terrestres capturados deverão ser marcados, seguindo os métodos dispostos abaixo, ou outros, mediante aprovação do Ibama:

- Mastofauna: brincos, colares, microchips ou tatuagens;
- Avifauna: anilhas fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - CEMAVE/ICMBio;
- Herpetofauna: elastômeros fluorescentes, lacres, microchip ou corte de escamas venuais.

Fica proibida a utilização de métodos de marcação que impliquem em mutilação ou alteração do comportamento natural da espécie.

Deverão ser escolhidas espécies-ativo para utilização de radiotelemetria, abrangendo espécies tanto com hábitos generalistas quanto especialistas (quando ocorrentes na Área de Estudo).

ANEXO II

Documentação necessária para a emissão da Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico

Informações gerais:

- O nome do empreendimento e sua localização;
- Empreendedor: nome; CNPJ; Cadastro Técnico Federal (CTF) - atualizado e sem pendências; telefones de contato; e-mail; e endereço;
- Empresa de Consultoria contratada para realizar os estudos: nome; CNPJ; Cadastro Técnico Federal (CTF) - atualizado e sem pendências; telefones de contato; e-mail; e endereço;
- Nome e os contatos (endereços, telefones, fax e e-mail) dos representantes legais do empreendedor e da empresa de consultoria responsáveis pelo acompanhamento do processo junto ao Ibama.

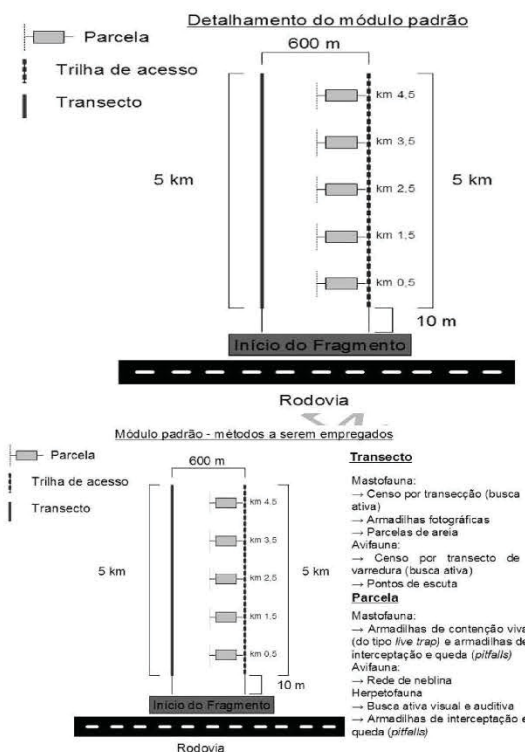
Informações específicas:

- Apresentar as seguintes informações, para a totalidade da equipe técnica envolvida nas atividades (coordenadores, pesquisadores, auxiliares de campo e responsáveis pelas identificações taxonômicas, entre outros): nome do profissional; formação acadêmica; função na equipe; CPF; CTF (Cadastro Técnico Federal - atualizado e sem pendências); e-mail, link para o Curriculum Lattes; número de registro no Conselho de Classe (quando houver); e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- Cartão(s) de Aceite original(is) ou autenticada(s) da(s) Instituição(ões) que receberá(m) o material biológico coletado, contemplando: nome do empreendimento, atividade(s) (levantamento, monitoramento ou salvamento), identificação do(s) grupo(s) taxonômico(s) que poderá(ão) ser recebidos) e orientações quanto aos métodos de fixação e conservação, de forma a garantir a viabilidade e utilização do material coletado;
- Para o Programa de Afugentamento e Salvamento de Fauna deverá ser apresentado documento comprobatório da disponibilidade de um Centro de Triagem (CETAS) apto a receber animais feridos provenientes dessas atividades. Quando existir, o Centro de Triagem poderá ser substituído pela indicação de Instituição(ões) Veterinária(s) situada(s) próxima(s) à área de ocorrência da obra, que esteja(m) apta(s) a executar procedimentos de maior complexidade (como raio-x, cirurgias e internação). Neste último caso, deverá ser encaminhado documento comprobatório da disponibilidade e aptidão no manejo e tratamento de animais silvestres;
- Anuência(s) do(s) responsável(is) pela administração do(s) Unidade(s) de Conservação (federal, estaduais ou municipais), Territórios Indígenas e/ou Quilombolas), caso a captura, coleta e/ou transporte do material biológico estejam previstos para serem realizados dentro dos limites de qualquer uma delas.

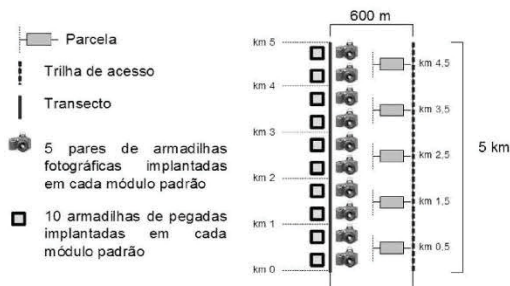


ANEXO III

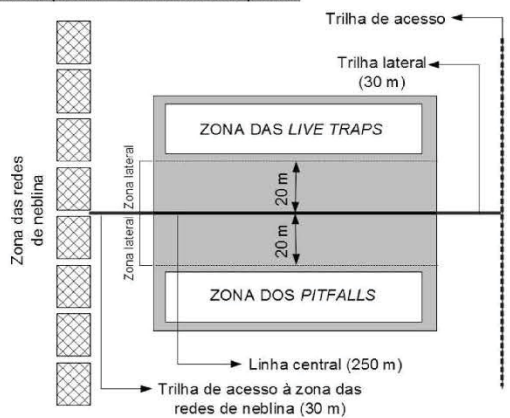
Desenhos esquemáticos do módulo de amostragem padrão e dos métodos amostrais a serem executados



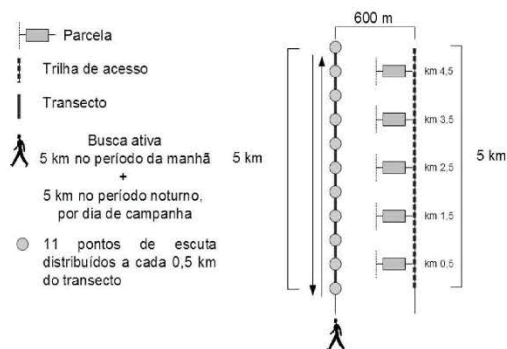
Módulo padrão – armadilhas fotográficas e de pegadas (mastofauna)



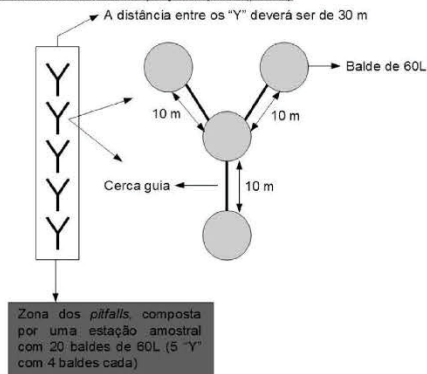
Módulo padrão – detalhamento da parcela

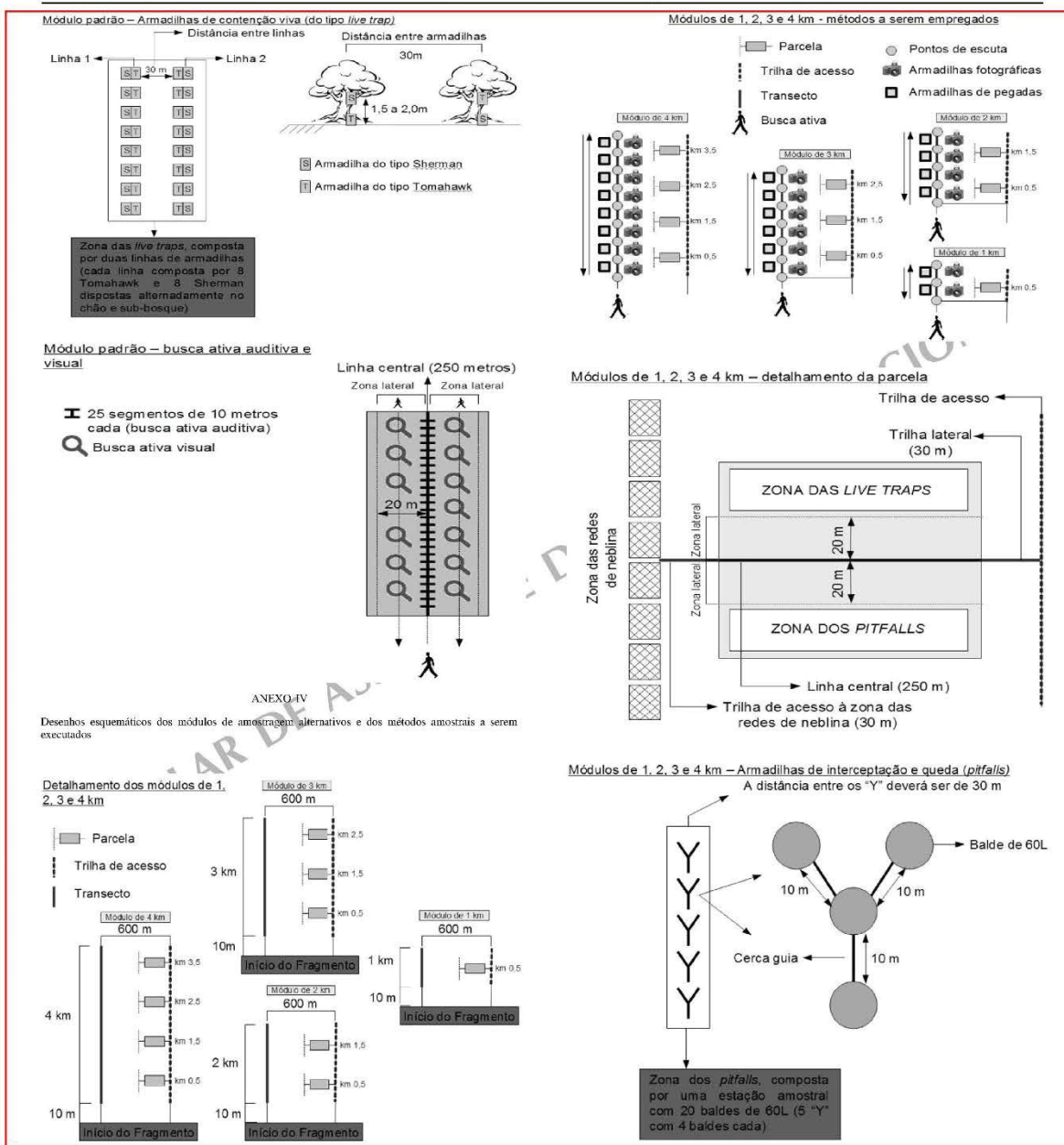


Módulo padrão - busca ativa e pontos de escuta (mastofauna e avifauna)



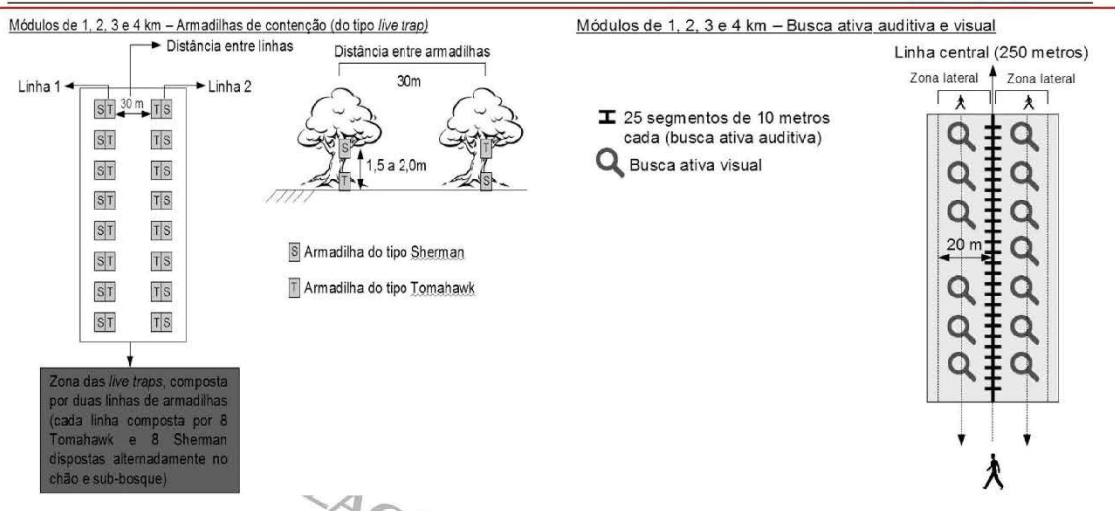
Módulo padrão – armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls*)





Este documento pode ser verificado no endereço eletrônico <http://www.in.gov.br/autenticidade.html>, pelo código 00012013072300065

Documento assinado digitalmente conforme MP nº 2.209-2 de 24/08/2001, que institui a Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil.



ANEXO V

Metodologias a serem executadas nas parcelas amostrais (fora dos módulos de amostragem)

1. Fauna Terrestre

1.1. Pequenos mamíferos não voadores:

1.1.1. Armadilhas de contenção viva (do tipo "live-trap") - deverá ser estabelecida em cada parcela uma zona de "live-traps", localizada paralelamente à linha central dessa parcela, em distância padrão de 20 m. Nessa zona deverão ser dispostas duas linhas de armadilhas, distantes 30 m entre si. Cada linha deverá ser composta por 8 pares de armadilhas "Tomahawk" e "Sherman", dispostos alternadamente no chão e sub-bosque (1,5 a 2,0 m de altura), com espaçamento longitudinal de 30 m entre cada um dos pares de armadilhas. Para atrair os mamíferos até as armadilhas deverá ser utilizada mistura de banana madura e pasta de amendoim. As armadilhas deverão ser checadas duas vezes ao dia, no meio da manhã e no meio da tarde.

1.1.2. Armadilhas de interceptação e queda ("pitfalls") - deverá ser estabelecida em cada parcela uma zona de "pitfalls", localizada paralelamente à linha central dessa parcela, à distância padrão de 20 m. Na zona de "pitfalls" deverá ser implantada estação amostral composta por 20 baldes, divididos em 5 "Y", distantes 30 m entre si. Os "Y" deverão ser compostos por 4 baldes de 60 litros cada, distantes 10 m uns dos outros. Os baldes deverão ser interligados por uma cerca-guia de lona plástica com 50 cm de altura, que deverá ser enterrada à aproximadamente 5 cm de profundidade no solo e mantida em posição vertical por estacas de madeira às quais será grampeada. Os baldes deverão ser furados para evitar o acúmulo de água e morte dos espécimes. Deverá ser adicionado a cada balde um anteparo de isopor para abrigar e flutuação. As armadilhas deverão ser verificadas duas vezes ao dia, no meio da manhã e no meio da tarde. Nos períodos entre amostragens os baldes deverão permanecer fechados e com as cerca-guia recolhidas, ou seja a estação só permanecerá apta à captura durante o período de campo.

1.2. Herpetofauna:

1.2.1. Armadilhas de interceptação e queda ("pitfalls") - o método de distribuição dos "pitfalls" deverá usar o mesmo modelo adotado para os pequenos mamíferos.

1.2.2. Busca ativa auditiva - os pesquisadores deverão percorrer a linha central das parcelas de 250 m, que deverão ser subdivididas em 25 segmentos de 10 m, registrando as vocalizações de anfíbios em cada segmento.

1.2.3. Busca ativa visual - após a execução da busca ativa auditiva, uma ou mais pessoas deverão percorrer a zona lateral de cada uma das parcelas amostrais, registrando todos os indivíduos avistados durante o percurso. O método se consistirá no revolvimento minucioso do folhagem e de troncos caídos, enquanto a parcela for percorrida, durante o dia e à noite. Esse método visa as amostragens de lagartos, serpentes de serrapilheira e anuros que vivem entre o folhagem.

1.3. Avifauna:

1.3.1. Captura com redes de neblina - deverão ser implantadas zonas de redes de neblina em cada uma das parcelas, dispostas perpendicularmente em relação à linha central dessas, com distanciamento de 30 m em relação às zonas de "pitfalls" e de "live-traps". Em cada zona deverão ser dispostas, em linha, 8 redes de neblina (12x2,5 m), que deverão permanecer ativas das 5:30 às 11:30.

ANEXO VI

Metodologias a serem executadas no transecto ou em suas proximidades (módulo de amostragem padrão)

I. Fauna Terrestre

1.1. Mamíferos de médio e grande porte:

1.1.1. Censo por transecto (busca ativa) - deverá ser estabelecido 1 (um) transecto de 5 km por módulo de amostragem, o qual deverá ser percorrido em sua totalidade, em dois horários do dia, com caminhadas iniciadas ao amanhecer e ao entardecer, buscando contato visual, auditivo (vocalizações) e observação de vestígios (pegadas, pelos, fezes, marcações, tocas, restos de carcaças). Os vestígios e os espécimes observados deverão ser georreferenciados e fotografados para o registro e confirmação da espécie.

1.1.2. Armadilhas fotográficas - deverão ser dispostas 5 pares de armadilhas fotográficas em cada um dos módulos padrões. O local de instalação das armadilhas deverá ser ajustado em campo, buscando os trilheiros/carreiros da fauna, com obtenção das coordenadas geográficas. As armadilhas deverão ser programadas para registrar horário e data, com o objetivo de identificar o período de atividade das espécies. As armadilhas fotográficas deverão permanecer em funcionamento por 14 (quatorze) dias sucessivos em cada campanha, em cada um dos módulos.

1.1.3. Armadilhas de pegadas - deverão ser implantadas 10 armadilhas de pegadas no transecto, distantes 500 m entre si, totalizando 10 armadilhas por módulo. No caso de módulos de amostragem que interceptam o eixo do empreendimento, deverão ser dispostas armadilhas de pegadas em ambos os lados da via (ao longo do acostamento ou da faixa de domínio), com comprimento de 100 m, localizadas em área de provável deslocamento de fauna. Essas armadilhas deverão ser verificadas duas vezes ao dia, juntamente com o censo por transecto. Após a verificação das armadilhas as pegadas deverão ser desfeitas.

1.2. Avifauna

1.2.1. Pontos de escuta - este método deverá permitir o levantamento de dados quantitativos e o cálculo do Índice Pontual de Abundância - IPA. A amostragem auditivo-visual deverá ocorrer no transecto, em 11 pontos fixos, distantes 500 m entre si. O período de amostragem em cada um desses pontos deverá ser de 10 minutos. As amostragens deverão ser iniciadas ao amanhecer e ao crepúsculo.

1.2.2. Censo por transecto de varredura - uma equipe deverá percorrer o transecto de 5 km dos módulos amostrais, estabelecendo-se uma faixa de observação de 20 m para cada lado. As amostragens deverão ser iniciadas ao amanhecer e ao crepúsculo.

ANEXO VII

Metodologias a serem executadas ao transecto ou em suas proximidades (módulos de amostragem de 1, 2, 3 e 4 quilômetros)

As metodologias de execução nos transectos alternativos deverão ser mantidas inalteradas em relação ao módulo de amostragem padrão, devendo ser empregados os esforços amostrais abaixo expostos:

1. Fauna Terrestre

1.1. Mamíferos de médio e grande porte:

1.1.1. Censo por transecto (busca ativa) - deverão ser percorridos os transectos (1, 2, 3 e 4 quilômetros), conforme o módulo amostral a ser utilizado.

1.1.2. Armadilhas fotográficas - deverá ser instalado um par de armadilhas a cada 1 km, em número de: 1 (um) par para o módulo de 1 km, 2 (dois) pares para o módulo de 2 km, 3 (três) pares para o módulo de 3 km e 4 (quatro) pares para o módulo de 4 km.

1.1.3. Armadilhas de pegadas - deverá ser implantada 1 armadilha de pegadas a cada 500m, em número de: 2 (duas) para o módulo de 1 km, 4 (quatro) para o módulo de 2 km, 6 (seis) para o módulo de 3 km e 8 (oito) para o módulo de 4 km. No caso de módulos de amostragem que interceptam o eixo do empreendimento, deverão ser dispostas armadilhas de pegadas em ambos os lados da via (ao longo do acostamento ou da faixa de domínio), com comprimento de 100 m, localizadas em área de provável deslocamento de fauna.

1.2. Avifauna

1.2.1. Pontos de escuta - deverão ser estabelecidos pontos fixos, distantes 500 m entre si, em número de: 3 (três) para o módulo de 1 km, 5 (cinco) para o módulo de 2 km, 7 (sete) para o módulo de 3 km e 9 (nove) para o módulo de 4 km.

1.2.2. Censo por transecto de varredura - deverão ser percorridos os transectos (1, 2, 3 e 4 quilômetros), conforme o módulo amostral a ser utilizado.

ANEXO VIII

Metodologias a serem executadas fora dos módulos amostrais

1. Herpetofauna

1.1. Anfíbios

1.1.1. Amostragem em sítios de reprodução - no caso da existência de sítios de reprodução nas proximidades dos módulos amostrais, deverá ser realizada amostragem visual e auditiva, com cálculo da abundância relativa, a partir da quantidade de vocalizações de machos em cada sítio.

1.2. Crocodylianos e quelônios

1.2.1. Levantamentos noturnos - para as amostragens de crocodylianos deverão ser realizados levantamentos noturnos, utilizando canoas com velocidade de 10 km/h, em todas as épocas do ano.

1.2.2. Armadilhas tipo "hoop" - deverão ser instaladas 4 armadilhas tipo "hoop" (60 ou 80cm, trama de 3 mm), preferencialmente em locais onde haja possibilidade de serem atingidas próximas à superfície, mantendo espaço fora d'água que garanta a sobrevivência dos indivíduos. As armadilhas deverão ser vistoriadas a cada 3 horas, no máximo.



1.2.3. Avistamento e mapeamento de praias - visando a amostragem de crocefílios e quelônios termorregulando, deverão ser realizadas estimativas de abundância por avistamento e mapeamento de praias. A metodologia consiste em percorrer (com utilização de embarcações ou a pé), diariamente, ao período diurno, todo o perímetro de margens dos rios interceptados pelo traçado do empreendimento. As margens deverão ser visitadas por dois observadores usando binóculos, fotografando-se, na medida do possível, todos os indivíduos amostrados. Os indivíduos devem ser contados e identificados taxonomicamente. Cada avistamento deverá ser geo-referenciado.

2. Ictiofauna e zoobentos

Deverão ser amostrados os cursos d'água selecionados, a jusante e a montante, devendo as campanhas ter duração efetiva de 4 dias, por ponto amostral.

2.1. Ictiofauna

2.1.1. Redes de emalhar - deverão ser utilizadas redes com malhas de tamanhos variados, específicos para cada ambiente. Essas deverão ser dispostas durante 12 horas consecutivas e revisadas a cada 2 horas. Deverá ser utilizado um total de duas redes.

2.1.2. Redes de arrasto - deverão ser utilizadas redes com malhas de tamanhos variados, específicos para cada ambiente. Visando à padronização da coleta, deverão ser respeitados o número de arrastos, o intervalo de tempo entre eles e a área de cobertura, previamente estabelecidos.

2.1.3. Tarrafas - o esforço amostral deverá ser padronizado, por dia de amostragem, com esforço mínimo de 15 lances.

2.1.4. Pacças e peneiras - o esforço amostral deverá ser padronizado por número de tentativas ou por tempo mínimo de permanência, com esforço mínimo de 30 repetições ou 1 hora.

2.2. Zoobentos

2.2.1. Deverão ser realizadas amostragens cíclicas de diferentes substratos nas estações selecionadas, analisando-se o pH, a cor e a turbidez da água, através de amostradores "Surber" (malha de

500 µm). A coleta deverá ser padronizada por área coberta (m²) em cada tipo de substrato.

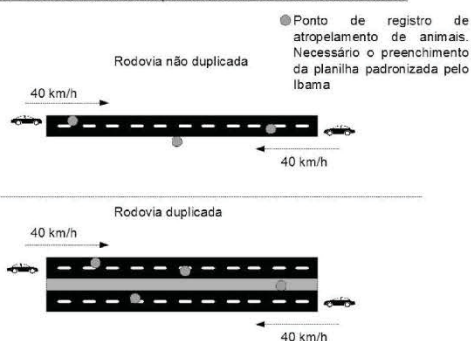
3. Todos os grupos faunísticos:

3.1 Entrevistas - de forma a complementar a amostragem primária executada, poderão ser realizadas entrevistas direcionadas com moradores do entorno, utilizando-se de fotografias da fauna de provável ocorrência na região. No entanto, os dados obtidos a partir deste método somente poderão ser utilizados para compor a lista de espécies prováveis da região (com indicação do método nas tabelas), não devendo ser utilizados nas análises estatísticas.

ANEXO IX

Desenhos esquemáticos das metodologias a serem utilizadas para o monitoramento dos atropelamentos de fauna

Rodovias - monitoramento dos atropelamentos de fauna com auxílio de carro



Ferrovias - monitoramento dos atropelamentos de fauna a pé



Rodovias - monitoramento dos atropelamentos de fauna a pé



Rodovias - planilha padronizada pelo Ibama (obtida em www.ibama.gov.br/licenciamento >> procedimentos)

Formulário para o registro de atropelamentos de espécies da fauna

IBAMA

Nome do empreendimento: _____ Nº do formulário: _____

Data da coleta: _____ Horário: _____ Tipo de coleta: _____

Trecho: _____ Município: _____ UF: _____

Coordenadas UTM Zona: _____ N _____ E _____ Km: _____

Tipo de rodovia: _____ Número de pistas: _____ Número total de faunas: _____

Tipo de pavimento: _____ Se sim, qual? _____

Divisão entre as pistas: _____ Se sim, qual? _____

Velocidade máxima permitida no trecho: _____ Se sim, qual? _____

Trecho com alguma intervenção? _____ Se sim, qual? _____

Vazamento de granel/alimentação na pista? _____ Se sim, qual? _____

Grupo taxonômico: _____ Tipo de registro: _____

Nome científico: _____ Nome comum: _____

Valor biológico: _____

Se ameaçado, qual(is) lista(s) de ameaça? _____

Sexo: _____ Se fêmea, informar: _____ Estágio de maturação: _____

Observações gerais: _____ Se encaminhado à Instituição, qual? _____

Fotos: _____

Ferrovias - planilha padronizada pelo Ibama (obtida em www.ibama.gov.br/licenciamento >> procedimentos)

Formulário para o registro de atropelamentos de espécies da fauna

IBAMA

Nome do empreendimento: _____ Nº do formulário: _____

Data da coleta: _____ Horário: _____ Tipo de coleta: _____

Trecho: _____ Município: _____ UF: _____

Coordenadas UTM Zona: _____ N _____ E _____ Km: _____

Paras de trens/linhas: _____ Número de linhas: _____ Velocidade máxima permitida no trecho: _____

Trecho com alguma intervenção? _____ Se sim, qual? _____

Vazamento de granel/alimentação na linha? _____ Se sim, qual? _____

Grupo taxonômico: _____ Tipo de registro: _____

Nome científico: _____ Nome comum: _____

Valor biológico: _____

Se ameaçado, qual(is) lista(s) de ameaça? _____

Sexo: _____ Se fêmea, informar: _____ Estágio de maturação: _____

Observações gerais: _____ Se encaminhado à Instituição, qual? _____

Fotos: _____

Este documento pode ser verificado no endereço eletrônico <http://www.in.gov.br/ataceniadabk.html>, pelo código 00012013072300067

Documento assinado digitalmente conforme MP nº 2.200-2 de 24/08/2001, que institui a Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil.