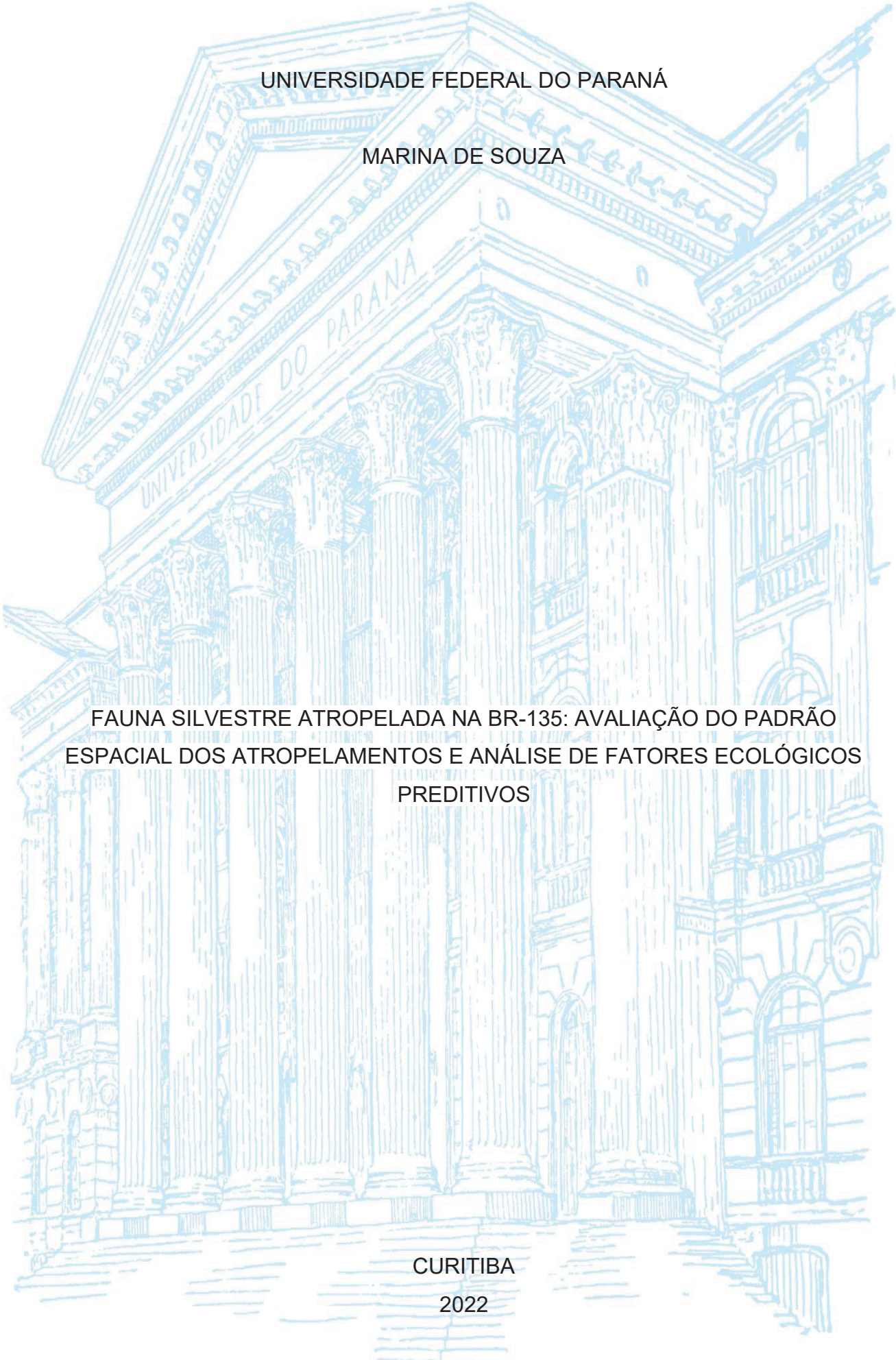




UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARINA DE SOUZA

FAUNA SILVESTRE ATROPELADA NA BR-135: AVALIAÇÃO DO PADRÃO
ESPACIAL DOS ATROPELAMENTOS E ANÁLISE DE FATORES ECOLÓGICOS
PREDITIVOS

CURITIBA

2022

MARINA DE SOUZA

FAUNA SILVESTRE ATROPELADA NA BR-135: AVALIAÇÃO DO PADRÃO
ESPACIAL DOS ATROPELAMENTOS E ANÁLISE DE FATORES ECOLÓGICOS
PREDITIVOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do título Mestre em Ciências Biológicas na Área de Concentração Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando C. Passos
Coorientador: Dr. Lucas Batista Crivellari

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Souza, Marina de

Fauna silvestre atropelada na BR-135 : avaliação do padrão espacial dos atropelamentos e análise de fatores ecológicos preditivos / Marina de Souza. – Curitiba, 2022.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando C. Passos.

Coorientador: Dr. Lucas Batista Crivellari.

1. Ecologia. 2. Estradas. 3. Fauna silvestre. I. Passos, Fernando de Camargo, 1964-. II. Crivellari, Lucas Batista, 1985-. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia. IV. Título.

Bibliotecária: Giana Mara Seniski Silva CRB-9/1406



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOLOGIA -
40001016008P4

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MARINA DE SOUZA** intitulada: **FAUNA SILVESTRE ATROPELADA NA BR-135: AVALIAÇÃO DO PADRÃO ESPACIAL DOS ATROPELAMENTOS E ANÁLISE DE FATORES ECOLÓGICOS PREDITIVOS**, sob orientação do Prof. Dr. FERNANDO DE CAMARGO PASSOS, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra 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, 23 de Fevereiro de 2022.

Assinatura Eletrônica

23/03/2022 15:25:29.0

FERNANDO DE CAMARGO PASSOS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

23/03/2022 20:31:53.0

ANDREAS KINDEL

Avaliador Externo (42001013)

Assinatura Eletrônica

24/02/2022 09:08:25.0

EMYGDIO LEITE DE ARAUJO MONTEIRO FILHO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Avenida Cel Francisco H Santos, s/n - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-1641 - E-mail: pgzoo@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 154918

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 154918

Dedico esse trabalho às atuais e futuras
mulheres na Ciência e às minhas sobrinhas.

AGRADECIMENTOS

A minha história como mestranda começou no coração de outra pessoa. Uma pessoa que enxergava que isso era possível, quando para mim não parecia muito factível. Então, **obrigada, Lucas!** Que bom que você é meu colega de trabalho, meu coorientador e meu amigo! Obrigada por me incentivar tanto e por me ajudar a me desenvolver! Obrigada por toda essa valiosa mentoria!

A inscrição para o processo seletivo foi um tanto “atropelada”, tal qual vários animais na BR-135 (rsrs). A proposta de pesquisa precisava da assinatura de um possível orientador. Procurei o professor Emygdio, e como sempre, não só consegui a assinatura no documento como também ganhei uns 40 minutos de uma conversa muito agradável sobre o tema da possível pesquisa a ser desenvolvida. O professor Emygdio deixou claro que não havia vagas o suficiente para me orientar, caso eu fosse aprovada. Mas essa não era uma preocupação minha, afinal eu não iria passar e só estava cumprindo o protocolo para ter a oportunidade de fazer a prova. **Obrigada, Professor Emygdio** por ser sempre tão generoso! E obrigada por ter acompanhado todo o trabalho desenvolvido.

O tempo para estudar para a prova escrita, era curto. Com a rotina de trabalho no ITTI, estava claro que seria impossível estudar tudo o que era necessário. Mas, estudei como se fosse uma adolescente com todo o tempo do mundo, os meus olhos passearam pelo Pough e, usando as minhas canetas coloridas, fiz várias anotações (e coraçõezinhos) ... Admito que, pelo Barnes, o passeio não foi tão agradável, e foi absurdamente breve. Invertebrados, desculpem-me!

Particpei de todo processo seletivo organizando o cronograma dos próximos meses para estudar mais e participar do processo seletivo que ocorreria no meio do ano. Mas, no dia 14 de fevereiro de 2020, estava lá o meu nome na lista dos candidatos aprovados! Fiquei absurdamente feliz! E, em seguida, lembrei que precisava ir atrás de um orientador! Então, consegui agendar um horário com o professor Fernando, expliquei toda a situação e ele aceitou me orientar! **Obrigada, Professor Fernando!**

Com isso, o meu 2020 estava lindo!!! Trabalho, faço mestrado, posso almoçar no restaurante universitário (RU) por R\$ 1,30 e pratico atividades físicas regularmente (eu estava aprendendo a nadar)!

No entanto, a pandemia joga um grande balde de água fria em todo o meu planejamento (e do mundo inteiro) para 2020... nada de RU, nada de natação, nada de aulas presenciais...

Eu não imaginava fazer um mestrado a distância, eu não imaginava só conhecer os meus colegas pelo *Whatsapp* e pelo *Teams* e ainda assim conseguir conquistar belas parecerias! **Obrigada, Malu, Mari (Marina Zachow), e Isabela!** A parceria de vocês foi essencial nesses dois anos!

Além disso, existem várias outras pessoas que são coautoras dessa dissertação. Pessoas que, mesmo em finais de semana e feriados, estiveram presentes na organização dos dados, nas atividades de campo e trocando ideias sobre ecologia de estradas: **Geisy, Ana, Lucas** (de novo) **Leo, João, Karin, Anna Carone, Zonta, Pedro**, Obrigada! Com vocês pude ativar o meu modo “suricato” atrás de cada carcaça fresca, fedida ou “larventa”. Ah! e se eu tenho mapas lindos, pude organizar as informações sobre uso do solo e ainda apresentar os hotspots em diagramas unifilares é porque eu posso contar com o **Dyeison, Larissa e Alessandra!** Obrigada, pessoal!

Nesse processo ainda pude contar com o apoio de pessoas incríveis e essenciais para proporcionar mais qualidade ao trabalho. Obrigada **Lucas** (sim, ele de novo...rsrs), **Celso, Sandro e Michel** (o ranzinza mais amável que eu conheço!), pelo apoio na identificação dos animais atropelados... vocês são verdadeiros CSIs da ecologia de estradas! Não posso deixar de agradecer ao **Andreas Kindel** pelos *feedbacks* essenciais que vão contribuir muito para o meu desenvolvimento como pesquisadora e por adotar uma postura agradável que me permitiu chegar à defesa de uma forma mais tranquila! Obrigada, Andreas!

Obrigada, Durval! por permitir que eu me envolvesse nas atividades do Programa de Proteção à Fauna da BR-135! Obrigada, ITTI, FUPEF, DNIT e Ibama!

Preciso agradecer também aos meus familiares, à minha mãe, e a minha irmã, **Lilian** que sempre me apoia incondicionalmente! E ao meu marido que perguntou

inúmeras vezes se faltava muito para eu terminar, pois ele queria a minha companhia!
Amor, terminei!

RESUMO

Empreendimentos lineares, como rodovias, são demandas para o suprimento de necessidades da sociedade. No entanto, a implantação e a operação de estradas, resultam em interações negativas e perdas significativas de biodiversidade. Para avaliação e monitoramento de impactos das rodovias à biodiversidade, é essencial incluir a análise de padrões espaciais de atropelamento de fauna. Isso é realizado a fim de viabilizar a identificação dos locais prioritários para a implementação de medidas de mitigação. Nesse contexto, os objetivos do presente estudo são: (I) identificar quais espécies são mais impactadas pelos atropelamentos de fauna; (II) calcular estimativas de taxas de fatalidade – considerando os parâmetros de percepção do observador e tempo de persistência de carcaça-; (III) avaliar a distribuição espacial destes eventos de atropelamento, (IV) avaliar a influência de descritores ambientais da paisagem na frequência dos eventos de atropelamentos. A área estudada compreende 368,8 quilômetros da BR-135, no trecho entre Barreiras/BA e Manga/MG, no bioma Cerrado, local considerado prioritário para conservação. Foram realizadas 36 expedições mensais de monitoramentos da fauna atropelada, com automóvel com velocidade entre 40 e 60 km/h, entre 2017 e 2020. A fauna foi registrada por meio de fotografias e encaminhadas a especialistas, em caso de incerteza taxonômica. Para estimar as taxas de fatalidade, foram calculados dois fatores de correção para corrigir vieses relacionados a detectabilidade dos observadores e ao tempo de persistência das carcaças na via. Assim, para estabelecer a percepção do observador, alguns trechos da rodovia foram comparados usando dois métodos: por veículo e a pé. Já em relação ao tempo de persistência das carcaças, foram realizadas expedições nas quais as carcaças frescas foram acompanhadas ao longo de quatro dias e avaliadas quanto a sua persistência na via. Para testar se a distribuição dos atropelamentos ao longo da rodovia ocorre de forma aleatória, espacialmente, foi realizada a análise de agregação espacial de *K-Ripley*. Uma vez identificada a presença de agregação espacial, foi utilizada a análise Hotspots-2D para identificar a localização e os trechos de maior intensidade dessas agregações de atropelamentos. Estes protocolos foram realizados utilizando o *software* Siriema. De forma complementar foram realizadas análises das variáveis ambientais para identificar os principais preditores dos eventos de atropelamentos. Foram registrados 1549 tetrápodes silvestres mortos por atropelamento, dentre os quais 30% foram anuros, 26% aves, 23% mamíferos e 21% répteis. As espécies mais impactadas de cada grupo foram *Rhinella diptycha*, *Coragyps atratus*, *Cerdocyon thous* e *Philodryas nattereri*, respectivamente. A taxa de fatalidade foi estimada em 71,7 atropelamentos/dia considerando os fatores de correção de percepção do observador (22%) e o tempo de persistência de carcaça (2,18 dias). Com as análises realizadas no *software* Siriema foram identificados 23 pontos críticos de atropelamentos. As variáveis que melhor explicaram a frequência dos atropelamentos foram formação florestal e número de corpos d'água. O trabalho apresenta uma lista abrangente da fauna impactada por rodovias, informações ecológicas que podem ser generalizadas para o bioma Cerrado e favorece o planejamento de estruturas viárias sustentáveis.

Palavras-chaves: Ecologia de estradas, Pontos críticos de atropelamentos de fauna, Vertebrados atropelados;

ABSTRACT

Linear infrastructure intrusions, such as roads and highways, are necessary to supply society's needs. However, the implementation and operation of these projects result in negative environmental impacts and consequently significant losses of biodiversity. To assess and monitor the impacts of roads and highways on biodiversity, it is essential to investigate the spatial patterns of road kills, in order to enable the identification of priority sites for the implementation of mitigation measures. In this context, the objectives of the present study are: (I) to identify which species are most impacted by road kills; (II) calculate estimates of fatality rates – considering the parameters of observer perception and carcass persistence time-; (III) to evaluate the spatial distribution of the roadkill events, (IV) to evaluate the influence of environmental landscape descriptors on the frequency of roadkill events. The studied area measures 368.8 kilometers of the BR-135 highway, along the stretch between Barreiras (State of Bahia) and Manga (State of Minas Gerais), in the Cerrado biome, an area considered a conservation priority. Between 2017 and 2020, 36 monthly monitoring expeditions were carried out to monitor the fauna hit by vehicles, with a car at a speed of 40 to 60 km/h. The fauna was recorded through photographs, and in case of taxonomic uncertainty, these were forwarded to specialists. First, fatality rates were estimated by calculating two correction factors to correct biases related to the perception of the observers to detect the carcasses, and the time the carcasses remained on the road, and thus remained available for counting. Therefore, to establish observer perception, some stretches of the highway were compared using two methods: by vehicle and on foot. In order to determine the time the carcasses remained, expeditions were carried out in which fresh carcasses were monitored during four days to evaluate their persistence on the road. To test whether the distribution of road kills along the highway occurs spatially randomly, the K-Ripley spatial aggregation analysis was performed. Once the presence of spatial aggregation was identified, the Hotspots-2D analysis was used to identify where the most intense stretches of these roadkill aggregations were located. These protocols were performed using Siriema software. Additionally, environmental variables were analyzed to identify the main predators of the road kills. A total of 1549 wild tetrapod were recorded, among which 30% were anurans, 26% birds, 23% mammals and 21% reptiles. The most impacted species in each group were *Rhinella diptycha*, *Coragyps atratus*, *Cerdocyon thous* and *Philodryas nattereri*, respectively. The fatality rate was estimated at 71.7 road kills/day considering the correction factors for the observer's perception (22%) and the carcass persistence time (2.18 days). With the analyzes carried out in the Siriema software, 23 critical points for road kills were identified. The variables that best explained the frequency of road kills were forest formation and number of nearby water bodies. This study presents a comprehensive list of fauna impacted by roads and highways, as well as ecological information that can be generalized to the Cerrado biome and thus contribute to the development of sustainable road planning.

Keywords: Road ecology, Critical fauna roadkill points, vertebrate road kills;

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – FAUNA ATROPELADA E TAXAS DE FATALIDADE NA BR-135/BA/MG

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA BR-135 COM INDICAÇÃO DA SEÇÃO ESTUDADA ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG E A SOBREPOSIÇÃO COM ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO, USO SUSTENTÁVEL E REPARTIÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA.....	18
FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DOS TRECHOS MONITORADOS A PÉ E DE CARRO	22
FIGURA 3 – PROPORÇÃO, EM PORCENTAGEM E EM NÚMEROS ABSOLUTOS, DOS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS ATROPELADOS NA BR-135, TRECHO DE BARREIRAS/BA A MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E MARÇO DE 2020.....	25
FIGURA 4 – TÁXONS DE ANFÍBIOS ATROPELADOS NA BR-135, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.	27
FIGURA 5 - ESPÉCIES DE ANFÍBIOS COM MAIOR NÚMERO DE REGISTROS DE ATROPELAMENTOS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.	27
FIGURA 6 - ESPÉCIES DE AVES MAIS ATROPELADAS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.	28
FIGURA 7 – TÁXONS DE AVES SILVESTRES ATROPELADAS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.	29
FIGURA 8 – TÁXONS DE MAMÍFEROS ATROPELADOS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.	30

FIGURA 9 - ESPÉCIES DE MAMÍFEROS COM MAIOR NÚMERO DE REGISTROS DE ATROPELAMENTOS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES	31
FIGURA 10 – TÁXONS DE RÉPTEIS SILVESTRES ATROPELADAS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES	32
FIGURA 11 - ESPÉCIES DE RÉPTEIS MAIS ATROPELADAS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES	33
FIGURA 12 – CURVA DE RAREFAÇÃO DOS GRUPOS DE VERTEBRADOS REGISTRADOS ATROPELADOS NA BR-135/BA/MG.....	35
FIGURA 13 – PROPORÇÃO DOS ATROPELAMENTOS PARA OS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS ESTIMADA ATRAVÉS DAS TAXAS DE FATALIDADE CORRIGIDAS POR MEIO DOS PARÂMETROS P E TR	41
FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS REGISTRADOS NO TRECHO 1 PARA TETRÁPODES.....	63
FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DOS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS NO TRECHO 1....	64
FIGURA 3 – SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DOS ATROPELAMENTOS DE DIFERENTES GRUPOS DE TETRÁPODES NO TRECHO 1.....	67
FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE ANIMAIS TETRÁPODES NAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS NO TRECHO 1.....	68
FIGURA 5 - SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE TETRÁPODES SILVESTRES NO TRECHO 1 NAS ESTAÇÕES SECA E CHUVOSA.....	70
FIGURA 6 – DIAGRAMA UNIFILAR DO TRECHO 1, COM OS <i>HOTSPOTS</i> REFERENTES AOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA	71
FIGURA 7 - LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS REGISTRADOS NO TRECHO 2 PARA TETRÁPODES.....	73

FIGURA 8 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DOS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS TETRÁPODES NO TRECHO 2.....	74
FIGURA 9 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE TETRÁPODES NAS DIFERENTES PERÍODOS CLIMÁTICAS NO TRECHO.....	76
FIGURA 10 – SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DOS DIFERENTES GRUPOS DE TETRÁPODES SILVESTRES NO TRECHO 2.....	77
FIGURA 11 – SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE TETRÁPODES SILVESTRES NO TRECHO 2 NAS ESTAÇÕES SECA E CHUVOSA.....	79
FIGURA 12 – DIAGRAMA UNIFILAR DO TRECHO 2, COM OS <i>HOTSPOTS</i> REFERENTES AOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA	80
FIGURA 13 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS REGISTRADOS NO TRECHO 3 PARA TETRÁPODES.....	82
FIGURA 14 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DOS DIFERENTES GRUPOS DE TETRÁPODES NO TRECHO 3.....	83
FIGURA 15 – SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DOS DIFERENTES GRUPOS DE TETRÁPODES SILVESTRES NO TRECHO 3.....	85
FIGURA 16 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE TETRÁPODES NAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS NO TRECHO 3.....	86
FIGURA 17 – SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE TETRÁPODES NO TRECHO 3 NAS ESTAÇÕES SECA E CHUVOSA	87
FIGURA 18 – DIAGRAMA UNIFILAR DO TRECHO 3, COM OS <i>HOTSPOTS</i> REFERENTES AOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA	87
FIGURA 19 – NÚMERO PREDITO DE ATROPELAMENTOS NOS QUILOMETROS CONTEMPLADOS PELOS 23 <i>HOTSPOTS</i> EM FUNÇÃO DE: a) FORMAÇÕES FLORESTAIS (EM ESCALA LOGARÍTMICA) EM UM	

RAIO DE 5 KM; **b)** NÚMERO DE CORPOS ÁGUA (EM ESCALA LOGARÍTMICA) EM UM RAIO DE 5 KM 94

FIGURA 20 – CONTRIBUIÇÕES INDEPENDENTES DE FATORES AMBIENTAIS PARA A ABUNDÂNCIA DE ATROPELAMENTOS DAS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS, RÉPTEIS, AVES E ANFÍBIOS..... 95

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I – FAUNA ATROPELADA E TAXAS DE MORTALIDADE NA BR-135/BA/MG

QUADRO 1 – ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO REGISTRADAS ATROPELADAS NA BR-135/BA/MG	34
QUADRO 2 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE DETECTABILIDADE DE FAUNA ATROPELADA	36
QUADRO 1 – VARIÁVEIS MENSURADAS PARA A ANÁLISE DE PAISAGEM	59
QUADRO 2 - <i>HOTSPOTS</i> IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NO TRECHO 1	64
QUADRO 3 - <i>HOTSPOTS</i> IDENTIFICADOS PARA OS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS TRECHO 1.	65
QUADRO 4 - <i>HOTSPOTS</i> IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NAS DIFERENTES PERÍODOS CLIMÁTICAS NO TRECHO 1.	68
QUADRO 5 - <i>HOTSPOTS</i> IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NO TRECHO 2	74
QUADRO 6 - <i>HOTSPOTS</i> IDENTIFICADOS PARA OS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS NO TRECHO 2	75
QUADRO 7- <i>HOTSPOTS</i> IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS NO TRECHO 2	78
QUADRO 8 - <i>HOTSPOTS</i> IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NO TRECHO 3	83
QUADRO 9 - <i>HOTSPOTS</i> IDENTIFICADOS PARA OS DIFERENTES GRUPOS DE TETRÁPODES NO TRECHO 3	84
QUADRO 10 - <i>HOTSPOTS</i> IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS NO TRECHO 3	86
QUADRO 11 - <i>HOTSPOTS</i> AJUSTADOS PARA ANÁLISE DE PAISAGEM ...	89

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – FAUNA ATROPELADA E TAXAS DE MORTALIDADE NA BR-135/BA/MG

TABELA 1 – RESULTADOS DO CÁLCULO DA PERCEPÇÃO DO OBSERVADOR (P) DA FAUNA ATROPELADA	37
TABELA 2 – RESULTADOS DOS CÁLCULOS DE TEMPO CARACTERÍSTICO DE REMOÇÃO (TR).....	39
TABELA 3 - TAXAS DE FATALIDADE ESTIMADAS PARA OS TRÊS TRECHOS ESTUDADOS NA BR-135/BA/MG.	40
TABELA 4 – ESTIMATIVAS DA TAXA DE FATALIDADE DE ANIMAIS SILVESTRES NA BR-135/BA/MG.....	41
TABELA 1 – VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO - ANT, CUT, PAS, FSA, FFL (HECTARES) -; CONFIGURAÇÃO DA PAISAGEM – DCA, DUR, (DISTÂNCIA EM METROS); CARACTERÍSTICAS DA RODOVIA MENSURADAS EM <i>BUFFERS</i> DE 5 KM DE RAIO A PARTIR DE CADA QUILOMETRO CONTEMPLADO NOS 23 <i>HOTSPOTS</i> – NCA, PAC, GEO, CHI.	91
TABELA 2 – CONJUNTO DE MODELOS, A <i>PRIORI</i> , USADOS PARA EXAMINAR AS RELAÇÕES ENTRE NÚMERO DE ATROPELAMENTOS E VARIÁVEIS AMBIENTAIS DA PAISAGEM E ESTRUTURAIS DA RODOVIA NOS <i>HOTSPOTS</i>	93
TABELA 3 – COEFICIENTES E ERRO PADRÃO DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS DO MODELO PREDITIVO MAIS PARCIMONIOSO EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE ATROPELAMENTOS NOS <i>HOTSPOTS</i> , AJUSTADO POR MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA ..	93
TABELA 4 - RESULTADO DA PARTIÇÃO HIERÁRQUICA CORRELACIONANDO O NÚMERO DE ATROPELAMENTOS AOS FATORES AMBIENTAIS E ESTRUTURAIS	96

SUMÁRIO

PRÓLOGO	13
Capítulo I – Fauna atropelada e taxas de fatalidade na BR-135/BA/MG	15
1 INTRODUÇÃO	15
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1 ÁREA DE ESTUDO	17
2.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	18
2.2.1 Fauna silvestre atropelada.....	19
2.2.2 Percepção do observador (P).....	21
2.2.3 Persistência das carcaças – tempo característico de remoção (TR)	23
2.2.4 Taxas de fatalidade	23
3 RESULTADOS	25
3.1 FAUNA SILVESTRE ATROPELADA.....	25
3.1.1 Espécies ameaçadas.....	33
3.1.2 Suficiência amostral.....	34
3.2 PERCEPÇÃO DO OBSERVADOR.....	36
3.3 PERSISTÊNCIA DAS CARCAÇAS – TEMPO CARACTERÍSTICO DE REMOÇÃO (TR)	38
3.4 TAXA DE FATALIDADE	39
4 DISCUSSÃO	43
5 CONCLUSÃO.....	53
Capítulo II - Padrão espacial e fatores ecológicos preditivos dos atropelamentos de fauna silvestre na BR-135	54
1 INTRODUÇÃO	54
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.1 ANÁLISES DE <i>HOTSPOTS</i>	56

2.1.1	Determinação dos pontos críticos de atropelamentos	56
2.1.2	Avaliação dos pontos críticos de atropelamentos	57
2.2	INFLUÊNCIA DA PAISAGEM E DE CARACTERÍSTICAS DA RODOVIA NA FORMAÇÃO DOS <i>HOTSPOTS</i>	58
3	RESULTADOS	62
3.1	ANÁLISE DE <i>HOTSPOTS</i>	62
3.1.1	Determinação dos pontos críticos de atropelamentos (hotspots)	62
3.1.2	Avaliação dos pontos críticos de atropelamentos	89
3.2	INFLUÊNCIA DA PAISAGEM E CARACTERÍSTICAS DA RODOVIA NA FORMAÇÃO DOS <i>HOTSPOTS</i>	90
4	DISCUSSÃO	97
5	CONCLUSÃO	99
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
	REFERÊNCIAS	101

PRÓLOGO

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, podem comprometer sistemas ecológicos naturais resultando em uma série de impactos negativos e perda de biodiversidade (BUJOCZEK *et al.*, 2011 e MAIA; BAGER, 2013).

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 à mortalidade 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, 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; KOCIOLEK, 2006).

Desta forma, conhecer e mensurar os impactos rodoviários em animais silvestre, em uma das regiões consideradas biologicamente mais ricas e mais ameaçadas do planeta, que é o bioma Cerrado (MITTERMEIER *et al.*, 2004), torna-se imprescindível. Além disso, de acordo com Grilo *et al.* (2018), os estudos sistemáticos de monitoramento de fauna atropelada são realizados principalmente no Sul do Brasil. Assim, estudar a fauna atropelada em regiões mais ao norte do país, são importantes para ampliar o conhecimento zoológico nestas áreas, contribuindo para o superar a lacuna de conhecimento em ecologia de estradas nesses locais.

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 de impactos à biodiversidade local.

Neste contexto, a rodovia federal BR-135, foi licenciada para regularização, implantação e melhoramento no trecho entre os municípios de Barreiras/BA e Manga/MG, conforme exigência legal. Este trecho rodoviário, que é um importante corredor de transporte no país, passa por áreas ambientalmente sensíveis caracterizadas pela presença de corpos hídricos, Unidades de Conservação e áreas cársticas (área com rochas solúveis), que junto às cavernas, formam um domínio geomorfológico frágil e peculiar, de alta importância ao ecossistema local e regional.

Essa rodovia, 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), apresenta diferentes níveis de urbanização e extensas áreas de cultivo. Além disso, esse trecho da BR-135, sobrepõe-se ao Chapadão Ocidental da Bahia que é uma das maiores extensões de planaltos do Cerrado, considerado uma das principais regiões que carecem de estudos de inventariamento de fauna do Brasil Central (Nogueira *et al.*, 2010).

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, a presente dissertação foi elaborada com base nos dados coletados via Programa de Proteção à Fauna (UFPR/ITTI, 2015), “Subprograma de Monitoramento e Mitigação dos Atropelamentos de Fauna”.

O documento está estruturado em dois capítulos: **“Capítulo I – Fauna atropelada e taxas de fatalidade na BR-135/BA/MG”** e **“Capítulo II – Padrão espacial e fatores ecológicos preditivos dos atropelamentos de fauna silvestre na BR-135”**. O primeiro capítulo foi destinado a apresentar a lista de espécies registradas nos monitoramentos de fauna atropelada, bem como as taxas de fatalidade em diferentes contextos (todo o conjunto de dados; diferentes grupos de vertebrados; estação climática; tamanho corporal). Já o segundo capítulo, destina-se a identificar quais são os pontos críticos de atropelamentos (*hotspots*), bem como

avaliar quais são os principais componentes da paisagem e, de infraestrutura da via (acostamento, retas, curvas) que influenciam o número de atropelamentos.

CAPÍTULO I – FAUNA ATROPELADA E TAXAS DE FATALIDADE NA BR-135/BA/MG

1 INTRODUÇÃO

A vida selvagem é afetada pelas rodovias de várias formas: o *habitat* é perdido para implantação da estrada; há a degradação da área adjacente; algumas espécies são atraídas por recursos (carniça, grãos derramados ou calor para termorregulação); há o efeito barreira, no qual se reduz o movimento dos animais, ou os indivíduos que tentam atravessar são mortos devido às colisões; há ainda animais que evitam ativamente a estrada ou *habitat* degradado da área adjacente. Em contrapartida, algumas espécies usam a vegetação à beira da estrada como *habitat* e/ou como corredor de movimento. Nesse contexto o impacto mais visível à sociedade é a mortalidade devido colisões diretas com veículos (REE *et al.*, 2015).

A mortalidade por atropelamentos pode afetar a dinâmica das populações locais aumentando o risco de declínio em especial para aquelas espécies que já se encontram em alguma categoria de ameaça (CEIA-HASSE *et al.*, 2017). Para uma eficiente avaliação dos impactos das estradas nos animais silvestres é necessário um conjunto de dados (GRILO *et al.*, 2018), que inclua o inventariamento das espécies que estão sendo impactadas, bem como a mensuração das taxas de fatalidade dos diferentes grupos afetados e em diferentes contextos (*i.e.* sazonalidade). Tais informações são essenciais para orientar tomadas de decisões que busquem minimizar esses impactos (GRILO *et al.*, 2018).

No que concerne à avaliação das taxas de fatalidade, em monitoramentos realizados com veículos, é essencial buscar formas de minimizar o erro de amostragem quanto à persistência da carcaça na rodovia (visto que muitas se decompõem ou são removidas pelo fluxo de veículos ou carnicheiros) e quanto à detectabilidade das carcaças pelos observadores (considerado que carcaças pequenas são mais difíceis de serem detectadas pelos observadores). Em estudos em que as taxas de fatalidade são obtidas apenas com base nos registros diretos dos

atropelamentos há a tendência de que os resultados subestimem o número total de animais mortos (SANTOS *et al.*, 2016).

Desse modo, no Capítulo I, busca-se obter um panorama geral dos atropelamentos de animais silvestres no trecho da BR-135, entre os municípios de Barreiras/BA e Manga/MG, com os objetivos de: (I) inventariar animais silvestres atropelados e (II) estimar taxas de fatalidades corrigidas pelos parâmetros de percepção do observador e persistência de carcaça, para diferentes grupos de vertebrados (anfíbios, aves, mamíferos e répteis), estações climáticas (seca e chuvosa) e ainda para diferentes massas corporais (sendo considerados animais pequenos os com massa inferior a 500 g e grandes os animais acima dessa massa). O estudo será guiado pela hipótese de que anfíbios, aves e répteis sofram maior subestimação nas taxas de fatalidade quando comparados à mamíferos, pelo fato de, em sua maioria, apresentarem espécies de pequeno tamanho corporal e, portanto, sujeitos a menor detectabilidade pelos observadores e menor tempo de persistência na estrada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado ao longo de 368,8 quilômetros da rodovia BR-135, no estado da Bahia, entre o município de Barreiras (km 179,9) e o município de Cocos (km 466,8), e no estado de Minas Gerais, entre o município de Montalvânia (km 0,0) e o município de Manga (km 82,0) (FIGURA 1).

Segundo a classificação de Koppen, 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 BSwH, 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 e 2000 mm e a temperatura média anual varia de 21°C a 24°C (BAHIA, 1988).

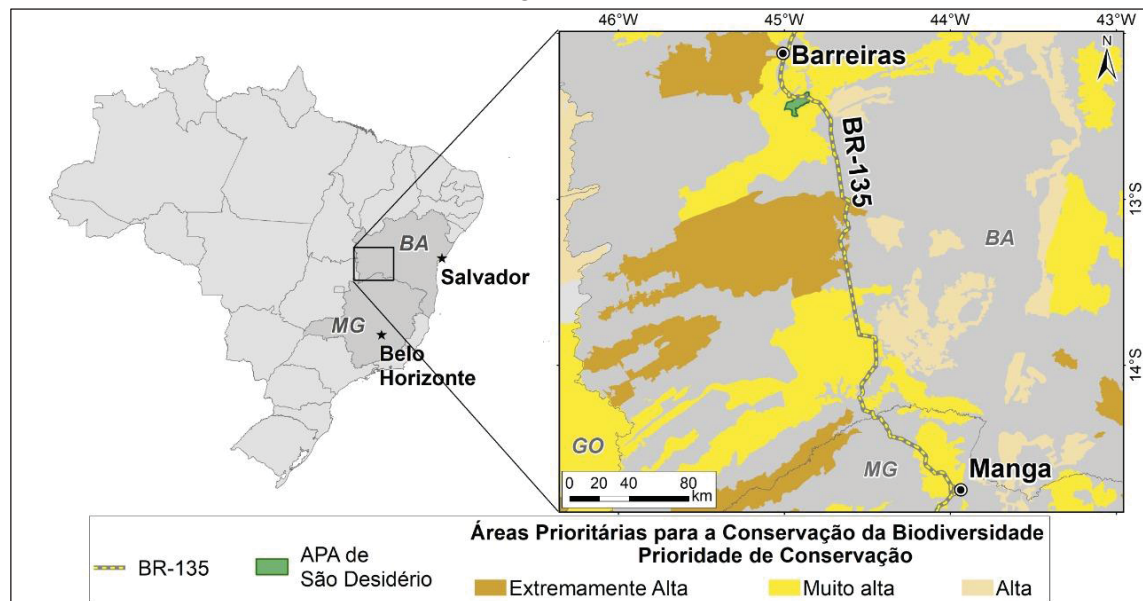
Na área de estudo, encontram-se predominantemente tipologias do bioma Cerrado, além de algumas tipologias florestais do bioma Mata Atlântica (floresta estacional semidecidual), conforme a classificação da vegetação brasileira (IBGE, 2012). Além disso, o Cerrado é um dos biomas mais heterogêneos do Brasil, pois sua expressiva extensão territorial possibilita a existência de diferentes tipos de relevo, solo e clima, os quais têm influência direta sob a diversidade biológica verificada neste domínio (MARTHA JÚNIOR, 2008; FELFILI, 2015).

Como reflexo da heterogeneidade nos atributos geoclimáticos, 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 enclaves das florestas estacionais, 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, 2004).

O segmento estudado da rodovia está inserido em um agrupamento de áreas prioritárias 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). Além disso, intercepta a Área de Proteção Ambiental de São Desidério, Unidade de Conservação Estadual de Uso Sustentável (FIGURA 1).

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA BR-135 COM INDICAÇÃO DA SEÇÃO ESTUDADA ENTRE BARREIRAS/BA E MANGA/MG E A SOBREPOSIÇÃO COM ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO, USO SUSTENTÁVEL E REPARTIÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA



FONTE: UFPR/ITTI (2021).

2.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os registros da fauna atropelada foram realizados em toda a extensão da BR-135/BA/MG, entre as cidades de Barreiras/BA e Manga/MG, que foi dividida em três trechos:

- Barreiras (BA), do km 179,9 ao Rio do Meio no km 324, com 144,1 quilômetros;
- Rio do Meio (BA), do km 324 à divisa BA/MG no km 466,8, com 142,8 quilômetros;
- Divisa BA/MG, do km 0 a Manga (MG) no km 82 com 82 quilômetros.

As atividades foram realizadas mensalmente e cada trecho foi percorrido em dias distintos consecutivos, utilizando veículo com velocidade entre 40 e 60 km/h, nos dois sentidos da rodovia, entre março de 2017 e março de 2020. De forma complementar foram realizadas dez expedições para o estabelecimento da

“percepção do observador” e nove expedições para o estabelecimento do “tempo de persistência de carcaça”, ambas para obter coeficientes que permitam estimar uma taxa de fatalidade mais precisa.

O monitoramento dos atropelamentos de fauna foi executado conforme a Instrução Normativa Ibama nº 13, de 19 de julho de 2013, que dispõe de um formulário padronizado de coleta de dados, “Formulário para o registro de atropelamentos de espécimes de fauna”. 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, tipo de rodovia, presença de granel, como milho e soja, na pista etc. (BRASIL, 2013).

Os espécimes foram identificados durante as atividades em campo. No entanto, para os indivíduos que não foi possível a identificação imediata, foram consultadas literaturas específicas. Para a identificação de anuros foi utilizado o trabalho de Valdujo *et al.* (2009); para as aves foi utilizado Sigrist (2009); para os répteis Freitas *et al.* (2016) e Recoder e Nogueira (2007); e, os mamíferos foram identificados de acordo com Reis e colaboradores (2010). Ainda, em caso de incerteza taxonômica, os registros fotográficos dos animais foram encaminhados à especialistas.

2.2.1 Fauna silvestre atropelada

No presente documento, cabe definir que o termo “tetrápodes” será utilizado para designar a totalidade dos diferentes grupos de vertebrados contemplados no estudo: anfíbios, aves, mamíferos e répteis

2.2.1.1 Espécies ameaçadas

As espécies registradas foram avaliadas quanto ao seu *status* de conservação. Para esse levantamento foi consultada:

I. Em nível mundial:

- a. “Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas da União Internacional de Conservação da Natureza e Recursos Naturais” (IUCN)¹.
- II. Em nível nacional:
 - a. ““Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção”, Volume I (ICMBio/MMA, 2018).
- III. Em nível estadual:
 - a. “Lista Oficial das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado da Bahia” (Portaria SEMA nº 37/2017);
 - b. “Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais” (Deliberação Normativa COPAM nº 147/2010);

2.2.1.2 Suficiência amostral

Para avaliar a suficiência amostral, curvas de rarefação foram calculadas com base no número de espécies e sua relação com o aumento acumulativo ao longo das expedições de amostragem. Este procedimento foi realizado aplicando a opção de 500 aleatorizações geradas com base na matriz de dados de ocorrência das espécies ao longo das 36 expedições de amostragens. As curvas de rarefação foram calculadas no programa computacional “*EstimateS 9.1*” (COLWELL, 2013).

¹ UNIÃO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E RECURSOS NATURAIS (IUCN). **Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçada.** Disponível no site <https://www.iucnredlist.org>. Acessos em: 05 nov. 2020.

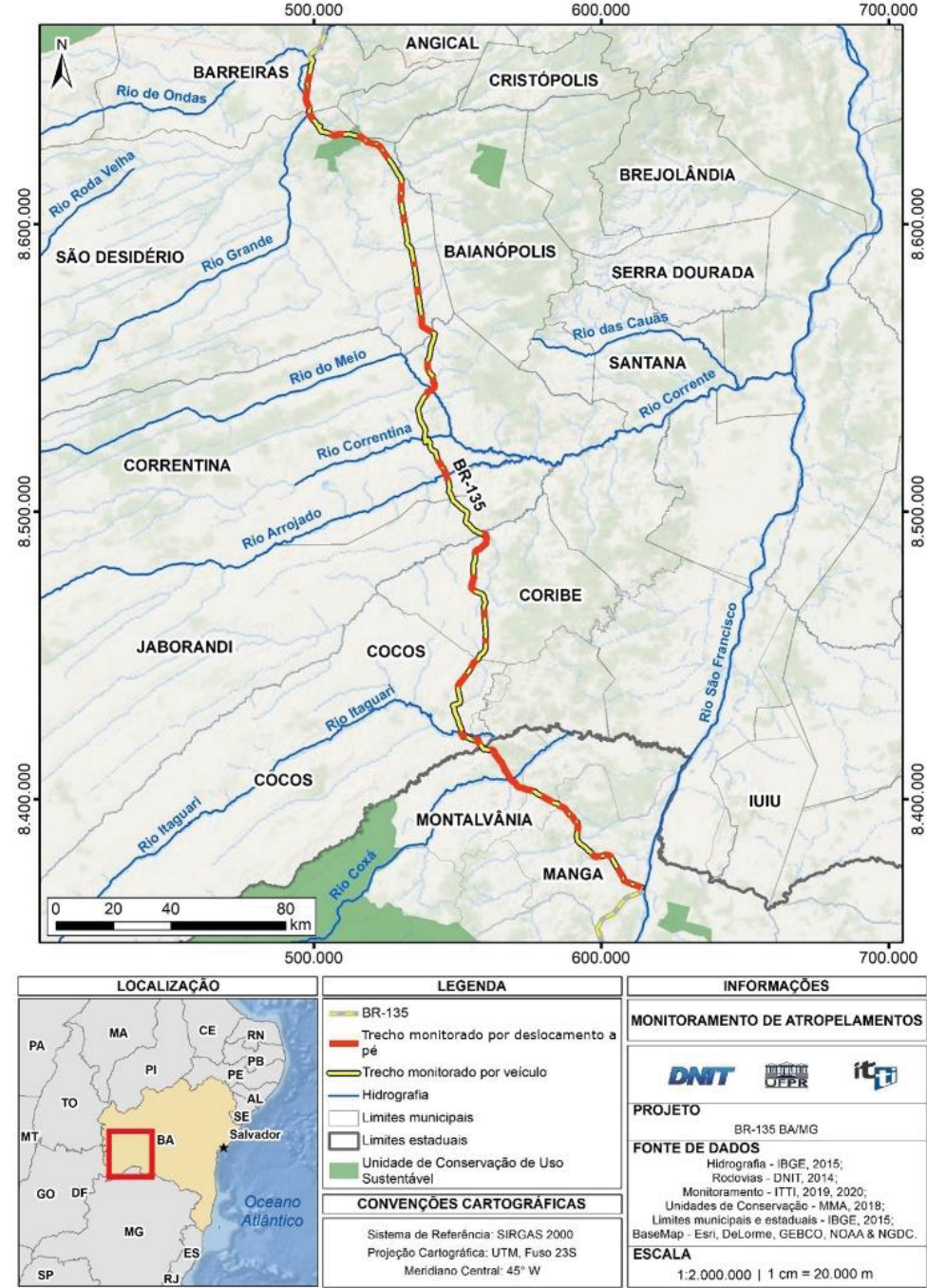
2.2.2 Percepção do observador (P)

Para avaliação da percepção do observador, parte da extensão da rodovia foi monitorada a pé, além de ser monitorada com veículo. Em cada expedição dessa atividade, que ocorreu com periodicidade trimestral foram selecionados sete segmentos aleatórios de três quilômetros de comprimento. As áreas alvo de tal atividade são apresentadas na FIGURA 2.

Apenas os animais encontrados na pista de rolamento no sentido percorrido ou no acostamento foram considerados e, com os dados referentes a esta atividade, foi possível estabelecer a “percepção do observador” (P), comparando o método de detecção por carro com um método de detecção mais eficiente (a pé), como sugerido por Teixeira *et al.* (2013).

Neste sentido, assume-se que a percepção do observador a pé seja de 100%, e então é avaliada a proporção em relação aos registros efetuados pelo observador no veículo, ou seja, é a proporção dos registros obtidos embarcada em relação ao obtido pelo observador a pé. A média dessa proporção corresponde ao parâmetro de percepção do observador que foi utilizado para corrigir as taxas de fatalidade.

FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DOS TRECHOS MONITORADOS A PÉ E DE CARRO



FONTE: UFPR/ITTI (2020).

Os dados oriundos dessas expedições foram avaliados com diferentes conjuntos de dados: tetrápodes (todos os registros de anfíbios, aves, mamíferos e répteis); para cada grupo separadamente; para o conjunto de carcaças acima e abaixo de 500 g; e ainda, para os diferentes períodos sazonais (período seco, de abril a setembro, e período chuvoso, de outubro a março).

2.2.3 Persistência das carcaças – tempo característico de remoção (TR)

Para avaliar a persistência das carcaças na rodovia foram realizadas dez expedições com quatro dias de duração. A cada dia o trecho foi percorrido por inteiro, sendo as carcaças frescas (atropeladas a menos de 24 horas) registradas, pesadas e marcadas com tinta *spray* e monitoradas quanto sua persistência na rodovia ao longo dos três dias subsequentes.

Com os dados referentes a essa atividade foi possível estabelecer o “tempo característico de remoção” (TR). O TR é um parâmetro presente no modelo matemático utilizado pelo *software* Siriema² que consiste em uma constante exponencial de tempo de remoção, utilizada para representar o tempo estimado em dias necessários para reduzir aproximadamente 63,33% o número de carcaças observadas inicialmente em uma amostragem. O parâmetro é estimado no *software*, através de um modelo linear (ML) ou não linear (NLM), aquele de melhor ajuste, com base no número de carcaças detectadas em uma amostragem e que permanece ao longo dos dias subsequentes de monitoramento. Esse parâmetro é adicionado ao modelo de estimativas de taxa de fatalidade para corrigir um erro da amostragem, visto que nem todos os animais atropelados ao longo do mês estarão disponíveis para registro no momento da amostragem.

O TR foi obtido para os mesmos grupos analíticos avaliados para a percepção do observador (P).

2.2.4 Taxas de fatalidade

Para obter uma estimativa de quantos animais morrem atropelados nos trechos estudados da BR-135/BA/MG, foram utilizados modelos matemáticos que corrigem a taxa de fatalidade considerando o número de carcaças observadas, o intervalo entre as amostragens, a extensão do trecho, a percepção dos observadores em detectar as carcaças (P) e o tempo característico de persistência das carcaças na rodovia (TR). Esse protocolo analítico foi realizado através do *Software* Siriema². V2.0. Os modelos

² UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). *Software Siriema*. 2021. Disponível em www.ufrgs.br/siriema. Acesso em: 10 out. 2021.

matemáticos adotados pelo Siriema (COELHO *et al.*, 2014) podem ser consultados de forma detalhada em (TEIXEIRA *et al.*, 2013).

As taxas de fatalidade foram calculadas para o (i) conjunto total de atropelamentos de vertebrados tetrápodes; (ii) para cada grupo de vertebrados; (iii) para os diferentes períodos sazonais, isto é, chuvosa e seca; (iv) e, para diferentes categorias de massa corporal, sendo grandes carcaças acima de 500 g e pequenas aquelas abaixo dessa massa.

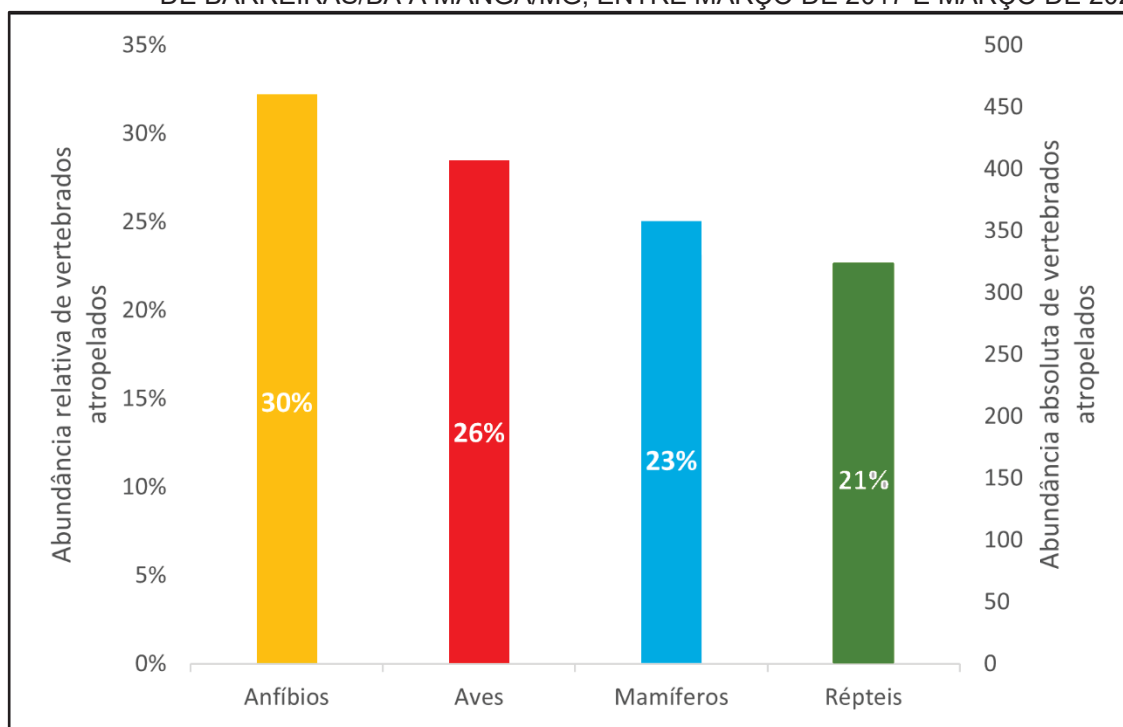
Ainda, foram calculadas as estimativas de taxas sem os parâmetros P e TR, considerando o número de registros dividido pela extensão percorrida ao longo de todas as expedições em campo. Esse cálculo foi realizado para o conjunto total de atropelamentos de vertebrados tetrápodes; para cada grupo de vertebrados e, para carcaças acima e abaixo da massa de 500 g.

3 RESULTADOS

3.1 FAUNA SILVESTRE ATROPELADA

Foram percorridos 33.192 quilômetros, ao longo de 36 expedições *in loco* (três anos de amostragem), e foram registrados 1.549 atropelamentos considerando todos os grupos de vertebrados tetrápodes. Dos diferentes grupos de vertebrados os anfíbios apresentam o maior número de registros (n= 460), correspondendo a 30% do total, seguido por aves com 26% (n= 407), mamíferos com 23% (n= 358) e répteis com 21% (n= 324) (FIGURA 3).

FIGURA 3 – PROPORÇÃO, EM PORCENTAGEM E EM NÚMEROS ABSOLUTOS, DOS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS ATROPELADOS NA BR-135, TRECHO DE BARREIRAS/BA A MANGA/MG, ENTRE MARÇO DE 2017 E MARÇO DE 2020.



FONTE: A autora (2021).

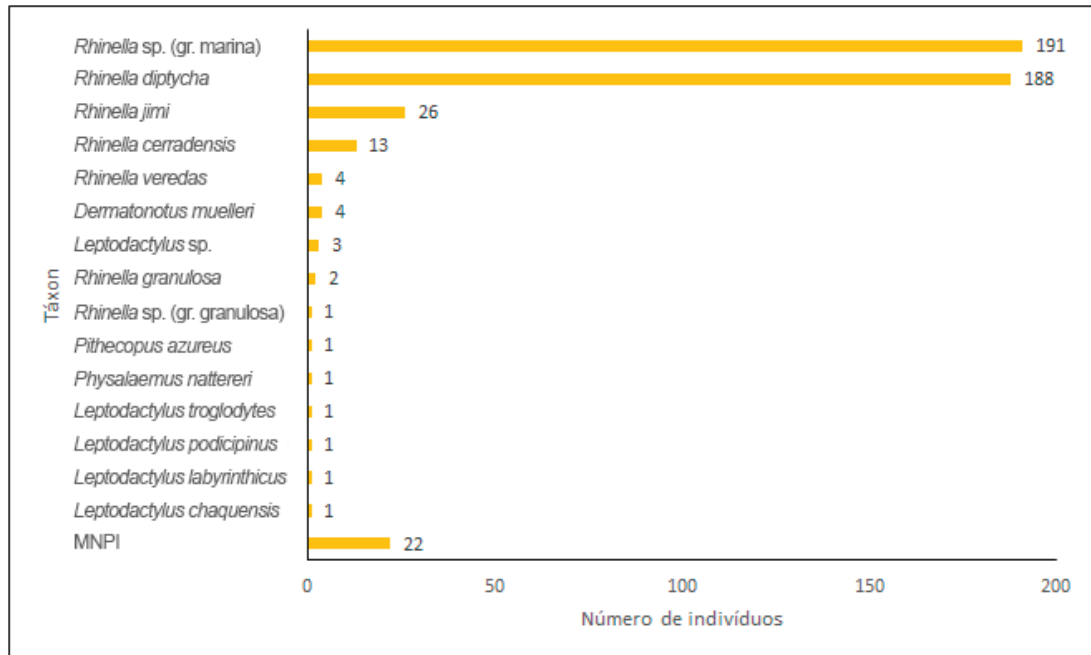
Do total dos animais atropelados, 154 indivíduos não foram identificados ao nível taxonômico mais preciso possível (isto é, gênero e/ou espécie) devido ao estado vestigial e/ou de decomposição da carcaça, sendo 22 anfíbios, 34 aves, 65 mamíferos (32 são carnívoros, três quirópteros e 30 indeterminados) e 33 répteis (23 serpentes,

cinco lagartos, cinco quelônios). Já em relação as carcaças identificadas foi possível observar a ocorrência de 15 táxons de anfíbios, sendo 12 identificados em nível de espécie e três em nível de gênero, 94 táxons de aves, sendo 86 identificadas em nível de espécie e oito em nível de gênero, 19 de mamíferos, sendo 13 identificadas em nível de espécie e seis em nível de gênero ou família e, 30 táxons de répteis, sendo 28 em nível de espécie e duas em nível de gênero, totalizando 158 táxons, sendo 139 identificados em nível de epíteto específico, registrados ao longo de 36 expedições de amostragem. A lista completa de todas as espécies identificadas, bem como os respectivos status de conservação são apresentados no APÊNDICE 1.

a) Anfíbios

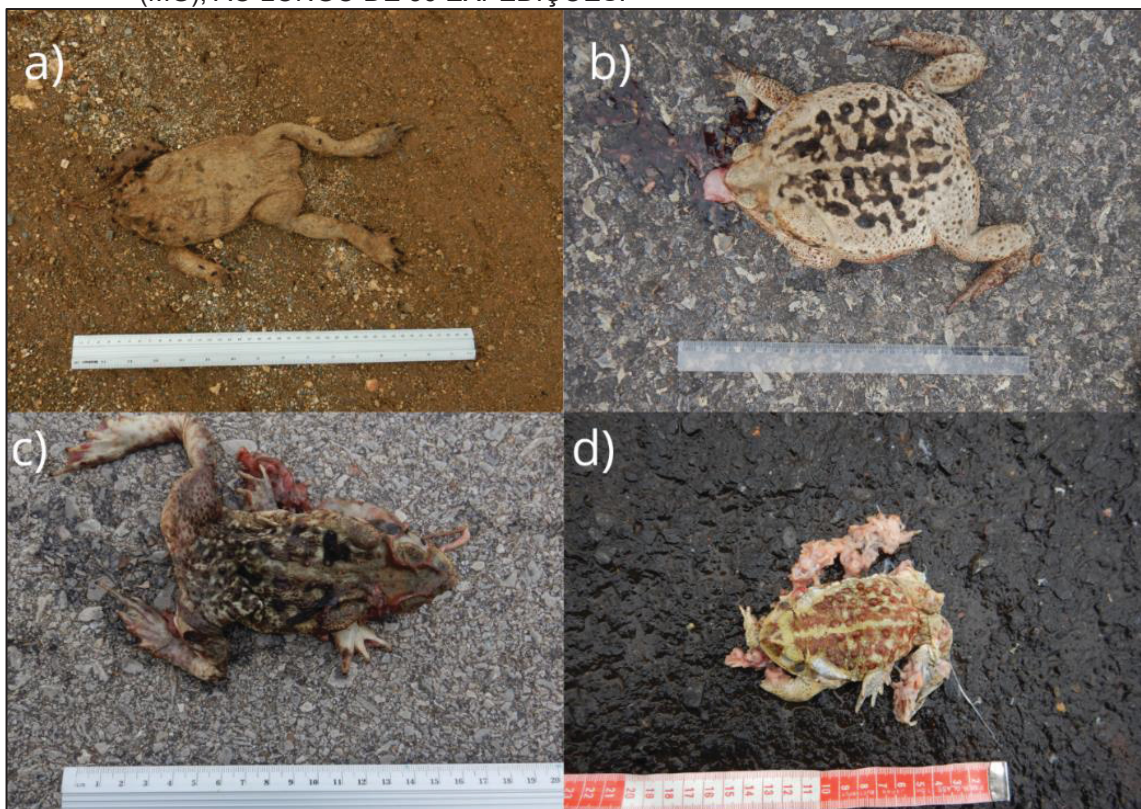
Dentre as espécies de anfíbios registradas, as do gênero *Rhinella* correspondem ao grupo mais impactado, com 92% dos registros de anfíbios (FIGURA 4). Cabe a ressalva, que muitos registros relativos aos anfíbios, em especial, as espécies do grupo *Rhinella* não puderam ser identificados em nível de epíteto específico devido ao estágio de decomposição das carcaças, não sendo possível detectar os parâmetros morfológicos específicos para uma diagnose segura, como por exemplo, cristas craniais, glândula parótides, paracnemis e tamanho, haja vista, que pelo menos quatro espécies podem ocorrer em simpatria para a região de estudo (*Rhinella diptycha*, *R. jimi*, *R. cerradensis*, *R. veredas* e *R. granulosa*). Na FIGURA 5 são apresentados alguns exemplares das espécies de anfíbios mais frequentemente atropeladas na BR-135.

FIGURA 4 – TÁXONS DE ANFÍBIOS ATROPELADOS NA BR-135, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.



LEGENDA: MNPI - Material não permite identificação
 FONTE: a autora (2020).

FIGURA 5 - ESPÉCIES DE ANFÍBIOS COM MAIOR NÚMERO DE REGISTROS DE ATROPELAMENTOS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.



LEGENDA: a) *Rhinella diptycha*; b) *Rhinella jimi*; c) *Rhinella cerradensis*; d) *Rhinella veredas*.
 FONTE: A autora (2020).

b) Aves

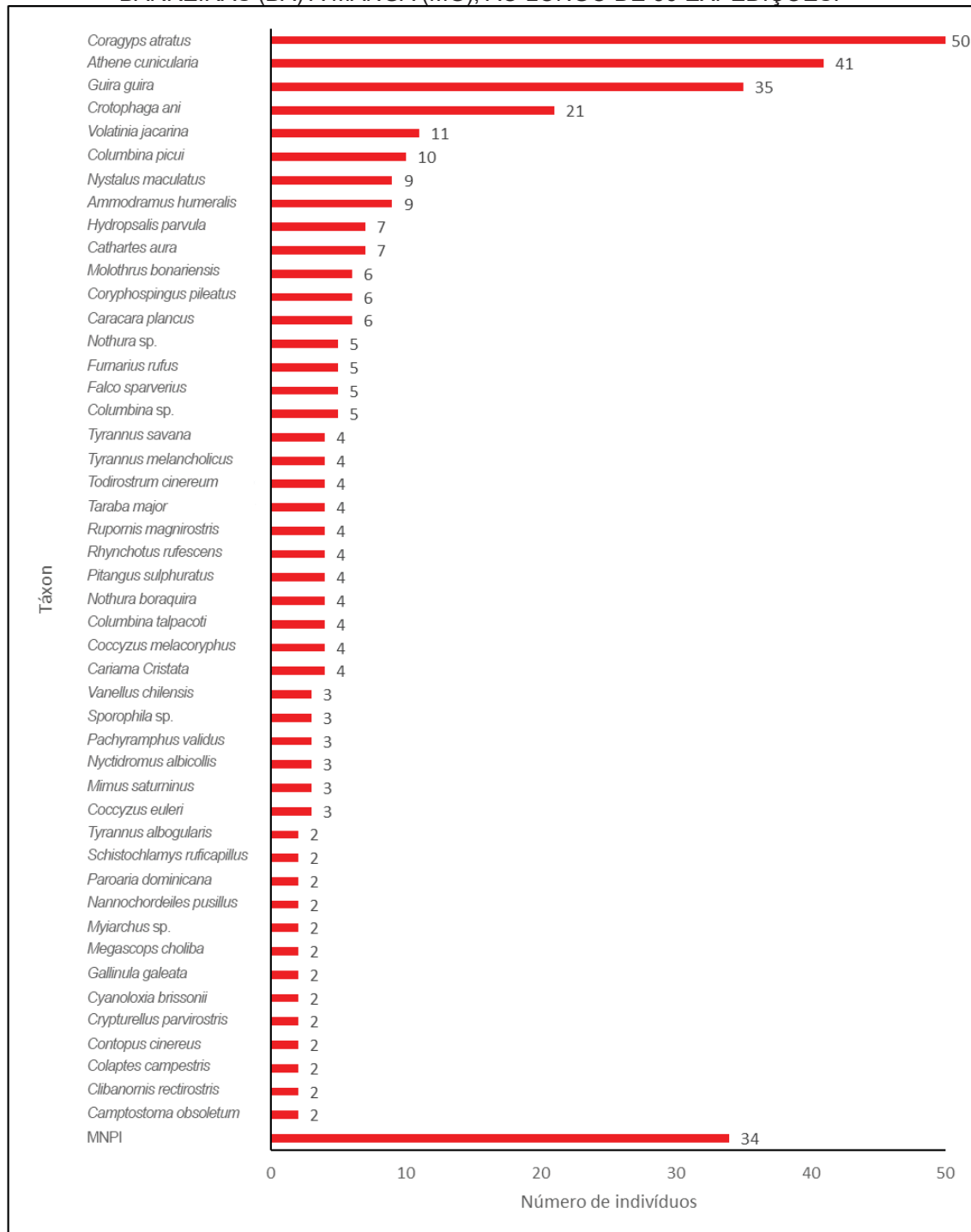
Dentre os 94 táxons, as espécies mais frequentemente atropeladas foram *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta; n= 50), *Athene cunicularia* (corujaburaqueira; n= 41), *Guira guira* (anu-branco; n= 35) e *Crotophaga ani* (anu-preto; n= 21). Na FIGURA 6 são apresentadas as espécies de aves com mais registros de atropelamentos na BR-135. A FIGURA 7 apresenta esses táxons e os outros que tiveram mais de um registro. Outros 47 táxons que tiveram apenas um registro, podem ser consultados no APÊNDICE 1.

FIGURA 6 - ESPÉCIES DE AVES MAIS ATROPELADAS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.



LEGENDA: a) *Coragyps atratus*; b) *Athene cunicularia*; c) *Crotophaga ani*; d) *Guira guira*.
FONTE: A autora (2020).

FIGURA 7 – TÁXONS DE AVES SILVESTRES ATROPELADAS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.

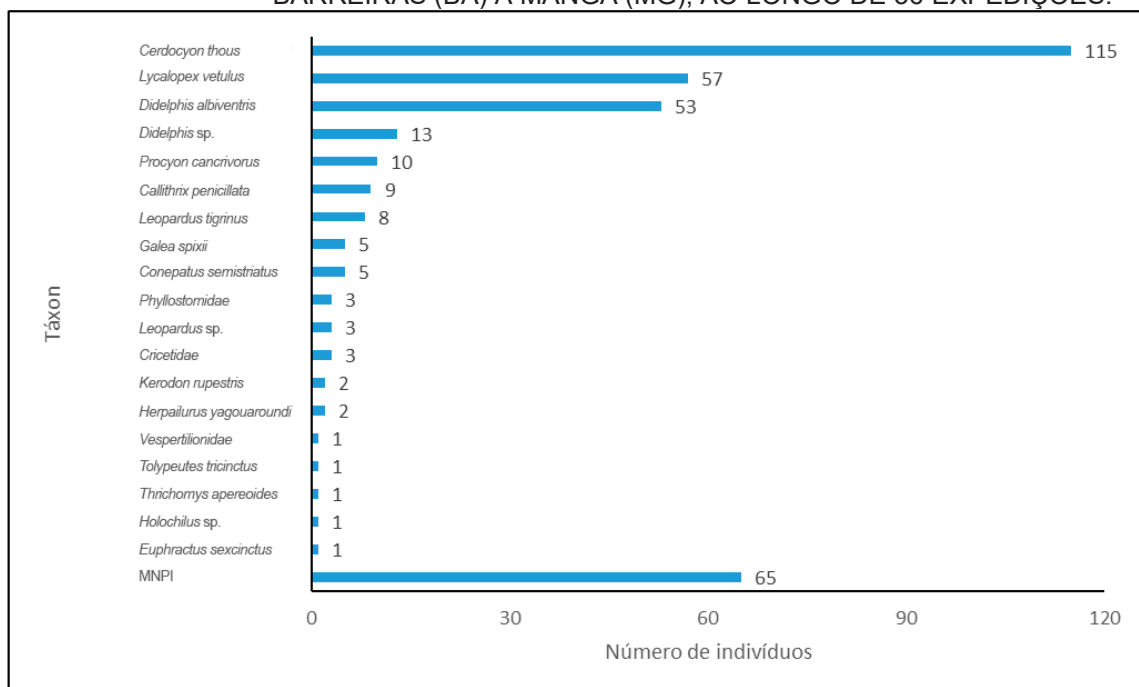


LEGENDA: MNPI - MATERIAL NÃO PERMITE IDENTIFICAÇÃO
 FONTE: A autora (2020).

c) Mamíferos

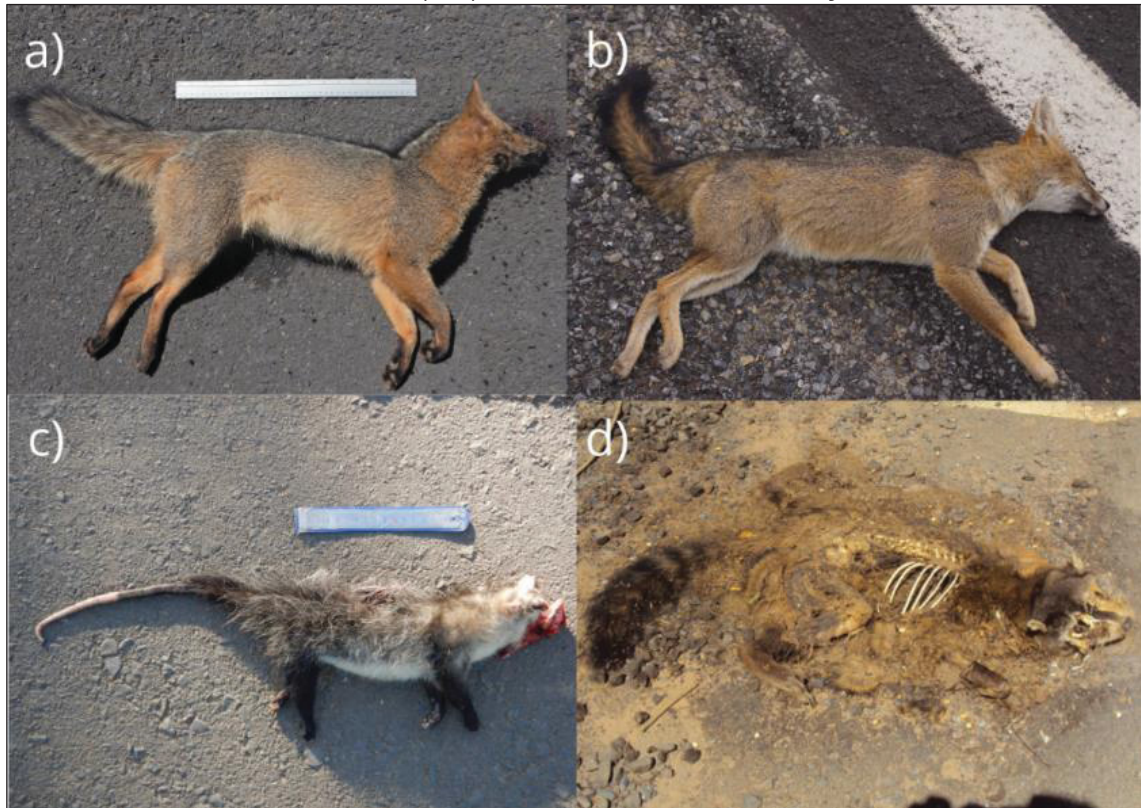
Dentre os 19 táxons de mamíferos identificados, as espécies que apresentaram maior número de indivíduos atropelados são *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato; n= 115), *Lycalopex vetulus* (raposinha-do-campo; n= 57), *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca; n= 53) e *Procyon cancrivorus* (mão-pelada; n= 10) conforme apresentado FIGURA 8. As espécies mais impactadas do grupo dos mamíferos é apresentada na FIGURA 9.

FIGURA 8 – TÁXONS DE MAMÍFEROS ATROPELADOS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.



LEGENDA: MNPI - MATERIAL NÃO PERMITE IDENTIFICAÇÃO
 FONTE: A autora (2020).

FIGURA 9 - ESPÉCIES DE MAMÍFEROS COM MAIOR NÚMERO DE REGISTROS DE ATROPELAMENTOS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES

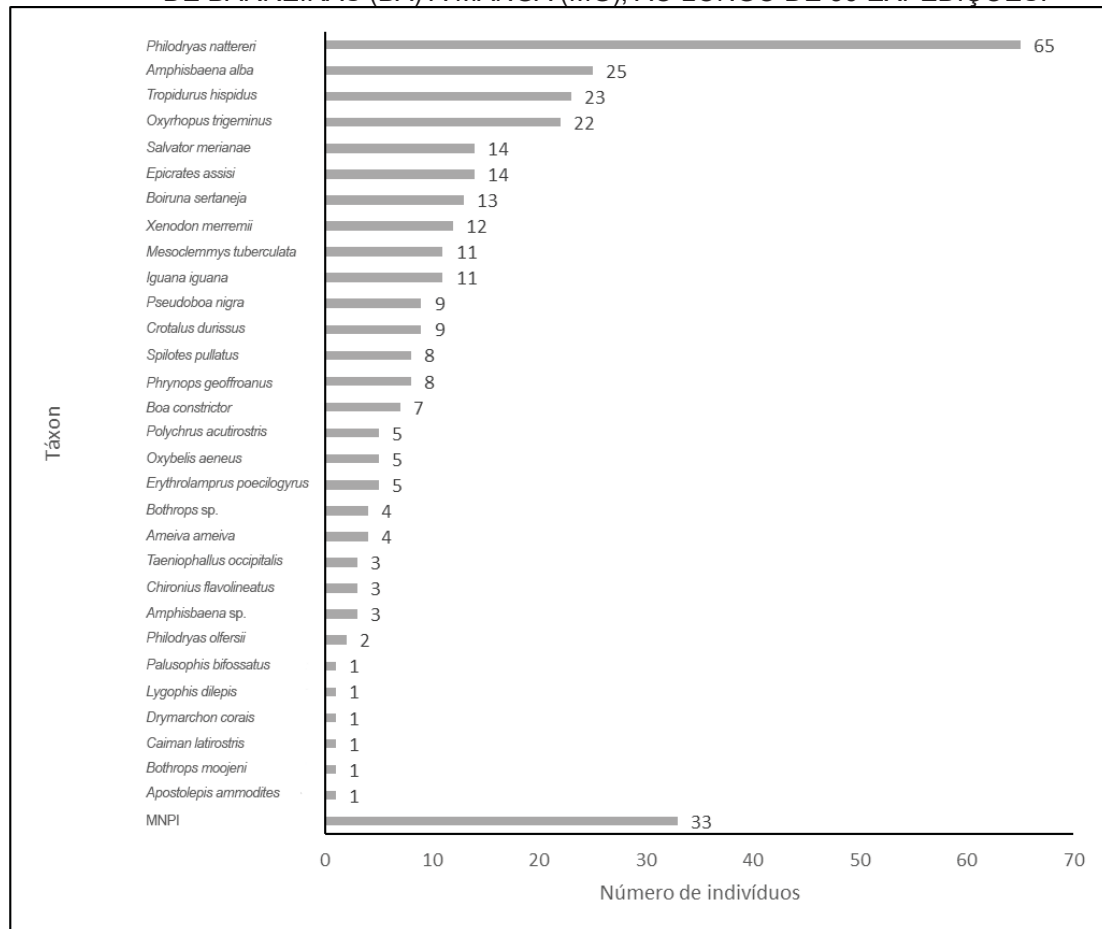


LEGENDA: a) *Cercopithecus thous*; b) *Lycalopex vetulus*; c) *Didelphis albiventris*; d) *Procyon cancrivorus*.

d) Répteis

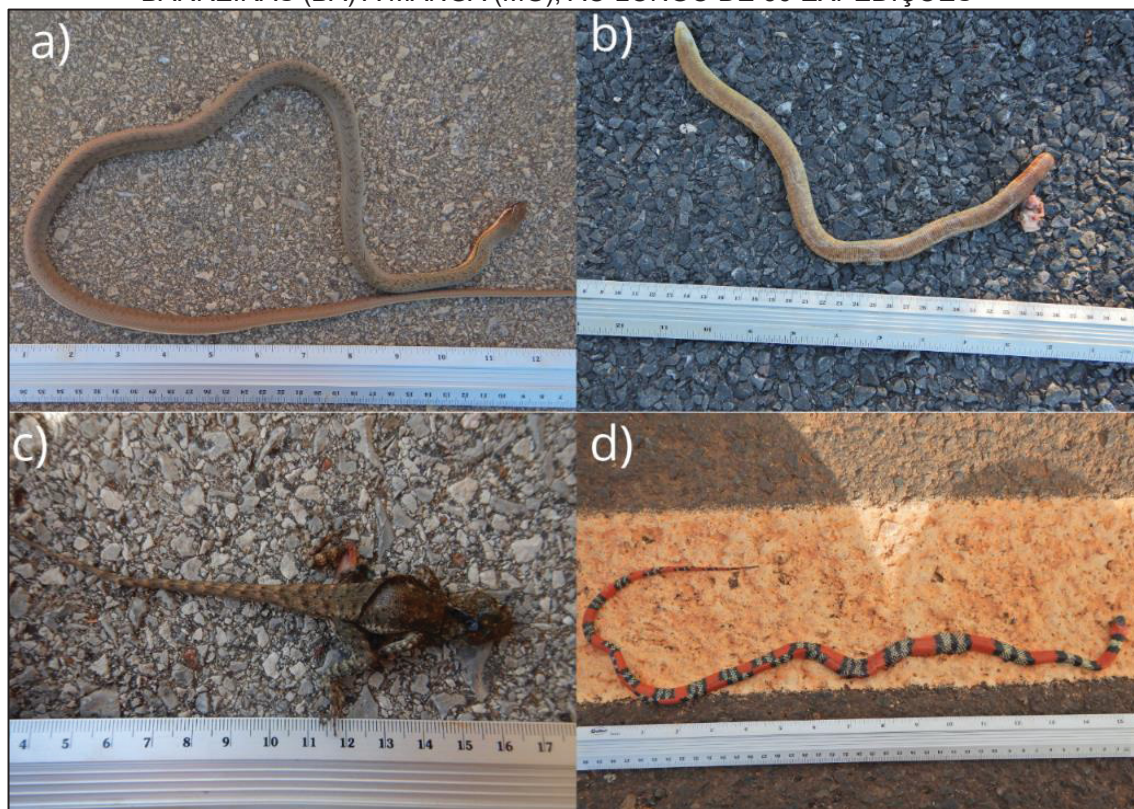
As espécies de répteis com maior representatividade em número de indivíduos atropelados foram, *Philodryas nattereri* (corre-campo; n= 65), *Amphisbaena alba* (cobra-cega; n= 25), *Tropidurus hispidus* (calango; n= 23), *Oxyrhopus trigeminus* (falsa-coral; n= 22), *Salvator merianae* (teiú; n= 14), *Epicrates assisi* (jiboia-arco-íris; n= 14), *Boiruna sertaneja* (muçurana; n= 13), *Xenodom merremi* (boipeva; n= 12), *Mesoclemmys tuberculata* (cágado-do-nordeste; n= 11) e *Iguana iguana* (iguana; n= 11). O somatório dessas espécies corresponde a 65% dos atropelamentos de répteis (FIGURA 10). Os registros fotográficos das espécies mais impactadas são apresentados na FIGURA 11.

FIGURA 10 – TÁXONS DE RÉPTEIS SILVESTRES ATROPELADAS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES.



LEGENDA: MNPI - Material não permite identificação
 FONTE: A autora (2020).

FIGURA 11 - ESPÉCIES DE RÉPTEIS MAIS ATROPELADAS NA BR-135/BA/MG, TRECHO DE BARREIRAS (BA) A MANGA (MG), AO LONGO DE 36 EXPEDIÇÕES



LEGENDA: a) *Philodryas nattereri*; b) *Amphisbaena alba*; c) *Tropidurus hispidus*; d) *Oxyrhopus trigeminus*.

3.1.1 Espécies ameaçadas

Entre as espécies registradas nas expedições, cabe destacar as que apresentam algum grau de ameaça de extinção (categorias: Vulnerável - VU; Em perigo - EN; ou Criticamente em perigo - CR), sendo esses, cinco mamíferos. As espécies *Leopardus tigrinus* (n=8) e *Tolypeutes tricinctus* (n= 1) são classificadas na categoria “Vulnerável” na Lista Mundial/IUCN e “Em perigo” na Lista Nacional, além de constarem em uma ou ambas as listas estaduais, dos estados da Bahia e de Minas Gerais. *Herpailurus yagouaroundi* (n=2), e *Lycalopex vetulus* (n=57) são categorizadas como “Vulnerável” no Brasil e na lista do estado da Bahia. Já a espécie *Kerodon rupestres* (n=2) é listada apenas na avaliação nacional na categoria “Vulnerável” (QUADRO 1).

QUADRO 1 – ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO REGISTRADAS ATROPELADAS NA BR-135/BA/MG

Espécie	Nome comum	Lista Mundial (IUCN)	Lista Nacional	Listas Estaduais (BA e MG)
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	-	VU	VU (BA)
<i>Kerodon rupestris</i>	Mocó	-	VU	-
<i>Leopardus tigrinus</i>	Gato-do-mato-pequeno	VU	EN	VU (BA); VU (MG)
<i>Lycalopex vetulus</i>	Raposinha-do-campo	-	VU	VU (BA)
<i>Tolypeutes tricinctus</i>	Tatu-bola	VU	EN	EN (BA)

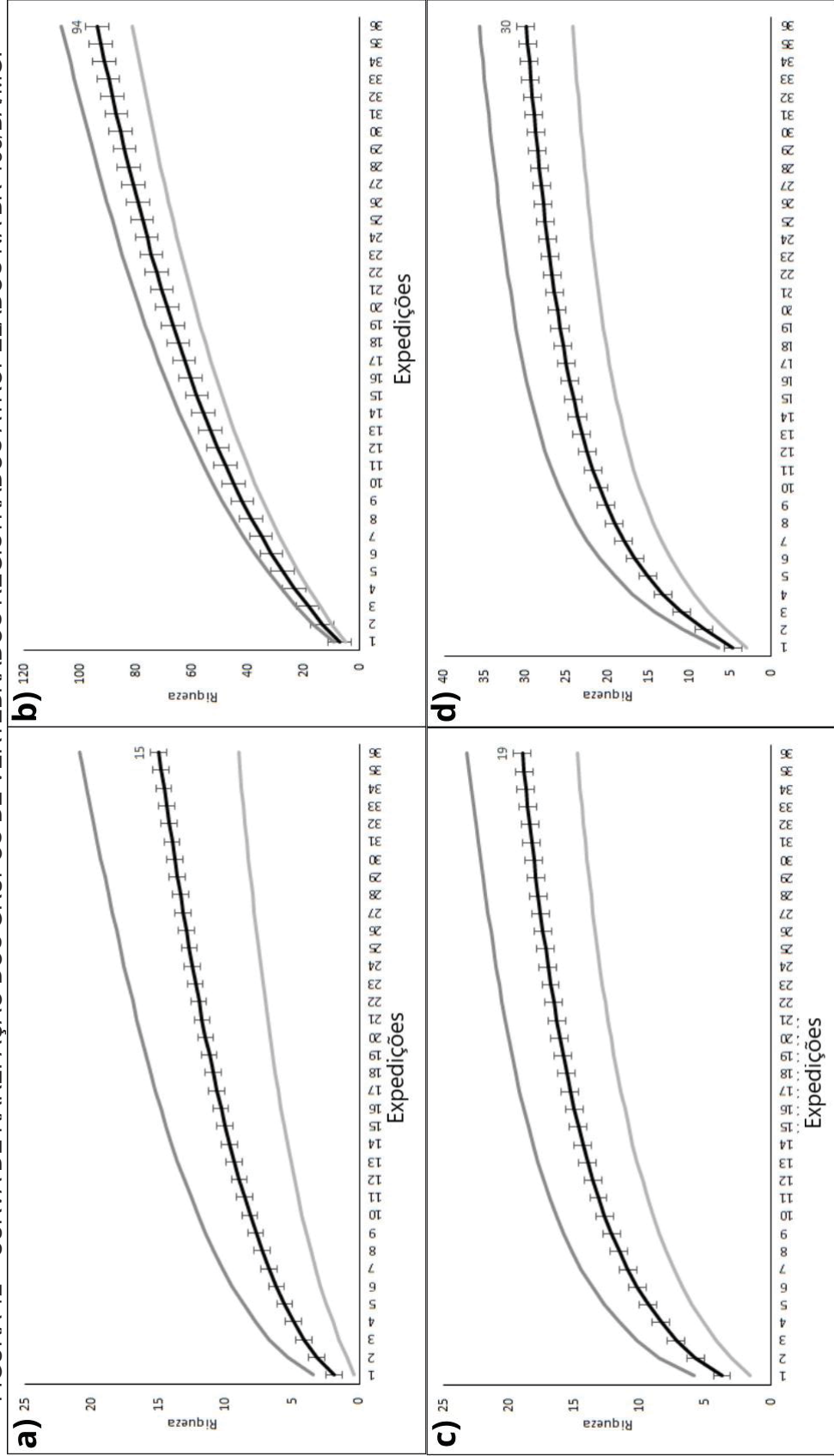
LEGENDA: **BA**: Bahia; **MG**: Minas Gerais. Categorias de ameaça: **VU**: Vulnerável; **EN**: Em perigo.

FONTE: A autora (2020).

3.1.2 Suficiência amostral

Com três anos de amostragem, nenhum dos grupos de vertebrados apresentou curvas de rarefação estabilizadas, conforme apresentado na FIGURA 12.

FIGURA 12 – CURVA DE RAREFAÇÃO DOS GRUPOS DE VERTEBRADOS ATROPELADOS NA BR-135/BA/MG.



LEGENDA: **a)** Anfíbios; **b)** Aves; **c)** Mamíferos; **d)** Répteis. **Linha preta** - Riqueza média acumulada nas expedições de amostragens (aleatorizado 500 vezes); **Linhas cinza** - Intervalos de confiança de 95% (superior e inferior).
FONTE: A autora (2020).

3.2 PERCEPÇÃO DO OBSERVADOR

Ao longo de dez expedições de amostragem foram caminhados 210 km (56,9% da extensão total) e registrado o total de 71 carcaças no monitoramento realizado a pé. Por outro lado, no monitoramento com veículo foram registradas apenas 14 carcaças (QUADRO 2).

QUADRO 2 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE DETECTABILIDADE DE FAUNA ATROPELADA

Campanha	Estação	Anfíbios		Aves		Mamíferos		Répteis		Geral	
		Carro	A pé	Carro	A pé	Carro	A pé	Carro	A pé	Carro	A pé
1	Seca	0	1	0	1	1	1	0	1	1	4
2	Seca	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
3	Chuvosa	1	7	1	2	1	1	1	2	4	12
4	Chuvosa	0	3	0	2	0	1	0	1	0	7
5	Seca	0	0	1	1	0	1	0	1	1	3
6	Chuvosa	1	2	0	0	0	0	1	1	2	3
7	Seca	0	1	0	4	2	2	1	9	3	16
8	Seca	0	0	0	1	1	1	0	1	1	3
9	Chuvosa	0	5	0	6	1	2	0	0	1	13
10	Chuvosa	0	2	1	3	0	0	0	4	1	9
Total	Seca	0	2	1	8	4	5	1	12	6	27
	Chuvosa	2	19	2	13	2	4	2	8	8	44
	Seca + Chuvosa	2	21	3	21	6	9	3	20	14	71

FONTE: A autora (2020).

A TABELA 1 apresenta os resultados do cálculo da percepção do observador (P), na qual é possível verificar que na análise geral (considerando a estação seca e a chuvosa), os mamíferos apresentaram o maior valor de P (0,667). Isso indica que esse grupo é mais bem detectado pelos observadores durante as amostragens realizadas com a metodologia tradicional (de carro).

TABELA 1 – RESULTADOS DO CÁLCULO DA PERCEPÇÃO DO OBSERVADOR (P) DA FAUNA ATROPELADA

Grupos avaliados	Seca + Chuvosa (desvio padrão)	Chuvosa (desvio padrão)	Seca (desvio padrão)
Tetrápodes	0,225 (0,36)	0,220 (0,36)	0,250 (0,43)
Anfíbios	0,083 (0,18)	0,104 (0,20)	0,078* (-)
Aves	0,188 (0,40)	0,250 (0,46)	0,125 (0,35)
Mamíferos	0,667 (0,71)	0,500 (0,58)	0,800 (0,84)
Répteis	0,141 (0,30)	0,250 (0,42)	0,048 (0,13)
Pequenos (> 500 g)	0,148 (0,30)	0,167 (0,31)	0,125 (0,31)
Grandes (< 500 g)	0,583 (0,49)	0,500 (0,58)	0,750 (0,35)

*não houve dados suficientes para o cálculo da média e desvio padrão para anfíbios na estação seca. Foi estabelecido um cenário com um limiar de estimativa mínimo de detectabilidade com um P de 0,078 para fins de cálculo de taxa de fatalidade

FONTE: A autora (2021).

Essa melhor capacidade do observador em detectar mamíferos, possivelmente está associada ao maior tamanho dos representantes do grupo, que facilita sua visualização na rodovia, o que é corroborado com o menor valor de P para os anfíbios (0,083), grupo no qual os representantes são, em maioria, de menor tamanho corporal quando comparado aos outros grupos de vertebrados. Além disso, a categoria “Grandes” apresentou o maior valor de P (0,583) quando comparado à categoria “Pequenos” (0,148).

Analisando separadamente os dados da estação seca e da estação chuvosa, para os grupos, é possível observar que a percepção do observador é maior no período chuvoso para anfíbios, aves, répteis e a categoria “Pequenos”. Para os grupos de tetrápodes, mamíferos e a categoria “Grandes”, os maiores valores são referentes à estação chuvosa.

Como não houve dados suficientes para estimar o P, da estação seca, para anfíbios, a solução foi simular um cenário com base nos valores de P encontrados para o grupo “Pequenos”. Para o grupo “Pequenos”, o P calculado para a estação seca corresponde a 75% do P calculado para a estação chuvosa. Desta forma, com base no valor de P para a estação chuvosa, para anfíbios, foi obtido o valor de 0,078 (correspondente a 75% de 0,104) para os cálculos da taxa de fatalidade no período seco. Certamente essa estimativa mínima atribuída aos anfíbios durante a estação seca ainda corresponde a valores mais próximos da real mortalidade na rodovia do que apenas aos registros observados.

3.3 PERSISTÊNCIA DAS CARÇAÇAS – TEMPO CARACTERÍSTICO DE REMOÇÃO (TR)

Foram realizadas nove expedições para as avaliações em relação ao tempo de persistência das carcaças na via. O total de 181 carcaças foram registradas (68 mamíferos, 66 aves, 11 anfíbios, 36 répteis). Os registros das carcaças acompanhadas se encontram no APÊNDICE 2.

Com base nos dados coletados em campo foi calculado o tempo característico de remoção das carcaças (TR), apresentado na TABELA 2. Ao considerarmos todos os grupos de vertebrados juntos (tetrápodes), o TR (em dias) das carcaças foi 2,18, isto é, o tempo correspondente em dias para a remoção de 63,333% das carcaças da via. Na análise dos grupos de forma separada, o que é mais adequado devido as diferenças no tempo de persistência em relação aos diferentes grupos de vertebrados, os valores de TR (em dias) variaram entre os grupos, sendo menor para a categoria “Pequenos” (TR = 1,35), répteis (TR= 1,02), aves (TR = 1,22) e anfíbios (TR = 1,51) em relação à categoria “Grandes” (TR = 5,31) e mamíferos (TR = 6,15). Pode-se observar que as carcaças consideradas pequenas permaneceram disponíveis na rodovia por um tempo inferior as de grande tamanho corporal. E, que quando a persistência da carcaça é avaliada em relação ao grupo taxonômico, observa-se que répteis, pássaros e anfíbios persistem tempo inferior ao tempo de persistência dos mamíferos.

O TR foi calculado para as diferentes sazonalidades: seca e chuvosa. Considerando todos os grupos (tetrápodes), o tempo de remoção (TR - em dias) das carcaças foi menor para a estação seca (TR = 1,98) do que para estação chuvosa (TR= 2,55) (TABELA 2). Na análise dos grupos de forma separada, observa-se que as aves e mamíferos apresentam menor TR durante a estação chuvosa, isto é, as carcaças permanecem na via por menor tempo durante a estação chuvosa em relação a estação seca (TABELA 2). Padrão inverso ao que ocorre para os répteis que apresentaram menor TR durante a estação seca (TR=0,88), em relação a estação chuvosa (TR=1,12). Neste sentido, as carcaças dos répteis são removidas mais rapidamente ao longo da estação seca do que em relação e estação chuvosa.

TABELA 2 – RESULTADOS DOS CÁLCULOS DE TEMPO CARACTERÍSTICO DE REMOÇÃO (TR)

Grupos avaliados	Seca + chuvosa (dias)	Chuvosa (dias)	Seca (dias)
Tetrápodes	2,18	2,55	1,98
Anfíbios	1,51	1,51	*
Aves	1,22	1,02	1,61
Mamíferos	6,15	5,86	6,6
Répteis	1,02	1,12	0,88
Grandes (> 500 g)	5,31	5,27	5,6
Pequenos (< 500 g)	1,35	1,28	1,36

* Insuficiência de dados

FONTE: A autora (2020).

Por insuficiência de dados para anfíbios não foi possível estabelecer o TR separadamente para a estação seca. Desta forma, para fins de cálculo de taxa de fatalidade para o período seco foi atribuído o TR de 1,51 dias, o mesmo valor obtido para a estação chuvosa.

3.4 TAXA DE FATALIDADE

Quanto a avaliação das taxas de fatalidade, as análises foram realizadas para cada um dos três trechos, pelo *software* Siriema, como descrito na metodologia. Para o cálculo das taxas de fatalidade foram utilizados os parâmetros de “TR” (tempo característico de remoção) e “P” (detectabilidade fauna atropelada), conforme apresentado na TABELA 1 e na TABELA 2. Foram calculadas as taxas de fatalidade para estação seca, chuvosa e para ambas. Adicionalmente, foram calculadas as taxas para as diferentes os diferentes grupos de vertebrados e massas corporais (i.e., grandes e pequenos).

Foi possível observar que, de maneira geral, as estimativas de fatalidade são maiores durante a estação chuvosa, tanto para tetrápodes, como para mamíferos, aves e anfíbios analisados separadamente, excetuando-se os répteis. Para esse grupo é evidenciado taxas de fatalidade maiores ao longo da estação seca. Ao consideramos todo período de estudo, contemplando as estações secas e chuvosa, os grupos de vertebrados - com representantes, em sua maioria, com tamanho corporal pequeno, - aves, anfíbios e répteis apresentaram maiores taxas de fatalidade (TABELA 3).

TABELA 3 - TAXAS DE FATALIDADE ESTIMADAS PARA OS TRÊS TRECHOS ESTUDADOS NA BR-135/BA/MG.

Trecho	Grupo	Atropelamentos/dia			Atropelamentos/dia/km		
		Seca + Chuvosa	Chuvosa	Seca	Seca + Chuvosa	Chuvosa	Seca
1	Tetrápodes	32,917	17,670	12,580	0,230	1,120	0,088
	Anfíbios	49,536	26,797	16,980	0,346	0,187	0,118
	Aves	16,697	9,390	6,314	0,116	0,065	0,044
	Mamíferos	0,873	0,627	0,330	0,006	0,004	0,002
	Répteis	18,830	5,282	29,099	0,131	0,037	0,203
	Pequenos (< 500 g)	55,889	33,136	24,019	0,390	0,231	0,167
	Grandes (> 500 g)	1,611	1,077	0,512	0,011	0,007	0,003
2	Tetrápodes	19,155	10,398	7,196	0,134	0,073	0,050
	Anfíbios	18,110	11,408	4,068	0,127	0,080	0,028
	Aves	13,534	8,000	5,279	0,095	0,056	0,037
	Mamíferos	0,433	0,263	0,190	0,003	0,001	0,001
	Répteis	15,644	4,389	24,167	0,110	0,030	0,170
	Pequenos (< 500 g)	34,096	21,051	13,602	0,240	0,148	0,095
	Grandes (> 500 g)	0,836	0,506	0,298	0,005	0,003	0,002
3	Tetrápodes	14,719	6,461	6,271	0,167	0,079	0,076
	Anfíbios	8,810	5,041	2,653	0,107	0,061	0,032
	Aves	7,448	3,513	4,030	0,091	0,042	0,049
	Mamíferos	0,520	0,292	0,242	0,006	0,004	0,003
	Répteis	12,457	3,869	16,760	0,152	0,047	0,204
	Pequenos (< 500 g)	19,081	10,330	9,436	0,232	0,125	0,115
	Grandes (> 500 g)	0,944	0,538	0,358	0,012	0,006	0,004

FONTE: A autora (2021).

Com base nas taxas de fatalidades apresentadas por trecho na TABELA 3, estima-se que são mortos, anualmente:

- i. 12.097 tetrápodes no Trecho 1 (0,230 atrp./dia/km x 365 dias x 144,1 km);
- ii. 6.984 tetrápodes no Trecho 2 (0,134 atrp./dia/km x 365 dias x 142,8 km);
- iii. 4.998 tetrápodes no Trecho 3 (0,167 atrp./dia/km x 365 dias x 82 km).

Ainda, considerando toda a extensão avaliada, foram calculadas as taxas de fatalidade com e sem os parâmetros de correção, conforme apresentado na TABELA 4.

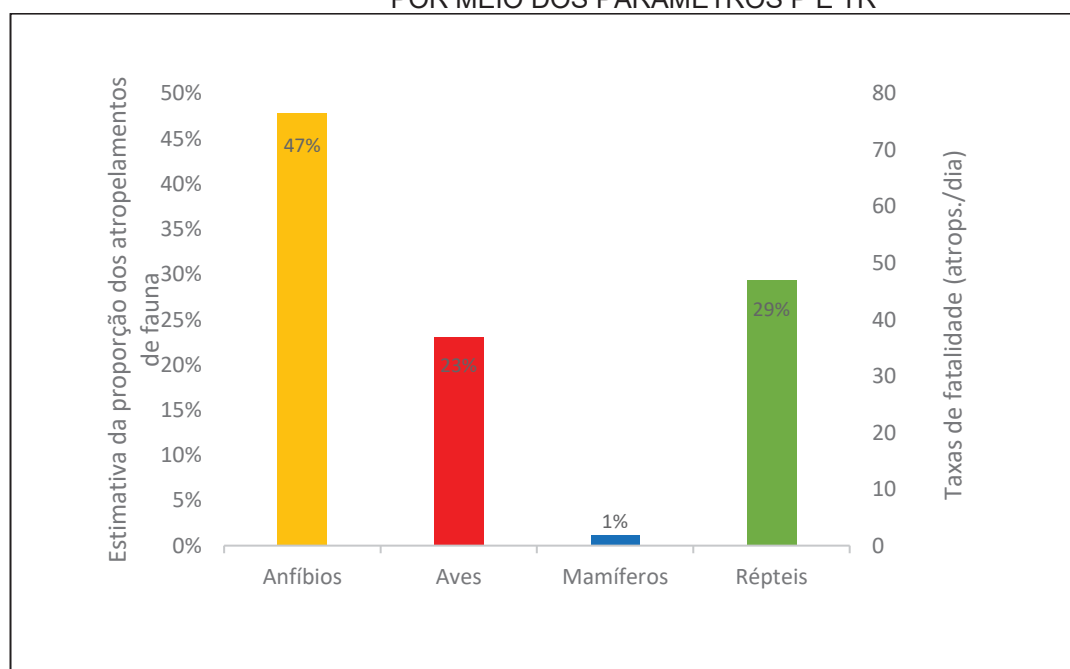
TABELA 4 – ESTIMATIVAS DA TAXA DE FATALIDADE DE ANIMAIS SILVESTRES NA BR-135/BA/MG

Grupo	Estimativa sem os parâmetros P e TR (Atropelamentos/km)	Estimativa ajustadas com os parâmetros P e TR (Atropelamentos/km)
Tetrápodes	0,047	0,178
Anfíbios	0,014	0,207
Aves	0,012	0,100
Mamíferos	0,011	0,005
Répteis	0,010	0,127
Pequenos (< 500 g)	0,032	0,391
Grandes (> 500 g)	0,015	0,034

FONTE: A autora (2021).

De forma complementar, buscando uma representação mais fidedigna do perfil geral dos atropelamentos, foi elaborado o gráfico apresentado na FIGURA 13, através das taxas de fatalidade estimadas, considerando os parâmetros P e TR.

FIGURA 13 – PROPORÇÃO DOS ATROPELAMENTOS PARA OS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS ESTIMADA ATRAVÉS DAS TAXAS DE FATALIDADE CORRIGIDAS POR MEIO DOS PARÂMETROS P E TR



LEGENDA: **Eixo vertical esquerdo:** estimativa das proporções, dada em porcentagem, dos atropelamentos considerando os parâmetros P e TR; **Eixo vertical direito:** número estimado, por meio dos parâmetros P e TR, do total de atropelamentos por dia, de cada grupo de vertebrado, considerando toda a extensão da rodovia.

FONTE: A autora (2021).

Cabe destacar que o cenário apresentado na FIGURA 13, apresenta uma proporção bastante discrepante em relação aos atropelamentos de mamíferos (1%), diferindo das proporções apresentadas no gráfico da FIGURA 3 (23%), elaborado com registros observados dos atropelamentos.

4 DISCUSSÃO

Quando comparada a riqueza registrada no presente estudo (158 táxons/139 identificados em nível de espécies) com demais trabalhos realizados no Cerrado contemplando anfíbios, aves, mamíferos e répteis, o número de espécies é inferior ao relatado por Santos *et al.* (2017), que registrou 158 espécies durante cinco anos de monitoramento em área de Cerrado no Distrito Federal, e é equivalente à riqueza apresentada por Braz e França (2016) em estudo conduzido no Cerrado goiano, com 138 espécies. No entanto, mostra-se superior aos valores de riqueza apresentados por Miranda *et al.* (2017), com 87 espécies em Minas Gerais, Valadão *et al.* (2018), com 108 espécies no Mato Grosso do Sul e Saranholi *et al.* (2016) com 35 espécies no Cerrado paulista.

Grilo e colaboradores (2018) apresentaram em um *data paper* um conjunto de dados do território nacional, em sua maioria oriundo do sul do Brasil, com registros de 450 espécies impactadas por atropelamentos. Comparando essa listagem com as espécies aqui registradas, verifica-se a sobreposição de 81 espécies com as apresentadas por Grilo *et al.* (2018) e, portanto, há um acréscimo de 58 espécies, ampliando a listagem de vertebrados atropelados em território nacional para mais de 500 táxons. Certamente, com os demais trabalhos realizados desde a publicação do *data paper*, inúmeras espécies podem ser acrescentadas a lista nacional de vertebrados impactadas por atropelamentos.

Quanto as proporções entre os diferentes grupos de vertebrados avaliados, Miranda *et al.* (2017) em estudo avaliando rodovias no Cerrado, no estado de Goiás, encontraram proporções diferentes das expostas no presente estudo (anfíbios = 30%; aves = 26%; mamíferos = 23% e répteis = 21%). Os pesquisadores registraram 1113 indivíduos, dentre os quais, os anfíbios totalizaram 0,8%, répteis 4,9%, aves 20% e 74,2% dos registros eram referentes a mamíferos. A velocidade de 70 km/h foi o limite superior estabelecido pelos pesquisadores.

Ainda, em estudo realizado por Ramos-Abrantes *et al.* (2017) na Caatinga, adotando como metodologia deslocamentos de 80 km/h, o grupo mais amostrado foi o dos mamíferos (57,4%), seguidos por répteis com 19,7%, aves com 14,3% e 8,6% dos registros referentes à anuros.

No entanto, no monitoramento de fauna atropelada, conduzido por Turci e Bernarde (2009), com velocidade de 40 km/h na Amazônia, as proporções registradas foram semelhantes à do presente estudo, com anfíbios consistindo no grupo mais amostrado [anfíbios (26,4%), aves (25,9%), répteis (24,3%) e mamíferos (23,5%)]. Cabe destacar, que em pesquisa realizada a pé por Castro *et al.* (2020), a maioria dos registros dos atropelamentos são concernentes aos anuros (anfíbios – 53,91%; répteis – 18,69%; aves – 10% e mamíferos – 6,52%).

Desta forma, é possível que a maior fração de registros de vertebrados anuros apresentados neste estudo seja reflexo da velocidade praticada durante as amostragens, entre 40 e 60 km/h, fato que difere dos estudos de Miranda *et al.* (2017) e Ramos-Abrantes *et al.* (2017), mas se assemelha ao de Turci e Bernarde (2009). De acordo Bager (2018), monitoramentos realizados com velocidades menores resultam em uma melhor coleta de dados, referente tanto ao número de registros quanto ao número de espécies encontradas.

Ainda, outro fator que favorece a maior proporção de anuros registrados no presente estudo é que 92% são do gênero *Rhinella*, do grupo marina, que apresenta indivíduos adultos de tamanho grande, que chegam a massas corporais superiores a 500 g. O mesmo acontece em relação à proporção de registros de aves, uma vez que a espécie mais verificada atropelada foi *Coragyps atratus* (12,3% dos registros), animal com mais de 50 cm. Tais fatores favorecem a detectabilidade desses grupos pelos observadores, condições essas que explicam parte das grandes proporções registradas para esses grupos.

Dentre os registros de anuros atropelados, é comum que o gênero *Rhinella* seja relatado como o mais vitimado por atropelamentos. Em trabalhos realizados em área de Cerrado, por Melo e Santos-Filho (2007), Prado *et al.* (2007), Braz e França (2016) e Valadão *et al.* (2018), e o gênero também se destaca como principal grupo impactado, assim como neste trabalho.

Em geral, todas as espécies de anfíbios terrestres e semiaquáticos podem sofrer atropelamentos onde há populações próximas às estradas. No entanto, algumas espécies, com maior abundância, com longas rotas de migração reprodutiva e grande porte, são vítimas mais comuns (PUKY, 2005). Tais características se aplicam ao gênero *Rhinella*. Além disso, o grande porte viabiliza um maior tempo de

persistência da carcaça na rodovia, que favorece a detecção pelos observadores durante as amostragens.

Quanto ao grupo das aves, as espécies *Athene cunicularia*, *Crotophaga ani* e *Guira guira*, frequentemente são realizados no Cerrado, Amazônia e Mata Atlântica (PRADO *et al.*, 2007; TURCI; BERNARDE, 2009; CUNHA *et al.*, 2010; DEFFACI *et al.*, 2016; VALADÃO *et al.*, 2018; MIRANDA *et al.*, 2021). *Cariama cristata* e *Rhea americana* se destacam nos estudos realizados no Cerrado (CUNHA *et al.*, 2010; DEFFACI *et al.*, 2016; MIRANDA *et al.*, 2021; VALADÃO *et al.* 2018).

Maiores frequências de atropelamento de determinada espécie podem estar ligadas à densidade populacional nas áreas as margens da via, às características do *habitat* etc. A diversidade de aves registradas como mais impactadas pelas rodovias varia em diferentes locais. Presumivelmente, isso está relacionado à composição de diferentes espécies desses locais e uso do solo variado (ERRITZOE *et al.*, 2003). Na presente pesquisa, acredita-se que a predominância de *Coragyps atratus* esteja relacionado ao frequente descarte de carcaças bovinas nas adjacências na rodovia e com a predação de demais carcaças de animais atropelados.

Relativo aos registros de mamíferos, frequentemente *C. thous* (cachorro-do-mato) é relatado como espécies mais impactada por atropelamentos em estudo realizados por todo o país (PRADO *et al.*, 2007; CÁCERES *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2011; VALADÃO *et al.*, 2018; CIRINO; FREITAS, 2018; CASTRO *et al.*, 2020). Já *L. vetulus*, a raposa-do-campo, é listada em alguns estudos realizados em áreas de Cerrado, mas com frequências menores de morte por atropelamento quando comparado a espécie *C. thous*. As espécies ocorrem em simpatria em áreas de Cerrado, porém, há pelo menos três fatores que podem tornar *Cerdocyon thous* mais vulnerável a atropelamentos, quando comparado a *L. vetulus*, 1) ampla área de distribuição, 2) tamanho de área de vida e 3) hábito alimentar. A espécie *C. thous* ocorre em todos os biomas, na maior parte do território brasileiro, com exceção da Região Amazônica ocidental (BEISIEGEL *et al.*, 2013), enquanto *L. vetulus* é espécie endêmica do Cerrado. Além disso, de acordo com Lemos (2016), o cachorro-do-mato apresenta área de vida média de 8,23 km², enquanto a raposa-do-campo apresenta média de área de vida de 2,68 km². Portanto, essa maior demanda por áreas, que implica em maiores deslocamentos, acaba aumentando as chances dessas

áreas/deslocamentos serem interceptadas por rodovias. De forma complementar, é possível que *C. thous* se exponha às rodovias devido ao hábito alimentar generalista e oportunista, incluindo carcaças de animais mortos (FACURE *et al.*, 2003; REIS, 2006).

Já *Didelphis albiventris*, em *data paper* publicado por Grilo *et al.* (2018), é apresentada como espécie com maior número de registros de atropelamentos no Brasil. O táxon apresenta grade eficiência adaptativa, aos mais variados ambientes, que permite que a espécie ocorra inclusive em centros urbanos (REIS, 2006). É possível que tal capacidade adaptativa submeta a espécie a maiores riscos de atropelamentos.

Procyon cancrivorus também foi registrado em monitoramentos de fauna atropelada, por Prado *et al.* (2007), Bueno (2010), e Valadão *et al.* (2018), mas apenas em Prado *et al.* (2007) atingiu uma proporção de destaque, sendo o segundo mamífero mais registrado no estudo.

Quanto aos répteis, a espécie com maior número de indivíduos atropelados, *Philodryas nattereri*, também esteve entre as mais abundantes em trabalho realizado na Caatinga (RAMOS-ABRANTES *et al.*, 2017) e no Cerrado goiano (MACIEL, 2019).

Amphisbaena alba foi a espécie de réptil mais numerosa no estudo de Carvalho *et al.* (2014), compondo 25,6% dos répteis. Com menor destaque, o gênero *Amphisbaena*, está presente em demais trabalhos (BAGATINI, 2006; PRADO *et al.*, 2007; MIRANDA *et al.*, 2017; BASTOS *et al.*, 2019; CARVALHO-ROEL, 2019). O táxon apresenta hábitos fossoriais (MARQUES *et al.*, 2015) e há registros de que o clado se desloque até a superfície do solo durante o período chuvoso (ABE; JOHANSEN, 1987), o que pode direcionar os indivíduos às estradas de acordo com Freitas e Araújo (2011). Porém, os registros do gênero no presente trabalho, não se restringem ao período chuvoso (chuvoso: 42,8%; seco: 57,2%), não corroborando o proposto pelos autores.

Nas referências consultadas, *Tropidurus hispidus* não compõem nenhuma das listas de espécies impactadas por atropelamentos. No entanto, representantes do gênero constam como *Tropidurus* sp no trabalhos de Santos *et al.* (2017), e *T. itambere*, no de Grilo *et al.* (2018).. A escassez dos registros desse clado podem estar

associados ao reduzido tamanho que dificulta a detecção pelos pesquisadores. Cabe destacar que a espécie é avistada frequentemente nas margens da BR-135/BA/MG. Corroborando tal relato, Bastos *et al.* (2019) reportaram ter observado o táxon ao longo da estrada estudada, porém, sem registros de indivíduos atropelados. Tal situação valida o entendimento de que clados de pequeno porte tendem a ser subestimados em estudos de ecologia de estradas (TEIXEIRA *et al.*, 2013).

Já *Oxyrhopus trigeminus*, foi inventariada em destaque de frequência de atropelamentos em trabalhos tanto no Cerrado (BRAZ; FRANÇA, 2016; CARVALHO *et al.*, 2014), como em área de Mata Atlântica, compondo 52,3% dos répteis atropelados registrados por Bastos *et al.* (2019).

Mikalauskas *et al.* (2017) registraram *Oxyrhopus trigeminus* predando *Tropidurus hispidus* na Caatinga. Considerando a presença constante do lagarto nas margens da BR-135, é possível que esse seja um dos fatores pelo qual essa espécie de serpente é atraída para a rodovia.

No que se refere as espécies ameaçadas de extinção, nenhum dos trabalhos consultados apresentou a mesma relação de espécies ameaçadas expostas no QUADRO 1. As espécies comumente citadas na literatura são o lobo-guará, *Chrysocyon brachyurus*, a raposinha-do-campo, *Lycalopex vetulus*, e o tamanduá-bandeira, *Myrmecophaga tridactyla* (CÁCERES *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2014; CARVALHO-ROEL, 2019; GRILO *et al.*, 2018; IBRAM, 2013; MACIEL, 2019; MIRANDA *et al.*, 2017, MIRANDA *et al.*, 2021; PRACUCCI *et al.*, 2011; PRADA, 2004; SARANHOLI *et al.*, 2016; SOBANSKI, 2016; VALADÃO *et al.*, 2018), clados dos quais apenas *L. vetulus* foi registrada, neste trabalho, com três anos de coleta de dados na BR-135.

Herpailurus yagouaroundi, o gato-mourisco, e *Leopardus tigrinus*, o gato-domato-pequeno, também foram assinaladas como espécies afetadas por colisões com veículos em vários estudos. *Herpailurus yagouaroundi* foi citado por Cáceres *et al.* (2012), Carvalho-Roel (2019), Cezar *et al.* (2021) e Ibram (2013), Miranda *et al.* (2017), Sobanski (2016) e Valadão *et al.* (2018), e *L. tigrinus* por Deffaci *et al.* (2016) e Grilo *et al.* (2018). Já *Kerodon rupestris* é listado no trabalho de Cezar *et al.* (2021) e *Tolypeutes tricinctus* no trabalho de Ribeiro *et al.* (2017).

Quanto à suficiência amostral, na maioria dos estudos sobre atropelamentos de vertebrados as curvas de acumulação de espécies não atingem as assíntotas (BRAZ; FRANÇA, 2016; PINHEIRO; TURCI, 2013; SANTANA, 2012; TURCI; BERNARDE, 2009), indicando que as espécies de vertebrados não foram totalmente amostradas e que um período maior de amostragem seria indicado para melhor inventariar a fauna local. Em caso específico da BR-135, mesmo após três anos de amostragem, espécies novas vêm sendo adicionadas à nossa listagem. Alguns fatores podem ser apontados para tal fato, como a ampla escala espacial do trecho amostrado, o qual contempla uma alta heterogeneidade ambiental e alta diversidade regional de espécies (*i.e.*, *pool* regional). Ainda, deve-se considerar que as comunidades não são fechadas e são sujeitas a processos migratórios, além da flutuação natural de determinadas espécies em escala regional. 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 desses domínios, favorecendo a alta riqueza faunística e um *pool* regional extremamente rico e diverso.

Há grande variação nos valores de P calculados por diferentes pesquisadores. Santos e colaboradores (2016) avaliaram a percepção do observador em nove rodovias, que delimitam áreas de Unidades de Conservação, no bioma Cerrado na cidade de Brasília. Ao aplicar a metodologia do monitoramento por deslocamento a pé, detectaram 117 carcaças (anfíbios, répteis, aves e mamíferos). Dessas carcaças, apenas 10 foram detectadas pela equipe de carro, indicando uma detectabilidade média de 10%, enquanto Gerow *et al.* (2010), em estudo conduzido no Arizona, obteve o valor de 6,5%. Ambos os valores, apresentados pelos pesquisadores, são inferiores ao calculado para o presente estudo. Não obstante, em estudo realizado na França por Guinard *et al.* (2012), com velocidade do veículo entre 40 e 50km/h, os resultados mostraram que as vistorias de carro foram tão eficientes quanto as a pé na detecção de carcaças no pavimento, no entanto, menos eficientes para carcaças em áreas adjacentes à rodovia. Ainda, cabe destacar que a maioria dos registros de Guinard *et al.* (2012), são de *Tyto alba*, espécie que apresenta em torno de 30 cm e portanto tem maior probabilidade de detecção por observadores em deslocamento por veículo.

Teixeira *et al.* (2013) obtiveram valores de P de 0,05 para aves, 0,20 répteis e 0,47 para mamíferos, valores inferiores aos obtidos no presente trabalho para de aves

($P=0,19$) e mamíferos ($P= 0,67$), e superior ao valor répteis ($P=0,14$). Os pesquisadores não fizeram nenhum registro de anfíbio durante a amostragem com veículos, portanto não foi estabelecido um valor de P para esse grupo. Já no estudo de Hels e Buchwald (2001), foram obtidas taxas de percepção do observador para diferentes espécies de anfíbios, variando de 0,0067 para *Triturus vulgaris* e *T. cristatus* e 0,667 para *Pelobates fuscus*. O valor encontrado para o P (0,083) de anfíbios no presente trabalho, situa-se entre os extremos apresentados pelos pesquisadores.

Gerow *et al.* (2010) obteve estimativas de detectabilidade de 4,8% para anfíbios, 34,5% para aves, 3,7% para répteis e 10,3% para mamíferos com pesquisa de carro conduzida entre 24 e 40km/h. Tais valores diferem dos obtidos no presente estudo, sendo superior para aves (19%), e inferiores para répteis (14%) e mamíferos (67%). Já na estimativa de Erritzoe *et al.* (2003) em revisão sobre atropelamentos de aves na Europa, foi de 30% de detectabilidade. No estudo conduzido por Goeransson *et al.* (1978), na Suécia, os resultados obtidos apontam para uma detectabilidade entre 15% e 30% para aves e entre 50% e 80% para mamíferos, faixa que contemplam os valores apresentados no presente estudo (TABELA 1).

Uma série de condições interferem na percepção dos observadores: tipo de pavimento da via (ou mesmo ausência de pavimento); variações na velocidade de deslocamento, extensão monitorada (manter-se focado por longas extensões é custoso), condições climáticas, tamanho das carcaças etc. Tais condições, inerentes às diferentes áreas e objetivos de estudo, vão influenciar de forma direta nos cálculos das percepções dos observadores e, consequentemente, nas taxas de fatalidade. Ainda, com base nos dados do presente estudo, cabe nota sobre a necessidade de refinamento nas análises quanto a percepção do observador quando o conjunto de dados é composto por espécies com grande variação de tamanho corporal no conjunto analisado. Considera-se que os valores apresentados na TABELA 1, para anfíbios e aves, sofrem grande influência dos clados mais registrados, que são *Rhinella* sp. e *Coragyps atratus* respectivamente. Considerando que a maioria dos demais representantes desses grupos apresentam menores tamanhos corporais, é provável que os valores encontrados destoem do padrão geral esperado para a detectabilidade desses vertebrados.

Quanto a avaliações de persistência de carcaça (TR) em relação à sazonalidade, houve maior tempo de persistência de aves (1,61 dias no período chuvoso e 1,02 dias no período seco) e mamíferos (5,86 dias no período chuvoso e 6,6 dias no período seco) durante o período chuvoso, que coincide com o período de temperaturas mais altas. Já as carcaças de répteis permaneceram disponíveis por um menor tempo durante o período seco. Para anfíbios, não houve carcaças disponíveis no período seco para essa avaliação.

De acordo com Monteiro-Filho e Peneireiro (1987), que avaliaram a decomposição de carcaças de ratos albinos (*Rattus rattus*), há grande influência da umidade relativa e da temperatura sobre a decomposição de carcaças de forma que baixas temperaturas e umidades tendem a manter a carcaça conservada por maior tempo com período de decomposição de oito dias no verão e 30 dias no inverno. Os resultados de persistência de carcaças verificados no presente estudo são condizentes com os padrões apresentados por Monteiro-Filho e Peneireiro (1987), mesmo com as carcaças submetidas, além das condições de temperatura e umidade, à predação por necrófagos e tráfego de veículos.

Em comparação com os resultados de TR, sem a diferenciação relacionada a sazonalidade em estudo realizado no Brasil central em área de Cerrado foi estimado o valor de permanência de carcaça de 2,2 dias para a totalidade dos dados (SANTOS *et al.*, 2016), valores semelhantes aos encontrados para a BR-135 (TR: 2,18 dias). Em estudo realizado no Arizona foi verificada uma média de persistência de carcaça, geral, de 3,2 dias, ou seja, um dia a mais do que o verificado no presente estudo (GEROW *et al.*, 2010).

No que concerne às comparações de estimativa de TR para os diferentes grupos de vertebrados, em estudo realizado no sul do Brasil em área de Mata Atlântica, em um trecho identificado como Rota do Sol, os valores foram de 0,51, 2,45 e 4,93 dias para aves, répteis e mamíferos respectivamente (TEIXEIRA *et al.*, 2013). O valor verificado para aves é 2,4 vezes menor do que o encontrado no presente estudo (1,22 dias). No entanto, referente à répteis, a situação se inverte, sendo 2,4 vezes maior que o verificado para a área estudada na BR-135 (1,02 dias). Para mamíferos, o valor corresponde a 80% do período de persistência das carcaças dos animais atropelados no Oeste baiano e Norte de Minas Gerais (6,15 dias).

Santos *et al.* (2016) buscaram o parâmetro de persistência de carcaça para os registros separados em dois grupos: espécies acima e abaixo de 100 g. Para as carcaças acima da massa estabelecida, o valor encontrado foi de quatro dias e para carcaças abaixo da massa definida, foi de dois dias. Em comparação com as análises aqui apresentadas, sendo o valor de massa corporal estabelecida por Santos *et al.* (2016), inferior ao delimitado para o presente conjunto de dados (500 g), seria esperado que as carcaças de menor porte tivessem menor tempo de persistência. No entanto, o tempo de persistência das carcaças inferiores a 100g foi 1,48 vezes maior do que no agrupamento de carcaças inferiores à 500g aqui avaliadas (1,35 dias).

Teixeira *et al.* (2013) também realizaram avaliações tendo a massa como fator limitante com o valor de 500 g, da mesma forma que foi estabelecido no presente trabalho. No estudo os valores obtidos foram de 1,08 dias para animais abaixo do valor estabelecido e de 5,20 dias para carcaças acima desse valor. Isso corresponde à 80% e 97% dos valores de TR calculados para o presente conjunto de dados, que foram de 1,35 dias para carcaças acima de 500 g e 5,31 dias para carcaças acima da referida massa.

Geralmente os impactos das estradas na fatalidade de vertebrados são subestimados, uma vez que a probabilidade de detecção e as taxas de remoção não são consideradas na avaliação da magnitude dos atropelamentos (TEIXEIRA *et al.*, 2013). Com os dados obtidos para a BR-135, é possível verificar que, comparando os dois cenários (taxas obtidas de dados observados e taxas obtidas com os parâmetros P e TR), as diferenças variam de 0,46 vezes, para mamíferos, à 14,9 vezes para anfíbios. Essa informação está em concordância com os dados obtidos em estudo realizado na Mata Atlântica, que estimou taxas de fatalidade (considerando percepção do observador e persistência de carcaça) de répteis e aves duas e 39 vezes maiores que os valores levantados a partir dos dados diretos do número de atropelamentos registrados em campo (TEIXEIRA *et al.*, 2013).

Com isso, e, conforme os valores apresentados na TABELA 4, foi corroborada a hipótese de que que anfíbios, aves e répteis sofrem maior subestimação nas taxas de fatalidade quando comparados à mamíferos, pelo fato de, em sua maioria, apresentarem espécies de pequeno tamanho corporal e, portanto, submetidos a menor detectabilidade pelos observadores e menor tempo de persistência na estrada.

Quanto a FIGURA 13, que apresenta um histograma com base nas estimativas das taxas de atropelamentos, há um indicativo de que, em relação ao número de registros, aproximadamente metade sejam referentes à anfíbios e que as menores proporções em números absolutos sejam de atropelamentos de mamíferos. Tais proporções se mostram semelhantes às registradas por Castro *et al.* (2020) em monitoramento realizado a pé, em um trecho de sete quilômetros, (anfíbios – 53,91%; répteis -18,69%; aves – 10% e mamíferos – 6,52%). Esse cenário se mostra condizente com a realidade, tendo em vista que os anfíbios são naturalmente mais abundantes na natureza.

Entretanto, não se pode cometer o equívoco de estabelecer uma relação direta entre número absoluto de indivíduos perdidos por atropelamentos e magnitude de impactos nesses grupos, uma vez que são grupos com atributos de história de vida bastante discrepantes.

Quanto ao status de conservação, considerando os dados apresentados no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção” (ICMBio/MMA, 2018), nota-se dos 732 táxons de mamíferos avaliados, 110 constam em algum grau de ameaça, o que corresponde a 15%. Quanto aos anfíbios, de 973 táxons avaliados, um pouco mais de 4% (n= 41) estão em alguma categoria de ameaça.

5 CONCLUSÃO

Uma ampla gama de vertebrados silvestres é impactada por atropelamentos, e, com a realização de novos estudos em ecologia de estradas, novas espécies são adicionadas a essa listagem.

Poucos estudos de caso, contemplam os ajustes as estimativas quanto à percepção do observador e quanto a persistência das carcaças nas rodovias, para a obtenção de valores de taxas de atropelamentos mais condizentes com a realidade. Nesse sentido, verifica-se que os anuros são os animais mais atropelados e mais subestimados. Frequentemente esse grupo é relatado com menor número de registros de atropelamentos em monitoramentos realizados com veículos, tal situação, se não corrigida, pode descaracterizar a significância real dos impactos das rodovias no grupo.

Em contrapartida, em função do maior tamanho corporal, os mamíferos são relatados com maior abundância de registros nas pesquisas de ecologia de estradas. Considerando as proporções obtidas por meio de registros diretos, 23% dos registros são de mamíferos, porém, ao estimar tal informação, por meio das taxas de atropelamentos obtidas por meio dos parâmetros percepção do observador e persistência de carcaça, o valor obtido é de 1%.

Entretanto, cabe destacar que essa informação deve ser observada com cautela, pois, mesmo com a estimativa de que os mamíferos têm um menor registro absoluto de indivíduos mortos por atropelamentos, é provável que a magnitude dos impactos seja mais significativa quando comparada a demais grupos devido aos atributos de história de vida e à predominância de espécies avaliadas categorizadas em algum nível de ameaça de extinção.

CAPÍTULO II - PADRÃO ESPACIAL E FATORES ECOLÓGICOS PREDITIVOS DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA SILVESTRE NA BR-135

1 INTRODUÇÃO

As estradas são fundamentais para o desenvolvimento econômico e social ao fornecer acesso a mercados, locais de trabalho, negócios, saúde, atividades de lazer e educação. Uma vez construídas, as estradas são elementos quase permanentes na paisagem e a falta de planejamento criterioso, tem impactos negativos para a sociedade e para ambiente. Os processos de planejamento e avaliação de impacto devem levar em consideração todos os custos, benefícios e impactos ambientais para promover infraestruturas mais sustentáveis (VAN DER REE *et al.*, 2015).

Esse tipo de infraestrutura está associado à pelos menos sete impactos gerais: mortalidade na etapa de implantação da rodovia, mortalidade da fauna por colisão com veículos, modificação do comportamento animal, alteração do ambiente físico, alteração do ambiente químico, propagação de exóticos, e mudança de uso do solo por interesse humano. Dentre esses impactos as colisões com veículos são as mais evidentes e afetam a demografia de muitas espécies, tanto de vertebrados quanto de invertebrados (TROMBULAK; FRISSELL, 2000).

Assim, ao considerarmos os impactos negativos da mortalidade da fauna 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).

As instituições responsáveis pela implantação de rodovias têm a responsabilidade de projetar, construir e operar estradas sem preterir questões

ecológicas. Nesse processo, existem oportunidades específicas para implementar ações conservacionistas eficazes. Par isso, definir padrões e diretrizes são fundamentais para garantir uma abordagem consistente e de alta qualidade para a mitigação dos impactos das estradas (ROBERTS; SJÖLUND, 2015). Nesse cenário, o entendimento dos principais fatores da paisagem que predizem os locais reconhecidos como *hotspots* de atropelamentos, tornam-se importantes ferramentas para fundamentar diretrizes de tomada de decisão, tanto em etapa de planejamento quanto em etapa de operação.

Posto isso, o Capítulo II, destina-se a avaliar distribuição espacial dos eventos de atropelamentos, de modo a identificar se ocorrem de forma aleatória ou agregada, bem como avaliar aspectos da paisagem como preditores de maior número de atropelamentos. Assim, os objetivos são (I) avaliar se os eventos de atropelamentos ocorrem de forma aleatória, para diferentes conjuntos dos dados (tetrápodes, anfíbios, aves, mamíferos e répteis; estação seca e estação chuvosa); (II) identificar onde ocorrem as possíveis agregações; (III) avaliar a influência de descritores ambientais da paisagem (i.e., uso de solo) e estruturais da rodovia (i.e., presença de acostamento) nos trechos com maiores taxas de fatalidade na BR-135, trecho Barreiras/BA – Manga/MG.

O estudo será conduzido por duas hipóteses: (I) não aleatoriedade da distribuição espacial dos eventos de atropelamentos. Isto é, os atropelamentos na BR-135 não ocorrem de forma aleatória, existindo trechos onde o número de atropelamentos é maior do que seria esperado ao acaso; (II) elementos da paisagem e estruturais da rodovia influenciam de forma determinante o número de atropelamentos na BR-135, e (III) e elencar propostas de medidas de mitigação para os *hotspots* identificados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O conjunto de dados utilizado para as análises deste capítulo foram obtidos conforme descrito no item 2.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS, apresentados no Capítulo I.

2.1 ANÁLISES DE *HOTSPOTS*

2.1.1 Determinação dos pontos críticos de atropelamentos

Em um contexto de planejamento é importante identificar, em primeiro lugar, se a distribuição dos atropelamentos apresenta agrupamentos espaciais significativos, e em que escalas eles ocorrem, para posteriormente localizar os trechos com maior fatalidade (COELHO *et al.*, 2014). A ocorrência de agrupamentos espaciais em relação a distribuição dos eventos de atropelamentos foi testada pela estatística K de Ripley 2D (COELHO *et al.*, 2014). Para tal, foi estabelecido um raio inicial de 100 metros, com posterior incremento de raio de 500 metros, e intervalo de confiança de 95% com a realização de 1000 simulações.

Após identificar a existência de agrupamentos espaciais significativos em uma distribuição de atropelamentos é necessária a identificação dos principais trechos com maior intensidade desses agrupamentos, ou seja, os pontos críticos (*hotspots*) de atropelamentos através das Análises Espaciais de *Hotspots* (COELHO *et al.*, 2014). A escala de avaliação (raio de um círculo em metros) utilizada para localizar *hotspots* de fatalidade foi definida de acordo com o resultado da avaliação da distribuição espacial dos atropelamentos pela análise K de Ripley e, de acordo com o objetivo em termos de medidas de mitigação a serem adotadas. Na presente avaliação empregamos análise *Hotspots* 2D, utilizando um raio de 500 m, pois correspondeu ao menor raio em que as agregações de atropelamentos foram significativas pela estatística K de Ripley. Ambas as análises foram realizadas no programa Siriema³ v2.0.

³ UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). *Software Siriema*. 2020. Disponível em www.ufrgs.br/siriema. Acesso em: 10 out. 2020.

Esse protocolo metodológico e analítico (Estatística *K de Ripley* 2D e Análise Espacial de *Hotspots*) foi realizado:

- (i) Para o conjunto de todos os registros de fauna atropelada silvestre;
- (ii) Para cada grupo de vertebrado separadamente;
- (iii) Para as diferentes estações sazonais anuais, isto é, para estação seca e estação chuvosa.

2.1.2 Avaliação dos pontos críticos de atropelamentos

De forma complementar, os *hotspots* foram avaliados em termos de valores de intensidade de agregações significativas de atropelamentos, sendo selecionados aqueles *hotspots* com alta intensidade de agregação. Através da análise de *Hotspots* – 2D realizada no *software* Siriema, obtém-se a intensidade das agregações de atropelamentos para cada quilômetro, além dos respectivos limites de confiança utilizados para a interpretação da significância dessas agregações. Os valores provenientes da função aplicada pela análise ($HS = N_{\text{eventos observados}} - N_{\text{eventos simulados}}$) acima do limite superior de confiança indicam locais com intensidade de agregação significativas (Coelho *et al.*, 2014). Assim, com intuito de avaliar *hotspots* prioritários em termos de ações de mitigação, foram identificados aqueles trechos que apresentaram mais altos valores de intensidade de agregação. Além disso, foram excluídos aqueles *hotspots* impulsionados pela agregação de atropelamentos de *Coragyps atratus*, associada a carcaças de bovinos, sendo estes desconsiderados.

Além disso, diferentes *hotspots* que ocorriam dentro de um mesmo quilômetro, ou seja, demasiadamente próximos foram unidos. Já para os *hotspots* que apresentaram extensões de agregações significativas que compreendiam trechos muito extensos, maiores que zona de atuação de muitas medidas mitigadoras comumente aplicáveis (e.g., como redutores de velocidade com zona de atuação de 200, lombadas etc.), foram reanalisados. Para tal, redefiniu-se o universo amostral somente para este trecho (s), refazendo as análises *K de Ripley* e Análise de *Hotspots* – 2D identificando, se dentro deste trecho de agregação espacial significativa de grande extensão, existem trecho (s) de formação de agrupamentos significativos.

2.2 INFLUÊNCIA DA PAISAGEM E DE CARACTERÍSTICAS DA RODOVIA NA FORMAÇÃO DOS *HOTSPOTS*

Os *hotspots* foram definidos após os resultados das análises K de *Ripley*, *Hotspots* - 2D e avaliação dos valores de intensidade das agregações de atropelamentos significativas. Foram testadas quais características da paisagem e de infraestrutura da via, seriam determinantes para explicar o número total de atropelamentos de tetrápodes nesses segmentos de alta fatalidade.

Primeiramente, um mapa de cobertura florestal e uso do solo foi construído a partir do eixo da rodovia, seguindo os padrões técnicos de classificação e verificação propostos pela plataforma MapBiomas. As classes de fitofisionomias foram definidas com base em imagens aéreas ortorretificadas (escala 1:25.000), em resolução espacial de 30 × 30 m, tomadas para o ano de 2018 e, disponíveis em arquivo vetorial em formato *shapefile*, na base de dados da plataforma MapBiomas.⁴ As classificações foram checadas através de imagens aéreas de alta resolução da região, disponíveis no *Google Earth*⁵ e confirmadas por inspeção em campo para auxiliar na interpretação de possíveis atualizações das informações.

Em seguida, um *buffer* com raio de 5 km, a partir do eixo da rodovia, foi criado para cada lado da rodovia, para a avaliação dos parâmetros de paisagem. A escolha dessa escala (5 km) foi baseada em estudos prévios, nos quais diversos autores consideram escalas de raio entre 5 e 10 km como área de vida utilizada por mamíferos de médio e grande porte (TSUDA, 2018; ZANZINI *et al.*, 2018). Ademais, é a escala de módulo padrão utilizada para estudos sistemáticos de fauna presente na Instrução Normativa 13 de 19 de julho de 2013 (BRASIL, 2013). Com isso, foi possível obter dados de composição de cobertura vegetal natural e de uso do solo no entorno dos *hotspots*.

A presença de acostamento (PCA) e de curvas (GEO) nos quilômetros dos *hotspots* foram visualmente avaliados durante inspeção em campo. As distâncias até o centro urbano (DUR - municípios e distritos) mais próximo e até o corpo d'água mais próximo (DCA) foram mensuradas através do *software* ArcGIS 10.5 (*Environmental*

⁴ MAPBIOMAS. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 15 out. 2021.

⁵ GOOGLE Earth. Disponível em: <http://earth.google.com/>. Acesso em: 12 out. 2021.

Systems Research Institute, Redlands, California, USA), considerando a menor distância em linha reta (distância euclidiana). Para as mensurações da distância do corpo d'água mais próximo, foram utilizados os arquivos vetoriais de hidrografia da Agência Nacional de Águas (2013)⁶.

As características das paisagens adjacentes aos *hotspots* e de estrutura da rodovia foram avaliadas pela determinação de 11 variáveis, descritas no QUADRO 1.

QUADRO 1 – VARIÁVEIS MENSURADAS PARA A ANÁLISE DE PAISAGEM

Descritor	Abreviação	Definição
Formação Florestal Nativa	FFL	Superfície em área (hectares) de vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão). Em geral, Savana Florestada, Savana-Estépica Florestada, Floresta Estacional Decidual e Semidecidual.
Formação Savânica Nativa	FSA	Superfície em área (hectares) de vegetação savânica com estratos arbóreo e arbustivo-herbáceos definidos que correspondem às fitofisionomias Savana Arborizada (e.g., Cerrado típico, Cerrado denso, Cerrado ralo e Cerrado rupestre) e Savana-Estépica arborizada.
Pastagem	PAS	Superfície em área (hectares) de pastagens, naturais ou plantadas, vinculadas à atividade agropecuária.
Cultivo	CUT	Superfície em área (hectares) destinadas a cultivos agrícolas anuais, perenes e semiperenes.
Áreas antropizadas	ANT	Superfície em área (hectares) com assentamento urbano e predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias, construções e mineração.
Presença de Acostamento	PAC	Presença de acostamento nos quilômetros dos <i>hotspots</i> , sendo uma variável binária: (1) presença de acostamento e (0) ausência de acostamento.
Aspecto Geométrico	GEO	Presença de curva nos quilômetros do <i>hotspots</i> , sendo uma variável binária: (1) quilômetro apresenta curva e (0) o quilômetro é uma reta.
Distância ao Centro Urbano mais próximo	DUR	Menor distância mensurada em linha reta, em metros (m), a partir do quilômetro até o centro urbano mais próximo (município ou distrito) através do software ArcGIS 10.5.
Distância ao Corpo Hídrico mais próximo	DCA	Menor distância mensurada em linha reta, em metros (m), a partir do quilômetro até o corpo água mais próximo, através do software ArcGIS 10.5.
Número de Corpos d'água	NCA	Número de corpos hídricos (contagem), perenes e intermitentes presentes em um raio de 5 km.
Corpo Hídrico Interceptando a Rodovia	CHI	Presença de corpo hídrico interceptando o quilômetro, sendo uma variável binária: (1) corpo hídrico intercepta a rodovia; (0) quilômetro não apresenta corpo hídrico.

FONTE: A autora (2020).

⁶ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Catálogo de metadados da ANA*. 2013. disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=307>. Acesso em: 16 out. 2021.

Para fins estatísticos, com intuito de retirar o efeito da área dos diferentes comprimentos dos *hotspots*, as variáveis ambientais foram mensuradas em intervalos de um quilômetro ao longo de toda a extensão dos *hotspots*, ou seja, os *hotspots* foram segmentados em intervalos de um quilômetro. Além disso, preliminarmente, o número de atropelamentos nos pontos críticos (variável resposta) e as variáveis ambientais (variáveis preditoras) foram verificados quanto a normalidade e presença de *outliers* através de histogramas e *Cleveland dotplots* para os dados brutos (ZUUR *et al.*, 2010). Com o objetivo de reduzir o efeito de *outliers* e normalizar os dados, devido à heterogeneidade das variáveis exploratórias (e.g., diferentes unidades de mensuração e altos valores observados), essas foram transformados pela aplicação de *log* para variáveis de composição da paisagem, a saber: formações florestais, savânicas, pastagem, cultivo, antrópicas e número de corpos da água; e, raiz quadrada para as variáveis de distância até o corpo hídrico mais próximo e até centro urbano mais próximo (ZUUR *et al.*, 2010). Após as transformações, a existência de colinearidade entre as variáveis preditoras foi verificada por meio da análise de fator de inflação da variância (VIF), sendo as variáveis com valores de $VIF \geq 3$ consideradas colineares (ZUUR *et al.*, 2010).

Para avaliar a influência das variáveis ambientais da paisagem e estruturais da rodovia sobre número total de atropelamentos nos *hotspots*, foram utilizados modelos lineares generalizados (GLM), com distribuição *Poisson* e função de ligação *log-link*, através do pacote *nlme* (PINHEIRO *et al.*, 2020). Após ser detectada uma dispersão acentuada, “*overdispersion*” (variância maior que a média), o modelo foi corrigido utilizando uma distribuição Binomial Negativa (ZUUR *et al.*, 2009). Para determinar o melhor modelo ou modelo ótimo – aquele com as variáveis que melhor explicam a variação no número de atropelamentos nos *hotspots* – a análise foi iniciada com um modelo global, com o componente fixo contendo todas as variáveis ambientais exploratórias. Em seguida, modelos preditivos foram classificados utilizando critério de informação de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc) (BURNHAM; ANDERSON, 2002). Foi utilizado o peso de AICc para avaliar a incerteza entre os modelos e foi calculada a porcentagem de Deviance (análogo à soma dos quadrados dos resíduos) para auxiliar na seleção do modelo de melhor ajuste (BURNHAM; ANDERSON, 2002).

Além disso, foi empregada a análise de partição hierárquica com o intuito de detectar quais variáveis ambientais melhor explicam o número de atropelamentos para cada grupo de vertebrados separadamente (MAC NALLY, 2002). A análise de partição hierárquica compara todos os modelos possíveis para uma regressão múltipla e determina as capacidades independentes das variáveis preditivas em explicar os padrões de variabilidade da variável de resposta correspondente (CHEVAN; SUTHERLAND, 1991). Para cada preditor, o poder explicativo independente sobre a variável dependente (isto é, sobre a variável resposta) é caracterizado pelo índice “I”, que reflete a contribuição independente da variável preditora para a variância explicada pelo modelo. Um segundo parâmetro, “J”, mede a interação entre os preditores. Variáveis que explicaram independentemente uma proporção maior de variância, do que o esperado ao acaso, são identificadas usando testes de randomização (MAC NALLY, 2002). Para cada preditor, a contribuição observada de “I” foi comparada com a distribuição de uma população de “I” de 1000 randomizações da matriz de dados. A significância aceita é a do limite superior de confiança de 95% (z-score = 1,65). Para mais informações sobre o método ver Chevan; Sutherland (1991), Mac Nally (1996, 2002). Essa análise foi realizada utilizando o pacote hier. part (WALSH; MAC NALLY, 2008) no programa R v.3.5.0 (R CORE TEAM, 2018).

3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISE DE *HOTSPOTS*

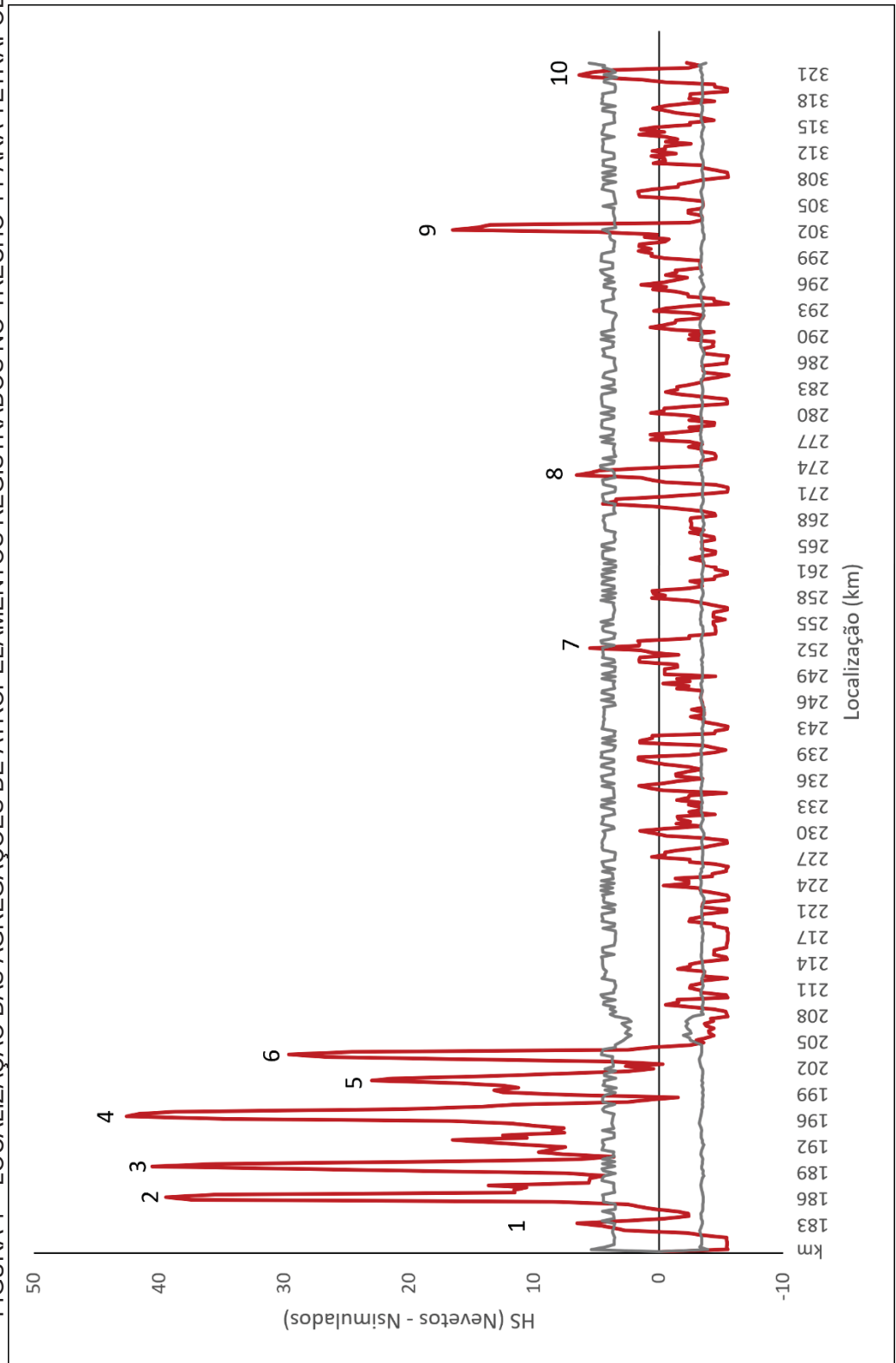
3.1.1 Determinação dos pontos críticos de atropelamentos (*hotspots*)

A seguir são apresentados os resultados das análises de cada trecho estudado, conforme apresentado em Capítulo I (item 2.2) para os conjuntos de dados referente a tetrápodes, que contempla anfíbios, aves, mamíferos e répteis, bem como para esses grupos separadamente, e para os dois períodos sazonais: seca e chuva.

3.1.1.1 Trecho 1 – Barreiras (BA) do km 179,9 até a Ponte sobre o Rio do Meio no km 324

Primeiramente, foram identificadas as escalas espaciais com agregações significativas de atropelamentos para o Trecho 1 (T1) pela análise *K de Ripley* 2D. A análise *K de Ripley* apontou agrupamentos significativos de 500 m a 60 km para tetrápodes no T1. Assim, após identificar a existência de agrupamentos significativos na distribuição dos atropelamentos foram identificados os principais pontos críticos, através de análises *HotSpots-2D*. Na FIGURA 1, podem ser observadas as intensidades das agregações dos atropelamentos para cada quilômetro, além dos respectivos limites de confiança utilizados para a interpretação da significância dessas agregações. Os valores resultantes da função HS ($N_{\text{eventos observados}} - N_{\text{eventos simulados}}$) acima do limite superior de confiança indicam locais com intensidade de agregação significativas, ou seja, pontos críticos de atropelamentos. Para o conjunto de dados deste trecho, considerando toda fauna silvestre (ou seja, mamíferos, reptéis anfíbios e aves) foram identificados 10 pontos críticos, com as agregações de maior intensidade localizadas entre os km 185 e 205 (FIGURA 1; QUADRO 2).

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS REGISTRADOS NO TRECHO 1 PARA TETRÁPODES



Legenda: Linhas cinza: Limites de confiança superior e inferior.
FONTE: A autora (2020).

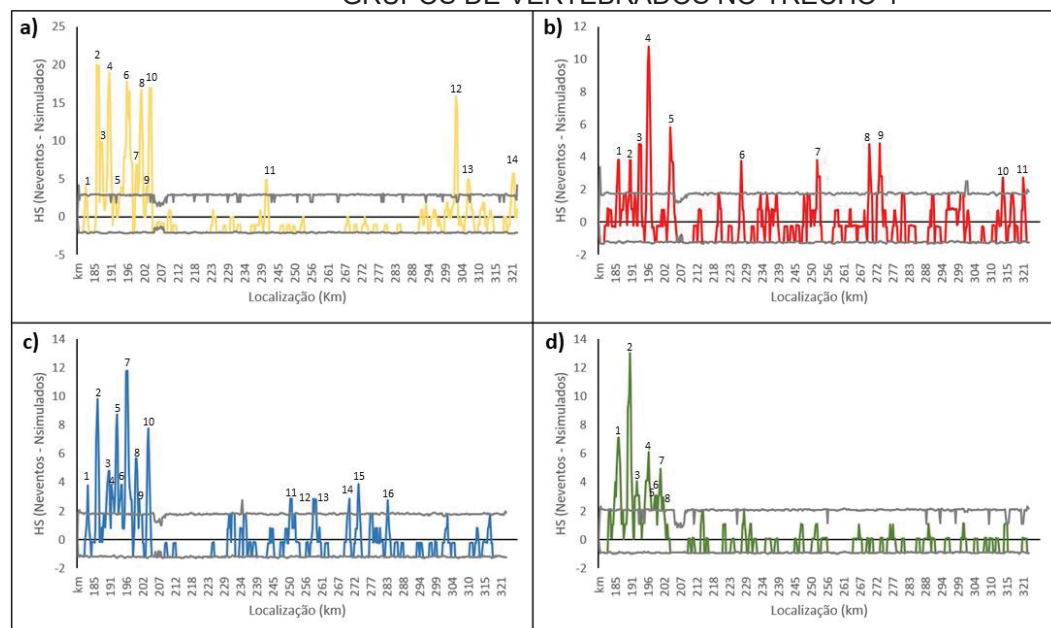
QUADRO 2 - HOTSPOTS IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NO TRECHO 1

Tetrápodes		
Início	Fim	Extensão (m)
183,1	183,4	300
185,7	188,8	3100
189,1	191,1	2000
191,4	197,7	6300
198,6	201,8	3200
203,3	204,4	1100
253,5	253,8	300
274,2	274,9	700
303,5	304,5	1000
322	322,8	800

FONTE: A autora (2020).

A localização das agregações de atropelamentos por grupo é apresentada na FIGURA 2 e no QUADRO 3. Foram evidenciadas quatorze (14) agregações para anfíbios, onze (11) para aves, dezesseis (16) de mamíferos e oito (8) de répteis. Pode-se observar que independente do grupo de vertebrado analisado, os *hotspots* de maior intensidade estão localizados principalmente entre os quilômetros 185 ao 205.

FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DOS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS NO TRECHO 1



Legenda: **a)** anfíbios; **b)** aves; **c)** mamíferos; **d)** répteis. **Linhas cinza:** Limites de confiança superior e inferior.

FONTE: A autora (2020).

QUADRO 3 - HOTSPOTS IDENTIFICADOS PARA OS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS TRECHO 1.

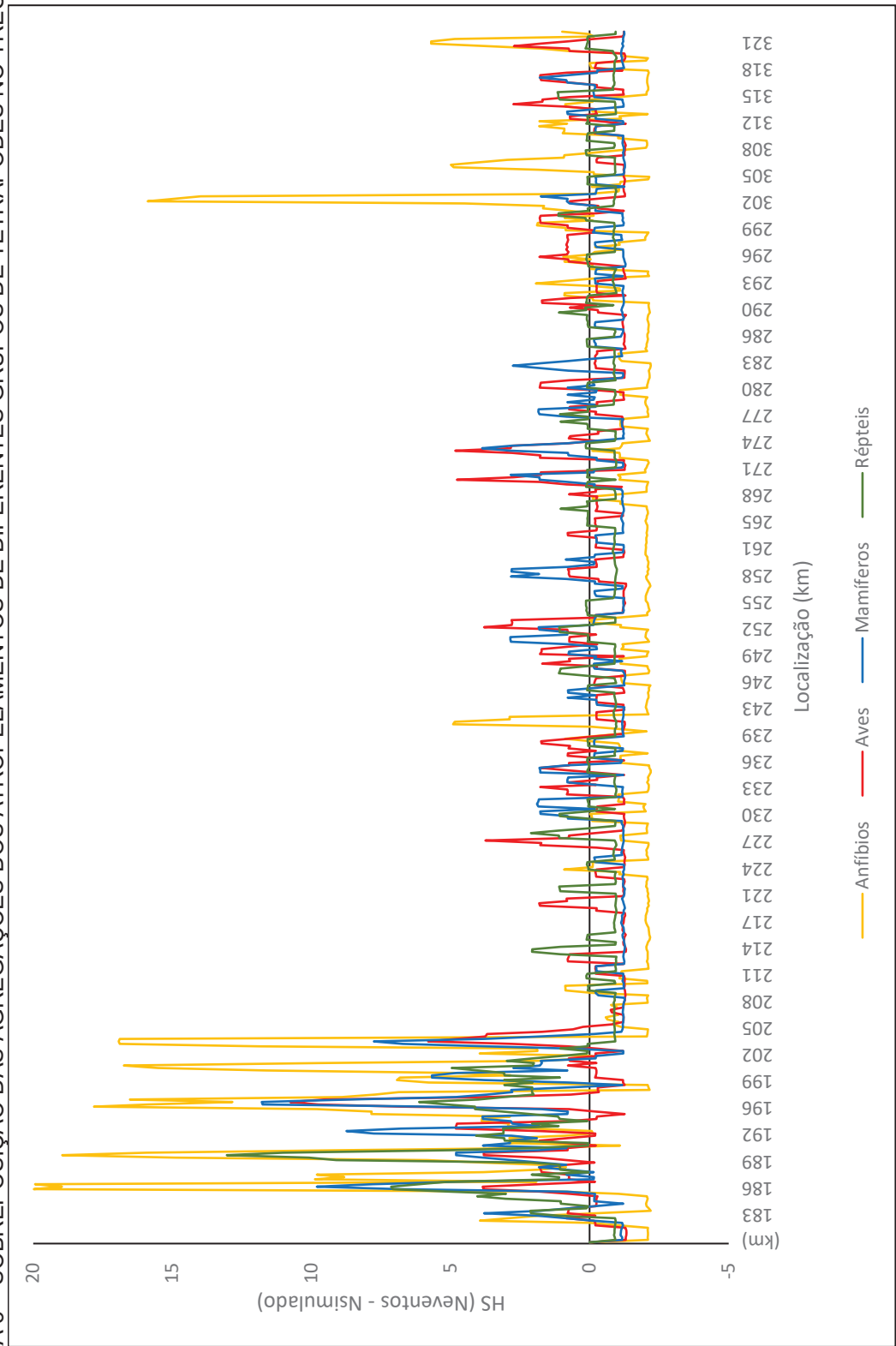
Anfíbios			Aves			Mamíferos			Répteis		
Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)
182,3	182,6	300	186	186,6	600	183,1	183,4	300	184,8	187,1	2300
186	186,8	800	190	190,6	600	186	187,1	1100	189,4	190,8	1400
187,1	188,3	1200	193,2	194	800	189,4	190,6	1200	191,7	193,4	1700
189,1	190,8	1700	195,7	197,3	1600	192,3	193,4	1100	195,1	197,1	2000
193,9	194,6	700	203,5	205	1500	193,7	194,8	1100	198,3	198,6	300
194,8	197,7	2900	228,5	228,8	300	195,7	198,2	2500	198,9	199,1	200
198,6	199,5	900	253,5	254,5	1000	198,9	200,1	1200	199,5	200,7	1200
199,8	201,5	1700	270,9	271,4	500	200,3	200,7	400	201,5	201,8	300
202,4	202,7	300	274	275,2	1200	203,3	204,4	1100	-	-	-
203,6	204,4	800	315	315,4	400	251,8	252,6	800	-	-	-
242,3	242,8	500	322	322,3	300	259,4	259,8	400	-	-	-
303,5	304,5	1000	-	-	-	260	260,6	600	-	-	-
307,5	308,5	1000	-	-	-	271,5	271,8	300	-	-	-
322	323,3	1300	-	-	-	274,3	275,1	800	-	-	-
						284,2	284,5	300	-	-	-

LEGENDA: em vermelho aqueles *hotspots* comuns que se sobrepõem parcialmente ou integralmente
 FONTE: A autora (2020).

Comparando os pontos de agregação de atropelamento para os diferentes grupos taxonômicos, é possível observar que, apesar de existirem *hotspots* idiossincráticos, ou seja, restritos a determinados grupos de vertebrados, existe um grande número de *hotspots* que são comuns aos diferentes grupos biológicos, principalmente entre os quilômetros 185 ao 205 (FIGURA 3).

O gráfico apresentado na FIGURA 3 não apresenta os limites de confiança, considerando que para cada um dos grupos de vertebrados a informação seria diferente, o que prejudicaria a visualização das informações. Portanto, a ilustração se limita a apresentar de forma geral, a intensidade dos atropelamentos específicos para determinados grupos, bem como locais em que essa intensidade coincide.

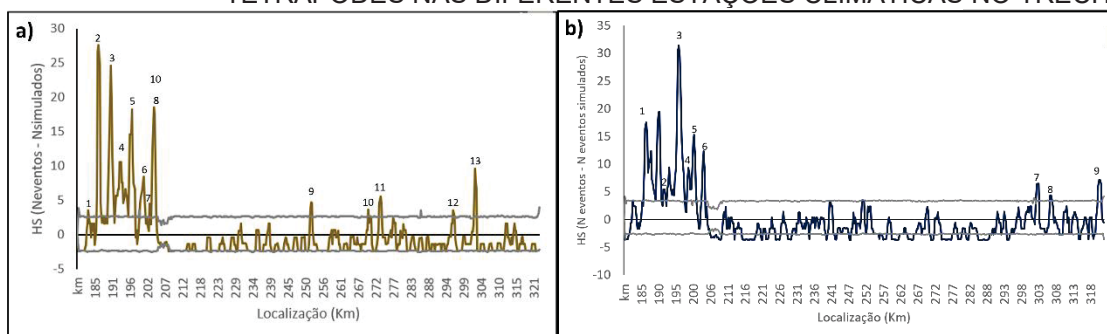
FIGURA 3 – SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DOS ATROPELAMENTOS DE DIFERENTES GRUPOS DE TETRÁPODES NO TRECHO 1.



FONTE: A autora (2020).

Em relação a ocorrência de *hotspots* para fauna silvestre considerando as diferentes estações climáticas foi possível evidenciar a ocorrência de treze (13) *hotspots* para a estação seca e nove (9) *hotspots* para estação chuvosa (FIGURA 4; QUADRO 4). Isto significa, de antemão, que existem *hotspots* idiossincráticos a diferentes estações climáticas, e durante a estação seca um número maior de locais com alta fatalidade para este trecho estão presentes.

FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE ANIMAIS TETRÁPODES NAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS NO TRECHO 1.



Legenda: **a)** estação seca; **b)** estação chuvosa. **Linhas cinza:** Limites de confiança superior e inferior.
 FONTE: A autora (2020).

QUADRO 4 - *HOTSPOTS* IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NAS DIFERENTES PERÍODOS CLIMÁTICAS NO TRECHO 1.

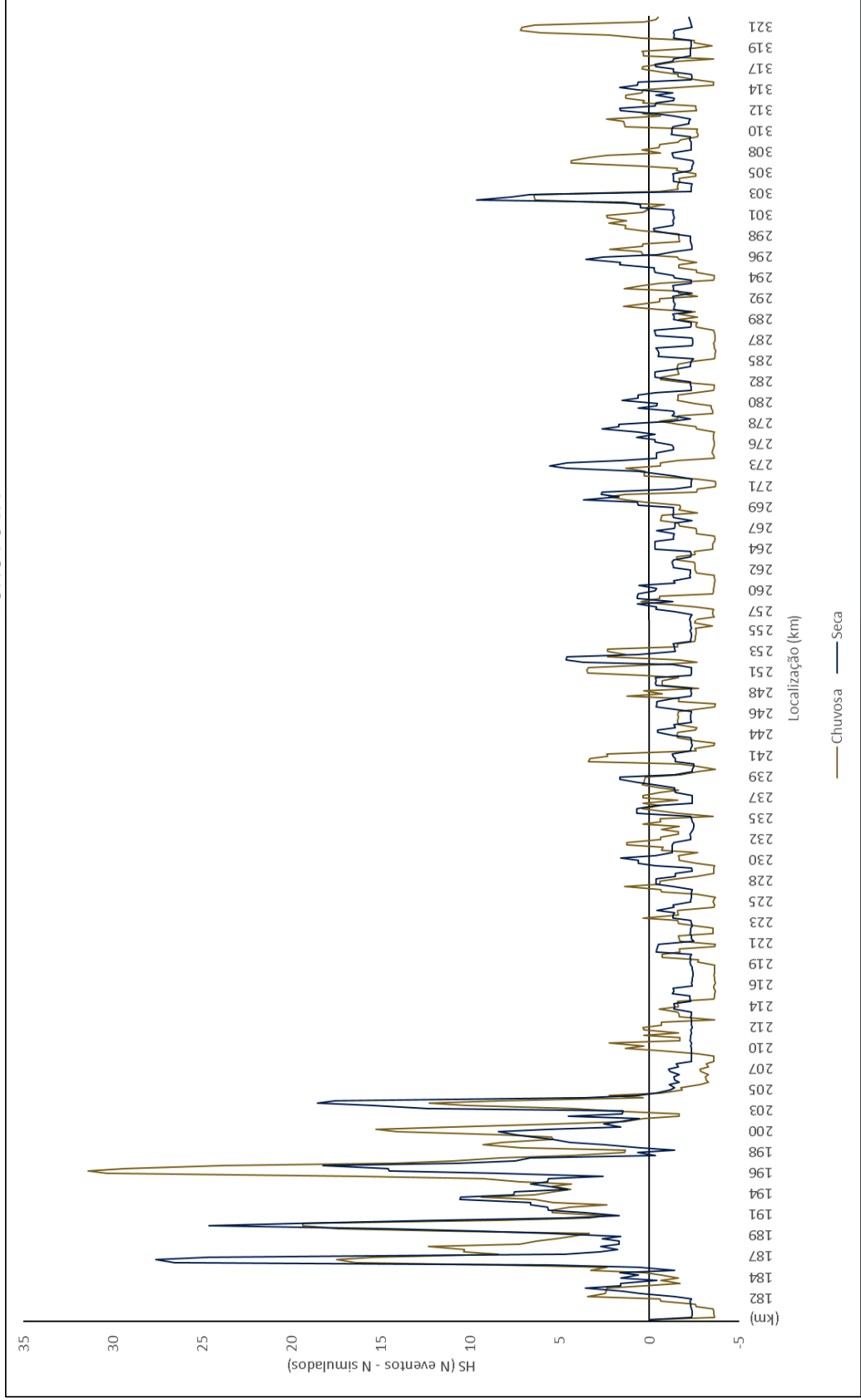
Período seco			Período chuvoso		
Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)
183,1	183,4	300	185,7	189,1	3400
185,7	187,1	1400	189,4	190,8	1400
189,14	191,1	1960	191,4	192,3	900
191,4	195,4	4000	192,5	198	5500
195,7	197,7	2000	198,6	201,8	3200
199,1	201,1	2000	203,3	204,4	1100
202,3	202,7	400	303,6	304,4	800
203,4	204,7	1300	307,5	308,1	600
252,9	253,8	900	322	323,1	1100
270,9	271,2	300	-	-	-
274,2	275,1	900	-	-	-
297	297,3	300	-	-	-
303,6	304,4	800	-	-	-

LEGENDA: em vermelho aqueles *hotspots* comuns que se sobrepõem parcialmente ou integralmente
 FONTE: A autora (2020).

O gráfico de sobreposição das agregações de atropelamentos para as diferentes estações climáticas é apresentado na FIGURA 5. Observa-se que apesar de uma variação na intensidade das agregações, existe um padrão acentuado entre os km 185 ao 205, tanto para a estação chuvosa como para a estação seca. Através da intensidade das agregações pode-se afirmar que esse segmento (entre 185 ao 205) corresponde aos locais de maior fatalidade de tetrápodes silvestres no trecho 1.

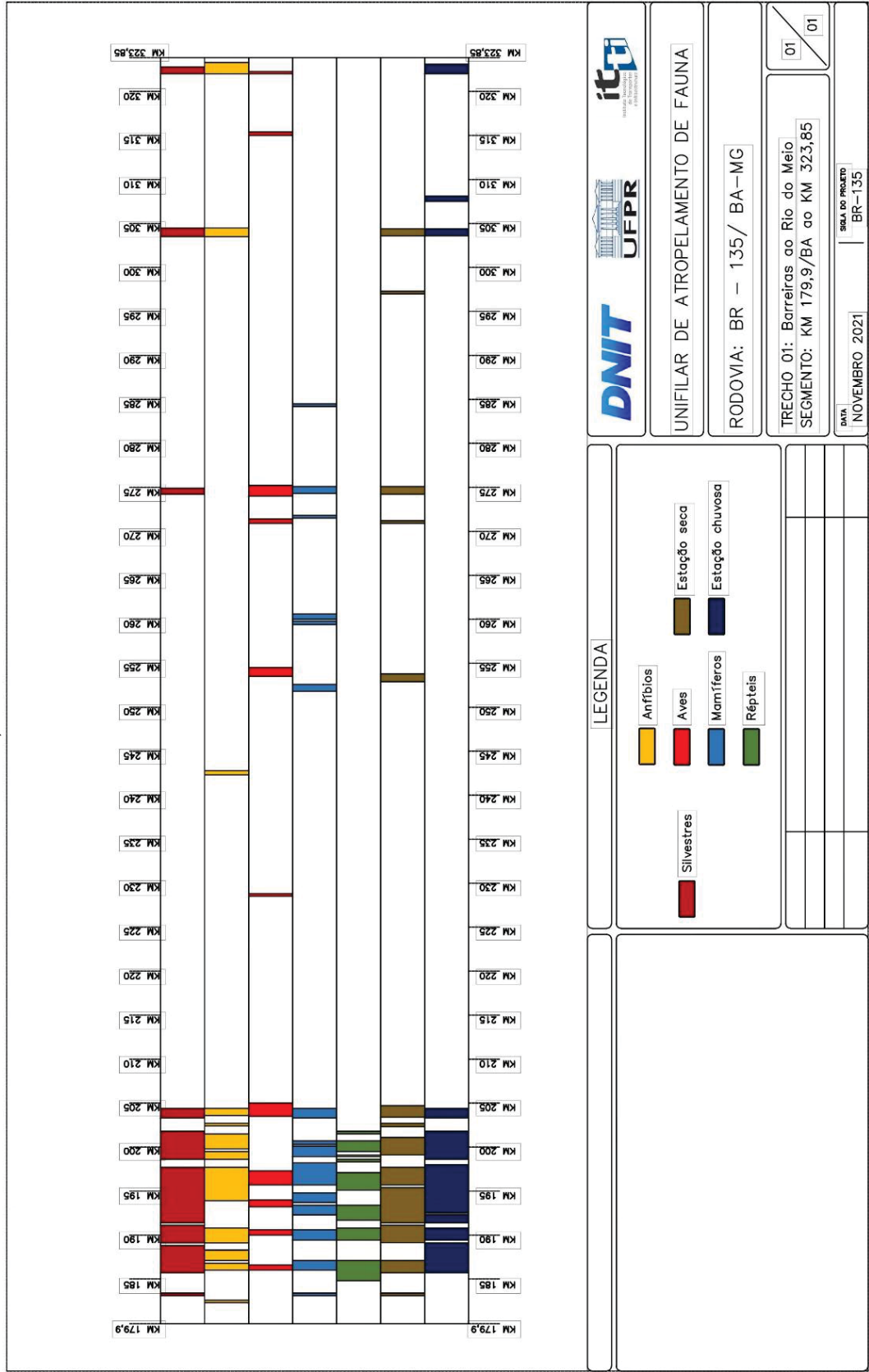
O detalhamento dos quilômetros em que se encontram cada *hotspots*, para cada grupo de vertebrado e estação climática são apresentados em diagrama unifilar na FIGURA 6. O diagrama Unifilar, neste caso, facilita a visualização das sobreposições, ou seja, permite perceber em quais trechos as agregações de atropelamentos são concordantes em relação aos diferentes grupos de vertebrados e sazonalidade.

FIGURA 5 - SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE TETRAPODES SILVESTRES NO TRECHO 1 NAS ESTAÇÕES SECA E CHUVOSA



FONTE: A autora (2020).

FIGURA 6 – DIAGRAMA UNIFILAR DO TRECHO 1, COM OS HOTSPOTS REFERENTES AOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA

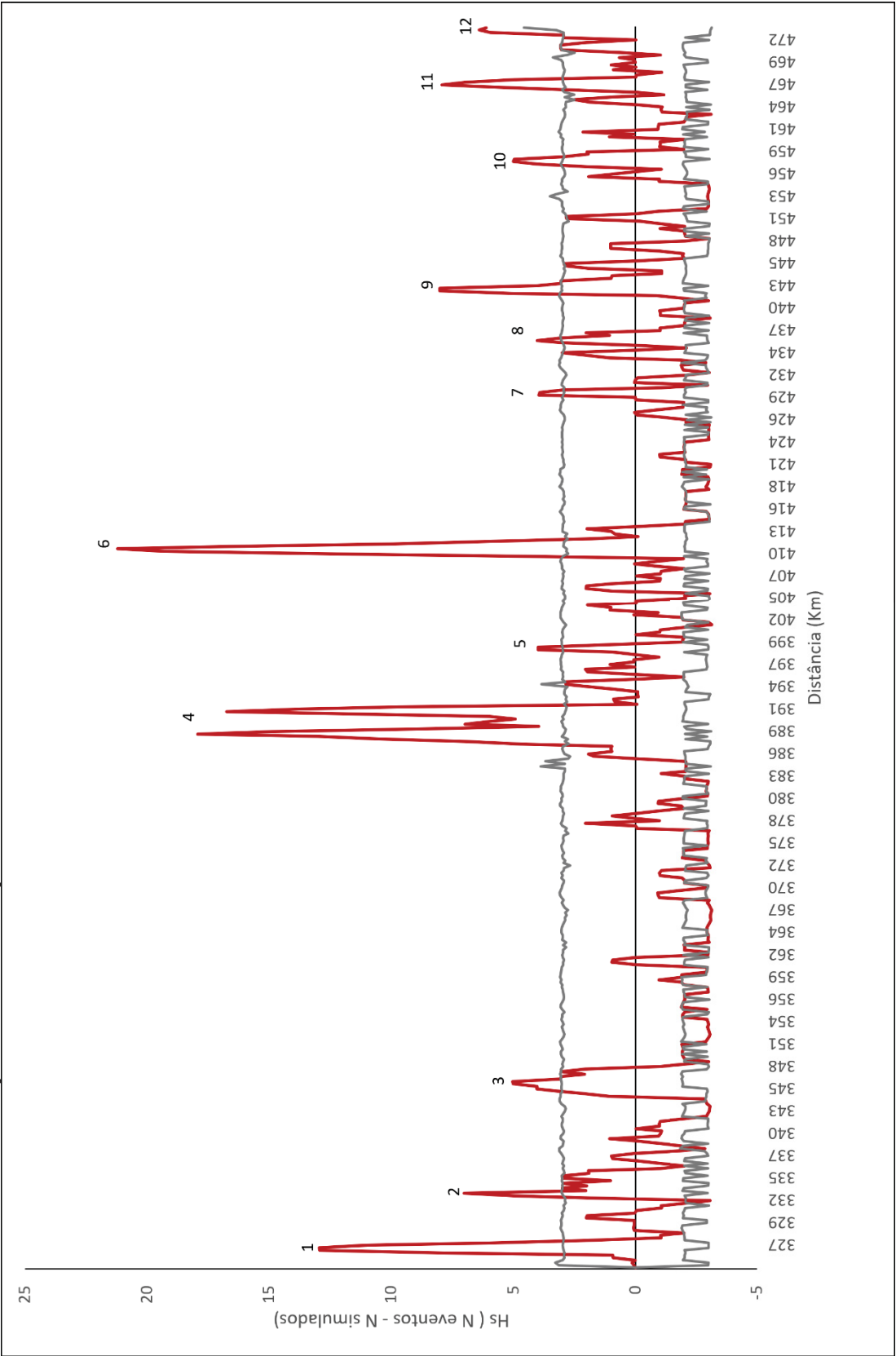


FONTE: UFPR/ITI (2020).

3.1.1.2 Trecho 2 – Ponte sobre o Rio do Meio (km 324,0) à Divisa BA/MG (km 466,8)

A análise K de *Ripley* apontou agrupamentos significativos de 500 m a 26 km para tetrápodes no Trecho 2 (T2). A FIGURA 7 e o QUADRO 5 apresentam os principais pontos críticos de atropelamentos obtidos por meio da análise de *Hotspots* - 2D, na qual foram evidenciados 12 pontos críticos de atropelamentos (agregações dos atropelamentos com intensidade acima do limite de confiança superior).

FIGURA 7 - LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS REGISTRADOS NO TRECHO 2 PARA TETRÁPODES



Legenda: **Linhas cinza:** Limites de confiança superior e inferior.
FONTE: A autora (2020).

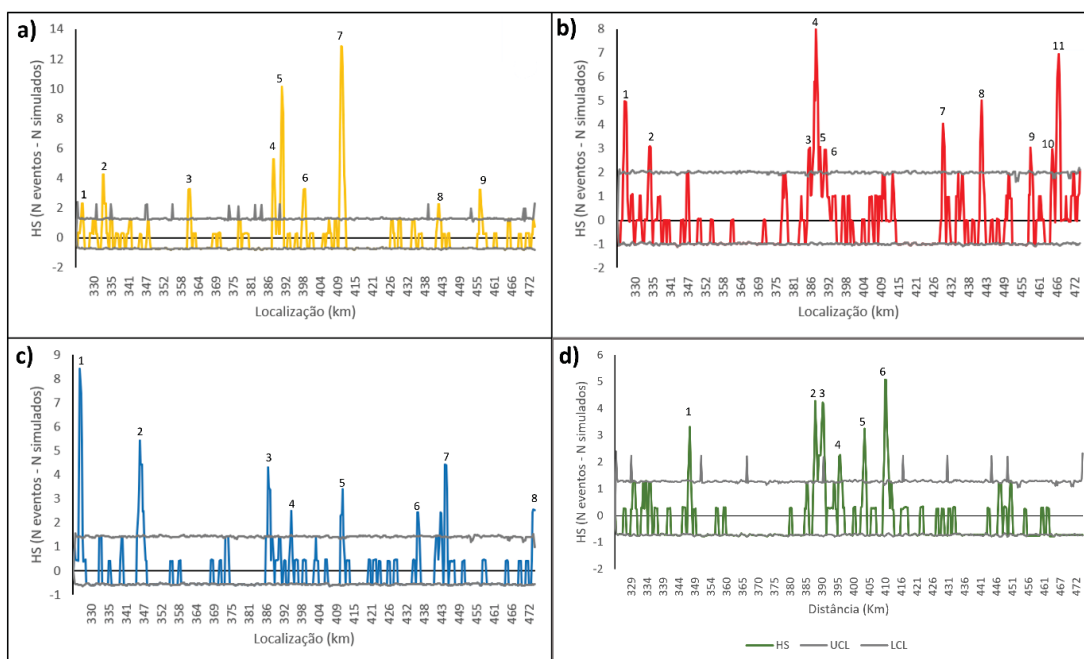
QUADRO 5 - HOTSPOTS IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NO TRECHO 2

Tetrápodes		
Início	Fim	Extensão (m)
326,6	328	1400
333,5	334,1	600
344,4	344,6	300
346,4	347,6	1200
379,5	384,3	4800
390,9	391,5	600
421,1	421,8	700
428	428,3	300
433,8	435	1200
449,7	450,6	900
459	460,2	1200
465,8	466,5	700

FONTE: A autora (2020).

A localização das agregações de atropelamentos por grupo é apresentada na FIGURA 8 e no QUADRO 6, sendo nove (9) agregações de anfíbios, onze (11) de aves, oito (8) de mamíferos e seis (6) de répteis.

FIGURA 8 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DOS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS TETRÁPODES NO TRECHO 2.



Legenda: **a)** anfíbios; **b)** aves; **c)** mamíferos; **d)** répteis; **Linhas cinza:** Limites de confiança superior e inferior.

FONTE: a autora (2020).

QUADRO 6 - HOTSPOTS IDENTIFICADOS PARA OS DIFERENTES GRUPOS DE VERTEBRADOS NO TRECHO 2

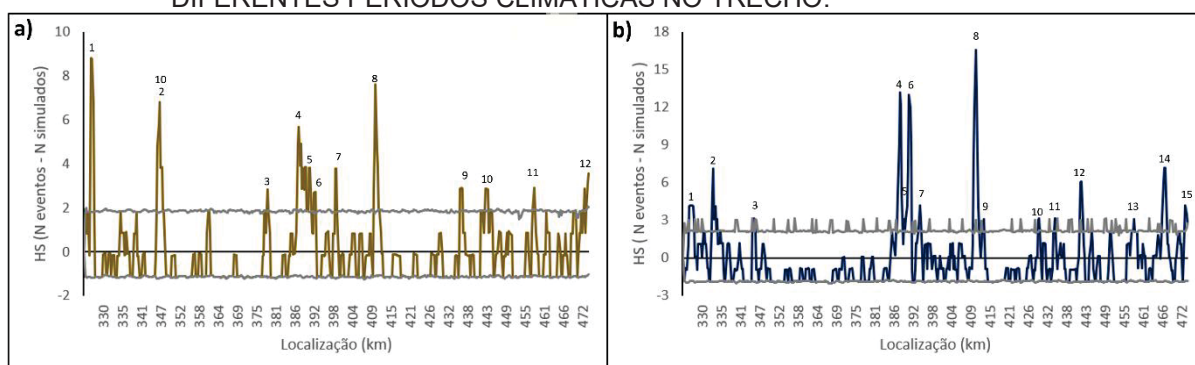
Anfíbios			Aves			Mamíferos			Répteis		
Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)
326,5	327,2	700	326,9	328,1	1200	326,5	327,8	1300	348,6	349,2	600
333,5	334,7	1200	335	335,9	900	345,8	347,9	2100	380,1	381,3	1200
352,4	353,7	1300	378,3	378,9	600	379,5	380,4	900	381,6	383,7	2100
380,4	381,7	1300	379,8	381,6	1800	387	387,3	300	388,2	388,4	200
383,1	384,4	1300	381,9	382,2	300	402,3	403,2	900	396	396,9	900
390,3	391,5	1200	383,4	384,3	900	427,6	428,2	600	401,7	403,2	1500
401,7	403,5	1800	421,2	422,1	900	435,3	437,8	600	-	-	300
434,4	435	600	433,8	434,7	900	465,8	466,5	700	-	-	300
448,2	449,2	1000	450,3	450,6	300	-	-	-	-	-	-
-	-	-	457,2	457,8	600	-	-	-	-	-	-
-	-	-	458,7	460,2	1500	-	-	-	-	-	-

LEGENDA: em vermelho aqueles *hotspots* comuns que se sobrepõem parcialmente ou integralmente
FONTE: A autora (2020).

Sobrepondo as agregações dos diferentes grupos taxonômicos para o T2, é possível observar que, de forma geral, existem muitos *hotspots* concordantes entre os diferentes grupos taxonômicos (FIGURA 10).

Em relação a ocorrência de *hotspots* para fauna silvestre considerando as diferentes estações climáticas para o T2, foram identificadas para estação seca a ocorrência de doze (12) *hotspots* e quinze (15) *hotspots* para a estação chuvosa (FIGURA 9). Isto significa, que existem pontos críticos que são peculiares a sazonalidade climática e que durante a estação chuvosa um número maior de *hotspots* é evidenciado. A sobreposição das agregações dos atropelamentos de tetrápodes para as duas estações permite evidenciar que existem *hotspots* que são comuns a ambas, principalmente entre os km 326 a 329, do 379 ao 385 e, do 401 ao 404 (FIGURA 11; QUADRO 7).

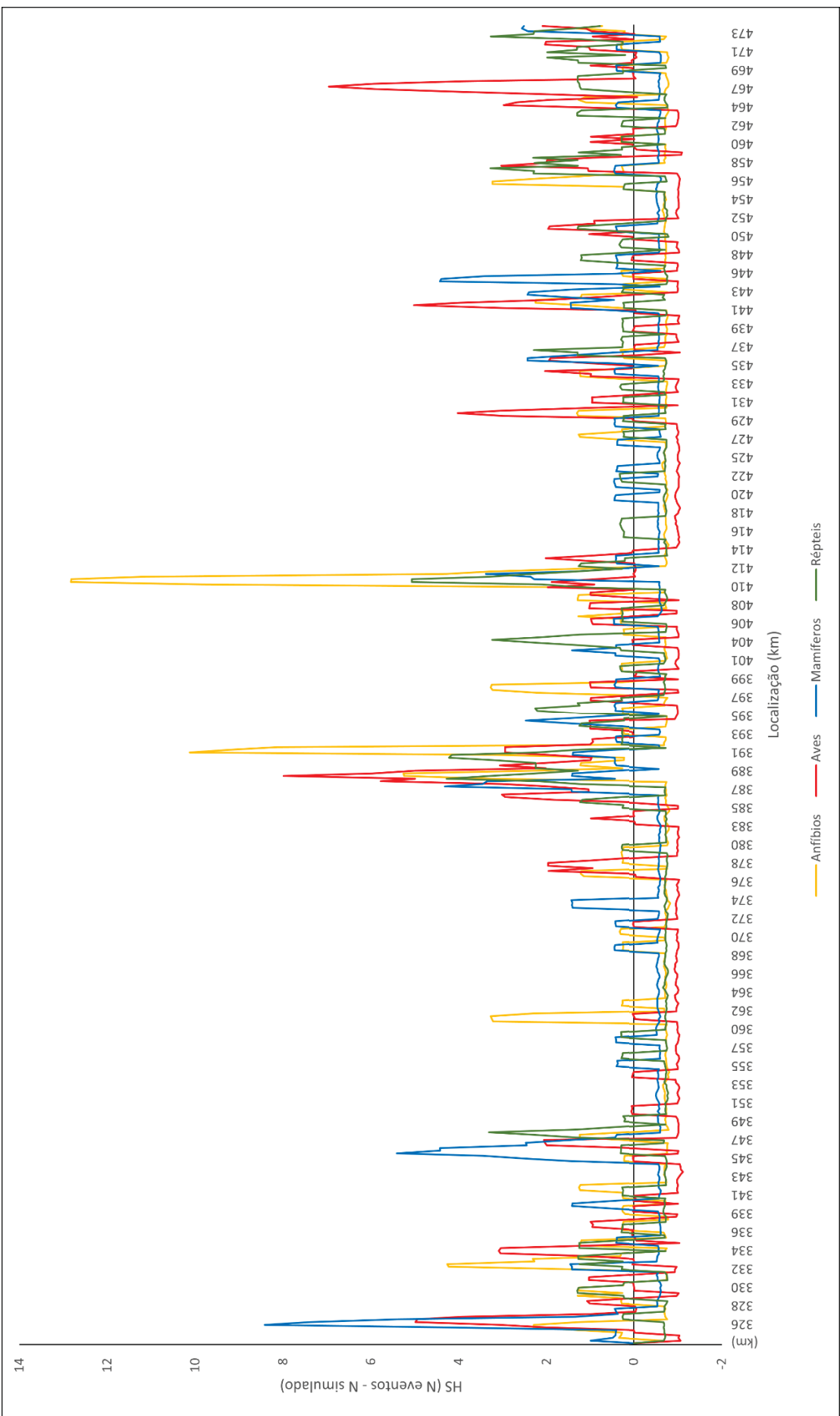
FIGURA 9 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE TETRÁPODES NAS DIFERENTES PERÍODOS CLIMÁTICAS NO TRECHO.



Legenda: **a)** estação seca; **b)** estação chuvosa. Linhas cinza: limites de confiança superior e inferior.
 FONTE: A autora (2020).

O diagrama unifilar do T2 (FIGURA 12) evidencia os quilômetros onde se encontram os *hotspots* para diferentes cenários – (i) tetrápodes, (ii) para os diferentes grupos de tetrápodes, isto é, anfíbios, aves, mamíferos, répteis, (iii) estação seca e estação chuvosa. Com isso, é possível observar quais os *hotspots* com maiores extensões e quais são comuns aos diferentes cenários. Pode-se evidenciar que as agregações de atropelamentos com maiores intensidades se concentram entre os quilômetros 380 e 385.

FIGURA 10 – SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DOS DIFERENTES GRUPOS DE TETRÁPODES SILVESTRES NO TRECHO 2



FONTE: A autora (2020).

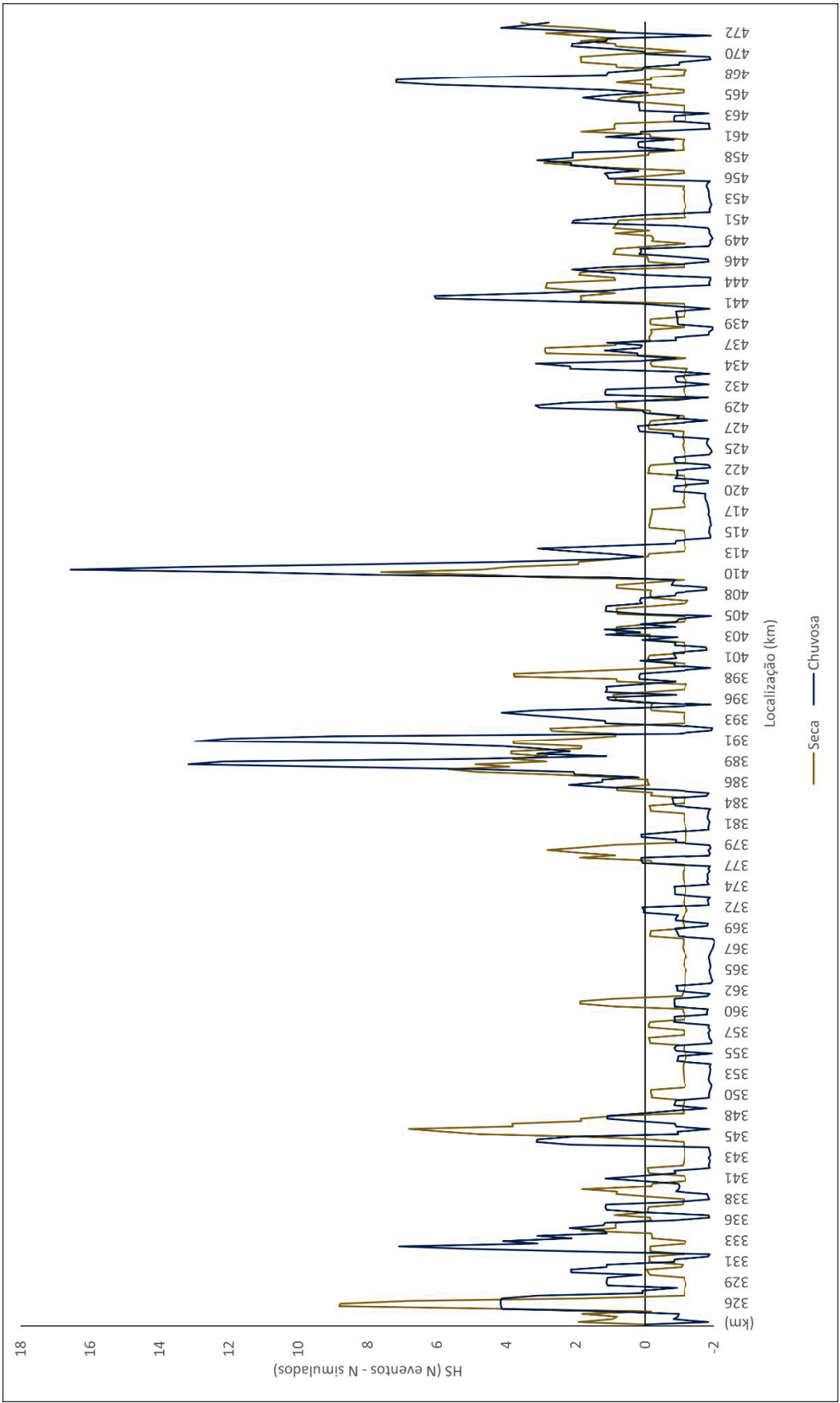
QUADRO 7- HOTSPOTS IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NAS DIFERENTES
ESTAÇÕES CLIMÁTICAS NO TRECHO 2

Período seco			Período chuvoso		
Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)
326,6	327,8	1200	326,5	328,4	1900
346,7	348,2	1500	333,5	334,7	1200
379,5	382,5	3000	335	335,3	300
383,1	383,7	600	345,8	346,4	600
384,6	385,3	700	380,1	381,6	1500
390,9	391,5	600	381,9	382,2	300
401,7	402,9	1200	382,5	384,4	1900
427,6	428,6	1000	386,4	387,4	1000
435,3	436,2	900	401,7	403,5	1800
450	450,3	300	404,8	405,1	300
465,2	465,5	300	421,2	421,8	600
466	466,5	500	426,4	426,7	300
-	-	-	433,8	435	1200
-	-	-	450,3	450,6	300
-	-	-	458,7	460,2	1500

LEGENDA: em vermelho aqueles *hotspots* comuns que se sobrepõem parcialmente ou integralmente

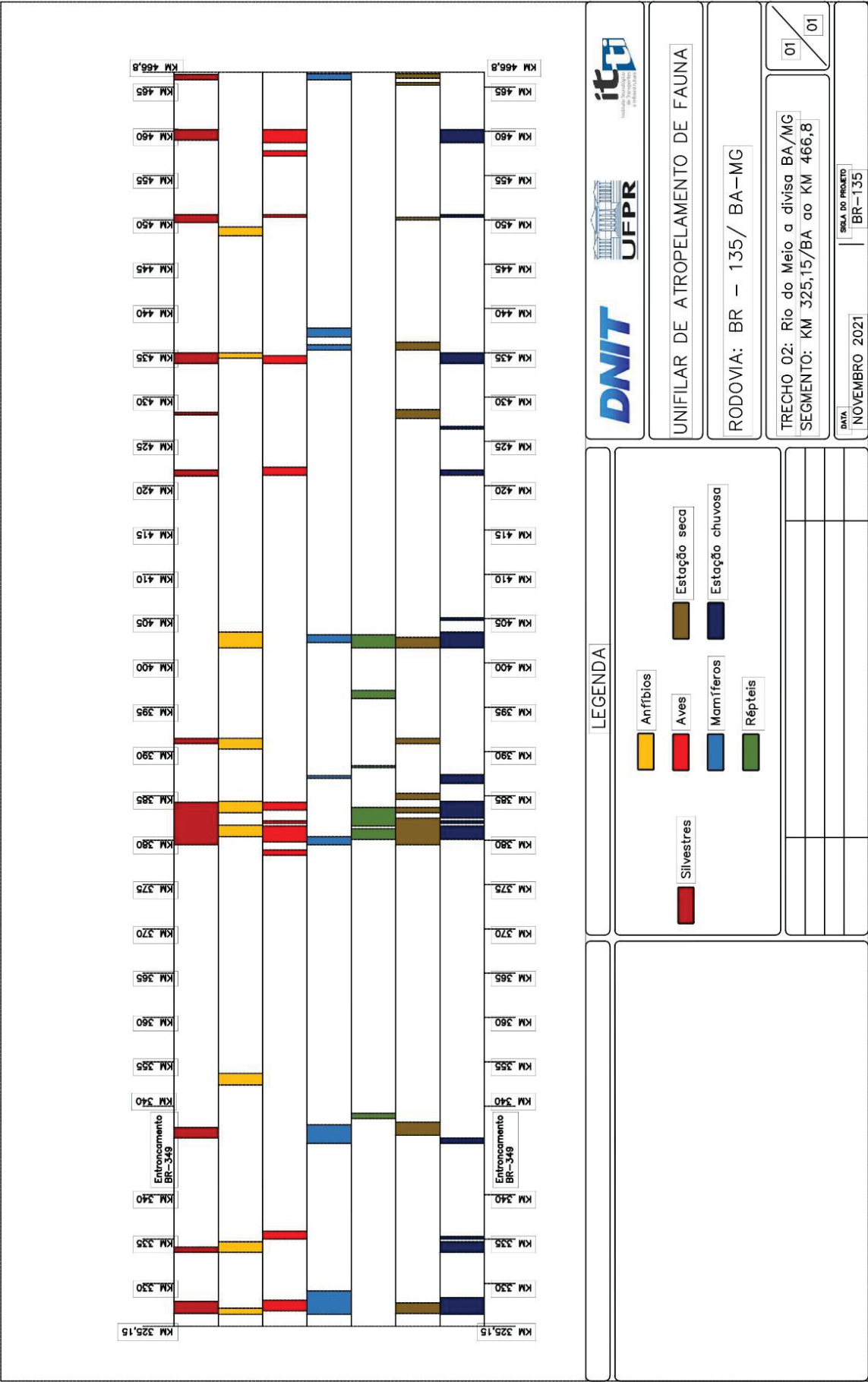
FONTE: A autora (2020).

FIGURA 11 – SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE TETRÁPODES SILVESTRES NO TRECHO 2 NAS ESTAÇÕES SECA E CHUVOSA



FONTE: A autora (2020).

FIGURA 12 – DIAGRAMA UNIFILAR DO TRECHO 2, COM OS HOTSPOTS REFERENTES AOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA

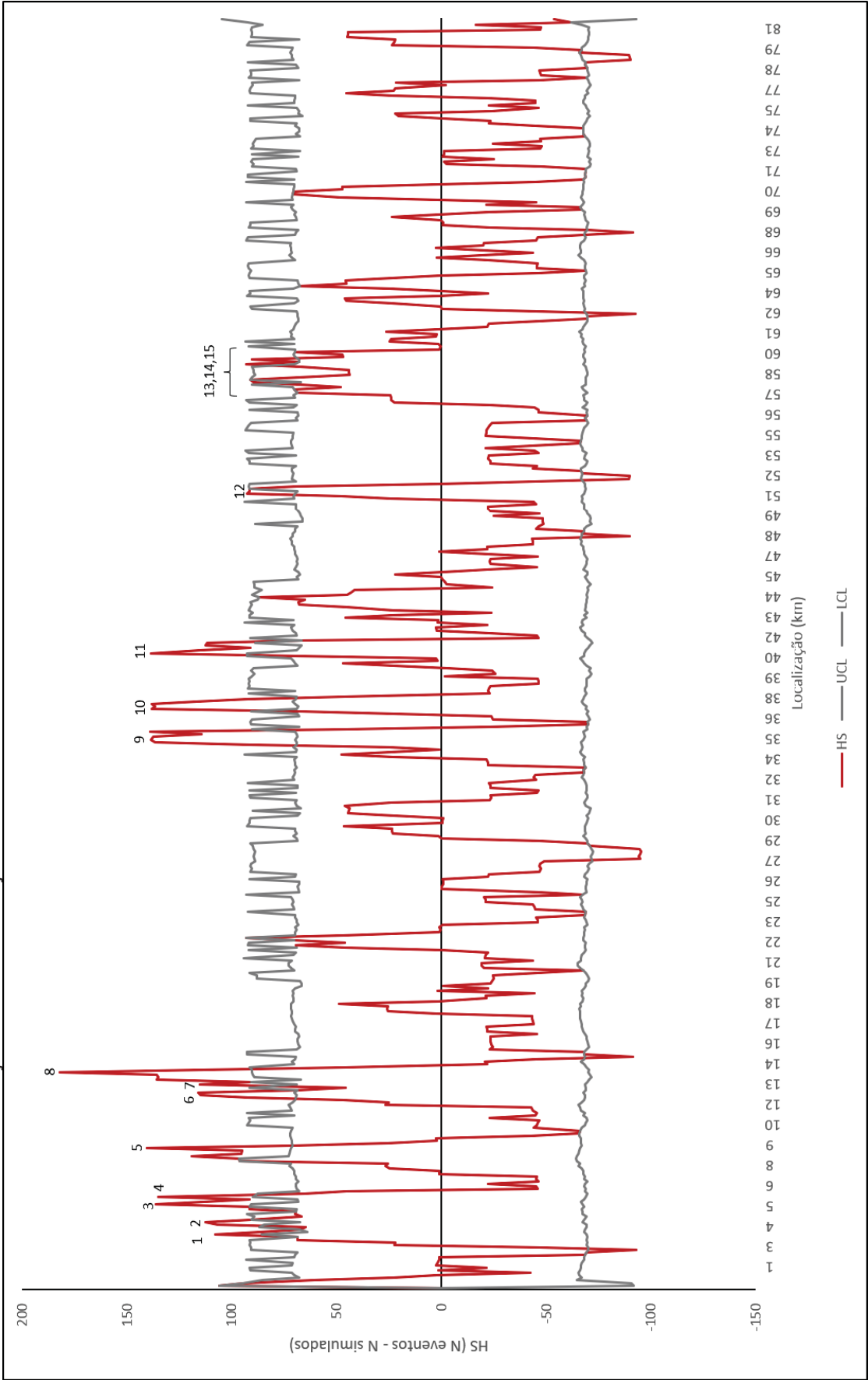


3.1.1.3 Trecho 3 – Divisa BA/MG (km 0,0) até Manga (MG) no km 82

A análise K de *Ripley* apontou agrupamentos significativos de 500 m a 8 km para tetrápodes Trecho 3 (T3). Os principais pontos críticos de atropelamentos, obtidos por meio das análises de *Hotspots* - 2D, podem ser visualizados na FIGURA 13 e QUADRO 8. Para a fauna silvestre foram evidenciados 15 pontos críticos de atropelamentos (agregações com intensidade acima do limite de confiança superior).

Já a localização das agregações de atropelamentos por grupo, é apresentada na FIGURA 14 e QUADRO 9, sendo sete (7) agregações de anfíbios, sete (7) de aves, dez (10) de mamíferos e três (3) de répteis. Sobrepondo os dados dos diferentes grupos taxonômicos, é possível observar uma variação homogênea na distribuição das intensidades ao longo das agregações de atropelamentos de répteis e aves. Além disso, cerca de 15 hotspots (55%) do total de 27 hotspots se sobrepõem parcialmente ou integralmente (FIGURA 15).

FIGURA 13 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS REGISTRADOS NO TRECHO 3 PARA TETRÁPODES



Legenda: **Linhas cinza:** Limites de confiança superior e inferior.

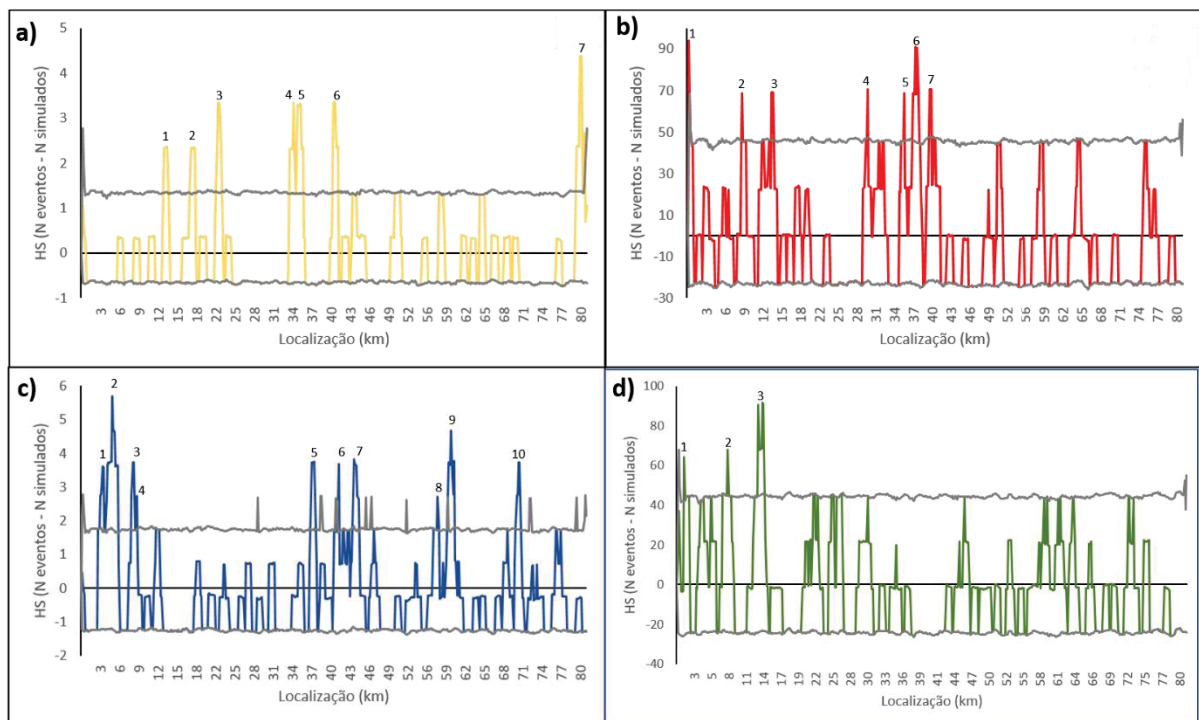
FORTE: A autora (2020).

QUADRO 8 - HOTSPOTS IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NO TRECHO 3

Silvestres		
Início	Fim	Extensão (m)
3,5	3,9	400
4,2	4,5	300
5,2	5,4	200
5,5	6,2	700
8,7	9,4	700
12,5	13	500
13,3	13,5	200
13,7	14,5	800
35	36	1000
37,4	38,3	900
41,1	41,9	800
51,4	51,8	400
58,7	58,9	200
59,9	60,1	200
60,2	60,4	200

FONTE: A autora (2020).

FIGURA 14 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DOS DIFERENTES GRUPOS DE TETRÁPODES NO TRECHO 3.



Legenda: **a)** anfíbios; **b)** aves; **c)** mamíferos; **d)** répteis. **Linhas cinza.** Limites de confiança superior e inferior.

FONTE: A autora (2020).

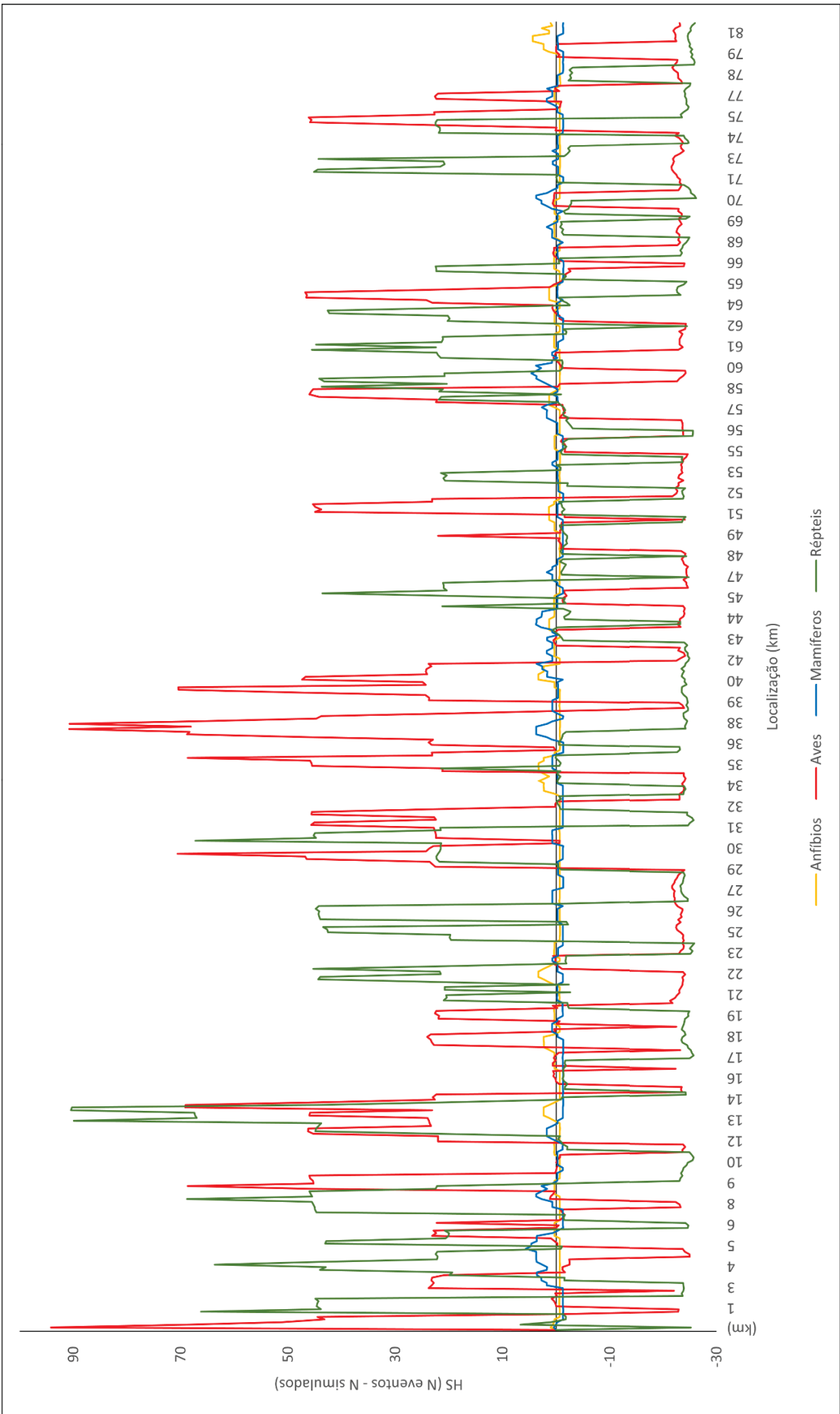
QUADRO 9 - *HOTSPOTS* IDENTIFICADOS PARA OS DIFERENTES GRUPOS DE TETRÁPODES NO TRECHO 3.

Anfíbios			Aves			Mamíferos			Répteis		
Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)
13,7	14,3	600	0	0,3	300	3,2	3,9	700	4,2	4,4	200
18	18,6	600	9,2	9,4	200	4,2	6,2	2000	8,3	8,5	200
22	22,9	900	14,2	14,5	300	8,3	9	700	13,3	14,3	1000
33,8	34,7	900	29,9	30	100	9,2	9,4	200	-	-	-
34,9	36	1100	35,9	36,1	200	37,4	38,1	700	-	-	-
40,9	41,9	1000	37,4	38,4	1000	41,7	42,1	400	-	-	-
80,8	81,8	1000	40,2	40,6	400	44,2	45,4	1200	-	-	-
-	-	-	-	-	-	58	58,2	200	-	-	-
-	-	-	-	-	-	59,9	60,9	1000	-	-	-
-	-	-	-	-	-	71	71,7	700	-	-	-

LEGENDA: em vermelho aqueles *hotspots* comuns que se sobrepõem parcialmente ou integralmente

FONTE: A autora (2020).

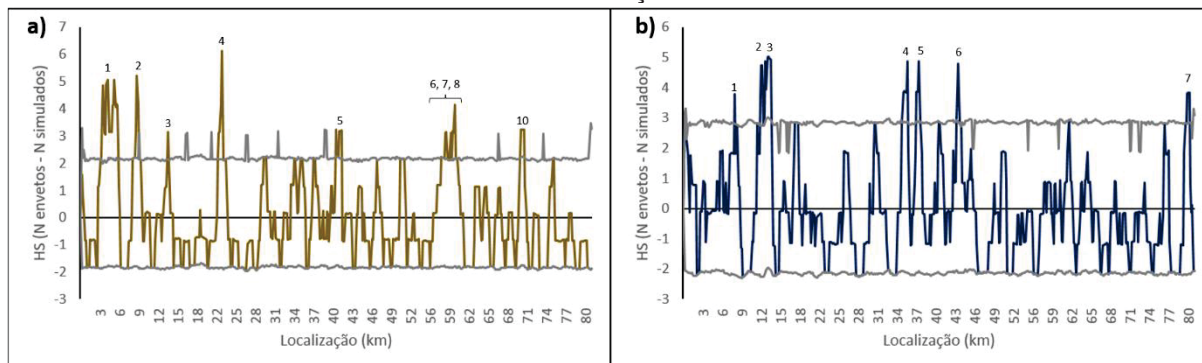
FIGURA 15 – SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DOS DIFERENTES GRUPOS DE TETRÁPODES SILVESTRES NO TRECHO 3



FONTE: A autora (2020).

Para a estação seca, foram identificadas dez (10) agregações de tetrápodes atropelados e sete (7) agregações para estação chuvosa (FIGURA 16; QUADRO 10).

FIGURA 16 – LOCALIZAÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE TETRÁPODES NAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS NO TRECHO 3.



Legenda: **a)** estação seca; **b)** estação chuvosa. **Linhas cinza:** Limites de confiança superior e inferior.

FONTE: A autora (2020).

QUADRO 10 - *HOTSPOTS* IDENTIFICADOS PARA FAUNA SILVESTRE NAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS NO TRECHO 3

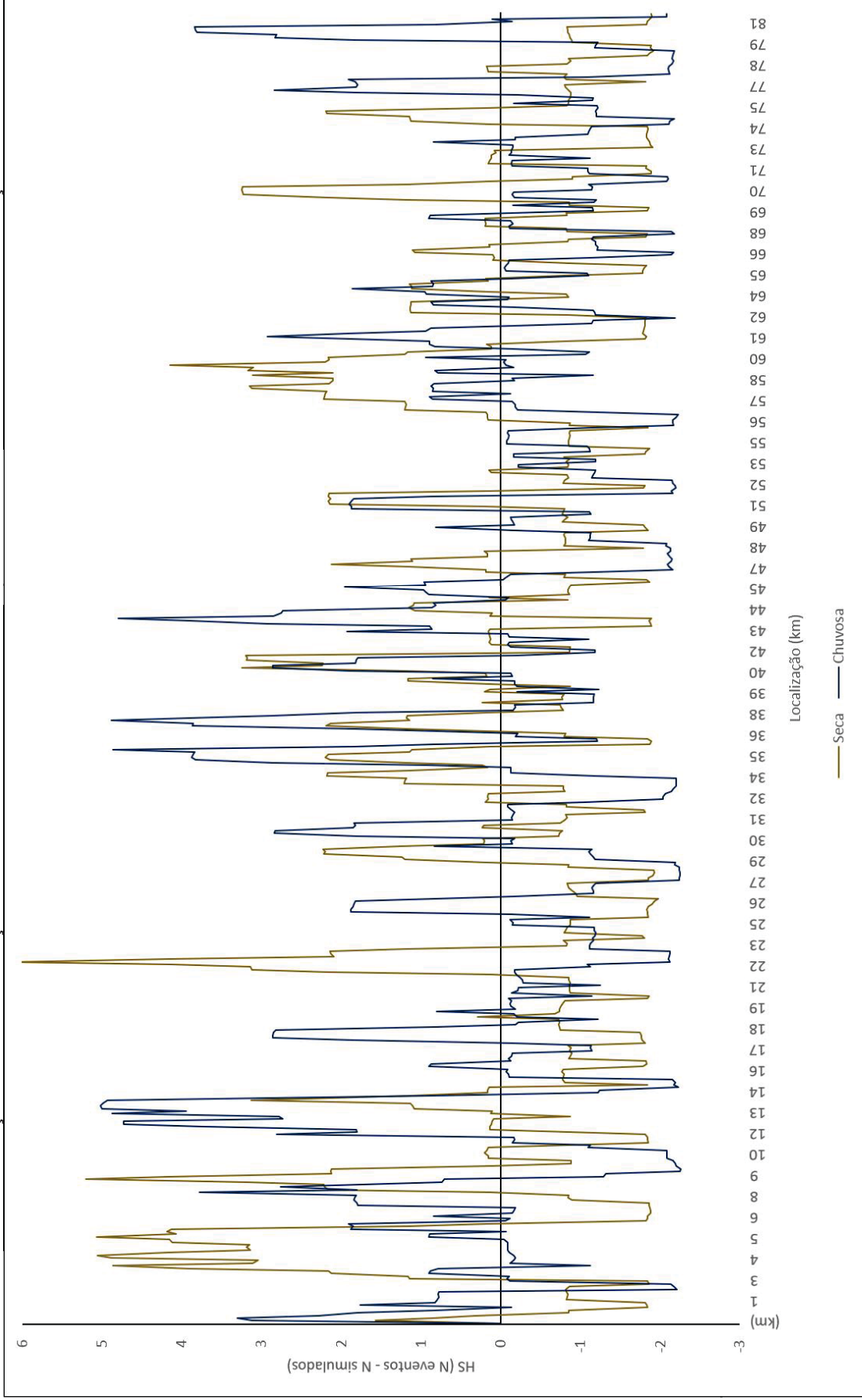
Estação seca			Estação chuvosa		
Início	Fim	Extensão (m)	Início	Fim	Extensão (m)
3,5	6,2	2700	8,3	8,5	200
9	9,5	500	12,5	13	500
14,2	14,3	100	13,3	14,3	1000
22,2	23	800	35,2	36,1	900
41	41,2	200	37,4	38,1	700
41,5	42	500	44	44,4	400
58,7	59	300	81,3	81,8	500
59,5	59,7	200	-	-	-
59,9	60,4	500	-	-	-
71	71,7	700	-	-	-

LEGENDA: em vermelho aqueles *hotspots* comuns que se sobrepõem parcialmente ou integralmente

FONTE: A autora (2020).

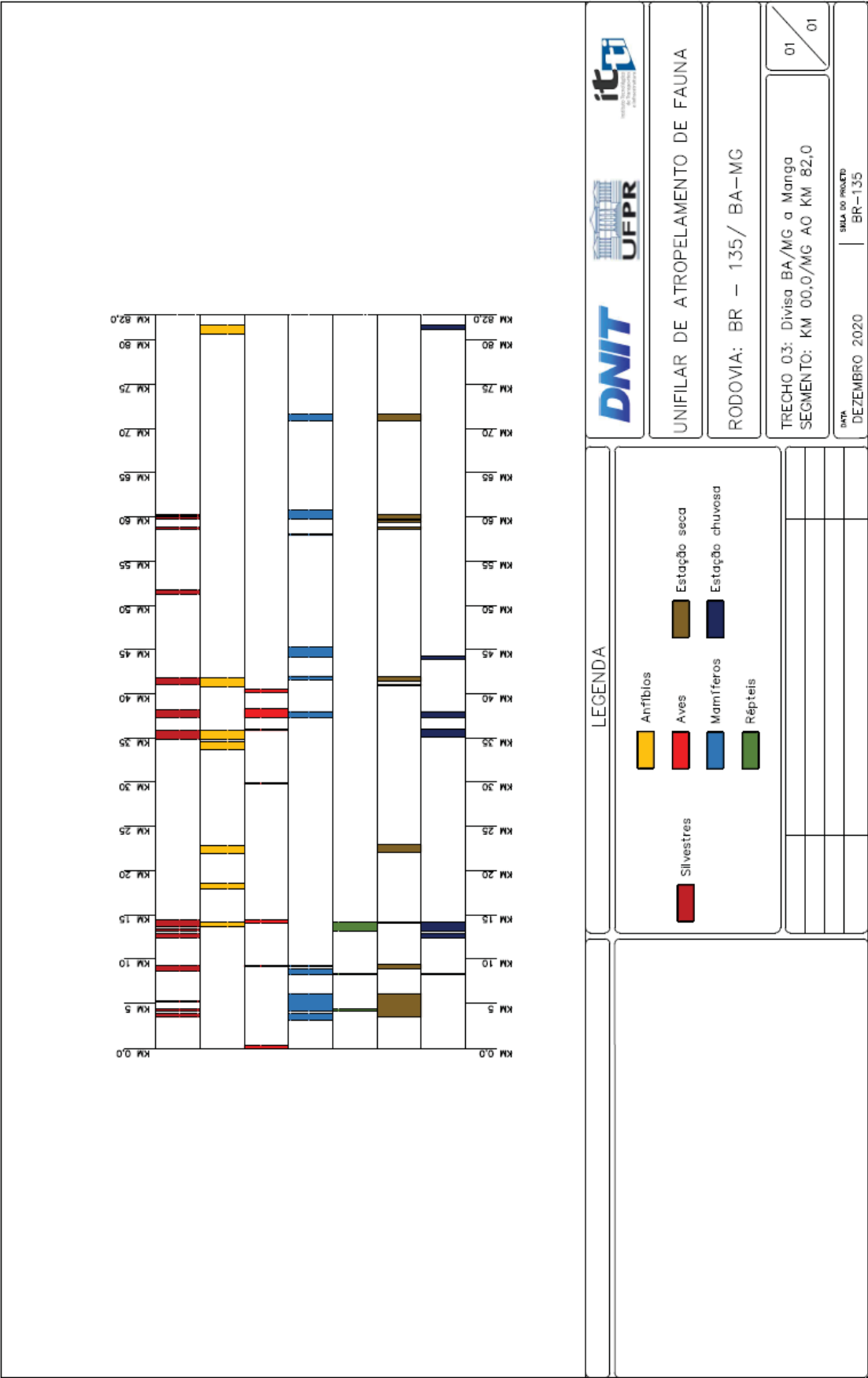
A sobreposição das agregações dos atropelamentos de tetrápodes nas duas estações mostra que a maior parte dos *hotspots* não são comuns as ambas as estações e que durante a estação seca existe um número maior de agregações significativas (FIGURA 17). De maneira geral, os quilômetros nos quais os *hotspots* de atropelamentos são coincidentes para os grupos e estações, estão localizados entre os quilômetros 5 e 15; 30 e 45; e 55 e 60 (FIGURA 18).

FIGURA 17 – SOBREPOSIÇÃO DAS AGREGAÇÕES DE ATROPELAMENTOS DE TETRÁPODES NO TRECHO 3 NAS ESTAÇÕES SECA E CHUVOSA



FONTE: A autora (2020).

FIGURA 18 – DIAGRAMA UNIFILAR DO TRECHO 3, COM OS HOTSPOTS REFERENTES AOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA



3.1.2 Avaliação dos pontos críticos de atropelamentos

Foram identificados dez (10) *hotspots* para o Trecho 1, doze (12) *hotspots* para o Trecho 2 e quinze (15) *hotspots* para o Trecho 3, totalizando 37 *hotspots*. Destes 37 *hotspots* identificados, foram selecionados 23 *hotspots* por meio dos critérios apresentados no item 2.1.2: valor de intensidade de agregação; agregações impulsionadas por atropelamentos de *Coragyps atratus* associados ao descarte de bovinos (não vítimas de atropelamentos); união de *hotspots* demasiadamente próximos; e, reanálise de *hotspots* com extensão superior ao de atuação algumas medidas mitigadoras (e.g., como redutores de velocidade). O QUADRO 11 apresenta todos os *hotspots* gerados pela análise de *Hotspots* - 2D do Siriema e os 23 *hotspots* selecionados como prioritários para análises de proposição dos dispositivos de mitigação. Esses 23 segmentos foram estabelecidos para uma investigação mais refinada sobre a influência da paisagem na intensidade dos eventos de colisão de animais e veículos.

QUADRO 11 - *HOTSPOTS* AJUSTADOS PARA ANÁLISE DE PAISAGEM

Trecho (Extensão)	<i>Hotspots</i> identificados via <i>software</i> Siriema			<i>Hotspots</i> a serem considerados após etapa de avaliação		
	Identificação	km (início)	km (fim)	Identificação	km (início)	km (fim)
1 (144,1 km)	1.1	183,1	183,4	-	-	-
	1.2	185,7	188,8	1	186,0	187,1
	1.3	189,2	191,1	2	189,6	190,7
	1.4	191,4	197,8	3	195,6	197,2
	1.5	198,6	201,7	4	200,2	201,0
	1.6	203,3	204,4	5	203,4	204,3
	1.7	253,5	253,8	6	253,5	253,8
	1.8	274,3	274,9	7	274,3	274,9
	1.9	303,3	304,5	8	303,3	304,4
	1.10	322	322,8	-	-	-
2 (142,8 km)	2.1	326,6	328,1	9	326,6	328,1
	2.2	333,5	334,1	10	333,5	334,1
	2.3	344,4	344,6	-	-	-
	2.4	379,6	384,4	11	380,6	381,0
				12	383,3	384,0
	2.5	390,9	391,6	-	-	-
	2.6	401,4	403,5	13	401,4	403,5

Trecho (Extensão)	Hotspots identificados via software Siriema			Hotspots a serem considerados após etapa de avaliação		
	Identificação	km (início)	km (fim)	Identificação	km (início)	km (fim)
	2.7	421,2	421,8	-	-	-
	2.8	428,0	428,3	-	-	-
	2.9	433,8	435,0	14	433,8	434,9
	2.10	449,8	450,7	-	-	-
	2.11	459,4	460,2	15	459,0	460,2
	2.12	465,8	466,5	16	465,77	466,5
3 (82,0 km)	3.1	3,5	3,8	17	3,5	6,2
	3.2	4,2	4,5			
	3.3	5,2	5,4			
	3.4	5,5	6,2			
	3.5	8,6	9,4	18	8,6	9,4
	3.6	12,5	13,1	19	12,5	14,5
	3.7	13,3	13,5			
	3.8	13,7	14,5			
	3.9	35,1	36,1	20	35,1	36,1
	3.10	37,4	38,3	21	37,4	38,3
	3.11	41,0	41,9	22	41,1	41,9
	3.12	51,4	51,8	-	-	-
	3.13	58,7	58,9	-	-	-
	3.14	59,9	60,1	23	59,8	60,5
	3.15	60,3	60,4			

Para cada um dos *hotspots* aqui listados foram elencadas propostas de mitigação que podem ser consultadas no **APÊNDICE 3**.

3.2 INFLUÊNCIA DA PAISAGEM E CARACTERÍSTICAS DA RODOVIA NA FORMAÇÃO DOS *HOTSPOTS*

As características da paisagem adjacente e, de estrutura da rodovia analisados são apresentadas na TABELA 1. As variáveis FSA e DCA apresentaram colinearidade e, portanto, foram excluídas das análises *a posteriori*.

TABELA 1 – VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO - ANT, CUT, PAS, FSA, FFL (HECTARES) -; CONFIGURAÇÃO DA PAISAGEM – DCA, DUR, (DISTÂNCIA EM METROS); CARACTERÍSTICAS DA RODOVIA MENSURADAS EM *BUFFERS* DE 5 KM DE RAIO A PARTIR DE CADA QUILOMETRO CONTEMPLADO NOS 23 *HOTSPOTS* – NCA, PAC, GEO, CHI.

<i>Hotspot</i>	Km	ATROP	ANT	CUT	PAS	FSA	FFL	DCA	DUR	NCA	PAC	GEO	CHI
1	186	44	5,47	2,48	252,6	726,85	12,61	480,25	2.684,61	24	0	0	1
1	187	18	2,82	12,01	250,73	715,66	19,03	513,6	1.710,28	17	0	0	1
2	189	21	16,68	0	280,31	688,82	20,39	781,15	672,45	9	0	0	1
2	190	35	5,24	2,89	192,4	749,64	49,47	216,43	1.519,11	11	0	0	1
3	195	22	16,43	4,77	358,31	574,96	29,08	743,48	6.356,25	15	0	1	0
3	196	43	4,89	0	234,71	612,2	37,9	368,9	7.289,26	16	0	1	1
3	197	20	5,69	0	152,38	815,68	54,72	278,85	8.165,93	18	0	1	1
4	200	25	1,18	11,8	156,26	515,22	22,19	205,56	5.931,43	13	0	1	1
5	203	26	0,94	0	114,87	840,2	76,58	573,52	3.385,80	12	0	1	0
5	204	11	6,73	4,68	129,56	822,25	41,67	61,2	2.437,90	20	0	1	1
6	253	18	1,8	338,58	315,46	342,92	0,14	2.056,81	14.718,64	1	1	0	0
7	274	9	0,04	557,16	83,72	335,28	23,88	3.422,10	5.925,61	0	1	0	0
8	303	21	0	0	248,01	761,53	4,42	749,9	4.480,60	4	1	0	1
8	304	5	0	0	213,45	794,05	9,42	63,34	3.485,90	4	1	0	0
9	326	5	0	47,36	300,6	684,51	6,33	1.205,22	1.891,81	3	1	1	0
9	327	16	0	33,95	204,73	760,97	0	327,61	2.817,16	3	1	0	1
9	328	2	0	2,21	79,56	916,97	0	455,46	2.788,93	2	1	0	0
10	333	6	0	26,63	175,55	784,33	10,22	842,42	2.128,54	5	1	0	1
10	334	6	3,44	28,22	112,86	854,2	1,25	113,12	3.043,23	3	1	0	0
11	379	6	0	89,75	583,55	364,06	0,08	26,44	5.036,04	8	0	1	1
11	380	17	0	86,6	347,88	480,82	0,85	478,37	5.822,60	11	0	0	1
11	381	12	0	57,74	284,75	568,5	2,81	132,91	6.187,12	9	0	0	0
11	382	6	0	55,41	496,3	479,79	2,56	269,7	6.610,07	10	0	0	0
12	383	21	0	28,44	387,67	308,77	0	223,89	7.211,01	11	0	0	0
12	384	3	0	88,1	496,15	396,32	0	412,96	6.618,61	12	0	1	0
13	401	9	188,25	35,5	415,76	1.198,05	1,47	1.592,04	1.592,04	5	1	1	1
13	402	23	4,08	71,81	348,38	692,36	2,86	96,84	96,84	5	1	1	0

<i>Hotspot</i>	Km	ATROP	ANT	CUT	PAS	FSA	FFL	DCA	DUR	NCA	PAC	GEO	CHI
13	403	5	0	27,08	378,36	624,64	0,68	441,89	441,89	3	1	0	0
14	433	1	0	11,64	335,69	632,9	0	1.094,89	10.900,27	2	1	0	0
14	434	11	0	17,99	307,79	655,2	0	1.456,11	10.173,21	4	1	0	0
14	435	5	0	21,29	268,85	681,09	0	1.008,06	9.291,64	3	1	0	0
15	459	10	11,95	50,87	363,54	643,09	0	220,19	993,27	4	1	0	1
15	460	3	11,48	56,33	389,96	657,33	0	447,05	1.993,59	5	1	0	0
16	465	5	2,6	93,25	494,05	442,63	0	1.251,17	2.122,74	5	1	0	0
16	466	7	2,35	142,63	784,06	780,01	0	575,24	1.248,21	5	1	0	1
17	3	7	3,01	21,96	110,68	632,34	0	841,89	3.065,60	6	1	1	0
17	4	9	2,54	17,33	160,2	885,53	0	463,57	4.013,61	6	1	0	0
17	5	8	0,53	32,28	269,53	629,99	0	391,5	4.720,42	3	1	1	0
17	6	4	0	45,31	258,07	683,93	0	39,03	5.166,74	4	1	1	1
18	8	8	0	41,94	251,55	680,42	0	568,72	6.905,51	5	1	1	1
18	9	6	0	67,26	209,15	700,84	0	322,04	7.830,69	4	1	1	0
19	12	8	0	61,24	250,98	678,41	0	119,87	5.412,84	8	1	1	0
19	13	5	0	71,3	319,46	573,72	0	290,22	4.451,09	7	1	1	0
19	14	9	0	76,96	414,83	494,23	0	679,45	3.595,40	8	1	0	0
20	35	10	16,9	20,44	358,05	571,5	0	427,91	418,11	6	0	0	1
20	36	1	4,32	27,31	466,51	439,59	0	340,29	1.242,94	2	0	0	0
21	37	10	2,33	23,99	454,47	507,73	0	848,24	2.167,92	3	0	1	0
21	38	3	1,1	9,68	204,53	766,46	0	578,11	3.153,67	3	0	1	1
22	41	9	2,37	31,07	315,86	637,46	0	577,79	5.996,98	3	0	0	0
23	59	6	0	125,89	288,08	571,22	0	72,13	6.572,98	4	0	1	1
23	60	7	0	55,78	168,97	672,17	0	362,55	5.745,85	3	0	1	0

LEGENDA: **Hotspot**: "id" do *hotspot*; **ANT**: Áreas antropizadas; **CUT**: Cultivos; **PAS**: Pastagem; **FSA**: Formações savânicas; **FFL**: Formações florestais; **DCA**: Distância até o corpo hídrico mais próximo; **DUR**: Distância até o centro urbano mais próximo; **NCA**: Número de corpos d'água; **PAC**: Presença de acostamento (0: Sem acostamento; 1: Com acostamento); **GEO**: Geometria do trecho (0: Reta; 1: Curva); **CHI**: Presença de corpo d'água interceptando o quilômetro (0: Sem corpo hídrico; 1: Com corpo hídrico).
 FONTE: A autora (2020).

O modelo mais parcimonioso, aquele com as variáveis que melhor explicaram a variação no número total de atropelamentos entre os *hotspots* incluiu as variáveis de Formações Florestais (FFL) e Número de Corpos d' Água (NCA) em um raio de *buffer* de 5 km (FIGURA 19). Esse modelo explicou 47% da variação total no número de indivíduos atropelados nos quilômetros, que correspondem a *hotspots* ao longo da BR-135 (TABELA 2 e TABELA 3)

TABELA 2 – CONJUNTO DE MODELOS, A *PRIORI*, USADOS PARA EXAMINAR AS RELAÇÕES ENTRE NÚMERO DE ATROPELAMENTOS E VARIÁVEIS AMBIENTAIS DA PAISAGEM E ESTRUTURAIS DA RODOVIA NOS *HOTSPOTS*

Modelos	$\Delta AICc$	wAICc	%DE
M8 - ATRP~FFL+NCA	0.0	0.43	47.4
M7 - ATRP~FFL+NCA+GEO	0.9	0.28	49.1
M6 - ATRP~FFL+NCA+GEO+CHI	2.4	0.12	50.1
M9 - ATROP~FFL	3.3	0.08	41.0
M5 - ATRP~FFL+DUR+NCA+GEO+CHI	4.1	0.05	51.2
M4 - ATRP~FFL+ANT+DUR+NCA+GEO+CHI	5.7	0.02	52.4
M3 - ATRP~FFL+CUT+ANT+DUR+NCA+GEO+CHI	8.5	0.002	52.5
M2 - ATRP~FFL+CUT+PAS+ANT+DUR+NCA+GEO+CHI	11.5	0.001	52.6
M1 - ATRP~FFL+CUT+PAS+ANT+DUR+NCA+GEO+PAC+CHI	14.8	<0.001	52.6
M0 - ATRP~1	28.4	<0.001	0.00

Legenda: **$\Delta AICc$** : delta de AICc; **wAICc**: Peso de AICc; **% DE**: Porcentagem de desvio explicado na variável resposta do modelo em consideração. ANT = Áreas alteradas por influência antrópica; CUT = cultivos agrícolas; PAS = Pastagem; FFL = Formações florestais; DCU = Distância até o centro urbano mais próximo; NCA = Número de corpos hídricos; PAC = Presença de acostamento; GEO = aspecto geométrico do trecho (reta ou curva).

FONTE: A autora (2020).

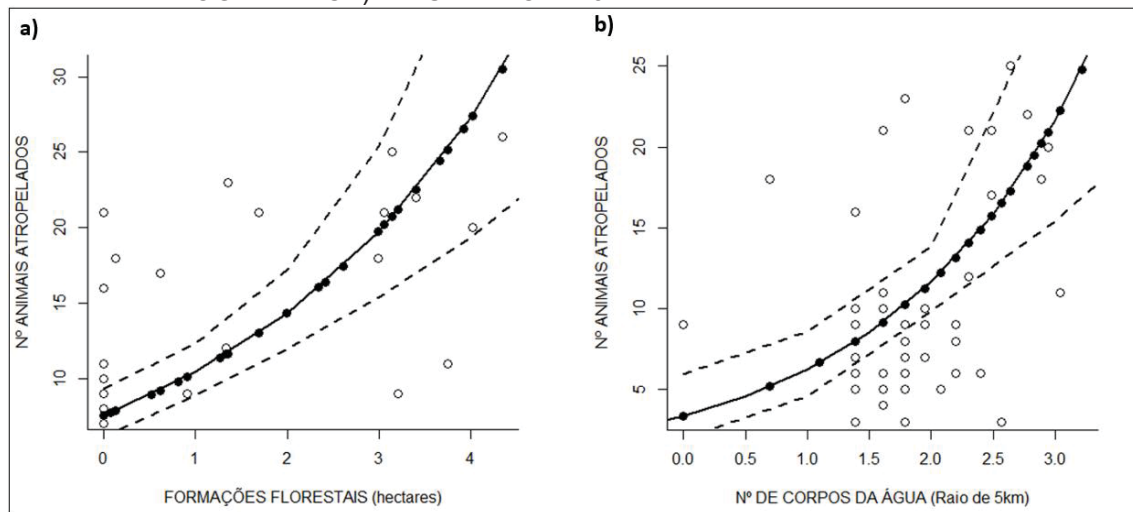
TABELA 3 – COEFICIENTES E ERRO PADRÃO DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS DO MODELO PREDITIVO MAIS PARCIMONIOSO EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE ATROPELAMENTOS NOS *HOTSPOTS*, AJUSTADO POR MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA

Parâmetros	Estimado	Erro Padrão	Valor de z	P
Intercepto	234,2	0,08	30,0	<0,00001
LOG.FFL	0,34	0,09	3,8	0,000105
LOG.NCA	0,22	0,09	2,43	0,014563

LEGENDA: Em **negrito**: Valores de P (z) < 0,05.

FONTE: A autora (2020).

FIGURA 19 – NÚMERO PREDITO DE ATROPELAMENTOS NOS QUILOMETROS CONTEMPLADOS PELOS 23 HOTSPOTS EM FUNÇÃO DE: **a)** FORMAÇÕES FLORESTAIS (EM ESCALA LOGARÍTMICA) EM UM RAIO DE 5 KM; **b)** NÚMERO DE CORPOS ÁGUA (EM ESCALA LOGARÍTMICA) EM UM RAIO DE 5 KM



LEGENDA: **Linha circunscrita:** Reta ajustada do modelo GLM; **Linha pontilhada:** Erro padrão; **Círculos abertos:** Valores observados de animais atropelados; **Círculos fechados:** Valores preditos de animais atropelados.

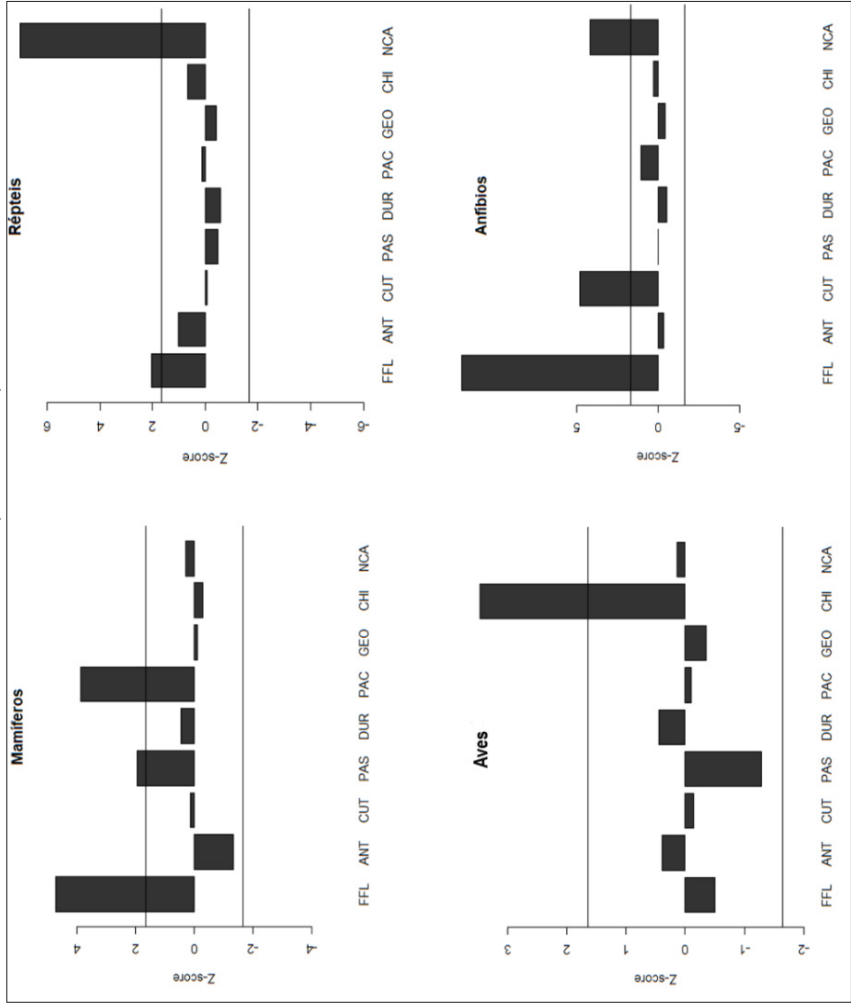
FONTE: A autora (2020).

Já em relação aos diferentes grupos de vertebrados atropelados (anfíbios, aves, mamíferos e répteis), cinco variáveis ambientais explicaram entre 14% e 49,5% do total de atropelamentos nos *hotspots*, a saber:

- (i) O número de anfíbios atropelados esteve associado a formações florestais ($R^2= 39,8\%$), a áreas abertas de cultivos ($R^2= 22,1\%$) e ao número de corpos hídricos no entorno ($R^2= 20,9\%$);
- (ii) O número de aves atropeladas nos *hotspots* esteve associada a ocorrência de corpos d'água que interceptam a rodovia, explicando cerca ($R^2= 41,38\%$) do total de atropelamentos das aves nos *hotspots*;
- (iii) O número de mamíferos atropelados esteve associado ao mosaico de formações florestais no entorno ($R^2= 19,2$) e pastagens ($R^2=15,9\%$), além da presença de acostamento ($R^2= 14,8\%$);
- (iv) O número de répteis atropelados nos *hotspots* foi associado a ocorrência de maior quantidade de formação florestal ($R^2= 14,7\%$) e da ocorrência de um maior número de corpos hídricos ($R^2= 49,5\%$).

A FIGURA 20 apresenta graficamente essas informações e a TABELA 4 apresenta todos os resultados da análise de partição hierárquica.

FIGURA 20 – CONTRIBUIÇÕES INDEPENDENTES DE FATORES AMBIENTAIS PARA A ABUNDÂNCIA DE ATROPELAMENTOS DAS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS, RÉPTEIS, AVES E ANFÍBIOS



Legenda: **Z-scores** - Contribuições independentes das variáveis preditoras para a abundância de cada grupo de vertebrados analisados; **Linha horizontal:** Valor de confiança superior a 95%; **FFL:** Formações florestais*; **ANT:** Áreas antropizadas*; **CUT:** Cultivos agrícolas*; **PAS:** Pastagem; **DUR:** Distância até o centro urbano mais próximo; **PAC:** Presença de acastamento, sendo 0 para ausência e 1 para presença; **GEO:** Aspecto geométrico do trecho, sendo 0 para reta e 1 para curva; **CHI:** Presença de corpo d'água interceptando o quilômetro; **NCA:** Número de corpos hídricos*. (*) Em raio de 5 km de *buffer*.
FONTE: A autora (2020).

TABELA 4 - RESULTADO DA PARTIÇÃO HIERÁRQUICA CORRELACIONANDO O NÚMERO DE ATROPELAMENTOS AOS FATORES AMBIENTAIS E ESTRUTURAIS

Variáveis	Anfíbios			Aves			Mamíferos			Répteis		
	I	J	R ²	I	J	R ²	I	J	R ²	I	J	R ²
Formações florestais	0,25	0,26	39,89	0,02	0,03	7,71	0,05	0,1	19,2	0,05	0,08	14,71
Áreas antropizadas	0,01	0,05	2,15	0,03	0,02	14,62	0	0	1,02	0,05	0,06	12,13
Cultivos agrícolas	0,14	0,22	22,18	0	0,01	2,35	0,05	0,08	18,49	0,02	0,03	4,21
Pastagem	0,02	0,01	2,75	0	0	0,54	0,04	0,04	15,99	0,01	0	1,54
Distância até o centro urbano mais próximo	0	0,01	0,69	0,01	-0,01	7,27	0,02	-0,01	9	0	0,01	0,92
Presença de acostamento	0,04	0,11	6,66	0,02	0,03	8,08	0,04	0,06	14,82	0,03	0,06	6,83
Aspecto geométrico do trecho	0,01	-0,01	1,26	0,01	-0,01	5,93	0,02	0,02	5,69	0,01	-0,01	2,71
Presença de corpo d'água interceptando o km	0,02	0,07	3,45	0,08	0,04	41,38	0,02	0,03	6,31	0,03	0,06	8,11
Número de corpos hídricos	0,13	0,2	20,98	0,02	0,04	12,12	0,03	0,06	9,49	0,19	0,11	49,55

LEGENDA: **I** - Contribuição independente da variável preditora para a variância explicada pelo modelo; **J** - interação entre os preditores; **R²** - Coeficiente de determinação da regressão.

FONTE: A autora (2020).

Os resultados indicam que as maiores áreas florestais naturais e corpos hídricos ao longo dos trechos caracterizados como *hotspots* predizem maior número de atropelamentos nesses segmentos. O número de atropelamentos de tetrápodes, em geral, foi associado principalmente com essas duas variáveis supracitadas. A ocorrência de cultivos agrícolas, pastagens e presença de corpo hídrico interceptando a rodovia, além da presença de acostamento, foram variáveis importantes para prever a abundância de atropelamentos em relação aos diferentes grupos de vertebrados analisados.

4 DISCUSSÃO

Diante dos pontos críticos de atropelamentos apresentados, verifica-se que foi corroborada a hipótese de não aleatoriedade da distribuição espacial dos eventos de atropelamentos. Portanto, há trechos em que o número de atropelamentos na BR-135 é maior do que seria esperado ao acaso.

Estudos de ecologia de estradas, frequentemente relatam a identificação de agregações dos atropelamentos da fauna (BASTOS *et al.*, 2019; CÁCERES *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2015; CLEVINGER *et al.*, 2003; COELHO *et al.*, 2012; TEIXEIRA *et al.*, 2013). Tais agregações também foram identificadas para vários locais do trecho da BR-135 entre Barreiras/BA e Manga/MG.

Diferente dos resultados encontrados para a BR-135, nas análises de agregação de atropelamentos realizadas por Carvalho *et al.* (2015), em área de Cerrado no estado de Minas Gerais, foram identificadas áreas críticas de colisões apenas para vertebrados e mamíferos, não sendo localizadas agregações nas ocorrências para aves e répteis. Anfíbios não faziam parte do conjunto de dados. Ainda, Gumier-Costa e Sperber (2009), em trabalho realizado na Amazônia, devido ausência de diferenças nas frequências de atropelamentos entre trechos da estrada, não indicaram locais prioritários para implantação de medidas mitigatórias.

Bastos *et al.* (2019) reconheceram 26 áreas como pontos críticos para atropelamentos de fauna na BR-330, no Sul do estado da Bahia. Os autores destacaram que os principais pontos estão localizados próximos a corpos d'água e com vegetação mais conservada. Considerando a extensão avaliada da BR-135 (368,8 km), a frequência do número de agregações identificadas por Bastos *et al.* (2019) é muito superior, visto que a área monitorada se restringe a aproximadamente 12,8 km.

Quanto a sobreposição das áreas críticas, situação que se destacou entre os quilômetros 185 ao 205 das avaliações do “Trecho 1” (3.1.1.1). Teixeira *et al.* (2013), relataram haver baixos valores de correlação entre os grupos em pequenas escalas, porém, com tendência de aumento com a ampliação da escala.

Quanto às avaliações referentes à influência da paisagem, concluiu-se que os elementos da paisagem adjacente e características estruturais da rodovia foram fatores-chave na manutenção (aumento ou diminuição) de eventos de atropelamento na BR-135. A identificação desses fatores e dos processos ecológicos pelos quais essas características influenciam os padrões de distribuição dos atropelamentos são fundamentais em termos de estratégias de conservação e tomada de decisões que visam a mitigação de impactos em para esta rodovia. Desta forma, foi corroborada a hipótese de que elementos da paisagem e estruturais da rodovia influenciam de forma determinante o número de atropelamentos na BR-135.

Santos *et al.* (2018) identificaram maior risco de atropelamentos em segmentos da rodovia com agricultura e *habitats* abertos, semelhante à um dos fatores encontrados como impulsionadores dos atropelamentos de anfíbios na BR-135 (áreas abertas de cultivo).

Cáceres *et al.* (2012) apontam que os atropelamentos foram mais intensos conforme o distanciamento dos grandes centros urbanos. Para o conjunto de dados da rodovia estudada, a distância de centros urbanos (DUR) não foi uma variável de destaque como preditor dos atropelamentos de fauna. Possivelmente, esse cenário não tenha se estabelecido pelo fato de não haver grandes centros urbanos na região. A maior cidade na área de estudo é Barreiras, que tem a população estimada em aproximadamente 160.000 habitantes, de acordo com o site do IBGE. O principal grandes centros urbanos do trabalho de Cáceres *et al.* (2012) é o município de Campo Grande, que no período do trabalho contava com mais de 700.000 habitantes. Já Glista e colaboradores (2007), em trabalho realizado nos Estados Unidos, identificaram área florestais e a presença de corpos hídricos como melhores preditores de atropelamentos de fauna, corroborando os resultados do presente trabalho.

5 CONCLUSÃO

Quanto as análises do padrão espacial dos atropelamentos, o Trecho 1 tem destaque por apresentar inúmeros *hotspots* concentrados em uma extensão de aproximadamente 20 km. Ademais, há trechos da BR-135, entre os municípios de Barreiras/BA e Manga/MG, que concentram pontos críticos de atropelamentos para diferentes conjuntos de dados (diferentes grupos de vertebrados e períodos sazonais) - como por exemplo os trechos no estado da Bahia, do km 185 ao km 205; do km 380 ao km 385, e no estado de Minas Gerais, entre os km 5 e km 15; entre os km 30 e 45, e entre o km 55 e km 60 -, e locais com pontos críticos idiossincráticos. Essas áreas de *hotspots* sobrepostas podem indicar locais adequados para a implantação de medidas de mitigação de funcionalidade ampla. No entanto, é essencial avaliar se há algum grupo que impulsiona tal área como ponto crítico a fim refinar a proposta de mitigação.

Quanto aos fatores ecológicos avaliados, alguns se mostraram importantes preditores nas análises tanto do conjunto de dados total (tetrápodes silvestres) quanto nas análises dos diferentes grupos de vertebrados. “Formação Florestal” se destaca ao predizer maior número de atropelamentos de tetrápodes silvestres, anfíbios, mamíferos e répteis. Já “Número de corpos hídricos” é apontado como preditor das áreas que concentram os atropelamentos de tetrápodes, anfíbios e répteis. No entanto, outros fatores são peculiares a grupos específicos. Para anfíbios, destaca-se “Cultivo agrícola”; para mamíferos, “Áreas de pastagem” e “Presença de acostamento”; para aves, “Presença de corpos d’água interceptando o km”. Apenas a análise para o conjunto de dados referentes aos répteis não apresentou uma variável exclusiva. Com isso, locais de implantação de rodovias que interceptam paisagens compostas por formações florestais e corpos hídricos demandam análises criteriosas quanto as ações de proteção à fauna bem como dos usuários da rodovia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta importantes contribuições, no sentido de preencher lacunas de conhecimento para uma área de Cerrado considerada carente de amostragens, que é o Chapadão Ocidental da Bahia.

Uma das grandes dificuldades em estudos de caso em ecologia de estradas é a identificação das carcaças, que muitas vezes não apresentam disponíveis as características de diagnose. Desta forma, a participação de diferentes especialistas no desenvolvimento do projeto foi essencial para robustez da listagem das espécies impactadas por atropelamentos na BR-135/BA/MG.

Além disso, o estudo dispõe informações passíveis de generalizações para o bioma Cerrado, como o padrão de tempo de persistência de carcaças, bem como os principais elementos da paisagem que impulsionam um maior número de atropelamentos de tetrápodes silvestres.

As informações sobre os diferentes elementos da paisagem, bem como os elementos estruturais da rodovia, que são importantes preditores dos *hotspots*, contribuem para o planejamento da infraestrutura e tem potencial para favorecer a implantação de trechos futuros da BR-135 de forma a evitar os impactos, em um trecho considerado pelo Plano de Redução de Impactos de Infraestruturas Viárias Terrestres sobre a Biodiversidade, não compatível com esse tipo de empreendimento. Essas informações, bem como a lista de espécies gerada, são importantes para o estado da Bahia e Minas Gerais.

No âmbito dos estudos com monitoramento de fauna atropelada, é notório o volume de informações é subutilizado em função dificuldade de coleta e destinação das carcaças. Nesse contexto, torna-se urgente o estímulo do estabelecimento de projetos de ampla abrangência para a coleta de dados sobre dieta, patrimônio genético, parasitos ou mesmo a elaboração de dioramas para as ações de educação ambiental, por meio das carcaças disponíveis nas rodovias de todo o país.

REFERÊNCIAS

- ABE, A.; JOHANSEN, K. Gas exchange and ventilatory responses to hypoxia and hypercapnia in *Amphisbaena alba* (Reptilia: Amphisbaenia). **The Journal of Experimental Biology**, v. 127, 1987.
- AGUIAR, L. A **Diversidade Biológica do Cerrado**. 2004.
- 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. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/2248>>. Acesso em: 12 out. 2021.
- BAGER, A. **Infraestrutura viária & biodiversidade: métodos e diagnósticos**. Lavras/MG, 2018.
- BAHIA. **Tipologia Climática Segundo Koppen**. 1988. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2669&Itemid=710>. Acesso em: 15 out. 2018.
- BASTOS, D. F. DE O *et al.* Seasonal and spatial variation of road-killed vertebrates on BR330, southwest Bahia, Brazil. **Oecologia Australis**, v. 23, n. 03, p. 388–402, 2019.
- BEISIEGEL, B. de M. *et al.* **Avaliação do risco de extinção do Cachorro-do-mato *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) no Brasil**, 2013.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis., Instrução Normativa nº 13, de 19 de julho de 2013. **Diário Oficial da União**, n. 2, p. 6, 2013.
- BRASIL. **Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018**. 2018.
- BRAZ, V. DA S.; FRANÇA, F. G. R. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 1, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032016000100101&lng=en&tling=en>. Acesso em: 9 out. 2021.
- BUENO, C. **Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora)**., p. 8, 2010.
- BUJOCZEK, M.; CIACH, M.; YOSEF, R. Road-kills affect avian population quality. **Biological Conservation**, v. 144, n. 3, p. 1036–1039, 2011.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. A practical information-theoretic approach. **Model selection and multimodel inference**, Springer New York., v. 2, 2002.
- CACERES, 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. *et al.* Variação espacial e sazonal de atropelamentos de mamíferos no bioma cerrado, rodovia BR 262, Sudoeste do Brasil. **Mastozoología neotropical**, Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos, v. 19, n. 1, p. 21–33, 2012.

CÁCERES, N.; CASELLA, J.; GOULART, C. Variação espacial e sazonal atropelamentos de mamíferos no bioma cerrado, rodovia BR 262, Sudoeste do Brasil. **Mastozoología neotropical**, v. 19, p. 21–33, 2012.

CARVALHO, C. F.; CUSTÓDIO, A. E. I.; JUNIOR, O. M. Wild vertebrates roadkill aggregations on the BR-050 highway, state of Minas Gerais, Brazil. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 951–959, 2015.

CARVALHO, N. C. DE; BORDIGNON, M. O.; SHAPIRO, J. T. Fast and furious: a look at the death of animals on the highway MS-080, Southwestern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, Museu de Ciências Naturais, v. 104, p. 43–49, 2014a.

CARVALHO, N. C. DE; BORDIGNON, M. O.; SHAPIRO, J. T. Fast and furious: a look at the death of animals on the highway MS-080, Southwestern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 104, n. 1, p. 43–49, 2014b.

CARVALHO-ROEL, C. F. **Vertebrate roadkill: identifying where, when and who dies on wildlife vehicle collisions on Brazilian Cerrado.**, 2019. Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em:

<<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24894>>. Acesso em: 6 out. 2021.

CASTRO, R. E. E. *et al.* Atropelamentos de vertebrados em uma Área de Mata Atlântica na Rodovia MG-260 em Cláudio, Minas Gerais, BRASIL. **NBC-Periódico Científico do Núcleo de Biociências**, v. 10, n. 19, 2020.

CEIA-HASSE, A. *et al.* Global exposure of carnivores to roads - Ceia-Hasse - 2017 - **Global Ecology and Biogeography** - Wiley Online Library. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/geb.12564>>. Acesso em: 14 nov. 2021.

CEZAR, H. R., *et al.* Mamíferos silvestres atropelados em estradas da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 30694–30698, 2021.

CHEVAN, A.; SUTHERLAND, M. Hierarchical Partitioning. **The American Statistician**, Taylor & Francis, v. 45, n. 2, p. 90–96, 1991.

CIRINO, D. W.; FREITAS, S. R. Quais são os mamíferos silvestres mais atropelados no Brasil? In: WORKSHOP DE EVOLUÇÃO E DIVERSIDADE; 15. **Anais [...]** Workshop, Santo André -SP, 2018.

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. *et al.* Siriema: road mortality software. **Manual do Usuário**, 2014.

COELHO, I. P. *et al.* Anuran road-kills neighboring a peri-urban reserve in the Atlantic Forest, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 112, p. 17–26, 2012.

CUNHA, H. F. DA; MOREIRA, F. G. A.; SILVA, S. D. 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, p. 257–263, 2010.

- DEFFACI, A. C. *et al.* Diversidade de aves, mamíferos e répteis atropelados em região de floresta subtropical no sul do Brasil. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 3, p. 1205, 2016.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201–341, 1972.
- ERRITZOE, J.; MAZGAJSKI, T. D.; REJT, Ł. Bird Casualties on European Roads — A Review. **Acta Ornithologica**, v. 38, n. 2, p. 77–93, 2003.
- FACURE, K.; GIARETTA, A.; MONTEIRO-FILHO, E. Food habits of the crab-eating-fox, *Cerdocyon thous*, in an altitudinal forest of the Mantiqueira Range, southeastern Brazil. **Mammalia**, v. 67, 2003.
- FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. **Ecology and Society**, v. 14, n. 1, p. art21, 2009.
- FELFILI, J. M. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. 2015.
- FREITAS, C.; ARAUJO, A. Ecological data on road killed *Amphisbaena alba* linnaeus, 1758 (Squamata, Amphisbaenidae) in southeast Brazil. **Herpetological Bulletin**, p. 26–30, 2011.
- FREITAS, M. A. DE; COLLI, G. R.; ENTIAUSPE-NETO, O. M.; *et al.* Snakes of Cerrado localities in western Bahia, Brazil. **Check List**, v. 12, n. 3, p. 1896–1896, 2016.
- GARRIGA, N.; SANTOS, X.; MONTORI, A. *et al.* Are protected areas truly protected? The impact of road traffic on vertebrate fauna. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, n. 11, p. 2761–2774, 2012.
- GEROW, K. *et al.* Estimating Annual Vertebrate Mortality on Roads at Saguaro National Park, Arizona. **Human–Wildlife Interactions**, v. 4, n. 2, 2010. Disponível em: <<https://digitalcommons.usu.edu/hwi/vol4/iss2/15>>.
- GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. **Herpetological Conservation and Biology**, p. 11, 2007.
- GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. **Herpetological Conservation and Biology**, p. 11, 2008.
- GOERANSSON, G.; KARLSSON, J.; LINDGREN, A. Influence of roads on the surrounding nature. **Fauna**, v. 2, 1978. Disponível em: <<https://trid.trb.org/view/143351>>. Acesso em: 17 out. 2021.
- 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.
- GRILO, C., *et al.* Brazil Road-kill: a data set of wildlife terrestrial vertebrate road-kills. **Ecology**, v. 99, n. 11, p. 2625–2625, 2018.

GUINARD, É.; JULLIARD, R.; BARBRAUD, C. Motorways and bird traffic casualties: Carcasses surveys and scavenging bias. **Biological Conservation**, v. 147, n. 1, p. 40–51, 2012.

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.

HELIS, T.; BUCHWALD, E. The effect of road kills on amphibian populations. **Biological Conservation**, p. 10, 2001.

HUIJSER, M. P.; KOCIOLEK, A. V. Wildlife-Vehicle Collision and Crossing Mitigation Measures: a Literature Review for Blaine County, Idaho. 2006.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 2012.

IBRAM. **Diagnóstico e Proposição de Medidas Mitigadoras para Atropelamento de Fauna - Google Search**. Disponível em:

<<https://www.google.com/search?q=Diagn%C3%B3stico+e+Proposi%C3%A7%C3%A3o+de+Medidas+Mitigadoras+para+Atropelamento+de+Fauna&oeq=Diagn%C3%B3stico+e+Proposi%C3%A7%C3%A3o+de+Medidas+Mitigadoras+para+Atropelamento+de+Fauna&aqs=chrome..69i57.983j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>. Acesso em: 16 out. 2021.

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. **Does the configuration of road networks influence the degree to which roads affect wildlife populations?** 2005.

LEMOES, F. G. **Ecologia e conservação da raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*) e interações com canídeos simpátricos em áreas antropizadas do Brasil**. Minas Gerais: Universidade Federal de Uberlândia, 2016. Disponível em:

<<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24303>>. Acesso em: 10 out. 2021.

LIMA SANTOS, R. A. *et al.* Assessing the consistency of hotspot and hot-moment patterns of wildlife road mortality over time. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, n. 1, p. 56–60, 2017.

MAC NALLY, R. Hierarchical partitioning as an interpretive tool in multivariate inference. **Australian Journal of Ecology**, v. 21, p. 224–228, 1996.

MAC NALLY, R. Multiple regression and inference in ecology and conservation biology: further comments on identifying important predictor variables. **Biodiversity & Conservation**, Springer, v. 11, n. 8, p. 1397–1401, 2002.

MACIEL, S. Padrões espaciais e temporais no atropelamento de vertebrados silvestres em duas Estradas- Parque no Cerrado do Brasil Central. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/37788>>. Acesso em: 12 out. 2021.

MAIA, A. C. R.; BAGER, A. **Projeto Malha - manual para equipe de campo**. Alex Bager, 2013.

MARQUES, O. A. V. *et al.* Serpentes do Cerrado: guia ilustrado. **Serpentes do cerrado: guia ilustrado**. 2015.

MARTHA JÚNIOR, G. B. G. B. M. **Dinâmica de uso da terra em resposta à expansão da cana-de-açúcar no Cerrado**. 2008.

MELO, E. S.; SANTOS-FILHO, M. **Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres**. 2007.

MIKALOUSKAS, J. S.; SANTANA, D. O.; FERRARI, S. F. Lizard predation *Tropidurus hispidus* (Squamata, Tropiduridae) by false coral snake *Oxyrhopus trigeminus* (Squamata, Dipsadidae) in the Caatinga, in northeastern Brazil. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/RPECEN/article/view/174>>. Acesso em: 14 out. 2021.

MIRANDA, J. E. S. *et al.* Atropelamento de animais silvestres na rodovia go-060 entre Iporá e Arenópolis, estado de Goiás / Trampling of wild animals on the go-060 highway between Iporá and Arenópolis, Goiás state. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 51664–51671, 2021.

MIRANDA, J. E. S. *et al.* ROADKILL IN THE BRAZILIAN CERRADO SAVANNA: COMPARING FIVE HIGHWAYS IN SOUTHWESTERN GOIÁS. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 3, 2017. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/13825>>. Acesso em: 4 out. 2021.

MITTERMEIER, R.; GIL, P.; HOFFMANN, M.; *et al.* **Hotspots Revisited. Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. 2004.

NOGUEIRA, C.; COLLI, G. R.; COSTA, G. **Diversidade de répteis Squamata e evolução do conhecimento faunístico no Cerrado**. 2010.

PINHEIRO, B. F.; TURCI, L. C. B. **Vertebrados atropelados na estrada da Variante (BR-307)**. Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil, 2013.

PINHEIRO, J.; BATES, D.; DEBROY, S.; SARKAR, D. **Linear and nonlinear mixed effects models**. 2020. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/nlme/nlme.pdf>>. Acesso em: 7 dez. 2020.

PRACUCCI, A.; ALVES DA ROSA, C.; BAGER, A. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. **Biotemas**, v. 25, n. 1, p. 73–79, 2011.

PRADA, C. DE S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos**. 2004. Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/2117>>. Acesso em: 16 out. 2021.

PRADO, T. R. DO; 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, p. 237–241, 2007.

PUKY, M. **Amphibian road kills: a global perspective**. 2005.

R CORE TEAM. **R Foundation for Statistical**. Vienna, Austria, 2018.

RAMOS-ABRANTES, M. M. *et al.* Vertebrados silvestres atropelados na rodovia BR-230, Paraíba, Brasil. **PUBVET**, v. 12, p. 139, 2017.

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, p. 267–278, 2007.

VAN DER REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. The Ecological Effects of Linear Infrastructure and Traffic. **Handbook of Road Ecology**. p.1–9, 2015. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118568170.ch1>>. Acesso em: 15 nov. 2021.

REE, R. VAN DER; SMITH, D. J.; GRILO, C. **Handbook of Road Ecology**. John Wiley & Sons, 2015.

REIS, N. R. DOS. **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Sema: Universidade Estadual de Londrina, 2006.

RIBEIRO, P.; MIRANDA, J. S.; ARAÚJO, D. R. The effect of roadkills on the persistence of xenarthran populations: the case of the Brazilian Cerrado. **Edentata**, v. 18, p. 51–61, 2017.

ROBERT K. COLWELL. **Estimates**: statistical estimation of species richness and shared species from samples. 2013.

ROBERTS, K.; SJÖLUND, A. **Incorporating Biodiversity Issues into Road Design**. 2015.

SANTANA, G. DE S. Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 7, n. 1, p. 26–40, 2012.

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

SANTOS, R. A. L. *et al.* **Carcass persistence and detectability**: reducing the Uncertainty Surrounding Wildlife-Vehicle Collision Surveys. **PLOS ONE**, v. 11, n. 11, p. e0165608, 2016.

SARANHOLI, B. H. *et al.* Roadkill hotspots in a protected area of Cerrado in Brazil: planning actions to conservation. **Revista MVZ Córdoba**, p. 5441–5448, 2016.

SILVA, R.; BORBA, C. H.; LEÃO, V.; MINEO, M. O impacto das rodovias sobre a fauna de vertebrados silvestres no Cerrado mineiro. **Enciclopédia biosfera**, v. 7, n. 12, 2011.

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. 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**. 2016.

TEIXEIRA, F. Z. *et al.* Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. **Biological Conservation**, v. 157, p. 317–323, 2013.

TEIXEIRA, F. Z. *et al.* **Are road-kill hotspots coincident among different vertebrate groups? Os hotspots de atropelamentos nas estradas são**

coincidentes entre diferentes grupos de vertebrados? 2013. Disponível em: <<https://digital.csic.es/handle/10261/80338>>. Acesso em: 21 out. 2021.

TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 18–30, 2000.

TSUDA, L. S. **Análise dos atropelamentos de mamíferos em uma rodovia no estado de São Paulo utilizando Self-Organizing Maps**. Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-21092018-134154/>>. Acesso em: 11 nov. 2021.

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

UFPR, U. F. DO P.; ITTI, I. T. DE T. E I. **Plano Básico Ambiental Unificado. BR135/BA/MG**. v.2. 2015.

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

VALDUJO, P. H. *et al.* Amphibia, Anura, São Desidério, western Bahia uplands, northeastern Brazil. **Check List**, v. 5, n. 4, p. 903–911, 2009.

WALSH, C.; MAC NALLY, R. **Hierarchical Partitioning**. 2008.

ZANZINI, A. C. DA S. *et al.* Roadkills of medium and large-sized mammals on highway br-242, midwest brazil: a proposal of new indexes for evaluating animal roadkill rates. **Oecologia Australis**, v. 22, n. 3, 2018. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/15610>>. Acesso em: 11 nov. 2021.

ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; ELPHICK, C. S. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 1, n. 1, p. 3–14, 2010.

ZUUR, A. F. *et al.* Introduction. In: ZUUR, A. F. *et al.* (Orgs.). **Mixed effects models and extensions in ecology with R**, Statistics for Biology and Health. p.1–10, 2009. New York, NY: Springer. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6_1>. Acesso em: 12 nov. 2021.

APÊNDICE 1 – LISTA DAS ESPÉCIES REGISTRADAS ATROPELADAS COM OS RESPECTIVOS STATUS DE CONSERVAÇÃO DE ACORDO COM AS LISTAS DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO EM NÍVEL GLOBAL (IUCN), NACIONAL (MMA) E REGIONAL COM AS LISTAS ESTADUAIS DA BA E DE MG

Grupo	Espécie	Nome comum	Categoria	Status de conservação			N.º de registros
				IUCN	MMA	Lista BA e MG	
Anfíbios	<i>Dermatonotus muelleri</i>	Sapo-bolinha	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Leptodactylus chaquensis</i>	Çaçote	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	Çaçote	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Leptodactylus podicipinus</i>	Çaçote	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Leptodactylus</i> sp.	Çaçote	Silvestre	-	-	-	3
	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Çaçote	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Physalaemus nattereri</i>	Çaçote	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Pithecopus azureus</i>	Perereca-folha	Silvestre	DD	-	-	1
	<i>Rhinella cerradensis</i>	Sapo-cururu	Silvestre	DD	-	-	13
	<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo-cururu	Silvestre	LC	-	-	188
	<i>Rhinella granulosa</i>	Sapo-cururu	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Rhinella jimi</i>	Sapo-cururu	Silvestre	LC	-	-	26
	<i>Rhinella</i> sp. (gr. granulosa)	Sapo-cururu	Silvestre	-	-	-	1
	<i>Rhinella</i> sp. (gr. marina)	Sapo-cururu	Silvestre	-	-	-	191
	<i>Rhinella veredas</i>	Sapo-cururu	Silvestre	LC	-	-	4
	Não identificado	-	-	-	-	-	22
	<i>Accipiter supercilliosus</i>	Gavião-miudinho	Silvestre	LC	-	-	1
Aves	<i>Agelaioides fringillarius</i>	Asa-de-telha-pálido	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Ammodramus humeralis</i>	Tico-tico-do-campo	Silvestre	LC	-	-	9
	<i>Antrorstomus rufus</i>	João-corta-pau	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	Silvestre	LC	-	-	41
	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Pula-pula-assobiador	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Risadinha	Silvestre	LC	-	-	2

Grupo	Espécie	Nome comum	Categoria	Status de conservação			Nº de registros
				IUCN	MMA	Lista BA e MG	
	<i>Caracara plancus</i>	Carcará	Silvestre	LC	-	-	6
	<i>Cariama cristata</i>	Seriema	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	Silvestre	LC	-	-	7
	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	Curutié	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Chrysomus ruficapillus</i>	Garibaldi	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Clibanornis rectirostris</i>	Fura-barreira	Silvestre	LC	-	-	3
	<i>Coccyzus euleri</i>	Papa-lagarta-de-euler	Silvestre	LC	-	-	3
	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Papa-lagarta-acanelado	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Columbina minuta</i>	Rolinha-de-asa-canela	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Columbina picui</i>	Rolinha-picuí	Silvestre	LC	-	-	10
	<i>Columbina sp.</i>	Rolinha	Silvestre	-	-	-	5
	<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Contopus cinereus</i>	Papa-mosca-cinzento	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	Silvestre	LC	-	-	50
	<i>Coryphospingus pileatus</i>	Tico-tico-rei-cinza	Silvestre	LC	-	-	6
	<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	Silvestre	LC	-	-	21
	<i>Crypturellus parvirostris</i>	Inhambu-chororó	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	Gralha-cancã	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Cyanoloxia brissonii</i>	Azulão	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Marreca-cabocla	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Elaenia sp.</i>	-	Silvestre	-	-	-	1
	<i>Euphonia chlorotica</i>	Fim-fim	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Falco sparverius</i>	Quiriquiri	Silvestre	LC	-	-	5
	<i>Furnarius leucopus</i>	Casaca-de-couro-amarelo	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro	Silvestre	LC	-	-	5
	<i>Furnarius sp.</i>	-	Silvestre	-	-	-	1

Grupo	Espécie	Nome comum	Categoria	Status de conservação			N º de registros
				IUCN	MMA	Lista BA e MG	
	<i>Gallinula galeata</i>	Frango-d'água	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Gaviãozinho	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	Peitica-de-chapéu-preto	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Guira guira</i>	Anu-branco	Silvestre	LC	-	-	35
	<i>Heterospizias meridionalis</i>	Gavião-caboclo	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Himantopus mexicanus</i>	Pernilongo-de-costas-negras	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Hydropsalis maculicaudus</i>	Bacurau-de-rabo-maculado	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Hydropsalis parvula</i>	Bacurau-chintã	Silvestre	LC	-	-	7
	<i>Icterus cayanensis</i>	Inhapim	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Icterus jamaicaii</i>	Corrupião	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Leptotila sp.</i>	Juriti	Silvestre	-	-	-	1
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Juriti-pupu	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Megascops choliba</i>	Corujinha-do-mato	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Microastur semitorquatus</i>	Falcão-relógio	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-campo	Silvestre	LC	-	-	3
	<i>Molothrus bonariensis</i>	Chupim	Silvestre	LC	-	-	6
	<i>Myiarchus sp.</i>	Maria-cavaleira	Silvestre	-	-	-	2
	<i>Myiozetetes similis</i>	Bentevisinho-de-penacho-vermelho	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Nannochordeiles pusillus</i>	Bacurauzinho	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Nonnula rubecula</i>	Macuru	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Nothura boraquira</i>	Codorna-do-nordeste	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Nothura maculosa</i>	Codorna-amarela	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Nothura sp.</i>	Codorna	Silvestre	-	-	-	5
	<i>Nyctibius griseus</i>	Mãe-da-lua	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	Silvestre	LC	-	-	3

Grupo	Espécie	Nome comum	Categoria	Status de conservação			N.º de registros
				IUCN	MMA	Lista BA e MG	
	<i>Nystalus maculatus</i>	Rapazinho-dos-velhos	Silvestre	LC	-	-	9
	<i>Pachyrhamphus validus</i>	Caneleiro-de-chapéu-preto	Silvestre	LC	-	-	3
	<i>Paroaria dominicana</i>	Cardeal-do-nordeste	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Phacellodomus ruber</i>	Graveteiro	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Phacellodomus rufifrons</i>	João-de-pau	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Porphyrio martinicus</i>	Frango-d'água-azul	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-doméstica-grande	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Príncipe	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Rhynchotus rufescens</i>	Perdiz	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Saltatricula atricollis</i>	Batuqueiro	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Schistochlamys ruficapillus</i>	Bico-de-veludo	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	Bichoita	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Sicalis luteola</i>	Tipio	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Gavião-pegá-macaco	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Sporophila lineola</i>	Bigodinho	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Sporophila</i> sp.	-	Silvestre	-	-	-	3
	<i>Synallaxis albescens</i>	Uí-pi	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Tangara sayaca</i>	Sanhaçu-cinzento	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Taraba major</i>	Choró-boi	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Thamnophilus torquatus</i>	Choca-de-asa-vermelha	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Todirostrum cinereum</i>	Ferreirinho-relógio	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Turdus</i> sp.	Sabiá	Silvestre	-	-	-	1
	<i>Tyrannus albogularis</i>	Suiriri-de-garganta-branca	Silvestre	LC	-	-	2

Grupo	Espécie	Nome comum	Categoria	Status de conservação			Nº de registros
				IUCN	MMA	Lista BA e MG	
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Tyrannus savana</i>	Tesourinha	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Vanellus cayanus</i>	Batuira-de-esporão	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	Silvestre	LC	-	-	3
	<i>Volatinia jacarina</i>	Tziu	Silvestre	LC	-	-	11
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	Silvestre	LC	-	-	1
	Não identificado	-	-	-	-	-	34
	<i>Callithrix penicillata</i>	Sagui-de-tufos-pretos	Silvestre	LC	-	-	9
	<i>Cerdacyon thous</i>	Cachorro-do-mato	Silvestre	LC	-	-	115
	<i>Conepatus semistriatus</i>	Cangambá	Silvestre	LC	-	-	5
	Cricetidae	Roedor	Silvestre	LC	-	-	3
	<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá-de-orelha-branca	Silvestre	LC	-	-	53
	<i>Didelphis sp.</i>	Gambá	Silvestre	-	-	-	13
	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Galea spixii</i>	Preá	Silvestre	LC	-	-	5
	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	Silvestre	LC	VU	VU (BA)	2
	<i>Holochilus sp.</i>	Roedor	Silvestre	-	-	-	1
	<i>Kerodon rupestris</i>	Mocó	Silvestre	LC	VU	-	2
	<i>Leopardus sp.</i>	Gato-do-mato	Silvestre	-	-	-	3
	<i>Leopardus tigrinus</i>	Gato-do-mato	Silvestre	VU	EN	VU (BA/MG)	8
	<i>Lycalopex vetulus</i>	Raposa-do-campo	Silvestre	NT	VU	VU (BA)	57
	Phyllostomidae	Morcego	Silvestre	-	-	-	3
	<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	Silvestre	LC	-	-	10
	<i>Thrichomys apereoides</i>	Roedor	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Tolypeutes tricinctus</i>	Tatu-bola	Silvestre	VU	EN	EN (BA)	1
	Vespertilionidae	Morcego	Silvestre	-	-	-	1
	Não identificado	-	-	-	-	-	65

Grupo	Espécie	Nome comum	Categoria	Status de conservação			Nº de registros
				IUCN	MMA	Lista BA e MG	
Répteis	<i>Ameiva ameiva</i>	Bico-doce	Silvestre	LC	-	-	4
	<i>Amphisbaena alba</i>	Cobra-cega	Silvestre	LC	-	-	25
	<i>Amphisbaena</i> sp.	Cobra-cega	Silvestre	-	-	-	3
	<i>Apostolepis ammodites</i>	Falsa-coral	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Boa constrictor</i>	Jibóia	Silvestre	NE	-	-	7
	<i>Boiruna sertaneja</i>	Muçurana	Silvestre	NE	-	-	13
	<i>Bothrops moojeni</i>	Jararaca	Silvestre	NE	-	-	1
	<i>Bothrops</i> sp.	Jararaca	Silvestre	-	-	-	4
	<i>Caiman latirostris</i>	Jacaré-de-papo-amarelo	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Chironius flavolineatus</i>	Cobra-cipó	Silvestre	LC	-	-	3
	<i>Crotalus durissus</i>	Cascavel	Silvestre	LC	-	-	9
	<i>Drymarchon corais</i>	Papa-pinto	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Epicrates assisi</i>	Jibóia-arco-íris	Silvestre	NE	-	-	14
	<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	Cobra-de-capim	Silvestre	LC	-	-	5
	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	Silvestre	LC	-	-	11
	<i>Lygophis dilepis</i>	Cobra	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Mesoclemmys tuberculata</i>	Cágado-do-nordeste	Silvestre	NE	-	-	11
	<i>Oxybelis aeneus</i>	Bicuda	Silvestre	LC	-	-	5
	<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	Falsa-coral	Silvestre	LC	-	-	22
	<i>Palusophis bifossatus</i>	Jararacuçu-do-brejo	Silvestre	LC	-	-	1
	<i>Philodryas nattereri</i>	Corre-campo	Silvestre	LC	-	-	65
	<i>Philodryas olfersii</i>	Cobra-verde	Silvestre	LC	-	-	2
	<i>Phrynops geoffroanus</i>	Cágado-de-barbicha	Silvestre	NE	-	-	8
	<i>Polychrus acutirostris</i>	Camaleão-preguiça	Silvestre	LC	-	-	5
	<i>Pseudoboa nigra</i>	Mussurana	Silvestre	LC	-	-	9
	<i>Salvator merianae</i>	Teiú	Silvestre	LC	-	-	14
	<i>Spilotes pullatus</i>	Caninana	Silvestre	LC	-	-	8

Grupo	Espécie	Nome comum	Categoria	Status de conservação			N ° de registros
				IUCN	MMA	Lista BA e MG	
	<i>Taeniophallus occipitalis</i>	Corredeira-pintada	Silvestre	LC	-	-	3
	<i>Tropidurus hispidus</i>	Calango	Silvestre	LC	-	-	23
	<i>Xenodon merremii</i>	Boipeva	Silvestre	NE	-	-	12
	Não identificado	-	-	-	-	-	33
Total							1549

LEGENDA: **IUCN**: União Internacional de Conservação da Natureza e Recursos Naturais; **MMA**: Ministério do Meio Ambiente; **BA**: Bahia; **MG**: Minas Gerais; **NE**: Não avaliado; **LC**: Menos preocupante; **VU**: Vulnerável; **EN**: Em perigo; **CR**: Criticamente em perigo; **DD**: Deficientes em dados; **NT**: Quase ameaçada;

FONTE: A autora (2020).

APÊNDICE 2 – RESULTADOS DO ACOMPANHAMENTO DA PERSISTÊNCIA DE CARCAÇAS

Expedição	Espécie	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Tamanho
1ª	<i>Canis lupus familiaris</i>	P	A	A	A	Grande
	<i>Cerdocyon thous</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Cariama cristata</i>	P	P	A	A	Grande
	<i>Iguana iguana</i>	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Amphisbaena</i> sp.	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Cerdocyon thous</i>	-	-	P	P	Grande
2ª	<i>Canis lupus familiaris</i>	P	P	A	A	Grande
	<i>Felis catus</i>	-	P	A	A	Grande
	<i>Sporophila lineola</i>	-	P	A	A	Pequeno
3ª	<i>Canis lupus familiaris</i>	P	A	A	A	Grande
	<i>Gallus gallus domesticus</i>	P	A	A	A	Grande
	<i>Gallus gallus domesticus</i>	P	A	A	A	Grande
	<i>Cerdocyon thous</i>	P	A	A	A	Grande
	não identificada	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Rhinella</i> sp.	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Salvator merianae</i>	-	P	P	A	Grande
	não identificada	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Rhinella</i> sp.	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Philodryas nattereri</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Rhinella</i> sp.	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Cerdocyon thous</i>	-	P	P	P	Grande
	<i>Epicrates crassus</i>	-	P	P	A	Pequeno
	não identificada	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Rhinella</i> sp.	-	-	P	P	Pequeno
	<i>Lycalopex vetulus</i>	-	-	P	P	Grande
	<i>Rhinella</i> sp.	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Conepatus semistriatus</i>	-	-	P	A	Grande
	<i>Didelphis</i> sp.	-	-	P	P	Pequeno
4ª	<i>Didelphis albiventris</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Crotophaga ani</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Rhinella</i> sp.	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Didelphis albiventris</i>	P	A	A	A	Grande
	<i>Didelphis albiventris</i>	P	A	A	A	Grande
	<i>Epicrates crassus</i>	P	A	A	A	Grande
	<i>Athene cunicularia</i>	P	P	P	A	Pequeno
	<i>Lycalopex vetulus</i>	P	P	P	P	Grande

Expedição	Espécie	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Tamanho
	<i>Cerdocyon thous</i>	-	P	P	P	Grande
	não identificada	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Lycalopex vetulus</i>	-	P	P	P	Grande
	<i>Furnarius rufus</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Columbina picui</i>	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Guira guira</i>	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Coragyps atratus</i>	-	-	P	A	Grande
5ª	<i>Crotophaga ani</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Taraba major</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Cerdocyon thous</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Guira guira</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Xenodon merremii</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Crotophaga ani</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Boiruna sertaneja</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Coragyps atratus</i>	-	P	P	P	Grande
	<i>Philodryas nattereri</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Guira guira</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Canis lupus familiaris</i>	-	-	P	A	Grande
	<i>Columbina minuta</i>	-	-	P	A	Grande
	<i>Nothura sp.</i>	-	-	P	A	Pequeno
6ª	<i>Athene cunicularia</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Canis lupus familiaris</i>	P	A	A	A	Grande
	<i>Didelphis albiventris</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Boiruna sertaneja</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Pseudoboa nigra</i>	P	P	A	A	Pequeno
	<i>Felis catus</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Didelphis albiventris</i>	P	P	A	A	Pequeno
	<i>Philodryas nattereri</i>	P	P	A	A	Pequeno
	<i>Didelphis albiventris</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Athene cunicularia</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Coragyps atratus</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>	P	A	A	A	Grande
	<i>Cerdocyon thous</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>ameiva ameiva</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Athene cunicularia</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Cerdocyon thous</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Cerdocyon thous</i>	-	P	P	P	Grande
	<i>Cerdocyon thous</i>	-	P	P	P	Grande

Expedição	Espécie	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Tamanho
	<i>Cathartes aura</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Cerdocyon thous</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Philodryas nattereri</i>	-	P	A	P	Pequeno
	<i>Crypturellus parvirostris</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Paroaria dominicana</i>	-	P	A	P	Pequeno
	<i>Columbina sp.</i>	-	P	A	P	Pequeno
7ª	<i>Canis lupus familiaris</i>	P	P	P	A	Grande
	<i>Canis lupus familiaris</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Didelphis albiventris</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Salvator merianae</i>	P	P	P	A	Grande
	<i>Philodryas nattereri</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Coragyps atratus</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Equus caballus</i>	P	P	P	A	Grande
	<i>Coragyps atratus</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Tyrannus savana</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Lycalopex vetulus</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Cerdocyon thous</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Cerdocyon thous</i>	P	P	P	A	Grande
	<i>Canis lupus familiaris</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Canis lupus familiaris</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Crotophaga ani</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Boiruna sertaneja</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Nothura boraquira</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Cerdocyon thous</i>	-	P	P	P	Grande
	<i>Cerdocyon thous</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Crotalus durissus</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Athene cunicularia</i>	-	P	P	P	Pequeno
8ª	<i>Columbia picui</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Lycalopex vetulus</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Clibanornis rectirostris</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Antrastomus rufus</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Cerdocyon thous</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Conepatus semistriatus</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Nystalus macullatus</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Felis catus</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Philodryas nattereri</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Cerdocyon thous</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	-	P	A	A	Pequeno

Expedição	Espécie	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Tamanho
	<i>Lycalopex vetulus</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Kerodon rupestris</i>	-	P	A	A	Grande
	<i>Tropidurus hispidus</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Hydropsalis parvula</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Philodryas nattereri</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Didelphis albiventris</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Mimus saturninus</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Rhinella jimi</i>	-	-	P	P	Pequeno
	<i>Didelphis albiventris</i>	-	-	P	P	Pequeno
	<i>Coragyps atratus</i>	-	-	P	P	Grande
	<i>Tyrannus savana</i>	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Felis catus</i>	-	-	P	A	Grande
	<i>Megascops choliba</i>	-	-	P	P	Pequeno
	<i>Salvator merianae</i>	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Cercopithecus thous</i>	-	-	P	P	Grande
9ª	<i>Leopardus tigrinus</i>	P	P	P	A	Pequeno
	<i>Crotophaga ani</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Rupornis magnirostris</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	P	P	P	A	Pequeno
	<i>Vanellus chilensis</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Amphisbaena alba</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Athene cunicularia</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Athene cunicularia</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Coragyps atratus</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Coragyps atratus</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Equus caballus</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Coragyps atratus</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Canis lupus familiaris</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Lycalopex vetulus</i>	P	P	P	P	Grande
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Iguana iguana</i>	P	A	A	A	Pequeno
	<i>Coccyzus euleri</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Felis catus</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Lycalopex vetulus</i>	P	P	P	P	Pequeno
	<i>Boa constrictor</i>	P	P	P	P	Pequeno

Expedição	Espécie	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Tamanho
	<i>Equus caballus</i>	-	P	P	P	Grande
	<i>Didelphis albiventris</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Coccyzus euleri</i>	-	P	P	A	Pequeno
	<i>Rhinella</i> sp. (gr. marina)	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Didelphis albiventris</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Rhinella</i> sp. (gr. marina)	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Bothrops</i> sp.	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Didelphis albiventris</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Rhinella</i> sp. (gr. marina)	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Coragyps atratus</i>	-	P	P	P	Grande
	<i>Canis lupus familiaris</i>	-	P	P	P	Grande
	<i>Bos taurus</i>	-	P	P	P	Grande
	<i>Lycalopex vetulus</i>	-	P	P	P	Grande
	<i>Philodryas nattereri</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Nystalus maculatus</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Nothura maculosa</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Guira guira</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Guira guira</i>	-	P	A	A	Pequeno
	<i>Crotophaga ani</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Xenodon merremii</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Oxybelis</i> sp.	-	P	P	P	Pequeno
	<i>Cerdocyon thous</i>	-	-	P	P	Grande
	<i>Philodryas nattereri</i>	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Taraba major</i>	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Guira guira</i>	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Boiruna sertaneja</i>	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Rhinella diptycha</i>	-	-	P	P	Pequeno
	<i>Felis catus</i>	-	-	P	A	Grande
	<i>Epicrates assisi</i>	-	-	P	A	Pequeno
	<i>Didelphis albiventris</i>	-	-	P	P	Pequeno
	<i>Canis lupus familiaris</i>	-	-	P	P	Grande

Legenda: (-): Carcaça inexistente; **P**: Carcaça presente; **A**: Carcaça ausente.

FONTE: A autora (2020).

APÊNDICE 3 – PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DA FAUNA ATROPELADA NA BR-135/BA/MG

Trechos	Hotspot (áreas de alta fatalidade)	Medidas de mitigação	Sentido (Município)	Coordenadas UTM (23L)	
				E (m)	N (m)
1	1	Semipórtico (Pictograma de canídeo + velocidade máxima do trecho)	São Desidério	498.513,21	8.651.930,68
		Controladores eletrônicos de velocidade (Limite: 60 km/h)	Ambos	498.241,90	8.650.583,28
		Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Barreiras	497.947,12	8.649.576,03
	2	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	São Desidério	497.772,94	8.648.150,90
			Barreiras	497.621,24	8.646.076,37
	3	Controladores eletrônicos de velocidade (Limite: 60 km/h)	Ambos	498.326,24	8.640.928,86
		Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	São Desidério	497.703,19	8.642.275,39
			Barreiras	498.533,83	8.639.841,79
	4	Controladores eletrônicos de velocidade (Limite: 60 km/h)	Ambos	499.034,02	8.637.652,07
		Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	São Desidério	498.499,69	8.637.887,04
			Barreiras	499.284,04	8.636.709,35
	5	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Barreiras	500.203,34	8.635.848,41
		Semipórtico (Pictograma de canídeo + velocidade máxima do trecho)	São Desidério	501.192,44	8.634.492,46
	6		Correntina	530.321,00	8.607.882,00

Trechos	Hotspot (áreas de alta fatalidade)	Medidas de mitigação	Sentido (Município)	Coordenadas UTM (23L)	
				E (m)	N (m)
	7	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	São Desidério	530.411,07	8.607.420,08
		Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Correntina	534.588,00	8.587.906,00
			São Desidério	534.718,00	8.587.151,00
		Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Correntina	542.029,00	8.561.571,00
			São Desidério	541.795,00	8.560.271,00
2	9	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Correntina	539.353,46	8.540.909,96
			São Desidério	538.292,00	8.539.564,00
		Sonorizador	Correntina	539.315,56	8.540.827,00
			São Desidério	538.356,00	8.539.647,00
	10	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Correntina	536.496,00	8.534.850,00
			São Desidério	536.657,00	8.534.072,00
	11	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Coribe	559.629,00	8.488.677,00
				559.545,00	8.488.591,00
	12	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Jaborandi	556.795,00	8.486.615,00
				556.893,00	8.486.674,00
	14	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Coribe	551.652,00	8.441.280,00
			Cocos	552.454,00	8.442.398,00
	15	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Divisa (MG)	553.000,00	8.421.638,00
			Cocos	554.331,00	8.421.073,00

Trechos	Hotspot (áreas de alta fatalidade)	Medidas de mitigação	Sentido (Município)	Coordenadas UTM (23L)	
				E (m)	N (m)
3	16	Sinalização de advertência com pictograma de felídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Montalvânia	558.141,00	8.418.616,00
			Cocos	558.710,00	8.417.849,00
	17	Semipórtico (pictograma de felídeo + espécie ameaçada!) + velocidade máxima)	Montalvânia	561.750,00	8.417.147,00
			Cocos	563.314,00	8.415.127,00
		* Cerca (início)	Montalvânia	561.751,95	8.417.144,31
			Cocos	563.318,74	8.415.132,18
		* Cerca (fim)	Montalvânia	563.306,15	8.415.118,16
			Cocos	561.748,19	8.417.161,26
		Áreas de escape	Montalvânia	562.496,64	8.416.824,60
				562.810,77	8.416.483,42
				562.982,36	8.416.038,02
				563.040,73	8.415.560,14
			Cocos	562.508,57	8.416.836,12
				562.824,34	8.416.493,46
				562.999,24	8.416.040,13
				563.058,29	8.415.564,48
	18	Sinalização de advertência com pictograma de felídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Montalvânia	564.715,53	8.413.399,65
			Cocos	565.345,91	8.412.822,38
	19	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Montalvânia	566.494,64	8.410.189,45
			Cocos	567.700,72	8.408.410,92
		Sonorizador	Montalvânia	566.538,00	8.410.094,00
			Cocos	567.653,60	8.408.499,07
	20	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Manga	584.909,00	8.398.298,00
			Montalvânia	585.637,00	8.397.617,00
	21	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação "ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE"	Manga	586.639,00	8.397.181,00
			Montalvânia	587.491,00	8.396.639,00
	22	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com	Manga	589.114,00	8.394.631,00
			Montalvânia	589.868,00	8.393.983,00

Trechos	Hotspot (áreas de alta fatalidade)	Medidas de mitigação	Sentido (Município)	Coordenadas UTM (23L)	
				E (m)	N (m)
		indicação “ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE”			
	23	Sinalização de advertência com pictograma de canídeo com indicação “ANIMAIS NA PISTA, RISCO DE ACIDENTE”	Manga	597.929,00	8.380.051,00
			Montalvânia	598.664,00	8.379.999,00
Todos		Manutenção de bueiros Manejo da vegetação Campanhas educativas	Ambos	Em toda a extensão dos <i>hotspots</i>	