



PPG Ecologia & Conservação



Universidade Estadual de Santa Cruz

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE**

**À BEIRA DA RODOVIA: INFLUÊNCIA DE RODOVIA SOBRE VERTEBRADOS
EM REGIÃO AGROFLORESTAL DE CACAU NO SUL DA BAHIA.**

Ana Rúbia Schmitt Rossi

ILHÉUS - BAHIA

2023

ANA RUBIA SCHMITT ROSSI

**À BEIRA DA RODOVIA: INFLUÊNCIA DE RODOVIA SOBRE VERTEBRADOS
EM REGIÃO AGROFLORESTAL DE CACAU NO SUL DA BAHIA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual de Santa Cruz como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Área de Concentração: Ecologia de rodovias, biodiversidade, mastozoologia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Siqueira Bovendorp

Co-orientadora: Dra. Fernanda D. Abra

ILHÉUS - BAHIA

2023

R831 Rossi, Ana Rubia Schmitt.
À beira da rodovia: influência de rodovia sobre vertebrados em região agroflorestal de cacau no Sul da Bahia / Ana Rubia Schmitt Rossi. – Ilhéus, BA: UESC, 2023.
90 f. : il.

Orientador: Ricardo Siqueira Bovendorp.
Co-orientadora: Fernanda D. Abra.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.
Inclui referências e apêndice.

1. Florestas tropicais. 2. Sistemas agroflorestais. 3. Fauna silvestre. 4. Biodiversidade – Conservação. 5. Animais – Proteção. I. Título.

CDD 577.3

ANA RUBIA SCHMITT ROSSI

**À BEIRA DA RODOVIA: INFLUÊNCIA DE RODOVIA SOBRE VERTEBRADOS
EM REGIÃO AGROFLORESTAL DE CACAU NO SUL DA BAHIA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual de Santa Cruz como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Ilhéus, 31 de julho de 2023.




Prof. Dr. Ricardo S. Bovendorp

Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC (Orientador)



Prof. Dr. Mirko Sole Kienle

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC

Documento assinado digitalmente
 HERNANI FERNANDES MAGALHÃES DE OLIVEIRA
Data: 12/09/2023 15:12:35-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Hernani Fernandes Magalhães de Oliveira

Universidade Federal do Paraná - UFPR

AGRADECIMENTOS

Certa vez me convidaram a fechar os olhos e, pensar em todas as pessoas que me nutriram com seu amor. Hoje, de olhos e coração abertos, agradeço a todas elas, pra além desta folha de papel.

Agradeço a minha família, pelo apoio, pela proximidade apesar da distância, pela aceitação das minhas escolhas e do que sou. Agradeço pelas discussões, pela ajuda e pelas acolhidas nos dias difíceis, por tantos beijos e colos virtuais que, quentes e cheios de amor me transportavam até vocês. Agradeço pela oportunidade de aprender com vocês cada vez mais, a cada dia.

Agradeço também à minha família “filogeneticamente próxima”, que se faz presente em absolutamente todos os dias da minha vida! Grata por complementarem minha existência com suas individualidades e, por em tantos anos, dizerem sim à essa nossa amizade. Agradeço pela oportunidade de aprender com vocês cada vez mais, a cada dia.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Dr. Ricardo S. Bovendorp e Dra. Fernanda D. Abra por aceitarem me acompanhar nesta caminhada, pela presença constante, pelo suporte nas decisões, pelas correções, pela ajuda, pela paciência, por tanto! A caminhada não teria sido sem vocês! Agradeço pela oportunidade de aprender com vocês cada vez mais, a cada dia.

Agradeço a todos, e olha que foi bastante gente, que topou passar comigo “um dia nas cabruças” (às vezes mais de um)! Obrigada por aceitarem meus protocolinhos e, por muitas vezes, transformarem um dia pesado de campo, em um dia leve, faça chuvão ou calorão. Cada um de vocês foi parte fundamental para que esse estudo ganhasse forma, dados, leveza e sorrisos. Agradeço aos amigos generosos sempre dispostos a ajudar com ideias, mapas e análises. Agradeço especialmente à Jéssica, Lorena e Geanne, por dividirem casa, campo e coração. Agradeço pela oportunidade de aprender com vocês cada vez mais, a cada dia.

Agradeço à todos os especialistas que auxiliaram nas análises estatísticas e na identificação dos animais vivos e vítimas de atropelamento deste trabalho. Obrigada por cederem um precioso tempo para embarcarem nesta difícil tarefa, me tirando dúvidas e me ensinando. Agradeço pela oportunidade de aprender com vocês cada vez mais, a cada dia.

Agradeço à Universidade Estadual de Santa Cruz, ao PPG Ecologia e Conservação da Biodiversidade e ao LEAC- Laboratório de Conservação e Ecologia Aplicada, por toda estrutura e condições necessárias para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço a todo corpo docente e discente, e em especial às técnicas universitárias Amábille e Mayra, que prontamente acolheram as dúvidas e cuidaram para que os processos fossem ágeis e mais fáceis. Agradeço pela oportunidade de aprender com todos vocês cada vez mais, a cada dia.

Agradeço ao CENAP - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros pelas armadilhas fotográficas, fundamentais para o estudo.

Agradeço ao Prof. Dr. Mirko Solê, Dr. Hernani Fernandes, Dr. Leonardo Oliveira e Dra. Roberta Paolino, membros da banca e suplentes, que aceitaram o convite de participar desta etapa, cedendo parte do seu tempo para contribuir com este trabalho e me dar a oportunidade de aprender cada vez mais com cada um.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradeço à FAPESB – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pela concessão, prorrogação e ajuste da bolsa. Sem isso, eu não teria a oportunidade de aprender com cada um, cada vez mais e a cada dia.

Agradeço a Deus, por permitir temperar a minha vida com um pouco de Bahia, pela beleza dos caminhos traçados, por tantas pessoas boas que foram colocadas por Ele neste caminho, de perto e de longe, por todos os dias eu voltar “viva, bem e saudável”. Agradecida pela inspiração, pelas bênçãos, pelas oportunidades de ontem, hoje e sempre.

Muito obrigada, Axé.

SUMÁRIO

Resumo	11
Abstract.....	12
Introdução geral.....	13
Referências bibliográficas	15
CAPÍTULO I.....	18
Vertebrados atropelados em trecho de rodovia no sul da Bahia: influência do tráfego e hotspots de atropelamento	18
1. Introdução	19
2. Materiais e métodos.....	20
2.1 Area de estudo.....	21
2.2 Coleta de dados	22
<i>Atropelamento de fauna</i>	22
<i>Contagem de volume de tráfego e pluviosidade</i>	23
2.3 Análise de dados	24
3. Resultados.....	25
3.1 atropelamento de fauna	25
3.2 Volume de tráfego x atropelamento de fauna	33
3.3 Trechos críticos de atropelamento de vertebrados	37
4. Discussão	39
4.2 Pontos críticos de atropelamento de vertebrados	46
Referências bibliográficas	49
CAPÍTULO II.....	54
Mamíferos da BA-262: composição no entorno e similaridade com a mastofauna atropelada	54
1 Introdução	55
2 Materiais e métodos.....	57
2.1 Área de estudo.....	57
2.2 Amostragem de mamíferos	58
2.3 Análise de dados	60
3 Resultados.....	61
3.1 Amostragem de mamíferos	61
3.2 Riqueza e abundância de mamíferos x distância da rodovia	69
3.3 Similaridade entre mamíferos do entorno e atropelados.....	72

4 Discussão.....	73
Referências bibliográficas.....	79
CONCLUSÕES GERAIS	82
Apêndice A	83
Apêndice B.....	84
Apêndice C.....	85
Apêndice D.....	87

Lista de figuras

Figura 1. Área de estudo. Trecho da BA-262, que conecta os municípios Ilhéus e Uruçuca, na região Sul do Estado da Bahia.	22
Figura 2. Número total de atropelamentos registrados para cada táxon durante monitoramento de fauna atropelada na rodovia BA-262, no trecho entre Ilhéus e Uruçuca- BA. Ni= não identificado.	31
Figura 3. Variação por campanha, do número médio diário de atropelamentos de anfíbios, répteis, aves e mamíferos no trecho entre Ilhéus e Uruçuca da BA-262.	32
Figura 4. Relação entre a média de atropelamento de vertebrados e a pluviosidade, durante os meses amostrados.	33
Figura 5. Comportamento geral do tráfego no período de 00:00h às 23:59h na rodovia BA-262, considerando as médias do volume de tráfego em cada horário ao longo de todo período de amostragem.	34
Figura 6. <i>Hotspots</i> de atropelamento (em vermelho) para cada grupo taxonômico, ao longo do trecho de 24km da Rodovia BA-262.	39
Figura 7. Distribuição dos pontos de amostragem ao longo do trecho da rodovia BA-262, localizada em região de agroflorestal de cacau, entre os municípios de Ilhéus e Uruçuca, Bahia.	58
Figura 8. Representação do desenho metodológico seguido para amostragem de mamíferos no entorno da Rodovia BA-262.	60
Figura 9. Espécies capturadas nas armadilhas de contenção viva, considerando pontos de distância da borda da rodovia BA-262 (50m, 150m e 250m) e total de capturas para cada ponto.	66
Figura 10. Mamíferos registrados por método de captura (A = armadilhas fotográficas e B= armadilhas de contenção viva), considerando os pontos de amostragem na distância da borda da rodovia.	67
Figura 11. Espécies registradas nas armadilhas fotográficas, considerando pontos de distância da borda da rodovia BA-262 (50m, 150m e 250m) e total de registros para cada ponto.	68
Figura 12. Frequência de registros no período diurno e noturno dos mamíferos monitorados por armadilha fotográfica no entorno da rodovia BA-262.	69
Figura 13. Relação entre riqueza (A) abundância (B) de pequenos mamíferos e a distância da rodovia BA-262. Os pontos correspondem à riqueza e abundância de espécies considerando os 10 transectos por distância.	70
Figura 14. Relação não significativa ($p=0,7$) entre riqueza (A), e significativa ($p=0,03$) entre abundância (B) para mamíferos de médio e grande porte em relação a distância da rodovia BA-262. Os pontos correspondem à riqueza e abundância de espécies considerando os 10 transectos por distância.	71
Figura 15. Relação entre riqueza (A) e abundância (B) de mamíferos em geral (pequenos, médios e grandes) e a distância da rodovia BA-262. Os pontos correspondem à riqueza e abundância de espécies considerando os 10 transectos por distância.	72

Lista de tabelas

Tabela 1. Registros de vertebrados atropelados em 24 quilômetros da BA-262, entre maio e dezembro de 2022. IUCN- Categoria de ameaça na lista vermelha das espécies em risco de extinção (IUCN, 2019), e ICMBio- Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018): VU=vulnerável, LC=Pouco preocupante, EN= Em risco, NT= quase ameaçado e (-) quando não há status para a espécie em questão. N= número de indivíduos, %= porcentagem de registros em relação ao total de vertebrados registrados e NI= Não identificada.....	26
Tabela 2. Resultados de análise de agregação para fauna geral, considerando todos os vertebrados registrados. Número de <i>clusters</i> (ID), tamanho do <i>cluster</i> (extensão), número de atropelamentos em cada <i>cluster</i> (eventos) e força da agregação (Str_dens2). Quanto maior a força de agregação, maior é a criticidade para atropelamento do trecho. Os valores em porcentagem indicam a proporção da rodovia que é composta por agrupamentos de acidentes e a proporção total de atropelamentos registrados que foram considerados como parte desses agrupamentos.....	37
Tabela 3. Registros de mamíferos silvestres amostrados no entorno do trecho de 24km da BA-262, durante as campanhas entre maio e dezembro de 2022. IUCN- Categoria de ameaça na lista vermelha das espécies em risco de extinção (IUCN, 2019), e ICMBio- Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018): VU=vulnerável, LC=Pouco preocupante, EN= Em risco, NT= quase ameaçado e (-) quando não há status para a espécie em questão. N= número de registros, NI=Ordem não identificada. Método- Tipo de armadilha na qual houve o registro, AF = <i>armadilha fotográfica</i> , TW = <i>Tomawalk</i> e SH= <i>Sherman</i> , (%)= Frequência de registros da espécie.....	62
Tabela 4. Resultados das análises de GLM e GLMM para riqueza e abundância de mamíferos em função do gradiente de distância da rodovia, considerando os melhores modelos.....	69
Tabela 5. Mamíferos registrados na BA-262 e seu entorno, considerando as distâncias a partir da borda da rodovia e o número de indivíduos impactados por atropelamento. (Registro= frequência de registros obtidos da espécie no determinado ponto de distância da borda da rodovia).....	72

À BEIRA DA RODOVIA: INFLUÊNCIA DE RODOVIA SOBRE VERTEBRADOS EM REGIÃO AGROFLORESTAL DE CACAU NO SUL DA BAHIA.

RESUMO

A Mata Atlântica brasileira é considerada uma das áreas com maior diversidade de paisagens, ecossistemas e grau de endemismo do planeta. Além disso, é a segunda maior floresta tropical da América do Sul, apesar de seu alto grau de degradação. No Sul da Bahia, onde estão presentes os maiores remanescentes de Mata Atlântica do Estado, os sistemas agroflorestais de cacau são responsáveis por conectar e possibilitar o deslocamento da fauna entre os fragmentos naturais, auxiliando na manutenção da biodiversidade local. No entanto, a presença de rodovias intensifica os efeitos de borda e barreira provocados pela fragmentação do habitat, levando à perda de habitat, alterações no comportamento, interações com espécies invasoras e aumento de atropelamentos. O presente estudo teve como objetivos investigar a influência de uma rodovia localizada em uma paisagem agroflorestal de cacau no Sul da Bahia. No primeiro capítulo, foi realizado um censo de vertebrados atropelados, a fim de avaliar quais grupos eram mais impactados, além de avaliar a ocorrência de pontos de concentração de atropelamento de fauna (*hotspots*). Nesse capítulo, também analisamos a influência do volume de tráfego no atropelamento de fauna silvestre. No segundo capítulo, investigamos a influência da rodovia na riqueza e abundância de mamíferos em relação à distância da borda da rodovia e a ocorrência de similaridade entre os mamíferos atropelados e os mamíferos do entorno. Foram registrados 245 atropelamentos, sendo que o grupo mais impactado correspondeu aos anfíbios. Identificamos dez espécies de anfíbios, 16 espécies de aves, oito espécies de mamíferos e 18 espécies de répteis. As análises de *hotspots* geraram nove pontos de agregação para a fauna em geral, 13 pontos para anfíbios, 10 para répteis, seis para aves e dois para mamíferos. Encontramos relação estatisticamente significativa entre tráfego e atropelamento de vertebrados, mas inexistente para os grupos separados, indicando possível efeito de outras variáveis. No segundo capítulo, registramos 409 mamíferos, pertencentes a oito ordens e 21 espécies. O número de espécies não variou significativamente em relação à distância da rodovia, enquanto a abundância relativa sofreu um efeito positivo com a presença da rodovia, com um incremento de indivíduos nas áreas mais próximas à borda. Apesar disso, os mamíferos foram o grupo menos atropelado, com poucas espécies sendo impactadas. Atribuímos isso à baixa atividade da fauna durante o período diurno, quando há maior fluxo de veículos. Compreender como a fauna interage com as vias pode contribuir para a preservação da biodiversidade e a redução de impactos negativos causados pelo tráfego rodoviário, sobretudo em regiões biodiversas. Essas informações são necessárias para embasar decisões mais eficientes e fundamentadas na mitigação dos impactos.

Palavras-chave: agrofloresta de cacau; atropelamento de fauna; efeito de borda; distância da rodovia; tráfego.

BY THE ROADSIDE: HIGHWAY IMPACT ON VERTEBRATES IN AN AGROFORESTRY REGION OF CACAO IN SOUTHERN BAHIA

ABSTRACT

The Brazilian Atlantic Forest is considered one of the areas with the greatest diversity of landscapes, ecosystems, and degree of endemism on the planet. Additionally, it is the second largest tropical forest in South America, despite its high level of degradation. In the southern region of Bahia, where the largest remnants of the Atlantic Forest in the state are found, cocoa agroforestry systems are responsible for connecting and enabling the movement of fauna between natural fragments, aiding in the maintenance of local biodiversity. However, the presence of roads intensifies the edge effects and barriers caused by habitat fragmentation, leading to habitat loss, changes in behavior, interactions with invasive species, and an increase in roadkill incidents. The present study aimed to investigate the influence of a highway located within a cocoa agroforestry landscape in southern Bahia, an area lacking studies in this field. In the first chapter, a census of roadkill vertebrates was conducted to assess which groups were most affected, as well as to evaluate the occurrence of fauna roadkill hotspots. Additionally, the influence of traffic volume on roadkill incidents of wildlife was analyzed. In the second chapter, the influence of the highway on mammal richness and abundance in relation to distance from the edge was investigated, along with the occurrence of similarity between the roadkill mammals and those in the surrounding area. A total of 245 roadkill incidents were recorded, with amphibians being the most impacted group. Ten amphibian species, 16 bird species, eight mammal species, and 18 reptile species were identified. The hotspot analyses generated nine aggregation points for overall fauna, 13 points for amphibians, 10 points for reptiles, six points for birds, and two points for mammals. We found a statistically significant relationship between traffic and vertebrate run-overs. In the second chapter, a total of 415 mammals belonging to nine orders and 21 species were recorded. The number of species did not vary significantly with distance from the highway, while relative abundance showed a positive effect in the presence of the road, with an increase in individuals in areas closer to the edge. However, mammals were the least affected group, with few species being impacted. This can be attributed to the low activity of fauna during daylight hours when there is a higher flow of vehicles. Understanding how fauna interacts with roads can contribute to the preservation of biodiversity and the reduction of negative impacts caused by road traffic, particularly in biodiverse regions. Such information is necessary to support more efficient and evidence-based decisions for mitigating these impacts.

Keywords: cocoa agroforestry; roadkill wildlife; edge effect; distance from the highway; traffic.

INTRODUÇÃO GERAL

Em todo o mundo, as estruturas rodoviárias representam o maior meio de desenvolvimento social e econômico, com estruturas e características que remontam aspectos culturais e políticos de cada região (COFFIN, 2007). No entanto, apesar de sua importância para o desenvolvimento regional, as rodovias desempenham um papel significativo no desmatamento, com uma forte correlação entre sua densidade e a perda de habitat em uma região (BAYNE *et al.* 2008). Além disso, muitas vezes, as rodovias atravessam áreas agrícolas e paisagens naturais, que são habitats de diversas espécies de animais selvagens. Essa interação entre rodovias e ambientes naturais cria um desafio adicional para a conservação da biodiversidade (HUIJSER *et al.*, 2013; DORNAS *et al.*, 2012; NEPSTAD *et al.*, 2001).

A presença de rodovias em ambientes naturais intensifica os efeitos da fragmentação de habitat devido à criação de uma borda artificial, caracterizada por mudanças abruptas nas condições ambientais, além de outras características antrópicas das rodovias, como tráfego e poluição (FUENTES-MONTEMAYOR *et al.*, 2009). Logo, diferentemente de algumas matrizes de cultivo que podem constituir habitat para diversas espécies, as rodovias são consideradas áreas antrópicas não habitáveis (DA ROSA, 2018), atuando como agentes de fragmentação de alto impacto, com efeitos diferentes sobre a paisagem e a biodiversidade.

Em decorrência da fragmentação de habitat, ocorrem dois principais efeitos, conhecidos como efeito de borda e efeito barreira. Os efeitos de borda referem-se às mudanças significativas nas características ecológicas (ex.: luminosidade, umidade, disponibilidade de recursos) que podem afetar diretamente a composição e a estrutura das comunidades biológicas, incluindo a distribuição e a abundância das espécies, além de propiciar a entrada de espécies invasoras provenientes da matriz circundante, desencadeando competição, predação ou outros processos negativos para as espécies nativas (SAUNDERS; *et al.*, 1991; FAHRIG, 2003; HOFMEISTER *et al.*, 2019). Já o efeito barreira é ocasionado pela fragmentação que cria obstáculos físicos para o movimento e dispersão das espécies entre os fragmentos remanescentes. Tais obstáculos podem incluir áreas urbanizadas, rodovias, corpos d'água ou qualquer outra forma de alteração do habitat que dificulte ou impeça o deslocamento dos organismos (FAHRIG & RYTWINSKI, 2009; FORMAN, 2003; JAEGER *et al.*, 2005; LAURANCE *et al.*, 2009; ROEDENBECK *et al.*, 2007). Como resultado, a fragmentação de habitat pode limitar a conectividade ecológica entre as populações, podendo

afetar a estrutura de metapopulações, impossibilitando a recolonização de fragmentos e o aporte de indivíduos em fragmentos com pouca variabilidade genética. Isso pode levar ao isolamento populacional, diminuição da diversidade de alelos e, por fim, ao aumento do risco de extinção local de espécies (JAEGER *et al.*, 2005).

O tráfego de veículos é um fator potencializador da fragmentação de habitat uma vez que aumenta o isolamento e o efeito de borda, gera emissões de ruído, iluminação e poluentes químicos decorrentes dos veículos e causa a morte de indivíduos por atropelamento (FORMAN, 2003). Para a fauna, os impactos mais visíveis são os atropelamentos (BISSONETTE; ROSA, 2009) e superam, inclusive, a perda de indivíduos por caça (COFFIN, 2007; FORMAN; ALEXANDER, 1998). Estima-se a morte de 194 milhões de aves e 29 milhões de mamíferos em rodovias da Europa, 340 milhões de aves nos Estados Unidos e 12 milhões de aves e 5 milhões de mamíferos na América Latina (LOSS *et al.*, 2014; PINTO *et al.*, 2020; MEDRANO-VIZCAÍNO *et al.*, 2022). Na América do Sul, dados compilados sobre atropelamentos incluíram 1.691 estimativas de taxas de atropelamentos, representando 346 espécies de aves e 159 espécies de mamíferos e 85 estudos de 12 países latino-americanos (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guatemala, Panamá, Paraguai, Peru, México e Venezuela) (MEDRANO-VIZCAÍNO *et al.*, 2022). Somente no Estado de São Paulo, por exemplo, a estimativa é que morram anualmente 39600 mamíferos silvestres de médio e grande porte (ABRA *et al.*, 2021).

As florestas tropicais são conhecidas por sua alta biodiversidade, porém enfrentam uma crescente pressão antrópica em todo o mundo. No caso específico da Mata Atlântica brasileira, estima-se que restem apenas 8% de sua cobertura original, na forma de fragmentos de diferentes tamanhos, estágios de sucessão e graus de conservação (REZENDE *et al.*, 2018). E é considerada uma das áreas mais diversas quanto à paisagem, ecossistemas e grau de endemismo do planeta (RIBEIRO *et al.*, 2009). No Sul da Bahia, a presença das cabucas, sistema agroflorestal que envolve o desbaste da floresta para o plantio de cacau, têm desempenhado um papel importante de corredor ecológico entre os remanescentes florestais garantindo a biodiversidade de fauna e flora (CASSANO *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2011). Nessas regiões encontramos diversas espécies endêmicas e ameaçadas em algum grau, a exemplo, o sagui-de-wied (*Callithrix kuhlii*) e o mico-leão-baiano (*Leontopithecus chrysomelas*) listados, respectivamente, como “Vulnerável” e “Em Perigo” pela IUCN (IUCN, 2022). Nesta mesma categoria também se encontra do rato-do-cacau (*Callistomys*

pictus), espécie endêmica com ocorrência principal na região cacauera (CASSANO *et al.*, 2014).

Considerada um *hotpoint* dentro de um *hotspot* de biodiversidade (MARTINI *et al.*, 2007), a região agroflorestral do sul da Bahia não conta ainda com nenhum estudo que investigue a influência de infraestruturas lineares na fauna da região, sendo este o primeiro esforço a atuar nas áreas de interação entre rodovia, fauna e cabruças. Estudos em rodovias de pequeno porte ainda são raros no Brasil (ver como exceção MAGIOLI *et al.*, 2019), e em sua maioria, são realizados em rodovias de grande porte e alto tráfego, e o impacto em rodovias menores geralmente recebe menos atenção (ABRA *et al.*, 2021). Dito isto, nosso principal objetivo neste estudo foi investigar a influência de uma rodovia de pequeno porte em uma região agroflorestral de cacau.

No primeiro capítulo, fizemos o levantamento dos vertebrados atropelados e buscamos relacionar com o volume de tráfego, além de analisar os locais com agregações de atropelamento. No segundo capítulo, utilizamos o grupo dos mamíferos como modelo para averiguar a presença da fauna no entorno da rodovia e sua relação com a borda da rodovia, além de investigar a ocorrência de similaridade entre as espécies de mamíferos do entorno e as de mamíferos mortos por atropelamento. Gerar dados que demonstrem a composição e uso da fauna, além de aumentar o conhecimento sobre os efeitos ecológicos de rodovias em diferentes ambientes pode contribuir para embasar decisões mais sustentáveis na gestão rodoviária e no planejamento para conservação de espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRA, F. D., HUIJSER, M. P., MAGIOLI, M., BOVO, A. A. A., & BARROS, K. M. P. M. An estimate of wild mammal roadkill in São Paulo State, Brazil. **Heliyon**, Vol.7, No. 1, p. e06015, 2021.

BAYNE, E. M.; BOUTIN, S.; MOSES, R. A. Ecological factors influencing the spatial pattern of Canada lynx relative to its southern range edge in Alberta, Canada. **Canadian Journal of Zoology**, Vol.86, No. 10, p. 1189–1197, 2008.

BISSONETTE, J. A.; ROSA, S. A. Road Zone Effects in Small-Mammal Communities. **Ecology and Society**, Vol.14, No. 1, 2009.

- CASSANO, C. R., SCHROTH, G., FARIA, D., DELABIE, J. H., & BEDE, L. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Vol.18, No. 3, p. 577–603, 2009.
- CASSANO, C. R., SCHROTH, G., FARIA, D., DELABIE, J. H., BEDE, L., OLIVEIRA, L. C., & MARIANO-NETO, E. Desafios e recomendações para a conservação da biodiversidade na região cacauceira do sul da Bahia. **Centro de Pesquisas do Cacau**, 2014.
- COFFIN, A. W. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography**, Vol.15, No 5, p. 396–406, 2007.
- DA ROSA, C. A. SECCO, H., CARVALHO, N., MAIA, A. C., & BAGER, A. Edge effects on small mammals: differences between arboreal and ground-dwelling species living near roads in Brazilian fragmented landscapes. **Austral Ecology**, Vol. 43, No. 1, p. 117-126, 2018.
- DORNAS, R. A. P., KINDEL, A., BAGER, A., & FREITAS, S. R. Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias no Brasil. *Ecologia de estradas: tendências e pesquisas*. Lavras: UFLA, 139-152, 2012.
- FAHRIG, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Vol.34, No. 1, p. 487–515, 2003.
- FAHRIG, L., RYTWINSKI, T. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. **Ecology and Society**, Vol.14, No. 1, p. art21, 2009.
- FORMAN, R. T. T. Road Ecology: Science and Solutions. **Island Press**, 2003.
- FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. ROADS AND THEIR MAJOR ECOLOGICAL EFFECTS. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Vol.29, No1, p. 207–231, 1998.
- FUENTES-MONTEMAYOR, E., CUARÓN, A. D., VÁZQUEZ-DOMÍNGUEZ, E., BENÍTEZ-MALVIDO, J., VALENZUELA-GALVÁN, D., & ANDRESEN, E. Living on the edge: roads and edge effects on small mammal populations. **Journal of Animal Ecology**, Vol. 78, No. 4, p. 857-865, 2009.
- HOFMEISTER, J., HOŠEK, J., BRABEC, M., STŘALKOVÁ, R., MÝLOVÁ, P., BOUDA, M.,... & SVOBODA, M. Microclimate edge effect in small fragments of temperate forests in the context of climate change. **Forest Ecology and Management**, Vol.448, p. 48–56, 2019.
- HUIJSER, M. P.; ABRA, F. D.; DUFFIELD, J. W. Mammal road mortality and cost–benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in São Paulo state, Brazil. **Oecologia Australis**, Vol.17,No.1, p. 129–146, 2013.
- IUCN. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN. Versão 2022-2. 2022. <https://www.iucnredlist.org>. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/en>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- JAEGER, J. A. G. et al. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. **Ecological Modelling**, Vol.185, No. 2–4, p. 329–348, 2005.

- LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S. G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, Vol.24, No.12, p. 659–669, 2009.
- LOSS, S. R.; WILL, T.; MARRA, P. P. Estimation of bird-vehicle collision mortality on U.S. roads. **The Journal of Wildlife Management**, Vol.78, No. 5, p. 763–771, 2014.
- MAGIOLI, M., BOVO, A. A., HUIJSER, M. P., ABRA, F. D., MIOTTO, R. A., ANDRADE, V. H., ... & MICCHI DE BARROS FERRAZ, K. M. Short and narrow roads cause substantial impacts on wildlife. *Oecologia Australis* (1), p. 23, 10.4257/oeco.2019.2301.09. 2019
- MARTINI, A. M. Z., FIASCHI, P., AMORIM, A. M., & PAIXÃO, J. L. D. A hot-point within a hot-spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation*, 16(11), 3111-3128. 2007.
- MEDRANO-VIZCAÍNO, P.; GRILO, C.; SILVA PINTO, F. A.; CARVALHO, W. D.; MELINSKI, R. D.; SCHULTZ, E. D. & GONZÁLEZ-SUÁREZ, M. Roadkill patterns in Latin American birds and mammals. **Global Ecology and Biogeography**, Vol.31, No 9, p. 1756–1783, 2022.
- NEPSTAD, D., CARVALHO, G., BARROS, A. C., ALENCAR, A., CAPOBIANCO, J. P., BISHOP, J., ... & PRINS, E. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, Vol.154, No. 3, p. 395–407, 2001.
- OLIVEIRA, R. M. de et al. Importância do sistema agroflorestal Cabruca para a conservação florestal da região cacauceira, sul da Bahia, Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, Vol.2, No. 47E, p. 1 – 12, 2011.
- PINTO, F. A. S.; CLEVINGER, A. P.; GRILO, C. Effects of roads on terrestrial vertebrate species in Latin America. **Environmental Impact Assessment Review**, Vol.81, p. 106337, 2020.
- REZENDE, C. L., SCARANO, F. R., ASSAD, E. D., JOLY, C. A., METZGER, J. P., STRASSBURG, B. B. N., ... & MITTERMEIER, R. A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, Vol.16, No. 4, p. 208–214, 2018.
- RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J., & HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Vol.142, No. 6, p. 1141–1153, 2009.
- ROEDENBECK, I. A., FAHRIG, L., FINDLAY, C. S., HOULAHAN, J. E., JAEGER, J. A., KLAR, N., ... & VAN DER GRIFT, E. A. The Rauschholzhausen agenda for road ecology. **Ecology and society**, Vol. 12, No. 1, 2007.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. **Conservation Biology**, Vol.5, No. 1, p. 18–32, 1991.

CAPÍTULO 1

VERTEBRADOS ATROPELADOS EM TRECHO DE RODOVIA NO SUL DA BAHIA: INFLUÊNCIA DO TRÁFEGO E *HOTSPOTS* DE ATROPELAMENTO

RESUMO

O Sul da Bahia possui os maiores remanescentes de Mata Atlântica do Estado e conta com a presença importante de áreas formadas por sistemas agroflorestrais denominadas cabruças, que envolvem o raleamento da floresta nativa para o plantio de cacau (*Theobroma cacao*) sombreado. Considerado com boa permeabilidade, tal sistema permite a conexão e o deslocamento da fauna entre os fragmentos naturais, auxiliando na manutenção da biodiversidade local. No entanto, este mosaico de paisagens é impactado pela presença de rodovias, que afetam de diferentes maneiras a biodiversidade, especialmente a fauna silvestre. O impacto mais visível da presença de rodovias é a morte por atropelamento. Os efeitos das rodovias podem variar entre grupos faunísticos a depender, sobretudo, da capacidade de deslocamento, hábitos alimentares e tamanho da área de vida. Até o presente momento, não encontramos estudos que abordem a problemática para áreas de cabruças. Assim, o objetivo desde capítulo foi monitorar os vertebrados atropelados na Rodovia BA-262, a “Rota do cacau”, que conecta os municípios de Ilhéus e Uruçuca – BA, avaliar a relação entre atropelamentos de fauna e o volume de tráfego, verificando a ocorrência de variação entre os grupos encontrados e, investigar a ocorrência de pontos de concentração de atropelamento de fauna (*hotspots*). Foram monitorados 24 km da rodovia, durante oito meses, em campanhas mensais de cinco dias consecutivos, totalizando 40 dias amostrais. Para monitoramento do tráfego, uma armadilha fotográfica foi instalada diagonalmente à rodovia, e permaneceu ativa durante todo o período de campo. Registramos 245 atropelamentos de vertebrados, com maior incidência de anfíbios (62,45%), seguidos por répteis (17,96%), aves (11,43%) e mamíferos (5,31%). Dentre os mamíferos, dois primatas ameaçados. As análises de distribuição espacial dos atropelamentos forneceram nove pontos de agregação para fauna geral, 13 pontos para anfíbios, 10 para répteis, seis para aves e dois para mamíferos, com trechos em sobreposição. O volume médio diário de veículos na rodovia foi de 1240, com maior fluxo no período diurno (± 82 veículos/h). A variação do tráfego de veículos é estatisticamente significativa para o atropelamento de vertebrados e inexistente para os grupos separados, possivelmente devido ao tamanho das nossas amostras. Acreditamos que o atropelamento esteja mais relacionado às características das espécies e do comportamento (noturno/diurno) das espécies que registramos. Ainda, mesmo que o tráfego de veículos não seja uma variável significativa para o número de atropelamentos, é possível que essa condição se altere, devido às possíveis obras de infraestrutura e incremento do volume geral de tráfego após a inauguração do novo porto na região. Além disso, o atropelamento de espécies ameaçadas acentua a necessidade de atenção à problemática na rodovia.

Palavras-chave: atropelamento, fauna; volume de tráfego; cabruças; agregações de atropelamento.

1. INTRODUÇÃO

O atropelamento de fauna é apontado como uma das principais ameaças à vida silvestre, devido à remoção constante de indivíduos por mortes não naturais, podendo levar ao declínio populacional, diminuição da diversidade de alelos e, por fim, ao aumento do risco de extinção local de espécies (JAEGER *et al.*, 2005). Para espécies raras e/ou ameaçadas de extinção, o resultado é ainda mais importante, uma vez que a remoção de poucos indivíduos já poderia levar a um declínio populacional (FORMAN; ALEXANDER, 1998).

Geralmente associadas a impactos negativos na fauna, as rodovias podem afetar os diferentes táxons de animais de maneira distinta a depender das características intrínsecas das espécies, dos atributos ambientais e das características da própria rodovia (BUENO *et. al.* 2015). Algumas espécies possuem uma maior propensão e capacidade de cruzar as rodovias devido à necessidade de deslocamento entre habitats, busca por recursos alimentares ou áreas de reprodução. Esses fatores influenciam a interação entre a fauna e as rodovias, destacando a importância de considerar a ecologia e o comportamento das espécies ao analisar os impactos das rodovias e seu tráfego.

O tráfego de veículos desempenha um papel crucial na compreensão das possíveis variações nas taxas de atropelamento entre os táxons, uma vez que é um dos principais fatores que restringem a movimentação dos animais, seja pela colisão em si, seja pelo desencorajamento da travessia (JAEGER *et al.*, 2005; CHARRY & JONES, 2009; GRILO *et al.*, 2012). Enquanto a velocidade influencia na capacidade de resposta de ambos os envolvidos (animal e veículo), o volume do tráfego tende a influenciar também na permeabilidade da via (RIBEIRO, 2022). Estudos apontam que pode haver uma relação linear entre o volume de tráfego e o atropelamento de fauna (FAHRIG *et al.*, 1995), mas é possível que exista um limiar em que o número de atropelamentos diminua em função do aumento de tráfego (SEILER, 2000). Esse efeito seria resultado do desencorajamento da transposição, dependente da espécie, em função da presença física do veículo, vibração e poluição sonora (SEILER, 2003; FORMAN & ALEXANDER, 1998).

É sabido que i) as agregações de atropelamentos não ocorrem ao acaso (MALO *et al.*, 2004), ii) frequentemente respeitam uma lógica temporal ou espacial (LIMA SANTOS *et al.*, 2017) e iii) estão comumente relacionadas com rotas já estabelecidas de passagem (CLEVENGER *et al.*, 2003; MALO *et al.* 2004). Ainda, a região, o tipo de rodovia, o volume do tráfego, presença de estruturas de passagens e a integridade do habitat do entorno são

fatores que influenciam na ocorrência de *hotspots* (MALO *et al.*, 2004; PAGANY, 2020). Assim, a investigação de padrões espaciais de atropelamento em rodovias é uma ferramenta importante para identificar locais prioritários para medidas de mitigação voltadas à redução da mortalidade da vida silvestre nas rodovias.

Atualmente, têm sido implementadas ou descritas mais de quarenta modalidades de estratégias de mitigação com o intuito de diminuir a taxa de mortalidade associada à fauna selvagem, tornando as rodovias mais seguras para a fauna e para os humanos que as utilizam (HUIJSER *et al.*, 2010; VAN DER REE *et al.*, 2015). Tais estratégias podem buscar influenciar tanto o comportamento do condutor, quanto o da fauna em questão e incluem sinalização, detecção animal, redução de tráfego, fechamento temporário de rodovias, passagens de fauna e cercamento, entre outros. Medidas de mitigação de impactos apresentam diferentes níveis de eficiência, chegando entre 0% e 5% para presença de placas, até 86% de redução de colisões entre veículo e fauna para passagens de fauna vinculadas à presença de cerca (BECKMANN *et al.*, 2010). Além disso, a adoção de medidas mitigatórias baseadas em *hotspots* podem ser do tipo espécie-específicas ou multi-espécies e tal escolha depende das espécies alvos e do habitat em questão (TEIXEIRA *et al.*, 2013). Logo, conhecer a realidade do atropelamento de fauna na rodovia, é fundamental para a escolha e planejamento de estratégias de mitigação eficientes.

Com base no exposto, o objetivo desta pesquisa foi caracterizar os grupos e espécies impactados por atropelamentos, verificar suas relações com a variação no fluxo de veículos e a pluviosidade e, investigar os locais de agregações espaciais de atropelamento de fauna, analisando a variação entre os grupos encontrados. Esperamos encontrar que todos os grupos de vertebrados sejam impactados pelo atropelamento (anfíbios, répteis, aves e mamíferos). Também esperamos que o número de indivíduos dos grupos atropelados responda à variação do volume de tráfego de veículos. Não menos importante, esperamos encontrar locais de agregação de atropelamento para os grupos amostrados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A rodovia Estadual BA-262 foi amostrada em um trecho de 24 km pavimentado, de pista simples, com velocidade máxima operacional de 60km/h, ausência de acostamento e redutores de velocidade e, ausência de passagens artificiais para fauna.

A BA-262 aparece como importante acesso ao Porto Sul, atualmente em fase de implantação, para escoamento do minério de ferro proveniente do interior do Estado. Segundo o Governo do Estado da Bahia (2020), o complexo portuário “terá capacidade para operar até 40 milhões de toneladas, por ano, não só de minérios, mas também de fertilizantes, grãos e outras cargas”. Portanto, é esperado que a BA-262 venha a ser mais fortemente impactada por tais mudanças, refletindo diretamente nos efeitos na biodiversidade.

Chamada de “Rota do Cacau” ou “Rodovia do chocolate”, a BA-262 conecta os municípios de Ilhéus (14°44'45.47"S, 39° 5'39.83"O) e Uruçuca (14°33'57.15"S, 39°20'4.65"O) (Figura 1). A principal classe de uso e cobertura da terra para esses municípios é a de cacau sombreado (37% da área total), seguida de área não florestada e floresta, que cobrem em torno de 30% da região, cada uma (MAPBIOMAS, 2020).

No que tange os municípios pelos quais a Rodovia BA-262 atravessa, Uruçuca tem 53% de seu território constituído por cacau sombreado, 31% por áreas florestadas, 16% por área não florestada e 0,8% por área urbana. Enquanto, para Ilhéus, 43% do território é constituído por cultivo de cacau sombreado, 33% de áreas florestadas, 22% de área não florestada e 1% de área urbana. Esses dados demonstram que, ainda que apresente um mosaico de diferentes paisagens, a área na qual se insere o trecho da rodovia em questão é constituída sobretudo de paisagens formadas pelo cultivo de cacau sombreado.

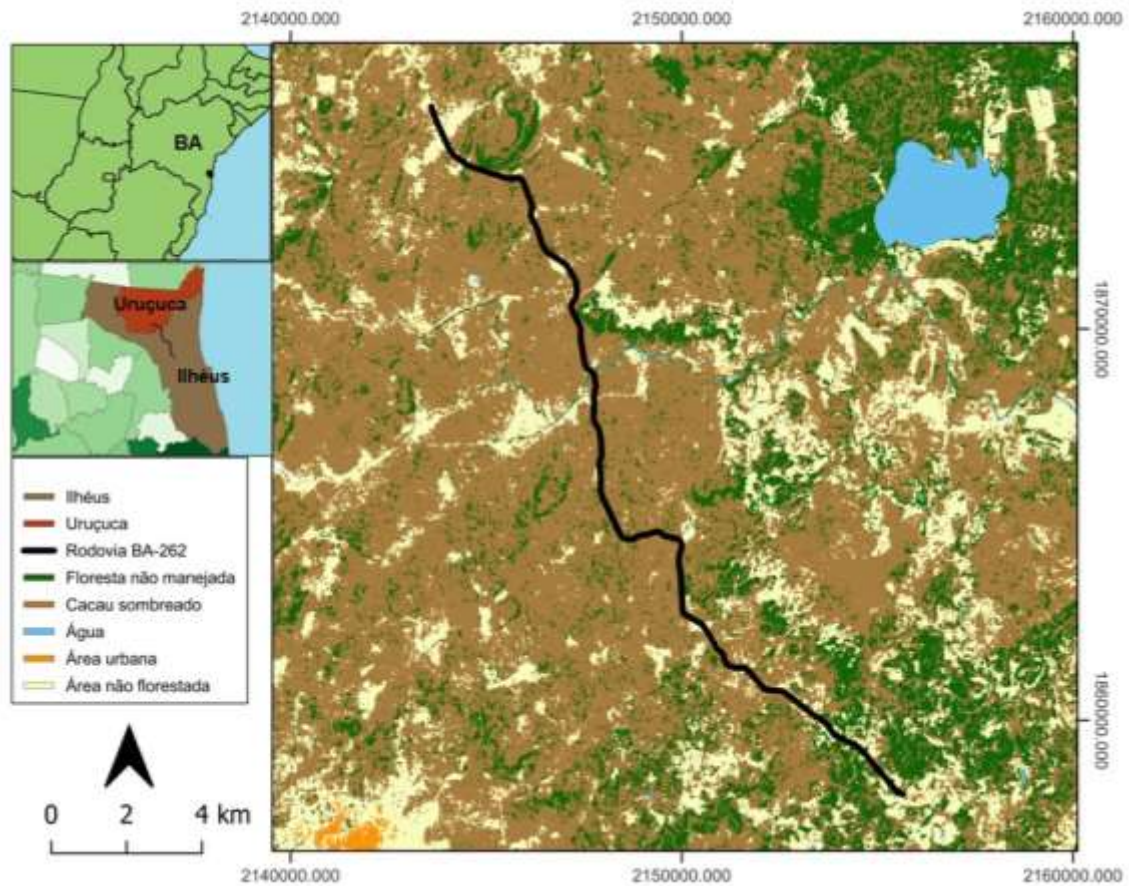


Figura 1. Área de estudo. Trecho de 24km (-14.743329,-39.1330551 à -14.615742,-39.264747) da BA-262, que conecta os municípios Ilhéus e Uruçuca, na região Sul do Estado da Bahia.

2.2 COLETA DE DADOS

Atropelamento de fauna

Foi realizado o monitoramento de fauna atropelada na Rodovia BA -262 em 24 km, em ambos os sentidos da via por cinco dias consecutivos, no período da manhã, durante oito meses, entre maio e dezembro de 2022, totalizando 40 dias de monitoramento. A atividade foi realizada por meio de veículo automotivo em velocidade média de 40km/h, porém devido às limitações para detecção de pequenos animais (< 1 kg) atropelados em monitoramentos por veículo automotivo (TEIXEIRA, 2010), também foram realizados esforços a pé diariamente em três quilômetros, em seis trechos aleatorizados de 500 metros, totalizando um esforço de 120 km a pé e 1.680 km de carro.

Os dados registrados após a detecção da carcaça foram: registro fotográfico do espécime, marcação de coordenada geográfica com o uso de GPS, identificação da espécie no maior nível taxonômico possível e condição climática.

A validação das espécies ocorreu por meio de especialistas de cada grupo e consulta nas principais listas disponíveis na literatura. Animais avistados vivos durante o monitoramento e, animais atropelados encontrados fora do período de monitoramento, constam como registros oportunistas, considerados apenas na lista de espécies. Para definição dos graus de ameaça das espécies, utilizamos a “Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN”, disponível online (em <https://www.iucnredlist.org/>), e Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018).

Contagem de volume de tráfego e pluviosidade

Para obter o volume de tráfego de veículos que utilizam a rodovia BA-262, foi utilizada uma armadilha fotográfica (*Bushnell Trophy Cam HD*) posicionada diagonalmente (45°) em relação à rodovia. Durante o período de oito meses de monitoramento de fauna atropelada, a armadilha ficou instalada por seis dias e cinco noites, e foi revisada diariamente para troca de pilhas e cartão de memória. Essa metodologia permitiu um levantamento de dados mais próximos da realidade da rodovia, com informações detalhadas do fluxo e composição do tráfego, a cada hora e dia da semana.

O VDMC (Volume médio diário de carros) foi calculado a partir da média do número de veículos registrados em 24h. Para períodos com ausência de dados, devido à falha de equipamento, foi realizada uma média considerando os dados de mesmo período e dia da semana, uma vez que foi observada a flutuação do tráfego entre os dias de monitoramento. O comportamento do tráfego no período de 24h foi determinado utilizando os valores médios por hora.

Os dados pluviométricos utilizados foram obtidos a partir da estação 291360602A, localizada em Ilhéus (-14,789158 -39,048858), e disponível no site do Sistema estadual de informações Ambientais e de Recursos Hídricos da Bahia (<http://monitoramento.seia.ba.gov.br/>).

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Foram utilizados modelos generalizados (GLM) para avaliar a relação entre a taxa de atropelamento e o volume de tráfego durante o período amostrado, considerando distribuição de *Poisson*. Foram realizados testes relacionando o número de veículos total, com o total de atropelamentos e o total de cada grupo amostrado para avaliar a ocorrência de variação entre eles (anfíbios, répteis, aves e mamíferos). Para essa análise, foram utilizados apenas os dados referentes às carcaças frescas diárias, a fim de evitar superexploração dos dados.

Um teste de correlação de *Pearson* foi realizado para examinar a relação entre a pluviosidade e a média de atropelamentos diários, por campanha, tanto para todos os vertebrados como para cada grupo separadamente, através do *software Past*.

As análises de distribuição espacial dos atropelamentos foram realizadas no *software KDE+* v2.2. Neste programa, foi utilizada a combinação do KDE (Estimativa de Densidade Kernel) juntamente com um teste estatístico para determinar a significância dos *clusters* de acidentes de trânsito, o que nos permite identificar os *clusters* relevantes e, assim, definir um conjunto de locais mais perigosos para a fauna. Para avaliar a significância dos *clusters*, utilizamos a medida de força do cluster, um número adimensional que serve como referência para a tomada de decisão sobre quais locais apresentam maior perigo, gerando um ranking de agregações de fatalidades. Essa medida não está diretamente relacionada ao número de atropelamentos dentro de um cluster, mas é determinada por quatro fatores: o número de acidentes de trânsito em um cluster, o comprimento do cluster, o número de atropelamentos em uma seção (no caso, o trecho da rodovia BA-262) e o comprimento da seção (BÍL *et al.*, 2016; BÍL *et al.*, 2013). As análises foram realizadas com base em dados precisos de GPS, com largura de banda igual a 150 e foram realizadas 800 simulações de Monte Carlo (simulações aleatórias repetidas), conforme o padrão da plataforma. Dessa forma, é possível determinar objetivamente o nível de significância (limite), selecionando apenas os agrupamentos significativos e classificando-os. Foram conduzidas diversas análises de agregação, incluindo uma para todos os vertebrados silvestres, uma análise específica para mamíferos, uma para aves, uma para répteis e uma para anfíbios, e compreendem os registros de atropelamentos coletados durante os 40 dias de monitoramento, ao longo das oito campanhas.

3. RESULTADOS

3.1 ATROPELAMENTO DE FAUNA

Durante o período de realização das oito campanhas de monitoramento de fauna no trecho estudado da rodovia BA-262 foram registrados um total de 245 atropelamentos de vertebrados, de 42 espécies, pertencentes à 12 ordens (**Tabela 1**). Considerando os dias de monitoramento de cada campanha, ambos os métodos de monitoramento, percorreu-se um total de 1920 quilômetros monitorados, com uma taxa de atropelamento de vertebrados de 0,12 indivíduo por quilometro, por dia.

Os dados obtidos revelaram que a maior incidência de atropelamentos ocorreu com os anfíbios, totalizando 153 espécimes (62,45% do total), seguidos pelos répteis, com 44 ocorrências (17,96%), aves com 28 casos (11,43%) e mamíferos, que totalizaram 13 indivíduos atropelados (5,31%) (**Figura 2**).

Tabela 1. Registros de vertebrados atropelados em 24 quilômetros da BA-262, entre maio e dezembro de 2022. IUCN- Categoria de ameaça na lista vermelha das espécies em risco de extinção (IUCN, 2019), e ICMBio- Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018): VU=vulnerável, LC=Pouco preocupante, EN= Em risco, NT= quase ameaçado e (-) quando não há status para a espécie em questão. N= número de indivíduos, %= porcentagem de registros em relação ao total de vertebrados registrados e NI= Não identificada

Táxon/ Espécie	Nome comum	IUCN	ICMBio	N	%
AMPHIBIA				153	62,45
ANURA					
<i>Dendropsophus elegans</i> (Wied-Neuwied, 1824)	Perereca-de-moldura	LC	LC	1	0,40
<i>Dendropsophus sp.</i>	Perereca	-	-	1	0,40
<i>Boana albomarginata</i> (Spix, 1824)	Perereca-araponga	LC	LC	4	1,63
<i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1824)	Sapo-martelo	LC	-	1	0,40
<i>Hypsiboas semilineatus</i> (Spix, 1824)	Perereca-dormideira	LC	LC	3	1,22
<i>Hypsiboas sp.</i>	-	-	-	2	0,81
<i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815)	Rã-manteiga	LC	LC	1	0,40
<i>Phyllomedusa burmeisteri</i> (Boulenger, 1882)	Perereca-de-folhagem	LC	LC	1	0,40
<i>Phyllomedusa sp.</i>	Perereca	-	-	1	0,40
<i>Pithecopus rohdei</i> (Mertens, 1926)	Perereca-macaco	LC	LC	2	0,81
<i>Rhinella crucifer</i> (Wied-Neuwied, 1821)	Sapo-cururu	LC	LC	2	0,81
<i>Rhinella hoogmoedi</i> (Caramaschi & Pombal, 2006)	-	LC	LC	2	0,81
<i>Rhinella sp.</i>	Sapo	-	-	14	5,71
<i>Anuro Ni</i>	Anuro Ni	-	-	114	46,53

Táxon/ Espécie	Nome comum	IUCN	ICMBio	N	%
GYMINOPHIONA					
<i>Siphonops sp.</i>	Cecília	-	-	4	1,63
AVES				28	11,43
APODIPHORMES					
<i>Chlorestes notata</i> (Reich, GC, 1793)	Beija-flor-de-garganta-azul	LC	LC	1	0,40
<i>Chrysuronia versicolor</i> (Vieillot, 1818)	Beija-flor-de-banda-branca	LC	LC	1	0,40
<i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788)	Balança-rabo-de-bico-torto	LC	LC	4	1,63
CATHARTIFORMES					
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1783)	Urubu-de-cabeça-preta	LC	LC	6	2,45
CUCULIFORME					
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	Anu-branco	LC	LC	1	0,40
<i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	Anu-preto	LC	LC	1	0,40
PASSERIFORME					
<i>Campylorhynchus turdinus</i> (Wied, 1821)	Catatau	LC	LC	2	0,81
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Cambacica	LC	LC	1	0,40
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	João-de-barro	LC	LC	1	0,40
<i>Ramphocelus bresilius</i> (Linnaeus, 1766)	Tiê-sangue	LC	LC	1	0,40
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	Canário-da-terra	LC	LC	3	1,22
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Saíra-amarela	LC	LC	1	0,40

Táxon/ Espécie	Nome comum	IUCN	ICMBio	N	%
<i>Tangara seledon</i> (Müller, 1776)	Saíra-sete-cores	LC	LC	1	0,40
<i>Thamnophilus palliatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Choca-listrada	LC	LC	2	0,81
<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1821)	Sanhaço-do-coqueiro	LC	LC	1	0,40
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	Sanhaço-cinzento	LC	LC	1	0,40
MAMMALIA				13	5,31
CARNIVORA					
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Cachorro-do-mato	LC	LC	3	1,22
<i>Ni</i>	Ni	-	-	1	0,40
CHIROPTERA					
<i>Morcego_Ni</i>	Morcego_Ni	-	-	1	0,40
CINGULATA					
<i>Dasyopus sp.</i>		-		1	0,40
DIDELPHIMORPHIA					
<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	Gambá-de-orelha-preta	LC	LC	1	0,40
PRIMATA					
<i>Callithrix kuhlii</i> (Coimbra-Filho, 1985)	Sagui-de-wied	VU	NT	1	0,40
<i>Leontopithecus chrysomelas</i> (Kuhl, 1820)	Mico-leão-baiano	EN	VU	1	0,40
RODENTIA					
<i>Akodon cursor</i> (Winge, 1887)	Rato-do-chão	LC		1	0,40

Táxon/ Espécie	Nome comum	IUCN	ICMBio	N	%
<i>Coendou spinosus</i> (Cuvier, 1823)	Ouriço-caixeiro	LC	LC	1	0,40
<i>Hylaeamys seuanezi</i> (Weksler, Geise & Cerqueira, 1999)	Roedor	-	-	1	0,40
<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Lund, 1840)	Rato-de-árvore	LC	LC	1	0,40
REPTILIA				49	20,00
SQUAMATA					
<i>Amphisbaena alba</i> (Linnaeus, 1758)	Cobra-cega	LC	LC	11	4,49
<i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758)	Bico-doce	LC	LC	1	0,40
<i>Enyalius catenatus</i> (Wied-Neuwied, 1821)	Papa-vento	LC	LC	1	0,40
<i>Tropidurus torquatus</i> (Wied-Neuwied, 1820)	Lagarto-de-lava-amazônico	LC	LC	1	0,81
<i>Tropidurus sp.</i>	Calango	-		2	0,81
<i>Lagarto Ni</i>	-	-	-	2	0,81
<i>Chironius exoletus</i> (Linnaeus, 1758)	Cobra-cipó	LC	LC	3	1,22
<i>Chironius sp.</i>	Cobra-cipó	-		1	0,40
<i>Chironius carinatus</i> (Linnaeus, 1758)	Cobra-cipó	LC	LC	1	0,40
<i>Drymarchon corais</i> (Boie, 1827)	Papa-pinto	LC	LC	2	0,81
<i>Erythrolamprus taeniogaster</i> (Jan, 1863)	Parelheira	LC	LC	1	0,40
<i>Erythrolamprus miliaris merremi</i> (Wied-Neuwied, 1821)	Cobra-lisa	LC	-	1	0,40

Táxon/ Espécie	Nome comum	IUCN	ICMBio	N	%
<i>Erythrolamprus reginae</i> (Linnaeus, 1758)	Cobra-d'água	LC	LC	1	0,40
<i>Imantodes cenchoa</i> (Linnaeus, 1758)	Dorme-dorme	LC	LC	2	0,81
<i>Lachesis muta</i> (Linnaeus, 1766)	Surucucu-pico-de-jaca	LC	LC	1	0,40
<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	Azulão-bóia	LC	LC	3	1,22
<i>Palusophis bifossatus</i> (Raddi, 1820)	Jararacuçu-do-brejo	LC	LC	2	0,81
<i>Taeniophallus affinis</i> (Günther, 1858)	Corredeira-do-mato	LC	LC	1	0,40
<i>Taeniophallus sp.</i>	Corredeira	-	-	1	0,40
<i>Tantilla melanocephala</i> (Linnaeus, 1758)	Cobra-de-cabeça-preta	LC	LC	1	0,40
<i>Xenodon merremii</i> (Wagler, 1824)	Cobra-achatadeira	LC	LC	1	0,40
<i>Serpente Ni</i>	Serpente Ni	-	-	8	3,27
Total geral				245	100.00

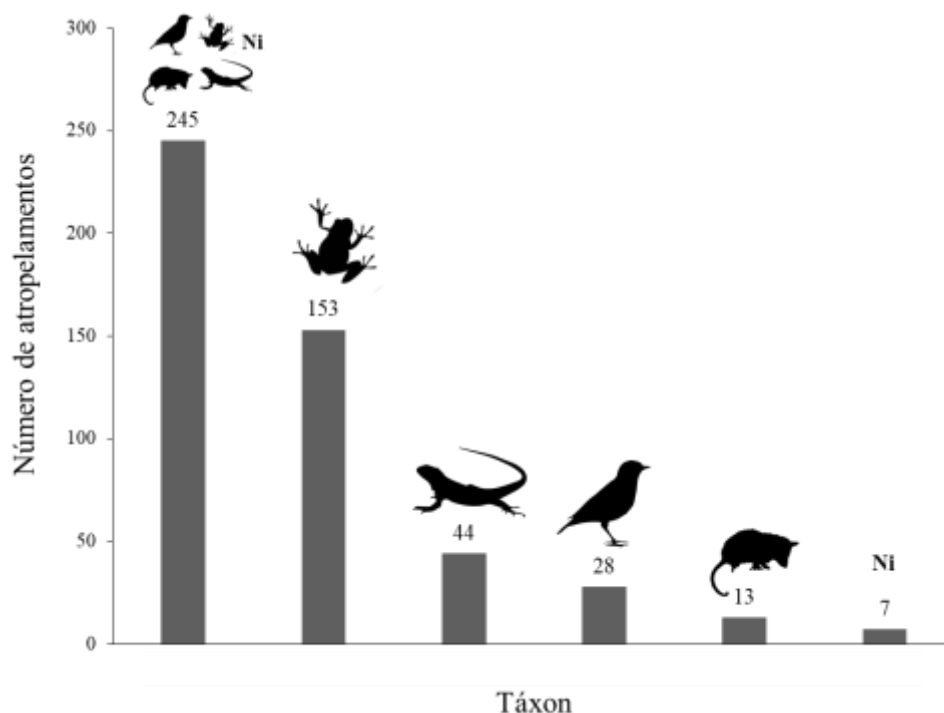


Figura 2. Número total de atropelamentos registrados para cada táxon durante monitoramento de fauna atropelada na rodovia BA-262, no trecho entre Ilhéus e Uruçuca- BA. Ni= não identificado.

Ao analisarmos as espécies afetadas pelos atropelamentos, constatamos que entre os anfíbios, *Rhinella sp.* (sapos-cururu), foi mais frequentemente registrada, com 14 ocorrências. Quanto aos répteis, *Amphisbaena alba* (cobra-cega) foi a espécie que sofreu maior número de atropelamentos (n=11). No caso das aves, identificou-se que *Coragyps atratus* (urubus-preto) foi a espécie mais afetada, com seis registros. Em relação aos mamíferos, *Cerdocyon thous* (cachorros-do-mato) registrou três ocorrências, sendo a espécie mais afetada para o grupo. É importante ressaltar que os anfíbios, apesar de serem os mais afetados pelo atropelamento, comparativamente, possuem poucas espécies identificadas (*Anuro Ni*, n= 114). Devido ao seu tamanho e textura corporal, as carcaças se desintegram mais facilmente que as dos demais animais, dificultando a identificação em níveis taxonômicos mais precisos.

Em relação ao *status* de conservação em nível global (IUCN, 2022) e nacional (ICMBio, 2018) não foram identificadas espécies de anuros e répteis atropelados. Dentre o grupo das aves, não houve espécies atropeladas nas listas de espécies ameaçadas acima. Dentre os mamíferos, dois primatas constam nas listas apresentando algum grau de ameaça. O sagui-de-wied (*Callithrix kuhlii* Coimbra-Filho, 1985) consta como Vulnerável (VU) pela IUCN e como “Quase ameaçado” (NT) pelo ICMBio. Já o mico-leão-da-cara-dourada

(*Leontopithecus chrysomelas* Kuhl, 1820) consta como “Em perigo” (EN) pela IUCN e “Vulnerável” pelo ICMBio.

Os meses com maior e menor taxa de atropelamento geral foram julho e novembro, respectivamente. Considerando os táxons, observamos uma variação da média diária de atropelamentos por campanha. A maior variação ocorreu para os anfíbios, com diferenças abruptas ao longo das campanhas (**Figura 3**).

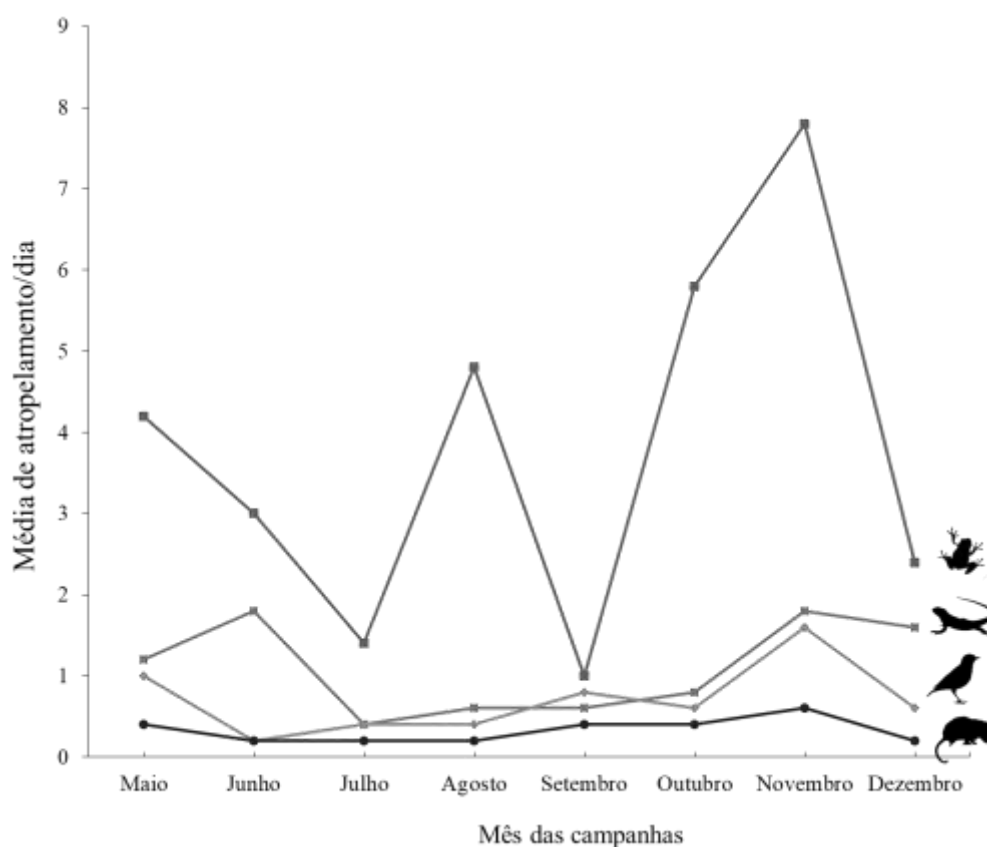


Figura 3. Variação por campanha, do número médio diário de atropelamentos de anfíbios, répteis, aves e mamíferos no trecho entre Ilhéus e Uruçuca da rodovia BA-262, sul da Bahia.

Analisando a relação entre pluviosidade e média de atropelamento geral por mês, foi observada uma tendência geral de aumento nos atropelamentos com o aumento da pluviosidade ($r = 0,48$), no entanto, os dados não fornecem suporte estatístico para afirmar que essa relação é consistente e não ocorre por acaso ($r^2 = 0,23$, $t = 1,34$, $p = 0,22$) (**Figura 4**). Analisando cada grupo, também não houve relação significativa. Outros fatores ou variáveis não incluídas no modelo podem estar influenciando os resultados. Isso indica que a pluviosidade mensal não é um preditor significativo da média de atropelamentos mensal.

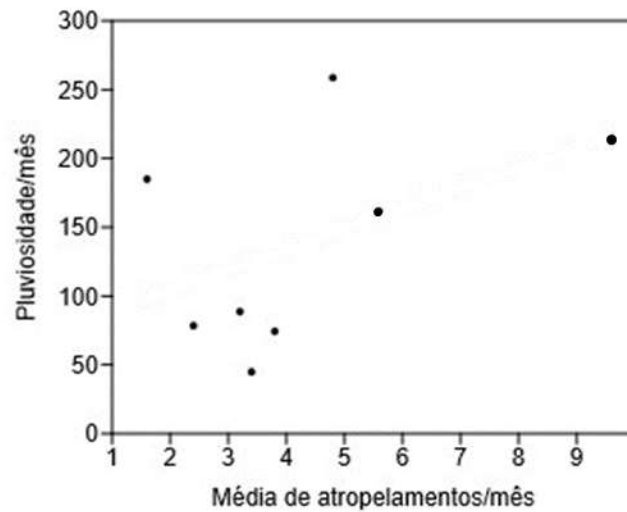


Figura 4. Relação entre a média de atropelamento de vertebrados e a pluviosidade, durante os meses amostrados, na rodovia estadual BA-262, localizada entre os municípios de Ilhéus e Uruçuca, no Sul da Bahia.

3.2 VOLUME DE TRÁFEGO X ATROPELAMENTO DE FAUNA

Entre as campanhas de maio e dezembro de 2023, foi registrado um total de 49.626 veículos, representando um Volume Médio Diário de Carros (VDMC) de 1.240 veículos/dia.

O fluxo de veículos apresentou pouca variação entre os dias da semana, mas grande variação entre o período de 24h. Cerca de 80% dos registros de veículos ocorreram no período entre 07:00h e 18:00h, média de 82 veículos/hora ($82,618 \pm 10,435$). A média de veículos transitando pela rodovia entre 18:00h e 07:00h foi de 20 veículos/hora ($20,770 \pm 14,857$), sendo que no início da madrugada, entre 01:00h e 3:00h da manhã, foram registrados em média apenas quatro veículos/hora ($4,52 \pm 0,763$) (**Figura 5**).

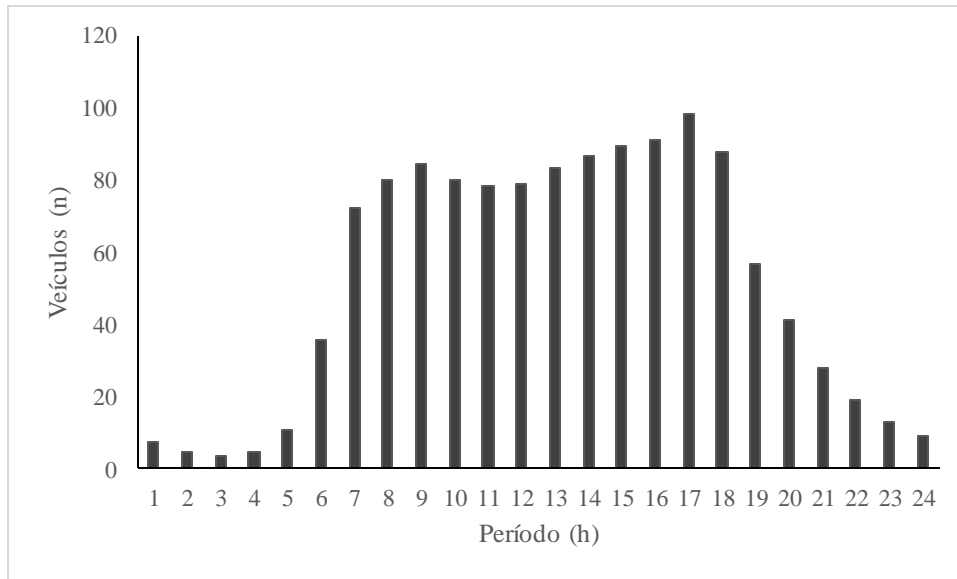


Figura 5. Comportamento geral do tráfego no período de 00:00h às 23:59h na rodovia BA-262, considerando as médias do volume de tráfego em cada horário ao longo de todo período de amostragem.

O volume de tráfego mensal e as taxas de atropelamento mensais apresentaram variações entre os meses amostrados (**Figura 6**). Os resultados obtidos nas análises sugerem uma relação estatisticamente significativa ($p= 0,04$) entre as variáveis volume de tráfego e atropelamento de fauna onde, à medida que o volume de tráfego diário aumenta, observa-se uma redução no número de atropelamentos diários para os vertebrados em geral. Analisando separadamente cada grupo de vertebrados, não encontramos relação significativa entre o tráfego e anfíbios ($p=0,34$), répteis ($p= 0,69$), aves ($p= 0,45$) e mamíferos ($p=1$) (**Figura 7**). Devido à grande discrepância de ocorrência entre anfíbios e os demais táxons, realizamos uma análise total, excluindo o grupo mais afetado. Novamente, a variação do número de atropelamentos não é explicada pelo tráfego ($p=0,44$).

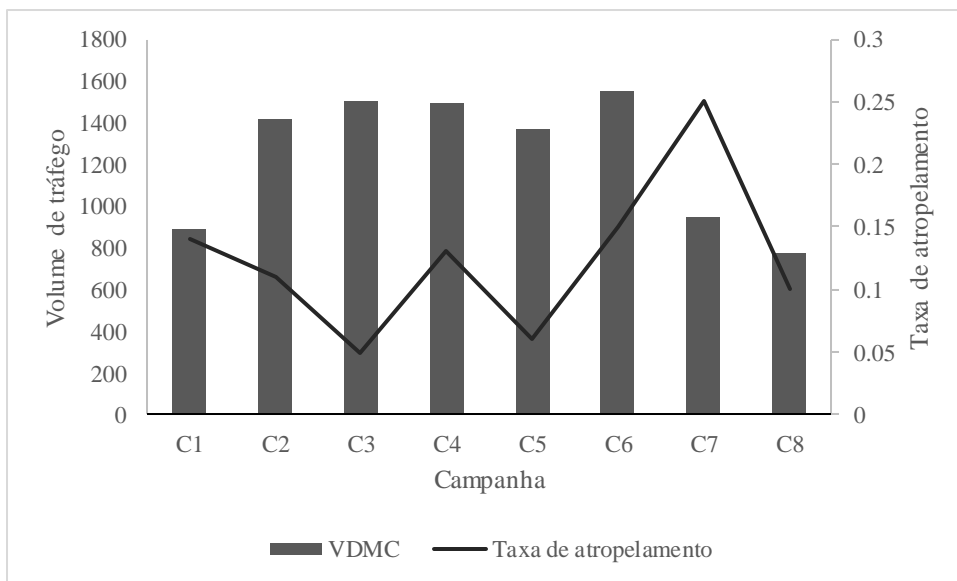


Figura 6. Volume diário médio de veículos (VDMC) e taxa de atropelamento (indivíduo/km/dia), por campanha, durante monitoramento de fauna atropelada em trecho da BA-262, localizada na região de Ilhéus-BA.

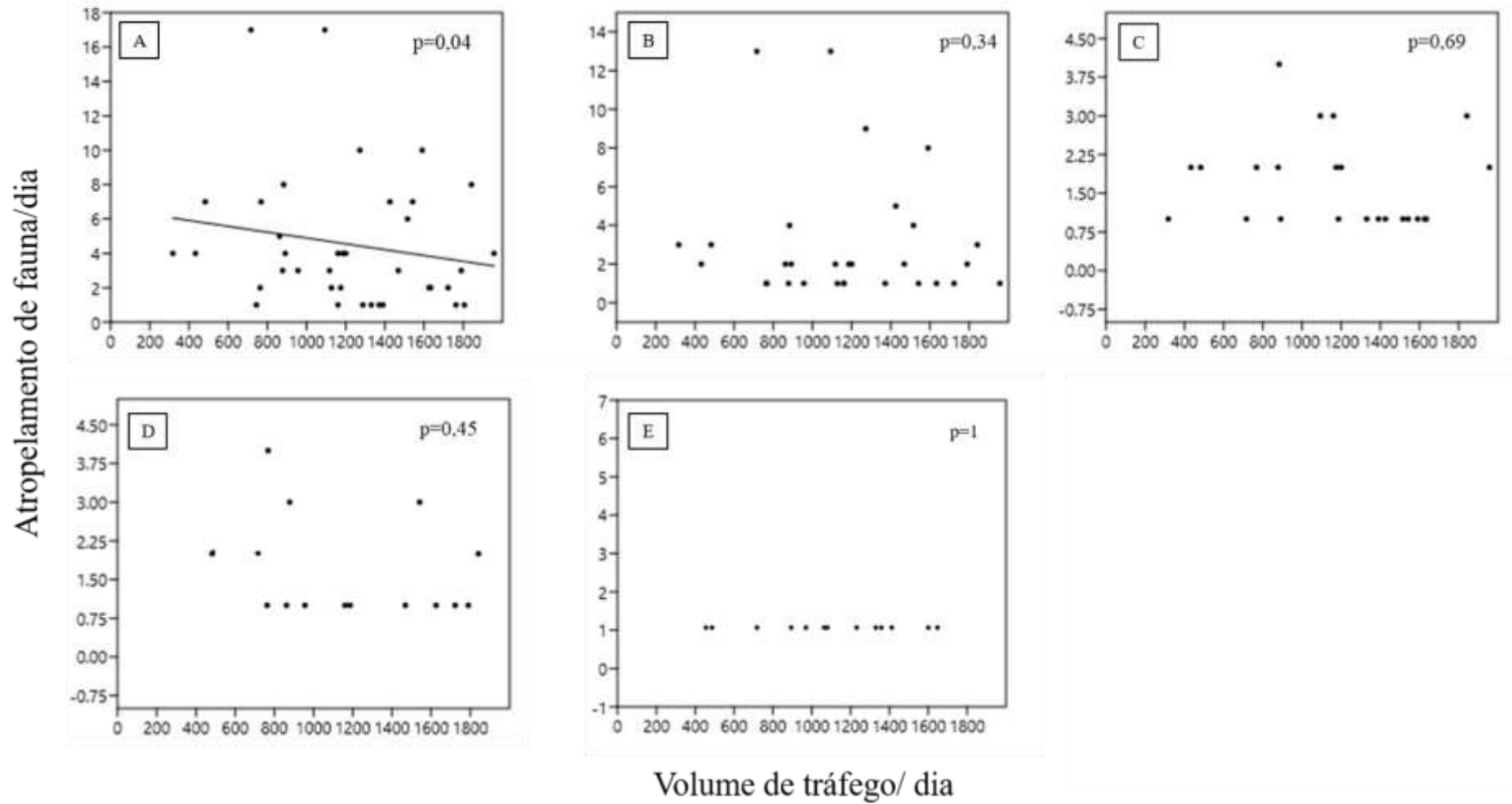


Figura 7. Resultados gráficos das análises de GLM para entre as variáveis “número de atropelamentos/dia” e “volume de tráfego/dia”. (A) geral, (B) Anfíbios, (C) Repteis, (D) Aves e Mamíferos(E).

3.3 TRECHOS CRÍTICOS DE ATROPELAMENTO DE VERTEBRADOS

A análise de atropelamento geral, considerando todos os vertebrados ($n=245$) resultou em nove pontos de agregação, que compõe 18,7% da área da rodovia; para anfíbios ($n=153$), encontramos 13 pontos de agregação, que representam 19,34% da área da rodovia. Para répteis ($n=44$), obtivemos 10 pontos de agregação, cerca de 6,60% da rodovia; já para aves ($n=28$) e mamíferos ($n=13$), encontramos seis e dois pontos de agregação, correspondendo a 5,21% e 1,55% do total da rodovia, respectivamente (**Tabela 2**) (**Figura 8**). Os gráficos que forneceram tais informações constam no APÊNDICE A.

Observamos que o trecho com maior criticidade para vertebrados analisado é também o mais extenso, com 40 registros de atropelamento em 1,2 km. Esse *cluster* engloba três *clusters* de anfíbios, três *clusters* de répteis e um *cluster* de aves.

Tabela 2. Resultados de análise de agregação para fauna geral, considerando todos os vertebrados registrados. Número de *clusters* (ID), tamanho do *cluster* (extensão), número de atropelamentos em cada *cluster* (eventos) e força da agregação (Str_dens2). Quanto maior a força de agregação, maior é a criticidade para atropelamento do trecho. Os valores em porcentagem indicam a proporção da rodovia que é composta por agrupamentos de acidentes e a proporção total de atropelamentos registrados que foram considerados como parte desses agrupamentos.

Táxon	ID	Extensão (m)	Eventos (n)		Str_dens2
Geral	1	1257.23	40		7.008117
	2	197.89	8		6.31265
	3	348.05	12		5.639503
	4	228.08	9		5.206773
	5	791.27	20		2.978278
	6	761.06	19		2.049556
	7	453.13	10		1.971311
	8	110.32	5		1.010122
	9	189.12	5		0.541354
	Total	4336.25	18,7 %	128	52,24%
Anfíbios	1	689.09	20		6.268636
	2	210	7		5.622478
	3	335.84	8		2.844063
	4	725.45	16		2.809294
	5	550	13		2.416197
	6	304.65	7		1.606667
	7	232.91	6		1.509856
	8	619.43	12		1.126014
	9	124.78	4		0.884995

Táxon	ID	Extensão (m)		Eventos (n)		Str_dens2
	10	258.82		5		0.509387
	11	162.92		4		0.486856
	12	250.83		5		0.191979
	13	177.71		4		0.141471
	Total	4642.49	19,34 %	111	72,55%	
Répteis	1	197.21		3		1.22839033
	2	339.78		4		0.704559
	3	120		2		0.58793759
	4	120		2		0.56216706
	5	130		2		0.55925803
	6	108.50		2		0.53134269
	7	140		2		0.51799066
	8	140		2		0.50646447
	9	150		2		0.47209363
	10	138.36		2		0.14279812
Total	1583.86	6,60 %	23	52,27%	-	
Aves	1	230		3		1.12616663
	2	240		3		1.01506097
	3	190		2		0.53588012
	4	190		2		0.52721776
	5	210		2		0.447912
	6	191.60		2		0.16816201
Total	1251.6	5,21%	14	50%	-	
Mamíferos	1	180		2		0.56902448
	2	191.27		2		0.17085128
	Total	1251.6	1,55%	4	30,77%	-

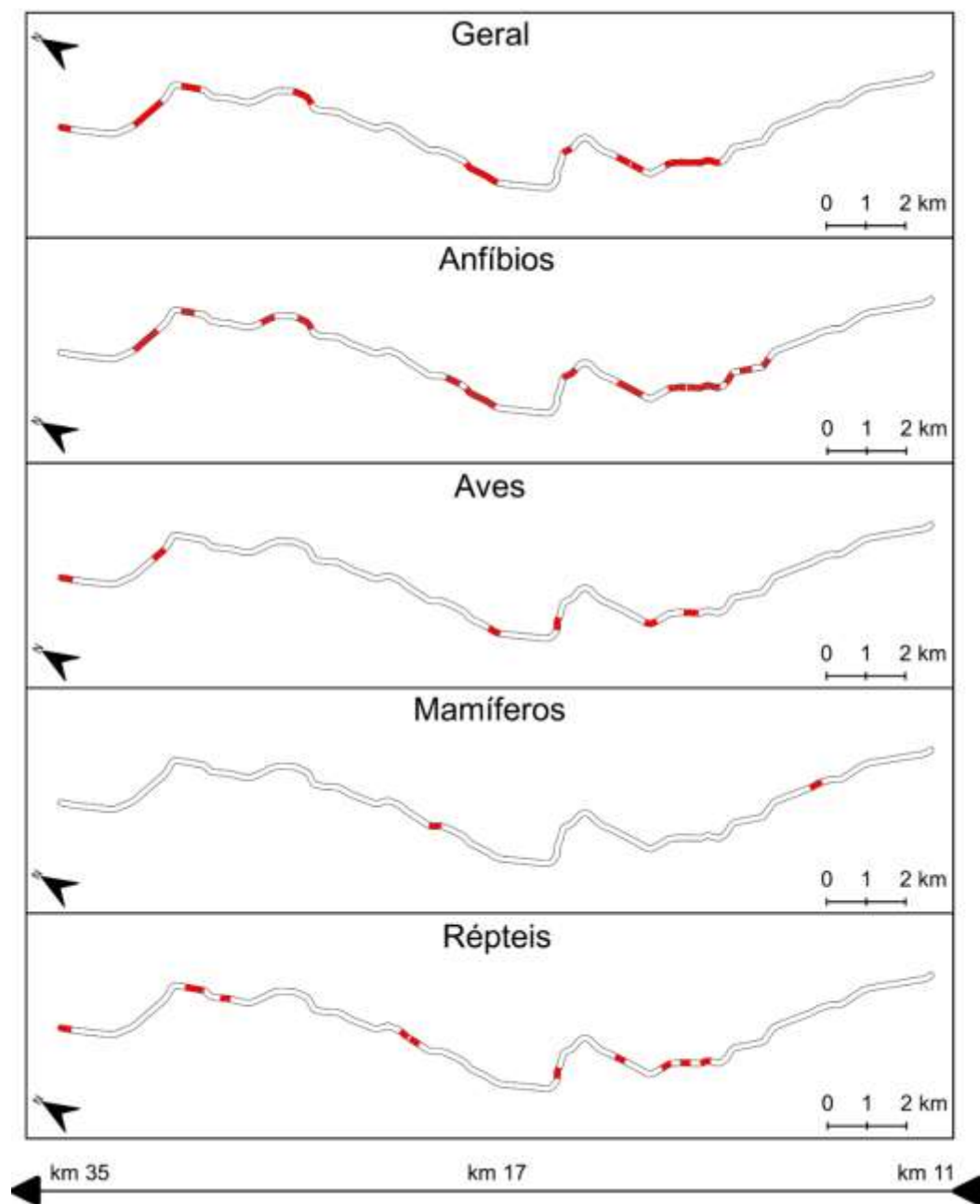


Figura 6. *Hotspots* de atropelamento (em vermelho) para cada grupo taxonômico, ao longo do trecho de 24km da Rodovia BA-262, em região agroflorestal de cacau, entre os municípios Ilhéus e Uruçuca, sul da Bahia.

4. DISCUSSÃO

4.1 FAUNA SILVESTRE E O TRÁFEGO DE VEÍCULOS

Os resultados obtidos mostram que todas as classes de vertebrados são impactadas em alguma medida pelo atropelamento. Os anfíbios foram os mais registrados, possivelmente

devido à alta abundância de espécies e à composição da paisagem, que tem por característica principal a umidade constante, seguido dos répteis, aves e, em menor número, dos mamíferos. De acordo com os resultados obtidos neste estudo, a variação do volume do tráfego possui uma relação significativa com o atropelamento de vertebrados em geral. Considerando que o tráfego não explica a variação de atropelamentos quando a análise é realizada separadamente para cada grupo (anfíbios, répteis, aves, mamíferos e todos exceto anfíbios), é provável que este resultado encontrado esteja relacionado sobretudo ao tamanho da amostra, pois o tamanho de amostra maior, incrementa o poder estatístico do teste e a capacidade de identificar diferenças estatisticamente significativas. Por outro lado, ao realizar análises separadas para cada grupo, o inverso acontece e temos menores amostras e diminuição do poder estatístico.

Seiler (2003) propôs um modelo conceitual no qual, a maioria das colisões acontece em rodovias com volumes de tráfego intermediários, uma vez que rodovias com baixo tráfego (abaixo de 2.500 veículos/dia) apresentam um perigo baixo para a fauna enquanto alto tráfego (acima de 10 mil veículos/dia) representa uma barreira total, impedindo a translocação da fauna. O tráfego monitorado na BA-262 é considerado muito baixo (1.240 veículos/dia) se comparado aos dados da pesquisa citada, o que pode explicar a ausência de relações significativas entre os grupos atropelados e o volume de tráfego. No entanto, o risco de atropelamentos em potencial pode variar entre diferentes regiões e habitat e entre os táxons, devido às suas características morfológicas e ecológicas distintas (MEDRANO-VIZCAÍNO, 2022).

O táxon mais afetado por atropelamento em nosso estudo compreende ao dos anfíbios. Este também é considerado como o grupo mais impactado pelos atropelamentos, apesar de ser o menos monitorado (COELHO et al., 2012), devido principalmente aos métodos empregados usualmente, que não permitem a detecção de pequenos animais (TEIXEIRA, 2010). O volume de tráfego não explica a variação na mortalidade de anfíbios, portanto, outras variáveis devem influenciar nas taxas de mortalidade das espécies desse grupo. Dornas e colaboradores (2019) estimou a morte de 10.000/ano sapos ferrovia na Amazônia, identificando a capacidade de locomoção e o comportamento sazonal ligado à reprodução, sobretudo após o início das chuvas, como principais fatores das agregações espaciais e temporais de atropelamentos. A variação no número de indivíduos atropelados parece coincidir com os meses de maior pluviosidade, já que as lagoas e poças outrora secas, começaram a encher no mês de outubro. Em estudo em área periurbana na Mata Atlântica, Coelho e colaboradores (2012) também não

encontraram influência significativa entre o volume de tráfego e os anuros como um todo, mas nas avaliações de espécies individuais mostraram que influenciou os atropelamentos de espécies específicas. É possível que o mesmo tenha ocorrido neste estudo porém, a alta proporção de carcaças não identificadas pode mascarar as espécies mais frequentemente atropeladas ou espécies raras e ameaçadas, tanto impedir uma análise mais detalhada, (COELHO *et al.*, 2012).

Assim como observado por Coelho *et al.* (2012), outros estudos apontam que a resposta ao tráfego varia entre as espécies. Em estudo anterior, o número de sapos-americanos mortos (*Bufo americanus*) aumentou com o aumento da intensidade do tráfego (MAZEROLLE, 2004). O número de rãs (*Rana ssp.*) mortos na rodovia foi maior quando muitos indivíduos estavam se movendo na rodovia e em intensidades de tráfego moderadas, o número de *Pseudacris crucifer* mortos na rodovia aumentou com a diminuição da intensidade do tráfego, e o de salamandras não variou (MAZEROLLE, 2004). Resultados semelhantes já haviam sido encontrados por Fahrig e colaboradores (1995) ao analisarem a variação de mortalidade entre sapos, rãs e perereca, onde constataram um efeito negativo do tráfego para o grupo, independente das variações entre as espécies. Anfíbios aquáticos reprodutores são mais vulneráveis à mortalidade no trânsito do que a maioria das outras espécies devido a seu padrão de atividade, estrutura populacional e habitat preferido (HELS *et al.*, 2001). Neste mesmo estudo, foram identificados que os três fatores mais importantes que determinam a vulnerabilidade das espécies à mortalidade nas rodovias são a capacidade de deslocamento, o padrão de movimento diurno e o fluxo de veículos, como consequência, as espécies mais vulneráveis são as espécies diurnas e de movimento lento. Somando-se a isso, estudos apontam que determinadas espécies de anfíbios apresentam comportamento de imobilidade frente aos veículos, em resposta à luz e ao ruído (MAZEROLLE, 2004), o que aumenta as chances de colisão. Nosso estudo também suporta que os anfíbios tendem a ter mais atropelamentos do que os répteis, como já evidenciado por Heigl *et al.* (2017), que registrou 252 observações de atropelamentos em 20 meses de monitoramento de uma rodovia terciária na Áustria, composta por 180 anfíbios e 72 répteis, e por Farias *et al.* (2022), que registrou 838 atropelamentos, em 47 dias de monitoramento de um trecho de rodovia na Bahia, sendo 827 de anfíbios e 11 de répteis.

Os répteis são um dos grupos de animais que mais sofrem com os atropelamentos (VALLEY *et al.*, 2018) e, em nosso estudo, representam o segundo grupo mais registrado. Para eles também a forma, velocidade de locomoção e padrões de movimento parecem ser os

fatores mais determinantes para o risco de atropelamento (BONNET *et al.*, 1999). Espécies com maior capacidade de deslocamento tendem a apresentar incremento nas taxas de atropelamento proporcionais ao aumento do tráfego de veículos (ROE *et al.*, 2006). A resposta comportamental frente à rodovia e ao tráfego varia entre as espécies. Algumas delas podem apresentar uma resposta de atração à rodovia, uma vez que a temperatura da superfície da rodovia permite a termorregulação e, com isso, aumentam as chances de atropelamento (GONÇALVES *et al.*, 2018). Outras espécies, podem acelerar o movimento ao perceber um veículo, tal qual um comportamento de fuga de predador ou, até mesmo tornam-se imóveis ao perceberem o risco (ANDREWS *et al.*, 2005).

Dos 49 registros de répteis atropelados, 41 eram serpentes. Para serpentes, o risco ao atropelamento também está relacionado com seu estágio de vida e sexo. Bonnet e colaboradores (1999) apontaram que cobras jovens são principalmente mortas imediatamente após a eclosão, quando estão se dispersando, enquanto indivíduos subadultos, geralmente apresentam taxas de mortalidade mais baixas, por serem mais sedentários. Ainda, machos adultos são principalmente mortos durante a época de acasalamento, sobretudo para espécies em que machos percorrem grandes distâncias em busca de parceiras. Para fêmeas adultas de espécies ovíparas, o maior risco consiste durante o deslocamento para postura dos ovos. Espécies que realizam movimentos frequentes de longa distância em busca de alimento apresentam maior taxa de mortalidade do que aquelas que emboscam suas presas e são sedentárias (BONNET *et al.*, 1999). Em outro estudo, o tamanho da serpente e também se venenosa ou não também geraram respostas variadas. As espécies diferiram significativamente na velocidade de travessia, com as cobras venenosas cruzando mais lentamente do que as não-venenosas (ANDREWS *et al.*, 2005). Independente da espécie, a presença de indivíduos na superfície da rodovia os tornam mais suscetíveis ao atropelamento intencional (SECCO *et al.*, 2014), como constatado em experimentos anteriores onde o atropelamento de serpentes era significativamente maior do que o de objetos controle (LANGLEY *et al.*, 1989; ASHLEY *et al.*, 2007).

Em menor número, registramos 28 aves atropeladas durante nosso monitoramento. Para este grupo, o voo e o forrageamento na rodovia são fatores que aumentam sua vulnerabilidade ao atropelamento (CLEVINGER *et al.*, 2003). A altura do vôo e o peso corporal dos espécimes também estão relacionados aos impactos das rodovias, uma vez que são afetadas pelo forte deslocamento de ar provocado pela passagem dos veículos em alta velocidade (PRADA, 2004).

Algumas espécies mais sensíveis podem demonstrar comportamento de evitação da rodovia decorrente a fatores como poluição sonora provocada pelo tráfego. Por outro lado, existem muitos motivos pelos quais algumas espécies respondem positivamente à rodovia, tornando-se mais suscetíveis ao atropelamento. As rodovias oferecem uma variedade de alimentos e recursos, como lixo, grãos derramados e insetos atraídos pelo calor da rodovia. Também podem atrair outras presas para as aves e servir como locais de observação para aves de rapina. Além disso, as aves utilizam as rodovias para beber, se banhar, coletar cascalho e buscar abrigo durante más condições climáticas (ERRITZOE *et al.*, 2003). A espécie mais registrada em nosso estudo, *Coragyps atratus* (urubu-preto), que tem hábito necrófago também foi comumente registrada como oportunística, forrageando nas áreas do entorno. Muitos dos atropelamentos desta espécie eram provocados em decorrência de outros atropelamentos, sobretudo de mamíferos de maior porte (canídeos silvestres e domésticos, principalmente), onde um grande grupo se alimentava da carcaça. As duas espécies mais atropeladas (urubu-preto e canário-de-chão) suportam a ideia de que tamanho corporal grande, comportamento de forrageamento no solo e uma maior amplitude alimentar têm sido associados ao risco de atropelamento em aves brasileiras (GONZÁLEZ-SUÁREZ *et al.*, 2018).

Em estudo anterior a relação entre tráfego e mortalidade parece ser positiva, na qual o maior volume de tráfego em determinados dias resultou na maior mortalidade de aves nas rodovias e ainda, o menor número de indivíduos mortos foi registrado nos meses de inverno, onde há menos tráfego, com velocidade reduzida e menor duração do dia (ERRITZOE *et al.*, 2003). Aves que habitam áreas do entorno de rodovias apresentam redução no sucesso reprodutivo e declínios populacionais diretamente relacionados com o incremento no volume de tráfego de veículos (ERRITZOE *et al.*, 2003). E em geral, a mortalidade é fortemente relacionada ao comportamento de forrageamento e associações de habitat, na qual os pequenos passeriformes florestais, que frequentemente se alimentam em arbustos, nas bordas da rodovia, são os mais afetados (SANTOS *et al.*, 2016). Tal informação sustenta nosso resultado, no qual das 28 aves registradas, 14 eram passeriformes.

Para mamíferos, a resposta à rodovia e ao tráfego novamente varia de acordo com as características biológicas de cada espécie e do ambiente em que estão inseridas (JAEGER *et al.*, 2005; DA ROSA, 2018). Como exemplo, KACZENSKY e colaboradores (2003) observaram em estudo em rodovia eslovênia que tráfego intenso representam um risco significativo de mortalidade para os ursos, corças e outros mamíferos de médio porte, uma

vez que realizam diversos cruzamentos, enquanto que as populações de javalis encontram-se isoladas entre os dois lados.

No caso deste estudo, os mamíferos silvestres foram o grupo menos afetado por atropelamentos, com apenas 13 indivíduos registrados e não encontramos relação entre esse dado e o volume do tráfego. Uma possível explicação seja devido ao comportamento das espécies do entorno. Através dos dados de monitoramento de mamíferos do entorno (Ver capítulo 2), observamos um padrão de atividade majoritariamente noturno, período que corresponde ao de menor fluxo de veículos na rodovia (entre 18:00h e 7:00h da manhã). Ou seja, o período de maior atividade da mastofauna parece ser antagônico ao maior período de atividade humana. No entanto, não é possível afirmar se as espécies registradas neste estudo utilizam a rodovia durante esses períodos, uma vez que não foram coletados dados que informem a transposição da via durante a noite. Abra e colaboradores (2020) observaram um padrão de atividade similar em antas no centro-oeste brasileiro, cuja translocação da via foi confirmada pelo monitoramento de passagens inferiores de fauna, o que sugere que algo semelhante esteja acontecendo com a fauna do entorno nas cabruças. É passível questionar que, além da evitação dos distúrbios do tráfego, o histórico de manejo das cabruças (colheita, poda, roçada entre outros) pode contribuir para a evitação do encontro também com humanos durante o dia. Padrão similar foi encontrado por Dowding e colaboradores (2010), com populações de ouriços europeus (*Erinaceus europaeus*), onde os indivíduos foram significativamente mais ativos após a meia-noite, quando o tráfego humano e veicular era reduzindo.

As espécies podem modificar seus padrões de atividade diurna para minimizar as interações com humanos enquanto consomem recursos das rodovias. No Canadá, Kite e colaboradores (2016) encontraram para ursos pardos uma variação do uso da rodovia e adjacências com base na estação, *status* reprodutivo e sexo. Fêmeas que passaram mais tempo se locomovendo perto das rodovias à noite, tiveram taxas de sobrevivência maiores, enquanto fêmeas que foram mortas por atropelamento realizaram a maior parte de seus movimentos próximos às rodovias durante o dia. As rodovias no período da noite podem se tornar corredores para o deslocamento facilitado, reduzindo as chances de encontro com veículos (ROEVER et al. 2010). Padrões semelhantes foram encontrados para diversas outras espécies, principalmente carnívoros, onde as mudanças para o período noturno foram interpretadas como comportamento de evitação da atividade em horários com menor atividade humana (KITE et al., 2016; LOWRY et al., 2013; ODDEN et al., 2014). Em estudo global conduzido

por Gaynor e colaboradores (2018), revelou-se um forte efeito dos humanos nos padrões diários outro estudo, onde espécies tipicamente diurnas mostraram um aumento na noturnidade, e mesmo espécies crepusculares e noturnas tornaram-se mais fortemente noturnas em torno de intervenções antrópicas. Para nosso estudo, com uma média de tráfego de apenas quatro carros nas madrugadas, todas as espécies foram registradas ao menos uma vez durante o período noturno, com exceção do único registro de *Puma yagouaroundi*. Uma espécie constantemente afetada pela colisão com veículos em outras rodovias brasileiras também foi registrada neste trabalho. *Cerdocyon thous*, generalista de habitat e dieta, foi a mais afetada pelo atropelamento em nossa região e, também foi registrado com frequência durante o dia no monitoramento de fauna do entorno (ver Capítulo 2). Oliveira e colaboradores (2011) também registraram essa espécie como mais atropelada, durante monitoramento no subtrecho de BR 101, no norte da Bahia. Uma alta perda de espécies comuns também é ecologicamente relevante, pois pode afetar gravemente os serviços ecossistêmicos por elas prestados (ABRA et al., 2021).

Além disso, o registro de *Callithrix kuhlii* e *Leontopithecus chrysomelas*, duas espécies de primatas, diurnos, acende o alerta para a problemática na região. Inclusive, a presença de rodovias consta como uma das 14 ameaças à biodiversidade no Plano Estratégico de 2020-2029, da Iniciativa para Conservação do Mico-leão-baiano (*Leontopithecus chrysomelas*). De maneira geral, a ampla diversidade de espécies mortas em rodovias nas regiões tropicais é motivo de preocupação para a conservação, especialmente quando essas espécies incluem aquelas que estão ameaçadas. Para essas, mesmo uma baixa taxa de mortalidade por atropelamento pode representar uma perda significativa para a população (FORMAN; ALEXANDER, 1998).

Para a mesorregião Sul da Bahia, uma análise histórica da precipitação no período entre os anos 2010 e 2018 evidenciou que o período de chuvas é bem distribuído durante o ano, com pouca variação entre os meses (MORENO, 2022). Provavelmente devido a essa característica, nossas análises não apontaram relação significativa entre o atropelamento e a variação da pluviosidade nos meses monitorados. Porém, as médias de atropelamento aumentam consideravelmente para todos os grupos no mês de outubro, sobretudo para anfíbios, indicando um possível efeito local. Esse grupo é fortemente relacionado à pluviosidade e o seu atropelamento tende a responder a sua variação (COELHO et al., 2012). Em estudo realizado em Ibicuí, Bahia, os pesquisadores encontraram um aumento significativo no número de animais atropelados quando as chuvas se intensificaram, além do

aumento na proporção de jovens (FARIAS et al., 2022), corroborando nossos resultados. Medeiros (2018) não encontrou relação entre a pluviosidade e a mortalidade de répteis, anfíbios e aves em rodovia na Amazônia.

De maneira geral, é importante destacar que nossas observações podem não refletir completamente a realidade dos dados, pois não incluímos informações sobre a detecção e a permanência das carcaças na rodovia. As condições climáticas da região (sol intenso e chuva) podem lavar ou ressecar as carcaças, não sendo possível amostrá-las. Carcaças em áreas quentes e úmidas e aquelas com altos níveis de tráfego também podem desaparecer mais rapidamente (GONZÁLEZ-SUÁREZ et al., 2018). Também a presença visível de animais necrófagos, como urubus, durante o monitoramento pode ter contribuído para a retirada de indivíduos, sobretudo répteis, aves e pequenos mamíferos, como comprovado em experimento anterior, onde 60% das carcaças de aves e 97% das de répteis foram removidas em até 36 horas após a colocação das mesmas na rodovia (ANTWORTH *et al.*, 2005). Por fim, os estudos envolvendo atropelamento de fauna silvestre indicam uma grande variação de respostas dentro de um mesmo táxon, o que nos leva a crer que análises mais refinadas, a nível de espécie, seriam mais importantes para avaliarmos relações significativas entre a mortalidade e o tráfego.

4.2 PONTOS CRÍTICOS DE ATROPELAMENTO DE VERTEBRADOS

Os atropelamentos não ocorrem de forma aleatória ou homogênea ao longo de uma rodovia, mas muitas vezes são temporariamente e espacialmente concentrados de forma agregada (BARTHELMESS, 2014; SANTOS *et al.*, 2017; KARANASIOS et al., 2021). Além disso, as agregações de atropelamento também podem variar espacialmente ao longo do tempo, onde a alternância dos *hotspots* pode ocorrer devido à disponibilidade de recursos. Medeiros (2019) em estudo na região amazônica, encontrou um padrão de oscilação espacial e temporal, assumindo os intervalos de frutificação das espécies vegetais. A paisagem no entorno do trecho amostrado neste estudo é composta majoritariamente por áreas de fazendas de cacau sombreado, com exceção de dois trechos periurbanos e um trecho com pastagem. O resultado encontrado por Medeiros (2019) pode ser relevante para nossa área de estudo, uma vez que o ciclo do cacau é bem delimitado temporalmente, com o final da colheita no mês de outubro, e diversas outras espécies frutíferas compõem esse sistema agroflorestal. No entanto,

nossos dados não permitem, ao menos por enquanto, analisarmos estatisticamente qualquer efeito nesse sentido.

Animais altamente abundantes no entorno das rodovias tem maiores chances de serem atropelados do que os menos abundantes (SEILER, 2001) e, talvez por isso que nossas análises resultaram nas maiores forças de agregação justamente para os anfíbios. A região de estudo é extremamente úmida e o habitat ideal para muitas espécies de anfíbios. Dos 24km amostrados, as agregações para o grupo compreendem quase 20% de toda extensão.

Em nosso estudo, localizamos diversos pontos de agregação de atropelamentos que diferem em extensão e em graus de criticidade. Compreender padrões de agregação espacial e temporal de colisões entre animais e veículos são recorrentemente usados para informar onde e quando as medidas de mitigação são mais necessárias (VAN DER REE et al., 2015). E nesse sentido, estabelecer uma ordem de prioridade para a implementação dessas medidas parece ser uma estratégia interessante.

Este, apesar de ter sido o trecho que mais chamou a atenção, foi um padrão que se repetiu algumas vezes em nossos resultados. Com exceção dos *hotspots* de atropelamento para mamíferos, os outros táxons apresentaram sobreposição de áreas. Teixeira et al. (2013) analisaram atropelamentos em rodovias brasileiras para avaliar a coincidência de *hotspots* entre diferentes grupos de vertebrados e sua utilidade na implementação de medidas de mitigação multi-espécies. Concluiu-se que nenhum grupo de espécies pode substituir outro na identificação de *hotspots* e que, para uma mitigação eficaz, é necessário identificar *hotspots* em escalas maiores e, posteriormente, *hotspots* específicos em escalas menores, implementando medidas específicas para cada espécie ou grupo, através de uma abordagem híbrida. Nesse sentido, apenas considerar nossos trechos de sobreposição com base nas análises que fizemos, não seria suficiente para a definição de medidas e tais dados devem ser combinados com o mapeamento de conectividade de habitat para melhorar essa avaliação, a fim de escolher os locais onde as medidas de mitigação devem ser construídas e em qual abordagem (CLEVENGER et al. 2003).

Diversos outros estudos também encontraram agregações de atropelamento entre diferentes táxons, inferindo uma relação entre as espécies que as colocaria em uma maior situação de risco (CARVALHO, 2014; MILLI et al., 2006; WEISS et al., 2012). Do ponto de vista prático, ainda que as espécies apresentem características ecológicas e comportamentais distintas, a coincidência dos pontos de agregação poderia estimular a implementação de

medidas do tipo multi-espécie. Assim, seria possível investir em uma única medida, que beneficiasse o maior número de espécies (LESBARRÈRES & FAHRIG, 2012). Para regiões de alta biodiversidade, como o caso da nossa região de estudo, é indicado que estudos sobre o atropelamento de fauna evitem abordagens espécie-específicas, a fim de propor medidas mitigatórias que possam abranger o maior número de espécies (BUENO et al., 2015).

Ainda que o fluxo de veículos não seja uma variável significativa para o número de atropelamentos, é possível que essa condição se altere, devido às obras de infraestrutura e incremento do volume geral de tráfego após a inauguração do novo porto na região. Além disso, o atropelamento de espécies ameaçadas acentua a necessidade de atenção à problemática na rodovia. Visto os *hotspots* de atropelamentos para os grupos de vertebrados, fica evidente os pontos que merecem maior atenção para a conservação da biodiversidade, bem como maiores estudos para compreensão da dinâmica de agregações de atropelamentos no trecho estudado da rodovia BA-262.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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**, Vol.7, No. 1, p.e. 06015, 2021.
- ANDREWS, K. M.; GIBBONS, J. W. How do Highways Influence Snake Movement? Behavioral Responses to Roads and Vehicles. **Copeia**, Vol. 2005, No. 4, p. 772–782, 2005.
- ANTWORTH, R. L.; PIKE, D. A.; STEVENS, E. E. Hit and Run: Effects of Scavenging on Estimates of Roadkilled Vertebrates. **Southeastern Naturalist**, Vol. 4, No. 4, p. 647–656, 2005.
- BECKMANN, J. P., CLEVINGER, A. P., HUIJSER, M. P., HILTY, J. A. Safe Passages: highways, wildlife, and habitat connectivity. **Island Press**, 2010.
- BARTHELMESS, E. L. Spatial distribution of road-kills and factors influencing road mortality for mammals in Northern New York State. **Biodiversity and Conservation**, Vol. 23, No. 10, p. 2491–2514, 1 set. 2014.
- BERTA, A. *Cerdocyon thous*, **Mammalian species**, No. 186, p. 1-4, 1982.
- BÍL, M. et al. The KDE+ software: a tool for effective identification and ranking of animal-vehicle collision hotspots along networks. **Landscape Ecology**, Vol. 31, No. 2, p. 231–237, 2016.
- BÍL, M.; ANDRÁŠIK, R.; JANOŠKA, Z. Identification of hazardous road locations of traffic accidents by means of kernel density estimation and cluster significance evaluation. **Accident Analysis & Prevention**, Vol.55, p. 265–273, 2013.
- BONNET, X.; NAULLEAU, G.; SHINE, R. The dangers of leaving home: Dispersal and mortality in snakes. **Biological Conservation**, Vol.89, p. 39–50, 1999.
- BUENO, C.; SOUSA, C. O. M.; FREITAS, S. R. Habitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates? **Brazilian Journal of Biology**, Vol.75, p. 228–238, 2015.
- CARVALHO, C. F. Atropelamento de vertebrados, *hotspots* de atropelamentos e parâmetros associados, BR-050, trecho Uberlândia-Uberaba. Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2014.
- COELHO, I. P., TEIXEIRA, F. Z., COLOMBO, P., COELHO, A. V. P., & KINDEL, A. Anuran road-kills neighboring a peri-urban reserve in the Atlantic Forest, Brazil. **Journal of Environmental Management**, Vol.112, p. 17-26, 2012.
- CHARRY, B., JONES J. Traffic volume as a primary road characteristic impacting wildlife: a tool for land use and transportation planning. In: Wagner PJ, Nelson D, Murray E (eds) Proceedings of the international conference on ecology and transportation. **Center for Transportation and the Environment**, pp. 159–172, 2009.
- CLEVINGER, A. P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K. E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. **Biological conservation**, Vol. 109, No. 1, p. 15-26, 2003.

- DORNAS, Rubem AP et al. Strain by the train: Patterns of toad fatalities on a Brazilian Amazonian railroad. *Science of the Total Environment*, Vol.660, p. 493-500, 2019.
- DOWDING, C. V. et al. Nocturnal ranging behaviour of urban hedgehogs, *Erinaceus europaeus*, in relation to risk and reward. **Animal Behaviour**, Vol.80, No1, p. 13–21, 2010.
- ERRITZOE, J.; MAZGAJSKI, T. D.; REJT, Ł. Bird Casualties on European Roads — A Review. **Acta Ornithologica**, Vol. 38, No. 2, p. 77–93, 2003.
- FAHRIG, L., PEDLAR, J. H., POPE, S. E., TAYLOR, P. D., & WEGNER, J. F. Effect of road traffic on amphibian density. **Biological Conservation**, Vol.73, No. 3, p. 177–182, 1995.
- FARIAS, W., NAPOLI, M. F., DODONOV, P., & FORTI, L. R. Watch out for the car! Almost a thousand amphibians and reptiles ran over by cars at a single location during one reproductive season in Bahia state, Brazil. **Biodiversity**, p. 1-9, 2022.
- FONSECA, M. G., ROSA, M., PIOTTO, D., FARIA, D., REUSS, G. M., PRIETO, J., D., SANTOS, L. R., DIAS, C. V., CARDOSO, G., PIAZZON, R., BERGAMO, R., GOMES, R., DE OLIVEIRA, R. B. & CHAVES, M. G. Mapbiomas cacau: Fase 1, pp. 31, 2020.
- FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Vol.29, No. 1, p. 207–231, 1998.
- GAYNOR, K. M., HOJNOWSKI, C. E., CARTER, N. H., & BRASHARES, J. S. The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. **Science**, 360(6394), 1232-1235, 2018.
- GONÇALVES, L. O. ALVARES, D. J., TEIXEIRA, F. Z., SCHUCK, G., COELHO, I. P., ESPERANDIO, I. B., ... & KINDEL, A. Reptile road-kills in Southern Brazil: Composition, hot moments and hotspots. **Science of the Total Environment**, Vol.615, p. 1438–1445, 2018.
- GONZÁLEZ-SUÁREZ, M.; ZANCHETTA FERREIRA, F.; GRILO, C. Spatial and species-level predictions of road mortality risk using trait data. **Global Ecology and Biogeography**, Vol. 27, No. 9, p. 1093–1105, 2018.
- GRILO, C. et al. Individual Spatial Responses towards Roads: Implications for Mortality Risk. **PLOS ONE**, Vol. 7, No. 9, p. e43811, 2012.
- HELMS, T.; BUCHWALD, E. The effect of road kills on amphibian populations. **Biological Conservation**, Vol. 99, No. 3, p. 331–340, 2001.
- HEIGL, F., HORVATH, K., LAAHA, G., & ZALLER, J. G. Amphibian and reptile road-kills on tertiary roads in relation to landscape structure: using a citizen science approach with open-access land cover data. **BMC ecology**, Vol. 17, p. 1-11, 2017.
- HUIJSER, M. P., & MCGOWEN, P. T. Reducing wildlife-vehicle collisions. **Island Press: Washington**, pp. 51-74, 2010.
- JAEGGER, J. A. G. et al. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. **Ecological Modelling**, Vol. 185, No. 2–4, p. 329–348, 2005

- KACZENSKY, P. et al. The impact of high speed, high volume traffic axes on brown bears in Slovenia. **Biological Conservation**, Vol.111, No 2, p. 191–204, 1 jun. 2003.
- KARANASIOS, P. et al. Exploring hybrid consensus models to assess roadkill. **Journal of Environmental Management**, Vol. 294, p. 112886, 2021.
- KITE, R. et al. A movement-driven approach to quantifying grizzly bear (*Ursus arctos*) near-road movement patterns in west-central Alberta, Canada. **Biological Conservation**, Vol. 195, p. 24–32, 2016.
- LANGLEY, W. M.; LIPPS, H. W.; THEIS, J. F. Responses of Kansas Motorists to Snake Models on a Rural Highway. **Transactions of the Kansas Academy of Science (1903)**, Vol.92, No. 1/2, p. 43–48, 1989.
- LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S. G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, Vol.24, No. 12, p. 659–669, 2009.
- LESBARRERES, David; FAHRIG, Lenore. Measures to reduce population fragmentation by roads: what has worked and how do we know? **Trends in Ecology & Evolution**, Vol.27, No. 7, p. 374-380, 2012.
- LOWRY, H.; LILL, A.; WONG, B. B. M. Behavioural responses of wildlife to urban environments. **Biological Reviews**, Vol. 88, No. 3, p. 537–549, 2013.
- MALO, J. E.; SUÁREZ, F.; DÍEZ, A. Can we mitigate animal–vehicle accidents using predictive models? **Journal of Applied Ecology**, Vol. 41, No. 4, p. 701–710, 2004.
- MAZEROLLE, M. J. Amphibian road mortality in response to nightly variations in traffic intensity. **Herpetologica**, Vol. 60, No. 1, p. 45–53, 2004.
- MEDEIROS, A. S. M. Vertebrados atropelados na Amazônia: Monitoramento em longo prazo, influência do fluxo de veículos e alternância de *hotspots* em um trecho da rodovia BR-174, Brasil. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, Manaus, 2019.
- MILLI, M.; PASSAMANI, M. The impact of the Josil Espíndula Agostini Road (ES249) on the mortality of wild animals (Vertebrata) by running over. **Nat. Line**, Vol. 4, p. 40-46, 2006.
- MORENO, G. S. Social indicators, changes in landscape and climate: effects on emerging and re-emerging diseases. **Dissertação**. (Mestrado em Ciências e Tecnologias Ambientais). Programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Sul da Bahia e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Universidade Federal do Sul da Bahia, Porto Seguro, BA, 2022.
- ODDEN, M., ATHREYA, V., RATTAN, S., & LINNELL, J. D. Adaptable neighbours: movement patterns of GPS-collared leopards in human dominated landscapes in India. **PLOS One**, Vol. 9, No. 11, p. e112044, 2014.
- OLIVEIRA, J. B., ABREU, C. D. L., SOUZA, C. D., KOCOUREK, B., OLIVEIRA, S. Definição dos pontos críticos de atropelamento da fauna silvestre no trecho sul da BR-101/NE. **VI CBGA**, Porto Alegre, Brasil, 2015.

- PAGANY, R. Wildlife-vehicle collisions-Influencing factors, data collection and research methods. **Biological conservation**, Vol. 251, p. 108758, 2020.
- PALLARES, E. R.; JOYA, F. L. M. Reptile road mortality in a fragmented landscape of the middle Magdalena Valley, Colombia. **Herpetology Notes**, Vol. 11, p. 81-91, 2018.
- PAUL ASHLEY, E.; KOSLOSKI, A.; PETRIE, S. A. Incidence of Intentional Vehicle-Reptile Collisions. **Human Dimensions of Wildlife**, Vol.12, No. 3, p. 137-143, 2007.
- PRADA, C. S. Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do Estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise dos fatores envolvidos. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal de São Carlos, Brasil, 2004.
- VAN DER REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. **Handbook of road ecology**. John Wiley & Sons, 2015.
- RIBEIRO, T. R. S., LARANJA, R. E. D. P., & BARBIERI, C. B. Dinâmica das Rodovias: O Papel do Tráfego nos Índices de Atropelamentos de Fauna. **Sociedade & Natureza**, Vol. 34, 2022.
- ROEDENBECK, I. A., FAHRIG, L., FINDLAY, C. S., HOULAHAN, J. E., JAEGER, J. A., KLAR, N., ... & VAN DER GRIFT, E. A. The Rauschholzhausen agenda for road ecology. **Ecology and society**, Vol. 12, No. 1, 2007.
- ROEVER, C. L.; BOYCE, M. S.; STENHOUSE, G. B. Grizzly bears and forestry: II: grizzly bear habitat selection and conflicts with road placement. **Forest ecology and Management**, Vol. 256, No. 6, p. 1262-1269, 2008.
- ROEVER, C. L.; BOYCE, M. S.; STENHOUSE, G. B. Grizzly bear movements relative to roads: application of step selection functions. **Ecography**, Vol.33, No 6, p. 1113-1122, 2010.
- ROE, J. H.; GIBSON, J.; KINGSBURY, B. A. Beyond the wetland border: Estimating the impact of roads for two species of water snakes. **Biological Conservation**, Vol.130, No. 2, p. 161-168, 2006.
- SANTOS, R. A. L., ASCENSÃO, F., RIBEIRO, M. L., BAGER, A., SANTOS-REIS, M., & AGUIAR, L. M. Assessing the consistency of hotspot and hot-moment patterns of wildlife road mortality over time. **Perspectives in Ecology and Conservation**, Vol. 15, No. 1, p. 56-60, 2017.
- SANTOS, S. M., MIRA, A., SALGUEIRO, P. A., COSTA, P., MEDINAS, D., & BEJA, P. Avian trait-mediated vulnerability to road traffic collisions. **Biological Conservation**, Vol. 200, p. 122-130, 2016.
- SECCO, H., RATTON, P., CASTRO, E., DA LUCAS, P. S., & BAGER, A. Intentional Snake Road-Kill: A Case Study using Fake Snakes on a Brazilian Road. **Tropical Conservation Science**, Vol.7, No. 3, p. 561-571, 2014.
- SEILER, A. The toll of the automobile - Wildlife and roads in Sweden. 2003.

TEIXEIRA, F. Z., COELHO, A. V. P., ESPERANDIO, I. B., & KINDEL, A. Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. **Biological Conservation**, Vol.157, p. 317, 2013.

TEIXEIRA, F. Z. Detectabilidade da fauna atropelada: efeito do método de amostragem e da remoção de carcaças. Monografia de bacharelado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.

WEISS, L. P.; VIANNA, V. O. Levantamento do impacto das rodovias BR-376, BR-373 e BR-277, trecho de Apucarana a Curitiba, Paraná, no atropelamento de animais silvestres. **Publication UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde**, Vol.18, No 2, p. 121–133, 2012.

CAPÍTULO II

MAMÍFEROS DA BA-262: COMPOSIÇÃO NO ENTORNO E SIMILARIDADE COM A MASTOFAUNA ATROPELADA

RESUMO

A presença de rodovias intensifica os efeitos de borda e barreira provocados pela fragmentação do habitat, levando à perda de habitat, alterações no comportamento, interações com espécies invasoras e aumento de atropelamentos. Os efeitos variam entre grupos de animais, causando mudanças na estrutura das comunidades. O presente estudo teve como objetivos analisar a composição de mamíferos e a riqueza e abundância relativa de pequenos mamíferos, médios e grandes em relação à distância da borda da rodovia BA-262. A rodovia é conhecida como “Estrada do Cacau” e o trecho amostrado compreende 24km, entre os municípios de Ilhéus e Uruçuca, no Sul da Bahia. Também nos interessou avaliar a presença de similaridade entre as espécies encontradas no entorno e aquelas que foram vítimas de atropelamento. Para os pequenos mamíferos, instalamos armadilhas de contenção viva em 10 transectos distanciados aproximadamente 2km entre si, em pontos a 50 metros, 150 metros e 250 metros de distância da borda da rodovia. Nosso esforço amostral correspondeu à 2880 armadilhas noite, durante o período de oito meses. Para avaliarmos mamíferos médios e grandes, utilizamos armadilhas fotográficas instaladas alternadamente nos pontos a 50 metros e 250 metros de cada transecto. Os dados foram coletados pelo período de seis meses. Registramos 409 mamíferos, de oito ordens e 21 espécies. Do total de capturas, 33 (42,86%) ocorreram a 50 metros da borda da rodovia, 24 (31,17%) a 150 metros da rodovia e, 20 (25,97%) a 250 metros. Quanto os registros das armadilhas fotográficas, 316 pertencem aos mamíferos médios e grandes, sendo 56,39, 42% ($n=178$) a 50 metros e 43,67% ($n=138$) a 250 metros da borda da rodovia. Utilizamos modelos lineares mistos e modelos lineares na distribuição de Poisson para avaliar a relação entre a riqueza e a abundância de mamíferos e a distância da borda da rodovia. O número de espécies não variou significativamente em relação à distância da rodovia, enquanto a abundância relativa sofreu um efeito positivo à presença da rodovia, com incremento de indivíduos nas áreas mais próximas à borda. Nossos resultados mostram que os mamíferos médios e grandes do entorno não respondem à rodovia como uma barreira ao seu movimento, talvez devido a maior parte de seus registros terem ocorrido durante o período noturno, quando a rodovia se torna praticamente vazia. Para algumas espécies, a rodovia não apenas não é uma barreira, como também oferece atrativos para a presença da fauna nas proximidades da borda, colocando-a em risco de atropelamento. Todos os mamíferos encontrados atropelados foram capturados ao menos uma vez no entorno da rodovia reforçando a similaridade encontrada entre mamíferos atropelados e registrados no entorno. As rodovias podem ter efeitos contraditórios nas populações de mamíferos, fornecendo benefícios em termos de alimento e habitat para algumas espécies, mas também causando alterações demográficas e mortalidade direta. Portanto, a avaliação dos impactos das rodovias depende da espécie, população e escala temporal consideradas.

Palavras-chave: atropelamento; efeito de borda; fauna; sistema agroflorestral de cacau; rodovia.

1 INTRODUÇÃO

Florestas tropicais abrigam mais de 75% das espécies de fauna e flora conhecidas (TÚNEZ *et al.*, 2021) e são consideradas *hotspots* de biodiversidade devido ao alto grau de endemismo e às ameaças à conservação (MYERS *et al.*, 2000). A Mata Atlântica brasileira é considerada uma das áreas com maior diversidade de paisagens, ecossistemas e grau de endemismo do planeta e é a segunda maior floresta tropical da América do Sul (REZENDE *et al.*, 2018). Sua cobertura vegetal atual varia em torno de 28%, ou 32 milhões de hectares (Mha) de vegetação remanescente (REZENDE *et al.*, 2018), a qual está altamente fragmentada, com 80% desses fragmentos possuindo menos de 50 hectares (RIBEIRO *et al.*, 2009). A fragmentação de habitat é um processo decorrente da redução da área contínua de um habitat natural, resultando na formação de remanescentes isolados e rodeados por uma matriz alterada (FAHRIG *et al.*, 2003). Esse fenômeno gera dois principais efeitos, conhecidos como efeito de borda e efeito barreira.

Os efeitos de borda referem-se às mudanças significativas nas características ecológicas (ex.: luminosidade, umidade, disponibilidade de recursos) que podem afetar diretamente a composição e a estrutura das comunidades biológicas, incluindo a distribuição e a abundância das espécies (MURCIA, 1995; VAN DER REE *et al.*, 2011). Além disso, os efeitos de borda podem propiciar a entrada de espécies invasoras provenientes da matriz circundante, o que pode desencadear competição, predação ou outros processos negativos para as espécies nativas (MURCIA, 1995; GOOSEM, 2000). Já o efeito barreira é ocasionado pela fragmentação que cria obstáculos físicos para o movimento e dispersão das espécies entre os fragmentos remanescentes (FAHRIG, 2003). Podem incluir áreas urbanizadas, rodovias, corpos d'água ou qualquer outra forma de alteração do habitat que dificulte ou impeça o deslocamento dos organismos. As barreiras limitam a conectividade ecológica entre as populações, reduzindo a interação entre populações e o aporte gênico, tornando-as mais vulneráveis ao risco de extinção local (JAEGER *et al.*, 2005).

Os efeitos da fragmentação de habitat são intensificados pela presença de rodovias devido à criação de uma borda artificial, caracterizada por mudanças abruptas nas condições ambientais, além de outras características antrópicas das rodovias, como tráfego e poluição (FUENTES-MONTEMAYOR, *et al.*, 2009). Logo, diferentemente de algumas matrizes de

cultivo que podem constituir habitat para diversas espécies, as rodovias são consideradas áreas antrópicas não habitáveis (LAURANCE, et al., 2014; VAN DER REE *et al.*, 2015) atuando como agentes de fragmentação de alto impacto, com efeitos diferentes sobre a paisagem e a biodiversidade.

As rodovias afetam a persistência das populações de animais de forma diferente, dependendo: (1) do comportamento de evitação das rodovias; (2) da sensibilidade da população aos efeitos rodoviários; (3) do tamanho da rodovia; e (4) do volume de tráfego (JAEGER *et al.*, 2005). Diversos estudos demonstram que a resposta à rodovia pode variar entre grupos faunísticos, podendo alterar significativamente a estrutura das comunidades do entorno (FAHRIG & RYTWINSKI, 2009; FUENTES-MONTEMAYOR, *et al.*, 2009). Espécies generalistas de habitat e tolerantes à fragmentação, por exemplo, podem tornar-se mais abundantes em bordas de florestas, enquanto outras ficam restritas a áreas contínuas, onde existem ambientes de interior de floresta (VIEIRA *et al.*, 2009). No caso de pequenos mamíferos generalistas de habitat, por exemplo, as rodovias parecem intensificar o efeito de barreira à medida que as espécies tendem a evitar as faixas de rodagem, promovendo o incremento da abundância de indivíduos nesses locais (DA ROSA, 2018). Já para mamíferos médios e grandes, com áreas de vida maiores, as rodovias atuam como filtro à medida que estes realizam cruzamentos constantes sobre as pistas, provocando incremento nas taxas de atropelamento (CULLEN, L. *et al.*, 2016; BARBOSA, *et al.*, 2020; ABRA *et al.*, 2021; SANTOS, *et al.*, 2022).

Jaeger e colaboradores (2005) discutiram três tipos de possíveis comportamentos de evitação à rodovia, que determinam a intensidade dos efeitos em uma população: (1) os animais podem evitar a própria rodovia, pois é um ambiente hostil no qual eles não se aventuram ("*road surface avoidance*"); (2) os animais podem evitar as emissões do tráfego, como fumaça ou ruído, mantendo-se a certa distância da rodovia ("*general traffic avoidance*" ou "*noise avoidance*"); ou (3) os animais podem evitar veículos individuais, esperando por uma pausa no tráfego antes de tentar atravessar a rodovia ("*car avoidance*"). Ainda, tais comportamentos não são mutuamente exclusivos, portanto, uma espécie pode apresentar mais de um ou nenhum deles.

Neste trabalho buscamos investigar a ocorrência de variação na riqueza e abundância de mamíferos no gradiente de distância da borda da rodovia BA-262 para o interior das agroflorestas de cacau a fim de analisar a influência da rodovia na composição de mamíferos.

Esperamos que pontos mais próximos da rodovia apresentem menor riqueza e maior abundância de mamíferos para a mastofauna geral. Para pequenos mamíferos, a comunidade tende a sofrer um efeito positivo (incremento de indivíduos) nas bordas da rodovia, com baixas taxas de atropelamento e prevalência de espécies generalistas de habitat (GOOSEM, 2000; FAHRIG, 2008; BISSONETTE; ROSA, 2009; ASCENSÃO *et al.*, 2016). Já para mamíferos de médio e grande porte, com maior capacidade de deslocamento, esperamos que a rodovia não represente uma barreira, resultando em maiores chances de atropelamento (BARRIENTOS *et al.*, 2009), sobretudo de espécies generalistas de habitat (MEDRANO-VIZCAINO, *et al.*, 2016).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O sul da Bahia é a região com a maior porção remanescente de Mata Atlântica do Estado. Essa região é formada por um mosaico de paisagens diversas, caracterizadas por áreas florestais remanescentes em diferentes estágios de sucessão, como florestas primárias e secundárias, pastagens, plantações de seringueiras, eucaliptos e sistemas agroflorestais voltados para o cultivo do cacau (*Theobroma cacao*) (PARDINI, 2004). Esses sistemas são conhecidos como "cabruças" e sua existência contribui para a manutenção da estrutura florestal, pois envolve o raleamento do sub-bosque para o plantio do cacau sob sombreamento. As cabruças são consideradas eficientes na contenção do desmatamento na região (FARIA *et al.*, 2021) e desempenham uma importante função como corredores ecológicos entre os remanescentes florestais, promovendo o fluxo gênico e garantindo uma maior biodiversidade de fauna e flora (FERNANDES, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2011). Embora a contribuição efetiva das cabruças para a conservação da biodiversidade esteja relacionada a diversos fatores, como as características das plantações, a quantidade e qualidade dos remanescentes de habitat nativo e a localização dos ambientes na paisagem (CASSANO *et al.*, 2014), tais áreas apresentam boa permeabilidade e favorecem o trânsito da fauna entre os fragmentos.

Estima-se que existam mais de 480.000 hectares de plantações de cacau cultivadas na Bahia, sendo a grande maioria associada ao sistema de cabruças (CEPLAC, 2020). Diversas pesquisas têm mostrado que sistemas agroflorestais complexos, como esse, são utilizados

como habitat por várias espécies nativas de plantas e animais, incluindo espécies florestais (FARIA *et al.*, 2023; SCHROTH *et al.*, 2004). A rodovia de interesse para nosso estudo é a BA-262, conhecida como “Rota do cacau”, que conecta os municípios de Ilhéus e Uruçuca e seu entorno é constituído sobretudo de paisagens formadas pelo cultivo de cacau sombreado (Figura7).

A rodovia Estadual BA-262 foi amostrada em um trecho de 24 km pavimentado, de pista simples, com velocidade máxima operacional de 60km/h, ausência de acostamento e redutores de velocidade e, ausência de passagens artificiais para fauna.

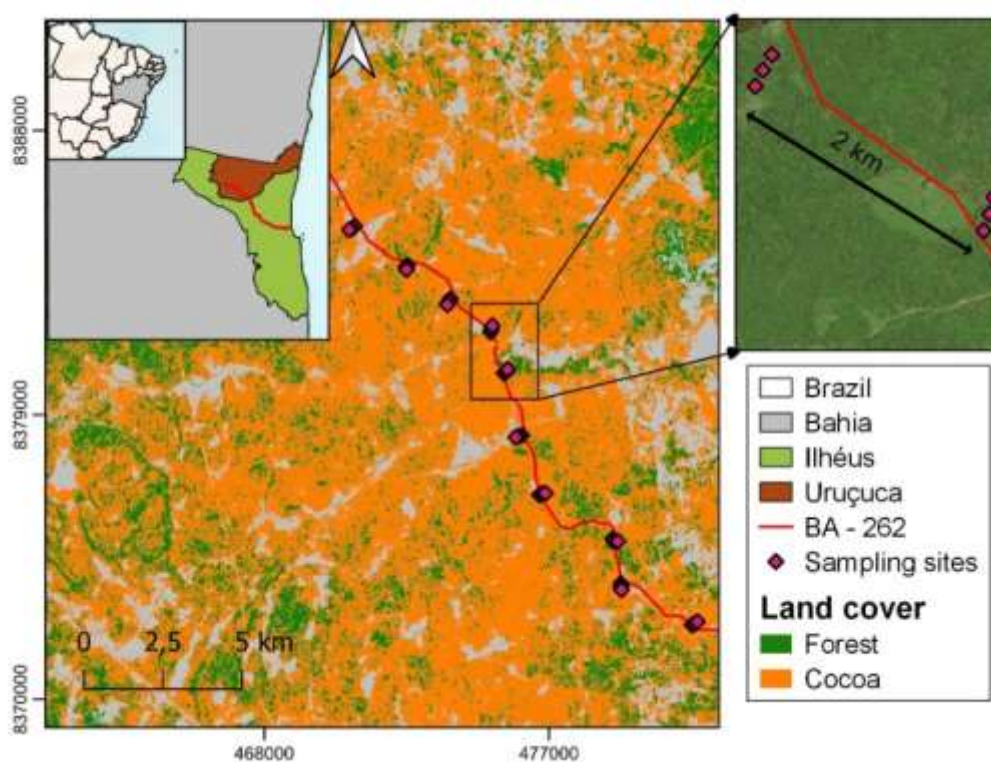


Figura 7. Distribuição dos pontos de amostragem ao longo do trecho da rodovia BA-262, localizada em região de agroflorestal de cacau, entre os municípios de Ilhéus e Uruçuca, Bahia.

2.2 AMOSTRAGEM DE MAMÍFEROS

Para amostragem dos mamíferos de pequeno porte foram utilizadas 60 armadilhas de contenção viva (30 Sherman® - 25x8x9cm e 30 Tomahawk® - 18x18x39cm), dispostas em 10 transectos perpendiculares à rodovia, distantes dois km entre si. Em cada transecto foram estabelecidos três pontos de amostragem posicionados à 50m, 150m e 250m, seguindo o

gradiente a partir da borda da rodovia. Em cada ponto, foram colocadas duas armadilhas (uma de cada modelo) no estrato terrestre, instaladas mensalmente por seis noites, de maio a dezembro de 2022 (**Figura 8**). Portanto, o esforço amostral empreendido foi 2.880 armadilhas-noite.

O desenho seguiu o modelo “espinha-de-peixe” de forma que os dois lados da rodovia foram amostrados. A cada dia de amostragem, as armadilhas foram revisadas e iscadas com uma mistura de banana, sardinha, amendoim moído, fubá e azeite de dendê. Por se tratar de uma região agroflorestral, com grande disponibilidade de alimento para as espécies, esta receita de isca foi desenvolvida especificamente para este trabalho, baseada em observações em campo. Os animais capturados foram identificados, marcados e liberados próximos à estação de captura, segundo as diretrizes da *American Society of Mammalogists* (SIKES, 2016).

Para amostragem de mamíferos médios e grandes, foi instalada uma armadilha fotográfica (Bushnell Trophy Cam HD modelo 119876) por transecto (n=10) nos pontos 50m e 250m, alternadamente, a aproximadamente 30 cm de distância em relação ao solo, entre os meses de julho e dezembro de 2022. Em cada ponto, as armadilhas permaneceram ativas por 30 dias, totalizando 43.200 horas de monitoramento. Foram considerados como registros independentes aqueles com mais de uma hora de intervalo. A categorização de pequenos mamíferos não voadores seguiu a definição proposta por Chiarello (2000), na qual mamíferos pertencentes as ordens Rodentia e Didelphimorphia cujo peso corporal, quando adultos, seja inferior a um quilo foram considerados de pequeno porte, com exceção de espécies pertencentes a Família Didelphidae, que possuem pouco mais de 1kg.

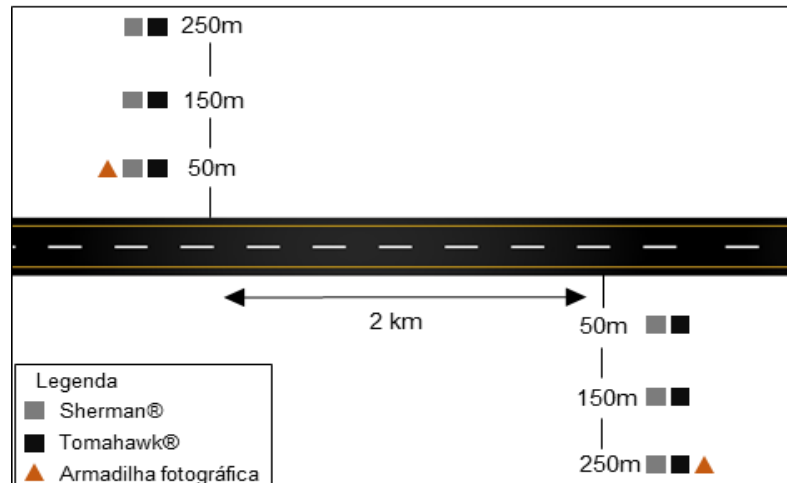


Figura 8. Representação do desenho metodológico seguido para amostragem de mamíferos no entorno da Rodovia BA-262.

Os dados de atropelamento de mastofauna foram retirados do Capítulo 1 e seguem, portanto, metodologia descrita na seção.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Para avaliar a relação entre riqueza e abundância de mamíferos (variáveis dependentes) e a distância da borda da rodovia (variável independente), utilizamos modelos lineares generalizados (sem fator aleatório) e modelos lineares generalizados mistos (com fator aleatório), considerando distribuição de Poisson. Utilizamos como fator aleatório o componente “transecto”. Para as análises de Glm utilizamos o pacote “stats” e, para as de Glimm utilizamos o pacote “lme4”, ambos em ambiente R. Para identificar o modelo mais ajustado, comparamos utilizando o critério de informação de Akaike (AIC), também no pacote “stats”.

Consideramos como melhores modelos aqueles com menor valor de AIC. Os dados foram analisados da seguinte maneira: (1) abundância e riqueza de pequenos mamíferos capturados, em relação à distância da rodovia; (2) abundância e riqueza de mamíferos médios e grandes registrados por armadilhas fotográficas, em relação à distância da rodovia e, (3) abundância e riqueza de todos os mamíferos registrados por armadilhas fotográficas, em relação à distância da rodovia. Pequenos mamíferos registrados em armadilhas fotográficas foram considerados apenas na análise de abundância para geral (3), uma vez que esta técnica não permite a identificação precisa das espécies desse grupo.

3 RESULTADOS

3.1 AMOSTRAGEM DE MAMÍFEROS

A amostragem de mamíferos (pequenos, médios e grandes) no entorno da rodovia, considerando os dados das armadilhas de contenção viva e armadilhas fotográficas, resultou em 409 registros ao longo das campanhas. Foram identificadas 21 espécies, pertencentes à oito ordens (**Tabela 3**).

Tabela 3. Registros de mamíferos silvestres amostrados no entorno do trecho de 24km da BA-262, durante as campanhas entre maio e dezembro de 2022. IUCN- Categoria de ameaça na lista vermelha das espécies em risco de extinção (IUCN, 2019), e ICMBio- Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018): VU=vulnerável, LC=Pouco preocupante, EN= Em risco, NT= quase ameaçado e (-) quando não há status para a espécie em questão. N= número de registros, NI=Ordem não identificada. Método- Tipo de armadilha na qual houve o registro, AF =armadilha fotográfica, TW =Tomawalk e SH=Sherman, (%)= Frequência de registros da espécie.

Táxon/Espécie	Nome comum	IUCN	ICMBio	N	%	Distância de captura (m)			Método de captura
						50	150	250	
ARTIODACTYLA									
<i>Dicotyles tajacu</i>	Cateto	LC	LC	22	5,37	7	-	15	AF
CARNIVORA									
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	LC	LC	129	31,54	86	-	43	AF
<i>Eira barbara</i>	Irara	LC	LC	26	6,35	9	-	17	AF
<i>Leopardus wiedii</i>	Gato-maracajá	NT	VU	7	1,71	1	-	6	AF
<i>Nasua nasua</i>	Quati	LC	LC	12	2,93	6	-	6	AF
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	LC	LC	24	5,86	12	-	12	AF
<i>Puma yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	LC	VU	1	0,24	-	-	1	AF
<i>Leopardus sp.</i>	Felino Ni	-	-	1	0,24	1	-	-	AF
CETARTIODACTYLA									
<i>Mazama sp.</i>	Cervídeo_Ni	-	-	20	4,88	13	-	7	AF
CINGULATA									
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	LC	LC	25	6,11	10	-	15	AF

Táxon/Espécie	Nome comum	IUCN	ICMBio	N	%	Distância de captura (m)			Método de captura
						50	150	250	
<i>Dasypus sp.</i>	Tatu	-	-	3	0,73	3	-	0	AF
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	LC	LC	2	0,48	2	-	0	AF
DIDELPHIMORPHIA									
<i>Didelphis aurita</i>	Gambá-de-orelha-preta	LC	LC	5	1,22	1	-	4	AF/SH/TW
<i>Marmosa murina</i>	Cuíca	LC	LC	12	2,93	6	3	3	AF/SH/TW
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	Cuíca-de-quatro-olhos	LC	LC	9	2,20	7	1	1	AF/TW
PILOSA									
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	LC	LC	15	3,66	10	-	5	AF
PRIMATE									
<i>Callithrix kuhlii</i>	Sagui-de-wied	VU	NT	1	0,24	1	-	-	AF
RODENTIA									
<i>Akodon cursor</i>	Rato-do-chao	LC	LC	13	3,17	7	6	0	SH/TW
<i>Coendou prehensilis</i>	Ouriço-caixeiro	LC	LC	3	0,73	-	-	3	AF
<i>Cuniculus paca</i>	Paca	LC	LC	19	4,64	15	-	4	AF
<i>Hylaeamys seuanezi</i>	Roedor	LC	LC	17	4,15	6	3	8	TW/SH

Táxon/Espécie	Nome comum	IUCN	ICMBio	N	%	Distância de captura (m)			Método de captura
						50	150	250	
<i>Oecomys catherinae</i>	Rato-da-arvore	LC	LC	1	0,24	-	-	1	SH
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	Rato-do-arroz	LC	LC	1	0,24	-	-	1	SH
<i>Phyllomys pattoni</i>	Roedor	LC	LC	1	0,24	-	-	1	SH
Roedor_Ni	Roedor	-	-	34	8,31	14	5	15	AF/SH/TW
Mamífero_Ni	-	-	-	5	1,12	2	1	3	AF/SH
Total				409	100,00	219	19	171	

Em relação ao *status* de conservação ao nível global (IUCN, 2019) e nacional (ICMBio, 2018), três espécies registradas durante o monitoramento, constam nas listas apresentando algum grau de ameaça. O primata sagui-de-wied (*Callithrix kuhlii* Coimbra-Filho, 1985) e o felino gato-maracajá (*Leopardus wiedii* Schinz, 1821) constam como “Vulneráveis” (VU) pela IUCN e como “Quase ameaçados” (NT) pelo ICMBio; o gato-mourisco (*Puma yagouaroundi* Geoffroy, 1803) também consta como “Vulnerável” (VU) pelo ICMBio. Os dois felinos também aparecem na Lista do grau de ameaça das espécies de Flora e Fauna do estado da Bahia (2017) como vulneráveis.

Foram realizadas 56 capturas e 21 recapturas de pequenos mamíferos durante as campanhas entre maio e dezembro de 2022. Deste total, 33 (42,86%) ocorreram a 50 metros da borda da rodovia, 24 (31,17%) a 150 metros da rodovia e, 20 (25,97%) a 250 metros. Nossos registros pertencem às Ordens Didelphimorphia (três espécies) e Rodentia (seis espécies), com um total de oito espécies silvestres identificadas e uma espécie sinantrópica (*Rattus sp.*) (**APÊNDICE B**). Identificamos cinco espécies no primeiro ponto de captura, seis espécies no segundo ponto e sete espécies no ponto mais distante. As duas espécies mais frequentes durante o monitoramento foram *Hylaeamys seuanezi* ($n=17$) e *Akodon cursor* ($n=13$). A primeira esteve presente em todas as distâncias amostrais, enquanto que a segunda, apenas em 50 metros e 150 metros de distância da rodovia. Registradas exclusivamente à 250 metros temos *Oecomys catherinae*, *Oligoryzomys nigripes* e *Phyllomys pattoni*. Não houve nenhuma espécie exclusivamente registrada no ponto 50 metros ou no ponto 150 metros (**Figura 9**).

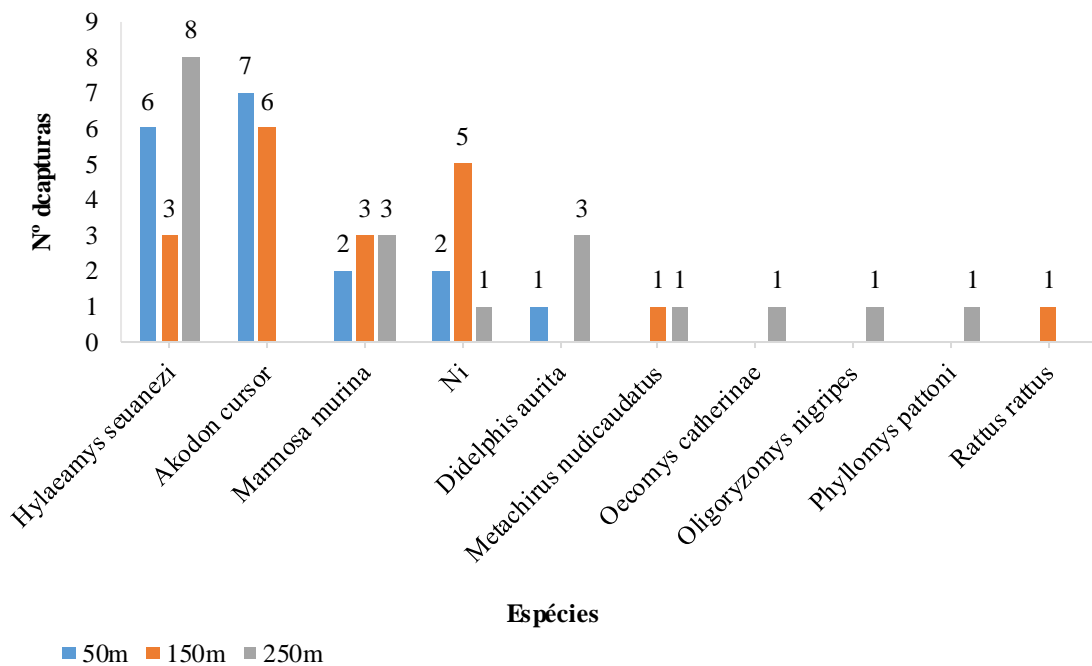


Figura 9. Espécies capturadas nas armadilhas de contenção viva, considerando pontos de distância da borda da rodovia BA-262 (50m, 150m e 250m) e total de capturas para cada ponto.

Em nossa amostragem com armadilhas fotográficas obtivemos 353 registros de mamíferos, de 20 espécies pertencentes às Ordens Artiodactyla, Carnivora, Cetartiodactyla, Cingulata, Didelphimorphia, Pilosa, Primata e Rodentia (**APÊNDICE C**). Destes, 56,94% ($n=201$) ocorreram no ponto a 50 metros da borda da rodovia e 43,06% ($n=152$) ocorreram a 250 metros (**Figura 10**). Do total de registros, 316 correspondem a mamíferos médios e grandes, e 37 são de pequenos mamíferos.

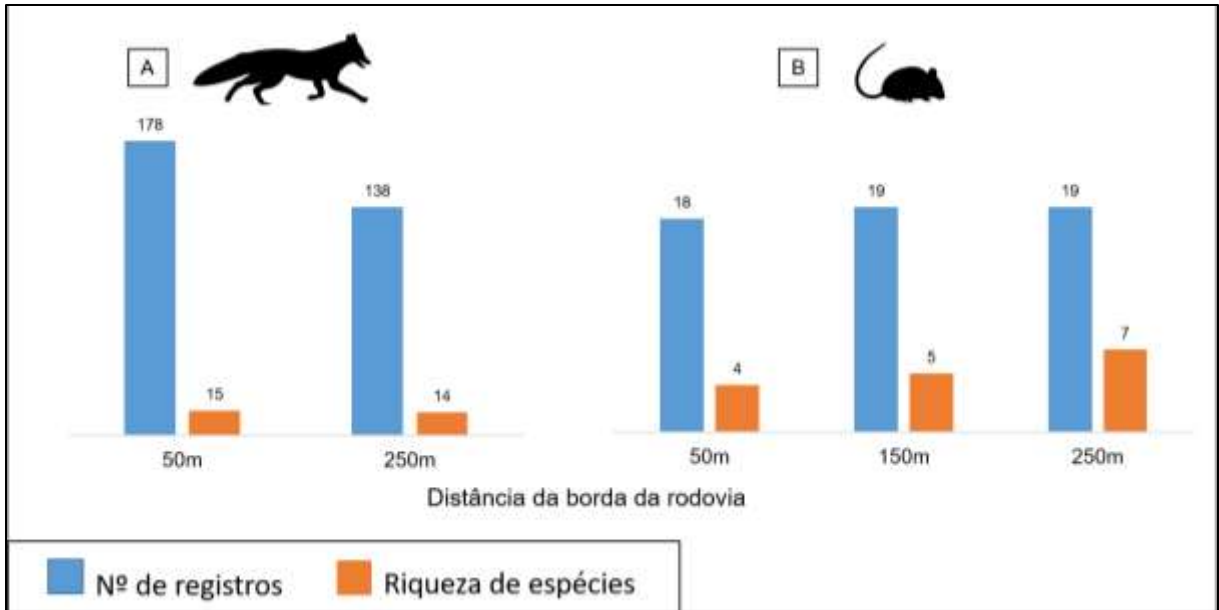


Figura 10. Mamíferos registrados por método de captura (A = armadilhas fotográficas e B= armadilhas de contenção viva), considerando os pontos de amostragem na distância da borda da rodovia.

Foram identificados 14 mamíferos (incluindo *Dasybus sp.*, *Mazama sp.* e *Leopardus sp.*) no primeiro ponto de monitoramento (50 metros) e, 13 espécies no segundo ponto (incluindo *Mazama sp.*). Entre as espécies registradas, *Cerdocyon thous* foi a mais frequentemente observada, com um total de 129 registros (31,54%), seguida por *Eira barbara*, que apresentou apenas 26 registros (6,35%). *Puma yagouaroundi* ($n=1$), *Coendou prehensilis* ($n=1$) e *Didelphis aurita* ($n=1$) foram espécies registradas exclusivamente à 250 metros da borda da rodovia e, *Euphractus sexcinctus* ($n= 2$) e *Leopardus sp.* ($n=1$) foram exclusivamente registrados à 50 metros da rodovia. As demais espécies foram registradas em ambas as distâncias monitoradas (**Figura 11**).

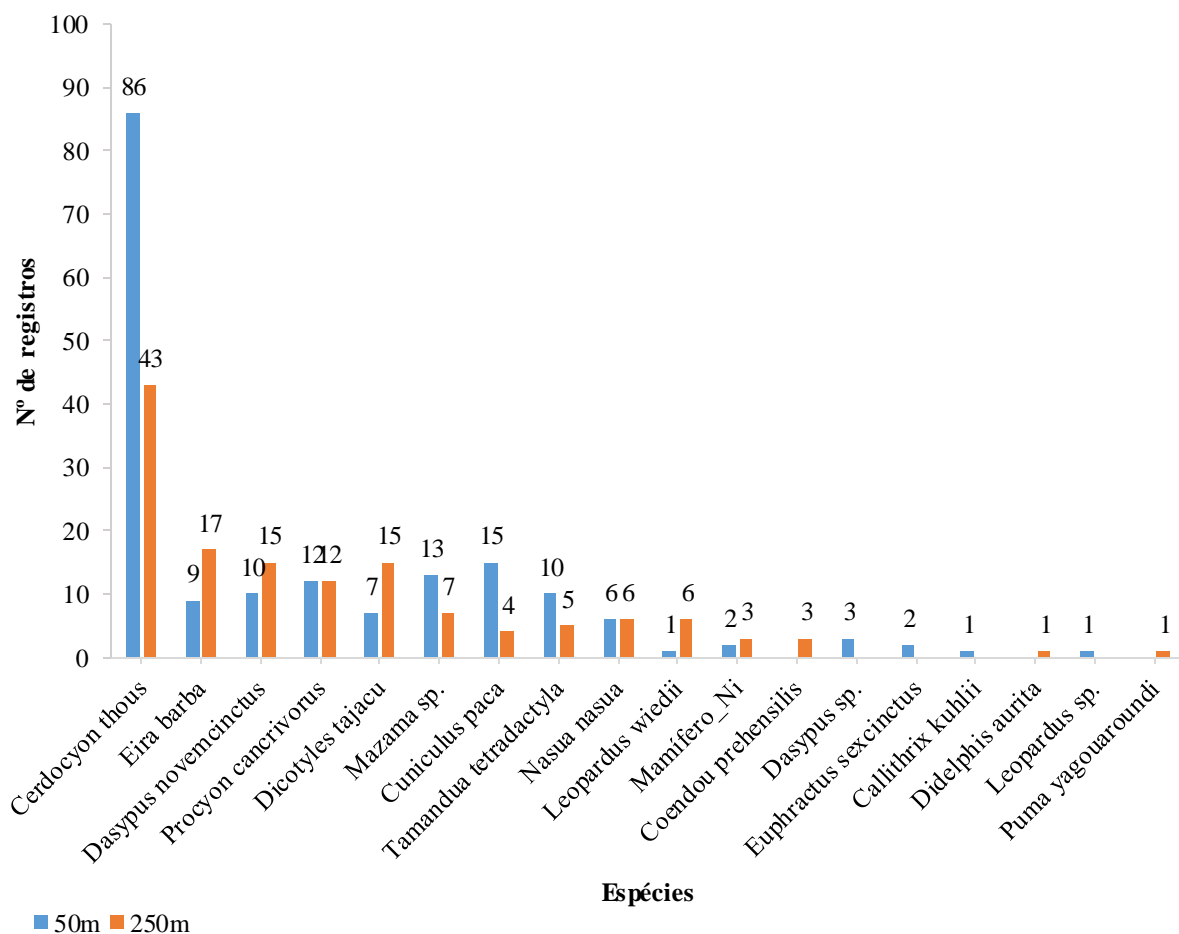


Figura 11. Espécies registradas nas armadilhas fotográficas, considerando pontos de distância da borda da rodovia BA-262 (50m, 150m e 250m) e total de registros para cada ponto.

Com 20 registros, 13 deles à 50 metros da rodovia, não foi possível realizar a identificação de *Mazama sp.* Com base na distribuição das espécies, é possível que os registros pertençam à *Mazama rufa* ou *Mazama jucunda*. No entanto, devido aos registros terem ocorrido durante o período noturno e as espécies apresentam semelhanças morfológicas, não foi possível identificá-los até o nível de espécie.

A maioria dos registros de mamíferos ocorreu durante o período noturno, totalizando 297 ocorrências (72,80%), enquanto apenas 56 registros (15,86%) foram registrados durante o período diurno, com variações entre as espécies (**Figura 12**). Apenas *Callithrix kuhlii* e *Puma yagouaroundi* foram registrados exclusivamente durante o período diurno. O período noturno foi definido como o intervalo entre 18:00h e 5:00h.

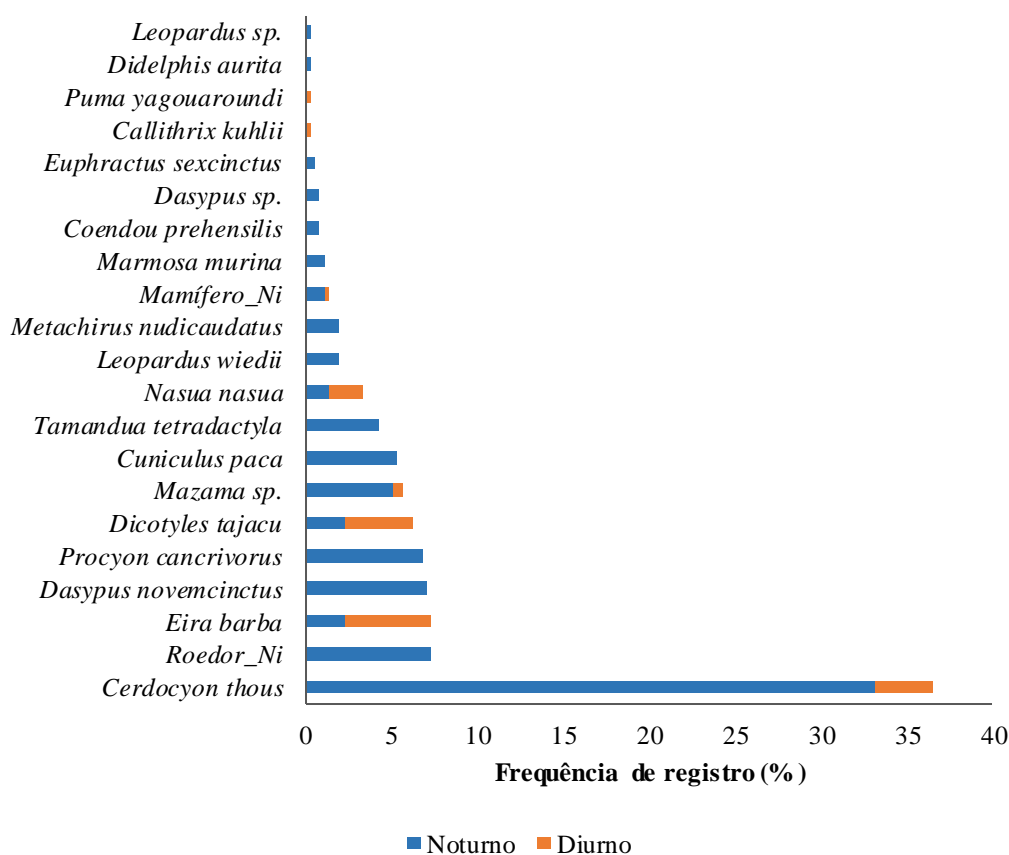


Figura 12. Frequência de registros por espécie no período diurno e noturno dos mamíferos monitorados por armadilha fotográfica no entorno da rodovia BA-262.

3.2 RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE MAMÍFEROS X DISTÂNCIA DA RODOVIA

Utilizando o critério de informação de *Akaike*, os melhores modelos para abundância e riqueza de mamíferos incluíram o transecto como fator aleatório, exceto para riqueza de pequenos mamíferos. Neste caso, não houve diferença entre modelos e o mais simples foi escolhido (sem fator aleatório). A relação entre riqueza de espécies e distância da rodovia não foi significativo em nenhuma de nossas análises. Já para a variável abundância, encontramos resultados diferentes para cada análise (pequenos mamíferos, mamíferos médios e grandes, geral) (**Tabela 4**).

Tabela 4. Resultados das análises de GLM e GLMM para riqueza e abundância de mamíferos em função do gradiente de distância da rodovia, considerando os melhores modelos.

	Variável resposta	$\Delta AICc$	Estimate	Error	P

	Variável resposta	$\Delta AICc$	Estimate	Error	P
Pequenos mamíferos	Riqueza	84.23943	5.77E-15	2.07E-03	1
	Abundância	123.9080	-0.00256	0.001388	0.0651
Médios e grandes	Riqueza	94.8062	0.000353	0.00109	0.746
	Abundância	157.8656	-0.00122	0.000567	0.03
Geral	Riqueza	100.2736	-6.91E-07	1.01E-03	0.999
	Abundância	169.7170	-0.00137	0.000535	0.01

Não obtivemos relação significativa entre riqueza de pequenos mamíferos e distância da rodovia. A relação entre abundância de pequenos mamíferos e a distância da borda da rodovia não é estatisticamente significativa ($p=0,06$), ainda que o número de indivíduos tende a diminuir à medida que se distancia da borda da rodovia (**Figura 13**).

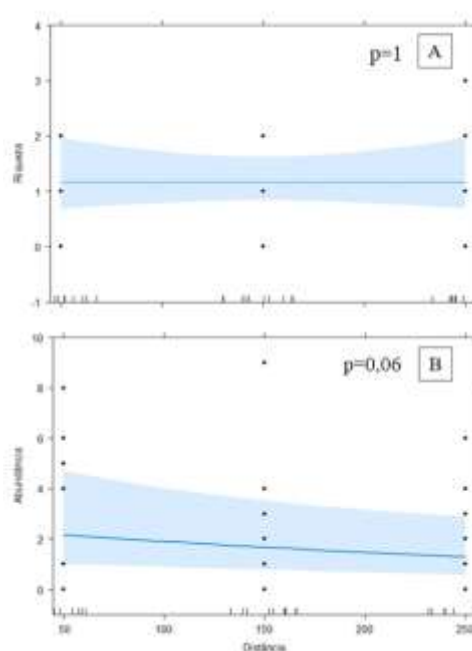


Figura 13. Relação entre riqueza (A) abundância (B) de pequenos mamíferos e a distância da rodovia BA-262. Os pontos correspondem à riqueza e abundância de espécies considerando os 10 transectos por distância.

Não encontramos relação entre riqueza de mamíferos médios e grandes e a distância da rodovia. Entre abundância e distância de rodovia, a relação é significativa ($p=0,03$). Semelhante ao resultado encontrado para pequenos mamíferos, a abundância de médios e grandes é maior mais próxima à borda da rodovia. (**Figura 14**).

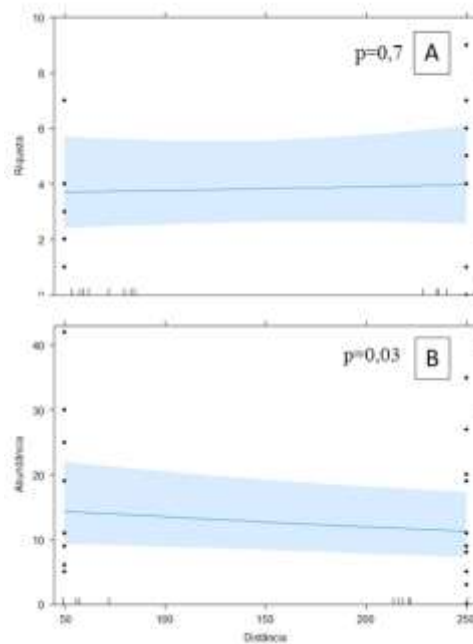


Figura 14. Relação não significativa ($p=0,7$) entre riqueza (A), e significativa ($p=0,03$) entre abundância (B) para mamíferos de médio e grande porte em relação a distância da rodovia BA-262. Os pontos correspondem à riqueza e abundância de espécies considerando os 10 transectos por distância.

Analisando o total de mamíferos registrados (pequenos, médios e grandes), verificou-se que não houve relação entre riqueza e a distância da rodovia, mas houve entre a abundância geral de mamíferos à áreas próximas à borda da rodovia ($p = 0,01$) (**Figura 15**).

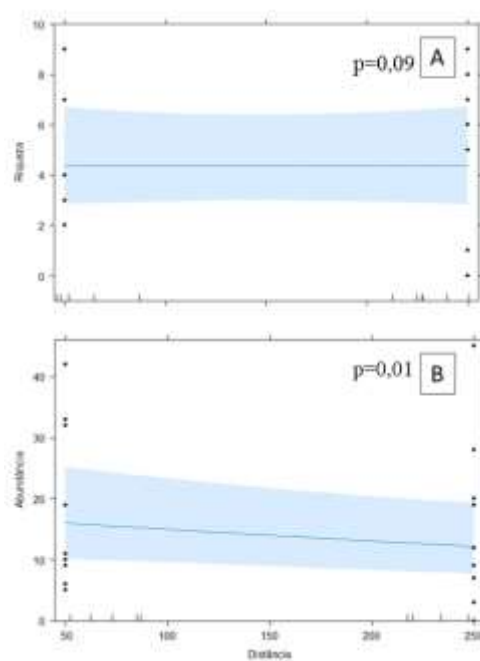


Figura 15. Relação entre riqueza (A) e abundância (B) de mamíferos em geral (pequenos, médios e grandes) e a distância da rodovia BA-262. Os pontos correspondem à riqueza e abundância de espécies considerando os 10 transectos por distância.

3.3 SIMILARIDADE ENTRE MAMÍFEROS DO ENTORNO E ATROPELADOS

Os dados obtidos pelo monitoramento de fauna atropelada (ver Capítulo 1) revelaram que, das 10 espécies impactadas pelo atropelamento, sete foram registradas no entorno por meio de armadilha fotográfica ou te contenção viva (**Tabela 5**). Destas, seis foram mais registradas nos pontos mais próximos à rodovia, sendo que *Cerdocyon thous* foi a espécie mais frequente a 50 metros da borda (21,02%). *Leontopithecus chrysomelas* não foi registrado oficialmente, porém a espécie foi avistada inúmeras vezes durante o estudo em campo. A única espécie que não teve nenhum registro foi *Rhipidomys mastacalis*, com um indivíduo atropelado.

Uma abordagem subjetiva foi adotada para a análise dos dados devido à falta de amostragem adequada e limitada disponibilidade de registros. A utilização de uma análise de similaridade requer uma quantidade substancial de pontos ou registros para fornecer resultados estatisticamente robustos e representativos. No presente estudo, o número limitado de pontos de amostragem inviabilizou a aplicação desse tipo de análise de forma confiável. Portanto, optou-se por uma abordagem descritiva e subjetiva para explorar as observações qualitativas e identificar padrões gerais e tendências nos dados disponíveis.

Tabela 5. Mamíferos registrados na BA-262 e seu entorno, considerando as distâncias a partir da borda da rodovia e o número de indivíduos impactados por atropelamento. (Registro= frequência de registros obtidos da espécie no determinado ponto de distância da borda da rodovia).

Táxon/Espécie	Nome comum	Registro (%)			Atropelamento (n)
		50m	150m	250m	
CARNIVORA					
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Cachorro-do-mato	21,02	-	10,51	3
<i>Ni</i>	Ni	-	-	-	1
CINGULATA					
<i>Dasybus sp.</i>	Tatu	0,73	-	-	1

Táxon/Espécie	Nome comum	Registro (%)			Atropelamento (n)
		50m	150m	250m	
CHIROPTERA					
<i>Morcego_Ni</i>	Morcego_Ni	-	-	-	1
DIDELPHIMORPHIA					
<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	Gambá-de-orelha-preta	0,24	-	0,97	1
PRIMATE					
<i>Callithrix kuhlii</i> (Coimbra-Filho, 1985)	Sagui-de-wied	0,24	-	-	1
<i>Leontopithecus chrysomellas</i> (Kuhl, 1820)	Mico-leão-da-cara-dourada	-	-	-	1
RODENTIA					
<i>Akodon cursor</i> (Winge, 1887)	Rato-do-chão	1,71	1,46	-	1
<i>Coendou prehensilis</i> (Linnaeus, 1758)	Ouriço-caixeiro	-	-	0,73	1
<i>Hylaeamys seuanezi</i> (Weksler, Geise & Cerqueira, 1999)	Roedor	1,46	1,46	1,95	1
<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Lund, 1840)	Rato-de-árvore	-	-	-	1

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo revelam uma relação entre a composição da mastofauna no trecho monitorado e a proximidade da borda da rodovia, sobretudo com relação à abundância de espécies. As abundâncias das espécies de pequenos mamíferos tendem a ser maiores nas áreas mais próximas à rodovia, sustentando resultados de estudos anteriores que encontraram respostas semelhantes (BISSONETTE & ROSA, 2009; GOOSEM, 2000; MCGREGOR *et al.* 2008, DA ROSA, 2018), para os mamíferos de médio e grande porte, a rodovia parece funcionar como um local de atração para as espécies, resultando em atropelamentos como os registrados.

Os resultados encontrados para a relação entre pequenos mamíferos e distância da rodovia sugerem que o incremento de indivíduos nas áreas próximas à rodovia pode ser

associado às características do grupo e seu histórico de vida, como alta taxa de reprodução, disponibilidade de recursos úteis próximos à rodovia e baixa capacidade de deslocamento. Esses fatores contribuem para a evitação da área da rodovia, mas não necessariamente de sua borda (DA ROSA, 2018; GOOSEM, 2000; FAHRIG, 2008; BISSONETTE; ROSA, 2009). Em estudo que investigava as causas do efeito barreira utilizando uma espécie de roedor, Ascensão e colaboradores (2016) encontraram que o efeito barreira está fortemente relacionado com a superfície da estrada. Através de padrões genéticos, o estudo apontou para graus de isolamento genéticos independentes de outros fatores considerados (largura da rodovia, idade da rodovia e volume de tráfego).

McGregor et al. (2008) avaliando o efeito de barreira em pequenos mamíferos - camundongos-de-pés-brancos (*Peromyscus leucopus*) e esquilos listrados (*Tamias striatus*) - nas bordas de rodovias, constataram que essas espécies são insensíveis aos ruídos do tráfego ou a carros individuais, porém evitam a superfície da rodovia, reduzindo seus deslocamentos através das rodovias, em comparação com seus movimentos em habitats contínuos, o que poderia favorecer a maior abundância nas áreas próximas à borda. Rosa (2018) avaliando a influência de uma rodovia sobre roedores e marsupiais, encontrou que padrões de evitação da rodovia podem estar relacionados aos hábitos das espécies. Em outro estudo, realizado em ambiente desértico, não foram encontradas diferenças significativas na riqueza e abundância de pequenos mamíferos em relação à distância da rodovia (BISSONETTE; ROSA, 2009). No entanto, observaram-se variações na composição da comunidade local, com determinadas espécies ocupando distâncias específicas (BISSONETTE; ROSA, 2009). É possível perceber que a resposta à borda da rodovia varia quando avaliamos as espécies individualmente, observando padrões diferentes para cada uma.

Em nosso estudo, *Akodon cursor* é a espécie com maior número de capturas nos pontos mais próximos à borda da rodovia e, nenhum registro no ponto mais distante. Considerada uma espécie generalista de habitat com dieta onívora e insetívora (SILVA *et al.*, 2020), a proximidade da rodovia pode facilitar a obtenção de alimento. *A. cursor* aparentemente é característico de habitats perturbados na Mata Atlântica e mais comuns em bordas do que em interiores de fragmentos ou em habitats abertos em comparação com a floresta (PIRES *et al.*, 2002). Nas áreas mais impactadas próximas à rodovia, há uma maior oferta de gramíneas e, conseqüentemente, de grãos, que são recursos importantes para muitos pássaros, roedores e marsupiais generalistas (SCOSS, 2002). Além disso, os insetos também podem ser abundantes localmente nas rodovias, pois são atraídos por carcaças em decomposição,

recursos vegetais das margens e fontes de luz próximas às rodovias (MEDRANO-VIZCAÍNO *et al.*, 2022), representando um atrativo para seus predadores.

Das nove espécies de pequenos mamíferos amostradas neste estudo, três (*Oecomys catherinae*, *Oligoryzomys nigripes*, *Phyllomys pattoni*) foram registradas exclusivamente no ponto mais distante da rodovia. Com exceção de *Phyllomys pattoni*, arborícola que demonstra preferência por matas primárias e áreas com vegetação densa (LEITE, 2003), tanto *Oecomys catherinae* quanto *Oligoryzomys nigripes* são consideradas espécies generalistas em relação ao habitat e sua posição na estrutura do habitat pode estar mais relacionada às características comportamentais do que às características biológicas. É possível que estas espécies evitem não apenas a borda da rodovia, mas também os efeitos secundários da rodovia, como tráfego, poluição, etc. No entanto, não avaliamos estes fatores no presente trabalho, e recomendamos que eles sejam avaliados em futuras pesquisas.

As alterações ecológicas em decorrência das rodovias podem ocorrer por centenas de metros de distância, resultando em baixas densidades e menor diversidade de espécies, em comparação a áreas não afetadas (FORMAN; ALEXANDER, 1998). A chamada zona de efeito da rodovia para o grupo pode ultrapassar os 2,5 quilômetros no sentido borda – mata (FORMAN *et al.*, 2000). Logo, para espécies com grandes áreas de vida, como mamíferos de médio e grande porte, esperávamos encontrar respostas significativas quando relacionadas à distância da rodovia. Entretanto, no caso do nosso estudo, não foram observadas variações significativas na riqueza de espécies em relação à distância da rodovia.

Ainda que os efeitos da rodovia sejam mais proeminentes nos primeiros 100 metros de distância da borda (DA ROSA, 2018), é possível que a distância máxima de nosso trabalho não seja suficiente para avaliar qualquer alteração a nível de número de espécies. Nesse sentido, diversas pesquisas indicam que a densidade de rodovias é uma variável de maior relevância para explicar a riqueza de espécies do que apenas a presença da rodovia, onde o aumento na densidade de rodovias está associado a uma diminuição na riqueza de espécies e na persistência das populações em determinadas regiões (PINTO *et al.*, 2018; GRILO *et al.*, 2021; KENT *et al.*, 2021). No geral, presença de rodovias é uma fonte de variação que afeta a utilização do habitat pela fauna, provocando um efeito biológico indireto (MURCIA, 1995), influenciando as relações interespecíficas entre as espécies e os padrões de distribuição da fauna, sua abundância e o próprio uso da rodovia.

Foi observada a variação no uso do espaço das áreas do entorno. Espécies consideradas mais sensíveis às perturbações de habitat e aos efeitos da rodovia, como *Leopardus wiedi* e *Puma jaguarondi* não foram registradas nas áreas próximas à rodovia. É possível que essas espécies tenham um comportamento de *road avoidance*, evitando a rodovia mesmo quando o volume de tráfego é praticamente inexistente. Tal observação está em consonância com a hipótese de que determinadas espécies são mais sensíveis à presença da rodovia do que outras, e que o uso da rodovia varia de acordo com a distância, as características biológicas de cada espécie e as características do ambiente (JAEGER et al., 2005; DA ROSA, 2018).

A abundância de mamíferos foi significativamente maior nos pontos mais próximos da borda da rodovia. A presença de mamíferos nestes pontos pode representar um efeito biológico indireto, onde o animal pode inicialmente ser atraído para a rodovia por um motivo e permanecer próximo a ela quando outros recursos são encontrados nas proximidades. Hill e colaboradores (2021) relacionaram a presença de mamíferos nessas áreas a fatores que impulsionam o uso da superfície da rodovia, os recursos específicos obtidos i.e. alimento, água, parceiro sexual, cujo uso variam substancialmente de acordo com a ecologia das espécies.

De maneira geral, pode não haver um único fator de atração para uma rodovia, mas recursos potenciais podem agir em conjunto para tornar as rodovias atraentes para os mamíferos e afetar a quantidade de tempo que eles passam perto das rodovias (HILL *et al.*, 2021). Ruiz-Capillas e colaboradores (2021), em estudo sobre as interações presa-predador, observaram que as fezes encontradas mais próximas da rodovia possuíam uma biomassa de pequenos mamíferos 10-20% maior, representando um aumento relativo de 21-48% em comparação com as fezes de predadores coletadas em locais mais distantes da rodovia, indicando mudanças estruturais e funcionais nas redes tróficas. Nesse sentido, presas em potencial e plantas comumente consumidas por algumas espécies são encontradas com maior frequência ao longo das bordas das rodovias do que em áreas mais distantes (ROEVER et al. 2008), atraindo seus consumidores até essas áreas. É possível que essa seja a explicação para nossos registros de *Mazama sp.*, obtidos principalmente no ponto mais próximo da rodovia, por se alimentarem da vegetação que cresce nas áreas mais abertas da rodovia. Cervídeos são comumente registrados nas listas de monitoramento de fauna atropelada no Brasil, porém, em nosso estudo acreditamos que a ausência de registros desse tipo possa estar relacionada sobretudo com o hábito do grupo. Apesar da proximidade da rodovia, todos os registros

ocorreram no período noturno, demonstrando um possível comportamento de evitação do tráfego, mas não da rodovia em si.

Com base nos dados obtidos no monitoramento da fauna atropelada, verificou-se que das 10 espécies impactadas pelo atropelamento, oito foram registradas na área circundante, com maior frequência de presença nos pontos mais próximos à rodovia. Os resultados sugerem uma associação entre a presença das espécies e a proximidade da rodovia, indicando uma possível influência da rodovia na distribuição das espécies do seu entorno. Essas observações são consistentes com estudos anteriores que também relataram respostas semelhantes, indicando que a rodovia pode atuar como um local de atração para as espécies (DA ROSA, 2018; RUIZ-CAPILLAS *et al.*, 2021), o que, por sua vez aumenta o risco de atropelamentos. Hábito generalista, área de vida menor que 10 km, dieta de necrófagos e invertebrados, histórias de vida rápida (vida < 10 anos) e tamanho com massa corporal adulta de 2 a 35kg foram apontados como os maiores preditores para taxas de mortalidade em mamíferos (MEDRANO-VISCAÍNO, *et al.*, 2022). Tais características se enquadram em parte das espécies de mamíferos maiores que foram registradas nos pontos mais próximos à rodovia. No entanto, como discutido no Capítulo 1, é possível que o baixo número de atropelamentos de mamíferos, em comparação aos outros grupos, esteja relacionado ao período de atividade das espécies, que as colocam em menor risco de colisão devido ao baixo tráfego durante a noite.

Ainda que populações de pequenos mamíferos sejam fortemente impactadas pelo efeito barreira, Ascensão e colaboradores (2016) estimaram, por meio de simulações, uma taxa de migração de 5% entre rodovias opostas, indicando a ocorrência de fluxo gênico limitado e, portanto, a transposição da via. Tal informação parece sustentar o registro de três atropelamentos de pequenos mamíferos na região de estudo, correspondentes a um indivíduo de *Akodon cursor*, um indivíduo de *Rhipidomys mastacalis* e um indivíduo de *Hylaeamys seuanzei*. *A. cursor* pode, possivelmente, apresentar o comportamento do tipo “car avoidance” descrito por Jaeger (2005), uma vez que sua abundância é maior na borda da rodovia e seu atropelamento indica que a rodovia não é uma barreira restrita. Da mesma forma, *Hylaeamys seuanzei*, espécie mais frequentemente capturada em nosso estudo, foi única espécie de roedor registrada em todas as distâncias em relação à borda da rodovia. Segundo estudo anterior, *Hylaeamys seuanzei* é considerada especialista de ambientes florestais e tem sido encontrada com frequência neste ambiente agroflorestal (SILVA *et al.*, 2020). Este pode ser um indício

de que a região dispõe dos recursos necessários para o estabelecimento da espécie, independente dos efeitos da presença da rodovia. Por sua vez, a ausência de capturas de *R. mastacalis* durante nossas amostragens juntamente com seu registro de atropelamento, pode indicar que a espécie possui um comportamento neutro com relação à borda. Rosa (2018) encontrou que o efeito da borda da rodovia é positivo somente para fêmeas desta espécie, e associou ao fato de que em determinadas espécies de pequenos mamíferos, as fêmeas são territorialistas e comumente associadas a recursos alimentares, mas que os padrões de distribuição de *R. mastacalis* ainda não são claros.

A maior abundância relativa de mamíferos no geral nas áreas próximas à borda pode gerar uma ideia de que os efeitos da rodovia são benéficos. No entanto, o grau em que as rodovias são benéficas depende da espécie, da população e da escala temporal avaliada. As rodovias têm impactos complexos nas populações de mamíferos, pois ao mesmo tempo em que fornecem benefícios pontuais para algumas espécies, como alimento e habitat crítico, podem causar alterações demográficas e, mortalidade direta (HILL et al. 2021). Nesse sentido, novos estudos são necessários para compreender a influência da rodovia em populações específicas do entorno e identificar padrões de uso do espaço pela fauna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRA, F.D., DA COSTA CANENA, A., GARBINO, G.S.T. AND MEDICI, E.P., Use of unfenced highway underpasses by lowland tapirs and other medium and large mammals in central-western Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, Vol. 18, No. 4, pp.247-256. 2020.
- ASCENSÃO, F., MATA, C., MALO, J. E., RUIZ-CAPILLAS, P., SILVA, C., SILVA, A. P., & FERNANDES, C. Disentangle the causes of the road barrier effect in small mammals through genetic patterns. **PLoS One**, Vol. 11, No. 3, p. e 0151500. 2016.
- BARRIENTOS, R.; BOLONIO, L. The presence of rabbits adjacent to roads increases polecat road mortality. **Biodiversity and Conservation**, Vol.18, No 2, p. 405–418, 2009.
- BISSONETTE, J. A.; ROSA, S. A. Road Zone Effects in Small-Mammal Communities. **Ecology and Society**, Vol.14, No 1, 2009.
- CASSANO, C. R., SCHROTH, G., FARIA, D., DELABIE, J. H., & BEDE, L. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Vol.18, No. 3, p. 577–603, 2009.
- CASSANO, C. R., SCHROTH, G., FARIA, D., DELABIE, J. H., BEDE, L., OLIVEIRA, L. C., & MARIANO-NETO, E. Desafios e recomendações para a conservação da biodiversidade na região cacauceira do sul da Bahia. **Centro de Pesquisas do Cacau**, 2014.
- DA ROSA, C.A., SECCO, H., CARVALHO, N., MAIA, A. C., & BAGER, A. Edge effects on small mammals: differences between arboreal and ground-dwelling species living near roads in Brazilian fragmented landscapes. **Austral Ecology**, Vol. 43, No. 1, 117-126, 2018.
- FAHRIG, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Vol.34, No 1, p. 487–515, 2003.
- Fahrig, L., & Rytwinski, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and society*, 14(1).
- FARIA, D. et al. The breakdown of ecosystem functionality driven by deforestation in a global biodiversity hotspot. **Biological Conservation** , Vol.283, p. 110126, 2023.
- FARIA, D.; DELABIE, J. H. C.; DIAS, M. H. The Hileia Baiana: An Assessment of Natural and Historical Aspects of the Land Use and Degradation of the Central Corridor of the Brazilian Atlantic Forest. In: MARQUES, M. C. M.; GRELE, C. E. V. (org.). *The Atlantic Forest: History, Biodiversity, Threats and Opportunities of the Mega-diverse Forest*. Cham: **Springer International Publishing**, 2021. p. 63–90.
- FORMAN, R. T. T.; DEBLINGER, R. D. The Ecological Road-Effect Zone of a Massachusetts (U.S.A.) Suburban Highway. **Conservation Biology**, Vol.14, No 1, p. 36–46, 2000.
- FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. ROADS AND THEIR MAJOR ECOLOGICAL EFFECTS. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Vol.29, No 1, p. 207–231,1998.

- FUENTES-MONTEMAYOR, E., CUARÓN, A. D., VÁZQUEZ-DOMÍNGUEZ, E., BENÍTEZ-MALVIDO, J., VALENZUELA-GALVÁN, D., & ANDRESEN, E.. Living on the edge: roads and edge effects on small mammal populations. **Journal of Animal Ecology**, Vol. 78, No. 4, p. 857-865, 2009
- GOOSEM, Miriam. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: fragmentation, edge effects and traffic disturbance. **Wildlife Research**, Vol.29, No 3, p. 277-289, 2002.
- GRILO, C. et al. Conservation threats from roadkill in the global road network. **Global Ecology and Biogeography**, Vol.30, No 11, p. 2200–2210, 2021.
- HILL, J. E.; DEVAULT, T. L.; BELANT, J. L. A review of ecological factors promoting road use by mammals. **Mammal Review**, Vol.51, No 2, p. 214–227, 2021.
- JAEGER, J. A. G. et al. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. **Ecological Modelling**, Vol.185, No 2–4, p. 329–348, 2005.
- KENT, E.; SCHWARTZ, A. L. W.; PERKINS, S. E. Life in the fast lane: roadkill risk along an urban–rural gradient. **Journal of Urban Ecology**, Vol.7, No 1, p. 039, 2021.
- LEITE, Y. L. R. Evolution and Systematics of the Atlantic Tree Rats, Genus *Phyllomys* (Rodentia, Echimyidae), With Description of Two New Species. **University of California Press**, 2003.
- LAURANCE, W. F., CLEMENTS, G. R., SLOAN, S., O'CONNELL, C. S., MUELLER, N. D., GOOSEM, M. & ARREA, I. B. A global strategy for road building. **Nature**, Vol. 513, No. 7517, p. 229-232, 2014.
- LOSS, S. R.; WILL, T.; MARRA, P. P. Estimation of bird-vehicle collision mortality on U.S. roads. **The Journal of Wildlife Management**, Vol.78, No 5, p. 763–771, 2014.
- MEDRANO-VIZCAÍNO, P.; GRILO, C.; SILVA PINTO, F. A.; CARVALHO, W. D.; MELINSKI, R. D.; SCHULTZ, E. D. & GONZÁLEZ-SUÁREZ, M. Roadkill patterns in Latin American birds and mammals. **Global Ecology and Biogeography**, Vol.31, No 9, p. 1756–1783, 2022.
- MYERS, N, MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A., & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, Vol.403, No 6772, p. 853–858, 2000.
- OLIVEIRA, R. M. de et al. Importância do sistema agroflorestal Cabruca para a conservação florestal da região cacauceira, sul da Bahia, Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, Vol.2, No 47E, 2011.
- PARDINI, R. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity & Conservation**, Vol.13, No 13, p. 2567–2586, 2004.
- PINTO, F. A. S. et al. Giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) conservation in Brazil: Analysing the relative effects of fragmentation and mortality due to roads. **Biological Conservation**, Vol.228, p. 148–157, 2018.

- PIRES, A. S. et al. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. **Biological Conservation**, Vol.108, No 2, p. 229–237, 2002.
- REZENDE, C. L. et al. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, Vol.16, No 4, p. 208–214, 2018.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Vol.142, No 6, p. 1141–1153, 2009.
- RUIZ-CAPILLAS, P. et al. Do Roads Alter the Trophic Behavior of the Mesocarnivore Community Living Close to Them? **Diversity**, Vol.13, No 4, p. 173, 2021.
- RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. Why are some animal populations unaffected or positively affected by roads? **Oecologia**. Vol.173, No 3, p. 1143–1156, 2013.
- SANTOS, E., CORDOVA, M., ROSA, C., & RODRIGUES, D.. Hotspots and Season Related to Wildlife Roadkill in the Amazonia–Cerrado Transition. **Diversity**, Vol. 14, No. 8, p. 657, 2022.
- SCHROTH, G. et al. Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes. **Island Press**, 2004.
- SCOSS, L. M. Impacto de rodovias sobre mamíferos terrestres: o caso do Parque Estadual do Rio Doce. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais. **Universidade Federal de Viçosa**, Minas Gerais. 2002.
- SIKES, R. S.; The animal care and use committee of the american society of mammalogists. **Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education**. **Journal of Mammalogy**, Vol.97, No 3, p. 663–688, 2016
- SILVA, A. A. D. S. et al. Is shadier better? The effect of agroforestry management on small mammal diversity. **Biotropica**, Vol.52, No 3, p. 470–479, 2020.
- TÚNEZ, J. I. et al. A Review of the Conservation Status of Neotropical Mammals. In: NARDELLI, M.; TÚNEZ, J. I. (org.). **Molecular Ecology and Conservation Genetics of Neotropical Mammals**. Cham: **Springer International Publishing**, p. 11–33, 2021.
- VAN DER REE, R., SMITH, D. J., & GRILO, C. The ecological effects of linear infrastructure and traffic: challenges and opportunities of rapid global growth. **Handbook of road ecology**, 1-9, 2015.
- VIEIRA, M. V. et al. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. **Biological Conservation**, Vol.142, No 6, p. 1191–1200, 2009.
- YOST, A. C.; WRIGHT, R. G. Moose, Caribou, and Grizzly Bear Distribution in Relation to Road Traffic in Denali National Park, Alaska. **Arctic**, Vol.54, No 1, p. 41–48, 2001.

CONCLUSÕES GERAIS

É consenso que a presença de rodovias intensifica os efeitos de borda e barreira provocados pela fragmentação do habitat, acarretando efeitos diretos e indiretos na biodiversidade local. No entanto, ainda não existiam informações de como uma rodovia inserida num contexto agroflorestal de cacau no Sul da Bahia influencia na fauna do entorno e nem quais espécies têm sido mais impactadas pela rodovia. Os resultados que encontramos sugerem que a fauna responde diferentemente à presença da rodovia, seja alterando seus períodos de maior atividade, seja evitando a borda, ou possivelmente se associando a ela. Neste estudo, tivemos a oportunidade de avaliar a presença da mastofauna viva, no entorno da rodovia, nos permitindo uma abordagem para além da mensuração do atropelamento.

Com isso, ressaltamos a importância de identificar e considerar os padrões de atividade e biologia das espécies localmente, a fim de compreender a resposta da fauna à presença da rodovia. Além disso, este estudo desempenha um papel crucial ao proporcionar informações prévias às iminentes modificações estruturais planejadas para a rodovia. Essas informações são essenciais para estabelecer um cenário prévio às intervenções e, conseqüentemente, possibilitam uma análise comparativa abrangente das condições antes e após o impacto nas populações da fauna do entorno. Esta abordagem é fundamental para novos estudos e para o planejamento de medidas mitigatórias eficientes e que promovam a conectividade do habitat e a segurança da via.

APÊNDICE A

Apêndice A. Análises de agregação de atropelamentos (KDE+) para vertebrados em geral (A), anfíbios (B), répteis (C), aves (D) e mamíferos (E). As linhas azuis mostram a função do kernel dos pontos de atropelamento após simulações de Monte Carlo. A linha vermelha horizontal representa o nível do percentil 95. Locais em que a linha azul se eleva acima da linha vermelha, são identificados como locais perigosos para fauna.



APÊNDICE B

Apêndice B. Pequenos mamíferos capturados pelas armadilhas de contenção viva (Sherman® - 25x8x9cm e Tomahawk® - 18x18x39cm) durante as campanhas entre maio e dezembro.

Ordem/Espécie	Distância (m)			N
	50	150	250	
DIDELPHIMORPHIA				
<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	1	-	3	4
<i>Marmosa murina</i> (Linnaeus, 1758)	2	3	3	8
<i>Metachirus nudicaudatus</i> (Desmarest, 1817)	-	1	1	2
RODENTIA				
<i>Akodon cursor</i> (Winge, 1887)	7	6	-	13
<i>Hylaeamys seuanezi</i> (Weksler, Geise & Cerqueira, 1999)	6	3	8	17
<i>Oecomys catherinae</i> (Thomas, 1909)	-	-	1	1
<i>Oligoryzomys nigripes</i> (Emmons, Leite, Kock & Costa, 2002)	-	-	1	1
<i>Phyllomys pattoni</i> (Emmons, Leite, Kock & Costa, 2002)	-	-	1	1
<i>Rattus sp.</i>	-	1	-	1
<i>Ni</i>	2	5	1	8
Total	18	19	19	56

APÊNDICE C










Apêndice C. Registros de mamíferos silvestres amostrados no entorno do trecho de 24km da BA-262, durante as campanhas entre maio e dezembro de 2022.

Ordem/ Espécie	Nome comum	Distância (m)		N
		50	250	
ARTIODACTYLA				
<i>Dicotyles tajacu</i>	Cateto	7	15	22
CARNIVORA				
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Cachorro-do-mato	86	43	129
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Irara	9	17	26
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	Gato-maracajá	1	6	7
<i>Leopardus sp.</i>	Felino Ni	1	-	1
<i>Puma yagouaroundi</i> (Geoffroy, 1803)	Gato-mourisco	-	1	1
<i>Procyon cancrivorus</i> (Cuvier, 1798)	Mão-pelada	12	12	23
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	Quati	6	6	12
CETARTIODACTYLA				
<i>Mazama sp.</i>	Cervídeo_Ni	13	7	20
CINGULATA				
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Tatu-galinha	10	15	25
<i>Dasypus sp.</i>	Tatu	3	-	3
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Tatu-peba	2	-	2
DIDELPHIMORPHIA				
<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	Gambá-de-orelha-preta	-	1	1
<i>Marmosa murina</i> (Linnaeus, 1758)	Cuíca	4	-	4
<i>Metachirus nudicaudatus</i> (Desmarest, 1817)	Cuíca-de-quatro-olhos	7	-	7
PILOSA				
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Tamanduá-mirim	10	5	15
PRIMATA				
<i>Callithrix kuhlii</i> (Coimbra-Filho, 1985)	Sagui-de-wieddi	1	-	1

Ordem/ Espécie	Nome comum	Distância (m)		N
		50	250	
RODENTIA				
<i>Coendou prehensilis</i> (Linnaeus, 1758)	Ouriço-caixeiro	-	3	3
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	Paca	15	4	19
<i>Roedor_Ni</i>		10	5	15
<i>Mamífero_Ni</i>		2	3	5

APÊNDICE D

Apêndice D. Amostra dos registros de atropelamento de vertebrados obtidos ao longo das oito campanhas de monitoramento de fauna, na rodovia BA-262.

		
<p><i>Leontopithecus crysomellas</i> Mico-leão-baiano</p>	<p><i>Callithrix kuhlii</i> Sagui-de-wied</p>	<p><i>Rhipidomys mastacalis</i> Rato-de-árvore</p>
		
<p><i>Cerdocyon thous</i> Cachorro-do-mato</p>	<p><i>Tangara seledon</i> Saira-sete-cores</p>	<p><i>Coragyps atratus</i> Urubu-de-cabeça-preta</p>
		
<p><i>Thraupis palmarum</i> Sanhaço-do-coqueiro</p>	<p><i>Imantodes cenchoa</i> Dorme-dorme</p>	<p><i>Palusophis bifossatus</i> Jararacuçu-do-brejo</p>

<p><i>Amphisbaena alba</i> Cobra-de-duas-cabeças</p>	<p><i>Ameiva ameiva</i> Bico-doce</p>	<p><i>Siphonops sp.</i> Cobra-cega</p>
<p><i>Dendropsophus elegans</i> Perereca-de-moldura</p>	<p>Anuro_Ni</p>	<p><i>Hypsiboas semilineatus</i> Perereca</p>