



ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

BONITO PARA QUEM?
COLISÕES VEICULARES COM ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NAS
RODOVIAS DE ACESSO À CAPITAL BRASILEIRA DO ECOTURISMO.

Por

AMANDA DE JESUS MESSIAS

NAZARÉ PAULISTA, 2024



ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

BONITO PARA QUEM?
COLISÕES VEICULARES COM ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NAS
RODOVIAS DE ACESSO À CAPITAL BRASILEIRA DO ECOTURISMO.

Por

AMANDA DE JESUS MESSIAS

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO

DRA. FERNANDA DELBORGO ABRA
DR. ALEXANDRE UEZU
DRA. GABRIELA CABRAL REZENDE

TRABALHO FINAL APRESENTADO AO PROGRAMA DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL COMO REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

IPÊ – INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS
Nazaré Paulista, 2025

Ficha Catalográfica

Messias, Amanda de Jesus

Bonito Para Quem? Colisões veiculares com animais silvestres e domésticos nas rodovias de acesso à capital brasileira do ecoturismo, 2025.

Trabalho Final (mestrado): IPÊ – Instituto de Pesquisas ecológicas

Passagens inferiores

Cercamento

Hotspots

Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade, IPÊ

BANCA EXAMINADORA

Nazaré Paulista, 07 de fevereiro de 2025

Prof. Dr.^a Fernanda D. Abra

Prof. Dr.^a Gabriela C. Rezende

Prof. Dr. Guilherme Dalponti

Dedico este trabalho a todos os indivíduos vitimados pelas colisões veiculares.

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço...

Primeiramente à Deus pela sua misericórdia, pelo amor incondicional, por todas as bênçãos que Ele me concede, pela vida, pela saúde, pela família, pelas pessoas especiais com quem convivo e por tornar esse mestrado possível!

Aos meus amados pais e avó, El-cid, Lucineia e Lucia, por serem minha base e apoio, e por serem meu ponto de socorro. Eu amo vocês “por demais da conta”!;

Aos meus amigos, que são presentes de Deus, Bruna e Thiago, por acreditarem em mim, abrirem a porta da casa deles em Bonito e me darem apoio incondicional. A minha eterna gratidão pela vida de vocês;

À Dra. Raquel Machado e ao Instituto Líbio por abraçarem a pesquisa e me darem condições suficientes para executar o campo deste estudo;

À minha querida orientadora Dra. Fernanda Abra por ter aceitado me orientar, por toda paciência (e não foi pouca rsrs), generosidade e o aprendizado que me proporcionou durante o mestrado;

Aos co-orientadores Dra. Gabriela Rezende e Dr. Alexandre Uezu pela paciência, conselhos, socorros e aprendizado no mestrado;

Aos Doutores Guilherme Garbino e Guilherme Dalponti, pela ajuda nas identificações;

Ao Doutor Rafael Arruda por aguentar meus momentos de desesperos aos 42 do segundo tempo. Batman você é 10!

;

Às minhas queridas amigas-irmãs Rafaela Euzébio, Carla Pequini, Lilian Tommasi e Jaqueline Orlando que foram anjos no qual desabafei, chorei, pedi ajuda e pude desenvolver uma amizade incrível durante o mestrado. Amo vocês;

À minha turma xantânica (ESCAS 2022) pelo laço maravilhoso de amizade que formamos, pelo apoio incondicional, pelas ajudas, e por os aprendizados que tivemos juntos. Vocês tornaram minha trajetória no mestrado mais que demais;

Aos meus queridos amigos de Bonito, em especial a Yolanda, Marc, Tayanara, Rossana, Sr. Vitor e Fernanda obrigada por me apoiarem e por me abraçarem em diversos momentos. A luta continua! Hasta;

À NURA que acreditou na pesquisa e me apoiou de uma forma maravilhosa. Thais e Vinicius vocês são incríveis;

Aos voluntários que tive durante a pesquisa, em especial a Anna Beatriz e o Fabricio, o meu muitíssimo obrigada;

À todos os todos os amigos e até mesmo seguidores do instagram que me acompanharam, se preocuparam e apoiaram o trabalho;

Ao ex-vereador Toquinho de Bonito pelo apoio e por se preocupar com a causa;

À Polícia Militar Ambiental de Bonito e ao Dr. Marcelo por todo apoio com o socorro aos animais atropelados;

À ESCAS pela colaboração e paciência com essa mestranda que vos agradece;

Muito obrigada à todos, por tudo!

“A grandeza de uma nação pode ser julgada pelo modo que seus animais são tratados.”

(Mahatma Gandhi)

SUMÁRIO

RESUMO	17
ABSTRACT	19
1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVOS	28
2.1. Objetivo Geral	28
2.2. Objetivos Específicos	28
3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1. Área de Estudo	29
3.1.1. MS-178	31
3.1.2. MS-345	31
3.1.3. MS-382	32
3.2. Coleta e análise de dados	32
3.2.1. Coleta de dados	32
3.2.2. Análise de dados	36
4. RESULTADOS	41
4.1 – Fauna atropelada	41
4.1.1 – Fauna silvestre atropelada	49
4.1.2 – Fauna doméstica atropelada	51
4.1.3 – Percurso amostral e taxas de atropelamentos	52
4.2 – Fauna avistada	56
4.3 – A influência das variáveis climáticas sobre os atropelamentos	61
4.4 – A influência do volume turístico sobre os atropelamentos	62
4.5 – Estruturas da paisagem	63
4.6 – Análise de <i>Hotspots</i>	64
4.6.1 – Hotspots de atropelamentos	64
4.6.2 – <i>Hotspots</i> de avistamentos	73
4.7 – Sazonalidade	81
4.7.1 – Sazonalidade e atropelamentos	81
4.7.2 – Sazonalidade e avistamentos	82
4.8 – Passagens inferiores (PI)	83
4.8.1 – Passagens de fauna e agregações de atropelamentos e avistamentos de mamíferos silvestres	91
4.9 – Amostras biológicas	93

5. DISCUSSÃO	94
6. PROJETO BONITO NÃO ATROPELA.....	104
7. RECOMENDAÇÕES.....	106
7.1 Passagens Inferiores e cercamento.....	106
7.2 Passagens Superiores de Fauna.....	110
7.3 Ondulações transversais e Placas verticais de advertência para sinalização de travessia de fauna	112
8. CONCLUSÕES	115
9. REFERÊNCIAS.....	116

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela</u>	<u>página</u>
Tabela 1 - Identificação dos trechos amostrais.	30
Tabela 2 - Roteiro amostral.....	33
Tabela 3 - Número total de indivíduos de espécies silvestres e domésticas atropelados entre dezembro de 2023 e julho de 2024 nas rodovias de acesso à cidade de Bonito, Mato Grosso do Sul. Legenda: n = número de indivíduos registrados; t = taxa de atropelamento; % = frequência de ocorrência; * = espécie ameaçada no Brasil; ** = espécie ameaçada segundo a lista vermelha da IUCN; *** = espécie categorizada como ameaçada tanto no Brasil, quanto pela IUCN.	42
Tabela 4 - Números e taxas de todos os atropelamentos por campanha e trecho amostral.....	53
Tabela 5 - Números e taxas de atropelamentos de animais silvestres por campanha e trecho amostral.....	55
Tabela 6 - Números e taxas de atropelamentos de animais domésticos por campanha e trecho amostral	56
Tabela 7 - Número total de indivíduos de espécies silvestres e domésticas avistados entre dezembro de 2023 e julho de 2024 nas rodovias de Bonito.....	57
Tabela 8 - Correlação dos atropelamentos com as variáveis climáticas, em negrito os valores significativos. Legenda: rho = coeficiente de correlação de Spearman, p = valor de correlação.	61
Tabela 9 - Correlação dos atropelamentos com o volume turístico. Legenda: rho = coeficiente de correlação de Spearman, p = valor de correlação.....	62
Tabela 10 - Métricas de paisagem para cinco quilômetros de cada cluster de atropelamentos de espécies silvestres.	63
Tabela 11 - Variáveis da paisagem mais importantes para formação dos eixos resultantes da Análise de Componentes Principais (função dimdesc, pacote FactoMineR, Le et al. 2008).	64
Tabela 12 - Análise de agregação de atropelamentos para diferentes grupos faunísticos com o número e classificação de clusters nas rodovias MS-178-N, MS-345, MS-178-S e MS-382, em Bonito/MS.	65

Tabela 13 - Análise de agregação de avistamentos para diferentes grupos faunísticos com o número e classificação de clusters nas rodovias MS-178-N, MS-345, MS-178-S e MS-382, em Bonito/MS.	73
Tabela 14 - Resultados da análise de Mann-Whitney para a relação da sazonalidade e atropelamentos, em negrito destacam-se os resultados positivos.	81
Tabela 15 - Resultados da análise de Mann-Whitney para a relação da sazonalidade e avistamentos, em negrito destaca-se o resultado positivo.	82
Tabela 16 - Identificações, distâncias, tipo, estrutura da paisagem e presença/ausência de corpo d'água nas passagens inferiores.	89
Tabela 17 - Identificações e distâncias entre estrutura da paisagem inferiores e agregações de atropelamentos mamíferos silvestres.	91
Tabela 18 - Identificações e distâncias entre estrutura da paisagem inferiores e agregações de avistamentos mamíferos silvestres.	92
Tabela 19 - Descrição e recomendações de adequações das 40 estruturas inferiores identificadas nas rodovias de acesso a Bonito, Mato Grosso do Sul.	108
Tabela 20 - Descrição dos pontos para implementação de passagens superiores de fauna nas rodovias de acesso a Bonito, Mato Grosso do Sul.	111

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>página</u>
Figura 1 - Localização das rodovias MS-178; MS-345 e MS-382 na região de Bonito, Mato Grosso do Sul. Elaborado por: Amanda Messias.	30
Figura 2 - (A) Metodologia veicular; (B) Metodologia a pé. Fotos: Amanda Messias.	33
Figura 3 - Número de indivíduos silvestres e frequência de espécies por classe atropeladas nas rodovias de acesso ao município de Bonito, Mato Grosso do Sul. Elaboração: Amanda Messias.	49
Figura 4 - Espécies silvestres atropeladas registradas nas rodovias de acesso a Bonito/MS. (A) morcego-orelha-de-funil (<i>Natalus macrourus</i>); (B) caixaca (<i>Bothrops moojeni</i>); (C.) cateto (<i>Dicotyles tajacu</i>); (D) suindara (<i>Tyto furcata</i>); (E) tamanduá-bandeira (<i>Myrmecophaga tridactyla</i>); e (F) anta (<i>Tapirus terrestris</i>). Fotos: Amanda Messias.	49
Figura 5 - As cinco espécies silvestres mais atropeladas e suas respectivas frequências nas rodovias de acesso ao município de Bonito, Mato Grosso do Sul. Elaboração: Amanda Messias.	50
Figura 6 - Espécies silvestres ameaçadas de extinção atropeladas nas rodovias de acesso a Bonito/MS. (A) anta (<i>Tapirus terrestris</i>); (B) gato-palheiro (<i>Leopardus colocolo</i>); (C.) morcego-orelha-de-funil (<i>Natalus macrourus</i>); e (D) tamanduá-bandeira (<i>Myrmecophaga tridactyla</i>). Fotos: Amanda Messias.	51
Figura 7 - Espécies domésticas atropeladas nas rodovias de acesso a Bonito/MS. (A) porco-doméstico (<i>Sus scrofa</i>); (B) cachorro-doméstico (<i>Canis lupus familiaris</i>); (C) galinha-doméstica (<i>Gallus gallus</i>); (D) gato-doméstico (<i>Felis catus</i>); (E) cachorro-doméstico (<i>Canis lupus familiaris</i>); e (F) galinha-doméstica (<i>Gallus gallus</i>) Foto: Amanda Messias.	52
Figura 8 - Variação das taxas de atropelamento geral por rodovias.	53
Figura 9 - Variação das taxas de atropelamento de animais silvestres por rodovia.	54
Figura 10 - Variação das taxas de atropelamento de animais domésticos por rodovia.	56
Figura 11 - Espécies silvestres avistadas nas rodovias de acesso a Bonito/MS. (A) tatu-peba (<i>Euphractus sexcinctus</i>); (B) tamanduá-bandeira (<i>Myrmecophaga tridactyla</i>); (C.) cascavel (<i>Crotalus durissus</i>); (D) macaco-prego (<i>Sapajus cay</i>); (E) urubu-de-cabeça-vermelha; e (F) tatu-de-rabo-mole-pequeno. Foto: Amanda Messias.	60

Figura 12 - Cinco espécies mais avistadas nas rodovias de acesso a Bonito/MS. Elaboração: Amanda Messias.	61
Figura 13 - Relação da temperatura com o número de atropelamento de herpetofauna (répteis e anfíbios). Elaboração: Amanda Messias.	62
Figura 14 - Relação do volume turístico com número geral de atropelamento. Elaboração: Amanda Messias.	63
Figura 15 - Mapa de agregação de todos os atropelamentos registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS.	66
Figura 16 - Mapa de agregação atropelamentos de espécies silvestres registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS	67
Figura 17 - Mapa de agregação de atropelamentos de mamíferos silvestres registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS.....	68
Figura 18 - Mapa de agregação de atropelamentos aves silvestres registradas nas rodovias de acesso a Bonito/MS	69
Figura 19 - Mapa de agregação de atropelamentos de herpetofauna registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS	70
Figura 20 - Mapa de agregação de atropelamentos de espécies ameaçadas registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS.....	71
Figura 21 - Mapa de agregação de atropelamentos de espécies domésticas registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS.....	72
Figura 22 - Mapa de agregações de todos os avistamentos registrados em Bonito/MS.....	74
Figura 23 - Mapa de agregações de avistamentos de espécies silvestres registradas em Bonito/MS	75
Figura 24 - Mapa de agregações de avistamentos de mamíferos silvestres registrados em Bonito/MS	76
Figura 25 - Mapa de agregações de avistamentos de aves silvestres registradas em Bonito/MS.....	77
Figura 26 - Mapa de agregações de avistamentos de espécies ameaçadas registradas em Bonito/MS	78
Figura 27 - Mapa de agregações de avistamentos espécies arborícolas registradas em Bonito/MS.....	79

Figura 28 - Mapa de agregações de avistamentos espécies domésticas registradas em Bonito/MS.....	80
Figura 29 - (A) Relação da sazonalidade com todos os atropelamentos; (B) Relação da sazonalidade com atropelamento de herpetofauna. Elaboração: Amanda Messias	81
Figura 30 - Relação da sazonalidade com todos os avistamentos de animais domésticos	82
Figura 31 - Tipos de passagens inferiores presentes nas rodovias amostradas: (A) Ponte sobre córrego, MS-345; (B) BSCC, MS-178-N; (C) BTCC, MS-345. Fotos: Amanda Messias.	83
Figura 32 - Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-345 em Bonito/MS - P-01 a P-10.....	84
Figura 33 - Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-345 em Bonito/MS - P-11 a P-21.....	85
Figura 34 - Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-178 trecho norte em Bonito/MS - P-22 a P-27.....	86
Figura 35 - Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-178 trecho sul em Bonito/MS - P-27 a P-34	87
Figura 36 - Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-345 em Bonito/MS - P-35 a P-40.....	88
Figura 37 - Histograma de distâncias entre passagens inferiores e agregações de atropelamento de mamíferos silvestres.....	92
Figura 38 - Histograma de distâncias entre passagens inferiores e agregações de avistamento de mamíferos silvestres	93
Figura 39 - Membros da iniciativa Bonito Não Atropela e Agesul - da esquerda para a direita: Yolanda Pratl (Unidos da Serra da Bodoquena), Maurício Forlani (Ampara Silvestre), Pedro Celso (Agesul), Fernanda Abra (ViaFauna) e Guilherme Dalponti (Fundação Neotropica)	105
Figura 40 - Desenho conceitual de uma passagem inferior de fauna adaptada para travessia de médios e grandes mamíferos. Fonte: ViaFAUNA.....	106
Figura 41 - Design recomendado para o cercamento de passagens inferiores nas rodovias de acesso a Bonito. Note que a placa de fibro-cimento pode ser substituída pelo enterramento da cerca em 30 cm ou cerca do tipo saia na base de sua estrutura.....	107

Figura 42 - Exemplo da porção inferior da cerca do tipo saia com 40 cm. Fonte: Belgo Bekaert.	108
Figura 43 - Exemplos de designs de passagens superiores de fauna a serem implementados. Fonte: ViaFauna.	112
Figura 44 - Ondulação transversal do tipo A.	113
Figura 45 - Exemplo de placas verticais de advertência do tipo A-36 para sinalização de travessia de fauna utilizando silhuetas de animais silvestres da região.	114

LISTA DE ABREVIações

CAV	Colisões entre animais e veículos
PIs	Passagens inferiores
BSCC	Bueiro Simples Celular de Concreto
BSTC	Bueiro Simples Tubular de Concreto

RESUMO

Resumo do Trabalho Final apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre

BONITO PARA QUEM?

COLISÕES VEICULARES COM ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NAS
RODOVIAS DE ACESSO À CAPITAL BRASILEIRA DO ECOTURISMO.

Por

Amanda de Jesus Messias

Fevereiro de 2025

Orientador: Prof^a. Dr^a. Fernanda Abra

As rodovias impactam o ambiente de diversas formas. No Brasil, um dos impactos das estradas ao ambiente mais estudados, são as colisões veiculares com fauna. Por isso, é preciso estabelecer medidas para mitigar os atropelamentos da fauna, como passagens de fauna e cercamento da rodovia. Através de dados de posição geográfica dos atropelamentos, é possível estabelecer locais prioritários para o estabelecimento de medidas de mitigação (*hotspots*). Nesse contexto, o objetivo geral do trabalho foi: levantar os grupos de vertebrados atropelados nas rodovias pavimentadas de acesso a Bonito, Mato Grosso do Sul, identificando a ocorrência e localização de *hotspots* de atropelamentos. O monitoramento foi realizado entre dezembro de 2023 a julho de 2024, com um total de 12.800 km percorridos de carro e 320 km a pé em 40 viagens. Foram encontrados 463 vertebrados atropelados. Destes, 428 eram animais silvestres (92.2%), 26 domésticos (5,6%) e 10 animais (2,1%), estes não foram identificados a níveis taxonômicos superiores (classe e ordem) devido ao grau de deterioração da carcaça. Também foram registrados 210 animais avistados cruzando as rodovias, sendo 179 silvestres (85,2%) e 31 domésticos (14,8%). Foram encontradas agregações de atropelamentos para vários grupos, focando nos mamíferos silvestres, porém neste estudo não foi possível correlacionar a paisagem aos atropelamentos deste grupo.

Durante o monitoramento foi possível localizar 40 passagens inferiores (PIs), das quais 19 são pontes fluviais, 11 são passagens do tipo *cattle box* (BSCC) e 10 são drenagens fluvio pluviais do tipo Bueiro Simples Tubulares de Concreto (BSTC), dessas 21 estão presentes na MS-345, sete localizadas na MS-178-S, seis na rodovias MS-178-N e MS-382. Através de análises de distâncias, foi possível identificar que algumas agregações de atropelamentos de mamíferos silvestres encontram-se a menos de 500 metros das passagens inferiores, o que reforça a necessidade de complementar as passagens ao cercamento.

Palavras chaves: Passagens inferiores, cercamento, *hotspots*.

ABSTRACT

Abstract do Trabalho Final apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre

BONITO FOR WHOM?

VEHICLE COLLISIONS WITH WILD AND DOMESTIC ANIMALS ON THE ROADS
ACCESSING THE BRAZILIAN CAPITAL OF ECOTOURISM

By

Amanda de Jesus Messias

February 2025

Advisor: Prof^a. Dr^a. Fernanda Abra

Highways impact the environment in numerous ways. In Brazil, one of the most extensively studied environmental impacts of roads is vehicle collisions with wildlife. To address this issue, it is essential to implement measures that mitigate wildlife roadkill, such as wildlife crossings and highway fencing. By analyzing the geographic location of roadkills, it is possible to identify priority areas (hotspots) for implementing these mitigation measures.

This study aimed to survey the groups of vertebrates affected by roadkill on paved highways leading to Bonito, Mato Grosso do Sul, and to identify the occurrence and location of roadkill hotspots. Monitoring was conducted from December 2023 to July 2024, covering a total of 12,800 kilometers by car and 320 kilometers on foot, across 40 trips. A total of 463 roadkilled vertebrates were recorded, of which 428 (92.2%) were wild animals, 26 (5.6%) were domestic animals, and 10 (2.1%) were unidentified at higher taxonomic levels due to the advanced decomposition of the carcasses. Additionally, 210 animals were observed crossing the highways, comprising 179 wild animals (85.2%) and 31 domestic animals (14.8%).

Roadkill aggregations were identified for various groups, particularly wild mammals. However, this study was unable to establish a direct correlation between landscape features and the roadkill of this group. During the monitoring period, 40 underpasses were located, including 19 river bridges, 11 cattle box-type crossings (BSCC), and 10 river-storm drainages of the Simple Tubular Concrete Culvert (BSTC) type. These underpasses were distributed as follows: 21 on the MS-345 highway, seven on MS-178-S, and six on highways MS-178-N and MS-382.

Using spatial distance analysis, the study found that some roadkill aggregations of wild mammals were located less than 500 meters from underpasses. This finding highlights the need to enhance these crossings with complementary measures, such as fencing, to improve their effectiveness in mitigating wildlife roadkill.

1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas impactam cerca de 75% da superfície terrestre da Terra (Venter *et al.*, 2016). Existem consideráveis evidências de que os impactos causados pelos seres humanos são tão difundidos, que mudaram o planeta para uma nova era geológica denominada “Antropoceno” (Hill *et al.*, 2019; Taylor-Brown *et al.*, 2019; Galetti, 2023). Os impactos ambientais estão relacionados com todas as ações que os seres humanos desempenham para sua sobrevivência e desenvolvimento (da Silva *et al.*, 2020).

As estruturas rodoviárias são elementos associados ao progresso e desenvolvimento, e a sua malha global estende-se por grande parte da superfície terrestre, desde desertos até florestas tropicais. O desenvolvimento rodoviário visa acelerar o crescimento econômico e a integração social, facilitando o transporte de pessoas e bens e diminuindo os custos de produção (Alamgir *et al.*, 2017; Barrientos *et al.*, 2021). Porém, a implantação de estradas e rodovias causam diversos impactos, tais como a perda de vegetação natural (Rosa e Bager, 2011), a fragmentação de habitats (Fahring e Rytwinski, 2009), a poluição do ar e solo (Calderón-Garcidueñas e Villareal-Ríos, 2017), a poluição sonora (Bernardes Freire *et al.*, 2011), alterações hidrológicas e microclimáticas (Faria *et al.*, 2022) e impactos à fauna (Bager e Rosa, 2011; Abra *et al.*, 2021), sendo as colisões entre animais e veículos (CAV) uma das principais causas antropogênicas de mortalidade da vida selvagem em todo o mundo (Hill *et al.*, 2019; Medrano-Vizcaíno *et al.*, 2023), e já apontadas como a principal causa em algumas regiões (Taylor-Brown *et al.*, 2019).

Estudos sistemáticos sobre a mortalidade de animais silvestres por atropelamento começaram a ser desenvolvidos em 1930 nos Estados Unidos, Canadá e Europa (Forman *et al.*, 2003; Dornas *et al.*, 2012). Todavia, efetivamente apenas em 2003 houve a consolidação de uma disciplina voltada a compreender a relação entre os sistemas viários e o ambiente natural, a Ecologia de Estradas (Abra, 2012). Com a ampliação dessa nova área do conhecimento, as colisões

veiculares com fauna têm sido apontadas como a principal causa de mortalidade de vertebrados por influência direta do ser humano (Dornas *et. al.*, 2012; Deffaci, 2015).

Os atropelamentos são os impactos rodoviários mais visíveis, com milhões de animais morrendo anualmente, os demais como por exemplo a facilitação na introdução de espécies exóticas, são mais difíceis de serem quantificados em relação à mortalidade e efeitos diretos, mas implicam em redução da viabilidade populacional a médio e longo prazo (Jaeger, 2015; Bager, 2016; Barrientos *et. al.*, 2021). Estudos recentes descobriram que entre 1–13% dos vertebrados terrestres monitorados morreram devido a atropelamentos, e que esta taxa aumentou ao longo do tempo para os mamíferos (ver Hill *et al.*, 2019; Barrientos *et. al.*, 2021). Diversos estudos mostraram que a abundância de vida selvagem geralmente diminui perto das estradas (ver Benítez-López *et al.*, 2010 ; Rytwinski e Fahrig, 2012; Barrientos *et. al.*, 2021). As colisões veiculares com fauna são bastante significativas, e apontam à perda de uma parcela importante da biodiversidade local, afetando toda a estrutura do ecossistema. A mortalidade gerada pelos atropelamentos pode ter efeitos importantes na demografia, pois pode afetar a densidade e a estrutura sexual, etária e genética das populações silvestres (Fahrig *et. al.*, 1995, Huijser e Berges 2000, Gibbs e Steen 2005, Deffaci 2015), impactos estes, similares em magnitude a outros, como por exemplo, a própria perda de habitat (Forman *et. al.*, 2003; Santos 2017).

Os atropelamentos de fauna silvestre normalmente se concentram em uma ou poucas espécies (Forman *et. al.*, 2003; Coelho *et. al.*, 2008; Grilo *et. al.*, 2009). Diferenças no número de atropelamentos entre as espécies podem ser explicadas por características biológicas, como sexo, idade, respostas de evitação a estrada, dispersão, densidade populacional e horário de atividade (Jaeger *et. al.*, 2005; Ford e Fahrig 2007). Características da paisagem do entorno da estrada e características da própria estrada como desenho, velocidade permitida, visibilidade e tráfego também podem influenciar na taxa de atropelamento (Clevenger *et. al.*, 2003;

Goosem 2007; Coelho *et al.*, 2008). Outro ponto conspícuo capaz de gerar mortes por atropelamento é a atração de certas espécies a rodovias e estradas devido à atividade humana local, fazendo com que os animais escolham viver em um habitat que os capacite a maximizar o *fitness*, ou seja, selecionem habitats. Os fatores que determinam os atropelamentos também podem variar dentro dos diversos grupos taxonômicos (Forman *et al.* 2003). Aves podem ser atropeladas ao utilizarem as estruturas viárias em busca de alimentos, forrageando grãos derrubados por veículos de transportes de cargas, alimentando-se de carcaças na beira das rodovias, como no caso das aves carniceiras ou em rotas migratórias de baixa altitude (Erritzoe *et al.*, 2003, Bager e Rosa 2012, Deffaci 2015). Répteis e anfíbios apresentam tendência de atropelamento em áreas próximas a recursos hídricos e fragmentos florestais (Hartmann *et al.*, 2012, Deffaci 2015). Mamíferos, principalmente de médio e grande porte, estão entre os vertebrados com maior frequência de registros de atropelamento, nos mais variados ambientes (Riley *et al.*, 2006; Hegel *et al.*, 2012; Deffaci 2015) e significativamente maior na estação seca, onde supostamente há menor oferta de recursos (Bueno e Almeida, 2010).

Algumas pesquisas relatam a alteração no comportamento dos animais devido à presença de rodovias e estradas, sendo classificados três tipos de comportamento: o primeiro quando os animais evitam a rodovia devido às perturbações do tráfego (ruídos, produtos químicos, luminosidade etc.); o segundo quando os animais tendem evitar ir para rodovia devido a condições inóspitas, como a falta de pavimentação, diferentes condições microclimáticas e mudanças da vegetação na borda; e o terceiro onde os animais evitam a rodovia quando há tráfego de veículos (Jaeger *et al.* 2005, Fahrig e Rytwinski 2009, Rosa 2012, Brehme *et al.* 2013, Bager e Rosa 2010, Bager *et al.* 2016). Por um lado, o fato de os animais silvestres evitarem atravessar estradas e rodovias impede que ocorram colisões com veículos e mortes por atropelamentos. Todavia, também influencia negativamente no fluxo gênico das populações, na migração, e na dispersão e procura por recursos e/ou outros habitats (Bager *et al.* 2016).

Colisões envolvendo veículos e mamíferos de grande porte são extremamente perigosos para a integridade dos envolvidos (Huijser *et al.*, 2016). Em função de sua massa corpórea e abundância de indivíduos, a colisão de espécies com veículos automotores causa sérios acidentes, resultando em prejuízos financeiros e até mesmo vítimas fatais (Medici *et al.* 2019). No que cerne às questões envolvendo a segurança do usuário, diversos estudos foram realizados em vários países, principalmente da América do Norte e Europa (Medici *et al.* 2019). De acordo com o Departamento de Transportes do Canadá, somente no ano 2000 houve 30.000 colisões envolvendo veículos automotores e animais nas rodovias do país, sendo que 23 foram fatais, 1.887 causaram ferimentos nos usuários e 28.826 acidentes causaram apenas prejuízos financeiros aos condutores (Clevenger e Kociolek, 2006; Medici *et al.*, 2019). Estima-se que a cada 4-8 horas algum animal de grande porte adentre as rodovias do Canadá, causando grandes preocupações (Clevenger e Kociolek, 2006; Medici *et al.*, 2019).

No Brasil, de acordo com os dados da Polícia Militar Rodoviária do Estado de São Paulo, de 2003 a 2013 ocorreram 28.724 acidentes envolvendo animais em rodovias deste estado (Abra *et al.*, 2019). Desses, 483 causaram danos humanos, totalizando 201 mortes de pessoas. Entre as diversas categorias de acidentes rodoviários, como, por exemplo, colisão frontal, lateral, transversal, traseira, atropelamento de pedestres, capotamento e engavetamento, os acidentes provocados por animais em rodovias representam a única categoria de acidente que demanda a indenização do usuário por parte do administrador rodoviário. Apesar de acidentes envolvendo animais representarem apenas 3,3% do total de acidentes do estado, estima-se que R\$56.550.642 são gastos anualmente, a fim de indenizar usuários por danos materiais, morais e estéticos, além dos lucros cessantes. A análise de tais custos públicos e privados expendidos em indenizações aos usuários pode demonstrar que seria mais estratégico mitigar acidentes específicos envolvendo a fauna, instalando medidas eficientes, como passagens inferiores e superiores de fauna, cercas e sinalização adequada, do que pagar indenizações. Tais indenizações estão previstas em Leis Federais como o Código

de Defesa do Consumidor (Lei nº 8078/1990) e a própria Constituição Federal (1988) (Medici *et al.*, 2019).

Segundo a Polícia Rodoviária Federal, em 2014, cinco pessoas morreram em 245 acidentes causados por animais em rodovias federais que cortam o Mato Grosso do Sul. De janeiro a agosto de 2015, foram 160 acidentes causados por animais na pista e um óbito humano (Medici *et al.*, 2019). Dados levantados pela Iniciativa Nacional da Anta Brasileira (INCAB-IPÊ), no período de março de 2013 a janeiro de 2019 (70 meses), foram registradas 487 carcaças de antas atropeladas em 34 rodovias do Estado do Mato Grosso do Sul. Em decorrência destas colisões, 61 pessoas ficaram feridas e 23 vieram a óbito (Abra *et. al.*, 2019). O número de colisões veiculares com a fauna está aumentando em algumas estradas pesquisadas, provavelmente refletindo o aumento do volume de tráfego no Mato Grosso do Sul (Ascensão *et. al.*, 2021).

O Estado do Mato Grosso do Sul, embora seja a sexta maior unidade territorial do Brasil, com cerca de 357.147,995 km², possui apenas 79 municípios, com uma população total estimada de 2.839.188 pessoas e uma frota de 1.764.689 veículos (IBGE, 2021). Segundo o Relatório do Sistema Rodoviário do Estado do Mato Grosso do Sul (SREMS, 2021), a rede rodoviária estadual é composta de 142 rodovias estaduais com extensão total de 15.084 km, sendo 1.819,2 km de rodovias planejadas, 4.695,6 km de rodovias pavimentadas e 8.563,3 km de rodovias não pavimentadas. Grande parte é caracterizada por trechos longos e retos (algumas vezes com mais de 100 km) e baixa declividade linear, características que promovem o aumento da velocidade dos motoristas e, conseqüentemente, a probabilidade de colisões fatais com a fauna (Carvalho *et. al.*, 2014). Estudos já publicados demonstram que as rodovias desse estado funcionam como drenos de espécies da fauna silvestre (Medici *et. al.*, 2019).

O Mato Grosso do Sul encontra-se numa região estratégica em termos de biodiversidade, onde ocorre o contato entre vários macroecossistemas: Cerrado,

Pantanal e Mata Atlântica. Essa característica confere ao estado uma alta riqueza de espécies, sendo muitas delas ameaçadas de extinção, como a onça-pintada, a arara-azul-grande, o cervo-do-pantanal e a ariranha (Gracioli *et al.*, 2017). No período de março de 2013 a abril de 2014, um estudo registrou o atropelamento de 18 espécies, dentre elas espécies importantes para a conservação, como a anta brasileira, o tamanduá-bandeira, o lobo-guará, o gato-palheiro-do-pantanal, a lontra e a capivara (Ascensão *et al.*, 2017). Essas espécies, como evidenciado em diversos estudos, ameaçam também a segurança humana devido a sua massa corporal nas colisões (Ascensão *et al.*, 2017, 2019, 2021).

Um estudo feito por Casella *et al.*, 2006, em uma rodovia entre as cidades de Campo Grande e Aquidauana, no Mato Grosso do Sul, avaliou a influência da paisagem nos atropelamentos. Verificou-se que houve maiores ocorrências de colisões veiculares com fauna em trechos da rodovia cercados de áreas de pasto, mas também os trechos ao redor de fragmentos florestais obtiveram ocorrências significativas de atropelamentos. Desta forma, há muitos aspectos da paisagem circunvizinha a rodovia que podem afetar o comportamento das espécies, e elevar as taxas de atropelamento.

Diferentes abordagens têm sido usadas para qualificar o planejamento de medidas mitigadoras, gerando informações de decisão onde essas medidas devem ser implementadas. A existência de agregações de atropelamentos (Coelho *et al.*, 2011) e a identificação de locais onde os animais atravessam as rodovias (Grilo *et al.*, 2012) são, por exemplo, algumas das medidas utilizadas para determinar os pontos em que as mitigações se fazem mais necessárias (Gunson e Teixeira 2015). A análise dos agrupamentos dos atropelamentos nos permite identificar as áreas com maior índice de atropelamento, os chamados hotposts, os quais também podem indicar locais onde as medidas de mitigação devem ser implementadas. Portanto, hotspots de atropelamento podem ser definidos como áreas de alto risco para colisões entre veículos e animais em rodovias. Contudo, a implantação de um conjunto de medidas de mitigação destinadas a influenciar o

comportamento da fauna e modificar as atitudes dos motoristas, com o objetivo de reduzir as colisões entre veículos e animais mostra-se uma ação necessária tanto para mitigar os impactos negativos das rodovias para conservação da biodiversidade, como também para garantir a segurança dos usuários e dos animais, possibilitando oportunidades de travessias seguras para os animais.

Todos os estudos publicados até o presente momento no estado reforçam a importância de ações de manejo para reduzir o número de acidentes por atropelamento envolvendo a fauna silvestre (Cáceres *et. al.*, 2010; de Souza *et. al.*, 2015; Ascenssão *et. al.*, 2017). As áreas de conservação desempenham um papel crítico nos esforços de conservação da biodiversidade, e a sua subsequente atração para os turistas torna-se um local ideal para considerar possíveis mudanças nos padrões de atropelamentos (Rendall *et. al.*, 2021).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Este estudo teve como objetivo avaliar as colisões veiculares com a fauna vertebrada silvestre e doméstica e os seus fatores associados nas rodovias da região do município de Bonito, Mato Grosso do Sul.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar os táxons de animais atropelados silvestre e domésticos nas rodovias amostradas e as frequências dos atropelamentos;
- Levantar uma relação dos táxons de animais avistados silvestre e domésticos nas rodovias amostradas e as frequências dos avistamentos;
- Identificar e comparar a taxa de atropelamento de cada trecho amostral;
- Analisar os padrões espaciais e temporais dos atropelamentos;
- Analisar a influência do volume turístico sobre as taxas de atropelamentos;
- Relacionar as taxas de atropelamentos, e quais classes são mais influenciadas as variáveis climáticas, como temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação do período;
- Avaliar a influência da paisagem como uso e ocupação do solo nos índices de atropelamento;
- Identificar nos trechos amostrais possíveis pontos de passagem de fauna as dinâmicas com agregações de atropelamentos;
- Breve contextualização do Projeto Bonito Não Atropela;
- Recomendar medidas de mitigações.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

O presente estudo foi realizado em três rodovias que dão acesso ao município de Bonito (-56.4801; -21.1313). A cidade está localizada no sudoeste do Mato Grosso do Sul, fazendo parte da região da Serra da Bodoquena, uma das áreas prioritárias para a conservação da natureza no estado devido às suas características singulares (MMA 2002; Camargo *et al* 2009). Bonito faz limite com os municípios de Bodoquena (N e NO), Miranda (N), Anastácio (NE), Nioaque (L), Guia Lopes da Laguna (SE), Jardim (S) e Porto Murtinho (SO e O). Seu núcleo urbano encontra-se a 250 km da capital do estado, Campo Grande (Camargo *et al.*, 2011), e ocupa uma posição estratégica para a conexão dos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal, que lhe confere uma alta diversidade biológica. Bonito possui cerca de 22.400 habitantes numa área territorial de 5.373 km² (IBGE 2021). O clima da região é o Aw (tropical úmido), segundo a classificação de Köppen, caracterizado por estação seca acentuada entre os meses de junho e setembro e precipitações concentradas entre novembro e janeiro. A temperatura média anual é de 23,1° C e a precipitação varia entre 750 e 1800 mm ao ano (Gonçalves *et al.* 2006, Zamproni *et al.* 2019).

A cidade é considerada a capital do ecoturismo e símbolo do turismo sustentável devido a seus atrativos naturais. Geologicamente, o território de Bonito é composto majoritariamente por rochas calcárias, o que favorece a formação de cavernas, sumidouros e ressurgências (Zavala *et al.* 2014). Segundo dados publicados pelo Observatório de Turismo e Eventos de Bonito (OTEB), o município recebeu 313.316 visitantes no ano de 2023, 11,74% a mais que no ano anterior, que recebeu 280.391 visitantes. Um ponto importante a ser considerado, é que o município de Bonito está em expansão agrícola, com monoculturas de soja e milho. Há também uma alta especulação imobiliária, por estes fatores, podendo levar a um aumento no fluxo de pessoas e veículos nas rodovias nos próximos anos.

Para este estudo serão amostradas as rodovias estaduais MS-178, MS-382 e MS-345 (Tabela 1 e Figura 1).



Figura 1 - Localização das rodovias MS-178; MS-345 e MS-382 na região de Bonito, Mato Grosso do Sul. Elaborado por: Amanda Messias.

Tabela 1 - Identificação dos trechos amostrais.

ID Trecho	Trecho de rodovia	Extensão amostrada de carro (km/dia)	Extensão amostrada a pé (m/dia)	Coordenada de início do trecho	Coordenada final do trecho
ID1	MS-178 Norte	40	2.000	-56.50780 -21.11270	-56.62165 -20.80169
ID2	MS-345	40	2.000	-56.48115 -21.10464	-56.33807 -20.84052
ID3	MS-178 Sul	40	2.000	-56.47416 -21.14386	-56.46151 -21.47093
ID4	MS-382	40	2.000	-56.45381 -21.22616	-56.19449 -21.31532

3.1.1. MS-178

A rodovia MS-178 possui 127,7 km de extensão total e é uma rodovia com duas faixas de rolamento. Por atravessar o município de Bonito, neste estudo, consideramos dividi-la em dois trechos: Norte e Sul. Foram amostrados 80 km no total, sendo 40 km do trecho sul em direção à Jardim e 40 km do trecho norte em direção à Bodoquena, ambos partindo do perímetro urbano do município de Bonito.

O trecho sul possui seu início no encontro com a rodovia federal BR-267, sendo um importante acesso ao município de Bonito para quem vem dos municípios de Jardim e Porto Murtinho. Esse trecho dá acesso ao Aeroporto Regional de Bonito (BYO) e a atrativos de relevância, como o Balneário Municipal, Cabanas Bóia Cross, Parque Ecológico do Rio Formoso, Lagoa Misteriosa e Recanto Ecológico do Rio da Prata. A extensão do trecho sul, desde o ponto inicial ao início do perímetro urbano de Bonito, possui 44 km, sendo toda em pista simples, desprovida de acostamento, e com poucas placas de sinalização.

O trecho norte, por sua vez, possui 86 km de extensão, tendo seu início na rodovia estadual MS-339. Esse trecho é um importante acesso para quem vem dos municípios de Miranda e Bodoquena, além ligar a atrativos de relevância, como o Boca da Onça, Ceita Corê, Estância Mimosa, Gruta do Mimoso, Nascente Azul, Cânions do Salobra e Parque das Cachoeiras. Assim como o trecho sul, este está todo em pista simples, desprovido de acostamento, e com poucas placas de sinalização.

3.1.2. MS-345

A MS-345, popularmente conhecida como a estrada do 21, possui cerca de 100 km de extensão. Desde o ano de 2021 até abril de 2024, a MS-345 passou por obras de pavimentação. É uma rodovia simples de duas faixas de rolamento, porém não há acostamento e com poucas sinalizações. Este é o principal acesso que liga Bonito aos municípios de Anastácio, Aquidauana e Campo Grande. Para este

estudo foram considerados 40 km de amostragem, partindo do perímetro urbano do município de Bonito.

3.1.3. MS-382

A rodovia MS-382 possui 321,2 km de extensão. Ela se liga à rodovia MS-178 e atravessa o município de Bonito. Neste estudo foi considerado um trecho de 40 km pavimentado.

O trecho possui seu início no encontro da rodovia federal BR-267, sendo um importante acesso ao município de Bonito para quem trafega com origem nos municípios de Guia Lopes da Laguna ou de São Paulo. Nesse trecho não há atrativos relevantes, todavia, há diversas fazendas e um assentamento do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MTST). A extensão total desse trecho, desde seu início na BR-267 ao encontro com a MS-178, é de 52 km. É também um trecho de pista simples, com duas faixas de rolamento asfaltadas, desprovido de acostamento e com poucas placas de sinalização.

3.2. Coleta e análise de dados

3.2.1. Coleta de dados

3.2.1.1. Dados de fauna atropelada e avistamentos

A coleta de dados de colisões veiculares com fauna e avistamento ocorreu por um período de cinco dias por mês, durante oito meses, de dezembro de 2023 a julho de 2024. Uma equipe composta por duas pessoas percorreu os trajetos, diariamente, de dois modos: i) Com a utilização de um veículo, a equipe percorreu uma extensão 40 km das três rodovias amostradas a 60 km/h, ii) De forma aleatória, foram percorridos dois quilômetros a pé de cada rodovia amostrada. Esta metodologia foi adotada devido à dificuldade em visualizar carcaças de pequeno tamanho corporal nas margens da rodovia utilizando veículos (Santos 2017) (Figura 2).



Figura 2 - (A) Metodologia veicular; (B) Metodologia a pé. Fotos: Amanda Messias.

A fim de amostrar todas as rodovias igualmente pelo horário de início das amostragens, foi estabelecida uma ordem para cada campanha (Tabela 2).

Tabela 2 - Roteiro amostral

Dia	Trechos			
1	ID1	ID2	ID3	ID4
2	ID2	ID1	ID3	ID4
3	ID3	ID4	ID1	ID2
4	ID4	ID3	ID1	ID2
5	ID1	ID2	ID3	ID4

O esforço amostral das oito campanhas, totalizou 40 dias, e foram percorridos 13.120 quilômetros no total, sendo 12.800 quilômetros (97.1%) de carro e 320 quilômetros (2.9%) a pé.

Para a metodologia de carro, foram percorridos 80 quilômetros de cada trecho amostral de rodovia, sendo 40 quilômetros de inspeção em cada faixa de rolamento. Por sua vez, na metodologia a pé foram percorridos dois quilômetros por trecho amostrados aleatoriamente por dia.

As amostragens ocorreram diariamente entre 5h e 15h. Para cada indivíduo vertebrado encontrado atropelado foi realizado o georreferenciamento do evento com uso de aparelho GPS. Também foram coletadas informações sobre data, descrição do estado da carcaça, sexo, idade estimada, condições climáticas, paisagem imediata do entorno, informações sobre o trecho no qual houve o atropelamento (sentido do atropelamento), e registros fotográficos do animal. A identificação dos animais seguiu literatura especializada, livros-guia e consulta a especialistas (Deffaci 2015).

3.2.1.2. Dados turísticos de Bonito

As informações referentes ao volume mensal de visitas no município de Bonito (entre dezembro de 2023 a março de 2024) foram levantadas e disponibilizadas pelo Observatório de Turismo de Bonito (OTEB).

3.2.1.3. Variáveis climáticas para a região de Bonito

Foram reunidas informações climáticas diárias de estações meteorológicas mais próximas no Mato Grosso do Sul, como o CEMTEC (Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de MS), disponível em www.cemtec.ms.gov.br, incluindo precipitação, umidade mínima e máxima, e temperatura mínima e máxima. As variáveis climáticas serão calculadas em média por dia nas estações meteorológicas, representando as condições climáticas nas áreas circundantes da estrada ao longo do tempo.

3.2.1.4. Uso e ocupação do solo

Para a análise de uso e cobertura do solo foram utilizados dados da coleção BETA do MapBiomas. Este conjunto de dados é produzido com informações dos satélites Sentinel-2, contendo estes dados uma precisão de 10 metros por pixel. Neste estudo, foram analisadas a presença de diferentes matrizes, como:

- 1) Florestas (formações florestais e savânicas);

- 2) Formações não florestais (campos alagados e áreas pantanosas, formações campestres, afloramentos rochosos e outras formações não florestais);
- 3) Pastagens;
- 4) Agricultura (silviculturas, lavouras temporárias, mosaicos de uso, soja, outras lavouras temporárias e outras lavouras perenes);
- 5) Áreas não vegetadas (areal, área urbanizada, mineração e outras áreas não vegetadas); e
- 6) Corpos D'água.

3.2.1.5. Mapeamento de pontes sobre rios e passagens inferiores

Foram realizados levantamentos durante os campos para registrar as localizações das passagens inferiores (PIs) presentes nos trechos amostrais, utilizando equipamentos de GPS. Após localizadas, as PIs foram identificadas e descritas quanto ao seu tipo (ponte, BSCC ou BSTC) e a presença ou ausência de corpo d'água próximo, registradas em fotos. Para as PIFs localizadas em áreas de difícil acesso, foi utilizado um drone para realização de sobrevoos na área, permitindo a captura de imagens detalhadas. O mapeamento dessas informações garante a criação de um banco de dados geoespacial e atualizado para uma futura gestão e monitoramento das passagens inferiores.

3.2.1.6. Coleta de amostras biológicas

A coleta de amostras biológicas foi destinada apenas a fornecer um banco de dados para instituições e pesquisadores parceiros, como a Iniciativa Nacional de Conservação da Anta Brasileira (INCAB), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV). Primeiramente, foram definidos os protocolos de coleta e armazenamento, incluindo as diretrizes para a identificação e etiquetagem das amostras, a fim de garantir a integridade e a rastreabilidade dos dados. Após a coleta, as amostras foram armazenadas em condições controladas, como congelamento ou conservação em soluções

adequadas, até o transporte de destino. A licença de coletas de amostras biológicas foi expedida pelo SISBIO sob nº de Licença: 92344-1.

3.2.2. Análise de dados

3.2.2.1. Análise descritiva dos atropelamentos e avistamentos

A análise de atropelamento de fauna envolveu a coleta e análise detalhada dos dados sobre eventos de atropelamento registrados ao longo do período de estudo, dezembro de 2023 a julho de 2024. Foram documentados e quantificados os casos de atropelamento, resultando na contagem total de animais atropelados. Em seguida, os dados foram categorizados e ranqueados para identificar as cinco espécies mais frequentemente atropeladas em cada classe taxonômica. Foi também realizado um levantamento das espécies ameaçadas de extinção presentes nos registros de atropelamento, destacando aquelas que estão em risco e necessitam de atenção especial. Além disso, foram calculados índices de atropelamento e a frequência desses eventos para avaliar a gravidade e a distribuição dos atropelamentos ao longo do tempo e do espaço.

3.2.2.2. Taxa de animais atropelados e avistamentos

Para as análises e tratamento dos dados foram utilizados métodos estatísticos descritivos, onde foram calculadas: (1) a taxa de atropelados por espécies, (2) por campanha mensal, e (3) por rodovia. A taxa de atropelamentos foi calculada através do total de indivíduos atropelados pelo comprimento dos trechos amostrais e pelo número de dias do período amostral (ind./km/dia).

3.2.2.3 Análises espaciais e temporais dos atropelamentos

3.2.2.3.1 Análise espacial

As análises de distribuição espacial dos atropelamentos foram realizadas no *software* KDE+ v2.3 (Bíl et al., 2013, 2016). Foram realizadas seis diferentes análises de *hotspots*, considerando os seguintes grupos de fauna:

- 1) Todos os atropelamentos registrados (mamíferos silvestres e domésticos, aves silvestres e domésticas, répteis e anfíbios);
- 2) Todos os indivíduos de espécies silvestres;
- 3) Todos os indivíduos de espécies domésticas;
- 4) Todos os indivíduos de mamíferos silvestres;
- 5) Todos os indivíduos de aves silvestres; e
- 6) Todos os indivíduos de herpetofauna.

Para identificar as agregações, o KDE+ utiliza uma estimativa de densidade de Kernel para encontrar os agrupamentos significativos de ocorrências de óbitos, além de um método de hierarquização das agregações de fatalidades. Informações mais detalhadas acerca da estatística intrínseca ao método podem ser encontradas em Bíl *et al.*, (2013). As análises foram realizadas com precisão de dados de GPS, largura de banda igual a 150 e 800 simulações de Monte Carlo (padrão da plataforma). Quando possível, as agregações foram divididas em cinco classes de criticidade (muito baixa, baixa, média, alta e muito alta) baseado na divisão em cinco quartis (quebra natural de *Jenks*) dos valores de Str_Dens 2 (peso da agregação) obtidos pela análise.

3.2.2.3.2 Análise de Paisagem e influência na dinâmica de atropelamento de mamíferos silvestres.

Para determinar se métricas da paisagem explicam o número de atropelamentos dos clusters de mamíferos silvestres, a princípio foram calculadas as métricas de uso e ocupação do solo em buffers de cinco quilômetros a partir de cada cluster através do *software* QGis, utilizando o complemento *Landscape Ecology*, selecionando apenas as métricas de *land cover*.

As métricas da paisagem podem representar variáveis com autocorrelação espacial, de forma que para serem utilizadas no modelo estatístico, primeiramente foram sumarizadas por Análise de Componentes Principais (função PCA, pacote FactoMineR, Le *et al.* 2008).

Os dois primeiros eixos da ordenação capturaram cerca de 76,5% da variância original dos dados. O primeiro eixo (51,8% de variância) foi dominado pela pastagem (Tabela S1), e o segundo eixo (24,7% de variância) foi dominado pela área não vegetada (Tabela S1). Os dois eixos oriundos da PCA foram considerados como variáveis descritoras em um modelo linear generalizado com distribuição de erros binomial negativo (função glm.nb, pacote MASS, Venables e Ripley, 2002). Neste modelo o número de atropelamentos em cada “clusters” foi utilizado como variável resposta, e considerado valor de $p \leq 0,05$ para rejeitar a hipótese nula.

3.2.2.3.3 Análise temporal

Foi a taxa de atropelamentos nas estações úmida (dezembro a fevereiro) e seca (abril a julho), entre dezembro de 2023 a julho de 2024, usando o teste não paramétrico de Mann-Whitney, sendo a hipótese nula (H_0) que não há diferença significativa entre as estações do ano ($\alpha=0,05$). O teste é utilizado na comparação de duas amostras independentes que indicam se há diferença entre dados amostrados.

3.2.2.4 Volume turístico x atropelamentos

Os dados de volume de visitação mensal de turistas em Bonito foram sobrepostos às taxas de atropelamentos auferidos a cada mês (entre dezembro de 2023 e julho de 2024) nos trechos amostrados de cada rodovia em diagramas de dispersão para avaliar qual a relação entre as variações mensais das informações levantadas. O coeficiente de correlação de postos de Spearman (Glasser e Winter, 1961) foi o procedimento estatístico aplicado para avaliar o nível e a intensidade de

associação entre as variáveis apresentadas. O método não assume a existência de associação linear entre as variáveis e atribui postos ou ranks a cada observação.

Tal coeficiente representa o grau de associação entre as variáveis e é um valor que está compreendido no intervalo de 1 a -1. A análise segue a seguinte interpretação: 1 representa uma perfeita correlação positiva entre as variáveis, 0, uma correlação neutra e -1, uma perfeita correlação inversa entre as variáveis trabalhadas.

3.2.2.5 Variáveis climáticas e atropelamentos de animais

Para verificar se existe relação entre as variáveis climáticas (precipitação, umidade do ar e temperatura máxima e mínima) com números de atropelamento mensal de espécies silvestres, bem como espécies domésticas, e para as classes de mamíferos, aves e herpetofauna, foi utilizado o teste de correlação de *Spearman* (r_s) para dados não normais. A normalidade dos dados foi realizada pelo teste *Shapiro-Wilk*, onde os dados foram maiores que 0,05, e todos os testes foram performados no programa RStudio.

Os dados de atropelamentos foram performados em caráter mensal, ou seja, para cada mês foi feita a somatória de eventos da campanha, acompanhando as médias de temperaturas para o mesmo período da campanha.

3.2.2.6 Dinâmica de pontos de agregação de mamíferos silvestres e presença de passagens inferiores

Para descrever a distância entre os pontos de agregação de atropelamento e avistamento de mamíferos silvestres com as passagens inferiores (PIS), utilizou-se a metodologia de análise espacial no software QGIS. Inicialmente, foram mapeados os *hotspots* de atropelamento e as passagens de fauna como camadas distintas no QGIS. Em seguida, foi gerada uma matriz de distância euclidiana, que calculou as distâncias entre cada *clusters* com a passagem de inferior mais próxima.

Esse processo envolveu a utilização de ferramentas de análise de proximidade disponíveis no QGIS, permitindo a quantificação das distâncias e a visualização espacial das relações entre os pontos de atropelamento e as passagens. Com esses dados, foi possível identificar padrões e avaliar a eficácia das passagens de fauna em relação à redução dos atropelamentos.

4. RESULTADOS

4.1 – Fauna atropelada

Foram registrados 463 indivíduos atropelados durante o período de amostragem de dezembro de 2023 a julho de 2024, sendo 428 animais silvestres (92.2%), 26 domésticos (5,6%) e 10 animais (2,1%), estes não foram identificados a níveis taxonômicos superiores (classe e ordem) devido ao grau de deterioração da carcaça. Entre os silvestres, foram coletadas 4 classes, mamíferos, aves, répteis e anfíbios, e para espécies domésticas foram coletados apenas duas classes, mamíferos e aves (Tabela 3).

Quanto a metodologia, dos 463 animais registrados, 59 indivíduos (12,7%) foram encontrados através da busca a pé, sendo eles 33 mamíferos, 13 aves, cinco répteis, dois anfíbios e seis animais não identificados.

Tabela 3 - Número total de indivíduos de espécies silvestres e domésticas atropelados entre dezembro de 2023 e julho de 2024 nas rodovias de acesso à cidade de Bonito, Mato Grosso do Sul. Legenda: n = número de indivíduos registrados; t = taxa de atropelamento; % = frequência de ocorrência; * = espécie ameaçada no Brasil; ** = espécie ameaçada segundo a lista vermelha da IUCN; * = espécie categorizada como ameaçada tanto no Brasil, quanto pela IUCN.**

Classe/Ordem/Espécie	Nome Popular	Classificação da espécie (Nativa, Exótica ou Doméstica)	Dados Sistemáticos				
			MS-178-N	MS-345	MS-178-S	MS-382	Total Geral (n; t; %)
<u>Silvestres</u>							
<u>Amphibia</u>			<u>n = 2; t= 0.015; 1.41%</u>	<u>n = 1; t= 0.007; 1.12%</u>	<u>n = 2; t= 0.015; 1.96%</u>	<u>n = 1; t= 0.007; 0.77%</u>	<u>n = 6; t= 0.011; 1.30%</u>
<u>Anura</u>							
<i>Rhinella diptycha</i>	Sapo-touro	Nativa	n = 2; t= 0.015; 1.41%		n = 1; t= 0,007; 0,98%	n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 4; t= 0.007; 0,86%
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	Rã-pimenta	Nativa			n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Não Identificados</u>							
Não identificados				n = 1; t= 0,007; 1,12%			n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Reptilia</u>			<u>n = 17; t= 0.132; 11.97%</u>	<u>n = 3; t= 0.023; 3.37%</u>	<u>n = 7; t= 0.054; 6.86%</u>	<u>n = 6; t= 0.046; 4.62%</u>	<u>n = 33; t= 0.064; 7.13%</u>
<u>Squamata</u>							
<i>Salvator merianae</i>	Teiú	Nativa	n = 3; t= 0.023; 2,11%		n = 2; t= 0,015; 1,96%	n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 6; t= 0.011; 1,30%
<i>Ameiva ameiva</i>	Calango	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%		n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 2; t= 0.002; 0,43%
<i>Amphisbaena sp.</i>	Anfisbena	Nativa	n = 5; t= 0.039; 3,52%				n = 5; t= 0.009; 1,08%
<i>Eunectes murinus</i>	Sucuri-verde	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Boa constrictor</i>	Jiboia	Nativa			n = 2; t= 0,015; 1,96%	n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 3; t= 0.005; 0,65%
<i>Bothrops moojeni</i>	Caiçaca	Nativa			n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 1; t= 0.001; 0,22%

Classe/Ordem/Espécie	Nome Popular	Classificação da espécie (Nativa, Exótica ou Doméstica)	Dados Sistemáticos					
			MS-178-N	MS-345	MS-178-S	MS-382	Total Geral (n; t; %)	
<i>Chironius flavolineatus</i>	Cobra-cipó	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%					n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Crotalus durissus</i>	Cascavél	Nativa	n = 4; t= 0.031; 2,82%	n = 1; t= 0,007; 1,12%				n = 5; t= 0.009; 1,08%
<i>Epicrates crassus</i>	Jibóia-arco-iris	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%					n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	Cobra-capim	Nativa		n = 1; t= 0,007; 1,12%				n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Leptodeira annulata</i>	Serpente-olho-de-gato-anelada	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%		n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	Falsa-coral	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%					n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Pseudoboa nigra</i>	Muçurana	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%	n = 1; t= 0,007; 1,12%				n = 2; t= 0.002; 0,43%
<u>Testudines</u>								
<i>Chelonoidis carbonarius</i>	Jabuti-piranga	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%		n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Não Identificados</u>								
Não identificados					n = 1; t= 0,007; 0,98%	n = 1; t= 0,007; 0,77%		n = 2; t= 0.002; 0,43%
<u>Aves</u>			<u>n = 29; t= 0.226; 20.42%</u>	<u>n = 40; t= 0.312; 44.94%</u>	<u>n= 21; t= 0.164; 20.59%</u>	<u>n= 23; t= 0.179; 17.69%</u>		<u>n = 113; t= 0.220; 24.41%</u>
<u>Caprimulqiformes</u>								
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	Nativa	n = 2; t= 0.015; 1.41%	n = 1; t= 0,007; 1,12%				n = 3; t= 0.005; 0,65%
<u>Strigiformes</u>								
<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	Nativa	n = 2; t= 0.015; 1.41%	n = 1; t= 0,007; 1,12%	n = 2; t= 0,015; 1,96%	n = 3; t= 0,023; 2,31%		n = 8; t= 0.015; 1,73%
<i>Megascops choliba</i>	Corujinha-do-mato	Nativa		n = 2; t= 0,015; 2,25%				n = 2; t= 0.002; 0,43%
<i>Tyto furcata</i>	Suindara	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%					n = 1; t= 0.001; 0,22%

Classe/Ordem/Espécie	Nome Popular	Classificação da espécie (Nativa, Exótica ou Doméstica)	Dados Sistemáticos				
			MS-178-N	MS-345	MS-178-S	MS-382	Total Geral (n; t; %)
<u>Accipitriformes</u>							
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavião-asa-de-telha	Nativa				n = 2; t= 0,015; 1,54%	n = 2; t= 0.002; 0,43%
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%			n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 2; t= 0.002; 0,43%
<u>Cariamiformes</u>							
<i>Cariama cristata</i>	Seriema	Nativa	n = 3; t= 0.023; 2,11%	n = 12; t= 0.093; 13,48%	n = 6; t= 0,046; 5,88%	n = 4; t= 0,031; 3,08%	n = 25; t= 0.048; 5,40%
<u>Cathartiformes</u>							
<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	Nativa		n = 1; t= 0,007; 1,12%			n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-preto	Nativa	n = 2; t= 0.015; 1,41%	n = 1; t= 0,007; 1,12%	n = 3; t= 0,023; 2,94%	n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 5; t= 0.009; 1,08%
<u>Columbiformes</u>							
<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	Nativa		n = 1; t= 0,007; 1,12%			n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Patagioenas cayennensis</i>	Pomba-galega	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Leptotila rufaxilla</i>	Juriti-de-testa-branca	Nativa		n = 1; t= 0,007; 1,12%	n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 2; t= 0.002; 0,43%
<u>Cuculiformes</u>							
<i>Crotophaga ani</i>	Anu-Preto	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%	n = 2; t= 0,015; 2,25%	n = 3; t= 0,023; 2,94%		n = 6; t= 0.011; 1,30%
<i>Guira guira</i>	Anu-Branco	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%				n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Falconiformes</u>							
<i>Caracara plancus</i>	Carará	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Falco sparverius</i>	Quiriquiri	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%			n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 2; t= 0.002; 0,43%
<u>Galliformes</u>							
<i>Ortalis canicollis</i>	Aracua-do-pantanal	Nativa		n = 4; t= 0,031; 4,49%		n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 5; t= 0.009; 1,08%

Classe/Ordem/Espécie	Nome Popular	Classificação da espécie (Nativa, Exótica ou Doméstica)	Dados Sistemáticos				
			MS-178-N	MS-345	MS-178-S	MS-382	Total Geral (n; t; %)
<i>Penelope superciliaris</i>	Jacupemba	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Gruiformes</u>							
<i>Aramides cajaneus</i>	Saracura-três-potes	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Passeriformes</u>							
<i>Emberizoides herbicola</i>	Canário-do-campo	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%	n = 1; t= 0,007; 1,12%			n = 2; t= 0.002; 0,43%
<i>Passer domesticus</i>	Pardal	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Ammodramus humeralis</i>	Tico-tico-do-campo	Nativa			n = 1; t= 0,007; 0,98%	n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 2; t= 0.002; 0,43%
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	Sebino-de-olho-de-ouro	Nativa		n = 1; t= 0,007; 1,12%			n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Dacnis cayana</i>	Sai-azul	Nativa		n = 1; t= 0,007; 1,12%			n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%	n = 1; t= 0,007; 1,12%			n = 2; t= 0.002; 0,43%
<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra	Nativa		n = 3; t= 0,023; 3,37%			n = 3; t= 0.005; 0,65%
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	Arapaçu-grande	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%				n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Tyrannus savana</i>	Tesourinha	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%				n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Piciformes</u>							
<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo	Nativa			n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Psittaciformes</u>							
<i>Brotogeris chiriri</i>	Periquito-de-encontro-amarelo	Nativa		n = 1; t= 0,007; 1,12%	n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 2; t= 0.002; 0,43%
<u>Rheiformes</u>							
<i>Rhea americana</i>	Ema	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%			n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 2; t= 0.002; 0,43%
<u>Tinamiformes</u>							
<i>Crypturellus parvirostris</i>	Inhambu-Chororó	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%	n = 2; t= 0,015; 2,25%			n = 3; t= 0.005; 0,65%

Classe/Ordem/Espécie	Nome Popular	Classificação da espécie (Nativa, Exótica ou Doméstica)	Dados Sistemáticos				
			MS-178-N	MS-345	MS-178-S	MS-382	Total Geral (n; t; %)
<i>Nothura maculosa</i>	Codorna-amarela	Nativa			n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Trogoniformes</u>							
<i>Trogon curucui</i>	Surucuá-de-barriga-vermelha	Nativa		n = 1; t= 0,007; 1,12%	n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 2; t= 0.002; 0,43%
<u>Não Identificados</u>							
Não identificados			n = 9; t= 0.070; 6,34%	n = 3; t= 0,023; 3,37%	n = 1; t= 0,007; 0,98%	n = 3; t= 0,023; 2,31%	n = 16; t= 0.031; 3,46%
<u>Mammalia</u>			<u>n = 80; t= 0.625; 56.34%</u>	<u>n= 39; t= 0.304; 43.82%</u>	<u>n= 66; t= 0.515; 64.71%</u>	<u>n= 90; t= 0.703; 69.23%</u>	<u>n = 276; t= 0.539 ; 60.26%</u>
<u>Artiodactyla</u>							
<i>Subulo gouazoubira</i>	Veado-catingueiro	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%	n = 1; t= 0,007; 1,12%			n = 2; t= 0.002; 0,43%
<i>Tayassu pecari</i> ***	Queixada	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%				n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Dicotyles tajacu</i>	Cateto	Nativa	n = 2; t= 0.015; 1,41%			n = 2; t= 0,015; 1,54%	n = 4; t= 0.007; 0,86%
<i>Sus scrofa</i>	Javaporco	Exótica				n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Carnivora</u>							
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	Nativa	n = 9; t= 0.070; 6,34%	n= 17; t= 0.132; 19,10%	n= 14; t= 0.109; 13,73%	n= 21; t= 0.164; 16,15%	n = 61; t= 0.119; 13,17%
<i>Nasua nasua</i>	Quati	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%	n = 2; t= 0,015; 2,25%	n = 2; t= 0,015; 1,96%	n = 2; t= 0,015; 1,54%	n = 7; t= 0.013; 1,51%
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%		n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 2; t= 0.002; 0,43%
<i>Eira barbara</i>	Irara	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%				n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Leopardus colocolo</i>	Gato-palheiro	Nativa			n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Chiroptera</u>							
<i>Chrotopterus auritus</i>	Morcego-bombachudo	Nativa		n = 1; t= 0,007; 1,12%			n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Natalus macrourus</i> *	Morcego-orelha-de-funil	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Cingulata</u>							
<i>Cabassous squamicaudis</i>	Tatu-de-rabo-mole-pequeno	Nativa			n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 1; t= 0.001; 0,22%

Classe/Ordem/Espécie	Nome Popular	Classificação da espécie (Nativa, Exótica ou Doméstica)	Dados Sistemáticos				
			MS-178-N	MS-345	MS-178-S	MS-382	Total Geral (n; t; %)
<i>Dasytus novemcinctus</i>	Tatu-Galinha	Nativa	n = 4; t= 0.031; 2,82%		n = 1; t= 0,007; 0,98%	n = 5; t= 0,039; 3,85%	n = 10; t= 0.019; 2,16%
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-Peba	Nativa	n = 33; t= 0.257; 23,24%	n= 8; t= 0.062; 8,99%	n= 34; t= 0.265; 33,33%	n= 18; t= 0.140; 13,85%	n = 93; t= 0.181; 20,09%
<u>Maruspialia</u>							
<i>Gracilinanus agilis</i>	Cuíca-graciosa	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%				n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Lagomorpha</u>							
<i>Sylvilagus sp.</i>	Tapiti	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%		n = 1; t= 0,007; 0,98%	n = 2; t= 0,015; 1,54%	n = 4; t= 0.007; 0,86%
<u>Perissodactyla</u>							
<i>Tapirus terrestris</i> ***	Anta	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%	n = 1; t= 0,007; 1,12%	n = 3; t= 0,023; 2,94%	n = 4; t= 0,031; 3,08%	n = 9; t= 0.017; 1,94%
<u>Pilosa</u>							
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> ***	Tamanduá-Bandeira	Nativa	n = 6; t= 0.046; 4,23%	n = 1; t= 0,007; 1,12%	n = 4; t= 0,031; 3,92%	n= 10; t= 0.078; 7,69%	n = 21; t= 0.041; 4,54%
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-Mirim	Nativa	n = 4; t= 0.031; 2,82%	n = 1; t= 0,007; 1,12%		n= 9; t= 0.070; 6,92%	n = 14; t= 0.027; 3,02%
<u>Rodentia</u>							
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	Nativa	n = 7; t= 0.054; 4,93%	n = 5; t= 0,039; 5,62%		n = 7; t= 0,054; 5,38%	n = 19; t= 0.037; 4,10%
<i>Dasyprocta azarae</i>	Cutia	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%				n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Cavia aperea</i>	Preá	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,41%		n = 1; t= 0,007; 0,98%		n = 2; t= 0.002; 0,43%
<i>Holochilus chacarius</i>	Rato-d'água	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 1; t= 0.001; 0,22%
<i>Necromys sp.</i>	Rato-do-mato	Nativa				n = 1; t= 0,007; 0,77%	n = 1; t= 0.001; 0,22%
<u>Não Identificados</u>							
Não identificados			n = 5; t= 0.039; 3,52%	n = 2; t= 0,015; 2,25%	n = 3; t= 0,023; 2,94%	n = 7; t= 0,054; 5,38%	n = 17; t= 0.033; 3,67%
TOTAL SILVESTRES			<u>n= 128; t= 1; 90,14%</u>	<u>n= 83; t= 0.648; 93,26%</u>	<u>n= 96; t= 0.75; 94,12%</u>	<u>n= 120; t= 0.937; 92,31%</u>	<u>n = 428; t= 0.835; 92,44%</u>
<u>Domésticos</u>							

Classe/Ordem/Espécie	Nome Popular	Classificação da espécie (Nativa, Exótica ou Doméstica)	Dados Sistemáticos				
			MS-178-N	MS-345	MS-178-S	MS-382	Total Geral (n; t; %)
<u>Aves</u>			n = 9; t= 0.070; 6,34%	n = 1; t= 0.007; 1,12%		n = 2; t= 0.015; 1,54%	n = 6; t= 0.011; 1,30%
<u>Galliformes</u>							
<i>Gallus gallus</i>	Galinha-doméstica	Exótica	n = 9; t= 0.070; 6,34%	n = 1; t= 0.007; 1,12%		n = 2; t= 0.015; 1,54%	n = 6; t= 0.011; 1,30%
<u>Mammalia</u>			n = 9; t= 0.070; 6,34%	n = 4; t= 0.031; 4,49%	n = 3; t= 0.023; 2,94%	n = 4; t= 0.031; 3,08%	n = 19; t= 0.037; 4,10%
<u>Artiodactyla</u>							
<i>Sus scrofa domesticus</i>	Porco-doméstico	Exótica	n = 1; t= 0.007; 1,41%		n = 1; t= 0.007; 0,98%		n = 2; t= 0.002; 0,43%
<u>Carnivora</u>							
<i>Canis lupus familiaris</i>	Cachorro-doméstico	Exótica	n = 4; t= 0.031; 2,82%	n = 2; t= 0.015; 2,25%		n = 1; t= 0.007; 0,77%	n = 7; t= 0.013; 1,51%
<i>Felis catus</i>	Gato-doméstico	Exótica	n = 4; t= 0.031; 2,82%	n = 2; t= 0.015; 2,25%	n = 2; t= 0.015; 1,96%	n = 2; t= 0.015; 1,54%	n = 10; t= 0.019; 2,16%
TOTAL DOMÉSTICOS			n= 12; t= 0.093; 8,45%	n = 5; t= 0.039; 5,62%	n = 3; t= 0.023; 2,94%	n = 6; t= 0.046; 4,62%	n= 25; t= 0.049; 5,62%

4.1.1 – Fauna silvestre atropelada

Entre as espécies silvestres atropeladas, 276 (60,26%; 0.530 ind./km/dia) eram mamíferos, 113 (24,41%; 0.220 ind./km/dia) aves, 33 (7,13%; 0.064 ind./km/dia) répteis e seis (1,30%; 0.011 ind./km/dia) anfíbios. A nível de identificação específica, foram registradas 73 espécies diferentes vitimadas, sendo: 23 espécies de mamíferos, 34 espécies de aves, 14 espécies de répteis e duas espécies de anfíbios (Tabela 3, Figura 3).

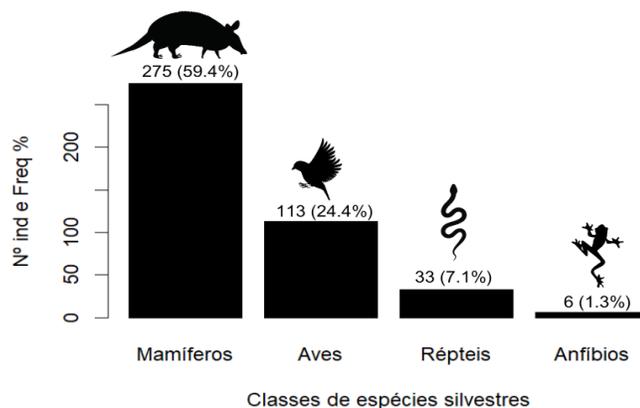


Figura 3 - Número de indivíduos silvestres e frequência de espécies por classe atropeladas nas rodovias de acesso ao município de Bonito, Mato Grosso do Sul. Elaboração: Amanda Messias.



Figura 4 - Espécies silvestres atropeladas registradas nas rodovias de acesso a Bonito/MS. (A) morcego-orelha-de-funil (*Natalus macrourus*); (B) caiçaca (*Bothrops moojeni*); (C.) cateto (*Dicotyles tajacu*); (D) suindara (*Tyto furcata*); (E) tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*); e (F) anta (*Tapirus terrestris*). Fotos: Amanda Messias.

Entre as espécies silvestres, tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) e seriema (*Cariama cristata*) obtiveram as maiores registros e frequência de atropelamento, juntos somaram 179 indivíduos, cerca de 38,6% de todos os animais atropelados registrados. Dentre a classe dos mamíferos, as espécies tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), cachorro-do-mato (*C. thous*) e tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) juntos, somaram 175 indivíduos, cerca 37,8% de todos os animais atropelados e 63,6% dos mamíferos silvestres atropelados.

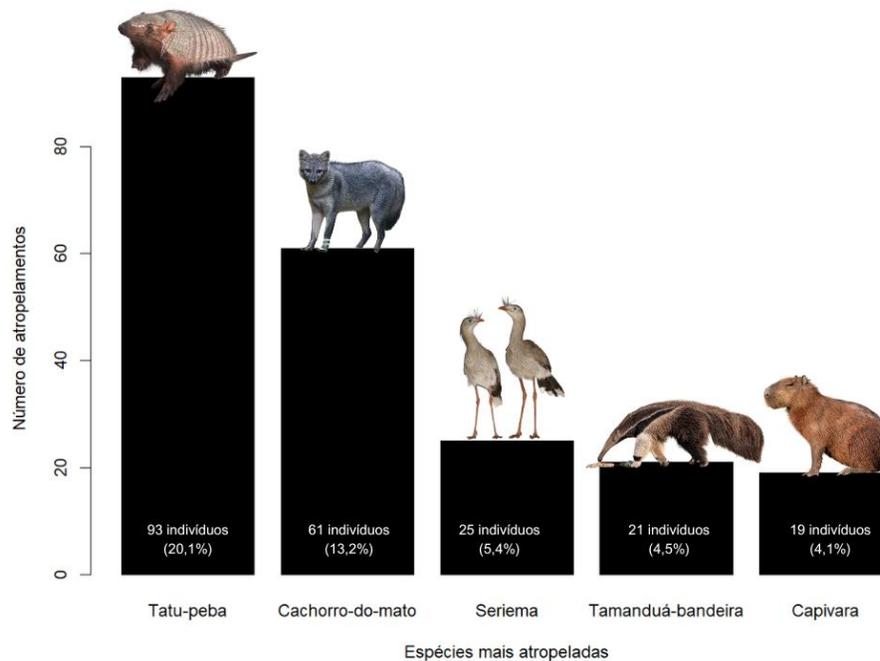


Figura 5 - As cinco espécies silvestres mais atropeladas e suas respectivas frequências nas rodovias de acesso ao município de Bonito, Mato Grosso do Sul. Elaboração: Amanda Messias.

Para as aves, as espécies siriema (*C. cristata*), coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) e urubu-preto (*Coragyps atratus*) juntas, somaram 10,5% de todos os animais atropelados e 40% das aves atropeladas. Teiú (*Salvator merianae*), cascavel (*Crotalus durissus*) e jiboia (*Boa constrictor*) perfazem 46,4% de todos os répteis atropelados e 4,1% de todos os animais atropelados. Foram encontradas apenas duas espécies de anfíbios atropeladas, sapo-boi (*Rhinella diptycha*) e rã-pimenta (*Leptodactylus labyrinthicus*), no qual representaram 1,3% de todos os animais atropelados.

As espécies tamanduá-bandeira (*M. tridactyla*), anta (*Tapirus terrestris*), morcego-orelha-de-funil (*Natalus macrourus*), gato-palheiro (*Leopardus colocolo*) e queixada (*Tayassu pecari*), no Brasil, encontram-se vulneráveis (VU) a extinção, enquanto ema (*Rhea americana*) encontra-se quase ameaçada (NT). Globalmente, as espécies *N. macrourus* e *L. colocolo* está quase ameaçada (NT), porém, *S. brasiliensis* é classificado como em perigo de extinção (EN), já as espécies *T. terrestris*, *M. tridactyla* e *T. pecari* permanecem vulneráveis (VU) a extinção e *Rhea americana* quase ameaçada (NT). As demais espécies registradas neste estudo não se encontram ameaçadas de extinção.



Figura 6 - Espécies silvestres ameaçadas de extinção atropeladas nas rodovias de acesso a Bonito/MS. (A) anta (*Tapirus terrestris*); (B) gato-palheiro (*Leopardus colocolo*); (C.) morcego-orelha-de-funil (*Natalus macrourus*); e (D) tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). Fotos: Amanda Messias.

4.1.2 – Fauna doméstica atropelada

Em relação aos 25 indivíduos domésticos, foram identificados a nível específico apenas quatro espécies, divididas em duas classes taxonômicas, aves e mamíferos. A taxa de atropelamento das espécies domésticas foi de 0.049 ind/km/dia e a frequência de 5,62% sob todos os atropelamentos registrados. Entre o grupo, os mamíferos domésticos obtiveram o maior número de animais vitimados sendo 10 gatos-domésticos (*Felis catus*; 0.019 ind/km/dia), sete cachorros-domésticos (*Canis lupus familiaris*; 0.013 ind/km/dia) e dois porcos-domésticos (*Sus scrofa domesticus*; 0.002 ind/km/dia). Para aves, foram registradas seis galinhas-domésticas (*Gallus gallus*; 0.019 ind/km/dia) atropeladas, sendo a única espécie da classe.



Figura 7 - Espécies domésticas atropeladas nas rodovias de acesso a Bonito/MS. (A) porco-doméstico (*Sus scrofa*); (B) cachorro-doméstico (*Canis lupus familiaris*); (C) galinha-doméstica (*Gallus gallus*); (D) gato-doméstico (*Felis catus*); (E) cachorro-doméstico (*Canis lupus familiaris*); e (F) galinha-doméstica (*Gallus gallus*) Foto: Amanda Messias.

4.1.3 – Percurso amostral e taxas de atropelamentos

A taxa de atropelamento ao longo do percurso amostral, que inclui as rodovias MS-178-N, MS-345, MS-178-S e MS-382, foi de 0,904 indivíduos/km/dia. No detalhamento por trechos, a MS-178-N registrou uma 142 indivíduos atropelados com taxa de 1,109 indivíduos/km/dia, com dezembro destacando-se como o mês com a maior incidência, sendo 27 animais com taxa de 0,014 indivíduos/km/dia. A MS-345 apresentou 89 indivíduos atropelados com uma taxa de 0,695 indivíduos/km/dia, com julho sendo o mês mais crítico, atingindo 0,008 indivíduos/km/dia. A MS-178-S teve uma taxa de 0,095 indivíduos/km/mês, também com fevereiro apresentando a maior taxa, de 0,010 indivíduos/km/dia. Por fim, a MS-382 registrou uma taxa de 0,120 indivíduos/km/mês, com dezembro como o mês de maior registros de atropelamentos, com 0,015 indivíduos/km/dia (Figura 8 e Tabela 4).

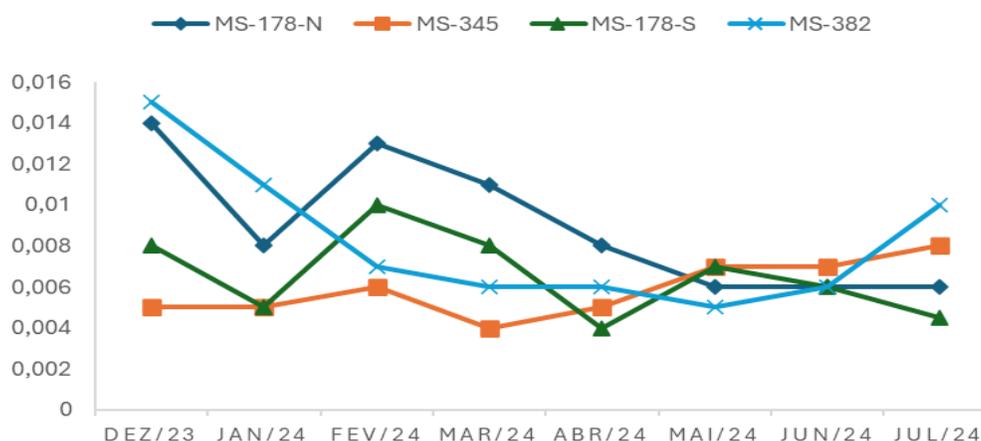


Figura 8 - Variação das taxas de atropelamento geral por rodovias.

Tabela 4 - Números e taxas de todos os atropelamentos por campanha e trecho amostral

Rodovias	Campanha								Total
	dez/23	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24	mai/24	jun/24	jul/24	
MS-178-N	n = 27 t = 0.014	n = 16 t = 0.008	n = 26 t = 0.013	n = 22 t = 0.011	n = 16 t = 0.008	n = 11 t = 0.006	n = 13 t = 0.006	n = 11 t = 0.006	n = 142 t = 1.109
MS-345	n = 09 t = 0.005	n = 09 t = 0.005	n = 11 t = 0.006	n = 07 t = 0.004	n = 09 t = 0.005	n = 14 t = 0.007	n = 14 t = 0.007	n = 16 t = 0.008	n = 89 t = 0.695
MS-178-S	n = 16 t = 0.008	n = 09 t = 0.005	n = 21 t = 0.010	n = 15 t = 0.008	n = 07 t = 0.004	n = 13 t = 0.007	n = 12 t = 0.006	n = 09 t = 0.0045	n = 102 t = 0.796

Rodovias	Campanha								Total
	dez/23	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24	mai/24	jun/24	jul/24	
MS-382	n = 30 t = 0.015	n = 22 t = 0.011	n = 13 t = 0.007	n = 12 t = 0.006	n = 11 t = 0.006	n = 10 t = 0.005	n = 12 t = 0.006	n = 20 t = 0.01	n = 130 t = 1.015
Amostragem Total	n = 82 t = 0.010	n = 56 t = 0.007	n = 71 t = 0.009	n = 56 t = 0.007	n = 43 t = 0.005	n = 48 t = 0.006	n = 51 t = 0.0063	n = 56 t = 0.007	n = 463 t = 0.904

Para as espécies silvestres, a taxa de atropelamento ao longo do percurso amostral foi de 0,835 indivíduos/km/dia. O trecho norte da rodovia MS-178 apresentou o maior número de atropelamentos, com 128 animais, resultando em uma taxa de 1 ind/km/dia, para o trecho o mês de dezembro destacou-se como o período com mais registros, totalizando 27 animais e uma taxa de 0,014 ind/km/dia. Em seguida, o trecho da MS-382 contabilizou 121 vítimas, com uma taxa de 0,937 ind/km/dia, sendo dezembro também o mês com o maior índice, com 28 animais e taxa de 0,014 ind/km/dia. No trecho sul da MS-178, foram registrados 96 animais, com uma taxa de 0,75 ind/km/dia, sendo fevereiro o mês com maior ocorrência, totalizando 21 indivíduos e uma taxa de 0,010 ind/km/dia. Por fim, a rodovia MS-345 registrou 83 animais vitimados, com uma taxa de 0,648 ind/km/dia, destacando-se os meses de maio e junho, cada um com 14 registros e uma taxa de 0,007 ind/km/dia (Figura 9 e Tabela 5).

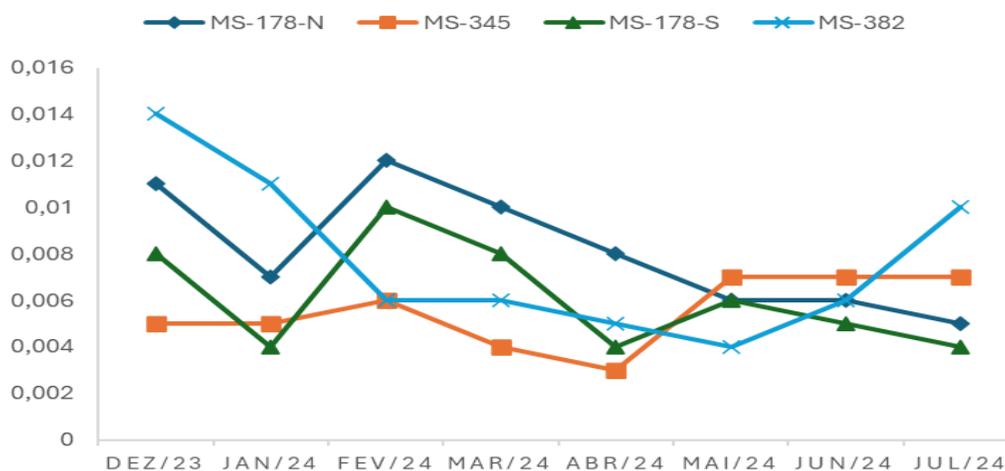


Figura 9 - Variação das taxas de atropelamento de animais silvestres por rodovia.

Tabela 5 - Números e taxas de atropelamentos de animais silvestres por campanha e trecho amostral

Rodovias	Campanha								Total
	dez/23	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24	mai/24	jun/24	jul/24	
MS-178-N	n = 22 t = 0.011	n = 14 t = 0.007	n = 25 t = 0.012	n = 20 t = 0.01	n = 15 t = 0.008	n = 11 t = 0.006	n = 12 t = 0.006	n = 09 t = 0.005	n = 128 t = 1
MS-345	n = 09 t = 0.005	n = 09 t = 0.005	n = 11 t = 0.006	n = 07 t = 0.004	n = 06 t = 0.003	n = 14 t = 0.007	n = 14 t = 0.007	n = 13 t = 0.007	n = 83 t = 0.648
MS-178-S	n = 16 t = 0.008	n = 08 t = 0.004	n = 21 t = 0.010	n = 15 t = 0.008	n = 07 t = 0.004	n = 11 t = 0.006	n = 10 t = 0.005	n = 08 t = 0.004	n = 96 t = 0.75
MS-382	n = 28 t = 0.014	n = 22 t = 0.011	n = 12 t = 0.006	n = 12 t = 0.006	n = 9 t = 0.005	n = 07 t = 0.004	n = 11 t = 0.006	n = 20 t = 0.01	n = 121 t = 0.937
Amostragem Total	n = 75 t = 0.009	n = 53 t = 0.006	n = 69 t = 0.009	n = 54 t = 0.006	n = 37 t = 0.005	n = 43 t = 0.005	n = 47 t = 0.006	n = 50 t = 0.006	n = 428 t = 0.835

Finalmente, para as espécies domésticas, a taxa de atropelamento ao longo do percurso amostral foi de 0,049 indivíduos/km/dia. O trecho sul da rodovia MS-178 apresentou o maior número de atropelamentos, totalizando 12 animais, o que resultou em uma taxa de 0,093 ind/km/dia. Nesse trecho, o mês de dezembro destacou-se com quatro registros, correspondendo a uma taxa de 0,002 ind/km/dia. Em seguida, a rodovia MS-345 contabilizou cinco animais domésticos vitimados, com uma taxa de 0,039 ind/km/dia; julho foi o mês com o maior índice, registrando três atropelamentos e uma taxa de 0,002 ind/km/dia. O trecho da MS-382 também registrou cinco atropelamentos, com uma taxa de 0,039 ind/km/dia, sendo dezembro o mês com mais ocorrências, totalizando dois indivíduos e uma taxa de 0,001 ind/km/dia. Por fim, o trecho sul da MS-178 registrou apenas três animais vitimados, resultando em uma taxa de 0,023 ind/km/dia. Os meses de janeiro, maio e junho tiveram um registro cada de um indivíduo atropelado, correspondendo a uma taxa de 0,0005 ind/km/dia em cada um (Figura 10 e Tabela 6).

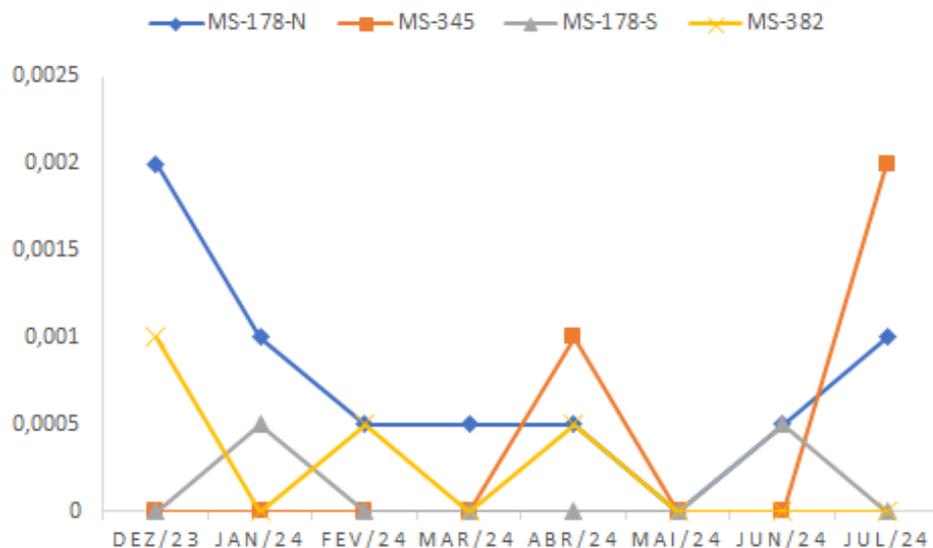


Figura 10 - Variação das taxas de atropelamento de animais domésticos por rodovia.

Tabela 6 - Números e taxas de atropelamentos de animais domésticos por campanha e trecho amostral

Rodovias	Campanha								Total
	dez/23	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24	mai/24	jun/24	jul/24	
MS-178-N	n = 04 t = 0.002	n = 02 t = 0.001	n = 01 t = 0.0005	n = 01 t = 0.0005	n = 01 t = 0.0005		n = 01 t = 0.0005	n = 02 t = 0.001	n = 12 t = 0.093
MS-345					n = 02 t = 0.001			n = 03 t = 0.002	n = 05 t = 0.039
MS-178-S		n = 01 t = 0.0005				n = 01 t = 0.0005	n = 01 t = 0.0005		n = 03 t = 0.023
MS-382	n = 02 t = 0.001		n = 01 t = 0.0005		n = 01 t = 0.0005	n = 01 t = 0.0005			n = 05 t = 0.039
Amostragem Total	n = 06 t = 0.0007	n = 03 t = 0.0003	n = 02 t = 0.0002	n = 01 t = 0.0001	n = 4 t = 0.0004	n = 02 t = 0.0002	n = 02 t = 0.0002	n = 05 t = 0.0006	n = 25 t = 0.049

4.2 – Fauna avistada

Foram avistados 210 indivíduos durante o período de coleta de dados, sendo 179 silvestres (85,2%) e 31 domésticos (14,8%). Entre os silvestres, foram avistados animais de três diferentes classes: mamíferos, aves e répteis, e entre os domésticos foram avistados apenas mamíferos (Tabela 7).

Tabela 7 - Número total de indivíduos de espécies silvestres e domésticas avistados entre dezembro de 2023 e julho de 2024 nas rodovias de Bonito.

Classe/Ordem/Espécie	Nome Popular	Classificação da espécie (Nativa, Exótica ou Doméstica)	Dados Sistemáticos				
			MS-178-N	MS-345	MS-178-S	MS-382	Total
<u>Silvestres</u>							
<u>Reptilia</u>			-	-	-	-	<u>N=4; t=0.007; 1.9%</u>
<u>Squamata</u>							
<i>Salvator merianae</i>	Teiú	Nativa			n = 2; t= 0.015; 4%		n= 2; t= 0.003; 1%
<i>Amphisbaena sp.</i>	Anfisbena	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%				n= 1; t= 0.001; 0.5%
<i>Crotalus durissus</i>	Cascavél	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%				n= 1; t= 0.001; 0.5%
<u>Aves</u>			-	-	-	-	<u>n = 85; t= 0.166; 40.5%</u>
<u>Accipitriformes</u>							
<i>Busarellus nigricollis</i>	Gavião-belo	Nativa			n = 1; t= 0.007; 2%		n = 1; t= 0.001; 0.5%
<i>Não identificado</i>	Gavião	Nativa		n = 1; t= 0.007; 1,72%	n = 2; t= 0.015; 4%	n = 1; t= 0.007; 4%	n = 4; t= 0.007; 1.9%
<u>Cariamiformes</u>							
<i>Cariama cristata</i>	Seriema	Nativa	n = 4; t= 0.031; 5,19%	n =17; t= 0.132; 29,31%	n = 2; t= 0.015; 4%	n = 3; t= 0.023; 12%	n = 26; t=0.050; 12.4%
<u>Cathartiformes</u>							
<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	Nativa	n = 4; t= 0.031; 5,19%	n = 3; t= 0.023; 5,17%	n= 7; t= 0.054; 14%	n = 1; t= 0.007; 4%	n= 15; t= 0.029; 7.1%
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-preto	Nativa	n = 2; t= 0.015; 2,60%	n = 5; t= 0.039; 8,62%	n = 1; t= 0.007; 2%		n = 8; t= 0.015 ; 3.8%
<u>Falconiformes</u>							
<i>Caracara plancus</i>	Carcará	Nativa	n = 3; t= 0.023; 3,90%	n = 1; t= 0.007; 1,72%	n= 7; t= 0.054; 14%	n = 3; t= 0.023; 12%	n = 14; t= 0.027; 6.7%
<i>Falco sparverius</i>	Quiriquiri	Nativa				n = 1; t= 0.007; 4%	n = 1; t= 0.001; 0.5%
<u>Galliformes</u>							

Classe/Ordem/Espécie	Nome Popular	Classificação da espécie (Nativa, Exótica ou Doméstica)	Dados Sistemáticos				
			MS-178-N	MS-345	MS-178-S	MS-382	Total
<i>Ortalis canicollis</i>	Aracua-do-pantanal	Nativa	n = 2; t= 0.015; 2,60%		n = 5; t= 0.039; 10%		n = 7; t= 0.013 ; 3.3%
<u>Gruiformes</u>			-			-	-
<i>Aramides cajaneus</i>	Saracura-três-potes	Nativa			n = 2; t= 0.015; 4%		n = 2; t= 0.003; 1%
<u>Passeriformes</u>							
<i>Cyanocorax chrysops</i>	Gralha-piçaca	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%				n = 1; t= 0.001; 0.5%
<i>Cyanocorax cyanomelas</i>	Gralha-do-pantanal	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%				n = 1; t= 0.001; 0.5%
<u>Psittaciformes</u>							
<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> ***	Arara-azul-grande	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%				n = 1; t= 0.001; 0.5%
<i>Eupsittula aurea</i>	Periquito-rei	Nativa				n = 1; t= 0.007; 4%	n = 1; t= 0.001; 0.5%
<u>Rheiformes</u>							
<i>Rhea americana</i>	Ema	Nativa	n = 2; t= 0.015; 2,60%			n = 1; t= 0.007; 4%	n = 3; t= 0.005; 1.4%
<u>Mammalia</u>			-	-	-	-	n = 90; t= 0.175; 42.9%
<u>Artiodactyla</u>							
<i>Subulo gouazoubira</i>	Veado-catingueiro	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%				n = 1; t= 0.001; 0.5%
<u>Carnivora</u>							
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	Nativa	n = 4; t= 0.031; 5,19%	n = 1; t= 0.007; 1,72%	n = 3; t= 0.023; 6%		n = 8; t= 0.015 ; 3.8%
<i>Lycalopex vetulus</i> ***	Raposa-do-campo	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%				n = 1; t= 0.001; 0.5%
<i>Nasua nasua</i>	Quati	Nativa		n = 1; t= 0.007; 1,72%			n = 1; t= 0.001; 0.5%
<i>Eira barbara</i>	Irara	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%	n = 1; t= 0.007; 1,72%			n = 2; t= 0.003; 1%
<u>Cingulata</u>							
<i>Cabassous squamicaudis</i>	Tatu-de-rabo-mole-pequeno	Nativa			n = 1; t= 0.007; 2%	n = 1; t= 0.007; 4%	n = 2; t= 0.003; 1%
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-Peba	Nativa	n = 2; t= 0.015; 2,60%	n = 1; t= 0.007; 1,72%	n = 2; t= 0.015; 4%	n = 4; t= 0.031; 16%	n = 9; t= 0.017; 4.3%

Classe/Ordem/Espécie	Nome Popular	Classificação da espécie (Nativa, Exótica ou Doméstica)	Dados Sistemáticos				
			MS-178-N	MS-345	MS-178-S	MS-382	Total
<u>Primata</u>							
<i>Sapajus cay</i> ***	Macaco-prego	Nativa	n = 34; t= 0.265; 44,61%	n= 6; t= 0.046; 10,34%	n = 10; t= 0.078; 20%		n = 50; t= 0.097; 23.8%
<u>Perissodactyla</u>							
<i>Tapirus terrestris</i>	Anta	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%	n = 2; t= 0.015; 3,45%			n = 3; t= 0.005; 1.4%
<u>Pilosa</u>							
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> ***	Tamanduá-Bandeira	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%	n = 1; t= 0.007; 1,72%	n = 3; t= 0.023; 6%	n = 2; t= 0.015; 8%	n = 7; t= 0.013 ; 3.3%
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-Mirim	Nativa	n = 1; t= 0.007; 1,30%		n = 1; t= 0.007; 2%		n= 2; t= 0.003; 1%
<u>Rodentia</u>							
<i>Dasyprocta azarae</i>	Cutia	Nativa	n = 2; t= 0.015; 2,60%				n= 2; t= 0.003; 1%
<i>Cavia aperea</i>	Preá	Nativa		n = 1; t= 0.007; 1,72%	n = 1; t= 0.007; 2%		n= 2; t= 0.003; 1%
TOTAL SILVESTRES			n= 70; t= 0.546; 90,9%	n= 40; t= 0.312; 68,97%	n= 50; t= 0.390; 100%	n= 19; t= 0.148; 76%	n = 179; t= 0.349; 85.2%
Domésticos							
<u>Mammalia</u>			-	-	-	-	-
<u>Artiodactyla</u>							
<i>Bos taurus</i>	Boi	Exótica	n = 1; t= 0.007; 1,30%				n = 1; t= 0.001; 0.5%
<i>Capra aegagrus hircus</i>	Cabra	Exótica		n = 4; t= 0.031; 6,90%			n = 4; t= 0.007; 1.9%
<i>Sus scrofa domesticus</i>	Porco-doméstico	Exótica				n = 5; t= 0.039; 20%	n = 5; t= 0.009; 2.4%
<u>Carnivora</u>							
<i>Canis lupus familiaris</i>	Cachorro-doméstico	Exótica	n= 6; t= 0.046; 7,79%	n = 13; t= 0.101; 22,41%		n = 1; t= 0.007; 4%	n = 20; t= 0.039; 9.5%
<i>Felis catus</i>	Gato-doméstico	Exótica		n = 1; t= 0.007; 1,72%			n = 1; t= 0.001; 0.5%
TOTAL DOMÉSTICOS			n= 7; t= 0.054; 9,09%	n = 18; t= 0.140; 31,03%	-	n = 6; t= 0.046; 24%	n = 31; t= 0.060; 14.8%

Legenda: n = número de indivíduos registrados; t = taxa de avistamento; % = frequência de ocorrência; * = espécie ameaçada no Brasil; ** = espécie ameaçada segundo a lista vermelha da IUCN; *** = espécie categorizada como ameaçada tanto no Brasil, quanto pela IUCN.

Entre as espécies silvestres, a classe dos mamíferos obtiveram maior número de avistamentos, foram 90 indivíduos (42.9%) avistados, seguido por 85 aves (40.5%) e apenas quatro répteis (1.9%) avistados. Para a classe dos mamíferos, as espécies macaco-prego (*Sapajus cay*), cachorro-do-mato (*C. thous*) e tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) juntos, somaram 65 indivíduos, cerca 40% de todos os animais avistados e 72,2% dos mamíferos silvestres avistados.

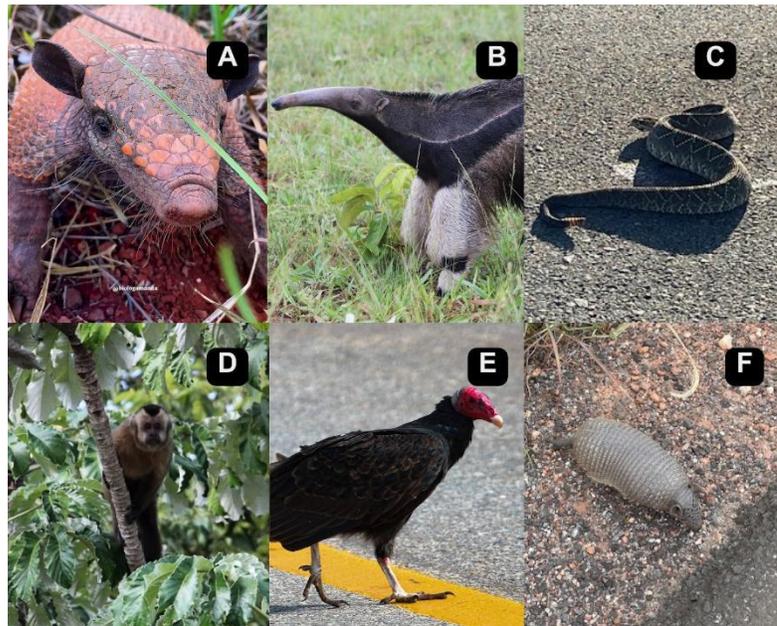


Figura 11 - Espécies silvestres avistadas nas rodovias de acesso a Bonito/MS. (A) tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*); (B) tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*); (C.) cascavel (*Crotalus durissus*); (D) macaco-prego (*Sapajus cay*); (E) urubu-de-cabeça-vermelha; e (F) tatu-de-rabo-mole-pequeno. Foto: Amanda Messias.

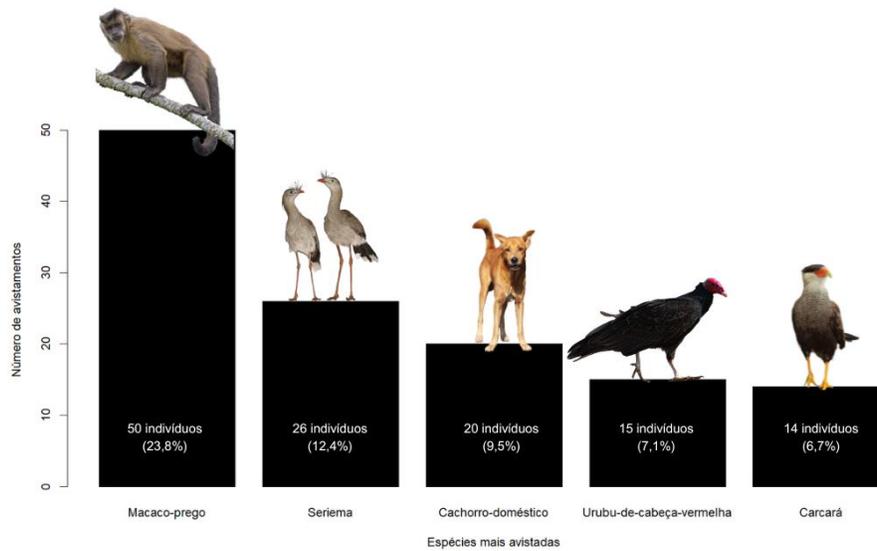


Figura 12 - Cinco espécies mais avistadas nas rodovias de acesso a Bonito/MS. Elaboração: Amanda Messias.

Entre as espécies domésticas, apenas mamíferos silvestres foram avistados, sendo os cachorros-domésticos (*C. lupus familiaris*) com o maior número de avistamentos, foram 20 indivíduos avistados cruzando ou margeando as rodovias, cerca 9,5% de todos os animais avistados e 64,5% dos domésticos avistados.

4.3 – A influência das variáveis climáticas sobre os atropelamentos

Não foram identificadas correlações entre as variáveis climáticas (precipitação total, temperatura e umidade do ar) e o número mensal de atropelamentos de todos os indivíduos silvestres em conjunto, classes isoladas como mamíferos e aves, e espécies domésticas. No entanto, para a herpetofauna, observou-se um aumento nos números mensais de atropelamentos associados ao aumento da temperatura.

Tabela 8 - Correlação dos atropelamentos com as variáveis climáticas, em negrito os valores significativos. Legenda: rho = coeficiente de correlação de Spearman, p = valor de correlação.

	Todos os atropelamentos	Mamíferos	Aves	Herpetofauna	Domésticos
Precipitação	rho= 0.298 (p)=0.474	rho= 0.132 (p)=0.756	rho= 0.618 (p)=0.102	rho= 0.262 (p)=0.530	rho= -0.161 (p)=0.702
Umidade do Ar	rho= - 0.134 (p)=0.749	rho= - 0.553 (p)=0.155	rho= 0.335 (p)=0.416	rho= - 0.018 (p)=0.966	rho= -0.269 (p)=0.517
Temperatura	rho= 0.414 (p)=0.306	rho= -0.098 (p)=0.815	rho= 0.023 (p)=0.976	rho= 0.730 (p)=0.039	rho= 0.730 (p)=0.560

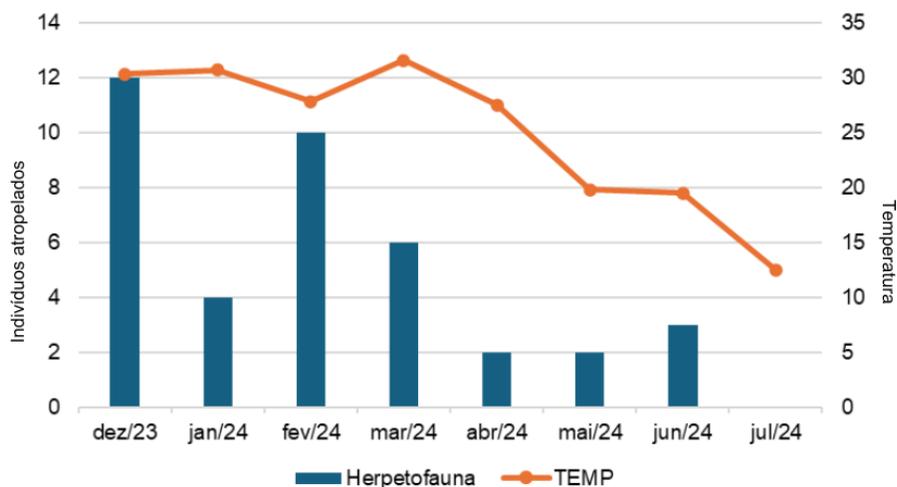


Figura 13 - Relação da temperatura com o número de atropelamento de herpetofauna (répteis e anfíbios). Elaboração: Amanda Messias.

4.4 – A influência do volume turístico sobre os atropelamentos

Durante o período de estudo, o fluxo turístico no município de Bonito totalizou 192.882 visitantes, o que corresponde a uma média diária aproximada de 790 pessoas. O período úmido, compreendido entre dezembro e março, concentrou a maior parte da visitação, representando 56,9% do fluxo total. Dentro desse período, janeiro destacou-se como o mês com o maior número de visitantes, com 38.376 pessoas, ou aproximadamente 19,9% do total.

A análise de correlação de *Spearman* revelou que não existe uma correlação significativa entre os o número mensal de atropelamentos de todos os indivíduos silvestres em conjunto, classes isoladas como mamíferos e aves, e espécies domésticas com e fluxo turístico do município, com um coeficiente de $\rho = 0,09$ e $r = 0,634$ (Tabela 9 e Figura 14).

Tabela 9 - Correlação dos atropelamentos com o volume turístico. Legenda: rho = coeficiente de correlação de Spearman, p = valor de correlação.

	Todos os atropelamentos	Mamíferos	Aves	Herpetofauna	Domésticos
Volume Turístico	rho= 0.634 (p)=0.091	rho= 0.333 (p)= 0.419	rho= 0.404 (p)= 0.326	rho= 0.203 (p)= 0.628	rho= 0.512 (p)= 0.194

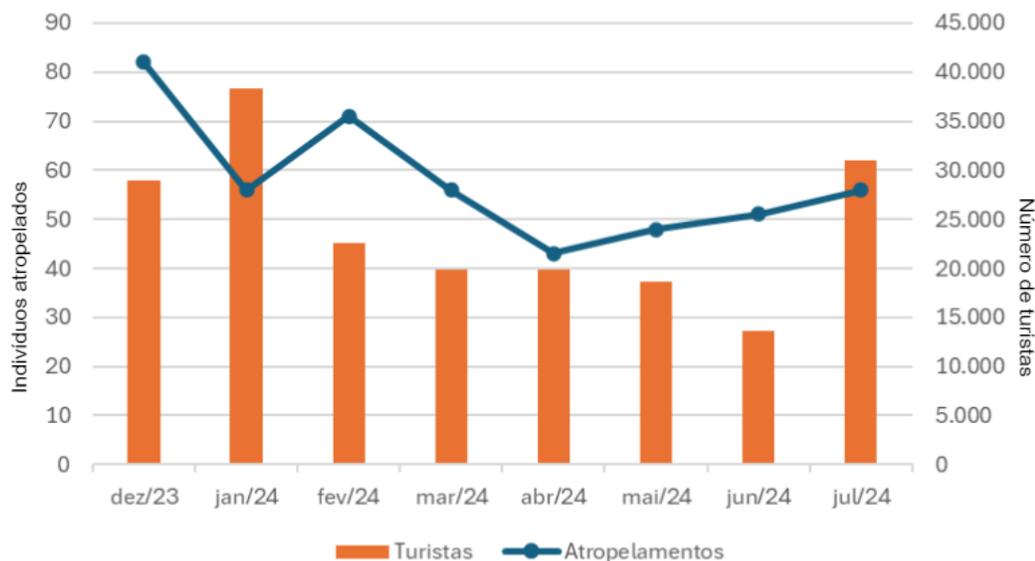


Figura 14 - Relação do volume turístico com número geral de atropelamento. Elaboração: Amanda Messias.

4.5 – Estruturas da paisagem

Por meio da análise da composição do uso e ocupação do solo em volta das agregações de atropelamento de mamíferos silvestres, o seu entorno apresenta maiores porcentagens de formação florestal e pastagem, seguido por áreas de agriculturas (Tabela 10).

Tabela 10 - Métricas de paisagem para cinco quilômetros de cada cluster de atropelamentos de espécies silvestres.

Rodovia	ID Clus	Atropelamentos	Categoria	Formação Florestal	Formação Não Florestal	Pastagem	Agricultura	Área Não Vegetada	Corpos d'água
MS-178-N	118	7	Muito Alto	31,33	0,52	19,3	48,6	0,23	0,02
MS-382	108	5	Alto	29,94	4,68	59,2	5,35	0,15	0,68
MS-178-S	105	3	Alto	30,24	10,47	45,47	12,82	0,96	0,04
MS-382	107	3	Alto	26,92	4,57	62,19	5,45	0,18	0,69
MS-178-N	119	2	Médio	40,37	0,59	31,92	26,69	0,41	0,02
MS-382	110	2	Médio	13,55	8,07	76,35	1,8	0,08	0,15
MS-382	109	2	Médio	18,67	7,63	70,44	3,01	0,09	0,16
MS-178-S	104	2	Médio	15,93	7,37	45,54	30,44	0,71	0,01

Rodovia	ID Clus	Atropelamentos	Categoria	Formação Florestal	Formação Não Florestal	Pastagem	Agricultura	Área Não Vegetada	Corpos d'água
MS-178-N	111	2	Médio	40,78	0,24	33,71	25,04	0,22	0,01
MS-178-S	106	2	Médio	33,74	8,32	44,78	12,08	1,04	0,04
MS-178-N	115	2	Médio	43,61	0,15	38,86	17,29	0,08	0,01
MS-178-N	116	2	Médio	38,05	0,14	26,38	35,31	0,11	0,01
MS-178-N	117	3	Baixo	30,72	0,44	18,53	50,15	0,15	0,01
MS-178-S	103	3	Baixo	20,76	3,35	37,45	38,2	0,22	0,02
MS-178-S	102	2	Baixo	19,35	3,72	33,5	43,25	0,17	0,01
MS-178-N	112	2	Baixo	44,8	0,25	31,2	23,63	0,1	0,02
MS-178-N	120	3	Muito Baixo	44,01	0,16	36,87	18,86	0,09	0,01

As métricas da paisagem representadas pelos eixos da PCA não foram capazes de explicar o número de atropelamentos nos “clusters” (GLM binomial negativo, r^2 [função rsquared, pacote piecewiseSEM, Lefcheck, 2016] = 0,04; eixo 1, $P = 0,72$; eixo 2, $P = 0,65$).

Tabela 11 - Variáveis da paisagem mais importantes para formação dos eixos resultantes da Análise de Componentes Principais (função dimdesc, pacote FactoMineR, Le et al. 2008).

Eixos	Variáveis	Correlação	P valor
Eixo 1	Pastagem	0,947	$\leq 0,001$
	Formação não florestal	0,865	$\leq 0,001$
	Corpos d'água	0,601	0,01
	Formação florestal	-0,618	0,01
	Agricultura	-0,807	$\leq 0,001$
Eixo 2	Área não vegetada	0,822	$\leq 0,001$
	Formação não florestal	0,485	0,04
	Corpos d'água	-0,585	0,01

4.6 – Análise de Hotspots

4.6.1 – Hotspots de atropelamentos

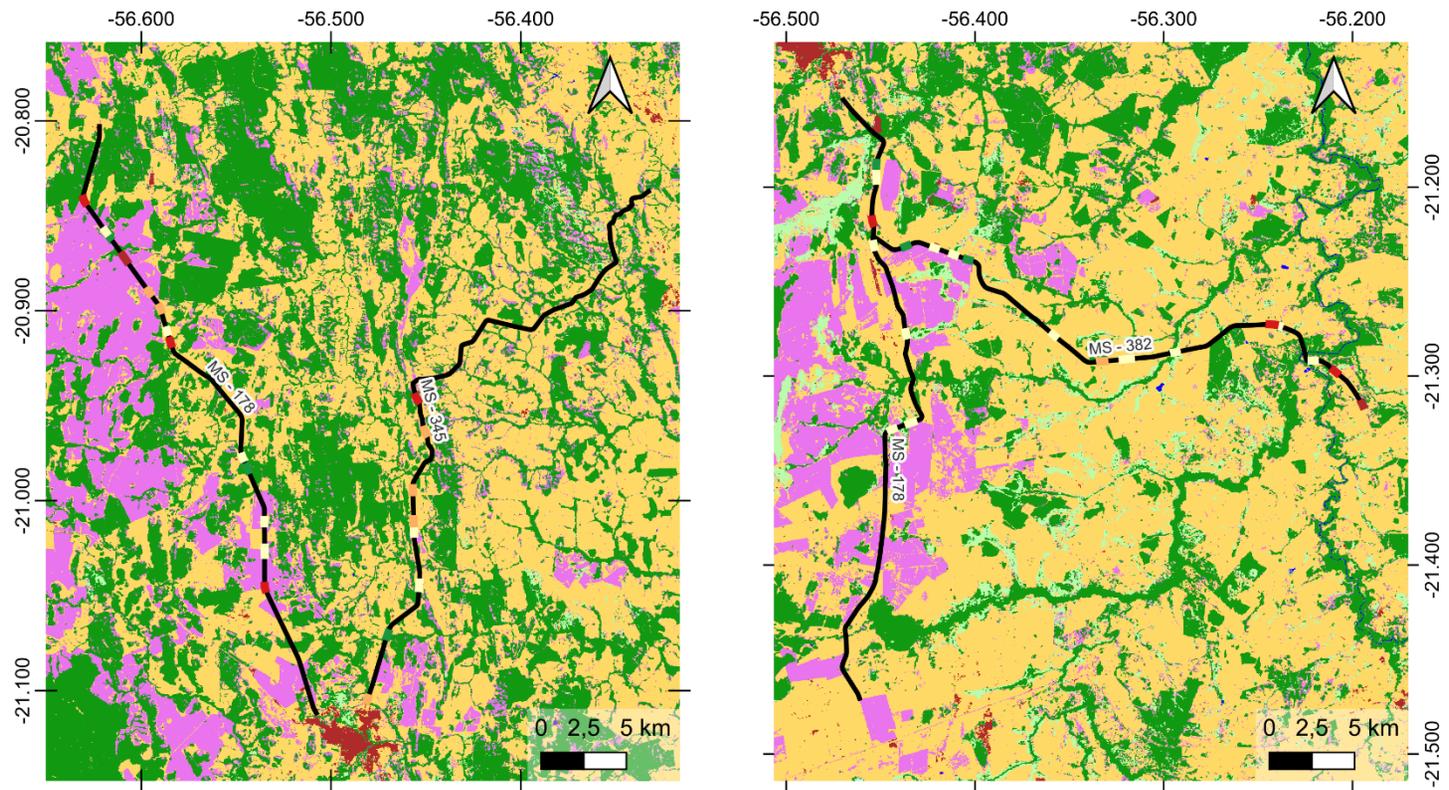
Os dados de atropelamentos geraram 110 clusters, sendo, 34 para espécies silvestres, um para espécies domésticas, 17 para mamíferos silvestres, seis para aves silvestres e um para animais ameaçados de extinção e também para herpetofauna.

Tabela 12 - Análise de agregação de atropelamentos para diferentes grupos faunísticos com o número e classificação de clusters nas rodovias MS-178-N, MS-345, MS-178-S e MS-382, em Bonito/MS.

	Total de clusters	Muito Alto	Alto	Médio	Baixo	Muito Baixo
Todos os atropelamentos	49	1	8	7	25	8
Espécies silvestres	34	1	8	6	13	6
Mamíferos silvestres	17	1	3	8	4	1
Aves silvestres	6	1	2	2	0	1
Herpetofauna	2	0	0	0	0	2
Espécies ameaçadas	1	0	0	0	0	1
Espécies domésticas	1	0	0	0	0	1

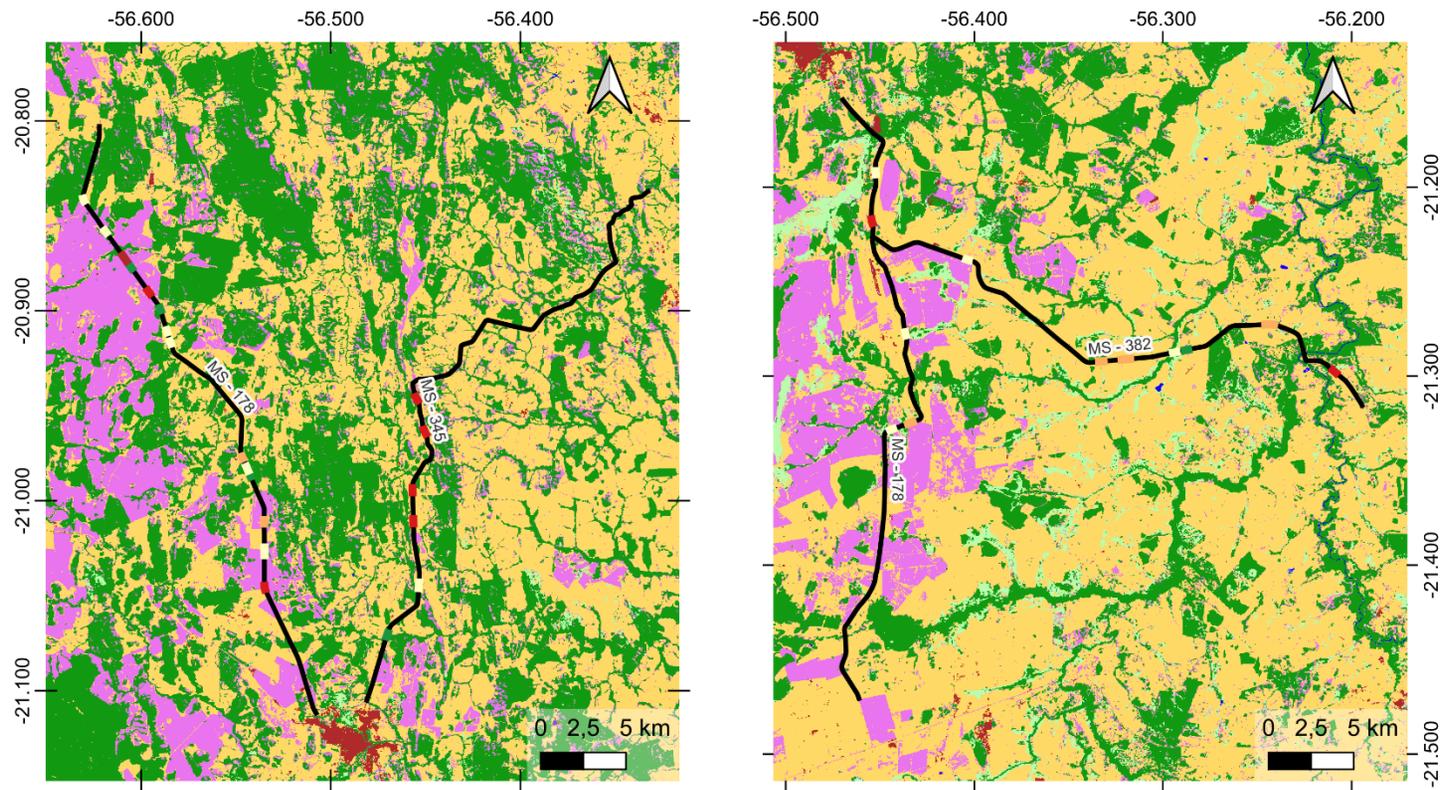
Considerando as agregações de atropelamentos de espécies silvestres, na rodovia MS-178-S 13 agregações foram encontradas, sendo um *cluster* de criticidade muito alto, um alto, três médios, três muitos baixos e seis baixos, enquanto, na MS-345 foram registrados sete agregações, sendo dois altos, dois médios e dois baixos, e apenas um muito baixo, já na MS-178-S foram detectados seis agregações, sendo dois altos, dois baixos e dois muito baixos, enquanto na MS-382 foram identificadas sete agregações, sendo três altos, um médio e três baixos.

As análises indicaram 1.586 metros (1,5 km) de agregações de atropelamentos nas categorias “muito alto” e “alto” para todas as espécies silvestres, do mesmo modo, para os mamíferos silvestres foram indicados 756 metros de agregações, enquanto para a classe das aves silvestres 390 metros de hotspots. O *cluster* de criticidade “muito alto” para atropelamentos de espécies silvestres e mamíferos silvestres estão localizados no mesmo ponto, em volta de estruturas de paisagens agrícolas, formações florestais e com a presença de corpo d’água. Para aves silvestres o *cluster* de criticidade “muito alto” está em volta de áreas de pastagens.



- Convenções Cartográficas - Agregação de todos os atropelamentos
- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Atropelamentos geral | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| Baixo | Agricultura |
| Médio | Área Não Vegetada |
| Alto | Corpos D'água |
| Muito Alto | |

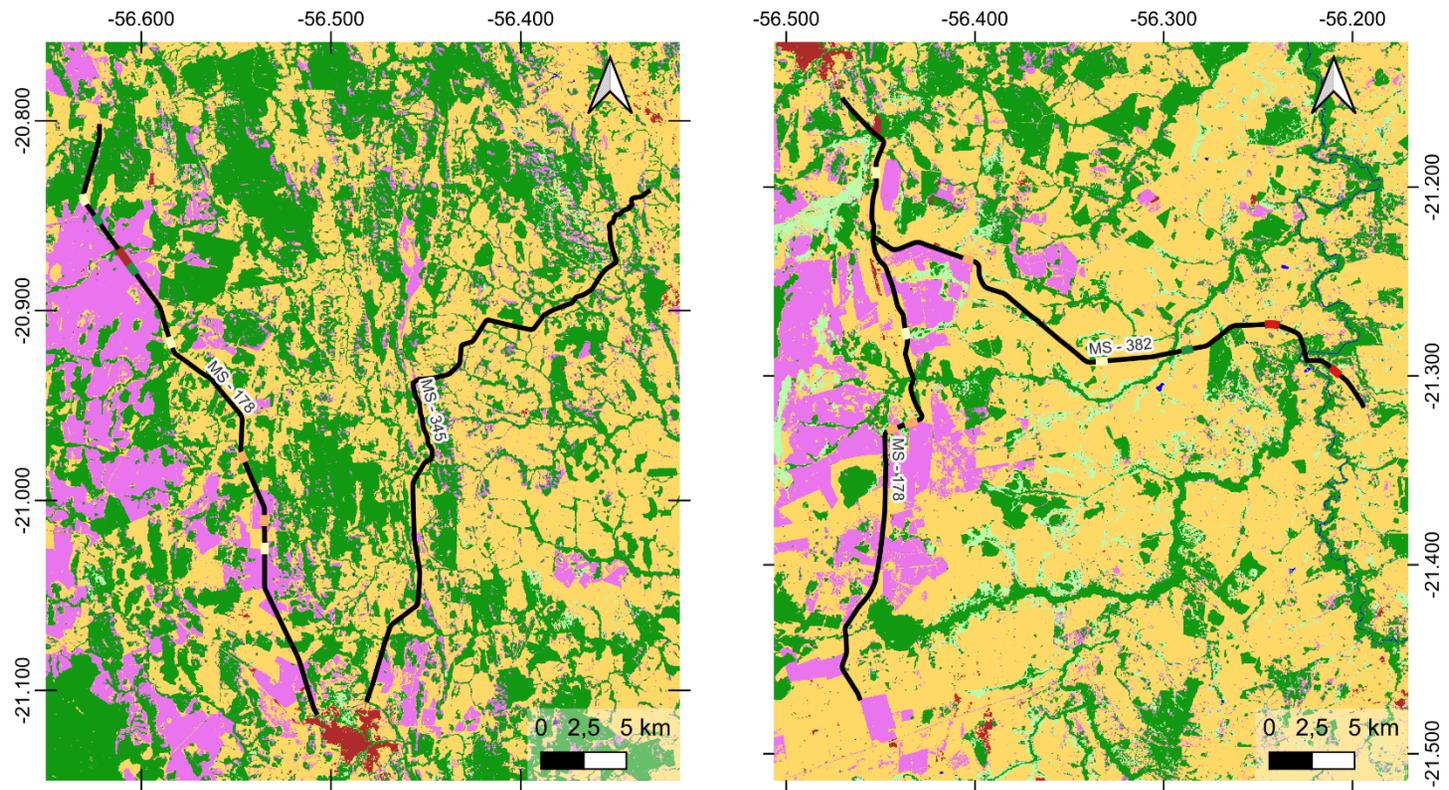
Figura 15 - Mapa de agregação de todos os atropelamentos registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS.



Convenções Cartográficas - Agregação de atropelamentos de espécies silvestres

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Espécies silvestres | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| Baixo | Agricultura |
| Médio | Área Não Vegetada |
| Alto | Corpos D'água |
| Muito Alto | |

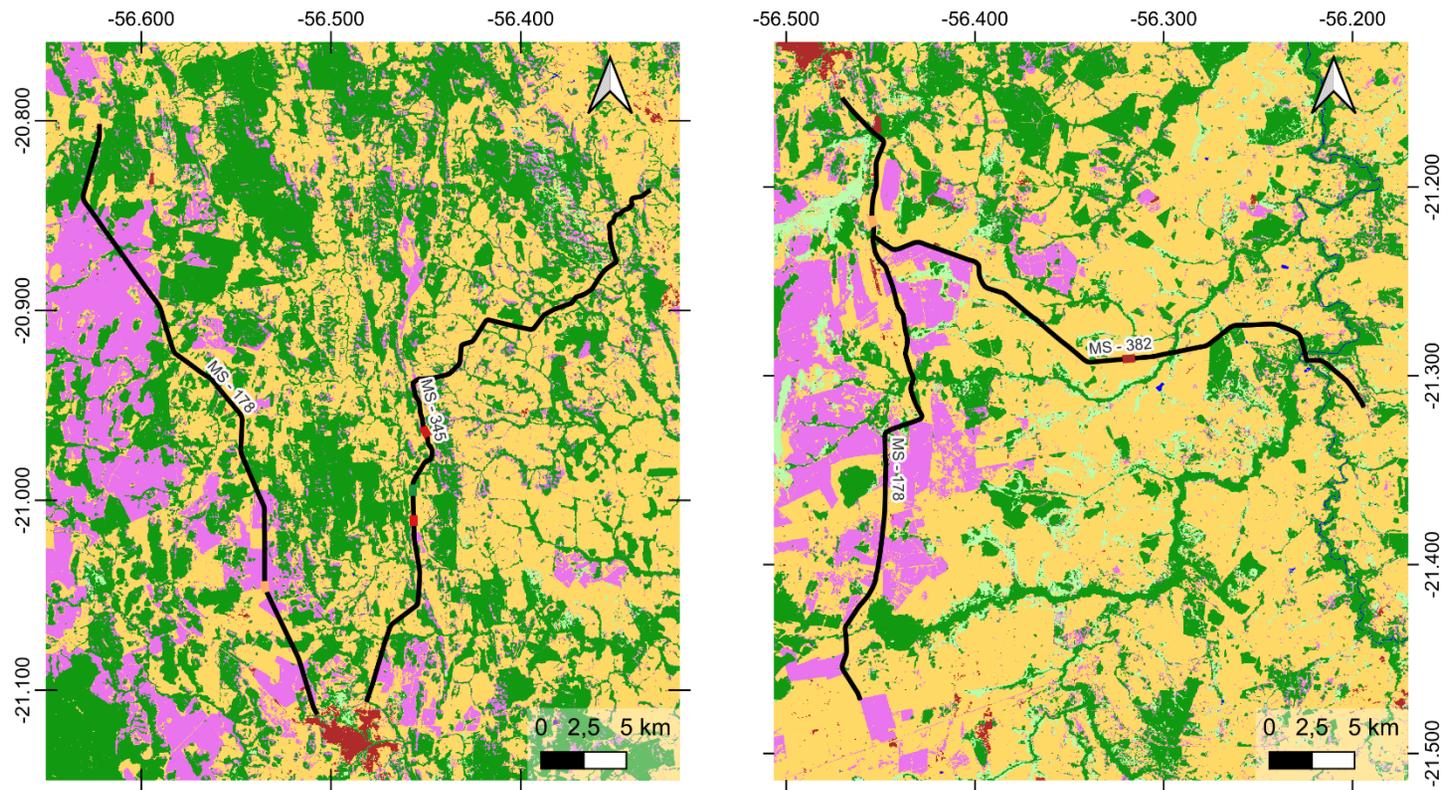
Figura 16 - Mapa de agregação atropelamentos de espécies silvestres registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS



Convenções Cartográficas - Agregação de atropelamentos de mamíferos silvestres

- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Mamíferos silvestres | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| Baixo | Agricultura |
| Médio | Área Não Vegetada |
| Alto | Corpos D'água |
| Muito Alto | |

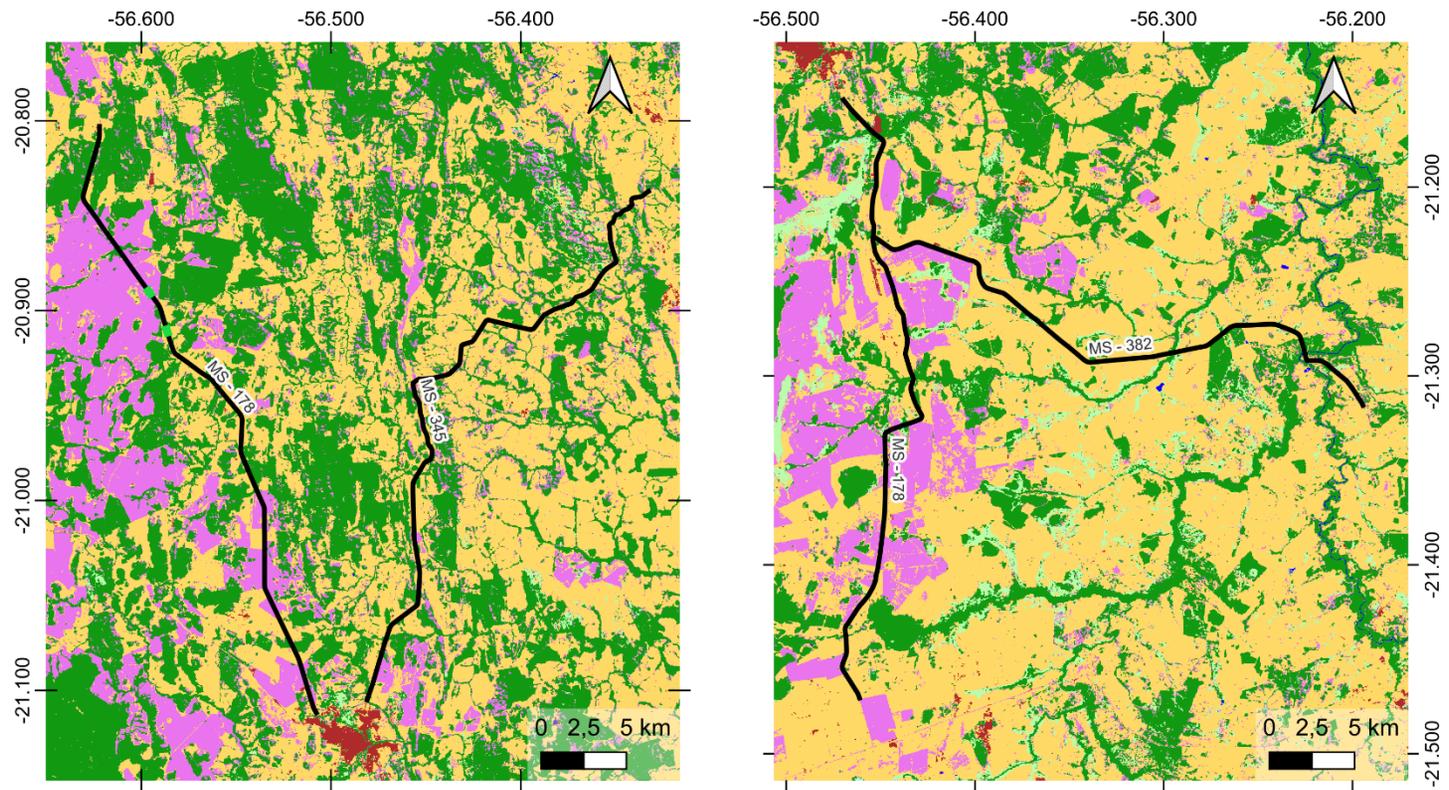
Figura 17 - Mapa de agregação de atropelamentos de mamíferos silvestres registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS



Convenções Cartográficas - Agregação de atropelamentos de aves silvestres

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Aves silvestres | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| Baixo | Agricultura |
| Médio | Área Não Vegetada |
| Alto | Corpos D'água |
| Muito Alto | |

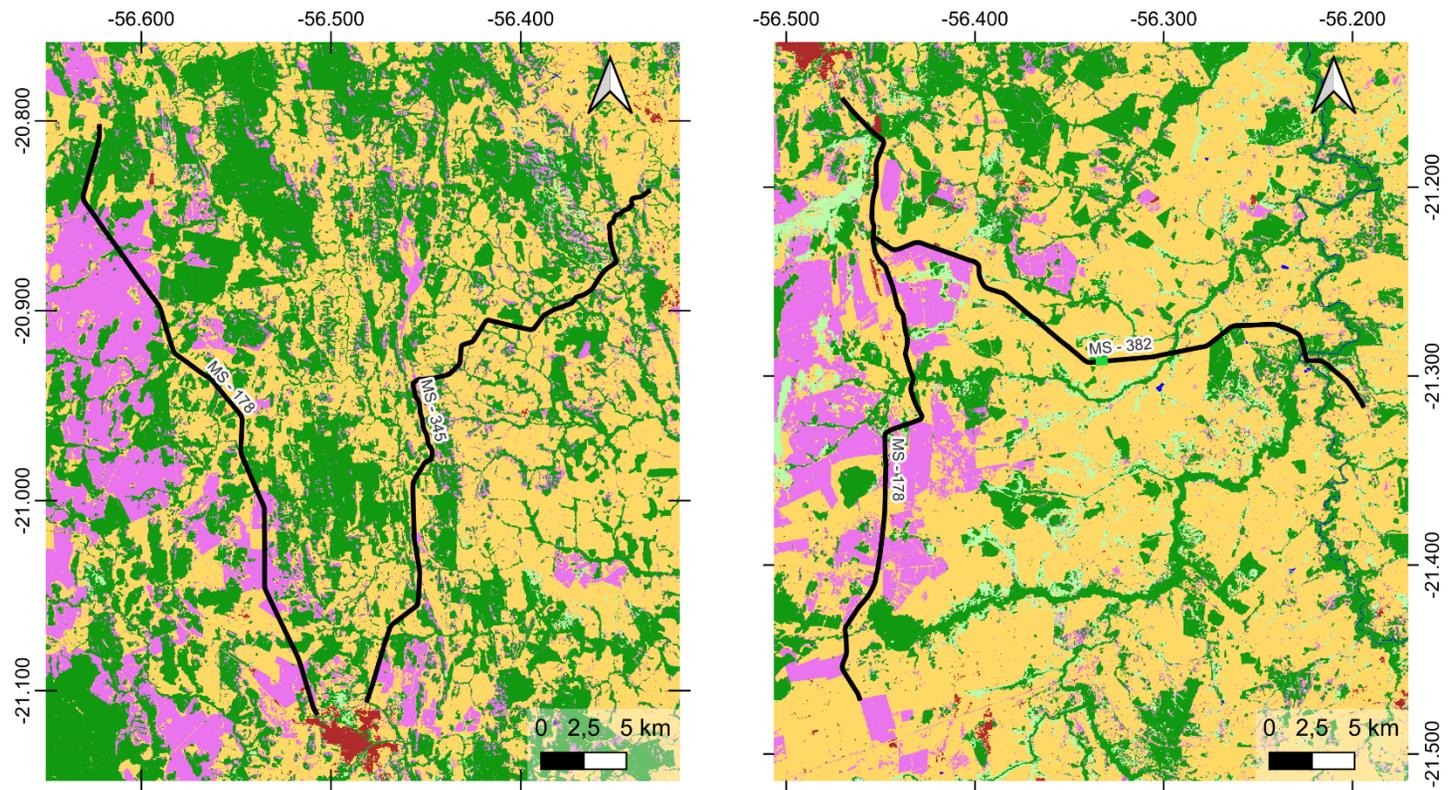
Figura 18 - Mapa de agregação de atropelamentos aves silvestres registradas nas rodovias de acesso a Bonito/MS



Convenções Cartográficas - Agregação de atropelamentos de herpetofauna

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Herpetofauna | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| | Agricultura |
| | Área Não Vegetada |
| | Corpos D'água |

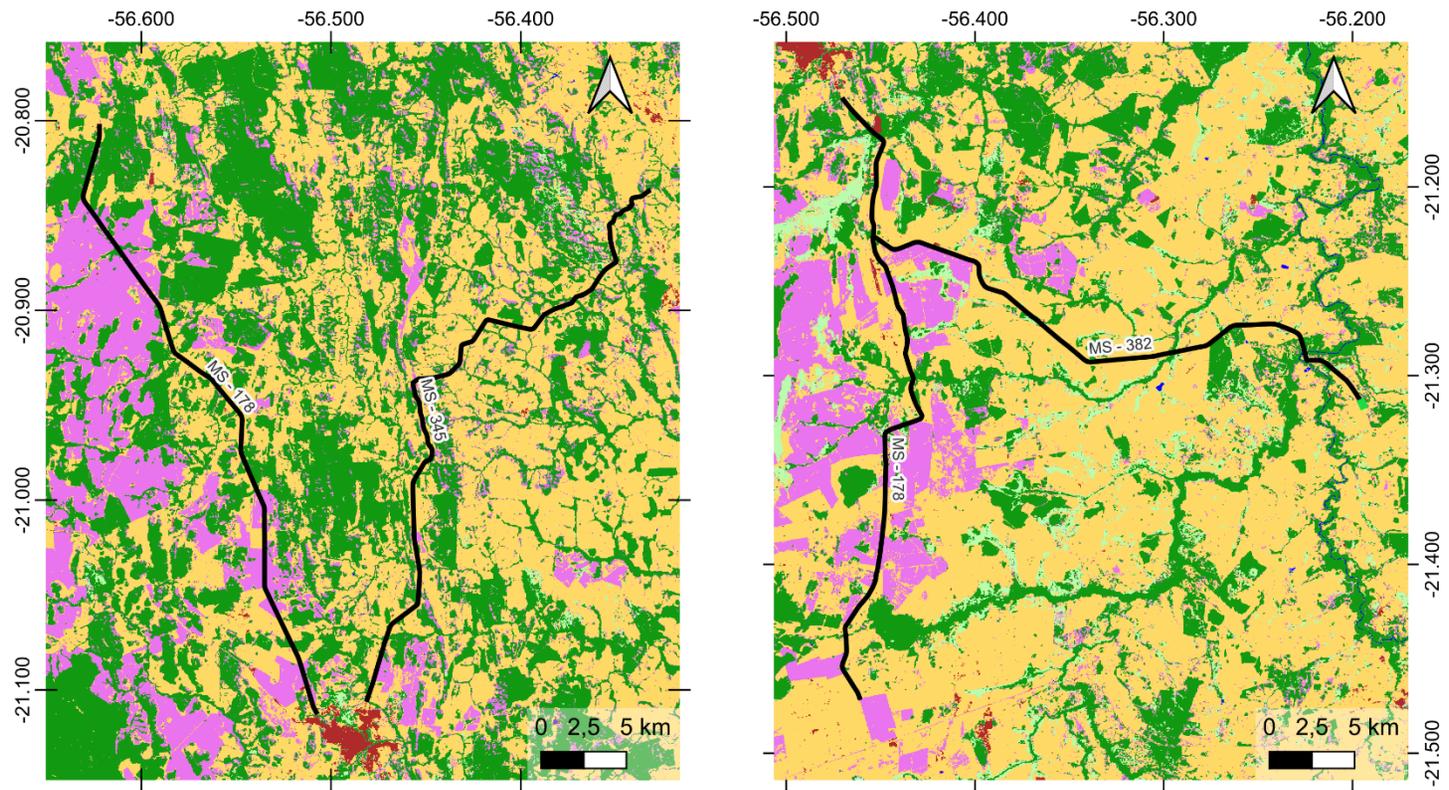
Figura 19 - Mapa de agregação de atropelamentos de herpetofauna registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS



Convenções Cartográficas - Agregação de atropelamentos de espécies ameaçadas

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Espécies ameaçadas | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| | Agricultura |
| | Área Não Vegetada |
| | Corpos D'água |

Figura 20 - Mapa de agregação de atropelamentos de espécies ameaçadas registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS



Convenções Cartográficas - Agregação de atropelamentos de espécies domésticas

- | | |
|--|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Espécies domésticas Muito Baixo | Formação Não Florestal |
| | Pastagem |
| | Agricultura |
| | Área Não Vegetada |
| | Corpos D'água |

Figura 21 - Mapa de agregação de atropelamentos de espécies domésticas registrados nas rodovias de acesso a Bonito/MS

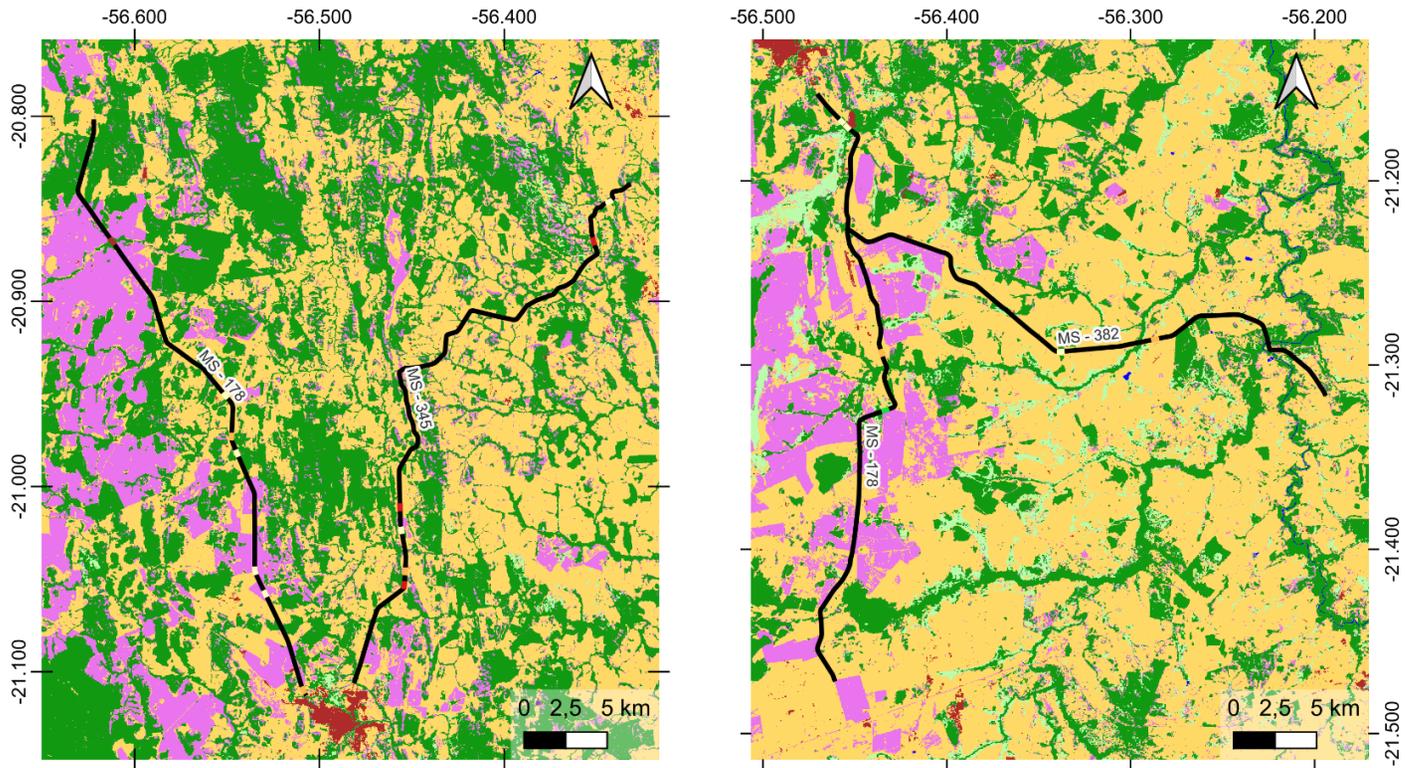
4.6.2 – Hotspots de avistamentos

Os registros de avistamentos geraram 53 clusters, sendo, 16 para espécies silvestres, quatro para espécies domésticas, nove para mamíferos silvestres, três para aves silvestres e 1 para animais arborícolas e espécies ameaçadas de extinção.

Tabela 13 - Análise de agregação de avistamentos para diferentes grupos faunísticos com o número e classificação de clusters nas rodovias MS-178-N, MS-345, MS-178-S e MS-382, em Bonito/MS.

	Total de clusters	Muito Alto	Alto	Médio	Baixo	Muito Baixo
Todos os avistamentos	19	1	3	5	9	1
Espécies silvestres	16	1	2	5	7	1
Mamíferos silvestres	9	1	3	2	2	1
Aves silvestres	3	0	0	1	0	2
Espécies arborícolas	1	0	0	0	0	1
Espécies ameaçadas	1	0	0	0	0	1
Espécies domésticas	4	0	1	0	0	3

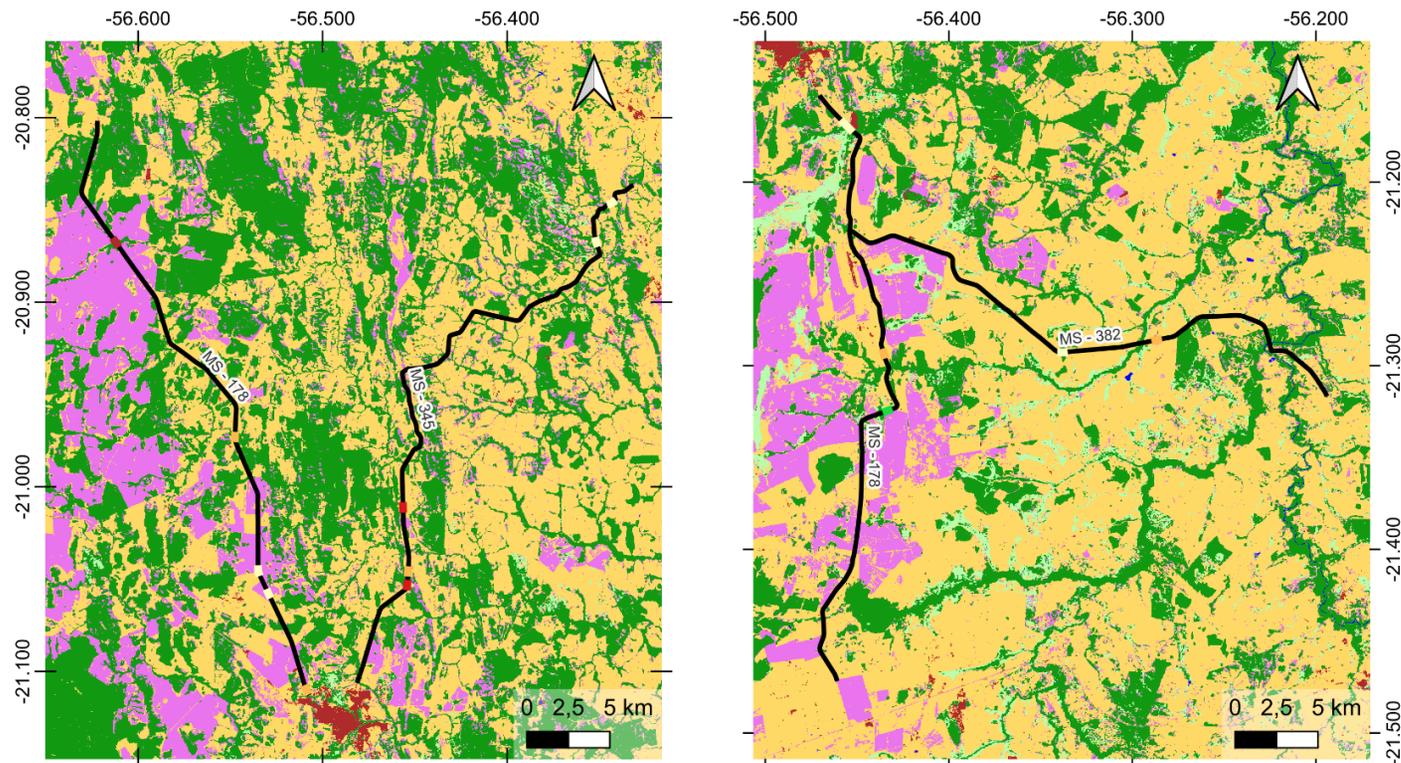
As análises indicaram 510 metros de agregações de atropelamentos nas categorias “muito alto” e “alto” para todas as espécies silvestres, da mesma forma, para a classe das aves silvestres as análises registraram 620 metros de hotspots. O cluster de criticidade “muito alto” para espécies silvestres está localizado no mesmo ponto de agregação “muito baixo” de espécies arborícolas e ameaçadas.



Convenções Cartográficas - Agregação de todos os avistamentos

- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Todos os avistamentos | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| Baixo | Agricultura |
| Médio | Área Não Vegetada |
| Alto | Corpos D'água |
| Muito Alto | |

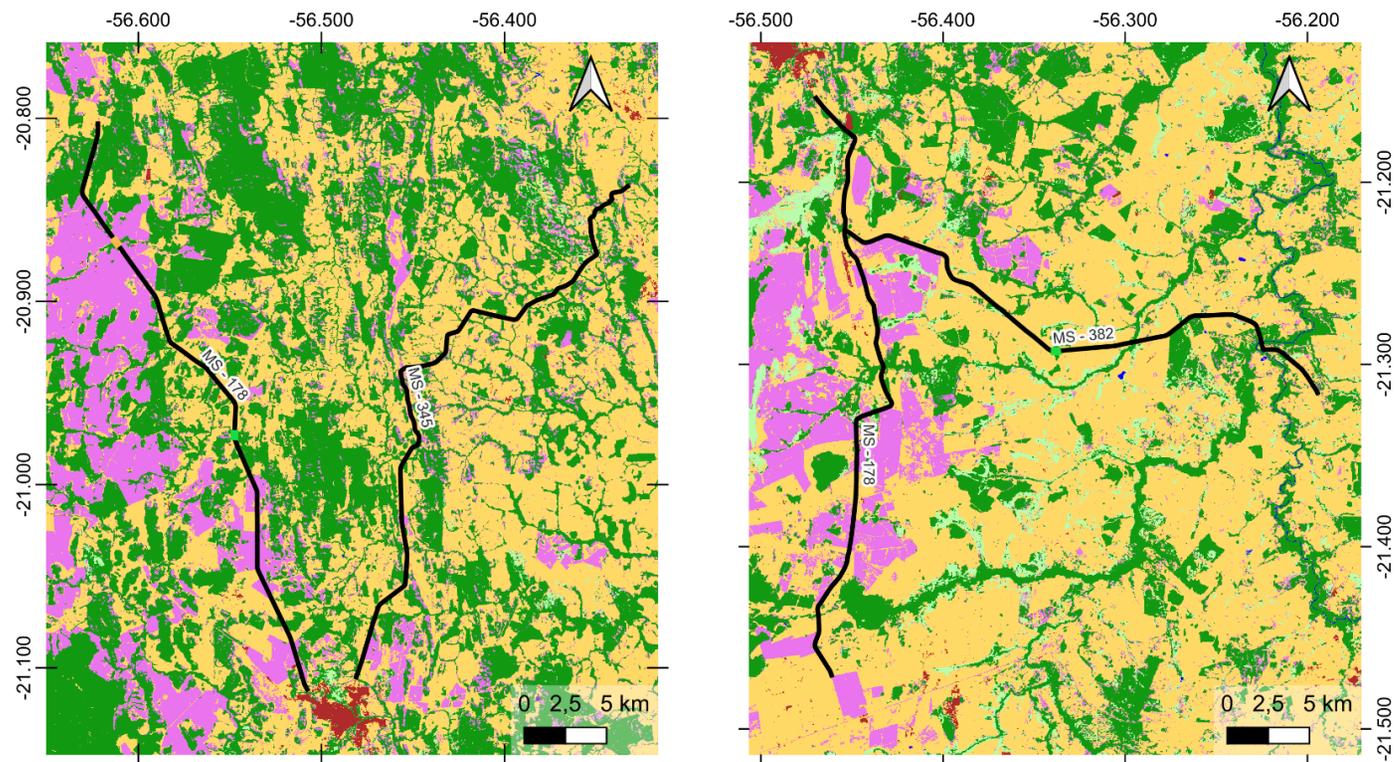
Figura 22 - Mapa de agregações de todos os avistamentos registrados em Bonito/MS.



Convenções Cartográficas - Agregação de avistamentos de espécies silvestres

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Rodovias Clusters - Espécies silvestres Muito Baixo Baixo Médio Alto Muito Alto | <ul style="list-style-type: none"> Uso e ocupação do solo da área de estudo Formação Florestal Formação Não Florestal Pastagem Agricultura Área Não Vegetada Corpos D'água |
|--|--|

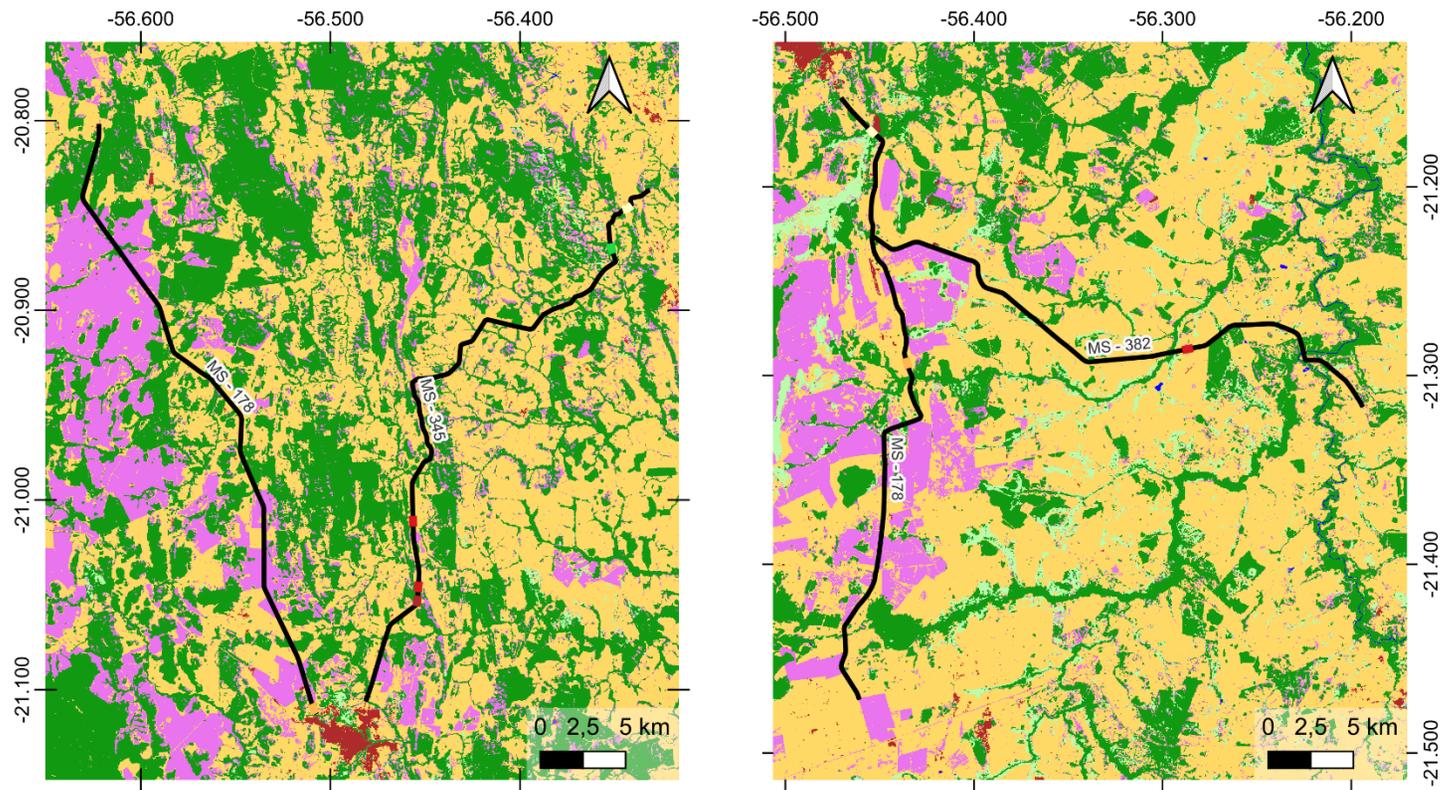
Figura 23 - Mapa de agregações de avistamentos de espécies silvestres registradas em Bonito/MS



Convenções Cartográficas - Agregação de avistamentos de mamíferos silvestres

- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Mamíferos silvestres | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| Baixo | Agricultura |
| Médio | Área Não Vegetada |
| Alto | Corpos D'água |
| Muito Alto | |

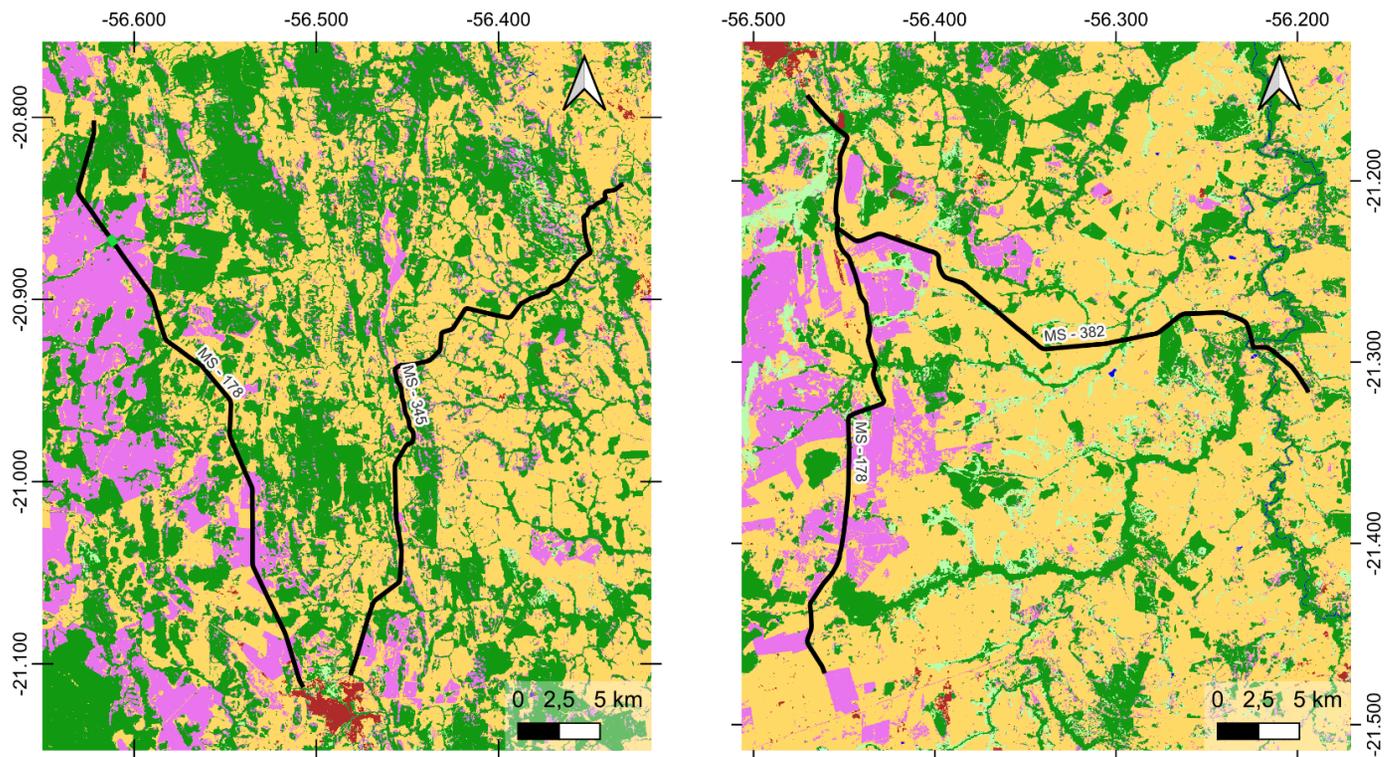
Figura 24 - Mapa de agregações de avistamentos de mamíferos silvestres registrados em Bonito/MS



Convenções Cartográficas - Agregação de avistamentos de aves silvestres

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Aves silvestres | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| Baixo | Agricultura |
| Médio | Área Não Vegetada |
| Alto | Corpos D'água |
| Muito Alto | |

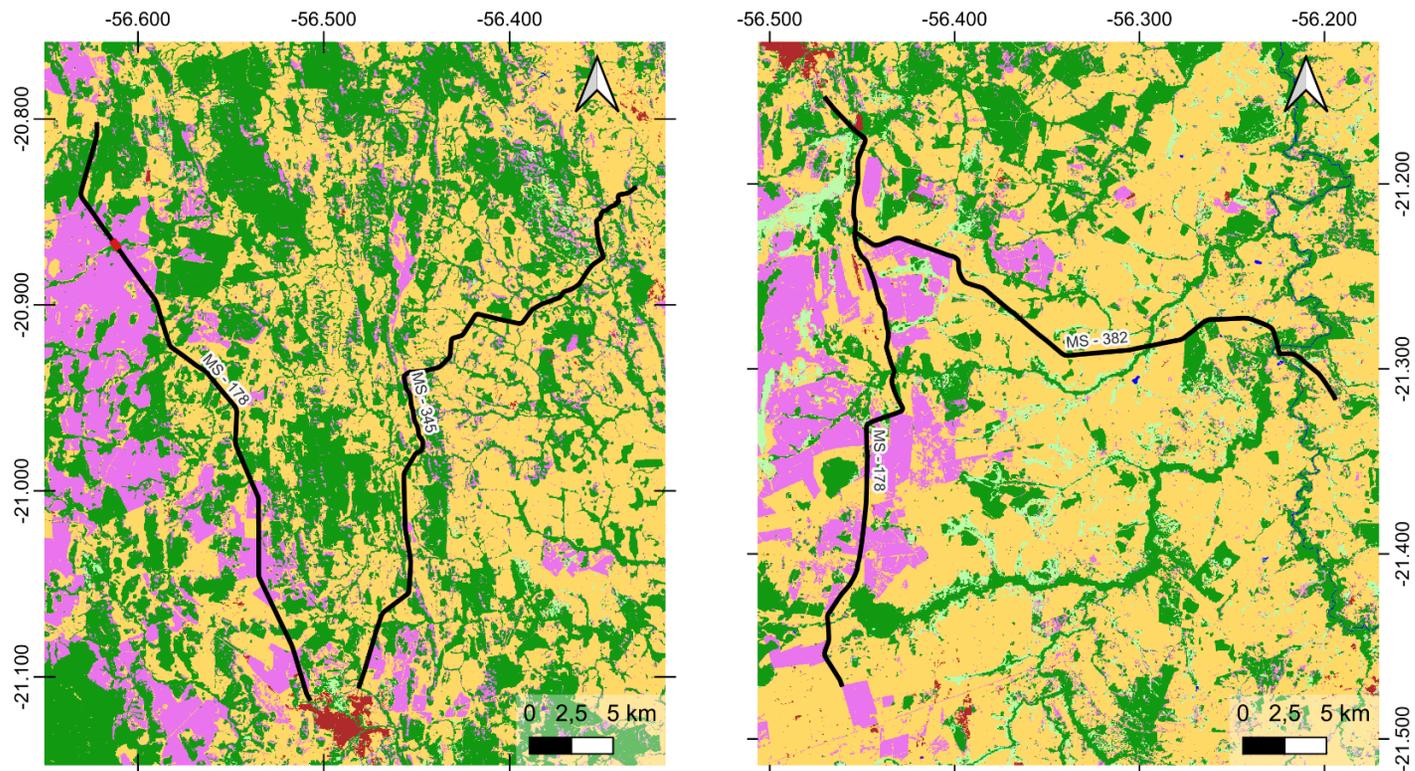
Figura 25 - Mapa de agregações de avistamentos de aves silvestres registradas em Bonito/MS



Convenções Cartográficas - Agregação de avistamentos de espécies ameaçadas

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Espécies ameaçadas | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| Baixo | Agricultura |
| Médio | Área Não Vegetada |
| Alto | Corpos D'água |
| Muito Alto | |

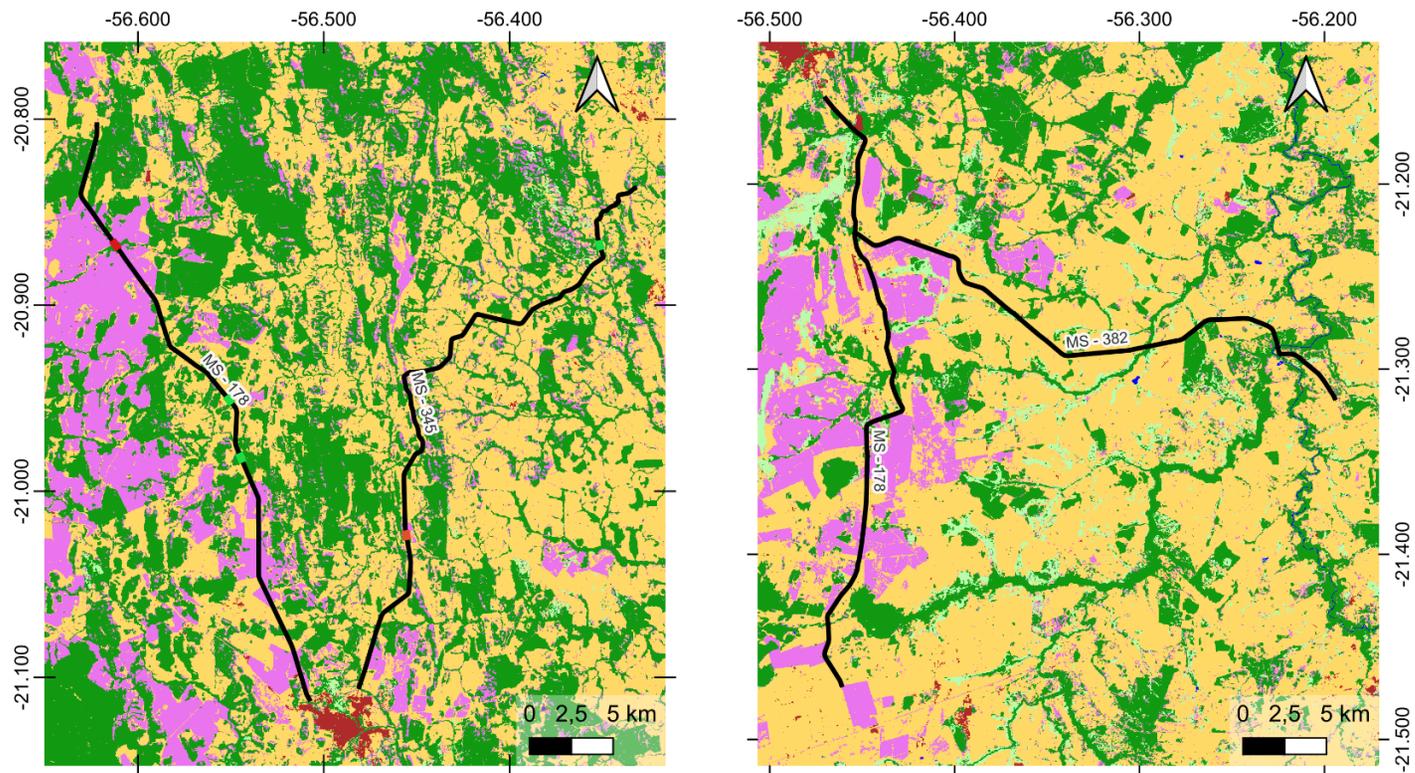
Figura 26 - Mapa de agregações de avistamentos de espécies ameaçadas registradas em Bonito/MS



Convenções Cartográficas - Agregação de avistamentos de espécies arborícolas

- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Espécies arborícolas | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| Baixo | Agricultura |
| Médio | Área Não Vegetada |
| Alto | Corpos D'água |
| Muito Alto | |

Figura 27 - Mapa de agregações de avistamentos espécies arborícolas registradas em Bonito/MS.



Convenções Cartográficas - Agregação de avistamentos de espécies domésticas

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| Rodovias | Formação Florestal |
| Clusters - Espécies domésticas | Formação Não Florestal |
| Muito Baixo | Pastagem |
| Baixo | Agricultura |
| Médio | Área Não Vegetada |
| Alto | Corpos D'água |
| Muito Alto | |

Figura 28 - Mapa de agregações de avistamentos espécies domésticas registradas em Bonito/MS.

4.7 – Sazonalidade

4.7.1 – Sazonalidade e atropelamentos

No período chuvoso (dezembro a março) foram registrados 265 atropelamentos de animais silvestres e domésticos ($t= 0.008$; 57.2%), e 198 ($t= 0.006$; 42,8%) registros de atropelamentos no período seco (abril a julho). Os resultados obtidos ($W= 1$; $p= 0.054$; IC: 95%) revelaram uma tendência de diferença entre as duas condições. Este valor de p indica que, enquanto há uma leve evidência de que a sazonalidade pode influenciar a ocorrência de atropelamentos. O mesmo ocorreu para atropelamento de herpetofauna (répteis e anfíbios), onde há correlação positiva no aumento dos atropelamentos desses animais no período chuvoso ou úmido.

Tabela 14 - Resultados da análise de Mann-Whitney para a relação da sazonalidade e atropelamentos, em negrito destacam-se os resultados positivos.

Categoria	Resultados
Todos os atropelamentos	(p)= 0.054
Mamíferos silvestres	(p)= 0.653
Aves silvestres	(p)= 0.485
Herpetofauna	(p)= 0.029
Espécies domésticas	(p)= 0.882

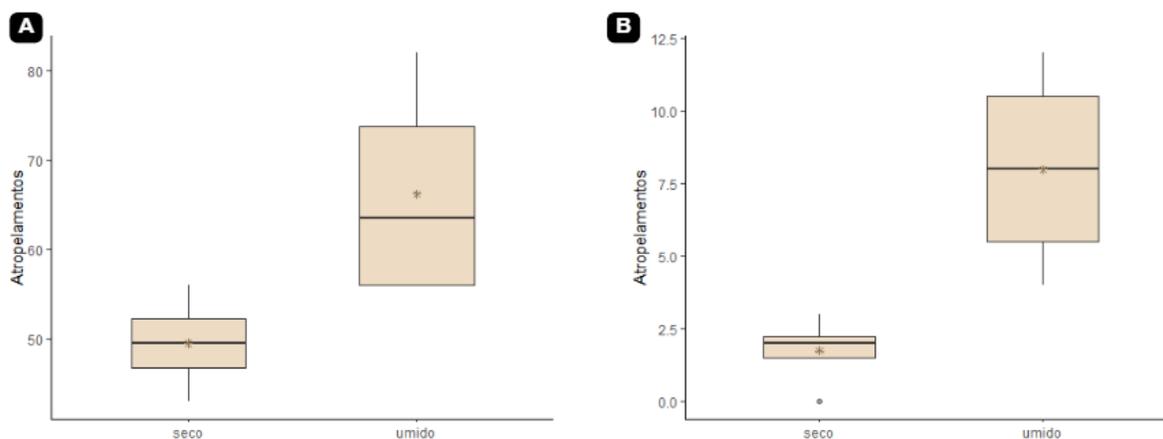


Figura 29 - (A) Relação da sazonalidade com todos os atropelamentos; (B) Relação da sazonalidade com atropelamento de herpetofauna. Elaboração: Amanda Messias

4.7.2 – Sazonalidade e avistamentos

A maior frequência de avistamentos ocorreu no período chuvoso, cerca de 111 indivíduos avistados (52,9%), enquanto no período seco foram identificados 99 indivíduos por avistamento (47,1%), no entanto, os resultados estatísticos obtidos ($W = 12$; $p = 0.3429$; IC = 95%) para a comparação da frequência de avistamentos de animais entre os períodos, indicam que não há evidências significativas na diferença na distribuição, ou seja, a frequência dos avistamentos de animais não parece ser influenciada de maneira significativa pelos períodos climáticos, sugerindo que os avistamentos são distribuídos de maneira similar tanto no período seco quanto no chuvoso.

Tabela 15 - Resultados da análise de Mann-Whitney para a relação da sazonalidade e avistamentos, em negrito destaca-se o resultado positivo.

Categoria	Resultados
Todos os atropelamentos	(p)= 0.342
Mamíferos silvestres	(p)= 0.885
Aves silvestres	(p)= 0.110
Herpetofauna	(p)= 0.066
Espécies domésticas	(p)= 0.053

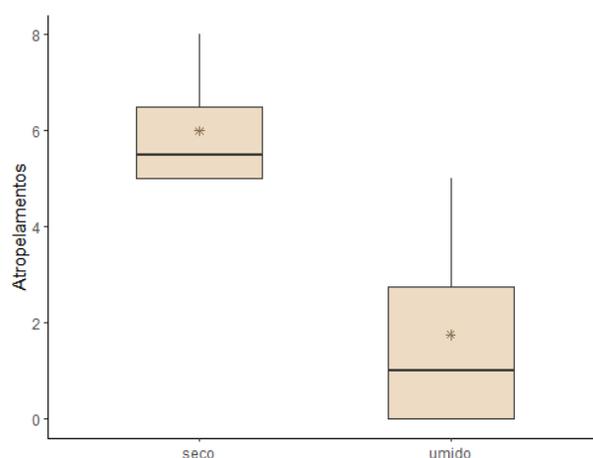


Figura 30 - Relação da sazonalidade com todos os avistamentos de animais domésticos

4.8 – Passagens inferiores (PI)

Neste estudo, foram identificadas 40 passagens inferiores (PI), das quais 19 são pontes fluviais, 11 são passagens do tipo caixa seca (*cattle box*), majoritariamente do tipo Bueiros Celulares Simples de Concreto (BSCC) de de em média 2x2 metros de dimensão e 10 são drenagens fluvio pluviais do tipo Bueiro Simples Tubulares de Concreto (BSTC) de diversas dimensões. Entre os trechos monitorados, a MS-345 destaca-se com 21 estruturas, sendo a rodovia com a maior quantidade de PIFs e uma distância média de 1,7 quilômetros entre elas. Em seguida, a MS-178-S apresenta sete passagens inferiores, com uma distância média de 4,6 quilômetros entre elas. A MS-178-N possui seis passagens inferiores, com uma distância média de 3,8 quilômetros, e a MS-382 tem seis passagens inferiores, com uma distância média de 2,1 quilômetros entre elas (Tabela 16).



Figura 31 - Tipos de passagens inferiores presentes nas rodovias amostradas: (A) Ponte sobre córrego, MS-345; (B) BSCC, MS-178-N; (C) BTCC, MS-345. Fotos: Amanda Messias.

Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-345 - Bonito/MS

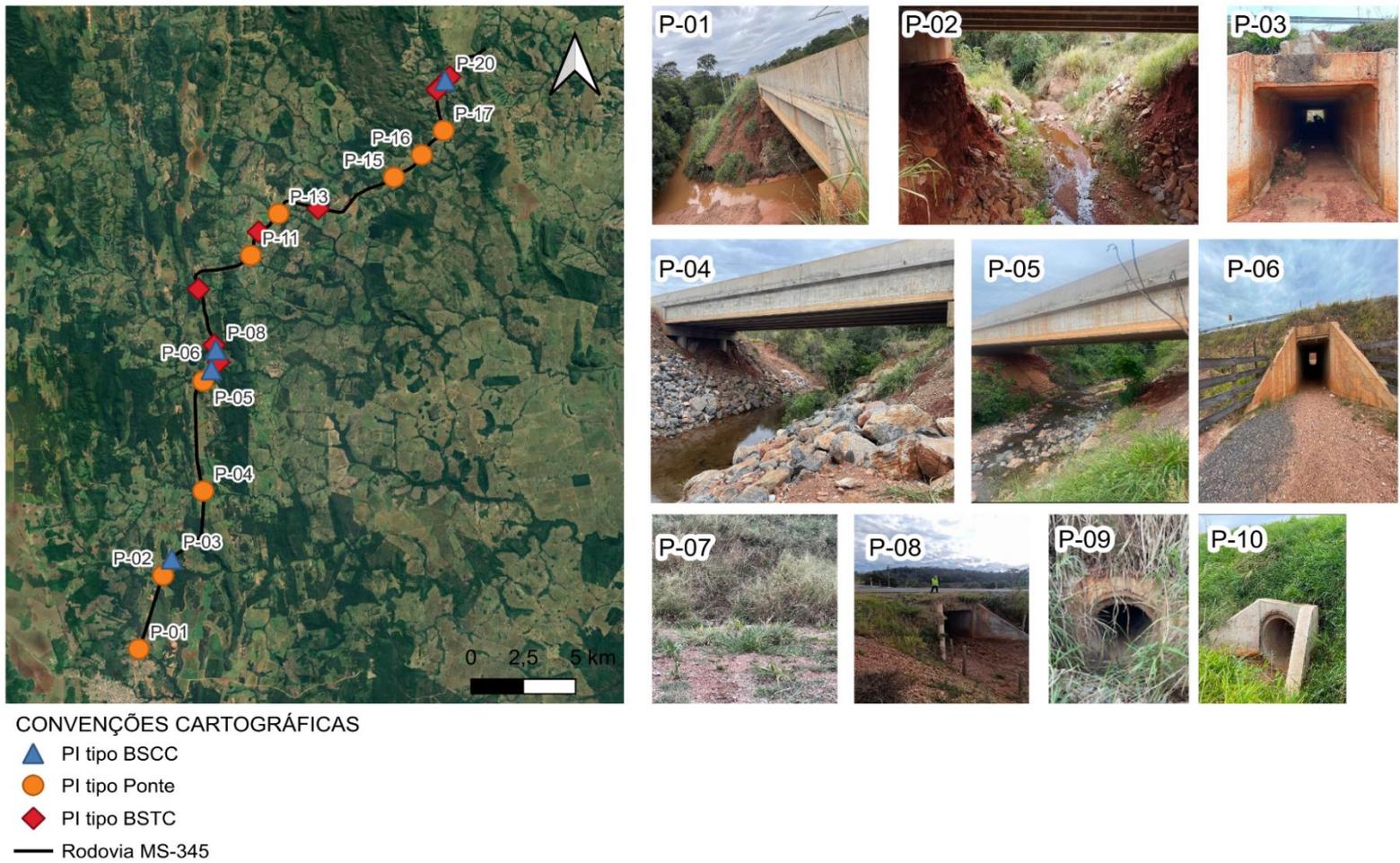


Figura 32 - Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-345 em Bonito/MS - P-01 a P-10

Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-345 - Bonito/MS

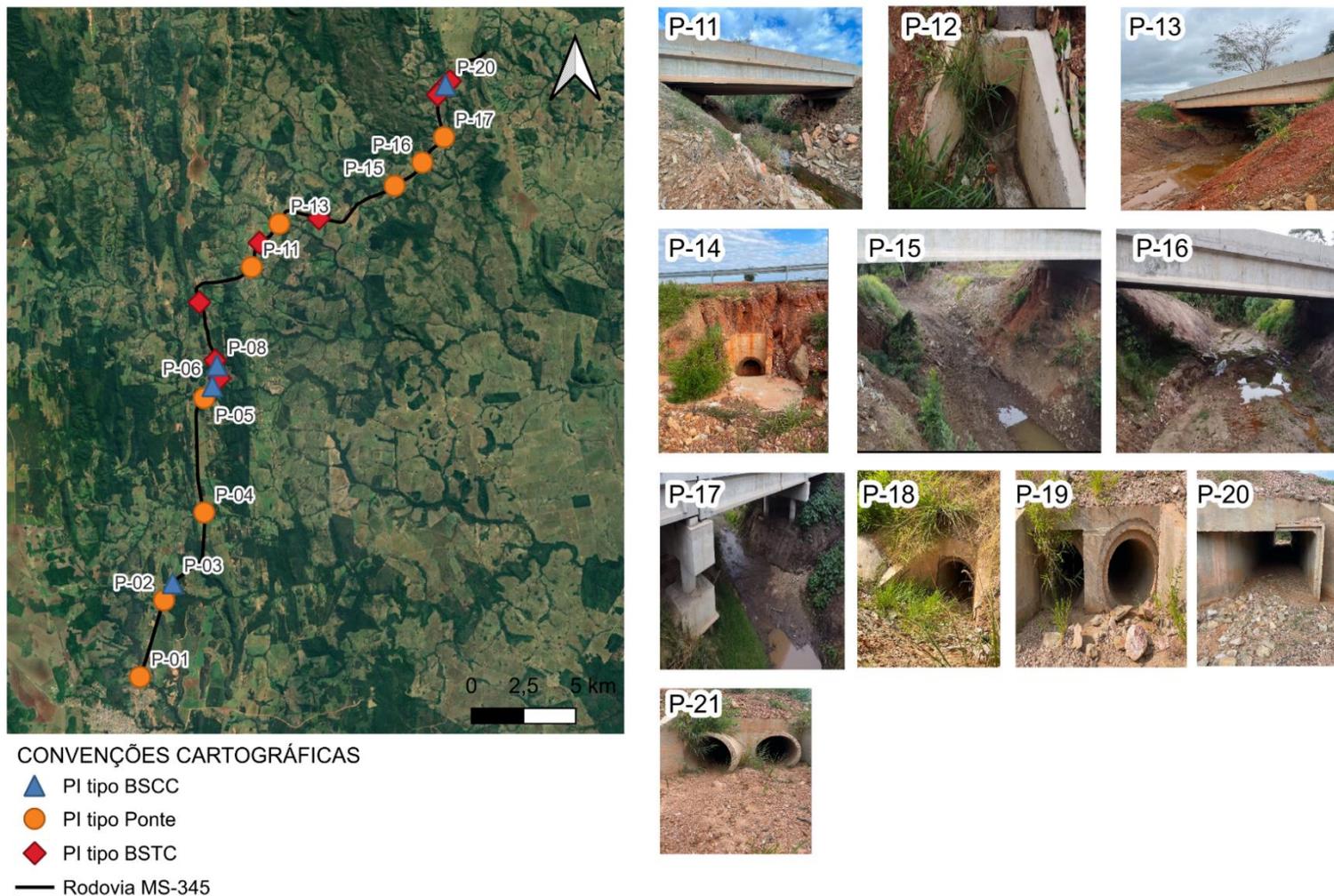
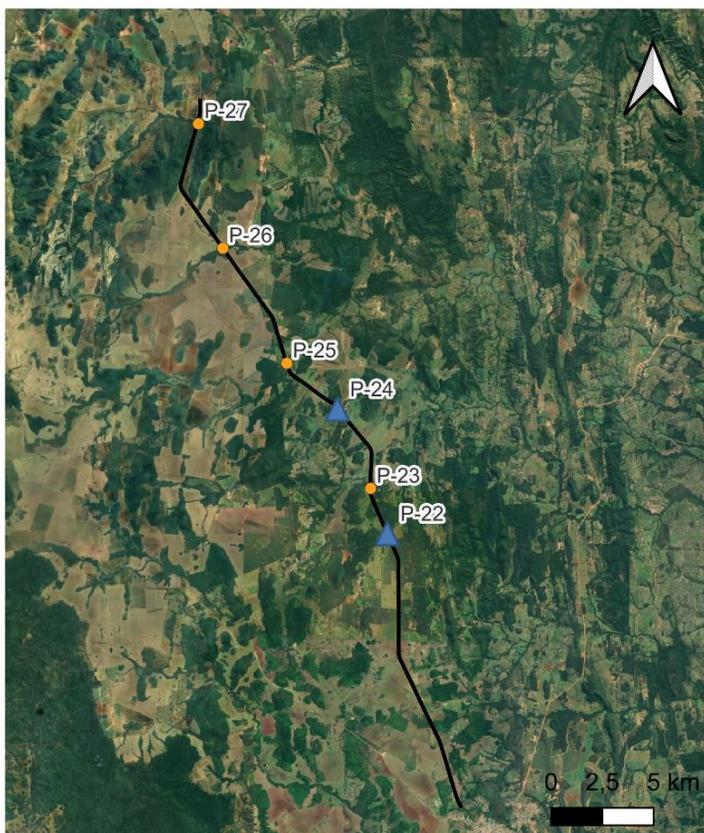


Figura 33 - Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-345 em Bonito/MS - P-11 a P-21

Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-178 trecho norte - Bonito/MS



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

▲ PI tipo BSCC

● PI Pontes

— Rodovia 178 - Trecho norte

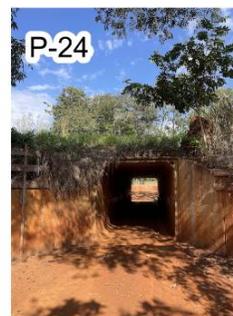


Figura 34 - Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-178 trecho norte em Bonito/MS - P-22 a P-27

Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-178 trecho sul - Bonito/MS

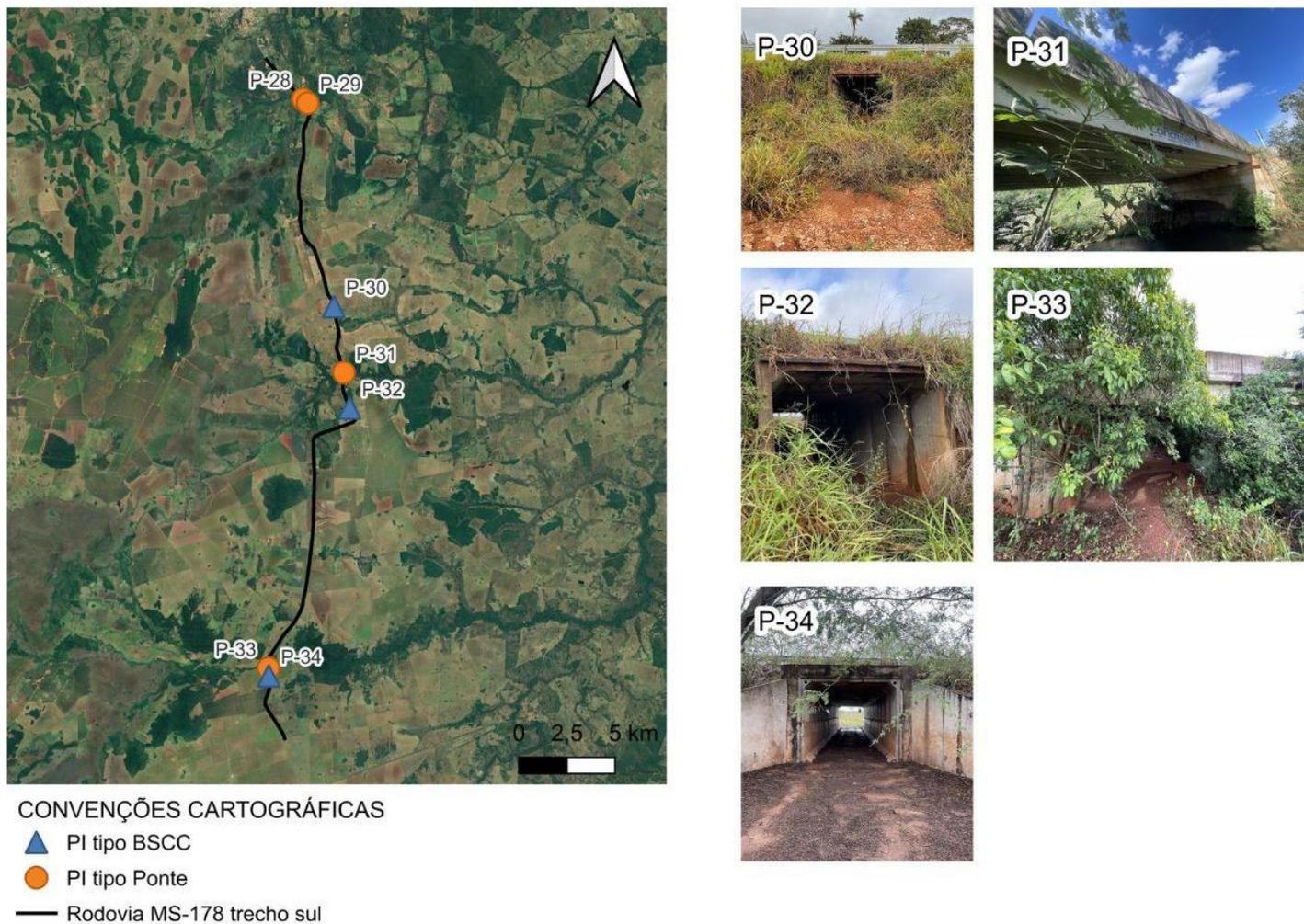


Figura 35 - Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-178 trecho sul em Bonito/MS - P-27 a P-34

Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-382 - Bonito/MS

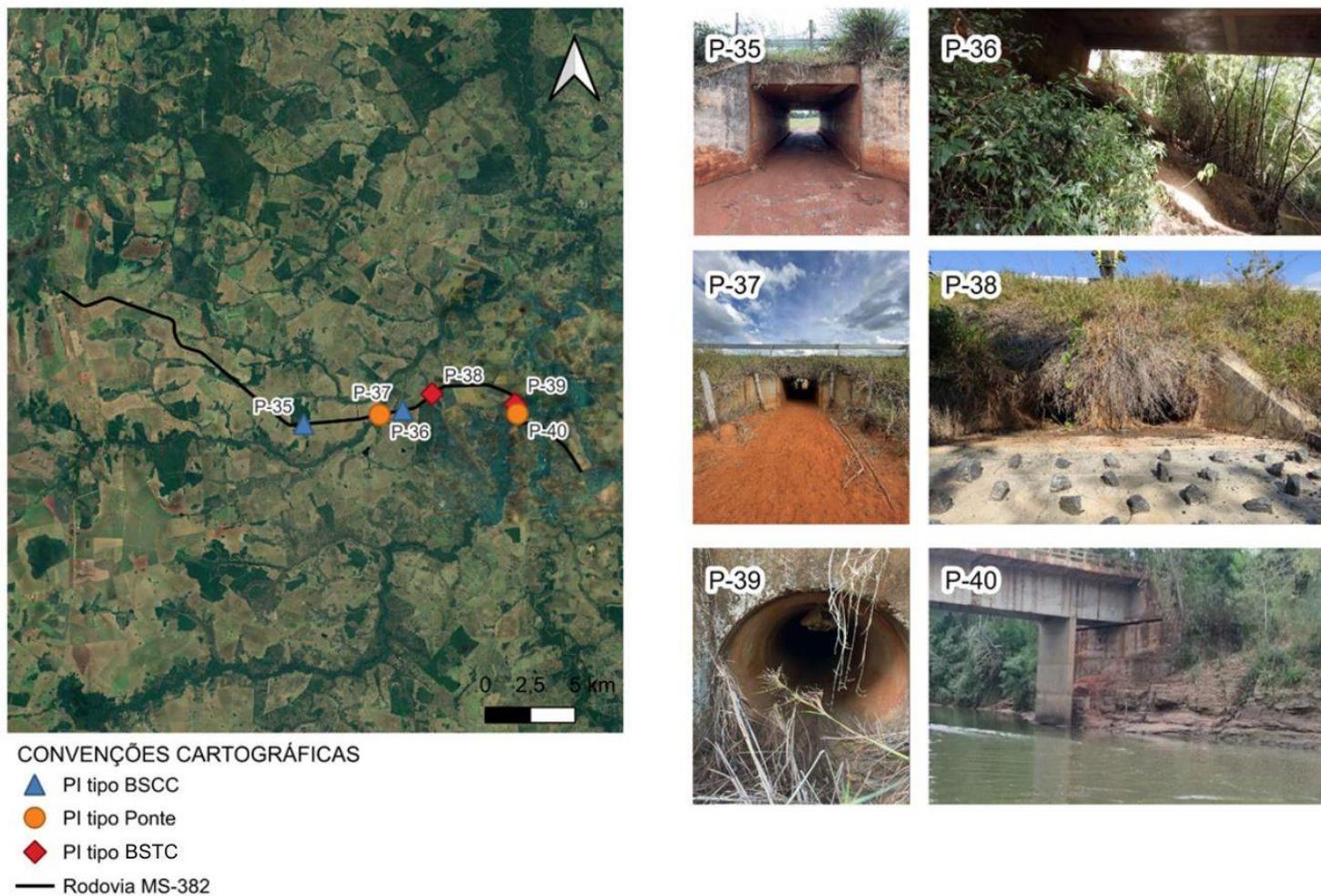


Figura 36 - Mapa de localização das passagens inferiores (PIs) da rodovia MS-345 em Bonito/MS - P-35 a P-40

Tabela 16 - Identificações, distâncias, tipo, estrutura da paisagem e presença/ausência de corpo d'água nas passagens inferiores.

PI	Distância entre PIs (km ²)	Coordenadas		Tipo	Corpo d'água - 50m
		Latitude	Longitude		
P-01	P-01 - P-02 (4 km)	-21,10517	-56,48104	Ponte	sim
P-02	P-02 - P-03 (0,9 km)	-21,07224	-56,47066	Ponte	sim
P-03	P-03 - P-04 (3,8 km)	-21,06486	-56,46696	BSCC	não
P-04	P-04 - P-05 (5,7 km)	-21,03452	-21,03452	Ponte	sim
P-05	P-05 - P-06 (0,6 km)	-20,98543	-56,45342	Ponte	sim
P-06	P-06 - P-07 (0,4 km)	-20,98028	-56,44984	BSCC	não
P-07	P-07 - P-08 (0,6 km)	-20,97687	-56,44683	BSTC	não
P-08	P-08 - P-09 (0,2 km)	-20,97134	-56,4479	BSCC	não
P-09	P-09 - P-10 (3 km)	-20,96925	-56,44868	BSTC	não
P-10	P-10 - P-11 (2,8 km)	-20,94429	-56,45542	BSTC	não
P-11	P-11 - P-12 (1,3 km)	-20,92913	-56,43294	Ponte	sim
P-12	P-12 - P-13 (1,3 km)	-20,91866	-56,42958	BSTC	não
P-13	P-13 - P-14 (1,7 km)	-20,91051	-56,42106	Ponte	sim
P-14	P-14 - P-15 (3,6 km)	-20,90822	-56,40402	BSTC	não
P-15	P-15 - P-16 (1,7 km)	-20,89421	-56,37146	Ponte	sim
P-16	P-16 - P-17 (1,6 km)	-20,88422	-56,35953	Ponte	sim
P-17	P-17 - P-18 (2,1 km)	-20,87332	-56,35016	Ponte	sim
P-18	P-18 - P-19 (0,2 km)	-20,85514	-56,35291	BSTC	não
P-19	P-19 - P-20 (0,3 km)	-20,85359	-56,35178	BSTC	não
P-20	P-20 - P-21 (0,2 km)	-20,85092	-56,3495	BSCC	não
P-21	-	-20,84929	-56,3476	BSTC	não

PI	Distância entre PIs (km²)	Coordenadas		Tipo	Corpo d'água - 50m
		Latitude	Longitude		
P-22	P-22 - P-23 (2,4 km)	-20,99246	-56,53997	BSCC	não
P-23	P-23 - P-24 (4,3 km)	-20,97268	-56,54723	Ponte	sim
P-24	P-24 - P-25 (3,2 km)	-20,93797	-56,56183	BSCC	não
P-25	P-25 - P-26 (6,5 km)	-20,91794	-56,58397	Ponte	sim
P-26	P-26 - P-27 (6,4 km)	-20,8676	-56,61201	Ponte	sim
P-27	-	-20,81314	-56,6227	Ponte	não
P-28	P-28 - P-29 (0,3 km)	-21,17218	-56,45258	Ponte	sim
P-29	P-29 - P-30 (11,1 km)	-21,17412	-56,4503	Ponte	sim
P-30	P-30 - P-31 (3,6 km)	-21,26904	-56,43811	BSCC	não
P-31	P-31 - P-32 (1,9 km)	-21,2999	-56,43338	Ponte	sim
P-32	P-32 - P-33 (14,6 km)	-21,31636	-56,43068	BSCC	não
P-33	P-33 - P-34 (0,4 km)	-21,43776	-56,46865	Ponte	sim
P-34	-	-21,44131	-56,46853	BSCC	não
P-35	P-35 - P-36 (3,8 km)	-21,29218	-56,33298	BSCC	não
P-36	P-36 - P-37 (1,2 km)	-21,2875	-56,29498	Ponte	sim
P-37	P-37 - P-38 (1,9 km)	-21,2852	-56,28344	BSCC	não
P-38	P-38 - P-39 (5,2 km)	-21,27713	-56,26881	BSTC	não
P-39	P-39 - P-40 (0,5 km)	-21,28229	-56,22716	BSTC	não
P-40	-	-21,28704	-56,22597	Ponte	sim

4.8.1 – Passagens de fauna e agregações de atropelamentos e avistamentos de mamíferos silvestres

A análise de distância euclidiana entre pontos identificou clusters de diferentes categorias de agregação de atropelamentos de mamíferos silvestres distribuídos a distâncias variadas das passagens. Por exemplo, os clusters de categoria muito baixa e baixa (120, 112, 117, 103 e 102) estão distantes entre 1.014 metros 2.164 metros das passagens mais próximas. Em contraste, clusters com categorias médias (104, 106, 109, 110, 111, 115, 116 e 119) e altas (105, 107 e 108) estão distantes entre 11 metros 3.848 metros das passagens mais próximas. O cluster 118 de criticidade muito alto está 692 metros da passagem P-26 (Ponte) (Tabela 17).

Tabela 17 - Identificações e distâncias entre estrutura da paisagem inferiores e agregações de atropelamentos mamíferos silvestres.

ID Clus	Categoria	PIF	Distância (m)	Tipo
120	Muito Baixo	P-22	1.176 m	BSCC
112	Baixo	P-22	2.164 m	BSCC
111	Médio	P-22	3.848 m	BSCC
115	Médio	P-23	524 m	Ponte
116	Médio	P-25	154 m	Ponte
117	Baixo	P-26	1.319 m	Ponte
118	Muito Alto	P-26	692 m	Ponte
119	Médio	P-27	3.390 m	Ponte
103	Baixo	P-28	1.014 m	Ponte
102	Baixo	P-28	1.888 m	Ponte
104	Médio	P-29	1.009 m	Ponte

ID Clus	Categoria	PIF	Distância (m)	Tipo
106	Médio	P-34	694 m	BSCC
105	Alto	P-34	2.148 m	BSCC
108	Alto	P-35	1.888 m	BSCC
109	Médio	P-36	44 m	Ponte
110	Médio	P-37	11 m	BSCC
107	Alto	P-39	2.049 m	Ponte

Distância entre passagens inferiores e agregações de atropelamentos de mamíferos silvestres

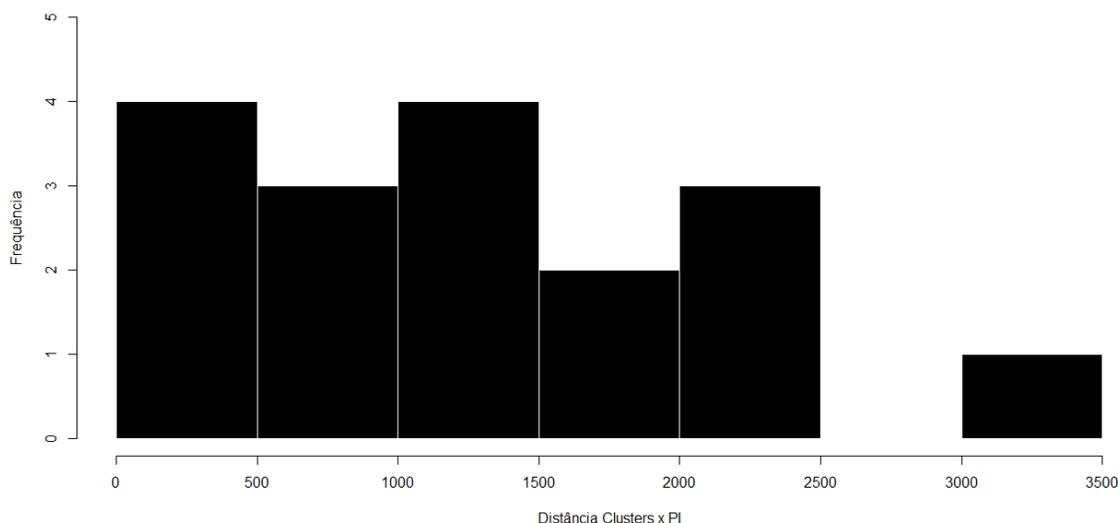


Figura 37 - Histograma de distâncias entre passagens inferiores e agregações de atropelamento de mamíferos silvestres

Embora os eventos de avistamento de mamíferos silvestres tenha formado apenas três pontos de agregação de duas categorias diferentes, “muito baixo” e médio, a distância entre os *hotspots* e as passagens de fauna mais próximas variou entre 2 metros 499 metros (Tabela 18).

Tabela 18 - Identificações e distâncias entre estrutura da paisagem inferiores e agregações de avistamentos mamíferos silvestres.

ID Cluster	Categoria do Cluster	PIF	Distância entre clusters e passagens (m)	Tipo
MS-178-N				
76	Muito Baixo	P-23	43 m	Ponte

ID Cluster	Categoria do Cluster	PIF	Distância entre clusters e passagens (m)	Tipo
77	Médio	P-26	2 m	Ponte
MS-345				
75	Muito Baixo	P-37	499 m	BSCC

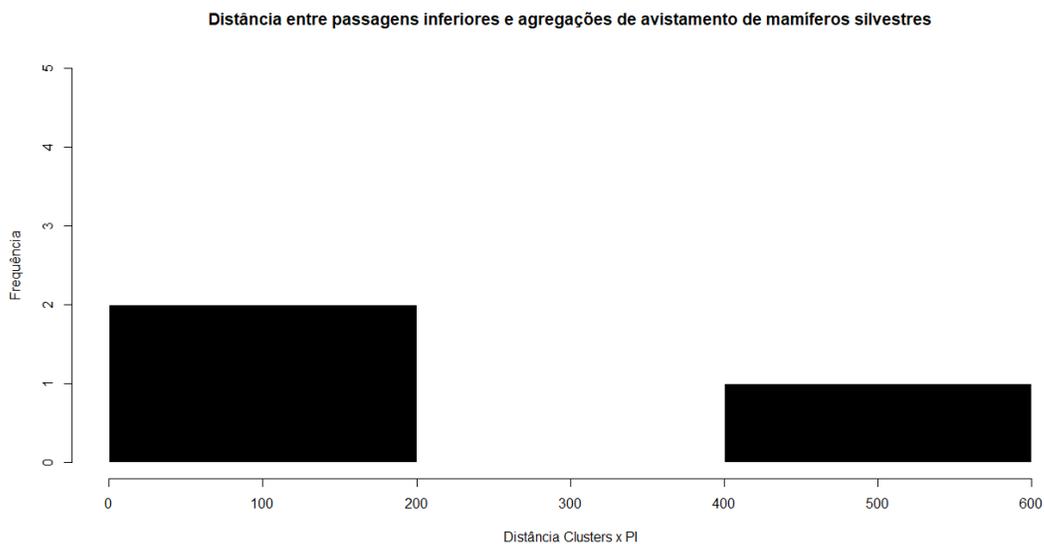


Figura 38 - Histograma de distâncias entre passagens inferiores e agregações de avistamento de mamíferos silvestres

4.9 – Amostras biológicas

Durante o este estudo, foram coletados seis amostras biológicas de carcaças de anta, que estão armazenadas e irão ser destinadas a Iniciativa Nacional de Conservação da Anta Brasileira (INCAB). Ademais, o indivíduo de gato-palheiro foi registrado, recolhido e será destinado a Coleção Zoológica da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, bem como, os indivíduos de morcegos *Natalus macrourus* que foi destinado a Coleção Zoológica da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

5. DISCUSSÃO

As colisões veiculares com fauna são consideradas um importante fator de perda da biodiversidade, principalmente em regiões tropicais (Abra *et al.*, 2021). Nesse estudo foi possível observar a sazonalidade como condicionante às colisões veiculares com fauna. Por outro ponto, em estudos como Ribeiro *et al.*, 2022, é possível observar o volume de tráfego como um fator atenuante aos atropelamentos, entretanto, neste trabalho não foi possível obter acesso aos dados atualizados sobre a densidade do tráfego dos diferentes trechos, desta forma, não foi incluído nas análises, contudo, durante o monitoramento, foi visível notar um fluxo de veículos maior nas rodovias MS-178-N e MS-382 e as rodovias MS-178-S e MS-345 com fluxo mais baixo, sendo a última com um aumento gradual após a finalização da pavimentação completa da rodovia em abril de 2024. Estas observações condizem com as diferentes taxas de indivíduos vitimados por rodovia e por mês.

Embora os registros de atropelamento de fauna serem uma forte evidência da perda individual de diferentes espécies, é importante ressaltar que nem todos os atropelamentos são registrados (Abra *et al.*, 2021), uma das causas para subnotificação é a impossibilidade de detectar e registrar carcaças num estado avançado de decomposição, e muito menos as carcaças de animais que foram atropelados, mas morreram fora da rodovia (Huijser *et al.*, 2006). Espécies como o tamanduá-bandeira (*M. tridactyla*) podem afastar-se em até 100 metros da rodovia após serem atropelados (Ascensão e Desbiez, 2022), para mais, a atuação de espécies necrófragas, como urubus e carcarás, podem contribuir para a retirada de carcaças de pequenos animais da rodovia. Durante o monitoramento, a equipe identificou carcarás e urubus alimentando-se de diversas carcaças de cachorros-do-mato, tatus e de outros animais.

Na região de estudo há também a remoção de carcaças por usuários das rodovias por diversas motivações, dentre elas a ciência da atração de outros

animais pela exposição de animais mortos. Em alguns casos existe o interesse específico na remoção de carcaças de determinadas espécies, como por exemplo de felinos silvestres, por conta do comércio de pele ou coleção de partes destes animais (Abra *et al.*, 2021). Além destes casos, há também a remoção e o carneamento de espécies como tatus, seriemas e até antas para consumo alimentar, haja vista que são animais muito apreciados na região (Miranda e Alencar, 2007). Em campo, nossa equipe identificou carcaças carneadas e com ossos removidos, episódios esses que se tornaram notícias no Portal Campo Grande News, veículo de comunicação do estado.

Embora 78 espécies tenham sido identificadas, sendo 73 espécies silvestres e cinco domésticas, as taxas de atropelamento foram maiores em poucas espécies. Situação semelhante foi descrita em outros trabalhos como o de Casella *et al.*, 2006, no qual ocorreu em Aquiauíana/MS, também identificou as espécies de mamíferos silvestres como cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*) e tamandua-bandeira (*Myrmecophaga trydactyla*) como as espécies mais atropeladas. Das 19 espécies levantadas no trabalho, 11 foram também identificadas neste presente estudo. As espécies mais atropeladas são geralmente generalistas, localmente abundantes, com grande capacidade de deslocamento e/ou aquelas que são atraídas pelos recursos ou características ambientais favoráveis nas estradas (Forman *et al.* 2003; Coelho *et al.* 2008; Grilo *et al.* 2009; Hartmann *et al.* 2012).

Euphractus sexcinctus é um animal de baixa visão, que se mantém ativo no período diurno, e ocasionalmente no período noturno. É uma espécie onívora que possui uma dieta variada, no qual inclui matérias vegetais, invertebrados, pequenos vertebrados e carniça. O cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) foi a segunda espécie com o maior número de registros. Diversos estudos citam a grande mortalidade de *Cerdocyon thous* por colisão veiculares (Ascensão *et al.*, 2017; Abra *et al.*, 2021; Santos Neta *et al.*, 2022), o que é explicado pelo fato de que os

cachorros-do-mato são animais que apresentam grande agilidade e uma ampla área de vida (Santos Neta *et al.*, 2022), possibilitando seu deslocamento por grandes distâncias à procura de alimento. Além disso, são predadores oportunistas e generalistas, se movem intensamente ao longo de rodovias, procurando, presas ou outros animais mortos por atropelamento.

A perda de espécies generalistas é ecologicamente relevante, pois pode prejudicar seriamente as relações ecológicas entre essas espécies e o meio ambiente (Abra *et al.*, 2021). Os tatus, por exemplo, são importantes engenheiros de ecossistemas, as tocas cavadas por esses animais se tornam abrigo para outras espécies (Desbiez e Kluyber, 2013) e além de oferecerem outros serviços ecossistêmicos importantes, como controle de pragas e bioindicadores de contaminantes ambientais (Rodrigues *et al.*, 2020).

A maior parte das espécies de mamíferos registradas na região de estudo é de hábito normalmente noturno, mas muitas delas podem ser diurnas em habitats mais conservados (Casella *et al.*, 2006). 9 espécies vitimadas pelas colisões veiculares, também foram avistadas cruzando as rodovias durante o estudo, como por exemplo o tamanduá-bandeira (*M. tridactyla*) e a anta (*Tapirus terrestris*), no qual existe a preocupação referente a conservação da biodiversidade, não só pela morte individual desses animais, mas também pelo declínio populacional dessas espécies, que se encontram ameaçadas de extinção.

Para além, esses animais também representam uma ameaça à segurança dos usuários das rodovias. O mesmo cerne a respeito das capivaras, no qual foi um dos mamífero silvestre que obteve uma taxa de atropelado significativa nesse estudo, do mesmo modo outras pesquisas também relataram maior frequência de atropelamentos com capivaras (Huijser *et al.*, 2013; Ascensão *et al.*, 2019; Abra *et al.*, 2021; Perão, 2024). Esses roedores são reconhecidos por sua ampla habilidade de se adaptar a diferentes tipos de alimentos e habitats. Por conta do tamanho e peso desses animais e de seus hábitos, as colisões veiculares com esses indivíduos

podem resultar em fatalidades, além de danos materiais (Huijser *et al.*, 2013; Abra *et al.*, 2021; Perão, 2024).

Embora apenas um indivíduo tenha sido registrado nos eventos de atropelamento, o gato-palheiro (*Leopardus colocolo*) é considerada uma espécie é incomum ou rara na maior parte de sua distribuição, ocorre em baixa densidade em biomas como Cerrado e Pantanal, estima-se que nesses biomas a população efetiva da espécie seja entre 1.117 a 5.887 indivíduos (Queirolo *et al.*, 2013). Atropelamentos são também uma ameaça importante para *L. colocolo* e, considerando a raridade da espécie no Brasil, a mortalidade por esta causa pode representar um grande impacto em algumas subpopulações do país (Queirolo *et al.*, 2013).

As aves representaram o segundo grupo com taxas significativas, mais vitimizado pelas colisões veiculares e também o segundo grupo mais avistado cruzando as rodovias durante o estudo. Resultados esses, semelhantes a estudos feitos no cerrado e outros biomas, representaram um dos maiores números de indivíduos atropelados (Fraga, 2018; Braz e França, 2016, Barger e Rosa, 2012). Muitos fatores atuam na taxa de atropelamento das aves, como as características da rodovia, a capacidade de reconhecer e evitar carros (Husby e Husby, 2014), a presença de poleiros atraentes nas margens da rodovia (Clevenger *et al.* 2003), o forrageamento de sementes (Parris e Schineider, 2009) e a presença de carcaças que atraem aves carniceiras (Antworth *et al.*, 2005)

Estudos como Carvalho (2014), Fisher *et al.*, (2018), e Miranda *et al.*, (2021) também identificaram as seriemas (*Cariama cristata*) como uma das espécies com as maiores taxas de atropelamento. Durante o monitoramento foi possível avistar diversos indivíduos margeando e cruzando os trechos amostrados. O hábito terrestre das seriemas parece ser fatal em torno de rodovias. Uma vez nas estradas, esta espécie normalmente corre até 25 km/h para escapar de um veículo antes de começar a voar (Fisher *et al.*, 2018). Da mesma forma, ema (*Rhea americana*),

codorna-amarela (*Nothura maculosa*), inhambu-chororó (*Crypturellus parvirostris*), e jacupemba (*Penelope superciliaris*), também são vulneráveis ao tráfego rodoviário.

O fato das rodovias amostradas no presente estudo serem estreitas (compostas por duas faixas de rodagem) contribui para que as aves tentem atravessar a rodovia quando em fuga, ao invés de fugir na direção inversa, contribuindo para o alto número de atropelamentos desse grupo (Husby e Husby, 2014). Vale a pena ressaltar que os impactos às aves vão além dos atropelamentos. As aves são afetadas pelo ruído dos veículos, podendo apresentar alterações na vocalização, na composição e distribuição das espécies, além de menor densidade de ninhos nas áreas próximas às rodovias, demonstrando claramente impactos negativos na reprodução (Halfwek et al, 2011; Parris e Schineider, 2009; Jaeger et al., 2005).

Apesar de não serem o grupo com maior abundância de atropelamentos neste estudo, os anfíbios e répteis podem estar sofrendo diminuição da riqueza (Houlahan e Findlay, 2000). A frequência com que esses animais são registrados em eventos de atropelamentos, bem como avistamento nas rodovias, abordam questões de grande importância e podem representar uma séria ameaça à conservação das espécies (Secco et al., 2014). Os atropelamentos de répteis são geralmente relacionados ao uso de micro-habitat terrestre (Maschio et al., 2016) à necessidade de termorregulação (Mesquita et al. 2013, Meek, 2009, Rudolph et al. 1999, Adolph e Porter, 1993, Bernardino e Dalrymple 1992), ao forrageamento (Meek, 2009), à dispersão sazonal (Roe et al., 2006; Bernardino e Dalrymple 1992) e à intensidade do tráfego (Maschio et al., 2016). Para algumas espécies, a presença de rodovias pode ser fator determinante na mortalidade de indivíduos e na redução da abundância local (Meek, 2009).

A presença de animais domésticos nas rodovias, como identificados neste estudo, pode estar associada à proximidade de áreas habitadas ou à atração por

fontes de alimento, como carcaças de animais atropelados, lixo descartado às margens das rodovias e grãos, como soja e milho durante o período de colheita. Além disso, o abandono de animais domésticos ou o comportamento desses animais de seguir seus tutores até as rodovias são fatores adicionais que podem contribuir para a mortalidade por atropelamento. Carnívoros domésticos são uma ameaça adicional à fauna silvestre, e as rodovias funcionam como corredores de dispersão para esses organismos (Dornas *et. al.*, 2012). Em relação aos padrões temporais dos avistamentos de animais domésticos há uma leve diferença entre os períodos secos e úmidos da área de estudo. Entre os meses do ano, aparenta haver uma predominância das ocorrências entre os meses de abril e maio. Cabe destacar que não foi possível obter o volume mensal que veículos e do período exato do escoamento da soja na área estudada, porém, conforme observações feitas em campo, acreditamos que pode existir uma relação entre tráfego de veículos somada ao período da soja com a dinâmica dos atropelamentos de animais domésticos.

Apesar de que muitos estudos não registrem o número de avistamentos de animais cruzando ou margeando as rodovias, esses registros são importantes para identificar o hábito, áreas de ocorrência e padrões no uso do habitat, que muitas vezes podem despercebidos somente com os dados oriundos de eventos de atropelamentos. Esses registros ajudam podem contribuir na tomada de decisões para a implantação de medidas de mitigação.

Embora neste estudo não houvesse registros de macacos-prego (*Sapajus cay*) vitimados pelas colisões veiculares, essa espécie foi a que obteve o maior número de avistamentos cruzando diferentes pontos dos trechos amostrados. O *S. cay* encontra-se ameaçado de extinção, sendo a destruição do habitat e o aumento da matriz rodoviária uma das maiores ameaças à conservação da espécie (Rímoli *et al.*, 2015). A perda de indivíduos de primatas por atropelamento já vem sendo estudada por diversos programas de monitoramento da fauna atropelada em rodovias brasileiras (Secco *et al.*, 2018). Entretanto, a maioria das espécies são sensíveis à fragmentação e isolamento geográfico, e a perda de poucos indivíduos

por atropelamento podem causar impacto considerável sobre populações reduzidas e possivelmente comprometer a viabilidade destas. Ainda que por tratarem-se de espécies de hábito estritamente arborícola e os registros de atropelamento de primatas tenderem a ser pontuais, é fundamental promover a travessia segura desses indivíduos e a conectividade entre os lados da rodovia. Nos trechos amostrados não foram identificadas passagens superiores ou pontes de dossel. A tensão ecológica para as espécies arborícolas é minimizada com a instalação de dispositivos aéreos que implicam estruturas de dimensões consideráveis (Secco *et al.*, 2014; Faria *et al.*, 2022)

Os registros de atropelamentos nos trechos estudado foram significativamente maiores na estação chuvosa quando analisados para os vertebrados como um todo. Os répteis e anfíbios (herpetofauna) apresentaram maiores taxas de atropelamentos na estação chuvosa, do contrario, para mamíferos e aves as taxas de colisões veiculares não variaram, isso também foi observado em Carvalho *et al.*, (2017). Segundo Rosa *et al.*, (2012), aves e mamíferos de médio e grande porte sofrem menos influência da variação climática do que répteis e anfíbios. Embora não tenhamos encontrado sazonalidade para mamíferos e aves, em geral os meses chuvosos produziram mais atropelamentos e os meses secos menos.

Os dados obtidos sobre frequência turística mensal de Bonito, não foram suficientes para determinar uma correlação entre o fluxo turístico e colisões veiculares com fauna, recomenda-se a realização do monitoramento contínuo de animais silvestres atropelados nos trechos amostrados para a análise e a apreciação de resultados mais robustos, visto neste estudo o período amostral foi relativamente curto, enquanto outros estudos possuem um período amostral de um ano ou mais (Ribeiro e Silva, 2017;).

Não foi possível encontrar padrões da paisagem que expliquem os locais de atropelamento de mamíferos silvestres, embora diversos outros estudos (Clevenger

et al., 2003; Huijser *et al.*, 2013; Barthelmess, 2014; Freitas *et al.*, 2015) encontraram forte associação entre ambientes florestais, pastagens e áreas próximas a cursos d'água com atropelamento de mamíferos silvestres. Outros estudos mostram que os atropelamentos desse grupo estão associados a zonas de agricultura intensiva e que a maior taxa de atropelamento foi de espécies granívoras, o que também pode estar associado aos recursos presentes na rodovia (Fraga, 2018). A identificação das características da paisagem associadas à ocorrência de atropelamentos de vertebrados, principalmente de mamíferos silvestres, pode ajudar a orientar o planejamento e o monitoramento de rodovias, deste modo, cabe uma reavaliação entre dados de atropelamentos deste estudo com as métricas de paisagem.

A identificação dos trechos críticos de atropelamento e avistamento de fauna com intensidade de *cluster* muito alto, alto e médio é uma importante metodologia para auxiliar os gestores rodoviários a identificarem os locais estratégicos da rodovia para implementação de planos de mitigação de atropelamento, visando reduzir a mortalidade de animais e aumentar a segurança viária (Huijser *et al.*, 2013; Abra *et al.*, 2019). Nota-se que a passagem inferior identificada como P-26, na MS-178 trecho norte, encontra-se próxima as agregações das somatórias de eventos de atropelamentos e também de avistamentos, do mesmo modo, para agregações de atropelamento de espécies silvestres, mamíferos silvestres, como também para as agregações de avistamentos de espécies silvestres, mamíferos silvestres, espécies ameaçadas, espécies arborícolas e espécies silvestres.

As passagens inferiores identificadas neste estudo, em sua maioria estavam sujas, com deposição de sedimentos oriundos da pavimentação e reforma das rodovias, em especial na MS-345. Além disso, a vegetação cresceu ao redor de diversos dispositivos e se acumulou, o que também dificultou na busca dessas. Assim, para evitar a obstrução, é necessária a realização de limpeza das passagens com frequência, retirando os resíduos e fazendo o corte da vegetação. Foi observado em campo que, grande parte das passagens inferiores do tipo BSCC

possuem cercamentos rurais, com arames e mourões, o que impossibilita o acesso de mamíferos silvestres de médio e grande porte, e possibilita outra rota de travessia, neste caso, a própria rodovia. Isso é evidenciado através do resultado obtido na análise de distância entre PIs e *clusters*, no qual a passagem P-37, indetificada neste estudo na rodovia MS-382, encontra-se bloqueada por cercas rurais e está distante em apenas 11 metros da agregação de atropelamentos de mamíferos silvestres mais próxima.

O mapeamento e a análise da distância entre as passagens inferiores e as agregações de atropelamentos e avistamentos de mamíferos silvestres, permitiu identificarmos a proximidade em menos de 500 metros de alguns *clusters* com as PIs, o que corrobora com o fato de que não existe uma medida mitigatória 100% efetiva e que nem todas as medidas de mitigação são igualmente efetivas ou eficientes. A efetividade de uma medida mitigatória pode depender da escolha do local correto, da altura e qualidade das cercas, das características das passagens de fauna, acesso, da manutenção das estruturas, entre muitos outros fatores (Saito e Balestieri, 2021; Ribeiro *et al.*, 2023). Por isso, é necessária e importante a implantação de um conjunto de diferentes estruturas de qualidade e sua manutenção, a fim de beneficiar diferentes espécies e grupos faunísticos. De acordo com Clevenger *et al.* (2001), Huijser *et al.* (2007) e Rytwinski *et al.* (2016) as passagens inferiores para a fauna, viadutos vegetados e túneis, com a combinação de cercas que conduzem os animais a utilizarem os dispositivos, reduzem substancialmente as colisões entre veículos em espécies de grande porte em até 83%. Há inúmeras evidências de que vários mamíferos de médio e grande porte que habitam o Mato Grosso do Sul usam passagens existentes (bueiros de drenagem, baias para gado e pontes), incluindo anta, tamanduá-bandeira e capivara (Abra *et al.*, 2019). No entanto, se não houver cercas associadas, o uso dessas passagens existentes ocorre apenas de forma oportunista (Noonan *et al.*, 2021; Ribeiro *et al.*, 2023).

Para cercamentos associados à passagem de fauna ou outra estrutura de travessia inferior de fauna, recomenda-se o mínimo de 500 m de cercamento para cada lado da estrutura (Saito e Balestieri, 2021). É provável que, se estas passagens identificadas no presente estudo estivessem adjuntas ao cercamento e com livre acesso, às agregações de atropelamentos de mamíferos silvestres registradas próximas as PIs poderiam ser reduzidas ou até mesmo não existirem.

6. PROJETO BONITO NÃO ATROPELA

O projeto Bonito Não Atropela é composto por organizações não governamentais e empresas, como o Instituto Libio, ViaFauna, Fundação Neotrópica do Brasil, Ampara Silvestre, Rede ProUC, Bandeiras e Rodovias e, Unidos da Serra da Bodoquena.

As ações desenvolvidas pelo Bonito Não Atropela vão desde posts informativos e didáticos sobre a importância do trânsito seguro para a proteção do motorista e dos animais, a atividades de planejamento estratégico da manutenção e adequação das rodovias para a passagem segura da fauna.

O grupo formado através do Bonito Não Atropela desde 2019 vem se reunindo junto as entidades governamentais em buscas de soluções para minimizar o impacto das rodovias a vida silvestre, bem como, garantir a segurança dos usuários. Uma das atividades desenvolvidas pelo Projeto foi a doação e instalação de cercas em pontos críticos de atropelamento da fauna. O material foi doado pela Belgo Bekaert, empresa siderúrgica, especializada em cercas e arames. O projeto das cercas foi instalado de forma não completa pela Agesul (Agência Estadual de Gestão de Empreendimentos) somente em um trecho curto na rodovia MS-178, próximo as pontes do Rio Formoso e do Formosinho (P-28 e P-29). O restante das cercas doadas ainda permanece disponível para instalação.

O Bonito Não Atropela também elaborou planos de Recomendações Técnicas de Medidas de Mitigação para redução de atropelamento de Fauna para a MS-345, MS-382 e para a Estrada do Turismo, estabelecendo pontos para a implantação e adequação das medidas de mitigação as colisões veiculares com fauna. Além desses, foram formalizados ofícios para a instalação de redutores de velocidades para a MS-178. Porém, muitas dessas solicitações não foram atendidas, bem como, os responsáveis pela gestão das rodovias de acesso a Bonito, mostraram-se desinteressados quanto ao assunto.

O grupo permanece ativo e disposto a desenvolver as medidas propostas junto a Prefeitura Municipal de Bonito e com o Governo do Estado do Mato Grosso do Sul.



Figura 39 - Membros da iniciativa Bonito Não Atropela e Agesul - da esquerda para a direita: Yolanda Prati (Unidos da Serra da Bodoquena), Maurício Forlani (Ampara Silvestre), Pedro Celso (Agesul), Fernanda Abra (ViaFauna) e Guilherme Dalponti (Fundação Neotropical)

7. RECOMENDAÇÕES

7.1 Passagens Inferiores e cercamento

As passagens inferiores devem ser acompanhadas de cercamento específico para a fauna. As cercas são consideradas o meio mais eficaz de restringir o acesso dos animais às rodovias sendo provavelmente a melhor medida de custo-benefício para mitigar a mortalidade da vida silvestre a longo prazo (Huijser *et al.* 2016). Suas duas funções principais compreendem: i) barrar a entrada de animais nas vias e, ii) direcionar os animais até travessias seguras de fauna. Todas as drenagens (adequadas a passagem de fauna), passagens de gado ou pontes devem ser acompanhadas por cercas-guias para encaminhamento dos animais até essas estruturas.



Figura 40 - Desenho conceitual de uma passagem inferior de fauna adaptada para travessia de médios e grandes mamíferos. Fonte: ViaFAUNA.

A cerca recomendada deve ser instalada imediatamente próxima às passagens inferiores numa extensão mínima de 500 metros de cada lado a partir da estrutura.

Conforme recomendado no Plano de Recomendações Técnicas de Medidas de Mitigação para redução de atropelamento de Fauna para a MS-345, proposto pela

Iniciativa Bonito Não Atropela, o design recomendado para o cercamento destas passagens é o da Figura 41 que possuem as seguintes especificações:

- Altura total: entre 1,70 a 2,00 metros;
- Altura das placas de concreto, fibra de vidro ou fibro-cimento: 30 cm (alternativa é grampear o alambrado a 30 cm de profundidade no solo ou fazer a saia perpendicular ao solo com 40 cm como na Figura 42);
- Mourão de concreto com 2,00 metros de altura, cravados diretamente no solo;
- Intervalo entre mourões: 3,00 metros;
- Especificação da tela: fio galvanizado com malha quadrada de 7 cm;
- Espaçamento entre fios de arame: 0,30 m;
- Mourão esticador: a cada 50 m;



Figura 41 - Design recomendado para o cercamento de passagens inferiores nas rodovias de acesso a Bonito. Note que a placa de fibro-cimento pode ser substituída pelo enterramento da cerca em 30 cm ou cerca do tipo saia na base de sua estrutura.



Figura 42 - Exemplo da porção inferior da cerca do tipo saia com 40 cm. Fonte: Belgo Bekaert.

Como mencionado no item 4.7, neste estudo foram identificadas 40 estruturas inferiores, ambas as estruturas e suas eventuais adequações para a fauna estão apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19 - Descrição e recomendações de adequações das 40 estruturas inferiores identificadas nas rodovias de acesso a Bonito, Mato Grosso do Sul.

PIF	Tipo da Estrutura	Coordenadas		Recomendação
		Latitude	Longitude	
MS-345				
P-01	Ponte	-21,10517	-56,48104	Cercamento e aumentar trecho para passagem seca para a fauna
P-02	Ponte	-21,07224	-56,47066	Cercamento e aumentar trecho para passagem seca para a fauna
P-03	BSCC	-21,06486	-56,46696	Cercamento e limpeza interna da estrutura
P-04	Ponte	-21,03452	-21,03452	Cercamento e aumentar trecho para passagem seca para a fauna
P-05	Ponte	-20,98543	-56,45342	Cercamento e aumentar trecho para passagem seca para a fauna
P-06	BSCC	-20,98028	-56,44984	Liberar o acesso (cercas rurais) e cercamento da rodovia
P-07	BSTC	-20,97687	-56,44683	Cercamento e limpeza

PIF	Tipo da Estrutura	Coordenadas		Recomendação
		Latitude	Longitude	
P-08	BSCC	-20,97134	-56,4479	Liberar o acesso (cercas rurais) e cercamento da rodovia
P-09	BSTC	-20,96925	-56,44868	Cercamento e limpeza
P-10	BSTC	-20,94429	-56,45542	Cercamento e limpeza
P-11	Ponte	-20,92913	-56,43294	Cercamento e aumentar trecho para passagem seca para a fauna
P-12	BSTC	-20,91866	-56,42958	Cercamento e limpeza
P-13	Ponte	-20,91051	-56,42106	Cercamento e aumentar trecho para passagem seca para a fauna
P-14	BSTC	-20,90822	-56,40402	Cercamento, desobstrução e limpeza
P-15	Ponte	-20,89421	-56,37146	Cercamento e aumentar trecho para passagem seca para a fauna
P-16	Ponte	-20,88422	-56,35953	Cercamento e aumentar trecho para passagem seca para a fauna
P-17	Ponte	-20,87332	-56,35016	Cercamento
P-18	BSTC	-20,85514	-56,35291	Cercamento e limpeza interna da estrutura
P-19	BSTC	-20,85359	-56,35178	Cercamento e limpeza interna da estrutura
P-20	BSCC	-20,85092	-56,3495	Cercamento
P-21	BSTC	-20,84929	-56,3476	Cercamento
MS-178-N				
P-22	BSCC	-20,99246	-56,53997	Cercamento
P-23	Ponte	-20,97268	-56,54723	Cercamento e limpeza
P-24	BSCC	-20,93797	-56,56183	Liberar o acesso (cercas rurais) e cercamento da rodovia
P-25	Ponte	-20,91794	-56,58397	Cercamento e aumentar trecho para passagem seca para a fauna
P-26	Ponte	-20,8676	-56,61201	Cercamento

PIF	Tipo da Estrutura	Coordenadas		Recomendação
		Latitude	Longitude	
P-27	Ponte	-20,81314	-56,6227	Cercamento
MS-178-S				
P-28	Ponte	-21,17218	-56,45258	Melhorar a estrutura do cercamento
P-29	Ponte	-21,17412	-56,4503	Melhorar a estrutura do cercamento
P-30	BSCC	-21,26904	-56,43811	Cercamento e limpeza
P-31	Ponte	-21,2999	-56,43338	Cercamento e limpeza
P-32	BSCC	-21,31636	-56,43068	Liberar o acesso (cercas rurais) e cercamento da rodovia
P-33	Ponte	-21,43776	-56,46865	Cercamento
P-34	BSCC	-21,44131	-56,46853	Liberar o acesso (cercas rurais) e cercamento da rodovia
MS-382				
P-35	BSCC	-21,29218	-56,33298	Liberar o acesso (cercas rurais) e cercamento da rodovia
P-36	Ponte	-21,2875	-56,29498	Cercamento
P-37	BSCC	-21,2852	-56,28344	Liberar o acesso (cercas rurais) e cercamento da rodovia
P-38	BSTC	-21,27713	-56,26881	Cercamento e limpeza
P-39	BSTC	-21,28229	-56,22716	Cercamento e limpeza
P-40	Ponte	-21,28704	-56,22597	Cercamento

7.2 Passagens Superiores de Fauna

Recomendamos a instalação de nove passagens superiores de fauna (PSFs), sendo duas na rodovia MS-178 trecho norte, duas na MS-178 trecho sul e cinco na MS-345, destas, quatro passagens já haviam sido recomendadas através do Plano

Técnico de Mitigação do grupo Bonito Não Atropela (Tabela 20). A implantação das PSFs poderiam beneficiar diversas espécies como gambás, ouriços, preguiças, cuícas, diversos primatas como o bugio e especialmente o macaco-prego (*Sapajus cay*) que atualmente é ameaçado de extinção no Brasil.

Tabela 20 - Descrição dos pontos para implementação de passagens superiores de fauna nas rodovias de acesso a Bonito, Mato Grosso do Sul.

Rodovia	Identificação	Coordenadas		Observações
		Long	Lat	
MS-178-N	REC-PSF01	-56,61195	-20,85757	Local de avistamento de <i>Sapajus cay</i>
MS-178-N	REC-PSF02	-56,6227	-20,81314	Local de avistamento de <i>Sapajus cay</i>
MS-178-S	REC-PSF03	-56,45029	-21,17411	Local de avistamento de <i>Sapajus cay</i>
MS-178-S	REC-PSF04	-56,45337	-21,43767	Local de avistamento de <i>Sapajus cay</i>
MS-345	REC-PSF05	-56,46873	-20,98542	Local de avistamento de <i>Sapajus cay</i>
MS-345	REC-PSF06	-56,454	-21,049	Passagem recomendada pelo Plano de Recomendações Técnicas da Iniciativa Bonito Não Atropela
MS-345	REC-PSF07	-56,447	-20,979	Passagem recomendada pelo Plano de Recomendações Técnicas da Iniciativa Bonito Não Atropela
MS-345	REC-PSF08	-56,446793	-20,977147	Passagem recomendada pelo Plano de Recomendações Técnicas da Iniciativa Bonito Não Atropela
MS-345	REC-PSF09	-56,421	-20,91	Passagem recomendada pelo Plano de Recomendações Técnicas da Iniciativa Bonito Não Atropela

Para estas rodovias, é recomendável um tipo de passagem superior mais robusto, uma vez que a estrutura deverá contar com postes de sustentação independentes,

como postes de madeira, fibra de vidro, concreto ou perfis metálicos, como demonstrados na Figura 43.



Figura 43 - Exemplos de designs de passagens superiores de fauna a serem implementados. Fonte: ViaFauna.

7.3 Ondulações transversais e Placas verticais de advertência para sinalização de travessia de fauna

Ao longo dos trechos monitorados neste estudo, é recomendável a instalação de ao menos oito ondulações transversais objetivando redução expressiva de velocidade em trechos específicos que tenham a presença de fragmentos florestais não cercados, ou em porções finais dos cercamentos, conforme também apresentado no Plano do Projeto Bonito Não Atropela. Neste sentido, é necessária análise da AGESUL, por meio de Engenheiro de tráfego para avaliar em detalhe quais locais seriam os mais indicados para implementação deste dispositivo

A ondulação transversal recomendável é a do tipo A, conforme estabelecido na Res. 600/2016 do Contran, Artigo 3º, parágrafo I (Figura 44):

- *Ondulação transversal tipo A – para aqueles locais em que há a necessidade de limitação da velocidade máxima para 30 km/h. Tamanho: comprimento de 3,70m e uma altura entre 8 cm e 10 cm.*

ONDULAÇÃO TRANSVERSAL TIPO A:

- a) L (Largura) igual à da pista, mantendo-se as condições de drenagem superficial;
- b) C (Comprimento): 3,70 m;
- c) H (Altura): $0,08\text{m} \leq h \leq 0,10\text{m}$

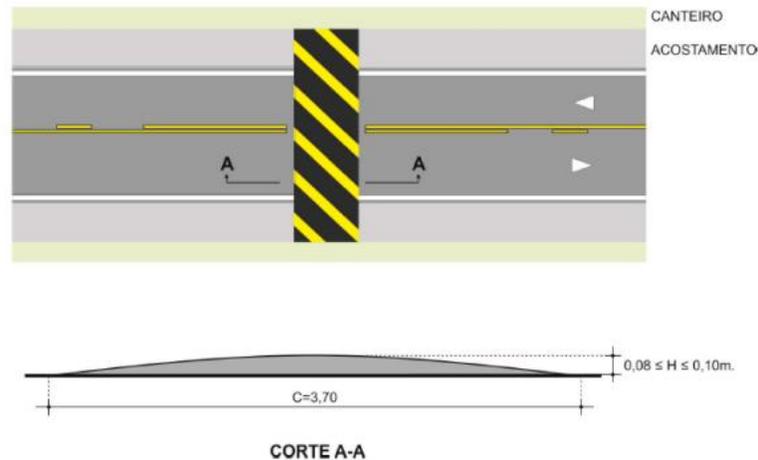


Figura 44 - Ondulação transversal do tipo A.

Obviamente, a instalação destes redutores físicos de velocidade deve ser acompanhada de sinalização específica a fim de instruir os usuários sobre as reduções de velocidades em cada trecho em que a medida for implementada.

Para as placas de sinalização de travessia de fauna, são recomendáveis as do tipo A-36, porém que contenham a silhueta das espécies da fauna nativas da região (Figura 45). Apesar das placas serem um tipo de mitigação pouco eficiente para redução efetiva de colisões com animais em rodovias, é esperado que elas desempenhem uma função de comunicação social e educação ambiental com os usuários da via, principalmente comunicando sobre a ocorrência de diferentes espécies animais na região do entorno das rodovias. Recomenda-se ao menos a instalação de vinte placas, sendo dez para cada sentido de todas as rodovias que

dão acesso a Bonito. As placas podem ser instaladas em trechos com a presença de fragmentos florestais.



Figura 45 - Exemplo de placas verticais de advertência do tipo A-36 para sinalização de travessia de fauna utilizando silhuetas de animais silvestres da região.

8. CONCLUSÕES

É inquestionável a importância das rodovias como um vetor para o desenvolvimento socioeconômico, entretanto, também é incontestável os impactos negativos gerados por esses empreendimentos para a conservação da biodiversidade, especialmente, para a fauna devido às colisões veiculares que acarretam na mortalidade direta e não natural das espécies. Os resultados deste trabalho indicaram a gravidade desse problema nas rodovias de acesso a Bonito, denominada capital brasileira do ecoturismo e sinônimo de conservação do meio natural. É válido reforçar que o turismo é um dos principais meios de arrecadação monetária do município, e colisões veiculares com fauna põe em risco a segurança viária dos usuários.

Ainda, para que as soluções de mitigação possam realmente reduzir a mortalidade de animais silvestres e domésticos nas rodovias, recomenda-se que haja uma maior integração e diálogo entre a sociedade civil, a comunidade científica, órgãos ambientais, organizações não governamentais e profissionais das áreas de meio ambiente, engenharia, segurança viária e jurídico das instituições responsáveis pela gestão das rodovias e tomadores de decisões políticas. Desse modo, espera-se que as rodovias possam cumprir com a sua função de conectar pessoas, bens e serviços de forma sustentável e segura, no que é previsto na Constituição Federal.

9. REFERÊNCIAS

Abra, F.D. 2012. Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas, São Paulo. Tese (Mestrado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Abra, F.D.; Fernandes-Santos, R.C.; Testa-José, C.; Canena, A.C.; Medici, E.P., 2017. Plano de Mitigação de Fauna Silvestre Atropelada para a Rodovia MS-040, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Abra, F.D.; Canena, A.C.; Medici, E.P., 2019. Relatório técnico - Uso de passagens inferiores pela anta (*tapirus terrestris*) Ao longo da rodovia MS-040, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Abra, F.D.; Granziera, B.M.; Huijser, M.P.; Ferraz, K.M.P.M.B.; Haddad, C.M.; Paolino, R.M., 2019. Pay or prevent? Human safety, costs to society and legal perspectives on animal-vehicle collisions in São Paulo state Brazil. PLOS ONE.

Abra, F.D., Huijser, M.P., Pereira, C.S., Ferraz, K.M., 2018. How reliable are your data? Verifying species identification of road-killed mammals recorded by road maintenance personnel in São Paulo State, Brazil. Biol. Cons. 225, 42–52.

Abra, F. D., Huijser, M. P., Magioli, M., Bovo, A. A. A., De Barros, K. M. P. M. An estimate of wild mammal roadkill in São Paulo state, Brazil. Heliyon, 7(1), e06015. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021001201 2021.

Antworth, R. L.; Pike, D. A. e Stevens E. E. (2005) Hit and run: effects of scavenging on estimates of roadkilled vertebrates. Southeastern Naturalist. 4, 647-656.

Ascensão, F., Yogui, D.R., Alves, M.H., Alves, A.C., Abra, F.D., Desbiez, A.L.J. Preventing wildlife roadkill can offset mitigation investments in short-medium term. *Biological Conservation*, Volume 253, 2021, 108902, ISSN 0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108902>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320720309605>)

Bager, A., Lucas, P.S., Bourscheit, A., Kuczach, A., Maia, B. 2016. Os Caminhos da Conservação da Biodiversidade Brasileira frente aos Impactos da Infraestrutura Viária. *Revista BioBrasil*

Bager, A., Rosa, C.A. e Santos, A.L.P.G. 2012. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. *Biotemas*.

Bager, A., Rosa, C.A. 2011. Influence of sampling effort on the estimated richness of road-killed vertebrate wildlife. *Environmental Management*, 47(5): 851-858.

Bíl, M., Andrášik, R., Janoška, Z., 2013. Identification of Hazardous Road Locations of Traffic Accidents by Means of Kernel Density Estimation and Cluster Significance Evaluation. *Accident Analysis and Prevention* 55, 265–273.

Bovo, A. A. A. A Diversidade de mamíferos e o impacto dos atropelamentos em uma paisagem antropizada. 2019, Anais. Águas de Lindóia, SP: Sociedade Brasileira de Mastozoologia, 2019. Disponível em: <https://10cbmz.com.br/evento/10cbmz/trabalhosaprovados/naintegra/1897>.

Braz, V. S. e França, F. G. R. (2016) Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. *Biota Neotropica*. 16(1):e0182.

Carvalho, C. F. (2014). Atropelamento de vertebrados, hotspots de atropelamentos e parâmetros associados, BR-050, trecho Uberlândia-Uberaba. (Tese de mestrado).

Carvalho, C. F., Custódio, A. E. I., & Marçal Júnior, O. (2017). Influence of climate variables on roadkill rates of wild vertebrates in the cerrado biome, Brazil. *Biosci. j.(Online)*, 1632-1641.

Casella, J., Cáceres, N. C., Goulart, C. S., e PARANHOS-FILHO, A. C. (2006). Uso de sensoriamento remoto e análise espacial na interpretação de atropelamentos de fauna entre Campo Grande e Aquidauana, MS. *Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, 1(2006), 321-326.

Cerqueira, R. C., Leonard, P. B., da Silva, L. G., Bager, A., Clevenger, A. P., Jaeger, J. A. G., e Grilo, C. (2021). Potential Movement Corridors and High Road-Kill Likelihood do not Spatially Coincide for Felids in Brazil: Implications for Road Mitigation. *Environmental Management*, 67(2), 412–423. doi:10.1007/s00267-020-01411-4

Carneiro, L.G., Arruda, F.S., Vieira, D.P. 2021. Análise da Relação Entre a Infraestrutura Rodoviária e o Turismo em Cidades Brasileiras. 9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. 2021.

Clevenger, A.P.; Chruszcz, B.; Gunson, K.E. (2003) Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna roadkill aggregations. *Biological Conservation*. 109: 15-26, 2003.

Confederação Nacional dos Transportes – CNT. 2021. Disponível em https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/Pesquisa_CNT_Rodovias_2021_Web.pdf Último acesso em: 04 de setembro de 2022

Deffaci, A.C.G. 2015. Dinâmica dos atropelamentos de fauna em uma região de floresta subtropical no sul do Brasil. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2015.

dos Santos Neta, C. D. S., Abra, F. D., dos Santos, L. B., da Costa, E. P. L., Diniz, M. F., & Morato, R. G. (2023). Identificação de áreas críticas de atropelamento de fauna na região do parque nacional da Serra da Capivara, Piauí. *Biodiversidade Brasileira*, 13(4).

Dornas, Rubem e Kindel, Andreas e Bager, Alex e Freitas, Simone. (2012). Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias no Brasil.

Fahrig, L; Rytwinski, T. Efeitos das estradas na abundância animal: uma revisão e síntese empírica. *Ecologia e sociedade*, v. 14, n. 1, 2009.

Faria, H. H.; Pires, A. S.; Abra, F. D. 2022. Monitoramento dos impactos de rodovia sobre a fauna como componente de gestão de uma área protegida nos domínios da Mata Atlântica brasileira. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista* 18(1):1-17.

Fischer, W., de Godoi, R. F., & Paranhos Filho, A. C. (2018). Roadkill records of reptiles and birds in Cerrado and Pantanal landscapes. *Check List*, 14(5), 845-876.

Forman, R.T.T. et al. *Road ecology: science and solutions*. Island Presse, Washington DC, 2th ed., 504 p., 2003.

Fraga, L. P. (2018) Aspectos ecológicos e espaciais da fauna silvestre atropelada na APA do Pouso Alto, Chapada dos Veadeiros. Universidade de Brasília. Especialização em sociobiodiversidade e sustentabilidade no Cerrado. p. 53.

Freire, R. B.; Mello, V. de M.; Araújo, R. R.; Gonçalves, S. R. A.. Impactos ambientais causados pela rodovia Arlindo Bettio (SP 613) no Parque Estadual do Morro do Diabo – SP. *TÓPOS*. V. 5, N° 2, p. 89 - 101, <https://revista.fct.unesp.br/index.php/topos/article/view/2286/2091> 2011.

Grilo, C., Borda-de-Água, L., Beja, P., Goolsby, E., Soanes, K., Roux, A., ... Meyer, C. (2021). Conservation threats from roadkill in the global road network. *Global Ecology and Biogeography*. doi:10.1111/geb.13375

Halfwek W. (2011) Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. *Journal of Applied Ecology*. 48, 210-219.

Hill, Jacob E.; DeVault, Travis L.; Belant, Jerrold L.; Algar, Adam (2019). Cause-specific mortality of the world's terrestrial vertebrates. *Global Ecology and Biogeography*, (), -. doi:10.1111/geb.12881

Houlahan, J. E., Findlay, C. S., Schmidt, B. R., Meyer, A. H., & Kuzmin, S. L. (2000). Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404(6779), 752-755.

Husby A. e Husby M. (2014) Interspecific analysis of vehicle avoidance behavior in birds. *Behavioral Ecology*. 25(3), 504–508.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Último acesso em: 10 de setembro de 2022.

Jaeger J. A. G., Bowman J., Brennan J. et al (2005) Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modelling*. 185, 329–348.

Medici, E. P. ; Testa-José, C. , Fernandes-Santos, R. C. ; Canena, A. C. ; Abra, F. D. (2019). Relatório Técnico Impacto de atropelamentos de anta brasileira (*Tapirus terrestris*), entre 2013 e 2019, em rodovias estaduais e federais do Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Iniciativa Nacional para a Conservação da Anta Brasileira (INCAB). Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ).

Ministério do Turismo - MTur. (2012) Estudo da Demanda Turística Doméstica 2012. Brasília, Distrito Federal.

Miranda, J. E. S., dos Santos, A., de Souza, W. F., & Blamires, D. (2021). Atropelamento de animais silvestres na rodovia go-060 entre Iporá e Arenópolis, estado de Goiás. *Brazilian Journal of Development*, 7(5), 51664-51671.

Noonan, M. J., Ascensão, F., Yogui, D. R., & Desbiez, A. L. (2022). Roads as ecological traps for giant anteaters. *Animal Conservation*, 25(2), 182-194.

Queirolo, D., de Almeida, L. B., Beisiegel, B., & Oliveira, T. (2013). Avaliação do risco de extinção do gato-palheiro *Leopardus colocolo* (Molina, 1782) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, 3(1), 91-98.

OTEB. 2023. Anuário Estatístico do Turismo de Bonito – MS. Disponível em https://otbonito.com.br/wp-content/uploads/2024/02/OTEB-Anuario-Estatistico_Bonito-2023.pdf Último acesso em: 25 de março de 2024.

Parris K. M. e Schneider A. (2009) Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. *Ecology and Society*. 14, 1-23.

Primack, R.B., Rodrigues, E. 2006. *Essentials of Conservation Biology*. 4th Edition. Sinauer Associates, xii + 585 p

Rendall, AR, Webb, V., Sutherland, DR, White, JG, Renwick, L., e Cooke, R. (2021). Onde a vida selvagem e o trânsito colidem: As taxas de atropelamentos mudam ao longo do tempo num hotspot de turismo de vida selvagem. *Ecologia e Conservação Global*, 27, e01530.

Ribeiro, T. R. S., Laranja, R. E. D. P., e Barbieri, C. B. (2022). Dinâmica das Rodovias: O Papel do Tráfego nos Índices de Atropelamentos de Fauna. *Sociedade e Natureza*, 34, e63884.

Ribeiro, T.R.S, Silva, P.H. 2017. Relação Entre Atropelamentos de Fauna e o Volume de Visitações no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros: O Caso da Rodovia GO-239. XXXI Congresso Nacional de Pesquisa em Transportes da ANPET. 2017

Ribeiro, Y. G. G., Ascensão, F., Yogui, D. R., de Barros Ferraz, K. M. P. M., & Desbiez, A. L. J. (2023). Prioritizing road mitigation using ecologically based land-use planning. *Austral Ecology*, 48(4), 761-773.

Rímoli, J.; Melo, F. R.; Santos, M. C.; Ludwig, G. 2015. Avaliação do Risco de Extinção de *Sapajus cay* (Illiger, 1815) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio.
<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-deconservacao/7270-mamiferos-sapajus-cay-macaco-prego.html>. Oficina de Avaliação do Estado de Conservação de Primatas Brasileiros. Data de realização: 30 de julho a 03 de agosto de 2012. Local: Iperó, SP.

Saito, E. N.; Balestieri, M. F. (Orgs). Manual de Orientações Técnicas para Mitigação de Colisões Veiculares com Fauna Silvestre nas Rodovias Estaduais do Mato Grosso do Sul. 1 ed. Campo Grande: SEINFRA, 2021. 63p.

Santos, R.A.L, 2017. Dinâmica de atropelamento de fauna silvestre no entorno de unidades de conservação do Distrito Federal. 2017. 145 f., il. Tese (Doutorado em Ecologia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

Sebastien Le, Julie Josse, Francois Husson (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1-18.
10.18637/jss.v025.i01

Secco, H.; Melo, F. R. de; Talebi, M.; Gordo, M.; Morais Jr; Bager, A. Diagnóstico dos impactos de rodovias sobre primatas no Brasil. Anais Road Ecology Brasil. P. 181-196.

www.researchgate.net/profile/HelioSecco/publication/330292109_Diagnostico_dos_impactos_de_rodovias_sobre_primatas_no_Brasil/links/5c3781cc458515a4c71b73b5/Diagnostico-dos-impactos-de-rodovias-sobre-primatas-no-Brasil.pdf.

Secco, H., Ratton, P., Castro, E., Da, P., Lucas, S., e Bager, A. (2014). Intentional snake road-kill: a case study using fake snakes on a Brazilian road. In Mongabay.com Open Access Journal-Tropical Conservation Science (Vol. 7, Issue 3). www.tropicalconservationscience.org

Souza et al. (2020) - Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - Remote Sensing, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735.

Venables, W. N. e Ripley, B. D. (2002) Modern Applied Statistics with S. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0

Zamproni, K., Bondi, D., Maria, T.R.B.C., Bodrowski, R. 2019. Características Fitossociológicas da Arborização Viária de Bonito-MS. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/337285642>

Zavala, C.B.R, Silva, E.P., Abreu, A.C.G., Freitas, C.A.B., Padovan, M.P. 2014. Feasibility Analysis and Implementation of an Agroforestry System in Bonito, Southwest region of Mato Grosso do Sul State. – Agroecol v. 9 n. 4 (2014)