



**RAQUEL BATISTA JUNGER DE CARVALHO**

**ATROPELAMENTO DA FAUNA SILVESTRE NA BR-116/RJ E  
ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS  
ÓRGÃOS: ANÁLISE E ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DE  
IMPACTOS**

**LAVRAS – MG  
2023**

**RAQUEL BATISTA JUNGER DE CARVALHO**

**ATROPELAMENTO DA FAUNA SILVESTRE NA BR-116/RJ E  
ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS  
ÓRGÃOS: ANÁLISE E ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DE  
IMPACTOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Restauração e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Alex Bager  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da  
Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a)  
autor(a).**

Carvalho, Raquel Batista Junger de.

Atropelamento da fauna silvestre na BR-116/RJ e entorno do  
Parque Nacional da Serra dos Órgãos: análise e estratégias de  
redução de impactos / Raquel Batista Junger de Carvalho. - 2023.

107 p.

Orientador(a): Alex Bager.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de  
Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Ecologia de estradas. 2. Agregações de atropelamentos. 3.  
Medidas de mitigação. I. Bager, Alex. II. Título.

**RAQUEL BATISTA JUNGER DE CARVALHO**

**ATROPELAMENTO DA FAUNA SILVESTRE NA BR-116/RJ E ENTORNO DO  
PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS: ANÁLISE E ESTRATÉGIAS DE  
REDUÇÃO DE IMPACTOS**

**ROADKILL OF WILD FAUNA ON BR-116/RJ AND SURROUNDING OF SERRA  
DOS ÓRGÃO NATIONAL PARK: IMPACT REDUCTION ANALYSIS AND  
STRATEGIES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Restauração e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 6 de julho de 2023.

Dr. Luís Antônio Coimbra Borges (UFLA)

MSc. Jorge Luiz do Nascimento (ICMBIO)

---

Prof. Dr. Alex Bager  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2023**

*Dedico este trabalho a todos os animais que  
foram salvos e retornaram ao seu habitat,  
através do Projeto Fauna Viva.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me conceder forças para superar todos os desafios que surgiram em meu caminho.

Agradeço ao meu orientador Alex Bager e ao Coordenador Yuri Lopes.

Quero expressar minha gratidão ao Parque Nacional da Serra dos Órgãos por confiar em mim ao longo desses 15 anos, especialmente aos analistas Carlos Luiz Castelo G. Fernandes (em memória) e Leandro Goulart, que abriram as portas do setor de fauna da Unidade; a Cecília Cronemberger, pela oportunidade de coordenar o Projeto Fauna Viva; e a Jorge Luiz do Nascimento (Julião) e Carlos Alexandre Fortuna, por todo o apoio, ensinamentos e ideias compartilhadas.

Agradeço à Concessionária Rio Teresópolis - CRT, em particular ao Rene de Broux Marchesini, pela oportunidade de trabalhar no monitoramento de fauna realizado pela Concessionária CRT. Agradeço imensamente aos Monitores Ambientais e a Karina Nunes Serafim, que fizeram parte do monitoramento. Sem vocês, nada disso seria possível.

Expresso minha gratidão a minha amiga Janine Maffei, por ser meu suporte e me ajudar a não desistir nos momentos mais difíceis.

Quero agradecer às minhas mães, Iriandni e Fátima, por todo o apoio e compreensão ao longo desse processo, por entenderem minha ausência em determinados momentos.

Agradeço a UFLA, pela oportunidade de fazer parte do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais.

*“A probabilidade de fracassarmos na luta não nos deve deter no impulso de combater uma causa justa”.*

(Abraham Lincoln)

## RESUMO

Animais silvestres vítimas de atropelamentos em rodovias são uma realidade preocupante. Essas ocorrências representam uma grave ameaça à preservação da fauna levando a uma frequência cada vez maior de colisões fatais com a vida selvagem. Esse estudo avaliou a composição, dimensão e padrões espaciais de mortalidade de vertebrados silvestres em diferentes trechos da BR 116/RJ, em especial na área de influência do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Entre os anos de 2012 e 2021 foram identificados, ao longo desse trecho, um total de 2.108 indivíduos atropelados, sendo 1.415 mamíferos (67,98%), 556 aves (26,20%) e 137 répteis (5,31%) com uma riqueza de 134 espécies. Na área da unidade de conservação (UC) os mamíferos foram os mais impactados (63,8%, N=97), seguidos pelas aves (25%, N=38) e répteis (11,2%, N=17). A taxa de atropelamento encontrada para o trecho da UC foi de 0,011 ind./km/dia considerando os três grupos taxonômicos. Algumas espécies registradas estão ameaçadas de extinção: *Alouatta guariba clamitans*, *Callithrix aurita*, *Chrysocyon brachyurus*, *Leopardus gutullus*, *Leopardus wiedii*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Sylvilagus tapetillus* e *Amadonastur lacernulatus*. Foram encontradas agregações de atropelamentos para vários grupos e espécies, sendo possível identificar áreas prioritárias, nas quais medidas de mitigação sugeridas por esse estudo, como passagens subterrâneas com telamento e travessias aéreas, associadas a colocação de radares e redutores de velocidade, devem ser primordialmente estabelecidas.

**Palavras-chave:** Ecologia de estradas. Agregações de atropelamentos. Medidas de mitigação.



## ABSTRACT

Wild animal's victims of roadkill are a worrying reality. These occurrences represent a serious threat to the preservation of fauna leading to an increasing frequency of fatal collisions with wildlife. This study evaluated the composition, size and spatial patterns of mortality of wild vertebrates in different stretches of the BR 116/RJ, especially in the area of influence of the Serra dos Órgãos National Park. Between 2012 and 2021, a total of 2,108 run over individuals were identified along this stretch, of which 1,415 were mammals (67.98%), 556 birds (26.20%) and 137 reptiles (5.31%) with a richness of 134 species. In the conservation unit (UC) area, mammals were the most impacted (63.8%, N=97), followed by birds (25%, N=38) and reptiles (11.2%, N=17). The roadkill rate found for the UC stretch was 0.011 individuals/km/day considering the three taxonomic groups. Some registered species are threatened with extinction: *Alouatta guariba clamitans*, *Callithrix aurita*, *Chrysocyon brachyurus*, *Leopardus gutullus*, *Leopardus wiedii*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Sylvilagus tapetillus*, and *Amadonastur lacernulatus*. Aggregations of roadkills were found for several groups and species, making it possible to identify priority areas, in which mitigation measures suggested by this study, such as underground passages with mesh and aerial crossings, associated with the placement of radars and speed reducers, should be primarily established.

**Keywords:** Road ecology. Roadkill aggregates. Mitigation measures.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Localização da área de estudo. Em destaque os trechos que cortam as UC Parque Nacional da Serra dos Órgãos/ICMBio e Parque Estadual Três Picos/INEA.....	30
Figura 2 –	Esquemática do banco de dados de acordo com a origem dos registros. ....	33
Figura 3 –	Fluxograma de como foi utilizado os registros do banco de dados para as análises do estudo.....	35
Figura 4 –	Sazonalidade entre as classes baseada na taxa de atropelamento no trecho de 10 km na área do PARNASO – BR 116/RJ – estação úmida e seca.....	44
Figura 5 –	Sazonalidade entre as classes baseada na taxa de atropelamento no trecho de 10 km na área do PARNASO – BR 116/RJ – estações do ano. ....	45
Figura 6 –	Variação entre os trechos Planalto, Serra e Planície ao nível de classe baseados na taxa de atropelamento na BR 116/RJ.....	52
Figura 7 –	Dendograma pelo índice de Bray-Curtis das espécies atropeladas nos três trechos (Planalto, Serra e Planície), BR 116 – trecho RJ, Brasil. ....	52
Figura 8 –	Análise K de Ripley para <i>Cerdocyon thous</i> (Cachorro-do-mato) no período de 2012 a 2021. A função L(r) é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.....	60
Figura 9 –	Análise de <i>Hotspot</i> para <i>Bradypus variegatus</i> (Preguiça) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função $N \text{ events} - N \text{ simulated}$ e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior. ....	61
Figura 10 –	Análise de <i>Hotspot</i> para Capivara ( <i>Hydrochoerus Hydrochoeris</i> ) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função $N \text{ events} - N \text{ simulated}$ e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.....	62
Figura 11 –	Análise de <i>Hotspot</i> para Primatas no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função $N \text{ events} - N \text{ simulated}$ e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.....	64
Figura 12 –	Análise de <i>Hotspot</i> para <i>Coendou villosus</i> (Ouriço-cacheiro) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função $N \text{ events} - N \text{ simulated}$ e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior. ....	65
Figura 13 –	Análise de <i>Hotspot</i> para <i>Tamandua tetradactyla</i> (Tamanduá-mirim) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função $N \text{ events} - N \text{ simulated}$ e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.....	66
Figura 14 –	Análise de <i>Hotspot</i> para <i>Dasyopus novemcinctus</i> (Tatu-galinha) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função $N \text{ events} - N \text{ simulated}$ e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.....	67

Figura 15 – Análise de <i>Hotspot</i> para <i>Sylvilagus tapetillus</i> (Tapiti) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função $N_{events} - N_{simulated}$ e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.....	68
Figura 16 – Análise de <i>Hotspot</i> do grupo dos Répteis no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função $N_{events} - N_{simulated}$ e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.....	69
Figura 17 – Análise de <i>Hotspot</i> o grupo de Aves no período de 2012 a 2021. Parâmetros utilizados no Siriema com raio de 400 m, com 1000 simulações, 500 divisões e 95% de confiança. ....	70
Figura 18 – Estruturas metálicas utilizadas pela fauna arborícola e semiarborícola para travessia da rodovia. ....	74
Figura 19 – Capivaras passando por buracos que elas mesmas fizeram, no telamento.....	75
Figura 20 – Análise K de Ripley para <i>Bradypus variegatus</i> (Preguiça) no período de 2012 a 2021. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. ....	90
Figura 21 – Análise K de Ripley para <i>Hydrochoerus Hydrochoeris</i> (Capivara) no período de 2012 a 2021. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. ....	90
Figura 22 – Análise K de Ripley para primatas no período de 2012 a 2021. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. ....	91
Figura 23 – Análise K de Ripley para <i>Coendou villosus</i> (Ouriço-cacheiro) no período de 2012 a 2021. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. ....	91
Figura 24 – Análise K de Ripley para <i>Tamandua tetradactyla</i> (Tamanduá-mirim) no período de 2012 a 2021. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. ....	92
Figura 25 – Análise K de Ripley para <i>Dasyopus novemcinctus</i> (Tatu-galinha) no período de 2012 a 2021. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.....	92
Figura 26 – Análise K de Ripley para <i>Sylvilagus tapetillus</i> (Tapiti) no período de 2012 a 2021. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. ....	93
Figura 27 – Análise K de Ripley para o grupo dos Répteis no período de 2012 a 2021. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. ....	93
Figura 28 – Análise K de Ripley para o grupo das Aves no período de 2012 a 2021. A função $L(r)$ é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. ....	94

Tabela 1 – Esforço amostral dos monitoramentos realizados de forma sistemática no período de jul./2012 a dez./2021) para o trecho da UC e toda a extensão da rodovia.....	34
Tabela 2 – Riqueza de espécies e a abundância de indivíduos registrados por classe, para a BR 116/RJ.....	38
Tabela 3 – Dez espécies mais registradas na BR 116 – trecho Rio de Janeiro, separadas por Classe no período de 2012 a 2021. ....	38
Tabela 4 – Lista de espécies registradas durante o monitoramento sistemático no trecho que corta o PARNASO e suas respectivas taxas de atropelamentos.....	42
Tabela 5 – Variação anual das taxas de atropelamentos (TA) dos registros sistemáticos coletados no trecho de 10 km na área do PARNASO – BR 116/RJ. ....	43
Tabela 6 – Lista de espécies registradas durante o monitoramento sistemático para toda a extensão da rodovia nos anos de 2015 e 2018 e suas respectivas taxas de atropelamento. ....	47
Tabela 7 – Origem dos dados eventuais coletados na BR 116/RJ pelos inspetores de tráfego, usuários/colaboradores e equipe fora do horário de monitoramento. ....	49
Tabela 8 – Variação anual dos dados eventuais coletados pelos inspetores de tráfego, usuários/colaboradores e equipe fora do horário de monitoramento. ....	49
Tabela 9 – Número de espécies registradas pelas diferentes metodologias.....	50
Tabela 10 – Divisão da rodovia em trechos, extensão de cada trecho, total de dados eventuais por trechos e suas respectivas taxas de atropelamento da BR 116 – trecho Rio de Janeiro.....	51
Tabela 11 – Lista de espécies registradas nos três trechos (Planalto, Serra e Planície) da BR 116/RJ. ....	53
Tabela 12 – Lista com todos os <i>Hotspots</i> encontrados na BR 116/RJ.....	95
Tabela 13 – Lista com todos os <i>Hotspots</i> para o grupo das aves encontrados na BR 116/RJ.....	99
Tabela 14 – Lista com todos os <i>Hotspots</i> para o grupo dos répteis encontrados na BR 116/RJ.....	101
Tabela 15 – Lista de todas as espécies registradas na BR 116 – trecho Rio de Janeiro de 2012 A 2021. ....	102
Quadro 1 – Medidas mitigadoras para impactos diretos de rodovias sobre a fauna. ....	72

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo geral .....	18
2.2 Objetivos específicos.....	18
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	19
3.1 Biodiversidade brasileira e a Mata Atlântica.....	19
3.2 Impacto das rodovias sobre a fauna silvestre .....	20
3.3 Atropelamento de fauna silvestre e suas implicações para a conservação da biodiversidade.....	22
3.4 Importância dos estudos sobre ecologia de estradas .....	23
3.5 Eficácia de medidas de mitigação .....	26
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
4.1 Área de estudo .....	30
4.2 Coleta de dados.....	32
<b>4.2.1 Monitoramento sistemático realizado pela equipe .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2.2 Monitoramento pela equipe de Inspeção de tráfego e colaboradores.....</b>	<b>34</b>
4.3 Análise de dados .....	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
5.1 Contexto Geral dos Atropelamentos.....	38
5.2 Dados sistemáticos coletados pela equipe .....	42
<b>5.2.1 Monitoramento no trecho do PARNASO.....</b>	<b>42</b>
<b>5.2.2 Monitoramento em toda a extensão da rodovia.....</b>	<b>47</b>
5.3 Dados eventuais coletados pela inspeção de tráfego e colaboradores.....	49
5.4 Variação da composição faunística entre os trechos Planalto, Serra e Planície .....	51
5.5 Agregações de atropelamento.....	59
5.6. Sugestões de medidas de mitigação .....	71

6 CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS .....	80
APÊNDICE I.....	90
APÊNDICE II.....	95
APÊNDICE III .....	102

## 1 INTRODUÇÃO

A natureza e sua biodiversidade (definida como a diversidade dentro das espécies, entre as espécies e dos ecossistemas) são essenciais para a existência humana, desempenhando um papel crítico no fornecimento de alimentos, energia, medicamentos e recursos genéticos, além de uma variedade de materiais fundamentais para o bem-estar físico das pessoas e para a manutenção das diferentes culturas (BRONDIZIO *et al.*, 2019). Uma biodiversidade rica oferece uma série de benefícios para o homem, pois fornece contribuições essenciais para a economia, meios de subsistência, qualidade de vida e erradicação da pobreza (RICE *et al.*, 2018).

No relatório de avaliação global sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos da Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES - *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*) alertou que a biodiversidade está diminuindo mais rapidamente do que em qualquer outro momento da história. O relatório estimou que cerca de 1 milhão de espécies no mundo estão em risco de extinção, o que equivale a uma média de 25% das espécies em grupos de animais e plantas. As ações humanas são a principal causa dessa perda de biodiversidade, o que promove consequências negativas sem precedentes para os ecossistemas e para as pessoas. Se faz necessária a tomada de medidas para reduzir a intensidade dessa perda de biodiversidade, pois, sem tal ação, haverá uma aceleração ainda maior na taxa global de extinção de espécies, que já é pelo menos dezenas a centenas de vezes maior do que a média dos últimos 10 milhões de anos (BRONDIZIO *et al.*, 2019).

O Brasil é considerado um dos países com maior diversidade biológica e quantidade de espécies endêmicas do mundo, e sua biodiversidade apresenta um potencial imenso de recursos naturais e biogenéticos. Mas essa perda alarmante da diversidade biológica se tornou preocupante, em vista do crescente desaparecimento de espécies e habitats de animais (SÁ *et al.*, 2019). Dentre as causas que ameaçam a biodiversidade estão as estradas, pois muitas espécies já se mostraram suscetíveis a atropelamentos, ou mesmo predação ou caça por humanos no seu entorno (RICE *et al.*, 2018).

Nesse contexto, além de possuir uma das mais ricas biodiversidades do mundo, o Brasil também possui uma das mais extensas malhas rodoviárias, o que é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico do país, permitindo o escoamento da produção agrícola, industrial e comercial, além de facilitar o transporte de pessoas e fomentar o turismo (ICMBIO, 2016; CNT, 2023).

Analisando o papel das estradas de forma holística, percebe-se pontos negativos, principalmente sob a ótica ecológica. Por exemplo, a construção das estradas gera a fragmentação dos ecossistemas locais, afetando as populações de diversas espécies de animais silvestres, direta e indiretamente (HEGEL; CONSALTER; ZANELLA, 2012). A configuração da paisagem é um parâmetro que pode definir a distribuição da fauna, influenciando até mesmo na diferenciação genética e na seleção de caminhos de movimento, determinando os padrões de ocupação das espécies em relação ao desenvolvimento de estradas, residências e de elevação e cobertura florestal (CUSHMAN; LEWIS, 2010).

A fragmentação promovida pela construção de estradas pode gerar o efeito de borda, que se inicia após o fragmento florestal ser criado. No início, as características e a composição de espécies arbóreas na sua borda ainda não se diferenciam do interior. Porém, com o passar do tempo, a ação de elementos externos (como a radiação solar, vento, pesticidas, fertilizantes, ruídos, outros tipos de poluição e interferências), faz com que a floresta próxima à borda (fauna e flora) passe a se diferenciar daquela mais para o interior, o que afeta toda a vida animal e vegetal nesse perímetro (RODRIGUES, 2003).

Reconhece-se que a perda e a fragmentação dos habitats naturais se constituem nas maiores ameaças aos animais terrestres no Brasil, em especial para os mamíferos (HEGEL; CONSALTER; ZANELLA, 2012). Um dos principais impactos negativos das estradas é o atropelamento da fauna, que tem sido apontado como a principal causa de mortalidade de vertebrados por influência direta de atividades humanas no Brasil e no mundo, representando uma fonte significativa de mortalidade não natural em várias espécies (ASCENSÃO *et al.*, 2017).

De acordo com as estimativas de Bager (2019), 2.163.720 animais de médio e grande porte são atropelados por ano no Brasil. Segundo Faria, Pires e Abra (2022), são classificados como animais de pequeno porte aqueles com menos de 2 kg, os de médio porte estão na faixa de 2 a 10 kg, e os de grande porte aqueles com mais de 10 kg. Observou-se que a maioria dos mamíferos atropelados em toda a extensão da rodovia foram indivíduos de pequeno e médio porte, com exceção para a capivara e o lobo-guará.

Voltando às estimativas de Bager (2019), sua base do cálculo é proveniente de um primeiro levantamento feito em 2014, pelo Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), depois aumentada com dados de mais 100 Unidades de Conservação (UC). Entre esses animais, as principais vítimas são o *Cerdocyon thous* (Cachorro-do-mato), o *Tamandua tetradactyla* (Tamanduá-mirim), o *Dasyus novemcinctus* (Tatu-galinha), o *Myrmecophaga tridactyla* (Tamanduá-bandeira) e *Hydrochoerus hydrochaeris* (Capivara).



Quando se inclui todos os animais vertebrados, independentemente do tamanho, o total de vítimas de acidentes de trânsito por ano chega a 475 milhões (CBEE, 2020). Segundo Forman e Alexander (1998), em locais em que os índices de atropelamento excedem os índices de reprodução e imigração, populações locais sofrem redução de tamanho, impactando as relações ecológicas daquela região.

Com isso, estabelece-se uma relação de interação, que é estudada pela ciência da Ecologia de Estradas que, por definição, é uma linha de pesquisa que compreende ações ambientais, sociais e econômicas com o objetivo de minimizar os efeitos negativos ao meio ambiente e à fauna, causados por projetos rodoviários (BAGER; GRILO, 2013). Em outras palavras, seu foco é estudar as relações existentes entre a implantação e manutenção de infraestruturas viárias (rodovias, ferrovias e afins) com a biodiversidade local (BAGER *et al.*, 2016).

A ciência ecologia de estradas tem avançado a cada ano no Brasil (BAGER; FONTOURA, 2012). No entanto, a demanda por respostas rápidas e confiáveis para o planejamento de obras de infraestrutura de transportes também é crescente. É preciso que os protocolos para elaboração de diagnósticos e monitoramentos ambientais, que são exigidos pelos órgãos de licenciamento ambiental para rodovias, estejam em constante aprimoramento, com o objetivo de produzir dados capazes de embasar cada vez melhor o planejamento e a tomada de decisão mais adequadas à conservação da biodiversidade (DORNELLES, 2015).

Ao se verificar os impactos negativos da construção de rodovias, que fatalmente levam à redução da biodiversidade em áreas ocupadas por atividades antrópicas, constata-se que seus efeitos são potencializados negativamente quando se consideram as regiões de Unidades de Conservação (UC). Nesse caso, especialmente as UC's voltadas para a preservação de espécies, comunidades e/ou ecossistemas, acabam por serem as mais afetadas, especialmente com a questão dos atropelamentos. Nesse cenário, as espécies vulneráveis são as mais impactadas, pois geralmente possuem populações menores (BAGER *et al.*, 2016).

Com isso, este trabalho visa avaliar os efeitos do atropelamento de fauna silvestre na BR 116, no estado do Rio de Janeiro, onde encontra-se o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), Unidade de Conservação Federal, administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

O Parque Nacional da Serra dos Órgãos, situado na região serrana do estado do Rio de Janeiro, abrange os municípios de Petrópolis, Teresópolis, Guapimirim e Magé. Foi criado em 1939, sendo uma das mais antigas Unidades de Conservação Federal do Brasil (VIVEIROS DE

CASTRO, 2008). Abrange uma área de 20.024 hectares de Floresta Atlântica, assumindo uma posição estratégica no Corredor Ecológico da Serra do Mar (AGUIAR *et al.*, 2005).

O PARNASO possui alta riqueza em biodiversidade. De acordo com dados de Cronemberger *et al.* (2019), a região da Serra dos Órgãos possui 100 espécies de mamíferos registradas. Em relação às aves, segundo Mello, Mello e Mallet-Rodrigues (2015), são mais de 500 espécies já registradas, sendo que quase a metade delas está ameaçada de extinção. Em relação à diversidade de répteis e anfíbios para a região, Barros Filho (2008) e Izeckson *et al.* (2005) citam 81 espécies e 102 espécies respectivamente.

A BR 116, trecho Rio de Janeiro, que foi administrada pela Concessionária Rio Teresópolis (CRT), possui parte do trecho dentro da área do PARNASO. Em 2008 a CRT criou o Projeto Fauna Viva em parceria com o PARNASO, visando realizar o monitoramento da fauna silvestre atropelada no trecho, identificando os pontos com maior incidência de atropelamentos (CRT, 2021).

Um detalhe importante a ser destacado é que a rodovia BR 116/RJ é rota de circulação de caminhões hortifrutigranjeiros e, muitas vezes, alimentos como frutas e verduras caem na rodovia e acabam servindo como atrativo para diversas espécies, facilitando enormemente a disponibilidade desses recursos na beira da estrada, contribuindo para a ocorrência de atropelamentos.

A relevância desse trabalho se justifica pelo fato de que, com o estudo realizado, será possível entender melhor como funciona a dinâmica dos atropelamentos na BR 116/RJ, permitindo propor estratégias e ações de mitigação junto aos Órgãos Ambientais e Concessionária, para auxiliar na redução de mortes de animais, favorecendo-se assim a conservação das espécies. Por não ser financeiramente viável o investimento de estratégias para a mitigação dos atropelamentos ao longo de toda a estrada, é preciso focar nos locais de maior ocorrência de acidentes. Conhecer as estatísticas relacionadas aos atropelamentos que ocorrem, espécies mais afetadas e locais de maior incidência dos acidentes nas estradas se torna fundamental, pois fornecem dados que permitem nortear as ações a serem realizadas para evitar/reduzir esses acidentes, preservando a fauna local de forma mais eficiente e com maior chance de eficácia, diminuindo-se os custos gastos na implementação de ações de mitigação em pontos estratégicos previamente definidos.

## **2 OBJETIVOS**

## 2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos do atropelamento de fauna silvestre na BR-116, no estado do Rio de Janeiro, propondo estratégias de redução destes impactos, em especial na área de influência do Parque Nacional Serra dos Órgãos (PARNASO/ICMBio).

## 2.2 Objetivos específicos

- 1) Identificar e comparar a composição faunística e a riqueza de espécies atropeladas na rodovia BR 116, em diferentes trechos;
- 2) Apresentar os diferentes métodos de amostragem de fauna atropelada;
- 3) Investigar se existem *hotspots* de atropelamento entre diferentes grupos e/ou espécies, se variam ao longo do tempo, quais as possíveis variáveis condicionantes;
- 4) Propor estratégias e ações de mitigação junto aos Órgãos Ambientais e Concessionária, sugerindo medidas de mitigação.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Biodiversidade brasileira e a Mata Atlântica

O Brasil é um país com dimensões continentais e possui uma das maiores biodiversidades do planeta, através de sua enorme variedade de habitats terrestres e aquáticos, reunindo importantes biomas (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal), o maior sistema fluvial do mundo, além de possuir uma das mais extensas faixas costeiras (ICMBIO, 2016).

A biodiversidade brasileira possui 46.447 espécies de plantas reconhecidas e 117.096 de animais, porém estima-se que as espécies animais ultrapassem 137.000. Dentre estes, são mais de 9.000 espécies de vertebrados já descritas e cerca de 94.000 de artrópodes, números estes em permanente mudança, visto as constantes revisões taxonômicas e a descoberta frequente de novas espécies (ICMBIO, 2018a). No caso dos vertebrados, o Brasil possui descritas 775 espécies de mamíferos (ABREU JR *et al.*, 2022), 1.971 espécies de aves (PACHECO *et al.*, 2021), 848 espécies de répteis (COSTA; GUEDES; BÉRNILS, 2022), 1.188 espécies de anfíbios (SEGALLA *et al.*, 2021) e 4.545 espécies de peixes (ICMBIO, 2018a).

A mais recente avaliação sobre a fauna silvestre brasileira, conduzida pelo ICMBio e divulgada pelo Ministério do Meio Ambiente através da Portaria nº 148, de 07 de junho de 2022, chegou à conclusão que o Brasil soma hoje 1.249 espécies ameaçadas de extinção, além de outras 138 classificadas na categoria Quase Ameaçada (ICMBIO, 2022).

Muitas dessas espécies só são encontradas em *hotspots*<sup>1</sup>, como é o caso da Mata Atlântica, que é considerada um dos 36 *hotspots* da biodiversidade existentes no mundo (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2023), sendo, portanto, um ecossistema que necessita de atenção prioritária para conservação. Trata-se de um bioma caracterizado por uma alta diversidade de espécies, o que pode ser, em parte, explicado pelas características que seu relevo acidentado apresenta, gradiente altitudinal, bem como por algumas particularidades dos solos da região, que permitem a ocorrência de diferentes habitats, entre eles as florestas de baixada litorânea, florestas de encosta e ombrófilas densas, assim como os campos de altitude, restingas, mangues, rios, riachos, lagoas, lagunas e brejos, além dos ambientes marinhos

---

<sup>1</sup> *Hotspots*: Áreas com grande biodiversidade, ricas principalmente em espécies endêmicas, e que apresentam alto grau de ameaça.

costeiros (GONÇALVES *et al.*, 2016). No Brasil, do total de espécies ameaçadas, 50,5% estão presentes na Mata Atlântica, sendo que 38,5% são endêmicas do bioma (ICMBIO, 2018a).

### 3.2 Impacto das rodovias sobre a fauna silvestre

Existem vários fatores antrópicos que causam perda, fragmentação e degradação de habitat das áreas de preservação cortadas por elas, sendo os mais significativos os relacionados a atividades agropecuárias e a expansão urbana, o que envolve diretamente a construção de estradas e rodovias, que se destacam no bioma Mata Atlântica e afetam um número alto de espécies (ICMBIO, 2016).

A grande pressão antrópica que ocorre sobre essas áreas ainda florestadas resulta em diversos embates entre a fauna silvestre local e a população humana, gerando uma variedade de incidentes. Em geral, esses encontros surgem de forma acidental, podendo ocorrer por animais cruzarem o território por uma via de transporte urbano (levando aos atropelamentos) ou mesmo pela expansão imobiliária (levando moradias para dentro do habitat desses animais). Também ocorrem por iniciativa dos próprios animais, com intenção de procurar alimentos no lixo, restos de comida, rações de animais domésticos, ou por procurar abrigo, em um processo adaptativo natural (GONÇALVES *et al.*, 2016). A maioria das espécies que forrageiam nas proximidades das estradas fica mais vulnerável ao atropelamento, o que inclui muitos predadores, necrófagos e herbívoros que se alimentam de gramíneas (CARVALHO; IANNINI CUSTÓDIO; MARÇAL JÚNIOR, 2015).

Estudos que investigam os atropelamentos de fauna têm aumentado exponencialmente ao longo dos anos. No bioma Mata Atlântica, um desses estudos é o de Alves *et al.* (2021a), realizado em um trecho de 33 km da Estrada Parque Serra da Macaca (SP-139), que atravessa o Parque Estadual Carlos Botelho (PECB). Segundo os autores, as mortes de animais silvestres nas rodovias são uma grave ameaça à conservação de diversas espécies de vertebrados terrestres. Em seu estudo, os autores identificaram 80 indivíduos pertencentes a 27 espécies de animais, em um período aproximado de três anos, apenas no trecho investigado, sendo os répteis os mais afetados, seguido pelos mamíferos. Não foi possível identificar uma parte significativa dos animais, devido a suas carcaças estarem dilaceradas.

Reforça-se que esses acidentes normalmente ocorrem pelo fato dessas rodovias atravessarem o habitat desses animais, o que interfere em seus deslocamentos. Além disso, a maioria dos acidentes entre veículos e animais ocorre em áreas com menor densidade populacional humana, visto que um volume maior de tráfego acaba por gerar mais efeito

evitação, fazendo com que os animais procurem se manter afastados da rodovia, enquanto nas rodovias de médio e baixo volume de tráfego os atropelamentos são mais frequentes (DEFFACI *et al.*, 2016).

Além dos atropelamentos, há outros problemas que as rodovias causam ao ecossistema local. O efeito evitação pode ocorrer pelos animais evitarem a rodovia em decorrência das perturbações causadas pelo barulho e luminosidade do tráfego; pelas características de superfície das estradas, como falta de pavimentação, diferentes condições microclimáticas e mudança da vegetação na borda; ou simplesmente pela presença dos veículos, levando os animais a evitarem a rodovia quando há algum carro trafegando (BAGER *et al.*, 2016).

Esse comportamento, apesar de evitar que os animais entrem em colisão com os veículos, restringe seu habitat a apenas um dos lados da rodovia, afetando o fluxo gênico das populações e processos naturais das espécies, como migração e dispersão para busca por recursos e/ou outras áreas, o que se reflete principalmente em animais de médio e grande porte. Por outro lado, há também aqueles animais que, ao contrário do efeito evitação, são atraídos pelas superfícies de rodovias e ferrovias. Os motivos podem ser para termorregulação, deslocamento, alimentação de grãos ou outros alimentos que são deixados pelos veículos ao trafegarem ou até mesmo das carcaças de outros animais mortos, o que os expõem ao risco de atropelamento (BAGER *et al.*, 2016).

Há também o efeito de borda, em que a borda representa a zona de contato entre um ambiente conservado e outro antropizado (no caso aqui, a estrada), gera um gradiente de influência de um ambiente sobre o outro, originando diversas alterações estruturais e funcionais no ecossistema (SANTOS *et al.*, 2018). O efeito de borda (ou efeito marginal), é considerado como qualquer alteração que ocorra na riqueza, composição e abundância das espécies na porção marginal de um fragmento, ocorrendo principalmente em consequência de alterações no microclima na borda fragmento-matriz (FAHRIG, 2003). A região afetada pela rodovia, também chamada como “zona de efeito de estrada”, pode variar de alguns metros a vários quilômetros das margens das vias, o que vai variar conforme as formações circundantes do terreno e especificidades locais (FORMAN, 2000, BENÍTEZ-LÓPEZ; ALKEMADE; VERWEIJ, 2010).

O conhecimento dos fatores responsáveis pelo efeito barreira da estrada também é crucial para compreender e prever as respostas das espécies às estradas e para melhorar as medidas de mitigação no contexto da gestão e conservação (ASCENSÃO *et al.*, 2016). O efeito de barreira faz com que os animais evitem atravessar as estradas e rodovias, limitando-os a um habitat menor, e existem vários os relatos a respeito de estradas que limitam o uso dos espaços

aos animais silvestres (VILELA; BARRETO; OLIVEIRA, 2016). O efeito de barreira da estrada está entre os principais impactos negativos das estradas sobre a vida silvestre, já que restringe os habitats das espécies e, conseqüentemente, sua diversidade genética e estrutura populacional (ASCENSÃO *et al.*, 2016). Fato é que a presença da rodovia afeta o comportamento de animais, de diferentes formas, seja pelos atropelamentos, pelo efeito de borda, barreira ou evitação (BAGER *et al.*, 2016).

De acordo com o Plano de Redução de Impactos de Infraestruturas Viárias Terrestres sobre a Biodiversidade (PRIM-IVT) a Mata Atlântica é conhecida por possuir a maior malha intermodal do Brasil, resultado de sua exploração e ocupação, seguida pelo Cerrado. São 34.779 quilômetros de rodovias federais e 78.162 quilômetros de rodovias estaduais, correspondendo a aproximadamente 32% e 31% das malhas rodoviárias do país (ICMBIO, 2018b).

O Estado do Rio de Janeiro possui aproximadamente 30% da área total de seu território (1,3 milhão de hectares) de Mata Atlântica, estando cerca de 53,8% de sua vegetação nativa sob regime de proteção ambiental. Há, atualmente, 519 Unidades de Conservação, sejam federais, estaduais, municipais ou privadas no Estado, protegendo cerca de 709 mil hectares de vegetação nativa (INEA, 2020).

### **3.3 Atropelamento de fauna silvestre e suas implicações para a conservação da biodiversidade**

Já foi comprovado por diversos estudos que o atropelamento da fauna silvestre em rodovias é responsável pela mortalidade de inúmeras espécies, superando até mesmo a caça, e que isso pode o causar declínio das populações desses animais, com graves conseqüências para a conservação da biodiversidade (ASCENSÃO *et al.*, 2017; BAGER *et al.*, 2016; BARBOSA *et al.*, 2020; BATISTA; RASCON; ROSA, 2022; BRAZ; FRANÇA, 2016; CARVALHO; IANNINI CUSTÓDIO; MARÇAL JÚNIOR, 2015; GUIMARÃES; SILVA; PERIN, 2018; HEGEL; CONSALTER; ZANELLA, 2012; SOMBRA JUNIOR, 2019).

No estudo de Barbosa *et al.* (2020), por exemplo, se constatou que mesmo taxas moderadas de mortalidade dos animais por atropelamentos levaram a graves declínios no tamanho da população de lobos-guará (*Chrysocyon brachyurus*) no Brasil, e que quatro locais específicos foram responsáveis por uma fração desproporcional dos eventos de atropelamentos, sendo que esses locais correspondiam a apenas 0,3% da rede rodoviária total.

Já no estudo de Braz e França (2016), realizado no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, em Goiás, região do Cerrado brasileiro, que avaliou o impacto das duas principais

rodovias que margeiam o Parque, utilizando os registros de atropelamento, foi encontrada uma relação significativa entre a estrutura do habitat e as classes de vertebrados atropelados nas rodovias, gerando perda de biodiversidade. Foram registrados 824 vertebrados atropelados pertencentes a 138 espécies, cuja taxa de atropelamento foi de 0.096 animais/km<sup>-1</sup>, com uma mortalidade significativamente maior durante a estação chuvosa. Os pesquisadores identificaram associação do grupo dos anfíbios com fragmentos florestais e trechos pavimentados das rodovias; do das aves com pastagens circundantes; do grupo de répteis com campos; e do grupo de mamíferos com trechos não pavimentados das rodovias.

Os pesquisadores Batista, Rascon e Rosa (2022) ainda alertam que não apenas o atropelamento de espécies ameaçadas causa riscos para a conservação da biodiversidade, mas também o atropelamento de espécies comuns, pois estas cumprem diferentes e importantes funções ecológicas em seus ecossistemas, muitas vezes até mais significativos do que espécies raras e ameaçadas, tendo em vista que estas se encontram em baixa densidade. Com isso, a diminuição do contingente populacional de espécies comuns, pelos atropelamentos, coloca em risco todo o equilíbrio do ecossistema local, ameaçando uma grande variedade de espécies, inclusive da flora.

Em seu estudo, Guimarães, Silva e Perin (2018), além de alertarem sobre a questão de os atropelamentos de fauna silvestre serem causa direta da perda da biodiversidade, também apontam que, no cenário atual, a conservação das espécies, em especial as de mamíferos de médio e grande porte, por necessitarem de grandes áreas para a manutenção de suas atividades, depende diretamente da criação de estratégias para promover a conectividade e qualidade de seus habitats, associadas ao estabelecimento de medidas mitigadoras da mortalidade por atropelamentos. Diante dessa constatação, é fundamental o desenvolvimento cada vez maior de estudos que forneçam dados robustos sobre ecologia de estradas.

### **3.4 Importância dos estudos sobre ecologia de estradas**

Os estudos sobre impactos das rodovias sobre a fauna silvestre surgiram na década de 1920, quando foram publicados os primeiros artigos científicos sobre o tema. No Brasil, o primeiro trabalho do tipo foi realizado por Novelli *et al.*, em 1988, e até recentemente os estudos sobre Ecologia de Estradas no país apresentavam um perfil basicamente descritivo, se limitando a listar os animais atropelados e seus respectivos percentuais, havendo poucos os autores que discutiam os aspectos sazonais e as relações entre atropelamentos e paisagem de entorno. Entretanto, com o surgimento e o uso de novas abordagens e ferramentas tecnológicas, uma



série de avanços nessas pesquisas tem sido observada, revelando novos aspectos sobre os impactos das estradas para a fauna silvestre (VILELA; BARRETO; OLIVEIRA, 2016).

Com esse aumento das pesquisas, tem se esclarecido que a construção de estradas e o aumento do fluxo de veículos são responsáveis por inúmeros impactos diretos e indiretos sobre a fauna silvestre no mundo inteiro, sendo os principais aqueles relacionados com a perda de habitat, bem como o efeito de barreira e a morte por atropelamento (VILELA; BARRETO; OLIVEIRA, 2016).

Há o fato de que o número de animais atropelados provavelmente é subestimado, devido ao fato de que, algumas vezes, os animais acidentados nas rodovias não morrem imediatamente no momento do acidente, conseguindo se retirarem da pista, adentrando na vegetação adjacente, na qual podem ser carregados por animais necrófagos ou permanecem em agonia algum tempo, indo posteriormente à óbito, porém por não serem encontrados não são contabilizados (WEISS; VIANNA, 2012).

Já os resultados do estudo de Ascensão *et al.* (2017) indicam que os atropelamentos ocorrem principalmente em áreas de estradas que atravessam regiões com comunidades de mamíferos mais abundantes e diversificadas. Nesse sentido, os autores alertam para a importância em identificar os pontos críticos de mortalidade, pois podem fornecer informações relevantes para priorizar essas seções de estradas e investir em medidas de mitigação.

Sejam quais forem as medidas de mitigação a serem utilizadas, estas devem ser bem planejadas para garantir sua eficácia, devido ao alto custo de instalação e manutenção. Assim, também é necessário determinar a melhor escala espacial em que os possíveis preditores indicam as localizações de atropelamentos da fauna. Em um modelo ideal, os pontos de atropelamento devem ser espacialmente restritos em comprimento, uma vez que seções mais curtas de estrada podem ser mais facilmente mitigadas por passagens de fauna e por cercas do que seções muito amplas (SANTOS *et al.*, 2017).

Existem vários métodos usados em ecologia de estradas para quantificar a agregação (ou agrupamento) e distribuição dos atropelamentos ao longo das estradas, que ajudam nas decisões sobre os investimentos em medidas de mitigação. Pode-se medir a agregação ou agrupamento de atropelamentos ao longo de uma estrada e verificar se é estatisticamente significativa, isto é, difere espacialmente de uma distribuição aleatória. A quantidade desses agrupamentos ao longo da estrada pode ser medida em unidades de distância (por exemplo, metros) e é frequentemente expressa como uma distância de pico para indicar a escala em que ocorre o agrupamento. Uma vez que o agrupamento foi considerado estatisticamente

significativo, uma próxima etapa lógica é determinar onde esse agrupamento ocorre (*hotspots*) (GUNSON; TEIXEIRA, 2015).

A compreensão do papel da sazonalidade nos atropelamentos, também fornecida por estudos em ecologia de estradas, permite a identificação de possíveis pontos de colisão em determinados períodos (*hot-moments*), e os tomadores de decisão podem direcionar medidas de mitigação para o período de maior ocorrência de acidentes, o que reduzirá os custos (SANTOS *et al.*, 2017).

Há ainda que se levar em conta o fato de que os pontos críticos (*hotspots*) de atropelamento podem mudar com o tempo, devido à depressão da população perto do segmento em questão, causada pela mortalidade de espécimes nas estradas. Essa mudança pode ocorrer mesmo se um segmento com baixo tráfego percorrer um habitat de qualidade inferior. Por isso, em situações em que a mortalidade rodoviária anterior reduziu o tamanho da população, os *hotspots* de atropelamentos podem não indicar os melhores locais para mitigação (EBERHARDT; MITCHELL; FAHRIG, 2013; TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Como visto, há diversos fatores que interferem na vida e rotina dos animais em torno de estradas e, de qualquer forma, para a tomada de decisões sobre ações para mitigar os impactos causados, é de suma importância o conhecimento da dinâmica dos atropelamentos, o que fortalece a importância dos estudos em ecologia de estradas. No caso do Brasil, como infelizmente relatam Grilo *et al.* (2018), há o agravante de que os planos de melhoria e expansão da rede de estradas se sobrepõem às áreas de *hotspots* de biodiversidade que, como já dito, são de alta importância para a conservação global.

Como alertam Machado *et al.* (2015), as rodovias brasileiras geralmente não incluem em seus projetos passagens de fauna, lombadas ou sinalização eficiente em locais críticos, a fim de evitar acidentes, não apenas envolvendo animais, mas até mesmo seres humanos. Geralmente elas são desenhadas com o objetivo único de deslocamento humano e de produtos, para escoamento da produção industrial, turismo e lazer.

Mas a constatação dessa realidade tem levado ao desenvolvimento de linhas de pesquisa aplicadas e direcionadas para a ecologia das estradas, cujas pesquisas no Brasil têm crescido. Esse tema está, finalmente, caminhando para se tornar mais valorizado no país e no mundo todo, fornecendo uma rica base de dados para aproveitamento de diferentes instituições governamentais, para serem utilizados no planejamento e gestão de novos empreendimentos (BAGER; FONTOURA, 2012).

Com isso, já é possível a construção de estradas com bases ecológicas sólidas, com medidas de mitigação para reduzir os efeitos deletérios causados pelas estradas, o que tem

ocorrido em áreas de rápido desenvolvimento em todo o mundo (FORMAN, 2015). Isso se deve ao reconhecimento dos inúmeros impactos ecológicos negativos da infraestrutura das estradas e dos veículos na vida silvestre e meio ambiente, assim como dos custos para a sociedade das colisões de veículos com animais silvestres, que podem ser altos (VAN DER REE; SMITH; GRILO, 2015).

Esses estudos também permitiram o reconhecimento de que o investimento em manter redes de corredores ecológicos é menor do que arcar com a despesa da restauração do meio ambiente em uma data posterior. E é essencial cuidar da qualidade de toda a paisagem, não apenas das áreas protegidas e dos corredores de vida selvagem (JAEGER, 2015). Esse reconhecimento e a melhoria desses impactos estão se tornando generalizados em todo o mundo, e novas estradas e outras infraestruturas lineares (como ferrovias, canais, linhas de energia) são cada vez mais planejadas para evitar áreas de alta qualidade ambiental e projetadas para minimizar ou mitigar os efeitos deletérios (VAN DER REE; SMITH; GRILO, 2015).

Mas, no Brasil, assim como na América do Sul em geral, essa realidade ainda não se faz presente, pois as avaliações de impacto ambiental nessas regiões são de baixa qualidade, o que faz disso um problema sério para a região. Controles mínimos durante a fase de planejamento e construção de estradas e programas de monitoramento ambiental de baixa qualidade acabam por produzir medidas de mitigação ineficientes. Espera-se que em um futuro breve essa realidade mude, pois já há uma organização que trata exclusivamente dos impactos ecológicos de estradas na América do Sul, que é o Centro Brasileiro de Pesquisas em Ecologia Rodoviária, além de uma série de grupos de pesquisa trabalhando com ecologia de estradas (BAGER; BORGHI; SECCO, 2015).

### **3.5 Eficácia de medidas de mitigação**

Medidas de mitigação, como barreiras que impeçam a movimentação dos animais nas estradas, assim como a criação de passagens seguras são indicadas para a redução do número de animais mortos nas rodovias (BRAZ; FRANÇA, 2016).

No caso de pequenos mamíferos, Ascensão *et al.* (2016) indicam como medidas de mitigação para reduzir o impacto das rodovias sobre a diversidade genética e estrutura da população desses animais, promover a reforma de bueiros e passagens subterrâneas para aumentar sua atratividade e facilitar seu uso, e separar faixas de beira de estrada sem remoção de vegetação para facilitar o estabelecimento e a dispersão desses animais.

Concordando com isso, Abra *et al.* (2020) explica que, na realidade dos países tropicais em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, os recursos financeiros são limitados e alternativas como reforma de passagens subterrâneas existentes devem sim ser consideradas. Em seu estudo, esses pesquisadores avaliaram a utilização com sucesso de 12 estruturas de travessia sem vedação, o que incluiu bueiros de drenagem e passagens para gado, utilizadas por mamíferos de médio e grande porte ao longo de uma rodovia no Cerrado brasileiro.

Em outro estudo, Ascensão *et al.* (2017) citam a criação de um maior número de passagens de fauna melhoradas em áreas ribeirinhas, conectadas a cercas de exclusão com tamanho de malha apropriado, pois podem fornecer travessias seguras para muitas espécies e constituir uma medida de mitigação promissora. Isso porque os pontos de passagem em junções entre faixas ribeirinhas e estradas são conhecidos por serem os locais preferidos pelos animais para travessias, sendo que a colocação de cercas deve ter o comprimento necessário para canalizar a vida silvestre para as passagens.

Forman (2015) cita uma medida simples, que é a conversão da área de beira de estrada de vegetação gramínea em lenhosa, o que é consistente com a segurança do tráfego e a eficiência de custos. Segundo o autor, são inúmeros os benefícios ecológicos e sociais, pois: cria-se um habitat lenhoso, que protege as populações de animais silvestres, que conseqüentemente aumentam, provavelmente ultrapassando qualquer elevação de atropelamentos; facilita a travessia de estradas, reduzindo a fragmentação do habitat e o efeito da barreira ao movimento da vida silvestre e de polinizadores; e reduz a disseminação de poluentes químicos transportados pelo ar nas estradas e veículos.

Na realidade brasileira, Grilo *et al.* (2018) alegam que os pesquisadores, conservacionistas e planejadores de estradas devem enfrentar o desafio de definir uma estratégia nacional verdadeiramente eficaz e comprometida para mitigação dos impactos das estradas e conservação da vida silvestre. Segundo van der Ree, Smith e Grilo (2015), as taxas globais de construção de estradas e propriedade de veículos particulares, bem como a demanda por viagens, continuarão a aumentar no futuro, inclusive com ritmo rápido em muitos países em desenvolvimento. Assim, a sociedade enfrenta o dilema de construir um sistema de transportes mais eficiente que facilite o crescimento e o desenvolvimento econômico, ao mesmo tempo que reduza os impactos ambientais e proteja a biodiversidade e as funções do ecossistema. Deve-se ter em mente que o legado das decisões tomadas hoje e das estradas e ferrovias que forem construídas amanhã ficará presente por muitos anos.

Em relação às estradas já existentes, é preciso pensar no desenvolvimento de medidas de mitigação que sejam eficazes e economicamente possíveis de serem implementadas. Como

não é financeiramente viável o desenvolvimento de estratégias que reduzam os atropelamentos ao longo do comprimento total de todas as estradas, seus gestores precisam de dados confiáveis que permitam identificar quando e onde certas espécies ficam mais suscetíveis a altas taxas de atropelamentos, para que possam implementar medidas de mitigação nesses locais (CARVALHO; IANNINI CUSTÓDIO; MARÇAL JÚNIOR, 2015).

Por exemplo, recentemente, Ascensão *et al.* (2021) fizeram um levantamento para avaliar quanto tempo levaria para a evitar colisões e compensar os investimentos em mitigação de cercas rodoviárias, com foco nos custos de danos aos veículos. Para o estudo, os pesquisadores utilizaram informações de um monitoramento sistemático de atropelamentos de três anos em 1.158 km no Mato Grosso do Sul, e estimaram o número real de vítimas responsáveis pelo viés na contagem de atropelamentos. Concluíram que os investimentos provavelmente serão compensados em 16 a 40 anos para a mitigação com cerca de estradas inteiras e em 9 a 25 anos para cercas apenas em pontos críticos de mortalidade. Portanto, afirmam que a mitigação de estradas com cercas é uma solução que vale o investimento, para aumentar a segurança no trânsito para os humanos e reduzir os efeitos negativos relacionados às estradas sobre a biodiversidade.

Para várias espécies, os atropelamentos não são agregados espacialmente em *hotspots*, apresentando um padrão mais difuso ao longo de toda a estrada. Nesses casos, se faz necessário outro tipo de medida de manejo para promover uma mitigação mais efetiva, podendo-se utilizar uma abordagem complementar, como a implementação de ações temporárias de moderação do tráfego, ao longo de toda a área da rodovia em que os atropelamentos ocorrem. Essa medida pode ser tomada apenas em determinados períodos, quando se constatam que há picos de atropelamentos em certos períodos sazonais (ASCENSÃO *et al.*, 2022).

Pode-se, portanto, agrupar as estratégias de mitigação em duas categorias: as direcionadas para modificação do comportamento do animal; e as voltadas para mudanças do motorista. Em relação à primeira, pode-se citar o uso de estruturas para a passagem de animais, uso de placas de cobertura de metal para promover a termorregulação (que podem ser colocadas ao longo das laterais da estrada) e remoção da vegetação de ambos os lados da estrada, para mover a borda do habitat mais para o interior da floresta, ficando distante da rodovia, o que ajudaria a manter os animais longe do asfalto. Já sobre a segunda categoria, pode-se promover a regulação do volume de tráfego, o fechamento temporário de estradas (em períodos de picos sazonais de acidentes), a aplicação de limites de velocidade, colocação de placas de sinalização e quebra-molas (BANSAL, 2020).

A presença e identificação de *hotspots* é muito importante para o desenvolvimento das estratégias de mitigação, e devem levar em conta os hábitos das diferentes espécies. Por exemplo, os *hotspots* de répteis podem estar associados à presença de corpos d'água nas proximidades, enquanto os de mamíferos e aves de modo geral podem estar relacionados com a presença de florestas mais bem conservadas. Apenas ao se estudar a associação desses fatores e padrões será possível tomar decisões mais acertadas em relação a que medidas de mitigação para os atropelamentos podem ser adotadas, como as passagens de fauna e os redutores de velocidades (SOMBRA JUNIOR, 2019).

Além da divisão das medidas de mitigação em duas categorias, também é preciso elaborar aquelas direcionadas aos animais pelas diferentes classes, de acordo com suas características de movimentação e locomoção. Por exemplo, os animais arborícolas necessitam de passagens de fauna bastante diferentes das utilizadas por outras espécies. Assim, pode-se classificar as passagens de fauna em inferiores (bueiros e passagem de gado, por exemplo) e superiores (localizadas acima da rodovia - pontes) (SOMBRA JUNIOR, 2019).

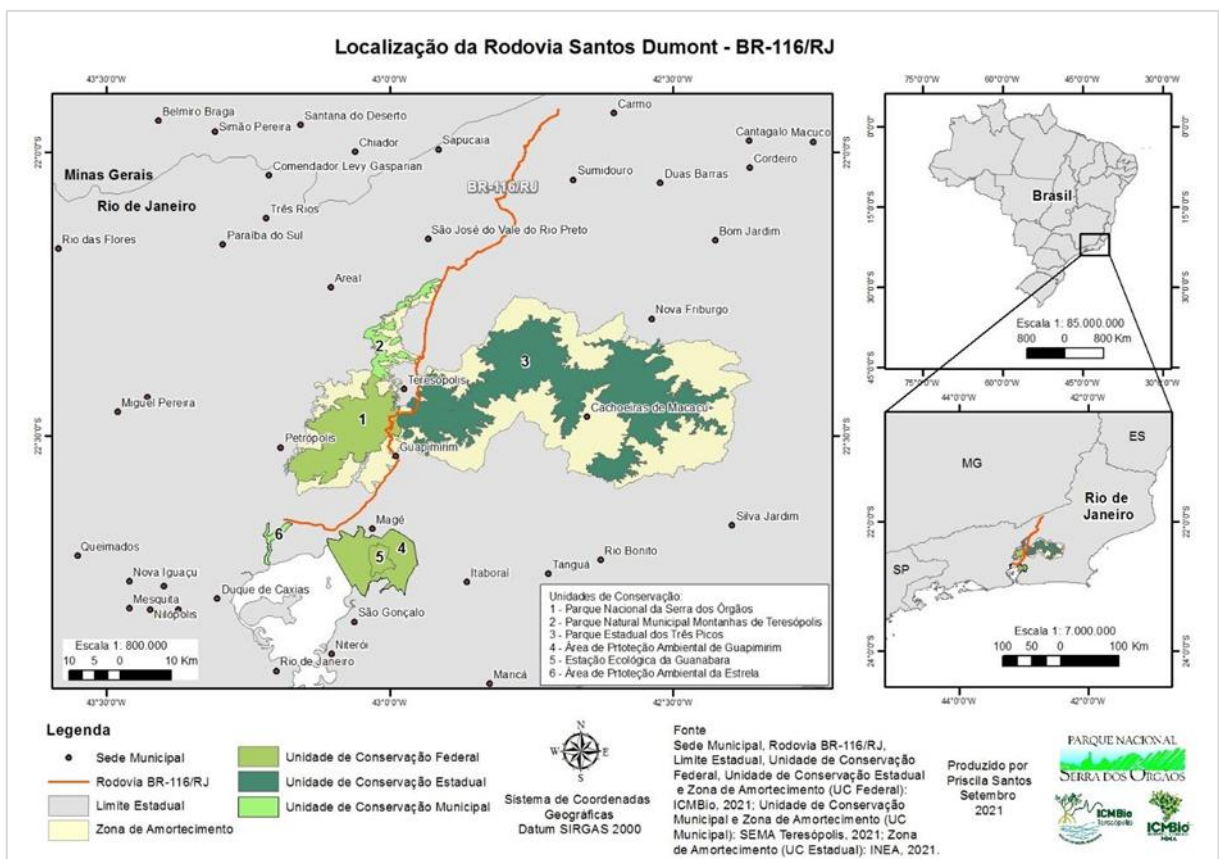
Como visto, são enormes os desafios existentes para incorporar, com eficácia, essas considerações ecológicas no planejamento, projeto, construção, operação e gestão de estradas na América do Sul. E, muito embora grande parte da prática atual tenha sido adaptada da experiência internacional, já é hora de investir em especialistas locais, visando a melhoria da qualidade do conhecimento científico gerado na região. Juntamente a isso, as políticas governamentais também devem apoiar o desenvolvimento de uma rede de transporte ecologicamente sustentável (BAGER; BORGHI; SECCO, 2015).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

A BR 116 é uma rodovia federal que atravessa diversos Estados brasileiros. No Estado do Rio de Janeiro a rodovia atravessa os municípios de Duque de Caxias (a partir do entroncamento com a BR 040), Magé, Guapimirim, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto e Sapucaia, indo até a divisa com Minas Gerais, próximo à cidade de Além Paraíba (entroncamento com a BR 393) (Figura 1). Parte do trecho corta duas Unidades de Conservação, o Parque Nacional da Serra dos Órgãos/ICMbio e o Parque Estadual Três Picos/INEA. O clima da região serrana é classificado como mesotérmico úmido moderado apresentando temperaturas médias mensais que oscilam entre uma mínima de  $15,8 \pm 0,5$  °C e uma máxima de  $24,8 \pm 1,6$  °C. Em termos de precipitação, o local recebe uma média anual de 1.627,6 mm. Apesar da alta quantidade de chuva, existe uma estação mais seca que ocorre nos meses de junho, julho e agosto (CRONEMBERGER *et al.*, 2023).

Figura 1 – Localização da área de estudo. Em destaque os trechos que cortam as UC Parque Nacional da Serra dos Órgãos/ICMbio e Parque Estadual Três Picos/INEA.



O trecho localizado no Rio de Janeiro foi administrado pela Concessionária Rio Teresópolis - CRT por 26 anos (1996 a 2022), possui 142 km de extensão (Início: -21.880081/-42.681427; final: -22.667460/-43.265777), com um fluxo de 40.000 veículos/dia (DNIT, 2021).

Com base em informações obtidas do Relatório Anual da Concessionária Rio Teresópolis (CRT, 2020), a rodovia foi dividida em 3 trechos:

- **Planalto** - corresponde ao intervalo do km 1 (-21.880081; -42.681427) ao km 89 (-22.461637; -42.983831), com pista única-dupla mão de circulação e acostamento nos dois sentidos da pista. Neste trecho da rodovia são encontrados dois domínios florestais. Do km 43 ao km 89, os ambientes da Formação Montana da Floresta Ombrófila Densa. À medida que a estrada avança na vertente norte da Serra do Mar, em direção à Além Paraíba/MG, a vegetação torna-se mais fragmentada, em decorrência das ações antrópicas. O trecho da rodovia situado entre os km 2 e 43, do município de Sapucaia até São José do Vale do Rio Preto, enquadra-se nos domínios da Floresta Estacional Semidecidual e ilustra bem a situação vulnerável deste subtipo da Mata Atlântica. A paisagem é dominada por pastagens, interrompidas apenas por pequenos fragmentos restritos aos topos das colinas. A transição entre os fragmentos de mata e os pastos é muitas vezes abrupta, pois, o fogo utilizado como instrumento para a “limpeza” da pastagem não permite a expansão das áreas florestadas, ao contrário, age sempre no sentido de reduzi-las (ICMBIO, 2008; ANTT, 2021).
- **Serra** - está inserido na área da Serra dos Órgãos e correspondente ao intervalo do km 89 até o km 104 (-22.530145; -42.996164). Parte deste trecho, entre os km 90 (-22.464464; -42.992826) ao 99 (-22.498957; -42.997226) corta a área do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. O trecho é provido de pista única-dupla mão de circulação com acostamento em sua extensão total. Neste trecho da rodovia, entre o km 104 e 99 encontramos o domínio Floresta Ombrófila Densa Submontana. Essa subdivisão da Mata Atlântica ocorre entre 50 e 500 metros de altitude, em áreas dissecadas das serras e maciços litorâneos. Apresentando na sua quase totalidade algum grau de intervenção antrópica, as florestas submontanas podem ser caracterizadas por possuir uma estrutura fanerofítica, com ocorrência de lianas e abundância de epífitas sobre um estrato de até 25-30 metros de altura, com grande número de espécies arbóreas. (ICMBIO, 2008; ANTT, 2021).
- **Planície** - compreende a extensão da rodovia localizada na Baixada Fluminense, que vai do entroncamento da BR-040 (-22.671556/-43.279548) ao km 104. O trecho tem



46 quilômetros em pista dupla, com duas faixas de rolamento e uma de acostamento. Este trecho corresponde à área de planície próxima à Baía de Guanabara, constituindo parte da Baixada Fluminense. O trecho da rodovia BR 116/RJ compreendido entre os km 104 ao 142, totalizando aproximadamente 40 km, localiza-se nos domínios de Floresta de Planície, e abrange originalmente os ambientes situados entre cerca de cinco metros acima do nível do mar e a cota de 50 metros (ICMBIO, 2008; ANTT, 2021).

Como condicionante para a operação, em parceria entre a Concessionária Rio Teresópolis/CRT e o PARNASO, criou-se em 2008 o Projeto Fauna Viva. O projeto fez parte do Programa de Monitoramento de Fauna Atropelada da BR 116 – trecho Rio de Janeiro e teve como objetivos realizar o levantamento, planejamento e execução de ações que possibilitassem a redução dos atropelamentos de animais silvestres na rodovia, em especial na área de influência do PARNASO. O monitoramento de fauna foi realizado diariamente no trecho que corta a UC e ocasionalmente em toda a extensão da rodovia por um biólogo ou veterinário e pelos inspetores de tráfego. Vale ressaltar que algumas medidas de mitigação foram implementadas ao longo dos anos. Placas de sinalização alertando sobre a travessia de animais, telamento em pontos identificados como críticos, uma passagem subterrânea foi construída e ductos de drenagem pré-existentes no trecho da Serra passaram a ser monitorados de forma contínua. As carcaças de interesse científico foram destinadas para Instituições parceiras para estudo.

Todos os dados foram compilados em planilha Excel que funcionou como um banco de dados brutos. Com essa base de dados de mais de 13 anos, foi possível a utilização de parte desses dados para a realização deste trabalho.

## **4.2 Coleta de dados**

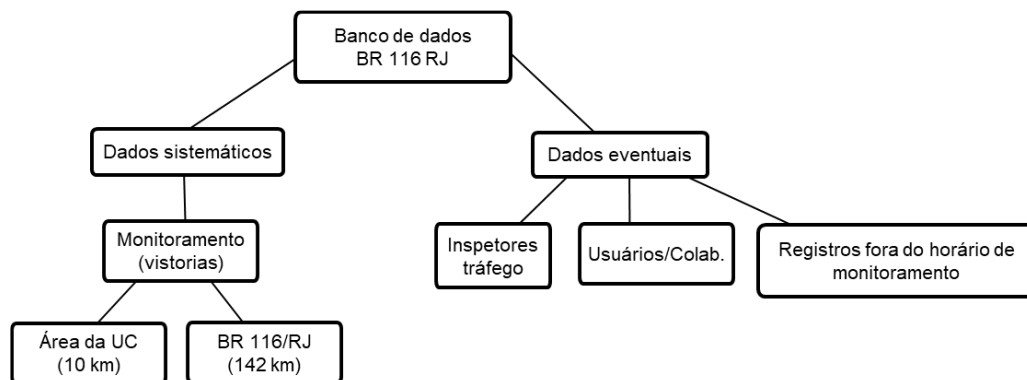
Foram analisados os registros de atropelamentos do banco de dados, dos anos de 2012 a 2021, obtidos através do programa de monitoramento de fauna atropelada da Concessionária Rio Teresópolis – CRT (Projeto Fauna Viva) em parceria com o PARNASO (ICMBio). Os dados foram categorizados em dois tipos: sistemático e eventual (Figura 2). Os dados sistemáticos são os registros obtidos durante o período de monitoramento (vistorias) realizados pela equipe do projeto de forma planejada e constante (dia, hora, velocidade).

Todos os registros possuem data, hora de registro, coordenadas geográficas, e caracterização da paisagem no local. O trabalho utilizou as informações referentes aos grupos

de mamíferos, aves e répteis. O grupo dos anfíbios foram excluídos do trabalho, devido ao pequeno número de registros. Por serem animais muito pequenos, muitas vezes não são detectados na pista, e quando são, geralmente fica impossível de identificar devido ao seu completo esmagamento, fazendo com que a estatística sobre seu atropelamento possa ser subestimada (VILELA; BARRETO; OLIVEIRA, 2016).

Os dados eventuais são os registros coletados de forma esporádica, ou seja, registros obtidos fora do horário de monitoramento, feitos pelos inspetores de tráfego, que circulam 24h por dia na rodovia e, também, os registros de animais entregues por usuários e/ou colaboradores na sede do projeto. Esses dados foram revisados e incorporados ao banco de dados.

Figura 2 – Esquemática do banco de dados de acordo com a origem dos registros.



#### 4.2.1 Monitoramento sistemático realizado pela equipe

O início do monitoramento da fauna silvestre atropelada na BR 116/RJ ocorreu em 2008, contudo sem uma padronização metodológica. Até o mês de junho de 2012, não foi possível detectar o esforço amostral e a distinção entre dados sistemáticos e eventuais, coletados pela equipe e inspetores de tráfego. A partir de julho de 2012, o monitoramento passou a ser realizado de forma padronizada no trecho do PARNASO (10 km), permitindo a identificação do esforço amostral e a separação entre os dados que foram sistemáticos e eventuais. Paralelo a isso, em 2013, foi realizado um treinamento em parceria com o CBEE (participação no Projeto Malha) que contribuiu para aprimorar os procedimentos e protocolos de coleta durante os monitoramentos. Os monitoramentos foram realizados sempre pela manhã, de carro, por um motorista e um observador, em uma velocidade de 50 km/h.

Entre julho de 2012 a dezembro de 2021 foram realizadas 1.356 vistorias de forma sistemática, no trecho que corta o Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Ocasionalmente foram realizadas vistorias pela equipe em toda a extensão da rodovia (142 km), porém sem um padrão anual de monitoramento (Tabela 1).

Tabela 1 – Esforço amostral dos monitoramentos realizados de forma sistemática no período de jul./2012 a dez./2021) para o trecho da UC e toda a extensão da rodovia.

<b>Monitoramento sistemático</b>	<b>Nº de vistorias</b>	<b>Quilometragem total percorrida</b>
Área da UC (PARNASO) - 10 km	1.356 dias de amostragem	13.560 km
BR 116/RJ - 142 km	44 dias de amostragem	6.248 km

#### **4.2.2 Monitoramento pela equipe de Inspeção de tráfego e colaboradores**

Inúmeros estudos sobre atropelamentos de fauna dependem de dados que são coletados por voluntários, como inspetores de tráfego, equipe de manutenção da rodovia e colaboradores, no entanto, o controle e qualidade desses registros nem sempre são frequentes (ABRA *et al.*, 2018).

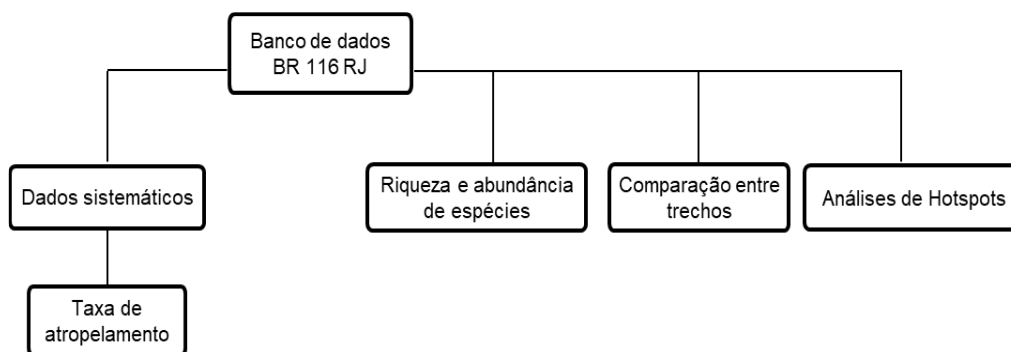
O papel dos inspetores de tráfego é garantir que as rodovias sejam seguras para todos, portanto, estão presentes 24h por dia nos trechos, monitorando o fluxo, condições de tráfego, sinalização e gerenciamento das ocorrências na via. Além disso, realizam a coleta ou captura dos animais que são detectados na via. Todos os registros de fauna silvestre coletados foram registrados em ficha própria e, sempre que possível, os espécimes (vivos e mortos) foram encaminhados para a sede do projeto, para serem identificados e avaliados. Os espécimes mortos foram acondicionados em freezer, para posterior destinação pela equipe do projeto. Paralelo as coletas realizadas pelos inspetores de tráfego, colaboradores da concessionária e/ou usuários, por muitas vezes resgataram animais e entregaram diretamente na sede do projeto.

Categorizados como dados eventuais, esses registros são de suma importância, pois contribuem fornecendo informações sobre as espécies e locais com maior incidência dos atropelamentos (BAGER, 2018).

#### **4.3 Análise de dados**

Como dito anteriormente, o banco de dados deste estudo contém informações coletadas de maneira sistemática e eventual. A Figura 3 mostra um fluxograma do processo de utilização para cada dado usado nas análises.

Figura 3 – Fluxograma de como foi utilizado os registros do banco de dados para as análises do estudo.



Foi identificada a composição faunística vítima de atropelamento na BR 116/RJ, em especial no trecho que corta o PARNASO de forma quantitativa. Os dados obtidos foram avaliados através dos monitoramentos feitos pela equipe (dados sistemáticos) e os dados coletados pelos inspetores de tráfego (dados eventuais).

Os dados coletados de forma sistemática foram utilizados para calcular a taxa de atropelamento utilizando a fórmula que relaciona o número de indivíduos atropelados com a extensão da rodovia em quilômetros e período de amostragem em dias (ind./km/dia), de acordo com metodologia proposta por Rosa e Bager (2012).

Para o trecho da UC, que foi monitorado de forma sistemática, a taxa de atropelamento foi calculada para todo o período de estudo. Para toda a extensão da rodovia, devido à falta de um padrão na frequência dos monitoramentos sistemáticos entre os anos, optou-se por utilizar os anos de 2015 e 2018, que tiveram todos os meses amostrados de forma sistemática. A taxa de atropelamento foi calculada para as três classes abordadas no estudo: mamíferos, aves e répteis.

Com os dados eventuais coletados pelos inspetores de tráfego, que circulam 24h na rodovia com velocidade média superior a 50 km/h e sem o propósito precípuo de amostragem de fauna atropelada, comparando com os dados sistemáticos coletados pela equipe do projeto durante as vistorias, foram comparadas a riqueza e a abundância das espécies encontradas pelos diferentes métodos de amostragem (dado sistemático/dado eventual) e qual a relevância desse

tipo de registro para o monitoramento, verificando se existiu diferença entre o trecho que corta o Parque Nacional da Serra dos Órgãos e os outros trechos.

No intuito de comparar possíveis semelhanças ou diferenças na composição faunística nos trechos Planalto, Serra e Planície foi realizada a Análise de Agrupamento (*cluster analysis*), por meio de algoritmo UPGMA<sup>2</sup>, usando como distância o Índice de Similaridade de Bray-Curtis (ORLANDIN *et al.*, 2015). Também se utilizou a análise multivariada, em que são formados agrupamentos e, a partir do número de espécies, é indicada a similaridade ou a dissimilaridade entre os trechos, realizada no software PAST 4.0 (HAMMER *et al.*, 2001).

Foi verificado se existiu agregações dos atropelamentos ao longo do tempo, identificando os pontos críticos e onde estão localizados. Para a identificação dos trechos com agregações de atropelamento e em quais escalas essas agregações acontecem, foi utilizada a análise 2D Ripley k-Statistics disponível no *software* SIRIEMA v2.0 (COELHO *et al.*, 2014), no qual a função L(r), utilizada para interpretação dos resultados, avalia a intensidade de agregação e suas escalas. Valores de L(r) acima dos limites de confiança sugerem agrupamentos significativos e valores abaixo desses limites indicam dispersão significativa (COELHO *et al.*, 2012). Foi escolhido um raio inicial de 100 metros, com incremento de raio de 400 metros e limite de confiança de 95%. Foram escolhidos esses valores de raio inicial e incremento de raio, pois correspondem a uma escala na qual a maioria das medidas de mitigação podem ser efetivas (TEIXEIRA *et al.*, 2013, CARVALHO, 2014). Após a identificação de agrupamentos de atropelamentos na rodovia, é necessário localizar os pontos onde esses agrupamentos estão localizados (*hotspots*). Para esta análise de *Hotspot* foi utilizado o teste 2D HotSpot, também disponível no *software* SIRIEMA v2.0, utilizando a função *Nevents – Nsimulated* que indica os pontos da rodovia com maior número de atropelamentos. Os valores *Nevents – Nsimulated* com limites superiores aos limites de confiança mostram trechos com agrupamentos significativos (COELHO *et al.*, 2012).

Utilizando todos os registros do banco de dados, as análises de *hotspot* foram executadas a nível de espécie para o grupo dos mamíferos, que registraram pelo menos 30 ou mais indivíduos atropelados, sendo: *Didelphis aurita*, *Coendou villosus*, *Bradypus variegatus*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Cerdocyon thous*, *Dasypus novemcinctus*, *Callithrix sp*, *Sylvilagus tapetillus*, *Tamandua tetradactyla*. Aves e répteis foram analisados de forma geral.

---

<sup>2</sup> UPGMA (*unweighted pair-group average*) é uma abordagem direta para a construção de uma árvore filogenética a partir de uma matriz de distância. Um método de reconstrução filogenética baseado em distâncias genéticas, que considera a similaridade geral no agrupamento das OTUs (*operational taxonomic unit*), que são consideradas as unidades básicas utilizadas na taxonomia numérica. Essas unidades podem se referir a um indivíduo, espécie, gênero ou classe.

Cabe aqui uma observação. *Coendou villosus* e *Coendou spinosus*, apesar de serem listadas como duas espécies diferentes, há controvérsias sobre se, na verdade, trata-se da mesma espécie. Por isso, há estudos, como o de Gonzalez-Suarez, Zanchetta Ferreira e Grilo (2018), que as tratam como a mesma espécie. Ambas serão tratadas como uma só espécie nas análises no presente estudo. Ao comparar os resultados aqui encontrados, nos quais a espécie foi classificada como *Coendou villosus*, caberá a comparação com estudos que a registrarem como *Coendou spinosus*.

Também foi realizada uma comparação para verificar se a localização dos *hotspots* de atropelamentos foi semelhante entre as diferentes espécies de mamíferos, utilizando os dados obtidos através do SIRIEMA, em uma planilha do Excel que permitiu essa comparação.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Contexto Geral dos Atropelamentos

Considerando todos os registros do banco de dados, em dez anos, foram registrados 2.108 animais silvestres atropelados em toda a extensão da BR 116, trecho Rio de Janeiro (Apêndice III). A classe dos mamíferos registrou o maior número de atropelamentos (67%, N=1.415), seguida pelos grupos das aves (26%, N=556) e répteis (7%, N=137). No que diz respeito à riqueza de espécies, os mamíferos foram a classe com o maior número de espécies identificadas (N=27), seguidos pelas aves (N=87) e répteis (N=20). Cerca de 10% dos registros (N=214) não puderam ser identificados com precisão devido ao grau de decomposição.

Na tabela 2 é possível observar a riqueza e abundância a nível de Classe para toda a extensão da rodovia de uma forma geral.

Tabela 2 – Riqueza de espécies e a abundância de indivíduos registrados por classe, para a BR 116/RJ.

Área	Mamíferos		Aves		Répteis		Total	
	S	N*	S	N*	S	N*	S	N*
BR 116/RJ	27	1369	87	429	20	96	134	1894

\*Foram considerados apenas os registros identificados a nível de espécie.

Entre os mamíferos, as espécies mais registradas no presente estudo (Tabela 3) foram: *Didelphis aurita* (Gambá-de-orelha-preta), *Coendou villosus* (Ouriço-cacheiro) e *Bradypus variegatus* (Preguiça), entre outras. Embora seja classificada como a terceira espécie mais registrada, a preguiça é frequentemente resgatada atravessando a pista. Entre as aves, *Megascops choliba* (Coruja-do-mato), *Turdus rufiventris* (Sabiá-laranjeira) e *Penelope obscura* (Jacu). Em relação aos répteis, os mais afetados foram *Salvator merianae* (Teiú), *Bothrops jararaca* (Jararaca) e *Spilotes pullatus* (Caninana).

Tabela 3 – Dez espécies mais registradas na BR 116 – trecho Rio de Janeiro, separadas por Classe no período de 2012 a 2021.

Mamíferos	N	%
<i>Didelphis aurita</i>	734	52%
<i>Coendou villosus</i>	193	14%
<i>Bradypus variegatus</i>	71	5%
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	59	4,17%

<i>Cerdocyon thous</i>	58	4,10%
<i>Dasypus novemcinctus</i>	52	3,67%
<i>Callithrix sp</i>	35	2,47%
<i>Sylvilagus tapetillus</i>	34	2,40%
<i>Tamandua tetradactyla</i>	31	2,19%
<i>Cuniculus paca</i>	16	1,13%
<b>Aves</b>		
<i>Megascops choliba</i>	49	8,81%
<i>Turdus rufiventris</i>	33	5,94%
<i>Penelope obscura</i>	25	4,50%
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	22	3,96%
<i>Caracara plancus</i>	18	3,24%
<i>Coragyps atratus</i>	17	3,06%
<i>Asio clamator</i>	16	2,88%
<i>Aramides saracura</i>	15	2,70%
<i>Crotophaga ani</i>	14	2,52%
<i>Guira guira</i>	14	2,52%
<b>Répteis</b>		
<i>Salvator merianae</i>	28	20,44%
<i>Bothrops jararaca</i>	27	19,71%
<i>Spilotes pullatus</i>	8	5,84%
<i>Chironius sp</i>	6	4,38%
<i>Bothrops jararacussu</i>	4	2,92%
<i>Chironius fuscus</i>	4	2,92%
<i>Boa constrictor</i>	3	2,19%
<i>Chironius laevicollis</i>	3	2,19%
<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	3	2,19%
<i>Hydromedusa maximiliani</i>	3	2,19%

No contexto geral do presente estudo, a espécie *Didelphis aurita* foi a mais impactada, correspondendo a 52% dos atropelamentos. Trata-se de um marsupial que possui uma dieta onívora e oportunista, o que lhe confere uma notável flexibilidade ecológica para suportar ambientes antropizados (SECCO, 2020). Além dela, outras espécies de mamíferos com registros mais significativos foram: *Coendou villosus*, *Bradypus variegatus*, *Hydrochoerus hydrochaeris* e *Cerdocyon thous*.

Na rodovia BR 040 que possui ligação com a BR 116/RJ, Freitas, Sousa e Bueno (2013) registraram 178 mamíferos, totalizando em 24 espécies em um período de quase quatro anos. As espécies encontradas neste estudo foram semelhantes às encontradas na BR 040. No entanto, nesse estudo foram registradas espécies que não foram documentadas no estudo anterior, como *Cabassous tatouay*, *Lontra longicaudis*, *Leopardus wiedii* e *Leopardus gutullus*. Essas três



últimas espécies estão categorizadas em algum grau de ameaça de extinção de acordo com a IUCN (2023).

Também no Rio de Janeiro, Pessanha *et al.* (2023), na RJ-122, rodovia que atravessa a Mata Atlântica de baixada, no período entre outubro de 2017 e janeiro de 2020, registraram 295 mamíferos atropelados, pertencentes a 22 espécies, resultando em 11 atropelamentos por mês. Os destaques foram semelhantes aos encontrados pelo presente estudo: *Didelphis aurita* (N=149, 51%), seguido por *Coendou spinosus* (N= 24, 8%), *Cerdocyon thous* (N= 23, 8%), *Dasypus novemcinctus* (N= 23, 8%) e sagui-de-tufo-branco, *Callithrix jacchus* (N= 20, 7%). Os pesquisadores identificaram que houve variação nos atropelamentos ao longo do ano, sendo mais frequentes na estação chuvosa (N=180) do que na seca (N=115), e se concentraram em duas áreas, indicando *hotspots* com alta frequência de atropelamentos, que foram associados a áreas com vegetação natural densa, que podem funcionar como corredores florestais na paisagem fragmentada pela rodovia.

Em outro estudo, Secco *et al.* (2023) mapearam os *hotspots* de atropelamentos para espécies de mamíferos ao longo da BR-101/Norte do RJ, entre outubro de 2014 e setembro de 2018. Foram 587 registros de atropelamentos de mamíferos silvestres não voadores de médio e grande porte no período. Novamente os destaques foram para espécies também encontradas no presente estudo: *Didelphis aurita*, *Coendou spinosus*, *Cerdocyon thous*, *Tamandua tetradactyla* e *Dasypus novemcinctus*.

Entre as aves, a família Strigidae foi a que apresentou maior número de registros (N=105), sendo a espécie *Megascops choliba* (Corujinha-do-mato) a mais atropelada, com 9% dos atropelamentos. Além dela, as famílias Falconidae, Accipitridae e Cathartidae somaram 30,2% dos registros. Os hábitos generalistas e oportunistas de algumas espécies as levam a serem atropeladas ao irem se alimentar de outras carcaças ou de alimentos que caem nas rodovias, aumentando o risco de novas colisões e gerando um ciclo contínuo de perda de diversidade (BAGER; ROSA, 2012; CASTRO, 2022).

Bueno *et al.* (2023) registraram 1.317 indivíduos na BR 040 em 10 anos de monitoramento, totalizando 180 espécies, além de 247 indivíduos não puderam ser identificados, número bem maior do que registrado por esse estudo. Destacaram-se entre as espécies mais coletadas as seguintes: *Crotophaga ani* (anu-preto), *Psittacara leucophthalmus* (Maritaca), *Piaya cayana* (Alma-de-gato) e *Asio clamator* (Coruja-orelhuda). No atual estudo, foram registradas 65 espécies em comum com os registros da BR 040 de Bueno *et al.* (2023), no entanto as espécies mais atropeladas no citado estudo foram *Megascops choliba* (Corujinha-do-mato), *Turdus rufiventris* (Sabiá-laranjeira) e *Penelope obscura* (Jacu).

Já Barros *et al.* (2016) encontraram 96 aves atropeladas, com destaque para: *Coragyps atratus* (Urubu-de-cabeça-preta), *Crotophaga ani* (Anu-preto) e *Tyto furcata* (Suindara). Todas também se destacaram no presente estudo. No estudo de Deffaci *et al.* (2016), entre as aves identificadas, houve destaque para *Zonotrichia capensis* (Tico-tico), *Thraupis sayaca* (Sanhaço-cinzento), *Troglodytes musculus* (Corruíra ou Cambaxirra), *Turdus rufiventris* (Sabiá-laranjeira) e *Vanellus chilensis* (Quero-quero). Excetuando-se a primeira, as demais espécies também foram registradas no atual estudo.

As aves têm a capacidade de se deslocar amplamente, o que faz com que cruzem a rodovia com frequência, tornando-as mais expostas a colisões com veículos. Além disso, devido ao seu baixo peso corporal e à sua adaptação para voar, são suscetíveis não apenas a colisões diretas, mas também ao deslocamento de ar intenso causado pelo tráfego em alta velocidade. A presença de capim nas margens da estrada atrai as espécies de aves que se alimentam de suas sementes. Além disso, a existência de grãos e frutas caídos nas estradas também representa um fator atrativo para essas aves (PRADA, 2004).

Acredita-se que a variação altitudinal, tipo de vegetação e hábitos alimentares podem facilitar a presença ou ausência de algumas espécies de aves em determinados pontos da rodovia, visto que sua distribuição provavelmente responde a combinação de fatores biológicos e não a restrição espacial (MCCAIN, 2009; CAVARZERE; SILVEIRA, 2012; SOUZA, 2014).

Para os répteis *Salvator merianae* (Teiú) e *Bothrops jararaca* (Jararaca) foram as espécies mais afetadas por atropelamentos, compondo 40% dos registros. Aproximadamente 25% dos registros foram de serpentes que não puderam ser identificadas devido ao estado das carcaças.

No estudo de Deffaci *et al.* (2016), *Salvator merianae* foi a principal espécie identificada, seguida por *Bothrops jararaca*, *Atractus taeniatus* (Cobra-da-terra) e *Thamnodynastes strigatus* (Corredeira-lisa). As duas primeiras também se destacaram nesse estudo. Já no de Barros *et al.* (2016), os autores encontraram principalmente as espécies *Amphisbaena* sp. (Cobra-de-duas-cabeças) e *Boa constrictor* (Jiboia). No atual estudo não houve registro de *Amphisbaena* sp., porém houve três de *Boa constrictor*.

O atropelamento para os répteis muitas vezes pode ocorrer devido a necessidade de regular sua temperatura, principalmente em ambientes mais frios (como é o caso da Serra) para sua termorregulação e acabam por serem atropelados. Weiss e Vianna (2012) constataram o mesmo em seu estudo, realizado nas BR-376, BR-373 e BR-277, trecho de Apucarana a Curitiba PR, observando que esses animais têm o agravante de serem animais ectotérmicos, que

geralmente procuram pontos quentes no asfalto para se aquecerem, tornando-se vítimas fáceis de atropelamentos.

A essa mesma conclusão chegaram os pesquisadores Ramos-Abrantes *et al.* (2018), que em seu estudo realizado em Campina Grande/Patos – PB, na BR-230, constataram que entre os répteis atropelados 70% eram serpentes, associando o fato à necessidade de termorregulação desses animais e ao seu deslocamento lento, além de atropelamento dos mesmos de forma intencional, por serem considerados “animais perigosos”, levando ao seu extermínio intencional.

## 5.2 Dados sistemáticos coletados pela equipe

### 5.2.1 Monitoramento no trecho do PARNASO

No período de julho de 2012 a dezembro de 2021, durante a monitoramento sistemático do trecho que atravessa o PARNASO (10 km), foram registrados 152 animais silvestres atropelados, totalizando em um esforço amostral de 1.356 dias. Os mamíferos foram os mais impactados (63,8%, N=97), seguidos pelas aves (25%, N=38) e répteis (11,2%, N=17).

A taxa de atropelamento foi de 0,011 ind./km/dia considerando os três grupos taxonômicos. Analisadas por classe, a maior taxa de atropelamento foi para os mamíferos (0,0072 ind./km/dia), seguida pelas aves (0,003 ind./km/dia) e os répteis (0,001 ind./km/dia).

Em relação a riqueza de espécies durante o monitoramento sistemático no trecho da UC foram registradas 8 espécies de mamíferos, 13 espécies de aves e 5 espécies de répteis totalizando 26 espécies (Tabela 4).

Tabela 4 – Lista de espécies registradas durante o monitoramento sistemático no trecho que corta o PARNASO e suas respectivas taxas de atropelamentos.

Classe	N	Taxa de atropelamento
<b>Mamíferos</b>		
<i>Bradypus variegatus</i>	2	0,015
<i>Cerdocyon thous</i>	1	0,0074
<i>Coendou villosus</i>	21	0,155
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	5	0,037
<i>Didelphis aurita</i>	60	0,442
<i>Nasua nasua</i>	1	0,0074
<i>Potos flavus</i>	1	0,0074
<i>Sylvilagus tapetillus</i>	1	0,0074

Mamíferos não identificados	5	0,0369
<b>Aves</b>		
<i>Anabacerthia lichtensteini</i>	1	0,0074
<i>Aramides saracura</i>	3	0,0221
<i>Megascops choliba</i>	1	0,0074
<i>Micrastur ruficollis</i>	1	0,0074
<i>Odontophorus capueira</i>	1	0,0074
<i>Penelope obscura</i>	1	0,0074
<i>Piaya cayana</i>	2	0,015
<i>Pteroglossus bailoni</i>	1	0,0074
<i>Tachyphonus coronatus</i>	1	0,0074
<i>Tangara cyanocephala</i>	1	0,0074
<i>Tangara desmaresti</i>	1	0,0074
<i>Trichothraupis melanops</i>	2	0,015
<i>Turdus rufiventris</i>	1	0,0074
<i>Turdus sp</i>	1	0,0074
Aves não identificadas	20	0,147
<b>Répteis</b>		
<i>Chironius fuscus</i>	2	0,015
<i>Chironius sp</i>	2	0,015
<i>Pseustes sulphureus</i>	1	0,0074
<i>Salvator merianae</i>	1	0,0074
<i>Siphlophis compressus</i>	1	0,0074
<i>Spilotes pullatus</i>	3	0,0221
Serpentes não identificadas	7	0,052
<b>Total</b>	<b>152</b>	<b>0,011</b>

Ao longo desses 10 anos de monitoramento sistemático no trecho do parque, a taxa de atropelamento para os mamíferos oscilou, com maior destaque para o ano de 2015 que teve seu índice mais alto (Tabela 5). As aves registraram seus picos mais significativos nos anos 2012, 2014 e 2016. Já os répteis, apresentaram seus índices mais elevados nos anos 2013, 2014 e 2020.

Tabela 5 – Variação anual das taxas de atropelamentos (TA) dos registros sistemáticos coletados no trecho de 10 km na área do PARNASO – BR 116/RJ.

Ano	Taxa de atropelamento (animais/km/dia)							
	Mamíferos		Aves		Répteis		Total Geral	
	N	TA	N	TA	N	TA	N	TA
<b>2012</b>	7	0,010	4	0,006	1	0,001	12	0,02
<b>2013</b>	11	0,008	1	0,001	4	0,003	16	0,01
<b>2014</b>	9	0,008	7	0,006	3	0,003	19	0,02
<b>2015</b>	17	0,013	2	0,002	2	0,002	21	0,02
<b>2016</b>	6	0,004	10	0,006	1	0,001	17	0,011
<b>2017</b>	13	0,0072	2	0,0011	1	0,001	16	0,009
<b>2018</b>	9	0,007	2	0,001	0	0	11	0,008
<b>2019</b>	9	0,006	2	0,001	1	0,001	12	0,0076
<b>2020</b>	7	0,005	4	0,0031	3	0,002	14	0,011
<b>2021</b>	9	0,007	4	0,003	1	0,0007	14	0,010
<b>2012-2021</b>	<b>97</b>	<b>0,0072</b>	<b>38</b>	<b>0,003</b>	<b>17</b>	<b>0,001</b>	<b>152</b>	<b>0,011</b>

Em relação à sazonalidade, foi utilizado como parâmetro a taxa de atropelamentos como variável resposta. Para verificar a variação no número de atropelamentos ao longo dos anos, os meses foram categorizados de acordo com as estações: verão (janeiro, fevereiro e março), outono (abril, maio e junho), inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro). As estações de primavera e verão foram classificadas como a estação seca, enquanto o outono e o inverno foram considerados a estação chuvosa (BAGER; ROSA, 2012). Para a área da UC, durante a estação seca, foram realizados 680 dias de amostragem, enquanto durante a estação úmida foram 676 dias. Pode-se observar os resultados nos gráficos das Figuras 4 e 5.

Figura 4 – Sazonalidade entre as classes baseada na taxa de atropelamento no trecho de 10 km na área do PARNASO – BR 116/RJ – estação úmida e seca.

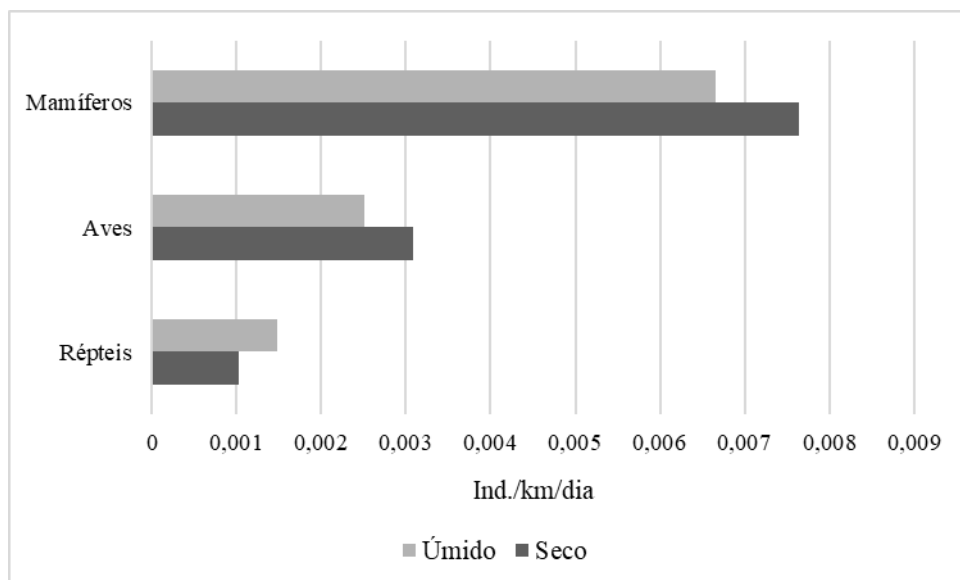
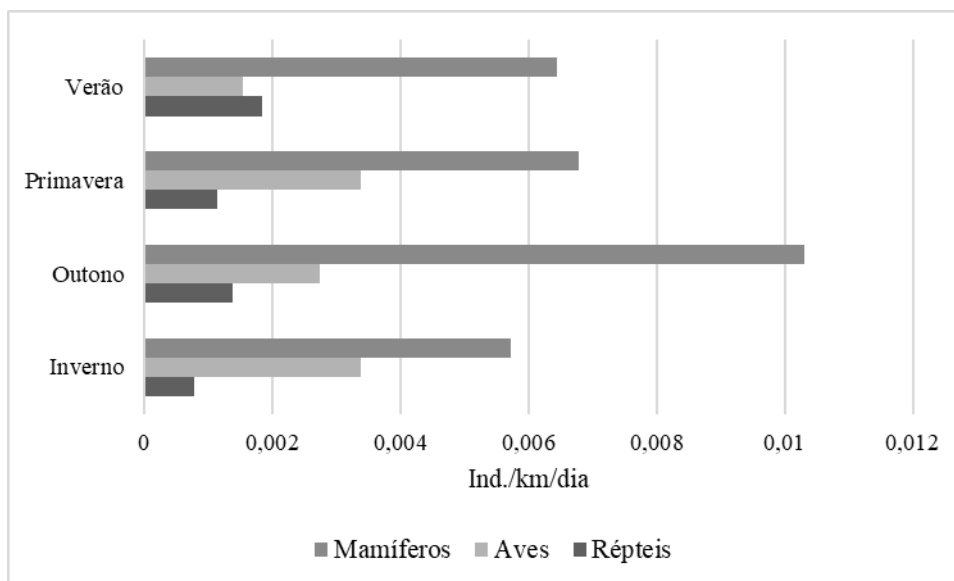


Figura 5 – Sazonalidade entre as classes baseada na taxa de atropelamento no trecho de 10 km na área do PARNASO – BR 116/RJ – estações do ano.



Observa-se por esses gráficos (Figuras 4 e 5) que houve pouca variação sazonal entre as taxas de atropelamento das classes, ao se analisar as duas grandes estações (seca e úmida) ou as estações do ano, não sendo significativa para nenhum dos grupos. O mesmo resultado foi encontrado por Secco *et al.* (2023), cujo estudo foi na BR-101/Norte do RJ, mas identificando algumas variações ao se analisar por espécie, o que se explica por hábitos comportamentais de cada uma, que variam conforme a estação. Na literatura, os resultados de avaliações sazonais são divergentes, com autores cujos estudos também foram em áreas de Mata Atlântica encontrando taxas mais altas para a estação seca (BUENO; ALMEIDA, 2010; FREITAS, 2012), enquanto outros identificaram maior quantidade de atropelamentos na estação úmida (ABRA *et al.*, 2021; PESSANHA *et al.*, 2023).

Entre as justificativas encontradas para os atropelamentos na estação seca está o fato de os animais ficarem mais suscetíveis às pressões estacionais na seca (como a escassez de alimento) e, devido a isso, acabam se deslocando mais, mudando seus padrões de movimentos e atravessando mais as estradas (BUENO; ALMEIDA, 2010). Na estação úmida, há maior disponibilidade de recursos, além de intensa proliferação de insetos, que também levam os animais a se movimentarem mais. Outra possibilidade é o aumento da procura por parceiros, uma vez que há sobreposição das estações chuvosas com a época reprodutiva de algumas espécies (PESSANHA *et al.*, 2023).

Ao comparar os resultados obtidos na área do Parque ao longo de 10 anos (1.356 dias de amostragem), observa-se que tanto o número de indivíduos registrados, quanto a taxa de

atropelamentos, foram consideravelmente menores em comparação com outros estudos, que realizaram monitoramentos por períodos mais curtos e encontraram um número significativamente maior de indivíduos. Por exemplo, em um estudo realizado em duas rodovias no Sul do Brasil, com fitofisionomias semelhantes e a presença de Unidades de Conservação, Cavallet *et al.* (2023) registraram um total de 145 indivíduos (0,075 ind./km/dia) considerando mamíferos, aves e répteis em apenas 43 dias de amostragem. Já no estudo de Deffaci *et al.* (2016), foram registrados 209 animais com uma taxa de atropelamento de 0,14 ind./km/dia em 60 dias de amostragem.

O maior número de atropelamentos no trecho da UC se concentrou em duas espécies de mamíferos: *D. aurita* e *Coendou villosus*. Alguns estudos sugerem que espécies mais frequentemente atropeladas são geralmente generalistas, com alta abundância local, capacidade de deslocamento significativa e/ou atraídas por recursos ou características ambientais favoráveis (FORMAN *et al.*, 2003; COELHO; KINDEL; COELHO, 2008; HARTMANN; HARTMANN; MARTINS, 2011).

Na área da UC não foram registrados atropelamentos de algumas espécies: esquilo (*Guerlinguetus brasiliensis*), furão (*Galictis cuja*), gato-do-mato-pequeno (*Leopardus gutullus*), gato-maracajá (*Leopardus wiedii*), irara (*Eira barbara*), lontra (*Lontra longicaudis*), mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), paca (*Cuniculus paca*) e tatu-de-rabo-mole (*Cabassous tatouay*). Em levantamento preliminar, Junger *et al.* (2021) citaram a utilização dessas espécies por ductos de drenagem existentes na área da UC, através de monitoramento por armadilhamento fotográfico. De acordo com Abra *et al.* (2020), os cursos d'água possuem importância fundamental para a sobrevivência dos animais e em seu deslocamento, fazendo com que os ductos de drenagem de água fluvial possam ser, em muitos casos, adaptados para a travessia de fauna. No caso do atual estudo, acredita-se que a presença desses ductos no trecho somado ao telamento e as particularidades do segmento, tais como topografia, neblina, curvas e largura menor da via podem estar favorecendo a travessia de determinadas espécies, minimizando o risco de serem atropeladas. No entanto, os outros trechos possuem áreas antropizadas, tornando os animais mais vulneráveis ao atravessar a estrada, além da presença maior de retas e topografia plana. A falta de ductos que possam ser utilizados como passagem e segmentos mais extensos e retos (que tendem a favorecer o aumento da velocidade), acaba afetando espécies mais significativas que não são atropeladas no trecho da UC.

Observação semelhante fez Freitas (2009) em seu estudo, ao constatar que os atropelamentos aumentam em áreas nas quais há a presença de retas e topografia plana.

Deste modo, verifica-se que os atropelamentos de animais silvestres podem ser influenciados pela paisagem de entorno, atividades humanas, presença de retas e topografia da rodovia.

### 5.2.2 Monitoramento em toda a extensão da rodovia

Para toda a extensão da rodovia (142 km) foram registrados 250 indivíduos, porém sem um padrão de frequência entre os anos, resultando em apenas 44 dias de amostragem. A classe dos mamíferos foi a mais representativa (56,4%, N=141), seguida pelas aves (37,6%, N=94) e répteis (6%, N=15).

A taxa de atropelamento para toda a extensão da rodovia foi calculada considerando os anos de 2015 e 2018 (N=128), que tiveram todos os meses monitorados, totalizando 25 dias de amostragem. O restante dos registros foi utilizado para compor a lista de espécies geral. A taxa de atropelamento foi de 0,04 ind./km/dia considerando os três grupos taxonômicos. Analisadas por classe, a maior taxa de atropelamento foi para os mamíferos (N= 54, 0,02 ind./km/dia), seguida pelas aves (N=68, 0,015 ind./km/dia) e os répteis (N=6, 0,002 ind./km/dia). Em relação a riqueza de espécies durante o monitoramento sistemático em toda a extensão da rodovia foram registradas 7 espécies de mamíferos, 23 espécies de aves e 3 espécies de répteis totalizando 33 espécies para toda a extensão da BR 116/RJ (Tabela 6).

Tabela 6 – Lista de espécies registradas durante o monitoramento sistemático para toda a extensão da rodovia nos anos de 2015 e 2018 e suas respectivas taxas de atropelamento.

Classe	N	Taxa de atropelamento
<b>Mamíferos</b>		
<i>Artibeus lituratus</i>	1	0,0003
<i>Callithrix sp</i>	5	0,0014
<i>Coendou villosus</i>	5	0,0014
<i>Dasybus novemcinctus</i>	2	0,0006
<i>Didelphis aurita</i>	30	0,0085
<i>Sylvilagus tapetillus</i>	2	0,0006
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1	0,0003
Mamíferos não identificados	8	0,0023
<b>Aves</b>		
<i>Cacicus haemorrhous</i>	2	0,0006
<i>Celeus flavescens</i>	1	0,0003
<i>Colaptes campestris</i>	1	0,0003
<i>Columbina talcapoti</i>	1	0,0003
<i>Coragyps atratus</i>	3	0,0008
<i>Crotophaga ani</i>	5	0,0014
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	0,0003



<i>Guira guira</i>	1	0,0003
<i>Megascops choliba</i>	5	0,0014
<i>Patagioenas picazuru</i>	1	0,0003
<i>Piaya cayana</i>	1	0,0003
<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	0,0011
<i>Psarocolius decumanus</i>	1	0,0003
<i>Saltator similis</i>	1	0,0003
<i>Sicalis flaveola</i>	4	0,0011
<i>Synallaxis spixi</i>	1	0,0003
<i>Tachyphonus coronatus</i>	1	0,0003
<i>Thraupis sayaca</i>	1	0,0003
<i>Troglodytes musculus</i>	1	0,0003
<i>Turdus rufiventris</i>	4	0,0011
<i>Turdus sp</i>	1	0,0003
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	0,0003
<i>Tyto furcata</i>	1	0,0003
<i>Vanellus chilensis</i>	1	0,0003
Aves não identificadas	24	0,007
<b>Répteis</b>		
<i>Bothrops jararaca</i>	2	0,0006
<i>Salvator merianae</i>	1	0,0003
<i>Spilotes pullatus</i>	1	0,0003
Serpentes não identificadas	2	0,0006
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>0,04</b>

Vale ressaltar que as taxas de atropelamento em geral são subestimativas. Os animais que não morrem no momento da colisão deslocam-se para a vegetação adjacente, onde perecem sem serem contabilizados. Pequenos vertebrados mortos são levados rapidamente por necrófagos e carcaças de animais de médio porte em geral somem da rodovia em período compreendido entre 1 e 15 dias (PRADA, 2004).

De acordo com as descobertas dos pesquisadores Batista, Rascon e Rosa (2022), é importante ressaltar que os riscos para a conservação da biodiversidade não estão limitados apenas ao atropelamento de espécies ameaçadas. O atropelamento de espécies comuns também apresenta um impacto significativo, uma vez que essas espécies desempenham funções ecológicas diversas e importantes em seus ecossistemas. Em muitos casos, essas funções são até mais cruciais do que as desempenhadas por espécies raras e ameaçadas, considerando que estas últimas têm uma densidade populacional reduzida. Portanto, a redução da população de espécies comuns devido aos atropelamentos coloca em risco o equilíbrio de todo o ecossistema local, ameaçando uma ampla variedade de espécies, incluindo a flora.

### 5.3 Dados eventuais coletados pela inspeção de tráfego e colaboradores

Embora os dados eventuais não sejam coletados de maneira padronizada e sistemática, com esses registros é possível obter informações valiosas sobre as espécies e locais com maior incidência de atropelamentos. Esses dados podem ajudar a direcionar esforços de conservação e implementar medidas de mitigação, como a construção de passagens de fauna, sinalização adequada ou redução da velocidade em áreas críticas. Foram categorizados como dados eventuais 1.706 registros (Tabela 7). Deste total, 74% (N=1.552) foram coletados pelos inspetores de tráfego, 5% (N=116) foram fornecidos por usuários e/ou colaboradores, enquanto 1,8% (N=38) foram coletados pela equipe fora do horário de monitoramento.

Tabela 7 – Origem dos dados eventuais coletados na BR 116/RJ pelos inspetores de tráfego, usuários/colaboradores e equipe fora do horário de monitoramento.

Origem dos Dados	Dados Eventuais			
	Equipe fora do monitoramento	Inspeção de tráfego	Usuário/Colaboradores	Total
Mamíferos	21	1.085	71	1.177
Aves	10	376	38	424
Répteis	7	91	7	105
Total	38	1.552	116	1.706

Em relação aos registros coletados exclusivamente pelos inspetores de tráfego, nos últimos cinco anos houve um aumento significativo (Tabela 8). A variação no número de registros encontrados de forma eventual pode ser explicada em sua maior parte, pelo interesse dos inspetores de tráfego em realizar a coleta dos animais. Apesar de todos serem capacitados pela equipe, não são todos os funcionários que são comprometidos com a tarefa de registrar e coletar os espécimes atropelados (relato pessoal). Paralelo a isso foi criado um grupo no aplicativo WhatsApp que veio a facilitar a comunicação entre a equipe e os inspetores no recebimento das informações.

Tabela 8 – Variação anual dos dados eventuais coletados pelos inspetores de tráfego, usuários/colaboradores e equipe fora do horário de monitoramento.

Ano	Mamíferos	Aves	Répteis	Total Geral
2012	47	44	10	101
2013	51	24	13	88
2014	45	31	13	89
2015	63	18	5	86

2016	31	32	7	70
2017	193	55	10	258
2018	84	19	8	111
2019	239	69	12	320
2020	264	78	19	361
2021	160	54	8	222
Total Geral	1177	424	105	1706

Para a comparação dos dados entre as diferentes metodologias (registros sistemáticos e eventuais), utilizamos somente os registros dos inspetores de tráfego (N=1552). Em relação à riqueza de espécies comparadas entre os diferentes métodos (Tabela 9), no trecho do PARNASO, foram registradas 26 espécies durante o monitoramento sistemático. Por outro lado, os inspetores registraram 27 espécies. Considerando toda a extensão da rodovia, a riqueza de espécies no monitoramento sistemático realizado em 2015 e 2018 foi de 33 espécies. No mesmo período, os inspetores de tráfego registraram 39 espécies, entre mamíferos, aves e répteis.

Tabela 9 – Número de espécies registradas pelas diferentes metodologias.

ESPECIES	Dados sistemáticos		Dados eventuais (inspetores)	
	10 km	142 km*	10 km	142 km*
Mamíferos	N=8	N=7	N=11	N=15
Aves	N=13	N=23	N=10	N=19
Répteis	N=5	N=3	N=6	N=5

\*anos de 2015 e 2018.

Comparando as espécies encontradas pela equipe nos monitoramentos (dados sistemáticos) e as espécies encontradas pelos inspetores de tráfego (dados eventuais), apenas duas espécies foram registradas somente pela equipe *Potos flavus* (Jupará) e *Artibeus lituratus* (Morcego-de-cara-branca) a nível da classe dos mamíferos. Em relação às aves *Cacicus haemorrhous* (Guaxe), *Thraupis sayaca* (Sanhaço-cinzento), *Trichothraupis melanops* (Tiê-de-topete), *Anabacerthia lichtensteini* (Limpa-folha), *Cyclarhis gujanensis* (Pitiguari), *Odontophorus capueira* (Uru), *Saltator similis* (Trinca-ferro), *Synallaxis spixi* (João-teneném) e *Tangara cyanocephala* (Saíra-militar). Sobre os répteis apenas a espécie de serpente *Sibynomorphus neuwiedi* (Dormideira).

A acurácia, eficiência do observador, velocidade do veículo, durante o monitoramento e inspeção, são fatores que podem ter contribuído para este resultado, visto que no caso dos inspetores o foco é o tráfego. Contudo foi possível constatar que os dados coletados pela equipe

de inspeção foram de grande importância para composição da riqueza de espécies, uma vez que se fossem utilizados apenas os dados sistemáticos não se teria a dimensão das espécies que são impactadas na BR 116, trecho Rio de Janeiro.

O estudo de Freitas (2012), que analisou as características dos atropelamentos de fauna na BR-040, no trecho entre os kms 125 (RJ) e 800 (MG), através do Projeto Caminhos da Fauna, revela que os pesquisadores do Projeto coletaram 102 animais no período da análise (de 2007 e março de 2011), enquanto a equipe de inspeção registrou 416 animais, o que reforçou a utilização dos dados desses últimos profissionais, sendo essenciais para fornecer dados mais fidedignos da realidade dos atropelamentos na região.

#### 5.4 Variação da composição faunística entre os trechos Planalto, Serra e Planície

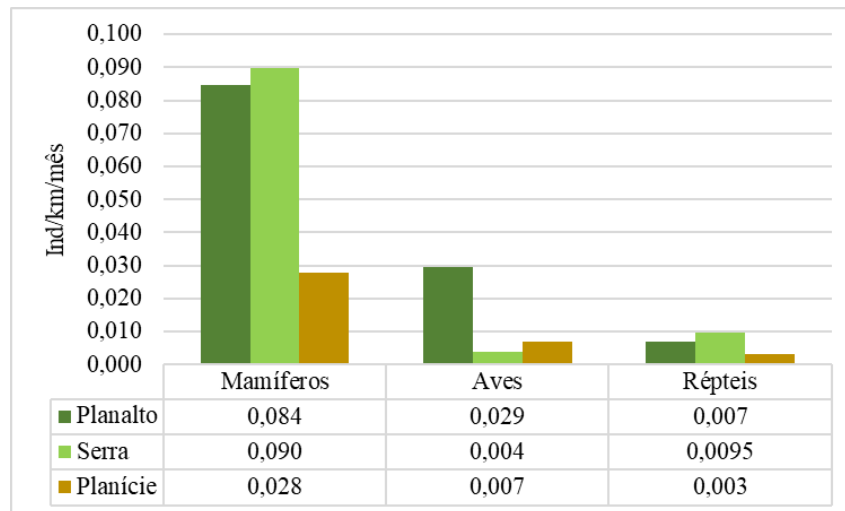
A rodovia BR 116/RJ foi segmentada em três trechos distintos: Planalto, Serra e Planície. Com o intuito de tornar as comparações entre esses trechos mais precisas, utilizamos os dados eventuais e buscamos estabelecer a taxa de atropelamento como variável de resposta. Calculamos a taxa de atropelamento (ind./km/mês) para cada um dos trechos, levando em consideração suas respectivas extensões e o tempo (Tabela 10).

Tabela 10 – Divisão da rodovia em trechos, extensão de cada trecho, total de dados eventuais por trechos e suas respectivas taxas de atropelamento da BR 116 – trecho Rio de Janeiro.

Trecho/Extensão	Mamíferos		Aves		Répteis		Total Geral	
	N	Ind./km/mês	N	Ind./km/mês	N	Ind./km/mês	N	Ind./km/mês
Planalto (88 km)	892	0,084	310	0,029	73	0,007	1275	0,121
Serra (14 km)	151	0,09	40	0,004	16	0,0095	207	0,12
Planície (40 km)	134	0,028	74	0,007	16	0,003	224	0,05

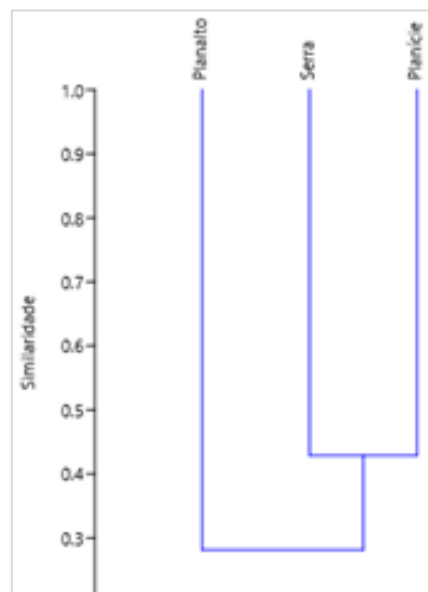
Com base nas taxas de atropelamentos analisadas, conforme pode ser visto na Figura 6, foi observado um ligeiro aumento nos registros de atropelamentos para os grupos de mamíferos e répteis no trecho Serra, em comparação com o trecho Planalto e Planície. No entanto, o trecho Planalto revelou ser a área com maior impacto sobre as aves. Por outro lado, o trecho Planície apresentou as taxas mais baixas de atropelamentos para todas as classes de animais. É importante mencionar que uma parte do trecho Planalto é delimitada pelo Parque Estadual Três Picos (PETP/INEA) e, juntamente com o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO/ICMBio), forma uma ampla área com preservação de fragmentos naturais, o que contribui significativamente para a presença das espécies nesses locais.

Figura 6 – Variação entre os trechos Planalto, Serra e Planície ao nível de classe baseados na taxa de atropelamento na BR 116/RJ.



Com o propósito de determinar a presença ou ausência de semelhanças entre as espécies nos diferentes trechos, foi utilizada a análise de cluster, empregando o índice de Bray-Curtis. Este coeficiente considera a quantidade de indivíduos de cada espécie (sua abundância), com índices que variam de 0 (dissimilaridade) a 1 (similaridade) e foi realizado no programa PAST. Os trechos Planalto e Serra apresentaram uma similaridade de 30%; entre Planalto e Planície, a similaridade foi de 20%, enquanto entre Serra e Planície atingiu 40% (Figura 7).

Figura 7 – Dendograma pelo índice de Bray-Curtis das espécies atropeladas nos três trechos (Planalto, Serra e Planície), BR 116 – trecho RJ, Brasil.



Ao comparar a riqueza de espécies entre os diferentes trechos, foi possível identificar que 25 espécies foram comuns aos três trechos Planalto, Serra e Planície, sendo as mais abundantes: *Didelphis aurita*, *Coendou villosus*, *Megascops choliba*, *Bothrops jararaca*, entre outras. O trecho Planalto registrou a presença de 40 espécies, Serra 18 espécies e Planície contabilizaram 11 espécies, entre mamíferos, aves e répteis (Tabela 11).

Tabela 11 – Lista de espécies registradas nos três trechos (Planalto, Serra e Planície) da BR 116/RJ.

	Planalto	Serra	Planície
<b>Mamíferos</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
<i>Alouatta guariba clamitans</i>	1	2	0
<i>Bradypus variegatus</i>	7	37	24
<i>Cabassous tatouay</i>	1	0	0
<i>Callithrix aurita</i>	1	0	0
<i>Callithrix penicillata</i>	1	1	1
<i>Callithrix sp</i>	3	12	13
<i>Cerdocyon thous</i>	37	3	13
<i>Chironectes minimus</i>	0	1	0
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	3	0	1
<i>Coendou villosus</i>	129	21	6
<i>Cuniculus paca</i>	15	0	1
<i>Dasybus novemcinctus</i>	41	2	0
<i>Didelphis aurita</i>	508	50	27
<i>Eira barbara</i>	5	0	0
<i>Galictis cuja</i>	8	0	8
<i>Guerlinguetus brasiliensis</i>	2	0	0
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	3	0	1
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	47	0	11
<i>Leopardus gutullus</i>	5	0	1
<i>Leopardus pardalis</i>	2	0	0
<i>Leopardus wiedii</i>	1	1	0
<i>Lontra longicaudis</i>	3	1	0
<i>Nasua nasua</i>	9	5	0
<i>Philander frenatus</i>	0	2	0
<i>Procyon cancrivorus</i>	8	0	4
<i>Sylvilagus tapetillus</i>	25	4	1
<i>Tamandua tetradactyla</i>	3	6	21
Mamíferos não identificados	24	3	1
<b>Aves</b>	<b>Planalto</b>	<b>Serra</b>	<b>Planície</b>
<i>Aramides saracura</i>	11	0	1
<i>Aramus guarauna</i>	0	0	1
<i>Ardea alba</i>	2	0	2
<i>Asio clamator</i>	5	1	9

<i>Asio stygius</i>	2	0	0
<i>Athene cunicularia</i>	1	1	3
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	0	0	1
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0	1	0
<i>Bubulcus ibis</i>	0	0	1
<i>Caracara plancus</i>	11	2	5
<i>Cariama cristata</i>	5	1	0
<i>Celeus flavescens</i>	2	0	1
<i>Chaetura meridionalis</i>	1	1	0
<i>Chloroceryle americana</i>	1	0	0
<i>Coereba flaveola</i>	1	0	0
<i>Colaptes campestris</i>	3	0	1
<i>Colaptes melanochloros</i>	2	0	0
<i>Columbina talcapoti</i>	7	2	1
<i>Coragyps atractus</i>	3	1	9
<i>Crotophaga ani</i>	8	0	1
<i>Dendrocygna viduata</i>	0	0	1
<i>Falco femoralis</i>	0	0	1
<i>Florisuga fusca</i>	1	0	0
<i>Furnarius rufus</i>	3	0	0
<i>Glaucidium minutissimum</i>	0	0	2
<i>Guira guira</i>	9	0	3
<i>Hydropsalis torquata</i>	2	0	0
<i>Ictinia plumbea</i>	1	0	0
<i>Leptotila rufaxilla</i>	1	0	0
<i>Leucopternis lacernulatus</i>	0	1	0
<i>Machetornis rixosa</i>	1	0	0
<i>Malacoptila striata</i>	0	1	0
<i>Megascops choliba</i>	31	7	3
<i>Micrastur ruficollis</i>	1	1	0
<i>Milvago chimachima</i>	4	0	1
<i>Myiozetetes similis</i>	2	0	0
<i>Neopelma chrysolophum</i>	1	0	0
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	1	0
<i>Nystalus chacuru</i>	1	0	0
<i>Passer domesticus</i>	1	0	0
<i>Patagioenas picazuru</i>	3	0	1
<i>Penelope obscura</i>	22	2	0
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0	1	1
<i>Piaya cayana</i>	6	0	0
<i>Piculus aurulentus</i>	1	0	0
<i>Pionus maximiliani</i>	3	0	0
<i>Pitangus sulphuratus</i>	7	0	0
<i>Porphyrio martinica</i>	1	0	1
<i>Psarocolius decumanus</i>	2	0	0
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	19	1	1

<i>Pteroglossus bailoni</i>	4	0	0
<i>Pulsatrix koeniswaldiana</i>	5	1	5
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	1	0	0
<i>Pyrrhura frontalis</i>	1	0	0
<i>Ramphastos dicolorus</i>	1	0	0
<i>Ramphastos toco</i>	1	0	0
<i>Ramphastos vitellinus</i>	0	1	1
<i>Rupornis magnirostris</i>	3	2	3
<i>Selenidera maculirostris</i>	1	1	0
<i>Sicalis flaveola</i>	4	1	0
<i>Streptoprocne zonaris</i>	0	1	0
<i>Strix huhula</i>	0	1	0
<i>Strix virgata</i>	2	0	0
<i>Tachyphonus coronatus</i>	1	0	0
<i>Tangara desmaresti</i>	3	0	0
<i>Tapera naevia</i>	1	0	0
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	1	0	0
<i>Thraupis ornata</i>	1	0	0
<i>Thraupis sayaca</i>	1	0	0
<i>Troglodytes musculus</i>	1	0	0
<i>Trogon viridis</i>	0	1	0
<i>Turdus flavipes</i>	0	0	1
<i>Turdus rufiventris</i>	26	0	1
<i>Turdus saturninus</i>	1	0	0
<i>Tyrannus albogularis</i>	1	0	0
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	0	0
<i>Tyto furcata</i>	7	0	3
<i>Vanellus chilensis</i>	1	1	1
<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	1	0	0
Aves não identificadas	51	5	8
<b>Répteis</b>	<b>Planalto</b>	<b>Serra</b>	<b>Planície</b>
<i>Atractus zebrinus</i>	0	1	0
<i>Boa constrictor</i>	0	1	2
<i>Bothrops jararaca</i>	19	1	4
<i>Bothrops jararacussu</i>	2	0	1
<i>Caiman latirostris</i>	0	0	1
<i>Chironius fuscus</i>	0	1	1
<i>Chironius laevicollis</i>	0	0	3
<i>Chironius multiventris</i>	0	1	0
<i>Chironius sp</i>	3	0	0
<i>Elapomorphus quinquelineatus</i>	1	0	0
<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	3	0	0
<i>Geochelone carbonaria</i>	1	0	0
<i>Hydromedusa maximiliani</i>	1	1	1
<i>Liophis miliaris</i>	1	0	1



<i>Ophiodes fragilis</i>	1	0	0
<i>Oxyrhopus clathratus</i>	1	0	0
<i>Salvator merianae</i>	22	4	0
<i>Sibynomorphus neuwiedi</i>	1	0	0
<i>Siphlophis compressus</i>	0	1	0
<i>Spilotes pullatus</i>	3	1	0
Serpentes não identificadas	14	4	1
Réptil não identificado	0	0	1

Algumas espécies foram observadas exclusivamente em um único trecho da rodovia, além de muitas delas terem sido registradas apenas uma vez. Em relação aos mamíferos, por exemplo, as espécies *Eira barbara*, *Leopardus pardalis* e *Cabassous tatouay* foram registradas apenas no trecho Planalto, enquanto no trecho Serra foram registradas as espécies *Philander frenatus*, *Chironectes minimus* e *Potus flavus*.

Estudos como os de McAlpine *et al.* (2006), Baldissera *et al.* (2008), Marsden e Symes (2008), Uezu, Beyer e Metzger (2008) e Lyra-Jorge *et al.* (2010), já demonstraram que a agricultura, assim como outras matrizes de paisagem alteradas pelo homem, não são necessariamente uma barreira à vida selvagem. Como visto no presente estudo, há áreas da rodovia que são fragmentadas e outras que possuem áreas preservadas, porém observou-se que espécies mais significantes foram atropeladas fora da área do parque. Segundo exemplificam Lyra-Jorge *et al.* (2010), em uma região que é delimitada por cidades e cercada por fazendas de agricultura intensiva, nas quais há atividades de agronegócio, podem ser encontrados carnívoros de grande e médio porte, entre outros animais, mas, provavelmente, isso só é possível devido à presença de extensas áreas de ecossistemas nativos, que são protegidos como reservas naturais, sendo essas características encontradas no trecho avaliado no presente estudo. Essa característica mostra a importância de áreas de vegetação natural no entorno de agroecossistemas para a manutenção da fauna nativa, tornando esses fragmentos de vegetação em corredores para as espécies, que passam a se movimentar entre habitats nativos e aqueles alterados pelo homem. No entanto, ficam sujeitos aos atropelamentos fora das áreas de preservação, como constatado no atual estudo.

Com relação especificamente aos animais da Ordem Carnívora, que estão entre os mais afetados por atropelamentos, especialmente *Cerdocyon thous*, como mostram os estudos de Cáceres, Casella e Goulart (2012), Carvalho (2014), Barros *et al.* (2016), Bager (2019), Castro (2022), Faria, Pires e Abra (2022), um fato que pode explicar essa incidência é o de que estes animais necessitam de grandes áreas de habitat, o que os leva a se deslocarem por trechos extensos das rodovias, necessitando transpassá-las com certa constância em busca,

principalmente, de alimentos, além de muitos serem animais necrófagos, procurando por animais mortos ou carcaças para se alimentarem. Outro fator nesse sentido é a busca por água, o que faz com que haja altos índices de atropelamentos em locais próximos a corpos d'água (WEISS; VIANNA, 2012). A proporção de registros pertencentes a esta ordem no estudo foi de 9,1%.

Apesar de poucos registros de determinadas espécies neste trabalho, como esses da Ordem Carnívora (sendo que outros trabalhos fazem levantamentos por períodos menores e, proporcionalmente, encontram resultados mais expressivos), sabe-se que os impactos que as estradas causam a determinada espécie nem sempre são diretos. Conforme explica Clevenger (2005), as estradas podem causar diferentes impactos a indivíduos, populações, comunidades ou mesmo para ecossistemas inteiros, sendo que o impacto causado em um desses níveis de organização pode gerar um efeito em cascata nos demais níveis.

Por exemplo, em seus estudos, Clevenger (2005), Planillo *et al.* (2018) e Teixeira e Gonçalves (2020) verificaram que o impacto do atropelamento em nível individual, ou de uma espécie, pode acabar comprometendo a abundância ou mesmo a existência de uma população que serve de presa para outra espécie (como citada aqui, a de felinos), afetando essa outra população como um todo, levando a redução na abundância do predador devido à falta de presas. Além desse impacto, outras consequências também citadas por estes autores são as mudanças nos fluxos de energia e matéria de um ecossistema.

Sendo assim, todo o ecossistema pode ser afetado e transformado pela construção e operação de uma estrada. E não encontrar uma espécie atropelada com frequência não significa que ela não esteja sendo afetada por essa rodovia.

Das espécies registradas no presente estudo, de acordo com a *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2023), duas espécies (*Sylvilagus tapetillus*, *Callithrix aurita*) constam na categoria “Em Perigo”, e três constam na categoria “Vulnerável” (*Leopardus gutullus*, *Alouatta guariba clamitans*, *Amadonastur lacernulatus*). E “Quase ameaçadas” as espécies *Chrysocyon brachyurus*, *Leopardus wiedii*, *Lontra longicaudis* e *Pteroglossus bailoni* (pode-se ver a lista completa no Apêndice III).

Conforme a Lista Nacional de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção (ICMBIO, 2022), sete espécies registradas no presente estudo apresentam algum grau de ameaça: *Alouatta guariba clamitans*, *Callithrix aurita*, *Chrysocyon brachyurus*, *Leopardus gutullus*, *Leopardus wiedii*, *Herpailurus yagouaroundi* e *Amadonastur lacernulatus* (pode-se ver a lista completa no Apêndice III)

Todas as espécies registradas comparadas entre o atual estudo e os de Freitas, Sousa e Bueno (2013), Bueno *et al.* (2023), Pessanha *et al.* (2023), Secco *et al.* (2023) mostram que, no Estado do Rio de Janeiro, essas espécies estão sendo afetadas por diferentes rodovias, o que pode estar causando impacto significativo em sua população, em especial às espécies ameaçadas.

Como visto ao longo desse estudo, os atropelamentos da fauna podem afetar a população de espécies, reduzindo sua densidade e colocando-as em risco. Este problema é ainda mais sério no caso de espécies ameaçadas de extinção ou que normalmente apresentam populações com poucos indivíduos (GUMIER-COSTA; SPERBER, 2009). Dessa forma, esses atropelamentos impactam negativamente a biodiversidade, fazendo com que as espécies mais vulneráveis sejam as mais impactadas (direta ou indiretamente), pois possuem populações geralmente menores (BAGER *et al.*, 2016). Além disso, é importante relatar que o atropelamento é apenas o impacto mais óbvio relacionado às rodovias, porém há outros, já citados aqui (efeito evitação, efeito de borda, perda de habitat etc.), que são mais difíceis de serem quantificados em relação à mortalidade e efeitos diretos sobre a população da espécie, mas certamente implicam em redução da viabilidade populacional a médio e longo prazo (JAEGER, 2015; BAGER *et al.*, 2016). E esses efeitos são potencializados quando envolvem as unidades de conservação, como é o caso do presente estudo.

Indo além do Estado do Rio de Janeiro e abrangendo o bioma Mata Atlântica, Barros *et al.* (2016) fizeram um monitoramento dos atropelamentos (período 2007 a 2016) na rodovia BR-101/NE, trecho Natal/RN – Palmares/PE, identificando que, entre os mamíferos, foram mais comuns os atropelamentos de *Cerdocyon thous*, *Procyon cancrivorus*, *Callithrix jacchus*, *Bradypus variegatus*, *Didelphis* sp., *Galictis cuja* e *Tamandua tetradactyla*, todas essas espécies também encontradas no presente estudo.

Faria, Pires e Abra (2022), também em região de Mata Atlântica, na rodovia SP-613 que divide ao meio os 34.000ha do Parque Estadual do Morro do Diabo, realizaram um levantamento da fauna atropelada, destacando-se entre os mamíferos as seguintes espécies: *Cerdocyon thous*; *Tapirus terrestris* (Anta), que é considerada uma espécie vulnerável pelo ICMBio (2022); *Sylvilagus tapetillus* (Tapiti) também ameaçado de extinção, como já dito, pela IUCN (2023); *Nasua nasua* (Quati); *Euphractus sexcinctus* (Tatu-peba); *Ozotoceros bezoarticus* (Veado-campeiro); e *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca). Portanto, constata-se a repetição de alguns animais com os encontrados no presente estudo, como *Cerdocyon thous*, *Sylvilagus tapetillus* e *Nasua nasua*, bem como de *Didelphis*, porém de

espécie diferente, apesar de descrito para a região, *D. albiventris* nunca foi registrado no atual estudo.

Resultados com alguma semelhança também foram encontrados por Cáceres, Casella e Goulart (2012), que calcularam o impacto da rodovia BR 262 sobre a abundância de mamíferos silvestres no bioma Cerrado, Sudoeste do Brasil, que apresenta algumas espécies animais também encontradas no bioma Mata Atlântica, e outras semelhantes (como outras espécies de tatus, tamanduás e gambás). Os autores observaram que as espécies *Cerdocyon thous*, *Euphractus sexcinctus*, *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim) e *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha) estão mais propensos ao atropelamento do que outras espécies, como primatas, cervídeos, pecarídeos, felídeos, irara, cutia, anta e outras de grande porte, que estão evitando as rodovias ou conseguindo escapar dos atropelamentos. Da mesma forma, Carvalho (2014) também constatou maiores taxas de atropelamento sobre *Cerdocyon thous*, *Euphractus sexcinctus* e *Conepatus semistriatus* (jaritataca, zorrilho ou cangambá), e menores taxas para primatas e mamíferos de grande porte, na BR-050, trecho Uberlândia-Uberaba (também no bioma Cerrado).

Segundo Cunha, Hartmann e Hartmann (2015), diferentes estratégias utilizadas pelas espécies animais para forrageamento e termorregulação, bem como eventos de dispersão, acasalamento e migração, podem resultar em maior ou menor risco de acidentes e mortalidade por atropelamento nas rodovias.

Dito isso, é importante apresentar uma análise mais aprofundada sobre os hábitos dos animais que costumam ser atropelados, associado aos dados sobre os *hotspots* de atropelamentos, para verificar as justificativas que os levam até as rodovias com maior frequência, gerando maior risco de acidentes, pois essas informações irão auxiliar na elaboração de medidas de mitigação de acidentes. Essa análise é apresentada mais a frente nesse estudo, em um tópico específico que sugere medidas e ações estratégicas para mitigar esses atropelamentos.

## 5.5 Agregações de atropelamento

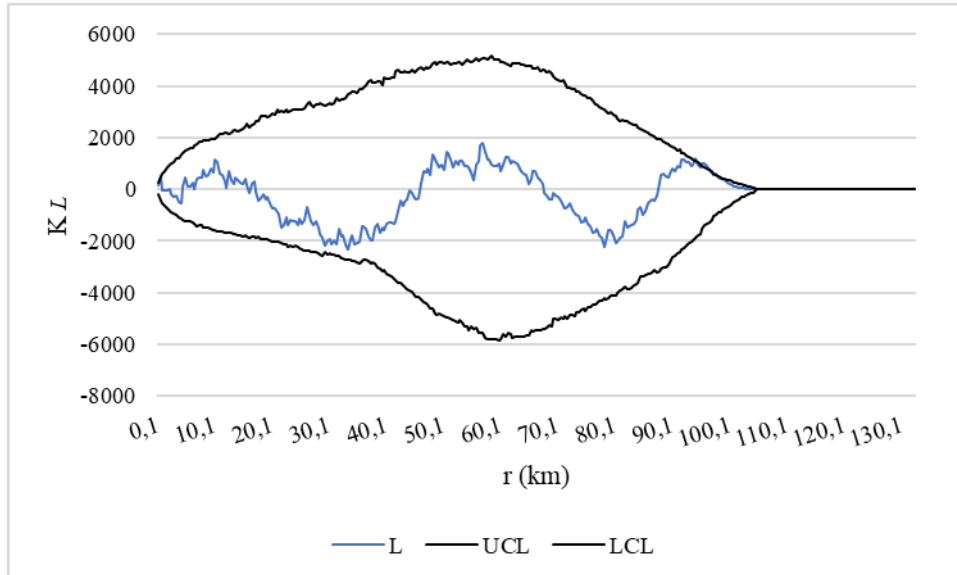
Em relação as agregações de atropelamentos, o objetivo inicial do presente estudo era avaliar os registros de todo o banco de dados e comparar se existem agregações e se estas mudam ao longo dos anos, porém o número de registros anual da maioria das espécies não foi suficiente para rodar as análises no programa Siriema. Desta forma, aves e répteis foram analisados de forma geral e o grupo dos mamíferos foi analisado a nível de espécie (com pelo

menos 30 registros de ocorrências) e de gênero para o grupo dos primatas, visto que são animais de hábitos arborícolas podendo indicar pontos críticos para implantação de passagens aéreas. Por estar representada de forma generalizada em toda a extensão da rodovia, a espécie *Didelphis aurita* não foi analisada.

Foram encontradas agregações de atropelamento para os grupos das aves, répteis e para as espécies *Coendou villosus*, *Bradypus variegatus*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Dasyus novemcinctus*, *Sylvilagus tapetillus* e *Tamandua tetradactyla* e o grupo dos primatas. Todos os pontos de *hotspots* gerados pelo programa Siriema constam no Apêndice I desse estudo, assim como as listas desses *hotspots* encontram-se no Apêndice II, com as coordenadas de cada localização.

Das espécies de mamíferos analisadas apenas *Cerdocyon thous* não apresentou agregações de acordo com os resultados K de Ripley considerando o período de dez anos (Figura 8).

Figura 8 – Análise K de Ripley para *Cerdocyon thous* (Cachorro-do-mato) no período de 2012 a 2021. A função L(r) é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.



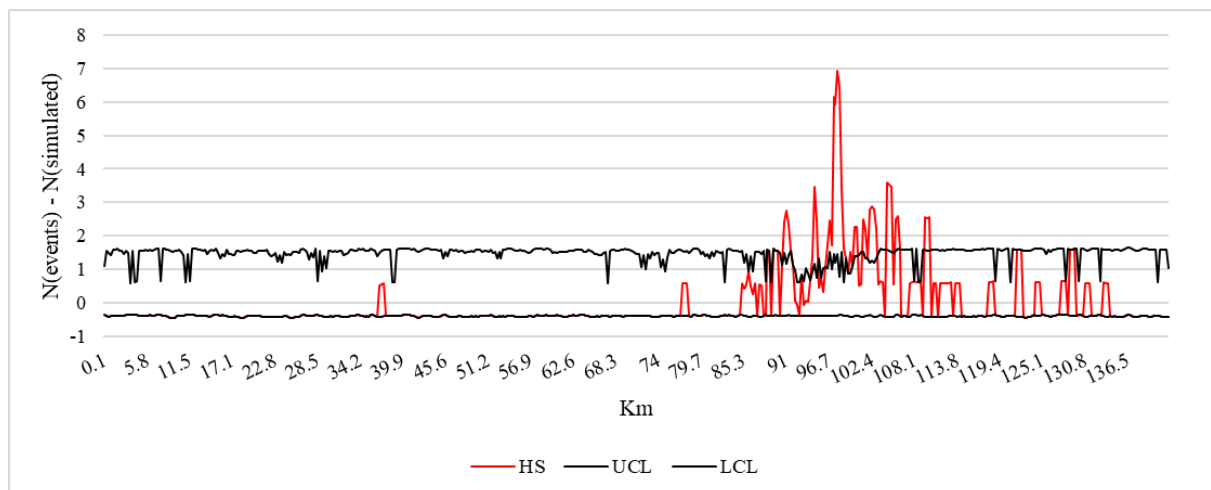
Inclusive, como foi possível constatar ao comparar os resultados do presente estudo com outros similares, *Cerdocyon thous* é apontada como uma das espécies que mais sofre atropelamentos no Brasil, tanto no bioma Mata Atlântica como no Cerrado, segundo os estudos de Barros *et al.* (2016), Cáceres, Casella e Goulart (2012), Castro (2022), Deffaci *et al.* (2016) e Faria, Pires e Abra (2022). Contudo, nas análises da BR 116/RJ neste trabalho, não se identificou agregação de atropelamento. Para Castro (2022), que também não encontrou essa

agregação, as altas taxas de atropelamento dessa espécie provavelmente estão relacionadas com seu comportamento de se deslocar sobre as estradas para se alimentar de carcaças de outros animais, e por ser uma espécie que possui ampla distribuição geográfica, onívora, que possui hábitos generalistas e oportunistas, apresentando uma dieta bastante diversificada e flexível, variando conforme a sazonalidade.

Portanto, provavelmente não foram encontradas agregações de atropelamentos para *Cerdocyon thous* no presente estudo por tratar-se de essa espécie ser considerada uma das mais adaptadas às mudanças antrópicas, o que está relacionado com seu comportamento alimentar generalista, que a faz utilizar o ambiente de forma homogênea, não necessitando se concentrar ou restringir em determinados locais, já que encontra seus recursos alimentares facilmente em variados ambientes (TROVATI; BRITO; DUARTE, 2007; CARVALHO, 2014).

O resultado da análise de *hotspot* para espécie *Bradypus variegatus* (Preguiça) aponta os km 98 e 97 localizados na área da UC, sendo os pontos mais altos de *hotspots* (Figura 9). Outros pontos foram entre os kms 102 e 104. A Preguiça foi a segunda espécie mais registrada, porém não necessariamente atropelada. Geralmente a espécie é resgatada tentando atravessar a pista, o que indica tais pontos como possíveis áreas para implantação de passagens aéreas.

Figura 9 – Análise de *Hotspot* para *Bradypus variegatus* (Preguiça) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função  $N \text{ events} - N \text{ simulated}$  e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.

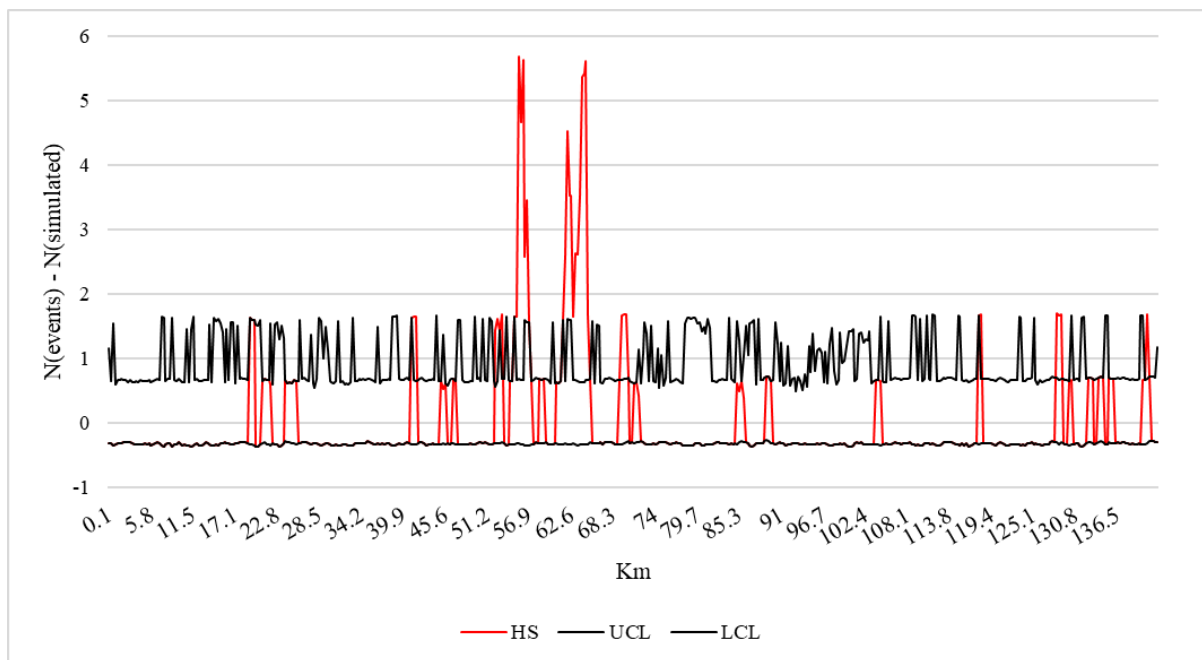


*Bradypus variegatus* também tem hábitos arborícolas, o que a torna altamente vulnerável no chão e, ao realizar seus deslocamentos, pode atravessar rodovias ficando sujeita aos atropelamentos, principalmente por se deslocar lentamente (XAVIER *et al.*, 2015). Essa espécie raramente desce das árvores, porém vem ao solo para urinar e defecar cerca de uma vez

por semana, além de usar o chão para se deslocar para outra árvore quando a mesma se encontra distante, o que pode levá-las a cruzar a rodovia (BOFFY; PINHEIRO; BERGALLO, 2015).

As capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) apresentaram os maiores *hotspots* entre os km 55 ao 64 (Figura 10). Essas áreas são compostas por fragmentos de mata mesclados com plantios agrícolas, é margeada por um rio, o que pode ter favorecido a presença da espécie na área, visto que sempre são avistados grupos forrageando na beira da pista (Relato pessoal). Também foram identificados pontos de *hotspots* no km 128, área mais urbanizada, com poucos fragmentos de mata, porém com presença de corpos hídricos. Nesses pontos já existe telamento, porém a baixa qualidade das telas instaladas e a constância de roubos pelos lindeiros, dificultam a eficiência da medida nos locais.

Figura 10 – Análise de *Hotspot* para Capivara (*Hydrochoerus Hydrochoeris*) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função  $N(\text{events}) - N(\text{simulated})$  e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.



Segundo Duarte (2021), as capivaras são animais dóceis, que toleram bem a presença humana, apresentando capacidade de ocupar, com eficiência, ambientes naturais e áreas antropizadas, inclusive podendo atingir uma densidade demográfica mais elevada do que a encontrada em vários ambientes naturais. Habitam preferencialmente ambientes com três elementos: pasto, mata e água. No estudo de Bueno e Almeida (2010) foi constatado um grande número de atropelamentos de capivara, em comparação com de outros mamíferos, o que foi

associado à presença de rios próximos da rodovia e das plantações e grama na área de servidão da estrada.

Dentre as espécies de primatas registradas, o gênero predominante foi o *Callithrix* (saguís). Entre esse gênero temos a espécie *Callithrix aurita* (sagui-da-serra-escuro) que é endêmica da Mata Atlântica e está ameaçada de extinção (ICMBIO, 2018a).

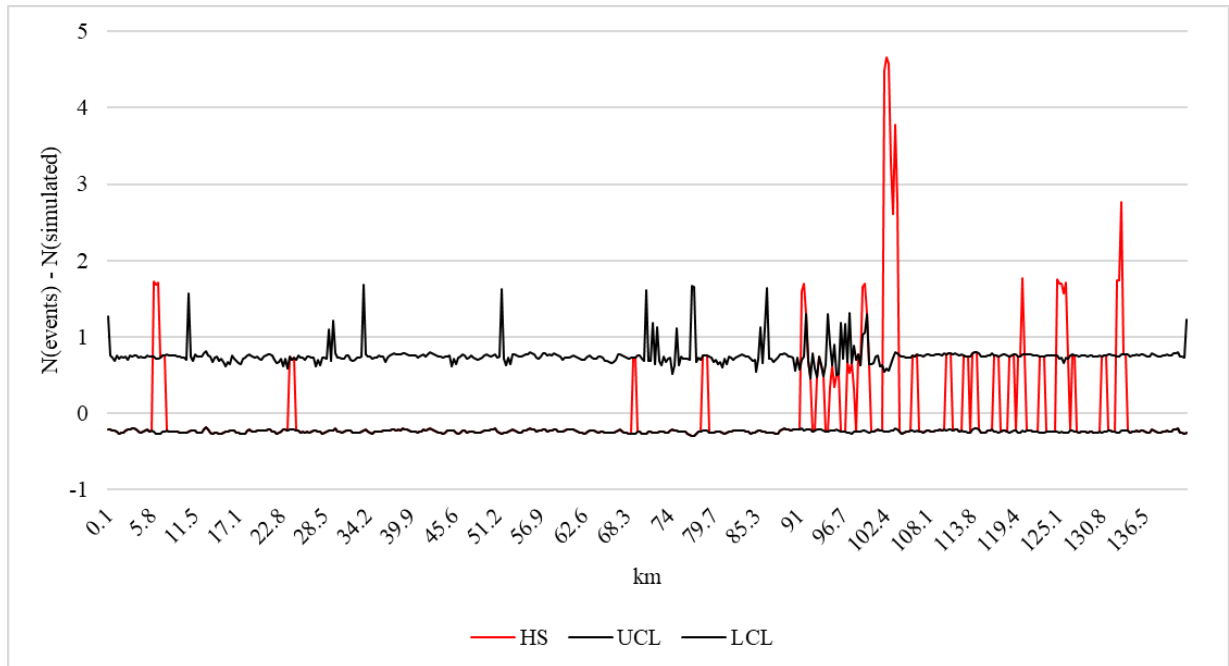
Nunes (2015) explica que para o Estado do Rio de Janeiro, duas espécies *Callithrix jacchus* e *C. penicillata*, são espécies invasoras que competem com o sagui-da-serra-escuro pelos mesmos recursos e têm a capacidade de se reproduzir e formar híbridos. No entanto, as carcaças encontradas na rodovia não chegaram a ser identificadas, em sua maioria, a nível de espécie, fato que não permitiu verificar se entre os atropelamentos no trecho havia a espécie ameaçada.

Sua dieta é onívora, sendo composta principalmente por frutos, insetos e exsudados de plantas, mas também se alimentam de pequenos vertebrados, néctar, ovos de aves, flores, sementes e fungos (NUNES, 2015). Esses primatas ocupam uma função primordial em ecossistemas florestais, pois são importantes dispersores de sementes, funcionando como polinizadores e ajudando na manutenção da biodiversidade e na estabilidade do ecossistema (JORDANO *et al.*, 2006; NUNES, 2015).

Para o grupo dos Primatas, os *hotspots* se apresentaram mais intensos, apresentando os maiores picos nos km 102 e 103 (Figura 11). Esta área faz parte da zona de amortecimento do PARNASO, possui áreas preservadas e com presença de residências no entorno da rodovia. Possivelmente a adaptação desse grupo a áreas parcialmente antropizadas, oferta de alimentos podem estar favorecendo a travessia desses grupos nestes locais. Inclusive, nesse trecho da rodovia existe muitos pés de jaca, abacate e bananeira, o que provavelmente funciona como um atrativo para esses animais, que são constantemente vistos se alimentando nessas árvores. Essa interação negativa aumenta a pressão sobre a sobrevivência do sagui-da-serra-escuro e requer medidas de conservação e manejo para proteger essa espécie nativa e sua biodiversidade.



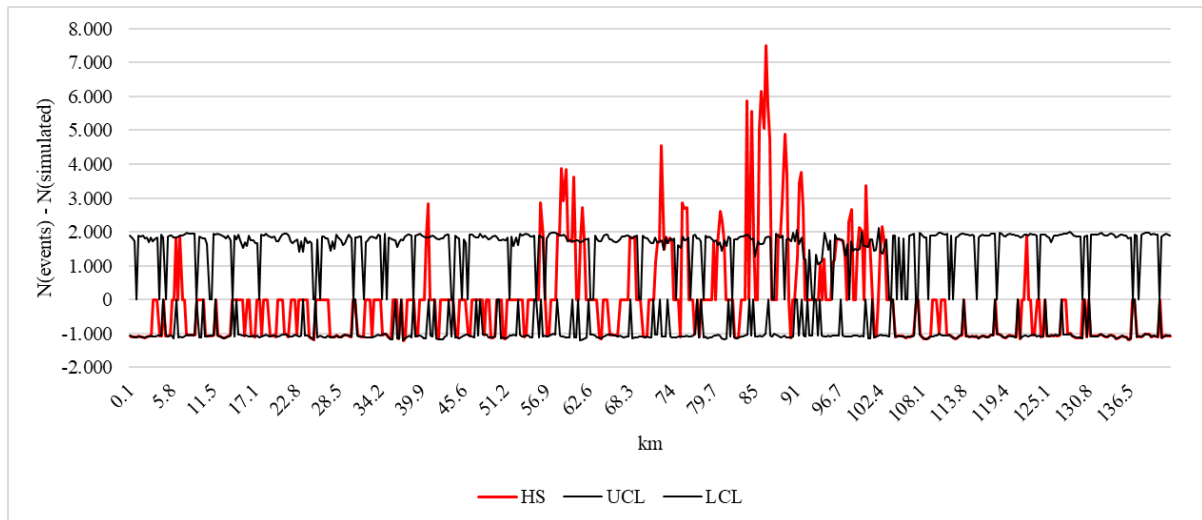
Figura 11 – Análise de *Hotspot* para Primatas no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função  $N(\text{events}) - N(\text{simulated})$  e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.



Outros pontos de *hotspot* estão localizados nos km 120 e km 124, esta área encontra-se antropizada e urbanizada, com poucos fragmentos de mata e maior predominância de pastagens. Nesse sentido, pode-se descrever a área como uma paisagem caracterizada principalmente por áreas de agricultura com fragmentos de mata e pastagem, em perímetro urbano, o que facilita a presença desses animais e de outros com hábitos oportunistas, mais generalistas e tolerantes.

Para *Coendou villosus* (ouriço-cacheiro) os *hotspots* de atropelamento ficaram espalhados ao longo da rodovia, contudo os pontos de *hotspots* mais altos apresentaram-se entre os km 84 ao 89 (área do PETP), trechos esses em que existem maiores as concentrações de fragmentos nativos com ligação com o PARNASO (Figura 12).

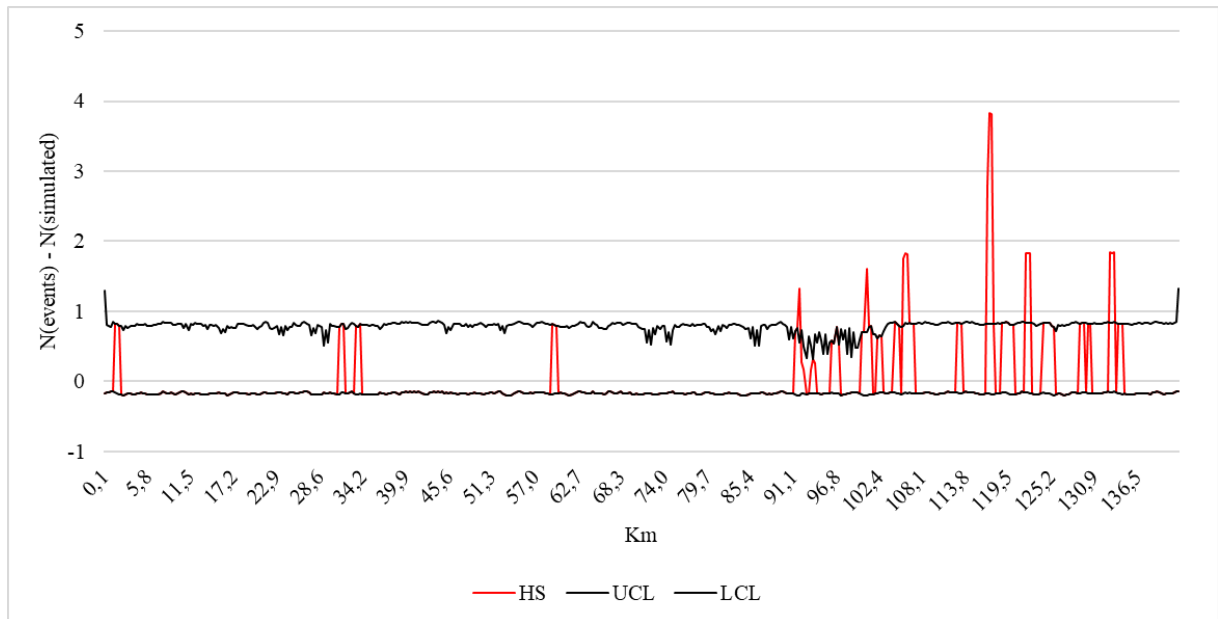
Figura 12 – Análise de *Hotspot* para *Coendou villosus* (Ouriço-cacheiro) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função  $N \text{ events} - N \text{ simulated}$  e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.



As espécies do gênero *Coendou* são adaptadas a vida arbórea, porém também atravessam as rodovias para chegar às copas das árvores na outra margem. Essa distância a ser percorrida para a travessia de uma margem a outra as leva a serem atropeladas (SECCO, 2020).

Para a espécie *Tamandua tetradactyla* os pontos mais altos de *hotspots* estão localizados nos km 116 e 117 (Figura 13). Esta área encontra-se antropizada, com poucos fragmentos de mata e maior predominância de pastagens, tornando-se bastante atrativa para a espécie que se alimenta de formigas e cupins, porém estando sempre mais exposta ao se deslocar entre esses fragmentos.

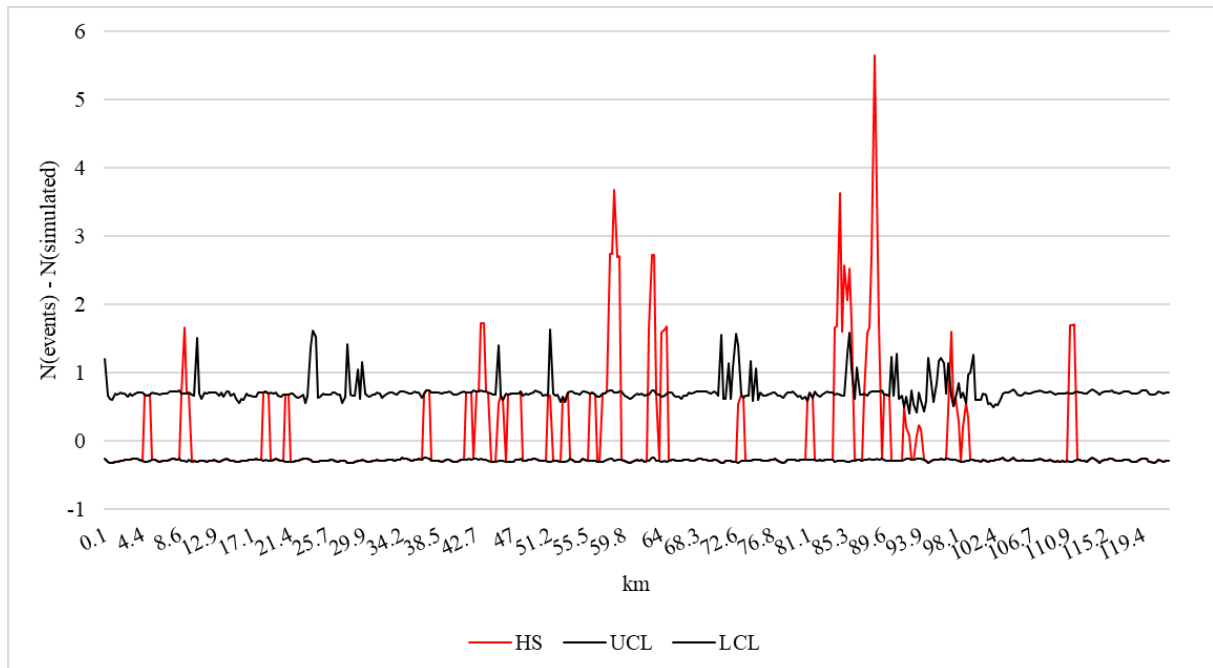
Figura 13 – Análise de *Hotspot* para *Tamandua tetradactyla* (Tamanduá-mirim) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função  $N_{events} - N_{simulated}$  e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.



Os tamanduás possuem comportamento letárgico, além de terem como característica percorrer longas distâncias à procura de alimentos, o que aumenta seus riscos de colisão com veículos (PINTO *et al.*, 2018). Os cursos d'água também apresentam uma relação direta com a espécie, sendo uma condição importante para seu deslocamento entre remanescentes florestais através de matas ciliares, os pondo em risco de atravessar as rodovias. Também se observou que a presença de fragmentos florestais são áreas-foco para dispersão de indivíduos dessa espécie. Quanto maior o fragmento, maior a população de Tamanduá-mirim e mais indivíduos podem dispersar a partir dessa área, a cada nova geração (LUCERO, 2021).

Os *hotspots* para *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha) apresentaram maior intensidade no Km 88, área de abrangência PETP/INEA, com grande presença de áreas preservadas. Os Km 58 e 59 também foram pontos mais críticos (Figura 14).

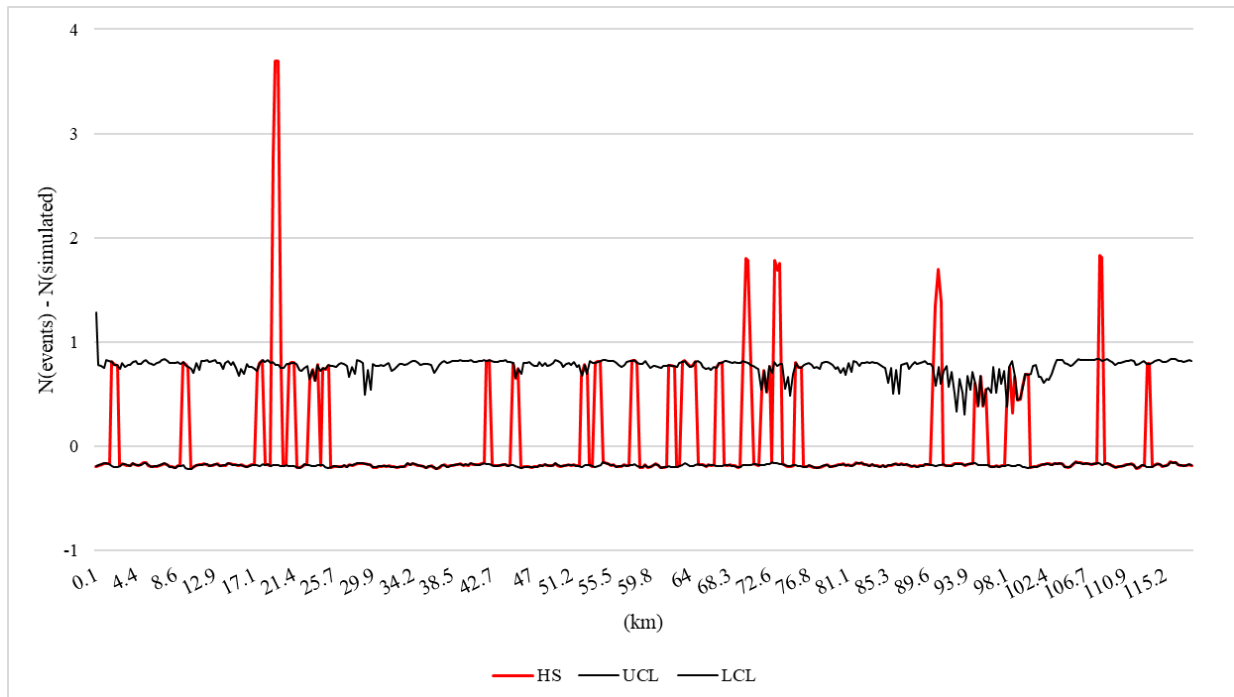
Figura 14 – Análise de *Hotspot* para *Dasyopus novemcinctus* (Tatu-galinha) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função  $N_{events} - N_{simulated}$  e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.



A alimentação de *Dasyopus novemcinctus* é composta por grande quantidade de moscas, insetos e de outros invertebrados, como os centípedes, miriápodes, aranhas e vermes. Suas garras lhes permitem escavar em solo compactado, fazendo deles grandes escavadores, além de permitir rasgar carne putrefata. São de hábitos noturnos, mas frequentemente também são vistos se alimentando durante o dia (MCDONOUGH; LOUGHRY, 2008). Esses hábitos alimentares podem levar os tatus a se deslocarem em busca de alimento, incluindo áreas próximas a rodovias.

Para a espécie *Sylvilagus tapetillus*, o ponto mais crítico está localizado no km 19, seguido pelo km 108 e km 70 e 73 (Figura 15). Também foram encontrados pontos críticos para a área da UC, nos km 90 e 91.

Figura 15 – Análise de *Hotspot* para *Sylvilagus tapetillus* (Tapiti) no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função  $N(\text{events}) - N(\text{simulated})$  e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.



Os coelhos, em geral, são animais típicos de vegetação de transição entre florestas e áreas abertas. São animais de pequeno porte, variando seu comprimento entre 20 e 40 cm e com um peso corporal de até 1,2 kg (REIS, 2006). Essa combinação entre seu pequeno porte com hábitos crepusculares e noturnos, associado ao fato de habitarem áreas abertas, fazem com que não considerem a estrada como um ambiente a ser evitado. Além disso pela espécie, essas características tendem a dificultar sua visualização na estrada, contribuindo para seu alto índice de atropelamento (CARVALHO, 2015).

Segundo Deffaci *et al.* (2016), rodovias que cortam áreas mais degradadas parecem gerar impactos maiores nos animais com hábitos generalistas, por possuírem maior capacidade para ocupar áreas antrópicas e, provavelmente, por ficarem mais expostos ao se deslocarem em busca de alimento. No entanto, as rodovias que passam por áreas mais preservadas tendem a gerar impactos sobre espécies mais exigentes em relação ao uso do habitat, tendo áreas de vida mais restritas e possivelmente populações menores.

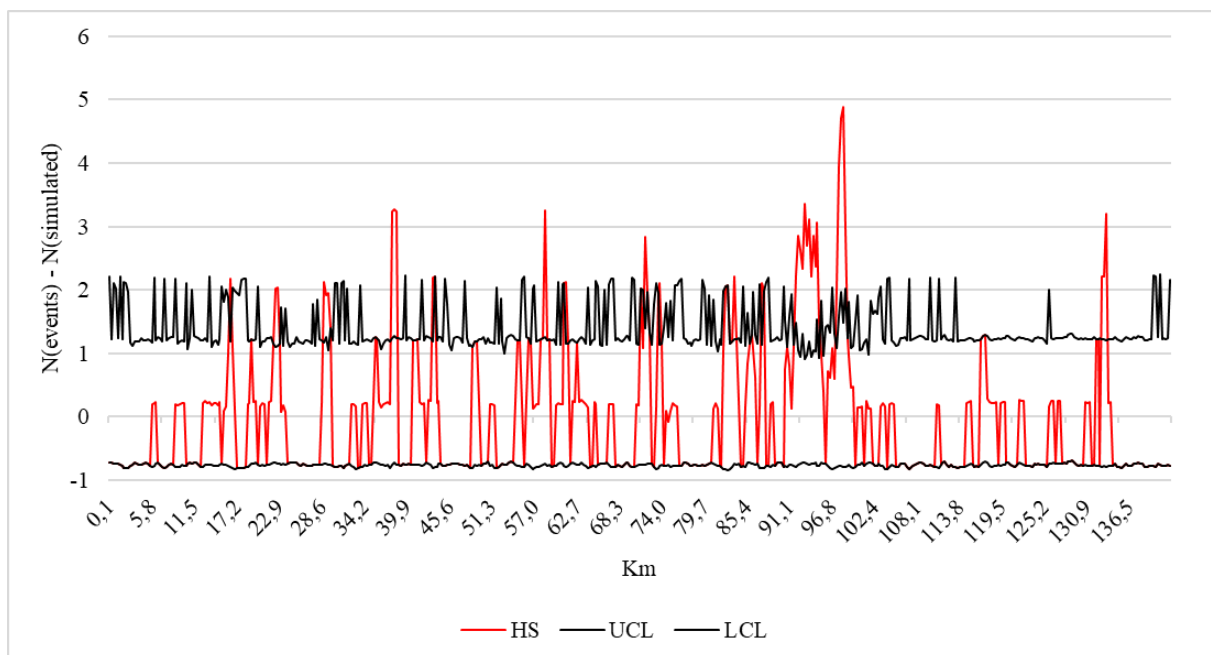
Segundo Bueno, Freitas e Coutinho (2009), ainda que interfiram, os padrões de fragmentação não são suficientes para explicar a distribuição de atropelamentos, sendo essencial associar essas observações nas análises com outras características da paisagem, em

especial a distribuição da rede hidrográfica, visto que a água representa recurso essencial para a fauna.

As aves e os répteis foram analisados de uma forma geral, devido ao baixo número de registros anuais. Ambos apresentaram agregações de acordo com os resultados K de Ripley a partir de 100 metros.

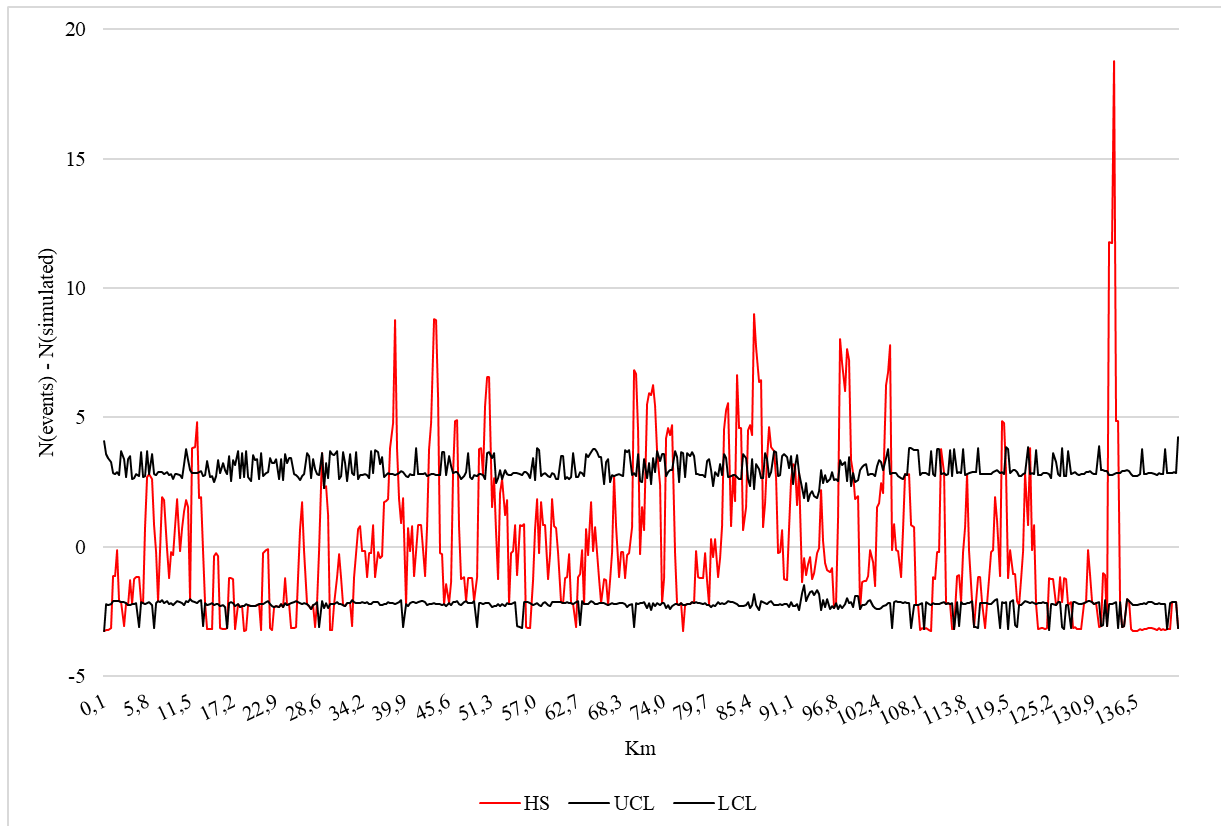
Os *hotspots* mais altos para a classe dos répteis estão no trecho que corta a UC, entre os km 92 ao 99 (Figura 16). Este fato pode ser explicado devido ao trecho ser bastante preservado. O trecho da Serra possui pista de largura menor, área mais úmida, temperaturas mais baixas. Por serem animais ectotérmicos, muitas vezes podem buscar a rodovia para regular sua temperatura. Por muitos deles possuírem locomoção mais lenta, facilitam os atropelamentos ao cruzarem a pista.

Figura 16 – Análise de *Hotspot* do grupo dos Répteis no período de 2012 a 2021. A linha vermelha é a função  $N(\text{events}) - N(\text{simulated})$  e as linhas pretas, são os limites de confiança superior e inferior.



Para as aves no geral, os pontos de *hotspots* apresentaram-se bastante espalhados ao longo da rodovia. O km 85 e 86, km 43 e km 70 foram os maiores pontos de *hotspots* (Figura 15). O km 133 é onde fica localizada a praça de pedágio, portando muitos animais são entregues no local pelos moradores do entorno. Por esse motivo, esse km não foi considerado como um possível *hotspot*.

Figura 17 – Análise de *Hotspot* o grupo de Aves no período de 2012 a 2021. Parâmetros utilizados no Siriema com raio de 400 m, com 1000 simulações, 500 divisões e 95% de confiança.



Foi feita uma comparação para verificar se a localização dos *hotspots* de atropelamentos foi semelhante entre as diferentes espécies de mamíferos. No trecho Planalto os quilômetros 58+900 e 59+200 foram compartilhados por *Coendou villosus* e *Dasyopus novemcinctus*. Os km 62, 63 e 64 por *Hydrochoerus hydrochaeris* e *Dasyopus novemcinctus*. Nos km 83 e 84 por *Coendou villosus* e *Dasyopus novemcinctus*.

No trecho Serra, *Bradypus variegatus* e *Sylvilagus tapetillus* compartilharam os km 90+700 e km 91. Os quilômetros 91, 98, 100, 102 e 103 foram compartilhados entre as espécies *Bradypus variegatus* e *Coendou villosus*. O grupo dos primatas também estão presentes em alguns desses quilômetros 99+500, 102+100, 102+700. Como já dito, essas espécies possuem hábitos arborícolas e/ou semi-arborícolas, o que pode explicar a partilha dos pontos de *hotspots* nestas áreas.

Como alega Secco (2020), o uso de *hotspots* para orientar projetos de mitigação também requer um mínimo conhecimento sobre a biologia das espécies mais impactadas por atropelamentos na rodovia, além da definição clara de quais são as espécies-alvo dessas medidas. Apesar de o presente estudo não possuir espécies-alvo, foi possível detectar em quais

locais os atropelamentos mais acontecem. Seja como for, é preciso que estratégias de mitigação sejam implantadas, mas que sejam muito bem planejadas, pois conforme constatado no estudo de Bager e Fontoura (2013), um planejamento equivocado faz com que elas sejam ineficazes para a proteção da vida silvestre. Problemas de *design*, como o de cercas que não direcionam a fauna para as passagens subterrâneas, distâncias curtas entre a água e as cercas, passagens subterrâneas localizadas de forma inadequada ou de tamanho inadequado, não só podem aumentar a fragmentação como gerar efeitos negativos para várias espécies.

### **5.6. Sugestões de medidas de mitigação**

Há vários estudos que apresentam os resultados da instalação dessas passagens, como o de Alves *et al.* (2021b), que realizaram o monitoramento do uso das passagens inferiores de fauna da Estrada Parque Serra da Macaca (SP-139), que atravessa o Parque Estadual Carlos Botelho. Essas passagens foram representadas por pontes e galerias hidráulicas, detectando seu uso por 16 espécies de tetrápodes, não havendo diferença significativa entre as passagens com margens secas e alagadas. No entanto, passagens alagadas costumam ser ambientes mais favoráveis para espécies com maior afinidade por áreas úmidas. Por isso, destaca-se a necessidade de implantação de passarelas secas dentro de passagens alagadas, para que todo tipo de animal se sinta confortável e seguro para utilizá-las.

Ainda segundo os mesmos autores, existem outras opções que podem ser pensadas para servirem como travessias de vida selvagem, sendo classificados como: passagens inferiores (bueiros, túneis lineares) e viadutos (pontes verdes e pontes de dossel). Além disso, especialmente no caso das passagens inferiores, é importante a construção de cercas para direcionar as espécies de vertebrados para essas travessias, fazendo com que evitem atravessar as rodovias (ALVES *et al.*, 2021b). Especificamente para animais arborícolas e aves, a colocação de pontes aéreas é fundamental. Outras opções importantes são a sinalização viária e instalação de lombadas em áreas de *hotspots* de atropelamentos ou de travessia frequente de animais (CHAVES *et al.*, 2022).

Em outro estudo, Figueira (2020) realizou um levantamento com caracterização dos tipos de passagens de fauna existentes e medidas mitigadoras, destacando sua importância para a conservação da biodiversidade. Foi elaborado um quadro com essas medidas (Quadro 1):



Quadro 1 – Medidas mitigadoras para impactos diretos de rodovias sobre a fauna.

Tipo		Medida Mitigadora		Grupo Biológico			
				I	H	A	M
Intervenções estruturais		1	Passagens inferiores	■	■	■	■
		2	Passagens inferiores grandes	■	■	■	■
		3	Passagens inferiores multiuso	■	■	■	■
		4	Túneis para anfíbios e répteis	■	■	■	■
		5	<i>Ecodutos ou ponde de ecossistema</i>	■	■	■	■
		6	Passagens superiores	■	■	■	■
		7	Passagens superiores multiuso	■	■	■	■
		8	Passagens no estrato arbóreo	■	■	■	■
		9	Túneis rodoviários	■	■	■	■
		10	Viadutos e elevadas	■	■	■	■
		11	Pontes e pontilhões	■	■	■	■
		12	Bueiros modificados	■	■	■	■
		13	<i>Barreiras antirruído</i>	■	■	■	■
		14	Ampliação do canteiro central	■	■	■	■
Manejo	Usuários	1	Campanhas educativas	■	■	■	■
		2	Sinalização viária	■	■	■	■
		3	Limitação da velocidade	■	■	■	■
		4	<i>Redução do volume do tráfego</i>	■	■	■	■
Biológico		5	<i>Interdição temporária</i>	■	■	■	■
		6	<i>Sistemas de detecção de fauna</i>	■	■	■	■
		7	<i>Alerta e afugentamento</i>	■	■	■	■
		8	<i>Balizas</i>	■	■	■	■
		9	<i>Alimentação</i>	■	■	■	■
		10	Remoção de carcaças	■	■	■	■
		11	Modificação do hábitat	■	■	■	■
		12	Cercas e barreiras	■	■	■	■
		13	<i>Redução populacional</i>	■	■	■	■

**Legenda:**

■ Recomendada    
■ Eventualmente adequada    
■ Eficácia indeterminada  
■ Inadequada    
Sem uso conhecido no Brasil

*I = Ictiofauna, H= herpetofauna, A = avifauna, M = mastofauna.*

Fonte: Figueira (2020), adaptado de Lauxen (2012).

Figueira (2020) concluiu que essas passagens de fauna são medidas indispensáveis para manter a conectividade dos habitats das espécies e para conservar a biodiversidade, além de também garantir a segurança do usuário das rodovias.

Em outro estudo, Gomes *et al.* (2019) apresentam informações sobre medidas de mitigação de atropelamentos de fauna em concessões de rodovias federais brasileiras. Os autores registraram 461 medidas mitigadoras (sinais de trânsito, redutores de velocidade e cercas) e mais 627 dispositivos que podem ser utilizados como passagens subterrâneas de fauna (galerias de drenagem, vãos de pontes e vãos de viadutos), dos quais 334 estão próximos a áreas legalmente protegidas. Em muitos casos, pode-se realizar a adaptação de dispositivos de engenharia, como ductos de drenagem e vãos de pontes e viadutos, que podem e devem ser adaptados para funcionar como estruturas de travessia de fauna.

As passagens subterrâneas são dispositivos de engenharia que permitem a passagem de animais sob a rodovia, cujo dimensionamento está diretamente associado ao grupo de espécies a serem favorecidas por elas, podendo variar entre espécies de pequeno porte, como anfíbios e pequenos mamíferos até espécies de médio e grande porte, como veados e grandes felinos. Essas dimensões podem variar entre 0,30 e 7,00 metros de largura e 0,30 a 4,00 metros de altura. No entanto, novamente reforça-se a importância de estarem associadas a cercas, pois são elas que conduzem os animais aos pontos de passagem (CLEVENGER; HUIJSE, 2011; FONSECA, 2014; GOMES *et al.*, 2019).

Já os viadutos são estruturas que permitem a travessia de animais sobre as rodovias, podendo ser configurados como travessias de dossel, que são projetadas para atender as espécies arbóreas e semiarbóreas. Também são chamados de pontes verdes, por estarem associadas a ambientes florestais, tendo o objetivo de conectar as copas das árvores em lados opostos das rodovias. Estas estruturas podem ser constituídas com vários tipos de materiais, como por cordas entrelaçadas com estruturas de madeira ou mesmo metálicas, ligadas às copas das árvores também por cordas. No entanto, essas passarelas de fauna são medidas de mitigação de maior custo e complexidade (CLEVENGER; HUIJSE, 2011; GOMES *et al.*, 2019).

Como visto, há uma série de medidas de mitigação que podem ser sugeridas para reduzir os atropelamentos nas estradas. Para decidir sobre quais devem ser propostas, primeiramente é preciso determinar para qual(is) o(s) tipo(s) de animal(is) elas serão desenvolvidas. No caso desse estudo, não foram estabelecidas espécies-alvo, portanto, deve-se pensar em nível de multiespécies, como através da construção de passagens subterrâneas de fauna, visando atender ao maior número possível de indivíduos terrestres. Segundo Alves *et al.* (2021b) e Mitchell *et*

al. (2022), as passagens de fauna são fundamentais, não apenas para reduzir os atropelamentos, mas para restabelecer a conectividade entre de habitats.

Como apontado no presente estudo, os km 97, km 98 e km 102 foram pontos críticos para algumas espécies de hábitos arborícolas e/ou semi-arborícolas como preguiça, ouriços e macacos. É importante se pensar na implantação de passagens aéreas nesses trechos. Vale ressaltar que na área do km 102 e 103 já existem estruturas metálicas que vêm sendo utilizadas como passagem aérea pelos saguis (relato visual pessoal), e o mesmo ocorre no km 89 que possui um pórtico com painel informático, no qual foi constatada a travessia de pequenos roedores e cuícas (registros por câmera trap/dados não publicados). Porém, sempre que ocorre a poda das árvores nas margens da pista, a conexão com essas estruturas metálicas se perde (Figura 18).

Figura 18 – Estruturas metálicas utilizadas pela fauna arborícola e semiarborícola para travessia da rodovia.



Como aponta a literatura, o reaproveitamento e a adaptação de dispositivos já existentes devem ser estimulados (GOMES *et al.*, 2019), pois além de serem eficazes como estruturas de travessia de fauna, representam uma alternativa econômica de mitigação. Nesse caso citado, deve-se analisar uma forma de evitar a poda das árvores no local, ou realizá-la de maneira que não seja perdida a conexão com as ditas estruturas, além de reaproveitá-las, adaptando uma melhoria em sua parte superior, para a travessia desses animais, tornando-as mais seguras. Dessa forma, evita-se maiores gastos com a criação de novas estruturas, favorecendo o custo-benefício da implantação de mais medidas de mitigação de atropelamentos da fauna.

Outra opção interessante apontada pela literatura são os ductos de drenagem, já existindo pontos nos trechos analisados em que são utilizados como travessia pela fauna, mas poderiam ser reformados, contendo área seca e úmida e com aumento de tamanho (visto que a

maioria possui cerca de 1m de diâmetro). Esse aumento atenderia às necessidades dos animais de maior porte, bem como a adaptação com a colocação de uma área seca na passagem favoreceria a travessia de animais que preferem utilizar caminhos secos, como dito por Alves *et al.* (2021b).

Ainda em relação a essas passagens, outra característica fundamental é que haja a colocação e a manutenção de cercas para direcionar a fauna para essas travessias, conforme recomendado por Clevenger e Huijse (2011), Gomes *et al.* (2019) e Alves *et al.* (2021b). No caso desse estudo, a maioria das passagens possui cerca, porém algumas ainda não. Além disso, as que existem precisam de manutenção e monitoramento contra roubos e buracos.

O trecho Planalto, por exemplo, necessita de atenção, pois foi o trecho com maior número de atropelamentos para os mamíferos de médio a grande porte. Os km 55 ao 64 foram pontos críticos para as capivaras, havendo um rio próximo o que favorece sua presença. Apesar de já existir telamento em parte desses pontos (km 62 e km 63), foi possível constatar que a baixa qualidade das telas, que são rasgadas pelas próprias capivaras (Figura 19), e o frequente roubo das mesmas pelos lindeiros, atrapalharam a eficiência desta medida de mitigação. O mesmo acontece no trecho Planície, no km 128, no qual também já existe um ducto de drenagem utilizado pela fauna.

Figura 19 – Capivaras passando por buracos que elas mesmas fizeram, no telamento.



Para esse caso em específico, sugere-se que, além de reformarem as passagens subterrâneas, aumentando o dimensionamento de algumas e instituindo uma área de passagem seca, também sejam revistas essas cercas, melhorando sua qualidade, manutenção e monitoramento.

Fonseca (2014) reforça a importância do monitoramento periódico das passagens de fauna, não apenas para avaliar a sua efetividade e documentar as espécies que fazem uso da mesma, mas também para avaliar a necessidade de limpeza e manutenção dessas passagens.

Apesar de poucos registros de indivíduos como os felinos, lobo-guará entre outros, esse estudo sugere que mais passagens subterrâneas juntamente com o telamento direcional devem ser implementadas, sejam em pontos considerados críticos ou também em áreas com boa conectividade de fragmentos.

Sugere-se, ainda, o uso de radares e redutores de velocidade, principalmente nos *hotspots* identificados nesse estudo, conforme apontado por Gomes et al. (2019) e Sombra Junior (2019), pois, associados às passagens de fauna, auxiliam bastante na mitigação dos atropelamentos dos animais.

## 6 CONCLUSÃO

Rodovias são necessárias para o desenvolvimento do país, porém, necessitam de estudos prévios sobre os impactos ecológicos de suas construções. Estes estudos, se feitos de forma coerente e com ferramentas que possam auxiliar a tomada de decisão, tornam possível minimizar os danos à biodiversidade.

Foi possível analisar em detalhes como funciona a dinâmica dos atropelamentos na rodovia BR 116/RJ, principais impactos e a necessidade de adotar medidas de mitigação eficazes. No período de 10 anos de dados analisados nesse estudo, foram identificados 2.108 indivíduos atropelados nos trechos da BR 116/RJ, com uma riqueza de 134 espécies, que é compatível com dados de espécies da região e outros estudos.

Entre as espécies registradas, estão ameaçadas de extinção as seguintes: *Alouatta guariba clamitans*, *Callithrix aurita*, *Chrysocyon brachyurus*, *Leopardus gutullus*, *Leopardus wiedii*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Sylvilagus tapetillus* e *Amadonastur lacernulatus*, contudo a grande maioria com poucos registros. Não foram constatados atropelamentos de outras espécies de grande importância para a região, como a Onça-parda (*Puma concolor*) e o Muriqui (*Brachyteles arachnoides*).

A identificação dos *hotspots* de atropelamentos da fauna nos trechos da BR 116/RJ analisados, em especial na área de influência do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, revelou locais críticos nos quais ações de mitigação imediatas se fazem necessárias, principalmente a implementação de passagens aéreas para as espécies que possuem hábitos arborícolas. Além disso, em outros trechos da rodovia devem ser implementadas passagens subterrâneas, principalmente no trecho Planalto, visando atender espécies como Lobo-guará e os felinos.

Cabe informar que a falta de periodicidade das vistorias sistemáticas em toda a extensão da rodovia prejudicou a obtenção de uma análise mais robusta dos dados. Essa foi uma grande limitação deste trabalho. O conhecimento da riqueza de espécies e pontos críticos de atropelamentos para a BR 116/RJ como um todo, só foi possível com o complemento dos dados ocasionais coletados pelos inspetores de tráfego, que foi de grande importância.

Esse estudo supunha que a área da UC seria a mais afetada ao nível de riqueza e abundância de espécies. Apesar do longo esforço amostral na área, não foi encontrada uma alta diversidade de espécies afetadas por atropelamento para o trecho. Um exemplo é o grupo dos mamíferos, pois, das 100 espécies listadas para a região, 13% foram efetivamente afetadas por atropelamentos. Acredita-se que os ductos de drenagem existentes no trecho da Serra podem



estar contribuindo para o grupo dos mamíferos terrestres, ao serem utilizados como passagens de fauna. Mesmo não sendo adequadas muitas espécies podem estar fazendo uso.

Uma das principais conclusões desta pesquisa é a importância de adaptar as infraestruturas já existentes para garantir a segurança na travessia dos animais, visto que já foi comprovado o uso por várias espécies. A proposta de implementação de novas passagens subterrâneas, e passagens aéreas que permitam a travessia segura sobre a rodovia, para animais de hábitos arborícolas, mostra-se promissora e alinhada com experiências bem-sucedidas em outros locais.

Essas soluções estruturais, embora demandem investimentos e planejamento cuidadoso, têm o potencial de reduzir significativamente o número de atropelamentos e preservar a biodiversidade local. Além disso, essas medidas podem contribuir para a conectividade entre áreas naturais fragmentadas pela presença da rodovia, promovendo a circulação genética das espécies e fortalecendo a resiliência dos ecossistemas.

Contudo, é importante ressaltar que a implantação dessas medidas deve ser acompanhada de uma abordagem multidisciplinar, envolvendo o trabalho conjunto de especialistas em engenharia de tráfego, biólogos, gestores ambientais e órgãos governamentais responsáveis pelas rodovias. Somente através dessa colaboração será possível desenvolver soluções personalizadas para cada *hotspot* identificado, considerando as características específicas da fauna local e garantindo a eficácia das ações implementadas.

Adicionalmente, é fundamental realizar monitoramentos regulares para avaliar a efetividade das medidas adotadas e realizar ajustes quando necessário, como a reposição de telas furadas ou roubadas. Nesse sentido, a conscientização da população sobre a importância da preservação da fauna e a necessidade de respeitar as regras de trânsito também desempenha um papel crucial na redução dos atropelamentos.

De qualquer forma, é importante reconhecer que as medidas de mitigação já existentes no entorno da UC estão ajudando a mitigar os atropelamentos nessa área, tendo em vista a baixa taxa de espécimes atropelados encontrada por esse estudo nessa região. Isso provavelmente está reduzindo o impacto na diversidade faunística da região. Mas a instauração de novas medidas, como as aqui sugeridas, e a melhoria das existentes irão contribuir ainda mais na mitigação desses acidentes.

Em suma, este estudo ressalta a urgência de agir para mitigar os impactos do atropelamento de fauna em rodovias, destacando a importância de identificar os *hotspots* e implementar medidas adequadas, como passagens subterrâneas com telamento e travessias aéreas, associadas a colocação de radares e redutores de velocidade. Somente através de

esforços conjuntos e contínuos será possível preservar a biodiversidade, garantir a segurança viária e promover a harmonia entre o desenvolvimento humano e a conservação ambiental.



## REFERÊNCIAS

- ABRA, F.D. *et al.* How reliable are your data? Verifying species identification of road-killed mammals recorded by road maintenance personnel in São Paulo State, Brazil. **Biological Conservation**, v.225, p.42-52, 2018.
- ABRA, F.D. *et al.* Use of unfenced highway underpasses by lowland tapirs and other medium and large mammals in central-western Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v.18, n.4, p.247-256, 2020.
- ABRA, F.D. *et al.* An estimate of wild mammal roadkill in São Paulo state, Brazil. **Heliyon**, v.7, e06015, p.1-12, 2021.
- ABREU JR, E.F. *et al.* **Lista de Mamíferos do Brasil (2022-1)**. Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz), 2022. Disponível em: <<https://www.sbmz.org/mamiferos-do-brasil>>. Acesso em 19 mar. 2023.
- AGUIAR, A.P. *et al.* Os Corredores Central e da Serra do Mar na Mata Atlântica brasileira. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. (Eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Belo Horizonte: S.O.S. Mata Atlântica e Conservação Internacional, 2005. p.119-132.
- ALVES, F.A. *et al.* Overview of roadkills in the Serra da Macaca Park Road (SP-139), state of São Paulo, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v.111, e2021030, p.1-7, 2021a.
- ALVES, F.A. *et al.* Use of road underpasses by terrestrial tetrapods inside a protected area in the southeastern part of the State of São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, v.21, n.4, e20211224, 2021b.
- ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Relatório de Estudos Ambientais**. Tomo II – Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: Rodovia Rio-Valadares, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/concessionarias/lista-de-concessoes/ecoriominas/documentos-de-gestao/processo-de-licitacao/br-116-465-493-rj-mg/arquivos-para-download>> Acesso em: 20 mar. 2021.
- ASCENSÃO, F. *et al.* Disentangle the Causes of the Road Barrier Effect in Small Mammals through Genetic Patterns. **PLoS ONE**, v.11, n.3, e0151500, 2016.
- ASCENSÃO, F. *et al.* Spatial patterns of road mortality of medium–large mammals in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Wildlife Research**, v.44, n.2, p.135-146, 2017.
- ASCENSÃO, F. *et al.* Preventing wildlife roadkill can offset mitigation investments in short-medium term. **Biological Conservation**, v.254, 108902, 2021.
- ASCENSÃO, F. *et al.* Forecasting seasonal peaks in roadkill patterns for improving road management. **Journal of Environmental Management**, v.321, 115903, p.1-7, 2022.
- BAGER, A. **Infraestrutura viária e biodiversidade: métodos e diagnósticos**. Lavras: Editora UFLA, 2018. 261 p.

- BAGER, A. Mais de 2 milhões de animais morrem atropelados em rodovias todo ano. **CBEE**, 2019. Disponível em: <[https://ecoestradas.com.br/expedicao\\_urubu/](https://ecoestradas.com.br/expedicao_urubu/)>. Acesso em: 25 maio 2021.
- BAGER, A.; BORGHI, C.E.; SECCO, H. The influence of economics, politics and environment on road ecology in South América. In: VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. **Handbook of road ecology**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015. p.407-413.
- BAGER, A.; FONTOURA, V. Ecologia de Estradas no Brasil - Contexto histórico e perspectivas futuras. In: BAGER, A. (Ed.). **Ecologia de Estradas: tendências e pesquisas**. Lavras: Edição do autor, 2012.
- BAGER, A.; FONTOURA, V. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. **Ecological Engineering**, v.53, p.31-38, 2013.
- BAGER, A.; GRILO, C. Road ecology. **Oecologia Australis**, v.17, n.1, p.4-5, 2013.
- BAGER, A.; ROSA, C.A. Impacto da rodovia BR-392 sobre comunidades de aves no extremo sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.20, n.1, p.30-39, 2012.
- BAGER, A. *et al.* Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversidade Brasileira**, v.6, n.1, p.75-86, 2016.
- BALDISSERA, R. *et al.* Landscape mosaic of Araucaria forest and forest monocultures influencing understorey spider assemblages in southern Brazil. **Austral Ecology**, v.33, p.45-54, 2008.
- BANSAL, U. A study of reptile road mortalities on an inter-state highway in the Western Ghats, India and suggestion of suitable mitigation measures. **Captive & Field Herpetology**, v.4, n.1, p.1-16, 2020.
- BARBOSA, P. *et al.* Simulating the consequences of roads for wildlife population dynamics. **Landscape and Urban Planning**, v.193, 103672., 2020.
- BARROS, T.O. *et al.* Monitoramento da fauna silvestre atropelada na BR - 101/RN/PB/PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE, 4., 2016, João Pessoa, PB. **Anais [...]**. João Pessoa: Congestas, 2016. p.178-189.
- BARROS FILHO, J.D. Répteis do Parque Nacional da Serra dos Órgãos: novos registros, comentários e perspectivas. **Revista Espaço e Geografia**, v.11, n.1, p.73-86, 2008.
- BATISTA, G.; RASCON, N.; ROSA, C. Vertebrados atropelados na BR-163, entorno da Floresta Nacional do Tapajós, Pará: influência dos padrões espaciais e climáticos **Biodiversidade Brasileira**, v.12, n.1, p.200-219, 2022.
- BENÍTEZ-LÓPEZ, A.; ALKEMADE, R.; VERWEIJ, P.A. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis **Biological Conservation**, v.143, p.1307-1316, 2010.
- BOFFY, A.C.M.; PINHEIRO, S.D.; BERGALLO, H.G. Bicho Preguiça (*Bradypus variegatus*) do Parque Natural da Prainha, Rio de Janeiro, RJ. In: PONTES, J.A.L. (Org.).

**Biodiversidade Carioca - Segredos Revelados.** Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2015. p.418-431.

BRAZ, V.S.; FRANÇA, F.G.R. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. **Biota Neotropica**, v.16, n.1, e0182, 2016.

BRONDIZIO, E.S. *et al.* (Eds.). **Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.** Bonn, Germany: IPBES Secretariat, 2019.

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

BUENO, C.; FREITAS, L.; COUTINHO, B. Padrões de fragmentação florestal e suas relações com os atropelamentos de fauna silvestre: o caso da BR-040. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE PAS PARA A PAZ, 4., 2009, Rio de Janeiro, RJ. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SIMA, 2009. p.526-530.

BUENO, C. *et al.* A 10-year collection of roadkilled avifauna in a stretch of the BR-040 highway in southeastern Brazil. **Neotropical Biodiversity**, v.9, n.1, p.38-44, 2023.

CÁCERES, N.C.; CASELLA, J.; GOULART, C.S. Variação espacial e sazonal de atropelamentos e mamíferos no bioma Cerrado, rodovia BR 262, Sudoeste do Brasil. **Mastozoologia Neotropical**, v.19, n.1, p.21-33, 2012.

CARVALHO, A.S. **Compreender para conservar:** um estudo sobre os atropelamentos de fauna na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. 2015, 171f. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, 2015.

CARVALHO, C.F. **Atropelamento de vertebrados, hotspots de atropelamentos e parâmetros associados, BR-050, trecho Uberlândia-Uberaba.** 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

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

CASTRO, E.P. **Modelagem de áreas críticas de atropelamento de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) no Brasil.** 2022. 52f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias e Inovações Ambientais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2022.

CAVALLET, I.C.R. *et al.* Padrões de atropelamentos de vertebrados na região sul da Mata Atlântica, litoral do Paraná–Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v.83, e263311, 2023.

CAVARZERE, V.; SILVEIRA, L.F. Bird species diversity in the Atlantic Forest of Brazil is not explained by the Mid-domain Effect. **Zoologia**, v.29, n.4, p.285-292, 2012.

CBEE – Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. **Portal do CBEE.** Disponível em: <<http://cbee.ufla.br>>. Acesso em: 10 dez. 2020.

CHAVES, Ó.M. *et al.* Wildlife is imperiled in peri-urban landscapes: threats to arboreal mammals. **The Science of the Total Environment**, v.821, 152883, p.1-11, 2022.

CLEVINGER, A.P. Conservation value of wildlife crossings: Measures of performance and research directions. **Gaia**, v.14, n.2, p.124-129, 2005.

CLEVINGER, A.P.; HUIJSER, M.P. **Wildlife crossing structure handbook**. Design and evaluation in North America. Washington: Federal Highway Administration Planning, Environment and Reality, 2011.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Página de apresentação**. 2023. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/saiba-quais-sao-melhores-ligacoes-rodoviaras-brasil>> Acesso em: 19 mar. 2023.

COELHO, A.V.P. *et al.* **SIRIEMA**: road mortality software. Manual do Usuário V. 2.0. Porto Alegre: NERF, UFRGS, 2014.

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

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

CONSERVATION INTERNATIONAL. **Biodiversity Hotspot**. Disponível em <<https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots>>. Acessado em: 19 mar. 2023.

COSTA, H.C.; GUEDES, T.B.; BÉRNILS, R.S. Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. **Herpetologia Brasileira**, v.10, n.3, p.110-279, 2022.

CRONEMBERGER, C. *et al.* Mamíferos do Parque Nacional da Serra dos Órgãos: atualização da lista de espécies e implicações para a conservação. **Oecologia Australis**, v.23, n.2, p.191-214, 2019.

CRT – CONCESSIONÁRIA RIO TERESÓPOLIS. **Relatório anual**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <[parnaso@icmbio.gov.br](mailto:parnaso@icmbio.gov.br)>. em: 10 jan. 2020.

CRT – CONCESSIONÁRIA RIO TERESÓPOLIS. **Projeto Fauna Viva**. Disponível em: <[https://www.crt.com.br/conteudo\\_view.asp?id=9977&secao=fauna+viva&idpai=75](https://www.crt.com.br/conteudo_view.asp?id=9977&secao=fauna+viva&idpai=75)>. Acesso em: 18 maio 2021.

CUNHA, G.G.; HARTMANN, M.T.; HARTMANN, P.A. Atropelamentos de vertebrados em uma área de Pampa no sul do Brasil. **Ambiência Guarapuava**, v.11, n.2, p.307-320, 2015.

CUSHMAN, S.A; LEWIS, J.S. Movement behavior explains genetic differentiation in american black bears. **Landscape Ecology**, v.25, p.1613-1625, 2010.

DEFFACI, A.C. *et al.* Diversidade de aves, mamíferos e répteis atropelados em região de floresta subtropical no sul do Brasil. **Ciência e Natura**, v.38 n.3, p.1205-1216, 2016.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Dados de tráfego**. Disponível em: <<http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/Pnt>>. Acesso em: 6 out. 2021.

DORNELLES, S.S. **Impactos da duplicação de rodovias: variação da mortalidade de fauna na BR 101 Sul.** 2015. 70f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) -- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

DUARTE, L.G.M. **Dinâmica comportamental e alimentar de um grupo de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*; Linnaeus, 1766) no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.** 2021. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

EBERHARDT, E.; MITCHELL, S.; FAHRIG, L. Road-kill hotspots do not effectively indicate mitigation locations when past roadkill has depressed populations. **The Journal of Wildlife Management**, v.77, p.1353-1359, 2013.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v.34, p.487-515, 2003.

FARIA, H.H.; PIRES, A.S.; ABRA, F.D. Monitoramento dos impactos de rodovia sobre a fauna como componente de gestão de uma área protegida nos domínios da Mata Atlântica brasileira. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.18, n.1, p.1-17, 2022.

FIGUEIRA, L.B.V. **Passagens de fauna como forma de mitigação de atropelamento de fauna em rodovias do Estado de São Paulo.** 2020, 68f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade de Taubaté, Departamento de Gestão e Negócios, Taubaté, 2020.

FONSECA, V.S.C. **Análise dos pontos críticos de atropelamento de animais em rodovias operadas por uma concessionária na região nordeste do Estado de São Paulo e recomendação de medidas mitigadoras.** 2014. 88f. Monografia (MBA em Gestão e Tecnologias Ambientais) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

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

FORMAN, R.T.T. Foreword. In: VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILLO, C. **Handbook of road ecology.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2015. p.xx-xxi.

FORMAN, R.T.T.; ALEXANDER, L.E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.29, n.1, p.207-231, 1998.

FORMAN, R.T.T. *et al.* **Road Ecology.** Science and Solutions. Washington: Island Press, 2003.

FREITAS, C.H. **Atropelamento de vertebrados nas rodovias MG-428 e SP-334 com análise dos fatores condicionantes e valoração econômica da fauna.** 2009. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

FREITAS, L.E. **A Influência dos Padrões de Paisagem no Atropelamento de Fauna: O Caso da BR-040.** RJ. 351 f. 2012. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, 2012.

FREITAS, S.R.; SOUSA, C.O.M.; BUENO, C. Effects of landscape characteristics on roadkill of mammals, birds and reptiles in a highway crossing the Atlantic Forest in southeastern Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGY AND TRANSPORTATION, 2013, Arizona, EUA. **Anais [...]**. Arizona: ICOET, 2013.

GOMES, L.P. *et al.* Fauna run-over mitigation measures on Brazilian federal highway concessions. **Heringeriana**, v.13, n.1, p.10-20, 2019.

GONÇALVES, J.A. *et al.* Mamíferos silvestres resgatados na zona oeste do Rio de Janeiro – RJ. **Novo Enfoque: Caderno de Saúde e Meio Ambiente**, n.21, p.20-27, 2016.

GONZALEZ-SUAREZ, M.; ZANCHETTA FERREIRA, F.; GRILO, C. Spatial and species-level predictions of road mortality risk using trait data. **Global Ecology and Biogeography**, v.27, n.9, p.1093-1105, 2018.

GRILO, C. *et al.* Brazil roadkill: a dataset of wildlife terrestrial vertebrate road-kills. **Ecology**, v.99, n.11, p.2625-2661, 2018.

GUIMARAES, J.F.; SILVA, C.R.; PERIN, M.A.A. Atropelamentos e influência da paisagem na sobrevivência de mamíferos silvestres de médio e grande porte. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.2, p.54-70, 2018.

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

GUNSON, K.; TEIXEIRA, F.Z. Road-wildlife mitigation planning can be improved by identifying the patterns and processes associated with wildlife-vehicle collisions. In: VANDER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. **Handbook of road ecology**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015. p.101-109.

HAMMER, Ø. *et al.* Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, v.4, n.1, p.1-9, 2001.

HARTMANN, P.A.; HARTMANN, M.T.; MARTINS, M. Snake road mortality in a protected area in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v.6, p.35-42, 2011.

HEGEL, C.G.Z.; CONSALTER, G.C.; ZANELLA, N. Mamíferos silvestres atropelados na rodovia RS-135, norte do Estado do Rio Grande do Sul. **Biotemas**, v.25, n.2, p.165-170, 2012.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de manejo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos**. Resumo executivo. Brasília: ICMBio, 2008.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Sumário Executivo do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio, 2016.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio, 2018a.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de redução de impacto de infraestruturas viárias terrestres sobre a biodiversidade – PRIM-IVT**. Brasília: ICMBio/MMA, 2018b.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Atualização da lista oficial das espécies ameaçadas de extinção**. Itajaí: 8 jun., 2022. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/cepsul/destaques-e-eventos/704-atualizacao-da-lista-oficial-das-especies-ameacadas-de-extincao.html>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. **Estudo do Inea confirma conservação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro**. Publicado em: 9 jun. 2020. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/estudo-do-inea-confirma-conservacao-da-mata-atlantica-no-estado-do-rio-de-janeiro/>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

IUCN – International Union for Conservation of Nature. **IUCN Red List, 2022-2**. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

IZECKSON, E. *et al.* **Lista provisória dos anfíbios do Parque Nacional da Serra dos Órgãos**. Relatório de pesquisa. 2005. Processo nº 02001.00716/01-18. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/parnaserradosorgaos/images/stories/Visão\\_geral\\_PARNASO.pdf](https://www.icmbio.gov.br/parnaserradosorgaos/images/stories/Visão_geral_PARNASO.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2023.

JAEGER, J.A.G. Improving environmental impact assessment and road planning at the landscape scale. In: VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. **Handbook of road ecology**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015. p.32-42.

JORDANO, P. *et al.* Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: **Biologia da conservação: essências**. São Paulo: Editorial Rima, 2006. p.411-436.

JUNGER, R.B. *et al.* Animais silvestres atropelados na BR 116 /RJ no trecho de Parque Nacional da Serra dos Órgãos. In: SOSTENIBILIDAD ITM - CONGRESO IBEROMERICANO DE BIODIVERSIDAD E INFRAESTRUCTURA VIARIA, 2., 2021, Medellín, Colombia. **Anais [...]**. Medellín: Institución Universitária, 2021. p.48.

LAUXEN, M.S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão**. 2012, 146f. Monografia (Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LUCERO, L.P.R. **Distribuição Potencial de Tamandua Tetradactyla (Linnaeus, 1758) e o impacto de atropelamentos na região austral da Mata Atlântica**. 2021, 74f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, 2021.

LYRA-JORGE, M.C. *et al.* Influence of multi-scale landscape structure on the occurrence of carnivorous mammals in a human-modified savanna, Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, v.56, p.359-368, 2010.

MACHADO, F.S. *et al.* Roadkill on vertebrates in Brazil: seasonal variation and road type comparison. **North-Western Journal of Zoology**, v.11, n.2, p.247-252, 2015.

- MARSDEN, S.J.; SYMES, C.T. Bird richness and composition along an agricultural gradient in New Guinea: the influence of land use, habitat heterogeneity and proximity to intact forest. **Austral Ecology**, v.33, p.784-793, 2008.
- MCALPINE, C.A. *et al.* Testing alternative models for the conservation of Koalas in fragmented rural–urban landscapes. **Austral Ecology**, v.31, p.529-544, 2006.
- MCCAIN, C.M. Global analysis of bird elevational diversity. **Global Ecology and Biogeography**, v.18, n.3, p.346-360, 2009.
- MCDONOUGH, C.M.; LOUGHRY, W.J. Behavioral ecology of armadillos. In: VIZCAÍNO, S.F.; LOUGHRY, W.J. **The biology of the Xenarthra**. Gainesville: University Press of Florida, 2008. Cap.26, p.282-292.
- MELLO, D.J.M.; MELLO, G.J.M.; MALLETT-RODRIGUES, F. **Aves da Serra dos Órgãos e adjacências: guia de campo**. Rio de Janeiro: Edição dos autores, 2015. 352p.
- MITCHELL, B. *et al.* Mitigating the effect of linear infrastructure on arboreal mammals in dense forest: A canopy bridge trial. **Ecological Management & Restoration**, v.23, n.3, p.228-236, 2022.
- NUNES, N.D. **O sagui-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*) e os saguis invasores no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ, Brasil: distribuição espacial e estratégias de conservação**. 2015, 118 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- ORLANDIN, E. *et al.* Mamíferos de médio e grande porte atropelados no Oeste de Santa Catarina, Brasil. **Biota Amazônia**, v.5, n.4, p.125-130, 2015.
- PACHECO, J.F. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee second edition. **Ornithology Research**, v.29, n.2, p.94-105, 2021.
- PESSANHA, L. A. *et al.* Danger under wheels: mammal roadkills in the threaten lowland Atlantic Forest in southeast Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v.113, e2023007, p.1-8, 2023.
- 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**, v.228, p.148-157, 2018.
- PLANILLO, A. *et al.* Carnivore Abundance Near Motorways Related to Prey and Roadkills. **Journal of Wildlife Management**, v.82, n.2, p.319-327, 2018.
- PRADA, C.S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos**. 2004, 147f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- RAMOS-ABRANTES, M.M. *et al.* Vertebrados silvestres atropelados na rodovia BR-230, Paraíba, Brasil. **PUBVET**, v.12, n.1, p.1-7, 2018.
- REIS, N.R. *et al.* **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006.



RICE, J. *et al.* (eds.). **The regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas**. Bonn, Germany: IPBES Secretariat, 2018.

RODRIGUES, E. Efeitos de borda em paisagens fragmentadas. In: BAGER, A. (Ed.). **Áreas protegidas**. Conservação no âmbito do Cone Sul. Pelotas: Edição do Autor, 2003. Cap.14, p.173-184.

ROSA, C.A.; BAGER A. Seasonality and habitat types affect roadkill of neotropical birds. **Journal of Environmental Management**, v.97, p.1-5, 2012.

SÁ, R.J.A. *et al.* A importância da biodiversidade amazônica. **Multidisciplinary Reviews**, v.2, e2019011, p.1-4, 2019.

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

SANTOS, R.S. *et al.* Fungos micorrízicos arbusculares e serapilheira como indicadores do efeito de borda em fragmento de floresta estacional. **Ciência Florestal**, v.28, n.1, p.324-335, 2018.

SECCO, H.K.C. **Impactos de rodovias na mastofauna: espaço, tempo, estrutura viária, paisagem e genética**. 2020. 112f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Conservação) – Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade NUPEM, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2020.

SECCO, H. *et al.* Identifying Roadkill Hotspots for Mammals in the Brazilian Atlantic Forest using a Functional Group Approach. **Environmental Management**, 10.1007/s00267-023-01844-7, p.1-13, 2023.

SEGALLA, M.V. *et al.* List of Brazilian amphibians. **Herpetologia Brasileira**, v.10, n.1, p.121-216, 2021.

SOMBRA JUNIOR, C.A. Ecologia de estradas: problemáticas e medidas de mitigação. In: CONIDIS, 3., 2019, Campina Grande, PB. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2020. p.182-196.

SOUZA, L.D.C. **Assembleia de aves consumidoras de frutos de sub-bosque em diferentes altitudes em uma área de Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro**. 2014. 72f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

TEIXEIRA, F.Z.; GONÇALVES, L.O. Ecologia de estradas: como aplicar ciência à gestão ambiental. In: LADWIG, N.I.; CAMPOS, J.B. (Orgs.). **Planejamento e gestão territorial: inovação, tecnologia e sustentabilidade**. Criciúma: Unesc, 2020. p.45-67.

TEIXEIRA, F.Z. *et al.* Are road-kill hotspots coincident among different vertebrate groups? **Oecologia Australis**, v.17, n.1, p.36-47, 2013.

TEIXEIRA, F.Z. *et al.* When road-kill hotspots do not indicate the best sites for road-kill mitigation. **Journal of Applied Ecology**, v.54, p.1544-1551, 2017.

TROVATI, R.G.; BRITO, B.A.; DUARTE, J.M.B. Área de uso e utilização de habitat de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous* Linnaeus, 1766) no cerrado da região central do Tocantins, Brasil. **Mastozoología Neotropical**, v.14, n.1, p.61-68, 2007.

UEZU, A.; BEYER, D.D.; METZGER, J.P. Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the Atlantic forest region? **Biodiversity and Conservation**, v.17, p.1907-1922, 2008.

VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. The ecological effects of linear infrastructure and traffic: challenges and opportunities of rapid global growth. In: \_\_\_\_\_. **Handbook of road ecology**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015. p.1-9.

VILELA, D.A.R.; BARRETO, C.; OLIVEIRA, D.M.P. Principais ameaças e medidas de salvaguarda aos animais silvestres. **MPMG Jurídico: Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais**, edição Defesa da Fauna, p.18-25, 2016.

VIVEIROS DE CASTRO, E.B. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos**. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2008.

XAVIER, G.A.A. *et al.* Avaliação do Risco de Extinção de *Bradypus variegatus* Schinz, 1825 no Brasil. In: ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Avaliação do risco de extinção dos xenartros brasileiro**. Série Estado de Conservação da Fauna Brasileira - nº 2. Brasília: ICMBio; 2015. p.35-51.

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. **Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde**, v.18, n.2, p.121-133, 2012.

## APÊNDICE I

Figura 20 – Análise K de Ripley para *Bradypus variegatus* (Preguiça) no período de 2012 a 2021. A função  $L(r)$  é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.

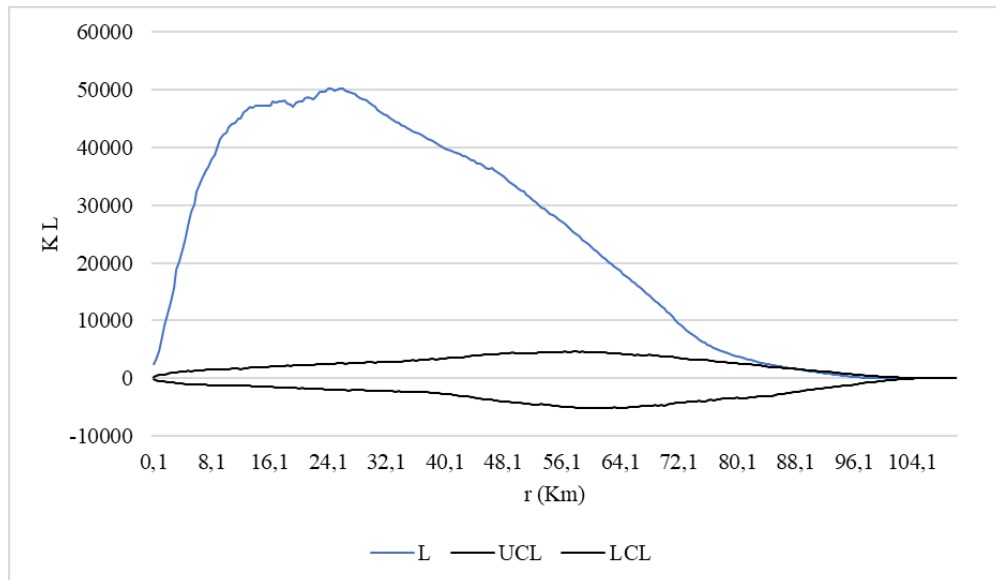


Figura 21 – Análise K de Ripley para *Hydrochoerus Hydrochoeris* (Capivara) no período de 2012 a 2021. A função  $L(r)$  é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.

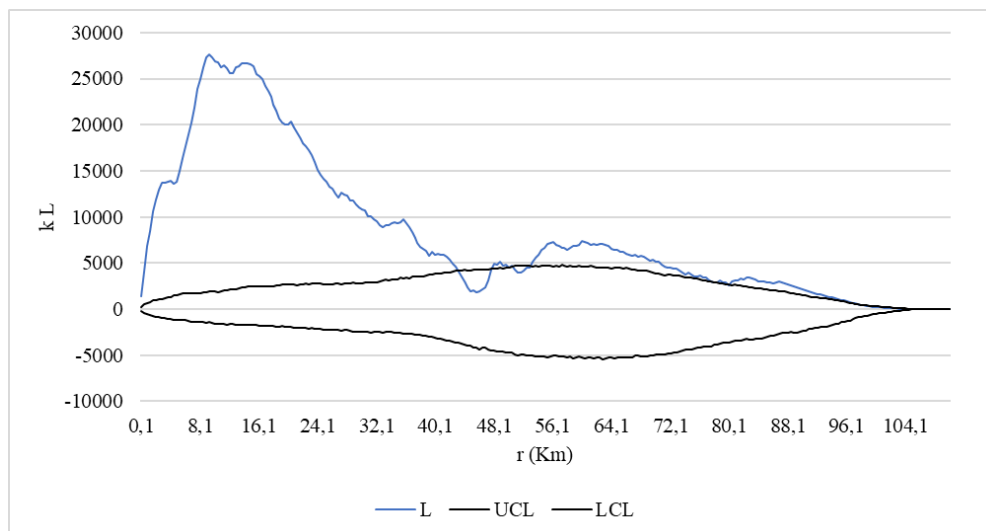


Figura 22 – Análise K de Ripley para primatas no período de 2012 a 2021. A função  $L(r)$  é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.

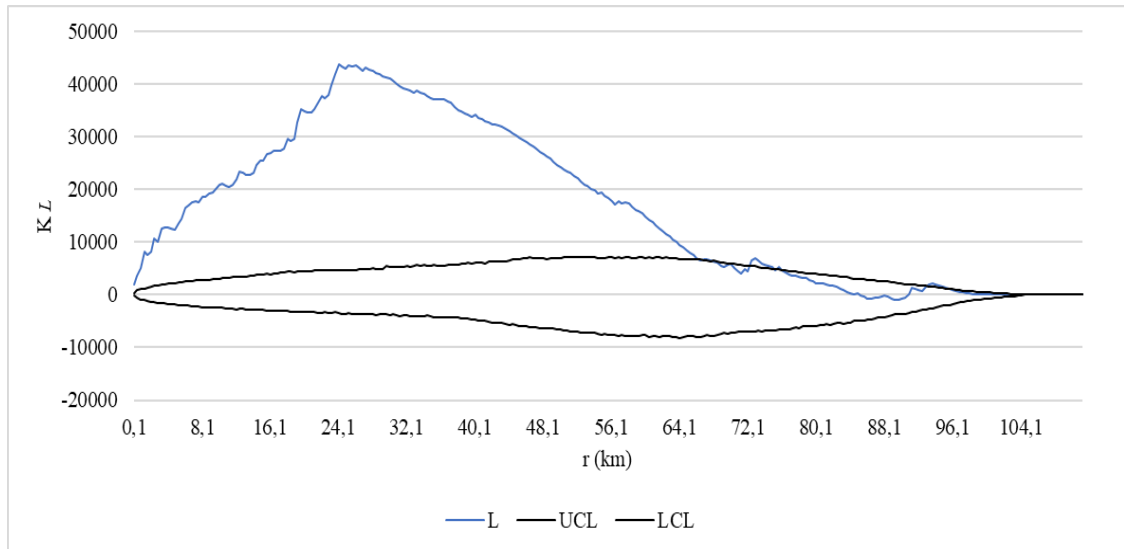


Figura 23 – Análise K de Ripley para *Coendou villosus* (Ouriço-cacheiro) no período de 2012 a 2021. A função  $L(r)$  é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.

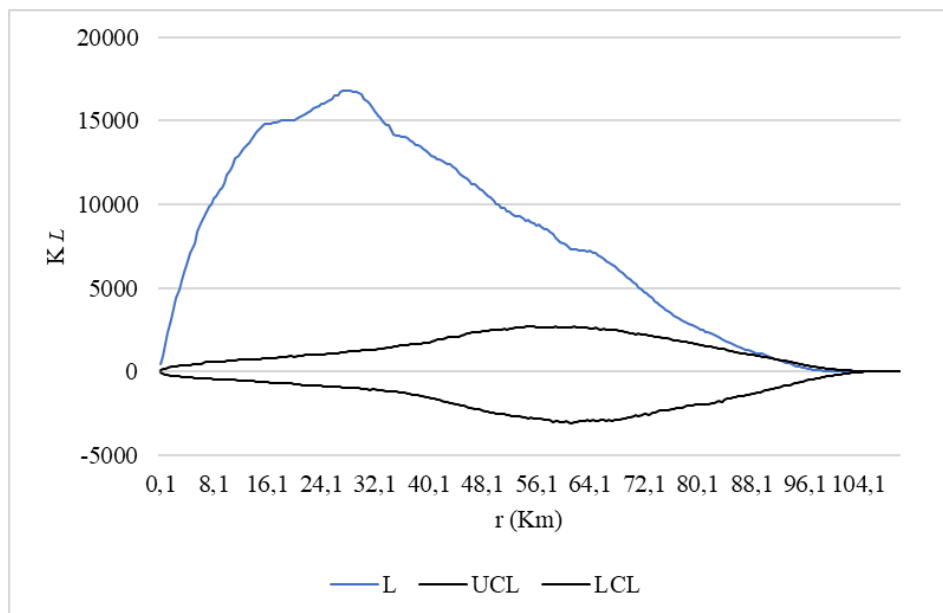


Figura 24 – Análise K de Ripley para *Tamandua tetradactyla* (Tamanduá-mirim) no período de 2012 a 2021. A função  $L(r)$  é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.

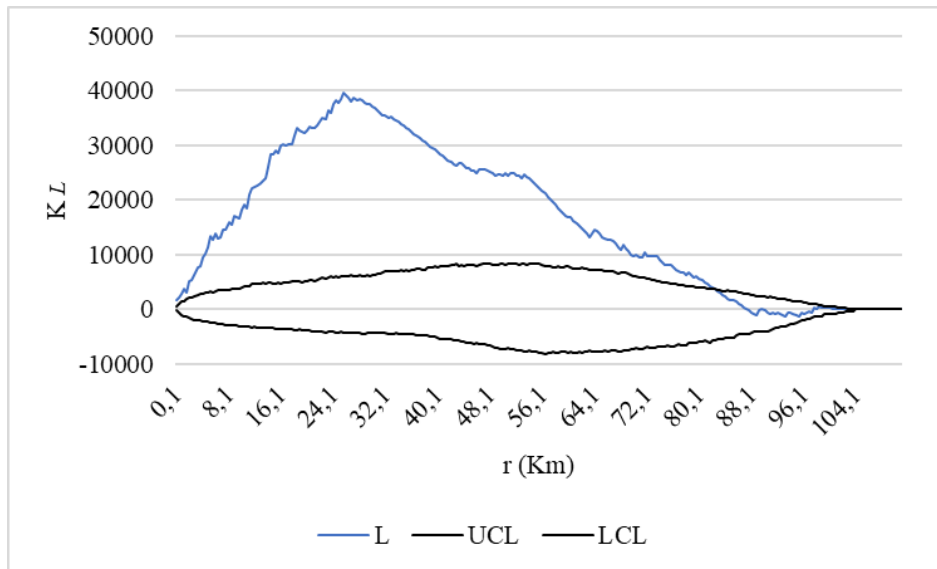


Figura 25 – Análise K de Ripley para *Dasybus novemcinctus* (Tatu-galinha) no período de 2012 a 2021. A função  $L(r)$  é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.

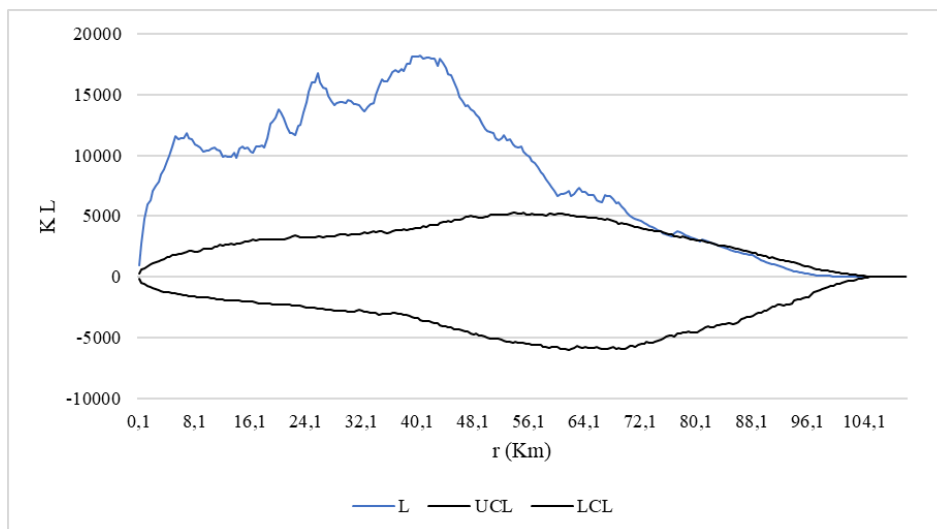


Figura 26 – Análise K de Ripley para *Sylvilagus tapetillus* (Tapiti) no período de 2012 a 2021. A função  $L(r)$  é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.

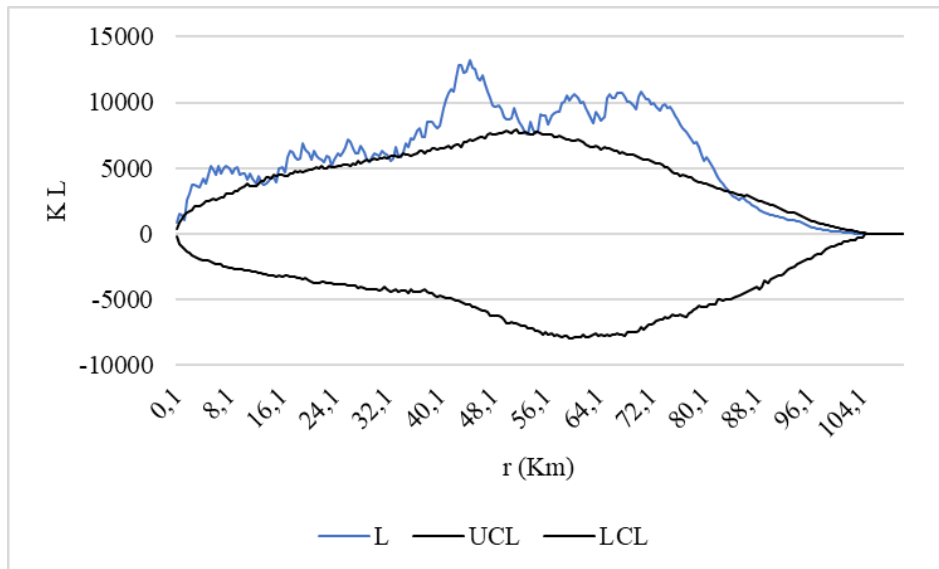


Figura 27 – Análise K de Ripley para o grupo dos Répteis no período de 2012 a 2021. A função  $L(r)$  é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.

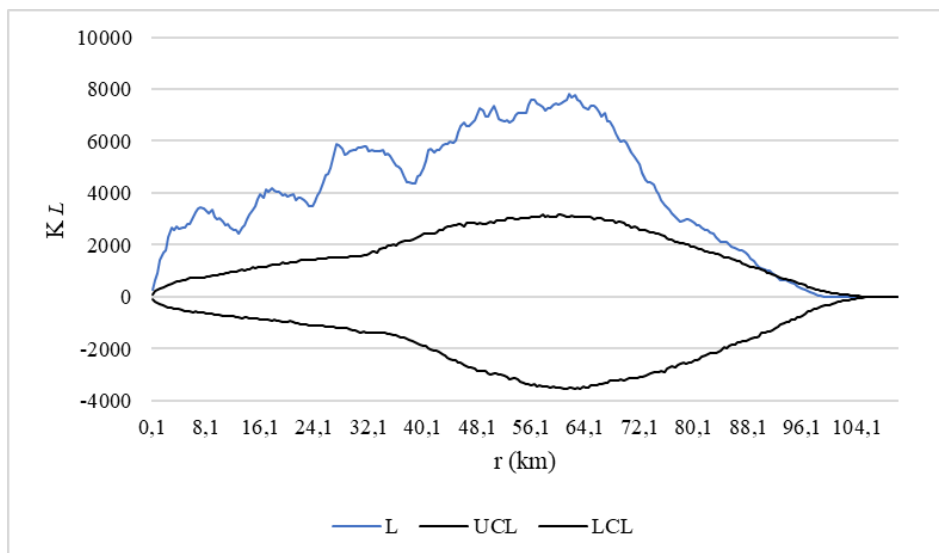
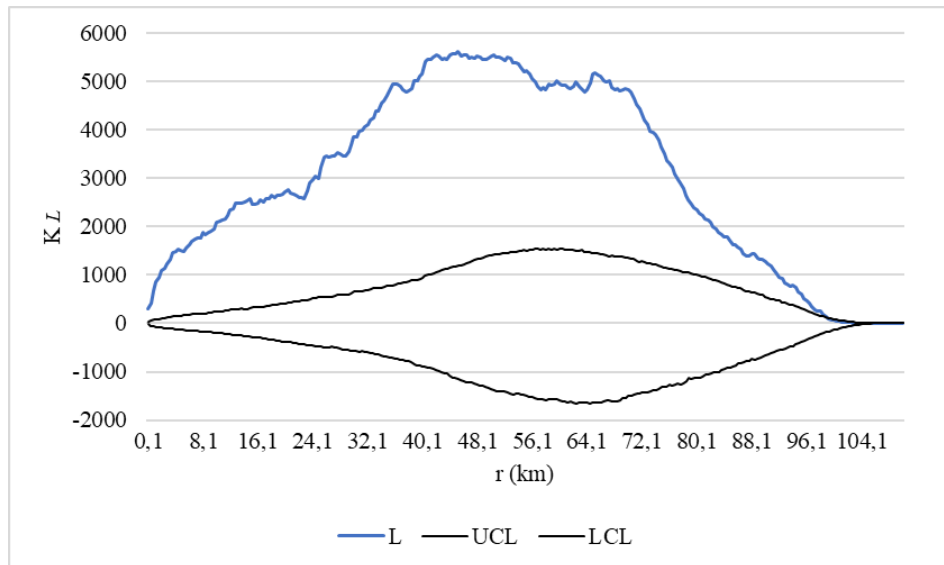


Figura 28 – Análise K de Ripley para o grupo das Aves no período de 2012 a 2021. A função  $L(r)$  é a linha azul e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior.



## APÊNDICE II

Tabela 12 – Lista com todos os *Hotspots* encontrados na BR 116/RJ.

<b>Km_round</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>HS</b>	<b>UCL</b>	<b>LCL</b>	<b>HS-UCL</b>
<i>Coendou sp</i> (Ouriço-cacheiro)						
84.536	-22.452	-42.953	8.74	1.873	-1.07	<b>6.867</b>
86.809	-22.46	-42.966	7.511	1.826	-1.017	<b>5.685</b>
86.241	-22.461	-42.961	6.161	1.635	-1.081	<b>4.526</b>
84.252	-22.45	-42.952	5.864	1.919	-1.041	<b>3.946</b>
87.093	-22.459	-42.969	5.717	1.856	-1.04	<b>3.861</b>
84.820	-22.454	-42.955	5.569	1.782	-1.058	<b>3.787</b>
86.525	-22.461	-42.964	5.047	1.653	-1.063	<b>3.395</b>
85.957	-22.459	-42.961	5.021	1.638	-1.069	<b>3.383</b>
89.366	-22.463	-42.989	4.884	1.91	-1.064	<b>2.974</b>
87.377	-22.459	-42.972	4.742	1.835	-1.073	<b>2.908</b>
72.601	-22.361	-42.947	4.561	1.741	-1.079	<b>2.820</b>
58.962	-22.253	-42.92	3.879	1.897	-1.078	<b>1.983</b>
59.530	-22.258	-42.922	3.832	1.849	-1.125	<b>1.983</b>
83.967	-22.447	-42.952	3.87	1.902	-1.049	<b>1.967</b>
89.651	-22.464	-42.992	3.695	1.773	-1.111	<b>1.923</b>
91.640	-22.474	-43.001	3.752	1.831	-1.05	<b>1.920</b>
60.667	-22.267	-42.925	3.607	1.717	-1.118	<b>1.890</b>
91.355	-22.471	-43.001	3.447	1.648	-1.049	<b>1.798</b>
100.448	-22.509	-43	3.371	1.578	-1.11	<b>1.793</b>
91.924	-22.475	-42.999	2.727	1.212	-1.062	<b>1.516</b>
98.175	-22.498	-43	2.305	1.17	-1.101	<b>1.135</b>
98.743	-22.501	-42.998	2.44	1.437	-1.071	<b>1.003</b>
59.246	-22.256	-42.921	2.909	1.912	-1.081	<b>0.998</b>
89.082	-22.462	-42.987	2.896	1.902	-1.082	<b>0.995</b>
56.120	-22.23	-42.91	2.865	1.871	-1.11	<b>0.994</b>
40.776	-22.157	-42.805	2.829	1.844	-1.11	<b>0.985</b>
75.443	-22.379	-42.953	2.859	1.875	-1.079	<b>0.985</b>
41.060	-22.159	-42.807	2.86	1.876	-1.075	<b>0.984</b>
61.803	-22.277	-42.928	2.708	1.735	-1.184	<b>0.973</b>
61.235	-22.272	-42.927	2.71	1.738	-1.18	<b>0.972</b>
60.951	-22.27	-42.926	2.7	1.742	-1.131	<b>0.958</b>
75.727	-22.381	-42.954	2.697	1.748	-1.099	<b>0.949</b>
76.011	-22.384	-42.955	2.723	1.775	-1.067	<b>0.947</b>
98.459	-22.498	-42.998	2.673	1.734	-1.084	<b>0.939</b>
80.558	-22.421	-42.95	2.621	1.698	-1.072	<b>0.923</b>
80.842	-22.423	-42.952	2.303	1.441	-1.145	<b>0.862</b>
102.722	-22.525	-42.999	2.157	1.353	-1.057	<b>0.803</b>
99.596	-22.503	-42.997	2.131	1.489	-1.079	<b>0.642</b>
94.481	-22.483	-42.997	1.58	1.139	-1.071	<b>0.442</b>



<i>Bradypus variegatus</i> (Preguiça)						
98.175	-22.498	-43	6.44	0.763	-0.372	<b>5.677</b>
97.891	-22.498	-43.003	6.943	1.451	-0.38	<b>5.492</b>
97.607	-22.495	-43.002	5.915	1.187	-0.388	<b>4.727</b>
97.323	-22.494	-43.004	6.157	1.469	-0.406	<b>4.688</b>
94.765	-22.485	-42.996	3.45	1.146	-0.39	<b>2.304</b>
104.427	-22.537	-42.99	3.58	1.582	-0.417	<b>1.998</b>
104.711	-22.539	-42.988	3.532	1.554	-0.423	<b>1.977</b>
104.995	-22.541	-42.986	3.462	1.52	-0.422	<b>1.942</b>
98.459	-22.498	-42.998	3.394	1.516	-0.363	<b>1.878</b>
95.049	-22.487	-42.998	2.442	0.74	-0.394	<b>1.701</b>
102.437	-22.524	-43.001	2.888	1.251	-0.385	<b>1.637</b>
102.722	-22.525	-42.999	2.799	1.192	-0.415	<b>1.607</b>
102.153	-22.522	-43.001	2.787	1.21	-0.368	<b>1.577</b>
91.071	-22.469	-43.001	2.74	1.173	-0.395	<b>1.568</b>
98.743	-22.501	-42.998	1.616	0.612	-0.391	<b>1.003</b>
110.110	-22.579	-43.011	2.559	1.563	-0.429	<b>0.996</b>
109.541	-22.574	-43.009	2.569	1.575	-0.415	<b>0.995</b>
105.847	-22.547	-42.989	2.605	1.612	-0.372	<b>0.992</b>
109.825	-22.576	-43.01	2.523	1.536	-0.437	<b>0.987</b>
101.301	-22.516	-43.001	2.497	1.519	-0.436	<b>0.978</b>
105.563	-22.545	-42.987	2.502	1.542	-0.377	<b>0.960</b>
96.754	-22.49	-43.008	2.465	1.511	-0.398	<b>0.954</b>
90.787	-22.467	-43.002	2.44	1.499	-0.384	<b>0.941</b>
91.355	-22.471	-43.001	2.321	1.422	-0.377	<b>0.899</b>
100.448	-22.509	-43	2.281	1.385	-0.408	<b>0.896</b>
100.164	-22.508	-42.998	2.271	1.377	-0.409	<b>0.893</b>
103.006	-22.527	-42.999	2.213	1.335	-0.42	<b>0.878</b>
101.585	-22.518	-43.002	2.164	1.313	-0.39	<b>0.851</b>
96.470	-22.489	-43.005	1.735	1.027	-0.389	<b>0.708</b>
97.039	-22.492	-43.006	1.72	1.014	-0.399	<b>0.706</b>
99.596	-22.503	-42.997	1.515	0.873	-0.411	<b>0.642</b>
94.481	-22.483	-42.997	1.377	0.935	-0.391	<b>0.442</b>
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Capivara)						
55.552	-22.226	-42.907	5.669	0.669	-0.331	<b>5.000</b>
56.120	-22.23	-42.91	5.629	0.661	-0.333	<b>4.968</b>
64.645	-22.3	-42.935	5.602	0.654	-0.335	<b>4.948</b>
64.361	-22.298	-42.935	5.413	0.618	-0.341	<b>4.796</b>
64.077	-22.296	-42.934	5.365	0.616	-0.333	<b>4.749</b>
55.836	-22.228	-42.908	4.652	0.66	-0.338	<b>3.993</b>
62.088	-22.279	-42.928	4.518	1.602	-0.342	<b>2.916</b>
63.793	-22.293	-42.933	3.522	0.623	-0.343	<b>2.899</b>
63.224	-22.289	-42.931	2.627	0.651	-0.337	<b>1.976</b>
63.508	-22.291	-42.932	2.604	0.634	-0.351	<b>1.969</b>
61.803	-22.277	-42.928	2.591	0.645	-0.328	<b>1.946</b>
62.372	-22.281	-42.929	3.525	1.594	-0.336	<b>1.930</b>

62.656	-22.284	-42.93	3.515	1.59	-0.336	<b>1.926</b>
56.689	-22.235	-42.911	3.442	1.546	-0.351	<b>1.897</b>
128.295	-22.656	-43.138	1.687	0.687	-0.313	<b>1.000</b>
128.580	-22.655	-43.141	1.666	0.666	-0.334	<b>1.000</b>
140.514	-22.66	-43.252	1.682	0.682	-0.318	<b>1.000</b>
118.066	-22.635	-43.056	1.674	0.675	-0.325	<b>0.999</b>
69.476	-22.342	-42.939	1.662	0.664	-0.334	<b>0.998</b>
128.864	-22.654	-43.143	1.681	0.684	-0.313	<b>0.997</b>
41.344	-22.16	-42.809	1.648	0.652	-0.344	<b>0.996</b>
70.044	-22.347	-42.939	1.68	0.684	-0.312	<b>0.996</b>
53.279	-22.207	-42.899	1.678	0.683	-0.313	<b>0.995</b>
64.929	-22.303	-42.936	1.654	0.66	-0.334	<b>0.994</b>
69.760	-22.344	-42.94	1.669	0.675	-0.319	<b>0.994</b>
41.629	-22.162	-42.812	1.637	0.649	-0.339	<b>0.988</b>
55.268	-22.224	-42.905	1.645	0.657	-0.331	<b>0.988</b>
62.940	-22.286	-42.931	1.649	0.662	-0.325	<b>0.987</b>
56.405	-22.233	-42.911	2.564	1.592	-0.351	<b>0.972</b>
52.711	-22.203	-42.896	1.603	0.638	-0.327	<b>0.965</b>
52.426	-22.204	-42.893	1.423	0.551	-0.321	<b>0.872</b>
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Tatu-galinha)						
88.514	-22.461	-42.982	5.652	0.711	-0.278	<b>4.941</b>
58.678	-22.251	-42.919	3.679	0.702	-0.291	<b>2.977</b>
88.798	-22.462	-42.984	3.671	0.714	-0.272	<b>2.957</b>
84.536	-22.452	-42.953	3.622	0.679	-0.302	<b>2.943</b>
58.109	-22.246	-42.917	2.739	0.74	-0.26	<b>1.999</b>
58.394	-22.249	-42.918	2.73	0.734	-0.263	<b>1.996</b>
59.246	-22.256	-42.921	2.708	0.712	-0.285	<b>1.995</b>
88.230	-22.46	-42.979	2.697	0.711	-0.282	<b>1.986</b>
58.962	-22.253	-42.92	2.685	0.702	-0.289	<b>1.983</b>
63.224	-22.289	-42.931	2.712	0.736	-0.252	<b>1.976</b>
62.940	-22.286	-42.931	2.712	0.738	-0.249	<b>1.974</b>
85.104	-22.455	-42.957	2.561	0.657	-0.295	<b>1.904</b>
43.618	-22.17	-42.829	1.717	0.718	-0.281	<b>0.999</b>
43.333	-22.168	-42.826	1.724	0.726	-0.273	<b>0.998</b>
111.530	-22.589	-43.019	1.699	0.701	-0.296	<b>0.998</b>
110.962	-22.585	-43.016	1.686	0.689	-0.308	<b>0.997</b>
111.246	-22.587	-43.018	1.687	0.691	-0.306	<b>0.997</b>
89.082	-22.462	-42.987	1.708	0.713	-0.281	<b>0.995</b>
64.645	-22.3	-42.935	1.671	0.681	-0.309	<b>0.990</b>
84.252	-22.45	-42.952	1.677	0.691	-0.296	<b>0.986</b>
83.967	-22.447	-42.952	1.66	0.677	-0.307	<b>0.984</b>
9.235	-21.948	-42.728	1.664	0.684	-0.296	<b>0.980</b>
87.946	-22.458	-42.977	1.662	0.695	-0.273	<b>0.967</b>
62.656	-22.284	-42.93	1.635	0.672	-0.291	<b>0.963</b>
64.361	-22.298	-42.935	1.621	0.662	-0.297	<b>0.959</b>
64.077	-22.296	-42.934	1.587	0.637	-0.312	<b>0.950</b>

84.820	-22.454	-42.955	1.595	0.649	-0.298	<b>0.947</b>
85.672	-22.457	-42.962	2.515	1.575	-0.306	<b>0.940</b>
97.323	-22.494	-43.004	1.591	0.653	-0.284	<b>0.938</b>
87.661	-22.459	-42.974	1.58	0.652	-0.277	<b>0.928</b>
85.388	-22.455	-42.96	2.054	1.267	-0.306	<b>0.787</b>
85.957	-22.459	-42.961	1.736	1.059	-0.294	<b>0.677</b>
<b>Ordem Primatas</b>						
102.437	-22.524	-43.001	4.669	0.577	-0.241	<b>4.092</b>
102.722	-22.525	-42.999	4.577	0.559	-0.244	<b>4.017</b>
102.153	-22.522	-43.001	4.489	0.545	-0.244	<b>3.944</b>
103.574	-22.531	-42.995	3.771	0.793	-0.2	<b>2.978</b>
103.006	-22.527	-42.999	3.278	0.644	-0.233	<b>2.633</b>
133.410	-22.647	-43.187	2.759	0.764	-0.233	<b>1.995</b>
103.858	-22.534	-42.994	2.77	0.777	-0.22	<b>1.994</b>
103.290	-22.529	-42.997	2.608	0.72	-0.225	<b>1.889</b>
120.339	-22.648	-43.073	1.763	0.763	-0.237	<b>1.000</b>
124.886	-22.665	-43.11	1.753	0.754	-0.246	<b>1.000</b>
132.842	-22.648	-43.181	1.743	0.744	-0.256	<b>1.000</b>
133.126	-22.647	-43.184	1.736	0.738	-0.259	<b>0.998</b>
6.678	-21.936	-42.707	1.709	0.716	-0.277	<b>0.993</b>
6.109	-21.932	-42.704	1.723	0.736	-0.252	<b>0.988</b>
126.022	-22.659	-43.117	1.714	0.727	-0.261	<b>0.987</b>
125.170	-22.664	-43.113	1.692	0.715	-0.263	<b>0.978</b>
6.393	-21.934	-42.705	1.68	0.706	-0.268	<b>0.974</b>
125.454	-22.663	-43.115	1.694	0.722	-0.25	<b>0.972</b>
91.640	-22.474	-43.001	1.692	0.732	-0.229	<b>0.960</b>
125.738	-22.661	-43.116	1.57	0.652	-0.266	<b>0.918</b>
91.355	-22.471	-43.001	1.591	0.692	-0.208	<b>0.899</b>
99.596	-22.503	-42.997	1.688	1.046	-0.238	<b>0.642</b>
99.312	-22.503	-42.999	1.652	1.023	-0.235	<b>0.629</b>
<b><i>Syvilagus tapetilus</i> (Tapiti)</b>						
19.749	-22.021	-42.773	3.694	0.782	-0.188	<b>2.912</b>
19.465	-22.018	-42.772	3.691	0.782	-0.188	<b>2.909</b>
19.180	-22.017	-42.77	2.779	0.805	-0.183	<b>1.974</b>
108.121	-22.565	-43	1.833	0.834	-0.165	<b>0.999</b>
108.405	-22.567	-43.001	1.812	0.813	-0.186	<b>0.999</b>
70.044	-22.347	-42.939	1.804	0.809	-0.187	<b>0.996</b>
70.328	-22.349	-42.94	1.785	0.8	-0.185	<b>0.985</b>
73.170	-22.364	-42.951	1.784	0.808	-0.168	<b>0.976</b>
73.738	-22.368	-42.949	1.751	0.789	-0.172	<b>0.961</b>
90.787	-22.467	-43.002	1.696	0.755	-0.186	<b>0.941</b>
73.454	-22.366	-42.949	1.69	0.765	-0.16	<b>0.925</b>
91.071	-22.469	-43.001	1.38	0.597	-0.187	<b>0.784</b>
90.503	-22.466	-42.999	1.343	0.575	-0.193	<b>0.768</b>
<b><i>Tamandua tetradactyla</i> (Tamanduá-mirim)</b>						
116.929	-22.627	-43.048	3.823	0.824	-0.176	<b>3.000</b>

117.213	-22.629	-43.05	3.816	0.816	-0.184	<b>3.000</b>
116.645	-22.626	-43.046	2.814	0.822	-0.174	<b>1.993</b>
132.842	-22.648	-43.181	1.841	0.842	-0.158	<b>1.000</b>
122.328	-22.657	-43.089	1.828	0.831	-0.167	<b>0.998</b>
133.126	-22.647	-43.184	1.835	0.837	-0.161	<b>0.998</b>
133.410	-22.647	-43.187	1.849	0.852	-0.146	<b>0.997</b>
122.044	-22.655	-43.087	1.825	0.831	-0.163	<b>0.994</b>
121.760	-22.654	-43.085	1.835	0.843	-0.15	<b>0.993</b>
105.847	-22.547	-42.989	1.824	0.831	-0.161	<b>0.992</b>
106.131	-22.55	-42.99	1.812	0.823	-0.165	<b>0.988</b>
105.563	-22.545	-42.987	1.751	0.792	-0.168	<b>0.960</b>
100.733	-22.511	-43.001	1.608	0.705	-0.197	<b>0.902</b>
91.924	-22.475	-42.999	1.319	0.562	-0.196	<b>0.758</b>

Tabela 13 – Lista com todos os *Hotspots* para o grupo das aves encontrados na BR 116/RJ.

<b>Km_round</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>HS</b>	<b>UCL</b>	<b>LCL</b>	<b>HS-UCL</b>
Aves						
132.842	-22.648	-43.181	11.786	2.789	-2.209	<b>8.997</b>
133.126	-22.647	-43.184	11.758	2.776	-2.213	<b>8.982</b>
85.957	-22.459	-42.961	9.011	2.244	-1.816	<b>6.767</b>
43.902	-22.171	-42.831	8.779	2.781	-2.217	<b>5.998</b>
43.618	-22.17	-42.829	8.824	2.83	-2.165	<b>5.994</b>
38.503	-22.143	-42.791	8.762	2.778	-2.208	<b>5.984</b>
98.175	-22.498	-43	7.659	2.55	-1.991	<b>5.109</b>
103.858	-22.534	-42.994	7.804	2.819	-2.165	<b>4.984</b>
97.323	-22.494	-43.004	8.053	3.366	-2.259	<b>4.688</b>
86.241	-22.461	-42.961	7.72	3.194	-2.237	<b>4.526</b>
70.044	-22.347	-42.939	6.851	2.868	-3.107	<b>3.983</b>
70.328	-22.349	-42.94	6.686	2.745	-2.181	<b>3.941</b>
97.607	-22.495	-43.002	7.1	3.16	-2.355	<b>3.939</b>
83.683	-22.445	-42.952	6.645	2.714	-2.201	<b>3.932</b>
86.809	-22.46	-42.966	6.438	2.648	-2.089	<b>3.790</b>
98.459	-22.498	-42.998	7.232	3.475	-2.16	<b>3.757</b>
72.317	-22.362	-42.945	5.863	2.41	-2.424	<b>3.453</b>
86.525	-22.461	-42.964	6.39	2.995	-2.436	<b>3.395</b>
44.186	-22.172	-42.834	5.794	2.795	-2.205	<b>3.000</b>
103.574	-22.531	-42.995	6.773	3.795	-2.161	<b>2.978</b>
51.006	-22.206	-42.881	6.57	3.652	-2.185	<b>2.918</b>
50.721	-22.206	-42.878	6.551	3.642	-2.177	<b>2.910</b>
82.547	-22.436	-42.948	5.569	2.688	-2.112	<b>2.880</b>
71.749	-22.361	-42.942	5.52	2.648	-2.378	<b>2.872</b>
50.437	-22.204	-42.876	5.46	2.604	-2.156	<b>2.856</b>
103.290	-22.529	-42.997	6.263	3.43	-2.235	<b>2.833</b>
72.601	-22.361	-42.947	6.271	3.451	-2.189	<b>2.820</b>

97.891	-22.498	-43.003	6.014	3.268	-2.224	<b>2.746</b>
72.033	-22.363	-42.943	5.953	3.243	-2.178	<b>2.710</b>
72.885	-22.362	-42.949	5.456	2.879	-2.277	<b>2.578</b>
85.388	-22.455	-42.96	4.713	2.352	-2.368	<b>2.360</b>
12.361	-21.969	-42.744	4.844	2.844	-2.155	<b>2.000</b>
46.459	-22.181	-42.851	4.882	2.882	-2.118	<b>2.000</b>
46.743	-22.183	-42.853	4.886	2.887	-2.113	<b>2.000</b>
133.979	-22.647	-43.192	4.852	2.853	-3.145	<b>1.999</b>
118.634	-22.638	-43.06	4.875	2.877	-2.119	<b>1.998</b>
133.694	-22.647	-43.189	4.856	2.857	-2.138	<b>1.998</b>
43.333	-22.168	-42.826	4.795	2.799	-2.194	<b>1.997</b>
118.918	-22.64	-43.062	4.8	2.803	-2.19	<b>1.997</b>
38.219	-22.141	-42.789	4.792	2.798	-2.188	<b>1.994</b>
84.252	-22.45	-42.952	4.612	2.639	-2.293	<b>1.973</b>
83.967	-22.447	-42.952	4.609	2.641	-2.277	<b>1.967</b>
87.946	-22.458	-42.977	4.65	2.715	-2.121	<b>1.935</b>
85.104	-22.455	-42.957	4.522	2.618	-2.142	<b>1.904</b>
82.263	-22.433	-42.948	5.284	3.417	-2.183	<b>1.867</b>
75.159	-22.377	-42.952	4.71	2.963	-2.28	<b>1.748</b>
74.590	-22.373	-42.954	4.588	2.882	-2.237	<b>1.706</b>
74.306	-22.372	-42.952	4.211	2.75	-2.361	<b>1.460</b>
74.875	-22.374	-42.952	4.327	2.978	-2.418	<b>1.349</b>
98.743	-22.501	-42.998	3.369	2.366	-2.148	<b>1.003</b>
12.077	-21.967	-42.743	3.872	2.873	-2.125	<b>1.000</b>
37.935	-22.139	-42.786	3.82	2.822	-2.171	<b>0.998</b>
49.869	-22.201	-42.872	3.809	2.811	-2.177	<b>0.998</b>
110.678	-22.583	-43.014	3.797	2.799	-2.189	<b>0.998</b>
122.328	-22.657	-43.089	3.83	2.833	-2.155	<b>0.998</b>
38.787	-22.145	-42.792	3.796	2.799	-2.185	<b>0.997</b>
43.049	-22.168	-42.824	3.766	2.769	-2.213	<b>0.996</b>
49.585	-22.2	-42.869	3.801	2.807	-2.164	<b>0.994</b>
88.230	-22.46	-42.979	3.878	2.885	-2.079	<b>0.993</b>
11.792	-21.965	-42.741	3.838	2.848	-2.103	<b>0.990</b>
81.978	-22.431	-42.949	4.537	3.572	-2.223	<b>0.966</b>
70.612	-22.352	-42.941	4.534	3.571	-2.203	<b>0.962</b>
85.672	-22.457	-42.962	4.325	3.385	-2.255	<b>0.940</b>
91.071	-22.469	-43.001	3.203	2.419	-2.284	<b>0.784</b>

Tabela 14 – Lista com todos os *Hotspots* para o grupo dos répteis encontrados na BR 116/RJ.

<b>Km_round</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>HS</b>	<b>UCL</b>	<b>LCL</b>	<b>HS-UCL</b>
Répteis						
98.175	-22.498	-43	4.886	1.48	-0.791	<b>3.406</b>
97.891	-22.498	-43.003	4.715	1.969	-0.777	<b>2.746</b>
93.060	-22.481	-42.998	3.36	0.909	-0.726	<b>2.451</b>
97.607	-22.495	-43.002	3.954	1.59	-0.774	<b>2.364</b>
37.935	-22.139	-42.786	3.231	1.234	-0.763	<b>1.997</b>
58.394	-22.249	-42.918	3.246	1.25	-0.745	<b>1.996</b>
38.503	-22.143	-42.791	3.236	1.242	-0.753	<b>1.995</b>
133.410	-22.647	-43.187	3.201	1.206	-0.789	<b>1.995</b>
38.219	-22.141	-42.789	3.263	1.269	-0.725	<b>1.994</b>
93.629	-22.477	-42.996	3.112	1.179	-0.754	<b>1.933</b>
92.208	-22.477	-42.998	2.857	1.048	-0.761	<b>1.809</b>
94.197	-22.481	-42.996	2.847	1.055	-0.737	<b>1.792</b>
93.345	-22.479	-42.996	2.702	0.982	-0.739	<b>1.720</b>
92.492	-22.479	-42.998	2.623	0.942	-0.739	<b>1.681</b>
94.765	-22.485	-42.996	3.071	1.535	-0.769	<b>1.536</b>
71.749	-22.361	-42.942	2.832	1.396	-0.758	<b>1.436</b>
94.481	-22.483	-42.997	2.362	1.036	-0.731	<b>1.326</b>
93.913	-22.478	-42.996	2.219	0.947	-0.749	<b>1.272</b>
92.776	-22.481	-42.999	2.331	1.313	-0.721	<b>1.017</b>
132.842	-22.648	-43.181	2.212	1.213	-0.787	<b>1.000</b>
43.333	-22.168	-42.826	2.188	1.189	-0.808	<b>0.998</b>
133.126	-22.647	-43.184	2.22	1.222	-0.773	<b>0.998</b>
16.339	-21.995	-42.761	2.182	1.191	-0.792	<b>0.991</b>
83.683	-22.445	-42.952	2.213	1.23	-0.736	<b>0.983</b>
61.235	-22.272	-42.927	2.131	1.158	-0.787	<b>0.972</b>
87.377	-22.459	-42.972	2.102	1.133	-0.805	<b>0.969</b>
73.738	-22.368	-42.949	2.1	1.138	-0.785	<b>0.961</b>
28.842	-22.083	-42.808	2.126	1.167	-0.749	<b>0.958</b>
98.459	-22.498	-42.998	2.958	2.019	-0.798	<b>0.939</b>
97.323	-22.494	-43.004	2.02	1.083	-0.792	<b>0.938</b>
22.590	-22.042	-42.784	2.036	1.111	-0.738	<b>0.924</b>
22.306	-22.04	-42.782	2.028	1.108	-0.733	<b>0.920</b>
29.410	-22.082	-42.813	1.956	1.053	-0.752	<b>0.902</b>
91.924	-22.475	-42.999	2.234	1.476	-0.797	<b>0.758</b>
29.126	-22.083	-42.81	1.919	1.252	-0.75	<b>0.667</b>
95.049	-22.487	-42.998	1.499	0.932	-0.77	<b>0.567</b>

## APÊNDICE III

Tabela 15 – Lista de todas as espécies registradas na BR 116 – trecho Rio de Janeiro de 2012 A 2021.

<b>MAMÍFEROS</b>	Dados Sistemáticos	Dados Eventuais	Total Geral	Status IUCN	Status MMA/ICMBio
<b>Carnívora</b>					
<i>Cerdocyon thous</i>	5	53	58	LC	LC
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	0	4	4	NT	VU
<i>Eira barbara</i>	0	5	5	LC	LC
<i>Galictis cuja</i>	0	16	16	LC	LC
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	0	4	4	VU	VU
<i>Leopardus gutullus</i>	0	6	6	VU	VU
<i>Leopardus pardalis</i>	0	2	2	LC	LC
<i>Leopardus wiedii</i>	0	2	2	NT	VU
<i>Lontra longicaudis</i>	0	4	4	NT	LC
<i>Nasua nasua</i>	1	14	15	LC	LC
<i>Potos flavus</i>	1	0	1	LC	LC
<i>Procyon cancrivorus</i>	0	12	12	LC	LC
<b>Chiroptera</b>					
<i>Artibeus lituratus</i>	2	0	2	LC	LC
Não identificado	1	2	3	-	-
<b>Cingulata</b>					
<i>Cabassous tatouay</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Dasybus novemcinctus</i>	9	43	52	LC	LC
<b>Didelphimorphia</b>					
<i>Chironectes minimus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Didelphis aurita</i>	149	585	734	LC	LC
Não identificado	5	20	25	-	-
<i>Philander frenatus</i>	0	2	2	LC	LC
<b>Lagomorpha</b>					
<i>Sylvilagus tapetillus</i>	4	30	34	EN	LC
<b>Pilosa</b>					
<i>Bradypus variegatus</i>	3	68	71	LC	LC
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1	30	31	LC	LC
<b>Primates</b>					
<i>Alouatta guariba clamitans</i>	0	3	3	VU	VU
<i>Callithrix aurita</i>	0	1	1	EN	VU
<i>Callithrix penicillata</i>	0	3	3	LC	LC
<i>Callithrix sp</i>	6	28	34	-	-
<b>Rodentia</b>					
<i>Coendou villosus</i>	37	156	193	LC	LC
<i>Cuniculus paca</i>	0	16	16	LC	LC
<i>Guerlinguetus brasiliensis</i>	1	2	3	LC	LC
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	1	58	59	LC	LC

Roedor não identificado	1	1	2	-	-
Mamíferos não identificados	11	5	16	-	-
<b>AVES</b>	Dados Sistemáticos	Dados Eventuais	Total Geral	Status IUCN	Status MMA/ICMBio
<b>Accipitriformes</b>					
<i>Ictinia plumbea</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Leucopternis lacernulatus</i>	0	1	1	VU	VU
<i>Rupornis magnirostris</i>	0	8	8	LC	LC
Não identificado	0	9	9	-	-
<b>Anseriformes</b>					
<i>Dendrocygna viduata</i>	0	1	1	LC	LC
<b>Apodiformes</b>					
<i>Chaetura meridionalis</i>	0	2	2	LC	LC
<i>Florisuga fusca</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Streptoprocne zonaris</i>	0	1	1	LC	LC
<b>Caprimulgiformes</b>					
<i>Hydropsalis sp</i>	0	1	1	-	-
<i>Hydropsalis torquata</i>	0	1	1	LC	LC
<b>Cariamiformes</b>					
<i>Cariama cristata</i>	0	6	6	LC	LC
<b>Cathartiformes</b>					
<i>Coragyps atratus</i>	4	12	16	LC	LC
<b>Charadriiformes</b>					
<i>Vanellus chilensis</i>	1	3	4	LC	LC
<b>Columbiformes</b>					
<i>Columbina talcapoti</i>	1	10	11	LC	LC
<i>Leptotila rufaxilla</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Patagioenas picazuru</i>	2	4	6	LC	LC
Não identificado	3	2	5	-	-
<b>Coraciiformes</b>					
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Chloroceryle americana</i>	0	1	1	LC	LC
<b>Cuculiformes</b>					
<i>Crotophaga ani</i>	5	9	14	LC	LC
<i>Guira guira</i>	2	12	14	LC	LC
<i>Piaya cayana</i>	3	6	9	LC	LC
<i>Tapera naevia</i>	0	1	1	LC	LC
<b>Falconiformes</b>					
<i>Caracara plancus</i>	0	18	18	LC	LC
<i>Falco femoralis</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Micrastur ruficollis</i>	1	2	3	LC	LC
<i>Milvago chimachima</i>	0	5	5	LC	LC
Não identificado	1	0	1	-	-
<b>Galbuliformes</b>					
<i>Malacoptila striata</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Nystalus chacuru</i>	0	1	1	LC	LC



**Galliformes**

<i>Odontophorus capueira</i>	1	0	1	LC	LC
<i>Penelope obscura</i>	1	24	25	LC	LC

**Gruiformes**

<i>Aramides saracura</i>	3	12	15	LC	LC
<i>Aramus guarauna</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Porphyrio martinica</i>	0	2	2	LC	LC

**Passeriformes**

<i>Anabacerthia lichtensteini</i>	1	0	1	LC	LC
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Cacicus haemorrhous</i>	2	0	2	LC	LC
<i>Coereba flaveola</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	0	1	LC	LC
<i>Furnarius rufus</i>	0	3	3	LC	LC
<i>Machetornis rixosa</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Myiozetetes similis</i>	0	2	2	LC	LC
<i>Neopelma chrysolophum</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Passer domesticus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	7	11	LC	LC
<i>Psarocolius decumanus</i>	1	2	3	LC	LC
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Saltator similis</i>	1	0	1	LC	LC
<i>Sicalis flaveola</i>	6	5	11	LC	LC
<i>Synallaxis spixi</i>	1	0	1	LC	LC
<i>Tachyphonus coronatus</i>	2	1	3	LC	LC
<i>Tangara cyanocephala</i>	1	0	1	LC	LC
<i>Tangara desmaresti</i>	1	3	4	LC	LC
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Thraupis ornata</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Thraupis sayaca</i>	1	1	2	LC	LC
<i>Trichothraupis melanops</i>	2	0	2	LC	LC
<i>Troglodytes musculus</i>	1	1	2	LC	LC
<i>Turdus flavipes</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Turdus rufiventris</i>	6	27	33	LC	LC
<i>Turdus saturninus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Turdus sp</i>	2	0	2	-	-
<i>Tyrannus albogularis</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	2	3	LC	LC
<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	0	1	1	LC	LC
Não identificado	0	2	2	-	-

**Pelecaniformes**

<i>Ardea alba</i>	0	4	4	LC	LC
<i>Bubulcus ibis</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	1	1	LC	LC
Não identificado	1	0	1	-	-

**Piciformes**

<i>Celeus flavescens</i>	1	3	4	LC	LC
<i>Colaptes campestris</i>	2	4	6	LC	LC
<i>Colaptes melanochloros</i>	0	2	2	LC	LC
<i>Piculus aurulentus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Pteroglossus bailoni</i>	1	4	5	NT	LC
<i>Ramphastos dicolorus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Ramphastos toco</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Ramphastos vitellinus</i>	0	2	2	LC	LC
<i>Selenidera maculirostris</i>	0	2	2	LC	LC
<b>Psittaciformes</b>					
<i>Pionus maximiliani</i>	0	3	3	LC	LC
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	1	21	22	LC	LC
<i>Pyrrhura frontalis</i>	0	1	1	LC	LC
<b>Strigiformes</b>					
<i>Asio clamator</i>	1	15	16	LC	LC
<i>Asio stygius</i>	0	2	2	LC	LC
<i>Athene cunicularia</i>	0	5	5	LC	LC
<i>Coragyps atractus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Glaucidium minutissimum</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Glaucidium sp</i>	0	1	1	-	-
<i>Megascops choliba</i>	8	41	49	LC	LC
<i>Pulsatrix koeniswaldiana</i>	0	11	11	LC	LC
<i>Strix huhula</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Strix virgata</i>	0	2	2	LC	LC
<i>Tyto furcata</i>	1	10	11	LC	LC
Não identificado	2	3	5	-	-
<b>Suliformes</b>					
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0	2	2	LC	LC
<b>Trogoniformes</b>					
<i>Trogon viridis</i>	0	1	1	LC	LC
<b>Aves não identificadas</b>	52	48	100	-	-

<b>RÉPTEIS</b>	Dados Sistemáticos	Dados Eventuais	Total Geral	Status IUCN	Status MMA/ICMBio
<b>Crocodylia</b>					
<i>Caiman latirostris</i>	0	1	1		
<b>Squamata</b>					
<i>Atractus zebrinus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Boa constrictor</i>	0	3	3	LC	LC
<i>Bothrops jararaca</i>	3	24	27	LC	LC
<i>Bothrops jararacussu</i>	1	3	4	LC	LC
<i>Chironius fuscus</i>	2	2	4	LC	LC
<i>Chironius laevicollis</i>	0	3	3	LC	LC
<i>Chironius multiventris</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Chironius sp</i>	3	3	6	-	-
<i>Elapomorphus quinquelineatus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	0	3	3	LC	LC

<i>Liophis miliaris</i>	0	2	2	LC	LC
<i>Ophiodes fragilis</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Oxyrhopus clathratus</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Pseustes sulphureus</i>	1	0	1	LC	LC
<i>Salvator merianae</i>	2	26	28	LC	LC
<i>Sibynomorphus neuwiedi</i>	0	1	1	LC	LC
<i>Siphlophis compressus</i>	1	1	2	LC	LC
<i>Spilotes pullatus</i>	4	4	8	LC	LC
Serpentes não identificadas	15	19	34	-	-
<b>Testudinata</b>					
<i>Hydromedusa maximiliani</i>	0	3	3	LC	LC
<b>Testudines</b>					
<i>Geochelone carbonaria</i>	0	1	1	LC	LC
Réptil não identificado	0	1	1	-	-
<b>Total Geral</b>	<b>402</b>	<b>1.706</b>	<b>2.108</b>	<b>-</b>	<b>-</b>