



**ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

**UM ESTUDO SOBRE O ASPECTO ECONÔMICO DAS COLISÕES VEICULARES  
COM MAMÍFEROS DOMÉSTICOS E SILVESTRES EM RODOVIAS  
CONCESSIONADAS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Por

**BÁRBARA DE ALMEIDA PERÃO**

**NAZARÉ PAULISTA  
2024**



**ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

**UM ESTUDO SOBRE O ASPECTO ECONÔMICO DAS COLISÕES VEICULARES  
COM MAMÍFEROS DOMÉSTICOS E SILVESTRES EM RODOVIAS  
CONCESSIONADAS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Por

**BÁRBARA DE ALMEIDA PERÃO**

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO**

**FERNANDA DELBORGO ABRA  
CLAUDIO BENEDITO VALLADARES-PADUA  
OSNIR ORMON GIACON**

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

**IPÊ – INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS  
NAZARÉ PAULISTA  
2024**

## **Ficha Catalográfica**

Perão, Bárbara de Almeida

Um Estudo sobre o Aspecto Econômico das Colisões Veiculares com Mamíferos Domésticos e Silvestres em Rodovias Concessionadas do Estado de São Paulo, 2024. 91 pp.

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

1. Atropelamento

2. Rodovias

3. Mamíferos

I. Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade, IPÊ

## **BANCA EXAMINADORA**

NAZARÉ PAULISTA, 09 DE FEVEREIRO DE 2024

---

Profa. Dra. Fernanda Delborgo Abra

---

Prof. Dr. Claudio Benedito Valladares-Padua

---

Profa. Dra. Roberta Montanheiro Paolino

Dedico essa dissertação aos bichos que habitam os remanescentes de Mata Atlântica e Cerrado no Estado de São Paulo, que mesmo com tantas ameaçadas ainda persistem nesses ecossistemas.

## AGRADECIMENTOS

Foram muitos os desafios para chegar até aqui, não foi fácil conciliar o mestrado com a rotina de trabalho e outros afazeres da vida pessoal, em vários momentos parecia que não ia dar certo, mas felizmente deu! Por isso, fico muito feliz em deixar registrado nesse espaço as pessoas que contribuíram para que essa aventura chamada mestrado fosse mais leve e divertida.

Tenho muita sorte por caminhar junto das pessoas mais especiais do mundo, com as quais pude viver momentos únicos que contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Vocês me inspiram diariamente a seguir lutando por um país melhor.

Agradeço à minha orientadora Profa. Dra. Fernanda Abra por ter aceitado me orientar, pela parceria, atenção e aprendizados ao longo da minha formação. Agradeço pela forma acolhedora e carinhosa que sempre ouviu minhas inquietações e angústias científicas e pessoais, pela compreensão diante das mudanças que aconteceram em minha vida ao longo do mestrado, obrigada por sempre me incentivar. Fer, você me inspira a ser uma profissional melhor, que busca fazer a diferença para tornar as rodovias mais seguras para os bichos e as pessoas.

Agradeço aos meus queridos co-orientadores, o Prof. Dr. Cláudio Pádua e o Osni Giaccon, por me acompanharem ao longo desse período e pelas contribuições com o meu trabalho.

Agradeço à minha família, meus pais Silvia e José Roberto e meu irmão José Henrique, por me apoiarem em cada passo, por não medirem esforços para me ajudarem a realizar meus sonhos. Obrigada por compreenderem minha ausência em diversos momentos, por todas as vezes que vocês me levaram de Marília a Nazaré Paulista para que eu pudesse participar das aulas presenciais, e em especial obrigada pai por ter cruzado o Estado de São Paulo para que eu não perdesse as aulas de campo no Pontal do Paranapanema.

Agradeço à minha vovó Derce por todo o seu amor e carinho, por sempre cuidar de mim, por todas as vezes que a senhora fez as minhas comidas preferidas enquanto eu estudava e escrevia a dissertação na sua casa. Agradeço também à minha Tia Bi e ao meu Tio Renato por acreditarem em mim.

Agradeço aos meus professores e equipe do IPÊ pelo suporte e atenção durante o mestrado, pelos conhecimentos compartilhados e trocas tão enriquecedoras. Em especial agradeço à Rosângela, pela forma carinhosa e amável que sempre me atendeu e ajudou.

Agradeço aos meus amigos de Mestrado da Turma de 2021 de Nazaré Paulista e Bahia, por todos os aprendizados que vivenciamos juntos durante as aulas online e presenciais, compartilhamos do desespero dos exercícios no R mas também das alegrias e risadas dessa jornada durante as noites magnéticas, foram várias encontros com muita música e boas conversas.

Agradeço aos meus queridos amigos Carol, Leo, Nai e Vivi, presentes que ganhei no mestrado e levarei para a vida! Faltam palavras para descrever o que vocês significam para mim, obrigada por ouvirem minhas angústias, choros e desesperos, pela parceria, risadas, conselhos e apoio nos momentos difíceis. Obrigada por sempre me lembrarem que eu não estava sozinha nessa caminhada, sem vocês essa dissertação não teria sido concluída. Deixo registrado aqui uma frase que resume tudo o que vivemos e ainda viveremos juntos: ninguém segura a mão de ninguém!

Agradeço à equipe de Meio Ambiente e a todos do time da Entrevias Concessionária de Rodovias, com quem tive a imensa alegria de trabalhar e aprender tanto sobre rodovias. Em especial agradeço ao Osnir Giacon, Anderson Carvalho e Marcelo Danelucci por autorizarem minha liberação nos momentos que precisei me ausentar para me dedicar as aulas do mestrado, por confiarem no meu trabalho e por me incentivarem nessa trajetória.

Agradeço às minhas amigas e parceiras de trecho: Rafaela Vicente, Maria Toledo e Gabriely Hamada, vocês são incríveis! Obrigada por toda ajuda, apoio e motivação que vocês me deram (e ainda dão) nos momentos de choro, ansiedade e desespero. Seguimos juntas trabalhando por rodovias melhores. Uma amizade que ultrapassa os limites da faixa de domínio da rodovia!

Agradeço à equipe da Ecorodovias, Celsi Rodrigues, Renata Yamamoto, Felipe Rodrigues, Lucas Herrera, Angélica Morelli, Vanessa Albuquerque, Pedro Viera, Matheus Ulys, Gabriel Lima e Isaias Gois, por terem me acolhido tão bem desde o primeiro dia, pelos conhecimentos compartilhados sobre engenharia e projetos, pelo interesse em aprender e ouvir sobre meio ambiente, pelas risadas na hora do cafezinho e por terem me ajudado nessa reta final do mestrado.

Agradeço ao Grupo MIDAS pelo financiamento recebido ao longo do curso, o que possibilitou a minha participação no programa de mestrado.

Agradeço aos meus amigos, Eduardo, Bruna, Álvaro, Jaque, Analú, Oscar, Camila, Marcelo e todos aqueles que sempre estiveram comigo, torcendo pelo meu sucesso, me incentivando e apoiando. A vida com vocês é muito mais divertida!

Agradeço à Cacau, a cachorrinha mais linda e fofo do mundo, por ter sido minha companheira durante a fase final de escrita dessa dissertação, a titia te adora muito.

Agradeço à Deus, por todas as bênçãos concedidas em minha vida, por guiar e iluminar o meu caminho, e principalmente por der-me forças para finalizar essa etapa tão importante da minha vida.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização dessa dissertação e estiveram comigo nessa jornada.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	v
LISTA DE TABELAS .....	4
LISTA DE FIGURAS .....	5
RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	10
1. CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL AO TEMA: RODOVIAS E SEUS IMPACTOS PARA BIODIVERSIDADE .....	12
1.1. Um breve histórico sobre rodovias e estradas no Brasil e no mundo .....	12
1.2. O sistema rodoviário do Estado de São Paulo .....	15
1.3. Os impactos negativos das rodovias e do tráfego para a biodiversidade e os recursos naturais .....	18
2. CAPÍTULO 2 – A RELAÇÃO ENTRE COLISÕES VEICULARES COM FAUNA SILVESTRE, SEGURANÇA VIÁRIA E ECONOMIA .....	21
2.1. Os impactos negativos causados pelas rodovias e o tráfego na fauna silvestre ....	21
2.2. Para além da conservação de espécies: as consequências das colisões veiculares com animais para segurança viária e economia .....	24
3. OBJETIVOS .....	27
3.1. OBJETIVO GERAL .....	27
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	28
4.1. ÁREA DE ESTUDO .....	28
4.2. COLETA DE DADOS .....	30
4.2.1. Banco de dados de mamíferos silvestres e domésticos atropelados coletados pela concessionária .....	30
4.2.2. Análise de padrões temporais e espaciais dos atropelamentos de animais silvestres e domésticos .....	31

4.2.2.1. Análise temporal .....	31
4.2.2.2. Análise espacial .....	31
4.2.4. Banco de dados para reparação e compensação de danos veiculares causados por acidentes envolvendo animais .....	33
4.2.5. Estimativa dos custos para implementação de medidas de mitigação .....	33
4.2.5.1. Passagem inferior de fauna .....	34
4.2.5.2. Cerca direcionadora para fauna.....	35
4.2.5.3. Sinalização de travessia de fauna.....	35
4.2.6. Análise custo-benefício de implementação de medidas de mitigação .....	36
5. RESULTADOS .....	38
5.1. Análise de padrões temporais e espaciais dos atropelamentos de mamíferos domésticos e silvestres.....	38
5.2. Pontos de agregação de atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte com risco para segurança viária .....	52
5.3. Reparação e compensação de danos veiculares e fatalidades causados por acidentes envolvendo mamíferos domésticos e silvestres .....	56
5.4. Estimativa de custos para implementação de medidas de mitigação (passagem de fauna, cerca direcionadora e sinalização).....	63
6. DISCUSSÕES .....	66
6.1. Padrões temporais e espaciais dos atropelamentos de mamíferos domésticos e silvestres.....	66
6.2. Reparação e compensação de danos veiculares e fatalidades causados por acidentes envolvendo mamíferos domésticos e silvestres .....	71
6.3. Análise custo-benefício de implementação de medidas de mitigação.....	74
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
7.1. Próximos passos como um todo: recomendações para concessionárias, agências de transporte, órgãos ambientais e futuros estudos.....	79
7.2. Meus próximos passos .....	79
REFERÊNCIAS.....	81



APÊNDICES ..... 91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número total de indivíduos de espécies de mamíferos domésticos e silvestres atropelados entre julho de 2017 e dezembro de 2022 em rodovia concessionada do Estado de São Paulo. ....	39
Tabela 2 - Total de <i>clusters</i> por grupo de mamíferos analisados e ranqueamento por prioridade. ....	52
Tabela 3 - Número total, status e valores dos processos jurídicos de reparação e compensação de danos materiais e morais causados por colisões veiculares com animais domésticos e silvestres entre 2017 e 2022. ....	60
Tabela 4 - Valores gastos pela concessionária com processos jurídicos de reparação e compensação durante o período de 2017 a 2022. ....	61
Tabela 5 - Projeção dos custos que a concessionária teria com reparação e compensação de danos materiais e morais decorrentes de colisões veiculares com mamíferos domésticos e silvestres durante o período de 30 anos de concessão. ....	62
Tabela 6 - Projeção dos custos que a concessionária teria com reparação e compensação de danos materiais e morais decorrentes de colisões veiculares com mamíferos silvestres de médio e grande porte durante o período de 30 anos de concessão. ....	63
Tabela 7 - Custos estimados para implementação de medidas de mitigação. ....	63
Tabela 8 - Custos estimados para implementação de medidas de mitigação: passagem inferior de fauna, cercamento e sinalização, nos <i>clusters</i> de intensidade muito alto, alto e médio para mamíferos silvestres e capivaras ( <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> ). ....	64
Tabela 9 - Comparação entre os investimentos necessários para implementação de medidas de mitigação em relação ao capital de investimentos estimado para as obras de ampliação e melhoria do sistema rodoviário analisado. ....	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das rodovias SP-266, SP-294, SP-322, SP-328, SP-330, SP-333 e SP-351 no Estado de São Paulo. ....	29
Figura 2 - Modelo de estrutura para travessia de fauna a ser implementado em rodovias. ....	34
Figura 3 - Modelo de cerca direcionadora de fauna a ser implementado em rodovias. ....	35
Figura 4 - (A) Modelo de placa A-36 para sinalização de advertência sobre a possibilidade de presença de animais silvestres na rodovia e (B) modelo de placa educativa quanto a possibilidade de travessia de animais silvestres na rodovia. ....	36
Figura 5 - Número total de espécies de mamíferos domésticos vítimas de colisões veiculares entre julho de 2017 e dezembro de 2022. ....	42
Figura 6 - Fotos de animais domésticos vítimas de colisão veicular em rodovias concessionadas do Estado de São Paulo. A) Cachorro ( <i>Canis lupus familiaris</i> ), B) Boi ( <i>Bos taurus</i> ), C) Cavalo ( <i>Equus caballus</i> ) e D) Gato ( <i>Felis catus</i> ). ....	43
Figura 7 - Número total de mamíferos silvestres vítimas de colisões veiculares em relação a ordem taxonomia registradas entre julho de 2017 e dezembro de 2022. ....	44
Figura 8 - Fotos de animais silvestres vítimas de colisão veicular em rodovias concessionadas do Estado de São Paulo. A) Onça-parda ( <i>Puma concolor</i> ), B) Tamanduá-bandeira ( <i>Myrmecophaga tridactyla</i> ), C) Lobo-guará ( <i>Chrysocyon brachyurus</i> ) e D) Capivara ( <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> ). ....	45
Figura 9 - Número total de indivíduos de mamíferos domésticos e silvestres vítimas de colisões veiculares registrados ao longo dos anos de 2017 e 2022. ....	46
Figura 10 - Número total de mamíferos domésticos e silvestres atropelados comparado com o volume diário de tráfego (VDM) durante o período de 2017 a 2022. ....	47
Figura 11 - Quantidade total de atropelamentos de mamíferos silvestres durante os meses de 2017 a 2022. ....	48
Figura 12 - Quantidade total de atropelamentos de mamíferos domésticos durante os meses de 2017 a 2022. ....	49

Figura 13 - Número de indivíduos de mamíferos domésticos e silvestres vítimas de colisões em relação as estações seca e úmida durante o período de julho de 2017 a dezembro de 2022.....	50
Figura 14 - Número de indivíduos de mamíferos domésticos e silvestres vítimas de colisões em relação ao período diurno e noturno durante julho de 2017 e dezembro de 2022.....	51
Figura 15 - Número de indivíduos de mamíferos domésticos e silvestres atropelados em relação ao horário durante julho de 2017 e dezembro de 2022. ....	51
Figura 16 - Pontos de agregação de atropelamentos de mamíferos domésticos. Nos mapas à esquerda, todos os <i>clusters</i> variando de muito baixo a muito alto, e nos mapas à direita, somente os <i>clusters</i> variando de médio a muito alto.....	53
Figura 17 - Pontos de agregação de atropelamentos de mamíferos silvestres. Nos mapas à esquerda, todos os <i>clusters</i> variando de muito baixo a muito alto, e nos mapas à direita, somente os <i>clusters</i> variando de médio a muito alto.....	54
Figura 18 - Pontos de agregação de atropelamentos de capivaras ( <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> ). Nos mapas à esquerda, todos os <i>clusters</i> variando de muito baixo a muito alto, e nos mapas à direita, somente os <i>clusters</i> variando de médio a muito alto. ....	55
Figura 19 - Quantidade de processos jurídicos de reparação e compensação ao longo dos anos de 2017 e 2022. ....	61

## LISTA DE ABREVIações

APP	Área de Preservação Permanente
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
ARTESP	Agência de Transporte do Estado de São Paulo
BSCC	Bueiro Simples Celular de Concreto
CETAS	Centros de Triagem de Animais Silvestres
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DER-SP	Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre
PIB	Produto Interno Bruto
PIF	Passagem Inferior de Fauna
PMAF	Plano de Mitigação de Atropelamento de Fauna
PROCROFE	Programa de Concessões de Rodovias Federais
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
VDM	Volume Diário Médio de Tráfego

## RESUMO

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

### UM ESTUDO SOBRE O ASPECTO ECONÔMICO DAS COLISÕES VEICULARES COM MAMÍFEROS DOMÉSTICOS E SILVESTRES EM RODOVIAS CONCESSIONADAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Por

Bárbara de Almeida Perão

Fevereiro/2024

Orientador: Profa. Dra. Fernanda Delborgo Abra

Ao mesmo tempo que rodovias promovem a conexão e circulação de pessoas, elas geram conflitos com a biodiversidade, como por exemplo, a morte direta não natural de indivíduos de diversas espécies de animais por atropelamento. Colisões com animais domésticos e silvestres, principalmente de grande porte, podem ser uma ameaça à segurança humana, além de representarem um considerável impacto econômico para os gestores rodoviários, tanto públicos como privados, os quais são responsáveis por manter as vias de tráfego seguras. A implementação de medidas de mitigação aumenta a segurança viária para os usuários e reduz os impactos negativos sobre a fauna, possibilitando a travessia segura dos animais, a conectividade da paisagem e a manutenção dos processos ecológicos. Porém, existem poucos estudos que comparam os custos envolvidos nos atropelamentos de fauna com o investimento em medidas de mitigação para a tomada de decisão dos gestores rodoviários. Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi analisar os dados de ocorrências de colisões veiculares com mamíferos domésticos e silvestres em uma rodovia concessionada do Estado de São Paulo, entre os anos de 2017 e 2022, bem como analisar os custos de compensação envolvidos nesses casos, e comparar com os investimentos necessários para

implementação de medidas de mitigação, a fim de verificar como o fator econômico pode ser um incentivo junto aos gestores rodoviários para executarem ações para reduzir os atropelamentos de fauna. Foram registradas 7.163 ocorrências com mamíferos domésticos e silvestres, desse total 55,40% representam ocorrências com mamíferos silvestres e 44,60% com mamíferos domésticos. Em relação aos mamíferos domésticos, a principal espécie vítima de atropelamento é o cachorro (*Canis lupus familiaris*). Entre as espécies de mamíferos silvestres, a mais frequente foi a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), com menor frequência, mas igualmente preocupante, também foram encontradas espécies ameaçadas de extinção, o que indica além de uma questão de segurança viária, a continuidade de um problema crônico no Estado de São Paulo, a perda da biodiversidade por atropelamentos. Foi estimado que a concessionária desembolsa uma média de R\$ 349.324,92 por ano em indenizações decorrentes de danos materiais e morais ocasionados por colisões veiculares com espécies domésticas e silvestres. Os valores pagos em indenizações foram comparados às estimativas de investimentos necessários para implementar um conjunto de soluções composto por passagem inferior de fauna, cercamento e sinalização. Os resultados demonstram que apenas 1,77% das ocorrências com fauna doméstica e silvestre geraram processos jurídicos contra a concessionária, dessa forma, os custos com indenizações não justificam a implementação das medidas de mitigação, porém, quando realizada uma análise considerando múltiplos critérios como os impactos para conservação da biodiversidade, os aspectos legais e econômicos, a reputação da concessionária junto aos acionistas, sociedade, agências de transporte e órgãos ambientais, percebe-se que pode haver uma relação de ganha-ganha ao priorizar decisões que reduzam as colisões envolvendo mamíferos, e tornem as rodovias mais seguras para os usuários, com menores índices de mortalidade de animais e uma maior valorização do negócio junto as diferentes partes envolvidas.

**PALAVRAS CHAVE:** atropelamento; rodovias; mamíferos; conservação da biodiversidade; custo-benefício; acidentes.

## ABSTRACT

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

### A STUDY ON THE ECONOMIC ASPECT OF VEHICULAR COLLISIONS WITH DOMESTIC AND WILD MAMMALS ON TOLL ROADS IN THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

By

Bárbara de Almeida Perão

February 2024

Advisor: Profa. Dra. Fernanda Delborgo Abra

At the same time that highways promote the connection and movement of people, they generate conflicts with biodiversity, such as the direct unnatural death of individuals of different species of animals due to roadkills. Collisions with domestic and wild animals, especially large ones, can be a threat to human safety, in addition to representing a considerable economic impact for road managers, both public and private, who are responsible for keeping traffic routes safe. The implementation of mitigation measures increases road safety for users and reduces negative impacts on wildlife, enabling the safe crossing of animals, landscape connectivity and the maintenance of ecological processes. However, there are few studies that compare the costs involved in wildlife roadkills with the investment in mitigation measures for road managers' decision-making. In this sense, the objective of this study was to analyze data on occurrences of vehicle collisions with domestic and wild mammals on a concessioned highway in the State of São Paulo, between the years 2017 and 2022, as well as analyze the compensation costs involved in these cases, and compare with the investments necessary to implement mitigation measures, in order to verify how the economic factor can be an incentive for road managers to carry out actions to reduce wildlife being run over. During the period analyzed, 7,163 occurrences were recorded with domestic and wild mammals, of which 55.40% represent occurrences with wild mammals and 44.60% with domestic mammals. In relation to domestic mammals, the main species that is the victim of being run over is the dog (*Canis lupus familiaris*). Among the species of wild



mammals, the most common was the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), less frequently, but equally worrying, species threatened with extinction were also found, which indicates, in addition to a road safety issue, the continuation of a chronic problem in the State of São Paulo, the loss of biodiversity due to roadkill. It was estimated that the concessionaire pays an average of R\$ 349,324.92 per year in compensation resulting from material and moral damages caused by vehicle collisions with domestic and wild species. The amounts paid in compensation were compared to the investment estimates necessary to implement a set of solutions consisting of an underpass for fauna, fencing and signage. The results show that only 1.77% of occurrences involving domestic and wild fauna generated legal proceedings against the concessionaire, thus indicating that although compensation costs do not justify the implementation of mitigation measures, however, when an analysis is carried out considering multiple criteria such as impacts on biodiversity conservation, legal and economic aspects, the concessionaire's reputation with shareholders, society, transport agencies and environmental bodies, it is clear that there can be a win-win relationship when prioritizing decisions that reduce collisions involving mammals, and make highways safer for users, with lower animal mortality rates and greater business value among the different parties involved.

**KEYWORDS:** roadkills; highways; mammals; biodiversity conservation; cost benefit; accidents.

# 1. CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL AO TEMA: RODOVIAS E SEUS IMPACTOS PARA BIODIVERSIDADE

## 1.1. Um breve histórico sobre rodovias e estradas no Brasil e no mundo

O deslocamento por via terrestre é um dos principais meios de transporte de médias e longas distâncias. Sendo assim, dezenas de milhares de quilômetros de rodovias atravessam as cidades ao redor do mundo. Essas infraestruturas possuem importantes benefícios sociais e econômicos, pois as rodovias permitem a movimentação de pessoas e mercadorias, bem como a acessibilidade a diferentes serviços (ASCENSÃO *et al.*, 2021).

O Centro de Pesquisa Aplicadas do Instituto de Física da Universidade de São Paulo – CEPA-IF/USP (2023) indica que segundo pesquisas arqueológicas, as primeiras estradas foram construídas a partir de trilhas usadas por povos pré-históricos e se localizavam no sudoeste da Ásia, entre as regiões do mar Negro, Cáspio, Mediterrâneo e o golfo Pérsico. Provavelmente, nas primeiras expedições, perceberam a necessidade de aprimorar as vias para facilitar o deslocamento de seus animais de tração, viabilizando assim as primeiras atividades comerciais. Ainda, o início das construções de estradas coincide com o surgimento dos primeiros veículos de rodas, provavelmente fabricados em uma área que se estende do norte do mar Negro ao mar Cáspio e à ponta superior do golfo Pérsico, por volta de 3000 a.C. Em diferentes momentos da história, diversos impérios utilizaram das vias terrestres para conquistar e manter seus territórios, bem como, realizar transações comerciais (ROWAN, 2023).

Ao longo da história, com a expansão do transporte humano e de mercadorias, as estradas e rodovias foram evoluindo a partir da necessidade de vias melhores e mais seguras. Os escoceses, Thomas Telford e John Loudon McAdam, criaram os princípios científicos que serviram de base às rodovias modernas: drenagem, fundações adequadas e criação de uma superfície resistente (CEPA-IF/USP, 2023). Cabe destacar que apesar de muitas vezes serem usadas como sinônimos, existe uma diferença na definição de rodovias e estradas, de acordo com Código de Trânsito do

Brasil, Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, as estradas são classificadas como vias rurais sem pavimentação, já as rodovias são as vias rurais pavimentadas.

Com o crescimento da produção da indústria automobilística, os automóveis e caminhões para carga pesada introduziram exigências totalmente novas para a construção de rodovias, quase todos os países precisaram investir uma parcela considerável do orçamento de obras públicas na melhoria e expansão dos sistemas rodoviários. A alta velocidade alcançada pelos automóveis obrigou os projetistas a aperfeiçoarem a qualidade dos materiais usados na pavimentação e a estabelecerem sinalização adequada e traçado mais seguro para as rodovias. A ideia de uma rodovia desenhada exclusivamente para veículos de grande velocidade, surgiu na Alemanha em 1926. O primeiro trecho, que ligou Colônia a Bonn, foi inaugurado em 1932, com duas pistas paralelas e separadas, de mão única, cada uma com largura média de cinco metros, foi destinada ao tráfego pesado e velocidades que podiam ultrapassar 160 km/h. Em poucos anos, o sistema se ampliou e quando ficou pronto tinha uma extensão total de aproximadamente quatro mil quilômetros (CEPA-IF/USP, 2023).

Atualmente, quase todos os países dispõem de malha viária, que varia de maior ou menor extensão e eficiência, de acordo com o nível de desenvolvimento econômico de cada país. No Brasil, a primeira estrada foi inaugurada em 1861 por Dom Pedro II e sua comitiva quando percorreram o trecho de Petrópolis-RJ a Juiz de Fora-MG, no entanto, foram muitos anos depois que as rodovias chegaram ao Brasil. A partir da década de 1920, que as rodovias ganharam mais espaço com o então Governador de São Paulo, Washington Luis, que dizia “governar é abrir estradas”. Quando já presidente do país, em 1928, implementou a primeira rodovia pavimentada que ligava a cidade do Rio de Janeiro a Petrópolis, hoje esse trecho faz parte da BR-040, que liga as capitais do Rio de Janeiro e de Belo Horizonte (SANDOVAL, 2014).

Durante as décadas de 1940 e 1950, a construção de rodovias foi impulsionada devido a três fatores principais: a criação do Fundo Rodoviário Nacional, em 1946, que estabeleceu um imposto sobre combustíveis líquidos, usado para financiar a construção de rodovias pelos estados e a União, a fundação da Petrobrás, em 1954,

que passou a produzir asfalto em grande quantidade, e a implantação da indústria automobilística nacional, em 1957.

Seguindo a cronologia histórica, com a mudança da capital do Rio de Janeiro para Brasília foi preciso criar um plano rodoviário para ligar a nova capital a todas as regiões do país. Entre as rodovias construídas a partir desse plano, destacam-se a Brasília-Acre e a Belém-Brasília, que se estende por 2.070 km, um terço dos quais atravessam a floresta amazônica (MATTEI, 2017).

Durante na década de 1970, no período da ditadura militar, foi criado o Programa de Integração Nacional que tinha por objetivo a construção de grandes rodovias, como a Transamazônica, a fim de possibilitar a migração dirigida de áreas densamente povoadas do país para a região Amazônica, assim conectando a região Norte com as demais capitais do país. Todavia, a construção dessas grandes rodovias foi iniciada sem os estudos necessários para avaliar a viabilidade do empreendimento, como os estudos de topografia, geologia e engenharia, e, menos ainda, os estudos sobre os impactos sociais e ambientais que a implementação de tal empreendimento causaria (MACIEL *et al.*, 2020). Como resultado, ocorreram graves conflitos com diferentes etnias indígenas, as investigações da Comissão Nacional da Verdade indicam a morte de aproximadamente oito mil indígenas durante as construções das rodovias durante o governo militar, documentos apontam, por exemplo, o extermínio quase que total da etnia Jiahui, Waimiri-Atroari e de uma boa parte dos Tenharim (SANSON, 2013).

A partir do final da década de 1970, as dificuldades econômicas do país resultaram em uma degradação progressiva da malha rodoviária. A construção de novas estradas foi praticamente interrompida, ou ocorreu apenas de forma setorial e em um ritmo muito lento, enquanto a manutenção deixou de seguir requisitos fundamentais. Essa situação ocasionava dano material, lesão corporal ou fatalidades nas rodovias, além de causar graves prejuízos a setores essenciais da economia. Diante da escassez de recursos, a partir da década de 90 são implementadas novas alternativas para gestão das rodovias, como o Programa de Concessões Rodoviárias (MATTEI, 2017).

As primeiras concessões de trechos rodoviários brasileiros aconteceram na década de 1990, por meio do Programa de Concessões de Rodovias Federais (Procrofe), justificadas pela falta de recursos públicos para investimentos na expansão, recuperação, manutenção e melhoria da malha rodoviária (TCU, 2020). A concessão de rodovias consiste na transferência da administração da malha viária sob gestão pública para a iniciativa privada, uma concessionária, por um tempo determinando, normalmente o período vigente de um contrato de concessão varia entre 20 e 30 anos, e o Estado continua com autoridade sobre o empreendimento e com a responsabilidade de supervisionar as atividades da concessionária.

De acordo com a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT (2023), no contrato de concessão, o governo define quais as obrigações da concessionária em relação a manutenção, investimentos, serviços, cronogramas, normas e regulamentos que devem ser seguidos, em contrapartida a concessionária cobra as tarifas de pedágio pela utilização das vias, ao final do prazo, a empresa devolve o patrimônio para o governo com todas as melhorias realizadas. A concessão de rodovias assegura investimentos contínuos e manutenção adequada em trechos rodoviários estratégicos para impulsionar o desenvolvimento da infraestrutura dos estados e municípios. Além das responsabilidades de manutenção, as concessionárias também fornecem serviços de atendimento aos usuários, incluindo assistência mecânica e serviço de guincho para veículos danificados, bem como atendimento médico de emergência em caso de acidentes.

## **1.2. O sistema rodoviário do Estado de São Paulo**

O Estado de São Paulo é um dos 26 estados brasileiros e está localizado na região sudeste do país, ocupando uma área de 248.219,485 km<sup>2</sup>, onde vivem cerca de 44 milhões de habitantes. É considerado o estado mais desenvolvido do país, em 2022, a economia do Estado de São Paulo foi responsável por 27,5% do produto interno bruto (PIB) nacional com R\$ 2,73 trilhões (INVESTSP, 2023).

O Estado de São Paulo possui um pouco mais de 200 mil km de vias não pavimentadas e pavimentadas, incluindo vias sob administração federal, estadual e

municipal, desse total quase 10 mil km estão atualmente sob concessão (DER, 2022). É válido destacar que de acordo com a Confederação Nacional de Transportes (2023), as rodovias paulistas são consideradas as melhores do Brasil, com 19 das 20 melhores rodovias brasileiras, em território paulista.

Seguindo a tendência nacional, no final da década de 90 inicia-se o Programa de Concessões Rodoviárias do Estado de São Paulo, durante o governo Mario Covas, com a concessão de 12 lotes, totalizando cerca 3.500 km de rodovias repassadas para gestão da iniciativa privada (GALLO, 2020). Atualmente, a Agência de Transporte do Estado de São Paulo – ARTESP é a responsável por regular e fiscalizar o Programa de Concessões Rodoviárias. O Programa foi instituído com a finalidade de suprir as necessidades de investimentos na infraestrutura de transportes ao transferir a administração das rodovias públicas para o setor privado, sob a condição das concessionárias de rodovias realizarem melhorias na malha viária, como por exemplo, obras de duplicação, promovendo mais conforto e segurança aos usuários (ARTESP, 2021; ABRA *et al.*, 2021).

Na maioria dos contratos de concessão de rodovias, existe uma preocupação significativa em relação à prestação dos serviços, o equilíbrio econômico-financeiro e outros aspectos inerentes ao negócio, porém, no que diz respeito às questões ambientais, essa preocupação é menos evidenciada. No início do Programa de Concessões das Rodovias Paulistas, os editais pouco abordavam questões sobre atropelamentos de animais, por exemplo, apenas citava sobre a remoção imediata das carcaças da faixa de rolamento, o enterramento no prazo de 24 horas e a reposição das cercas nos limites da faixa de domínio e áreas remanescentes. Foi somente a partir de 2005 que as concessionárias começaram a registrar as ocorrências de atropelamento de fauna, foi nesse período que foram instaladas as primeiras passagens de fauna e realizado seu respectivo monitoramento. Já nos anos de 2007 e 2008, com a segunda etapa do Programa de Concessões, os editais começam a trazer um capítulo específico sobre meio ambiente, abordando a implementação de passagens de fauna e outras medidas de mitigação, e exigindo como obrigação contratual o registro dos atropelamentos de fauna.

Em 2018, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, publicou a Decisão de Diretoria Nº 141/2018/I que dispõe sobre critérios para a destinação de animais mortos em rodovias que trouxe como obrigação para o gestor rodoviário realizar a destinação adequada das carcaças, realizar o enterramento em locais específicos, como por exemplo fora de Áreas de Preservação Permanente (APP), realizar a destinação de animais silvestres feridos para Centros de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) e o monitoramento mais detalhado das ocorrências com fauna doméstica e silvestre. No âmbito dos processos de licenciamento ambiental também é exigido pela CETESB a implementação e monitoramento de passagens de fauna em conjunto com a cerca direcionadora.

Atualmente, os novos contratos de concessão, possuem obrigações específicas sobre meio ambiente, especialmente sobre fauna. Em dezembro de 2023 foi lançado o edital de concessão do Lote do Litoral Paulista, que traz como responsabilidade contratual do concessionário a realização de estudos de identificação de *hotspots* de atropelamento de fauna doméstica e silvestre e implementação de medidas de mitigação dos atropelamentos para esses dois grupos de animais. Para os animais silvestres, algumas obrigações são a adequação de bueiros existentes, implementação de cercamento e sinalização, e que para definição da medida a ser implementada seja considerado o tipo, o porte e o grau de ameaça da fauna existente na região.

Dessa maneira, considerando o cenário atual, em que a preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade ganham cada vez mais destaque na sociedade, foi preciso uma nova abordagem dos contratos de concessão rodoviária, nos quais a preocupação com a prestação do serviço não pode estar dissociada da responsabilidade socioambiental. Em outras palavras, o papel da iniciativa privada nas concessões deveria ser além da busca por lucro, pois as rodovias desempenham uma função social e econômica na sociedade. Porém, sua operação ou políticas de gestão impactam diretamente o meio ambiente. Dessa forma, a adoção de princípios da sustentabilidade desde a fase inicial de planejamento, passando pela construção e operação de rodovias, oferece uma oportunidade do setor contribuir com a proteção

ambiental, bem como promover rodovias mais seguras e um efeito positivo da sua imagem com acionistas, sociedade civil e órgãos reguladores.

### **1.3. Os impactos negativos das rodovias e do tráfego para a biodiversidade e os recursos naturais**

As rodovias possuem uma importância para a sociedade pois promovem conectividade entre as pessoas, entretanto, elas também exercem um impacto negativo significativo nos habitats do seu entorno, populações de espécies, comunidades e ecossistemas (VAN DER REE *et al.*, 2011). A implementação de rodovias promove drásticas modificações na paisagem e, por conseguinte, alterações nos ecossistemas, provocando diversos impactos ambientais, que vão desde sua construção até sua operação, muito dos quais são irreversíveis (LAURANCE *et al.*, 2014). Os efeitos ocasionados pela implementação e operação da malha rodoviária podem ser divididos em físicos, químicos e biológicos (FAHRIG & RYTWINSKI, 2009), variando em diferentes escalas espaciais (NATIONAL RESEARCH COUNCIL *et al.*, 2005) e afetam os ecossistemas terrestres e aquáticos de diversas maneiras (QUINTERO, 2016; TROMBULAK e FRISSELL, 2000).

A implementação e operação de rodovias altera as condições físicas nas áreas diretamente afetadas pelo empreendimento e áreas adjacentes, o efeito de borda é potencializado, alterando densidade do solo, temperatura, teor de água no solo, luz, poeira, fluxo de águas superficiais, padrão de escoamento e sedimentação (QUINTERO, 2016). Por exemplo, a remoção da cobertura vegetal pode ocasionar alterações na drenagem natural das águas, contribuindo para inundações, além da exposição de grandes áreas de terra à chuva e ao escoamento das águas, acelerando os processos de erosão e sedimentação de partículas de solo (FORMAN e ALEXANDER, 1998; TROMBULAK e FRISSELL, 2000; COFFIN, 2007; QUINTERO, 2016). Se o escoamento não for devidamente controlado e tratado, pode levar ao assoreamento dos cursos d'água e à degradação dos habitats naturais, especialmente os aquáticos. Além da perda de vegetação, a poluição sonora, luminosa e distúrbios



visuais, também contribuem para redução da qualidade das áreas adjacentes à rodovia (GALETTI *et al.*, 2022).

No que diz respeito às alterações químicas ocasionadas pelas rodovias e pelo tráfego, essas advêm da dispersão de gases, vazamento de combustíveis, óleos, produtos perigosos e metais pesados, esses poluentes contaminam o solo, o ar e a água (FORMAN e ALEXANDER, 1998; COFFIN, 2007; LAURANCE *et al.*, 2009). Por exemplo, a exposição da fauna a altas concentrações de metais pesados, óleos e outros produtos químicos pode resultar na mortalidade das espécies. A saúde das plantas é afetada pelos poluentes, a exposição à contaminação compromete as raízes e folhas, da mesma forma, a biota do solo é alterada (TROMBULAK e FRISSELL, 2000).

Em relação aos efeitos biológicos, a presença de rodovias ocasiona fragmentação de habitats, isolamento de populações, propagação de espécies exóticas invasoras, assim como, pode modificar o comportamento de animais, além de ocasionar o efeito barreira e a morte direta não natural por colisões veiculares (TROMBULAK e FRISSELL, 2000; FORMAN *et al.*, 2003; FAHRIG e RYTWINSKI, 2009; ABRA *et al.*, 2021). No Panamá, um estudo realizado em dez áreas protegidas que estão distantes num raio de 30 km da autopista panamericana, indicou que a perda de habitats é maior nas áreas que estão mais próximas da rodovia e que a maioria das mudanças ocorreu logo após a construção da via (ARGOTE *et al.*, 2012). Um outro estudo realizado em rodovias na região norte do Rio Grande do Sul, aponta que a fragmentação florestal pode ser potencializada pela proximidade de áreas florestais das rodovias, contribuindo para o isolamento e redução do tamanho das populações nativas que ocupam esses locais (REZZADORI *et al.*, 2016).

Além dos impactos negativos citados acima, a construção ou melhoria da infraestrutura de transportes pode facilitar o contato dos seres humanos com ambientes antes inacessíveis, e como consequência da facilidade de acesso promovida pela expansão da malha viária próxima de áreas naturais, podem ocorrer atividades ilegais como a extração de madeira, a caça e o tráfico de espécies silvestres, contribuindo para o declínio populacional (COFFIN, 2007; QUINTERO, 2016).

Percebe-se que o impacto das rodovias no meio ambiente é complexo e abrangente. Neste contexto, como resposta aos impactos negativos causados pelas obras de infraestrutura linear, especialmente as rodovias, surgiu uma nova área de estudos, a Ecologia de Estradas, o termo foi cunhado pelo ecologista Richard T. T. Forman em 1998 (COFFIN, 2007). Essa disciplina é um dos segmentos da Ecologia com o propósito de explorar as relações e os efeitos entre a malha rodoviária e o ambiente natural no qual as rodovias estão inseridas, buscando minimizar e mitigar os impactos negativos que as rodovias causam sobre indivíduos, populações, comunidades e ecossistemas.

Dessa forma, entender os mecanismos envolvidos na relação entre empreendimentos rodoviários, sociedade, economia e a ecologia das populações e comunidades é fundamental para obter informações que subsidiarão o desenvolvimento de futuros planos de manejo, mitigação de impactos e conservação da biodiversidade. Com planejamento e investimentos em ações de conservação adequadas, é possível mitigar esses impactos e alcançar um equilíbrio entre o desenvolvimento e a proteção ambiental. Nesse sentido, a colaboração entre governos, setor público e privado e a sociedade civil é essencial para garantir que as rodovias sejam projetadas e operadas de forma a minimizar seus impactos negativos no meio ambiente.

## **2. CAPÍTULO 2 – A RELAÇÃO ENTRE COLISÕES VEICULARES COM FAUNA SILVESTRE, SEGURANÇA VIÁRIA E ECONOMIA**

### **2.1. Os impactos negativos causados pelas rodovias e o tráfego na fauna silvestre**

Rodovias estão presentes na maioria das paisagens ao redor do mundo, estima-se que existem cerca de 750 milhões de veículos trafegando em aproximadamente 50 milhões de km de vias, e a malha viária e os volumes de tráfego estão aumentando, particularmente na Europa Oriental, China, Índia e América Latina (VAN DER REE *et al.*, 2011). Aproximadamente 25 milhões de quilômetros de novas rodovias serão construídos até 2050 (DULAC, 2014), sendo que 90% dessa malha viária será em países em desenvolvimento, incluindo as regiões tropicais que detêm uma grande diversidade de ecossistemas (LAURANCE *et al.*, 2015).

Normalmente, as rodovias estão inseridas em áreas rurais e em paisagens naturais, ambientes que são o habitat de diversas espécies (FAHRIG, 2003; HUIJSER *et al.*, 2013). Principalmente nas áreas com vegetação nativa, os empreendimentos viários provocam impactos significativos, sobretudo para fauna silvestre. No momento que uma rodovia é implementada, é iniciado um processo de fragmentação, segmentando áreas naturais e, eventualmente a fauna silvestre (FORMAN e ALEXANDER, 1998), os animais que antes podiam se deslocar livremente, encontram-se isolados. Como consequência, as funções ecológicas vão se perdendo, a fragmentação do habitat impede a conectividade das espécies, o fluxo gênico e a busca por alimento, parceiros reprodutivos e outros recursos necessários à sobrevivência das espécies (FISCHER *et al.*, 2003; DODD *et al.*, 2007; CACERES *et al.*, 2010; CARVALHO *et al.*, 2015; VAN DER REE *et al.*, 2015). Entretanto, o impacto mais visível e mensurável para fauna silvestre, é a morte direta não natural por colisão veicular (CLEVINGER *et al.*, 2001; CARVALHO *et al.*, 2014; GRILO *et al.*, 2018; ABRA *et al.*, 2021). A mortalidade de fauna nas rodovias não afeta apenas os animais de forma individual, mas também a permanência das populações (FAHRIG e RYTWINSKI, 2009).

O potencial de colisão com a fauna silvestre é influenciado tanto por variáveis relacionadas à rodovia quanto por fatores ambientais. Quanto às características de construção das rodovias, a geometria da pista, o tamanho e a pavimentação influenciam no fluxo de veículos e na velocidade praticada pelos motoristas e, por consequência, na probabilidade de atropelamentos (CACERES *et al.*, 2010; CARVALHO *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2015). Fatores ambientais também influenciam na vulnerabilidade a atropelamentos, como a sazonalidade, proximidade com cursos d'água e presença de vegetação nativa no entorno, além das características ecológicas de cada espécie animal (MEDICI *et al.*, 2019; ABRA *et al.*, 2021). Alguns indivíduos podem buscar recursos próximo da rodovia (CARVALHO *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2015) ou, por conta do seu padrão de movimentação, como por exemplo os mamíferos, que por possuírem áreas de vidas maiores, ficam mais vulneráveis a cruzarem a rodovia e serem vítimas de atropelamento (CACERES *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2015; CAIRES *et al.*, 2019; DE ARAUJO CEZAR *et al.*, 2021).

Segundo Laurance (2018) os atropelamentos são uma das principais causas da mortalidade de vertebrados, estudos de Forman e Alexander (1998) indicam que, em países desenvolvidos, a morte direta não natural por colisão envolvendo animais silvestres superou as taxas de mortalidade por caça. As colisões de veículos com animais foram identificadas como uma das principais causas de mortalidade para onças-pardas (*Puma concolor*) na Flórida (TAYLOR *et al.*, 2002) e tartarugas do deserto (*Gopherus agassizii*) nos Estados Unidos (BOARMAN e SAZAKI, 1996), lobos (*Canis lupus*) (PAQUET, 1993) no Canadá e lince-ibérico (*Lynx pardinus*) (FERRERAS *et al.*, 1992) na Espanha.

No Brasil, diversos estudos demonstram a perda de fauna nos biomas por conta dessa problemática (FISCHER, 1997; GUMIER-COSTA e SPERBER, 2009; CARVALHO *et al.*, 2014; MEDICI *et al.*, 2016; ABRA *et al.*, 2021). Dados de mortalidade causada por atropelamentos em espécies ameaçadas de extinção como lobos-guarás (*Chrysocyon brachyurus*), onças pardas (*Puma concolor*) e tamanduás-bandeiras (*Myrmecophaga tridactyla*) também são preocupantes (MEDICI *et al.*, 2016;

ASCENSÃO *et al.*, 2019; ABRA *et al.*, 2021; ASCENSÃO e DESBIEZ, 2022), pois, isso acelera o declínio populacional dessas espécies.

Muitos estudos têm se interessado em compreender os efeitos das colisões veiculares sobre as espécies em perigo ou ameaçadas de extinção, no entanto, mesmo para espécies comuns e não ameaçadas, os padrões de comportamento tornam algumas espécies particularmente vulneráveis às rodovias (GRILO *et al.*, 2010). Por exemplo, um estudo conduzido em sete rodovias do Estado de São Paulo mostrou que das 26 espécies registradas em atropelamentos, a mais frequente foi capivara, por conta do seu tamanho e peso, as colisões veiculares com capivaras podem causar sérios danos aos veículos e são uma grave ameaça aos usuários (HUIJSER *et al.*, 2013).

Os anfíbios e répteis também podem ser particularmente afetados pelos efeitos das rodovias (EIGENBROD *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2022) por serem um grupo de animais que se movem lentamente e tendem a utilizar o pavimento como fonte de calor para termorregulação, especialmente em países temperados. No caso das aves, elas podem ser atraídas para as rodovias devido a disponibilidade de poleiros e alimento, a exemplo dos grãos e sementes que caem durante o transporte ou restos de alimentos jogados pelos usuários, pequenos mamíferos e animais mortos para necrófagos (NOVELLI *et al.*, 1998; DEAN e MILTON, 2003). As rodovias podem agir como barreira para algumas espécies, porém, outros animais podem buscar recursos próximo as rodovias e se tornarem vítimas das colisões (SEILER, 2001; CACERES *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2015).

Além do impacto na biodiversidade, as colisões com animais geram também prejuízos humanos e econômicos. Em diferentes países do mundo, colisões com animais, especialmente mamíferos de médio e grande porte são um risco para as pessoas, geralmente levando a graves acidentes ou perdas vitais (CLEVENGER *et al.*, 2001; DODD *et al.*, 2007; HUIJSER *et al.*, 2013; HUIJSER *et al.*, 2016; ABRA *et al.*, 2019). Desse modo, é fundamental implementar estratégias que fomentem rodovias mais seguras para os usuários, com menores índices de mortalidade de animais, e reduzam os efeitos negativos para a biodiversidade.

## **2.2. Para além da conservação de espécies: as consequências das colisões veiculares com animais para segurança viária e economia**

Diversos estudos ao redor do mundo têm estimado a mortalidade de animais nas rodovias. Nos Estados Unidos, por exemplo, foi estimado que um milhão de vertebrados são atropelados por dia, as estimativas anuais de atropelamento na Holanda incluem 159 mil mamíferos e 653 mil aves (FORMAN e ALEXANDER, 1998), enquanto na Bulgária essa estimativa varia em sete milhões de aves por ano (VAN DER ZANDE *et al.*, 1980) e na Austrália são cinco milhões de anfíbios e répteis mortos por atropelamento anualmente (BENNETT, 1991).

No Brasil, são estimados dois milhões de mamíferos atropelados por ano (GONZÁLEZ-SUÁREZ *et al.*, 2018), e no Estado de São Paulo, um estudo baseado em uma série temporal de dez anos de fauna atropelada estimou uma média de 39.605 indivíduos de mamíferos de médio e grande porte atropelados por ano (ABRA *et al.*, 2021). Para o bioma da Mata Atlântica, foi estimado que atropelamentos em rodovias é o quarto maior agente causador de defaunação em riqueza e abundância de espécies da fauna (GALETTI *et al.*, 2021).

Além dos impactos crônicos à biodiversidade, as colisões com animais, principalmente de grande porte, também podem significar uma ameaça para a segurança dos usuários, causando ferimentos significativos nos motoristas e passageiros, além dos danos materiais. Nos Estados Unidos, por exemplo, estima-se que cerca de um a dois milhões de colisões veiculares com animais ocorram com mamíferos de grande porte, dos quais 5% envolvem lesões humanas totalizando custos superiores a US\$ 8 bilhões (HUIJSER *et al.*, 2008). Um outro estudo, estimou somente no Estado da Califórnia, entre os anos de 2016 e 2020, um custo de US\$ 1 a 2 bilhões relacionados a danos materiais para as colisões com animais silvestres (SHILLING *et al.*, 2021).

Para o Brasil, somente um estudo investigou os efeitos de colisões veiculares envolvendo animais do ponto de vista legal e econômico. Abra e colaboradores (2019), apontam que no Estado de São Paulo ocorrem em média 2.611 acidentes envolvendo

animais em rodovias por ano, 18,5% desses acidentes ocasionam danos físicos aos usuários, com 531 pessoas com ferimentos leves, 116 com ferimentos graves e 20 óbitos, cada evento de colisão foi estimado em R\$ 67.048,00. O custo anual total para a sociedade é de aproximadamente R\$ 56 milhões, já para os administradores rodoviários o gasto com indenizações para compensação de danos econômicos, estéticos e morais para as vítimas é de R\$ 2.463.380 por ano (ABRA *et al.*, 2019). Ainda, do ponto de vista jurídico, usuários que sofrem danos devido as colisões veiculares com animais em rodovias são passíveis de serem compensados economicamente. Desta forma, o sistema judicial brasileiro entende que a entrada dos animais na rodovia é uma falha na segurança operacional da via e entende as colisões como responsabilidade civil dos seus administradores, sendo públicos ou privados (ABRA *et al.*, 2019).

Uma maneira de reduzir as colisões veiculares com animais é por meio da implementação de medidas de mitigação. As razões e importância para ações de mitigação de atropelamento de fauna não se justificam somente pela redução de danos econômicos e segurança dos usuários, como também pela conservação da biodiversidade e pelo valor intrínseco e ético de que todos os seres vivos, tanto pessoas como animais, têm de existir.

Existem diferentes tipos de medidas de mitigação disponíveis que devem ser utilizadas em conjunto para reduzir as colisões veiculares com animais. Normalmente, as medidas de mitigação são divididas em duas categorias: medidas estruturais que visam modificar o comportamento da fauna, por exemplo, construção de passagens de fauna com cercas direcionadoras que viabilizem a travessia segura dos animais e adequação de sistemas de drenagem, e medidas não-estruturais que tem como objetivo influenciar o comportamento dos motoristas, como placas de sinalização, redutores eletrônicos de velocidade nos pontos de maior incidência de atropelamentos e uso de novas tecnologias como sistemas de detecção animal (HAUPLIT, 2015; HUIJSER *et al.*, 2016).

Dentre todas essas ações mitigadoras, as passagens de fauna juntamente com o cercamento, são as medidas mais comuns e eficientes para impedir o acesso da

fauna às rodovias, ao mesmo tempo que proporcionam a conectividade da paisagem e permitem a travessia segura da fauna silvestre (GLISTA *et al.*, 2008; HUIJSER *et al.*, 2016; ABRA *et al.*, 2020; ASCENSÃO *et al.*, 2021). Alguns estudos indicam que quando implementadas e mantidas corretamente, as passagens de fauna cercadas podem reduzir de 80 a 97% das colisões entre veículos e animais de grande porte (HUIJSER *et al.*, 2016; ASCENSÃO *et al.*, 2021).

Já as placas de sinalização de travessia de fauna, apesar de serem a forma mais usada e difundida de mitigação devido a facilidade e o baixo custo de implementação, são um método com pouca efetividade para reduzir a mortalidade dos animais silvestres (IUELL *et al.*, 2003), pois, não são específicas no tempo e no espaço, assim, o motorista não sabe onde e quando o animal irá atravessar a rodovia. Existem poucos estudos que avaliam a efetividade da sinalização, os que existem indicam que a sinalização por si só é ineficaz para evitar colisões entre animais e veículos (SULLIVAN e MESSMER, 2003).

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



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

O presente estudo teve como objetivo geral analisar os dados de ocorrências de colisões com mamíferos silvestres e domésticos em uma rodovia concessionada do Estado de São Paulo, bem como analisar os custos de compensação envolvidos nesses casos, a fim de verificar como o fator econômico pode ser um incentivo para a implementação de medidas de mitigação junto aos gestores rodoviários.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Quantificar as colisões com mamíferos domésticos e silvestres com potencial de oferecer risco aos usuários e à operação;
- 2) Compreender os padrões temporais das colisões com mamíferos domésticos e silvestres;
- 3) Mapear os pontos críticos de atropelamento de mamíferos domésticos e silvestres de médio e grande porte;
- 4) Levantar os custos de reparação e compensação de danos veiculares desembolsados pela concessionária das rodovias de estudo causados por acidentes envolvendo animais domésticos e silvestres;
- 5) Estimar os custos associados à implementação de medidas de mitigação (passagem de fauna, cerca direcionadora e sinalização) nos trechos críticos de colisões de mamíferos silvestres;
- 6) Sugerir a relação custo x benefício para a concessionária ao optar por implementar ou não medidas de mitigação.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

As rodovias analisadas no presente estudo são administradas por uma concessionária dentro do Programa de Concessões Rodoviárias do Estado de São Paulo, o contrato de concessão tem duração de 30 anos. Elas estão localizadas na região centro-oeste do Estado, entre Florínea e Igarapava, ligando Minas Gerais ao Paraná, cruzando cerca de 30 municípios: Florínia, Pedrinhas Paulista, Cruzália, Tarumã, Assis, Platina, Echaporã, Marília, Júlio Mesquita, Guarantã, Cafelândia, Ponguaí, Uru, Novo Horizonte, Borborema, Ribeirão Preto, Sertãozinho, Pontal, Pitangueiras, Bebedouro, Viradouro, Jardinópolis, Sales Oliveira, Orlândia, São Joaquim da Barra, Guará, Ituverava, Buritizal, Aramina e Igarapava, e compreendem cerca de 570 quilômetros de um conjunto composto por sete rodovias e suas vias de acesso, as quais são: SP-266 (SPA 502), SP-294, SP-322 (SPA 321, SPA 325, SPA 336, SPA 343, SPA 375), SP-328 (SPA 468, SPA 470), SP-330 (SPA 327, SPA 355, SPA 410), SP-333 (SPA 245, SPA 274, SPA 370, SPA 409) e SP-351 (SPA 135) (**Figura 1**).



**Figura 1** - Localização das rodovias SP-266, SP-294, SP-322, SP-328, SP-330, SP-333 e SP-351 no Estado de São Paulo.  
Elaborado por: Yuri Ribeiro.

O sistema rodoviário objeto desse estudo compreende um conjunto de pistas simples e duplicadas. Geralmente, as pistas simples são compostas por duas faixas, e a separação entre as faixas é por meio da sinalização horizontal, que corresponde à pintura realizada sobre o pavimento da pista de rolamento, já as pistas duplicadas são compostas por quatro faixas e há uma separação física entre as faixas, por exemplo, barreira *New Jersey*, defesa metálica ou canteiro central e outros. A velocidade máxima permitida em áreas urbanas varia de 80 ou 90 km/h para veículos leves e de 80 km/h para veículos pesados, em áreas rurais, a velocidade máxima permitida varia de 80 a 110 km/h para veículos leves e de 70 a 90 km/h para veículos pesados, de acordo com número de pistas e o sentido de circulação. Segundo dados do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER-SP (2023), em 2022 passaram aproximadamente 91 mil veículos por dia no sistema rodoviário analisado neste estudo.

Em relação as características ambientais da região de estudo, a vegetação se caracteriza por áreas de Mata Atlântica e Cerrado, com predominância da fitofisionomia

da Floresta Estacional Semidecidual (INSTITUTO FLORESTAL, 2010). O clima da região é temperado úmido, com inverno seco e verão chuvoso, sendo a estação seca entre abril e setembro e a estação chuvosa de outubro a março (BRASILEIRO *et al.*, 2005; INSTITUTO FLORESTAL, 2010). O entorno da rodovia apresenta diferentes paisagens, que variam entre pastagens e cultivos agrícolas, majoritariamente plantações de cana, áreas urbanas e algumas áreas com vegetação nativa, além de atravessarem duas Unidade de Conservação de Proteção Integral na categoria Estação Ecológica (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2023).

As áreas protegidas afetadas pelas rodovias são a Estação Ecológica de Assis com uma área de 1.760 hectares, localizada dentro da bacia do Médio Paranapanema, corresponde a 10% de áreas de Cerrado protegidas em unidades de conservação do Estado de São Paulo e é também a única da região, e conta com algumas espécies de fauna ameaçadas de extinção como lobo-guará, onça-parda e gato-marcajá (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2023). A outra área protegida é a Estação Ecológica de Ribeirão Preto com uma área de 154 ha, embora pequena é um dos poucos remanescentes de Mata Atlântica em uma região que sofre extrema pressão pela expansão urbana (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2023).

## **4.2. COLETA DE DADOS**

### **4.2.1. Banco de dados de mamíferos silvestres e domésticos atropelados coletados pela concessionária**

As concessionárias de rodovias são responsáveis pela operação e manutenção das rodovias sob sua administração, o que inclui realizar rondas por todo o trecho, a cada 90 minutos aproximadamente, para verificarem se há usuários que precisam de ajuda e/ou detritos e carcaças de animais na faixa de rolamento e acostamento, dessa forma, garantindo a segurança viária e o fluxo de veículos.

Desde 2005, as concessionárias devem remover e reportar as carcaças de animais domésticos e silvestres para a ARTESP (ABRA, 2019), e a partir de 2018, foi requerido pela CETESB que os operadores de rodovias apresentem relatórios

semestrais com todos os registros de acidentes envolvendo atropelamento de animais, cada registro deve incluir: característica da via e do entorno, data, hora, rodovia, localização por km, se a espécie é doméstica ou silvestres, grupo, nome científico, nome popular, quantidade e a destinação dada aos animais, por exemplo, se foi encaminhado para uma instituição específica ou enterrado.

Assim, os dados utilizados nesta pesquisa se constituem em dados secundários de mamíferos silvestres e domésticos vítimas de colisões e foram obtidos por meio dos registros dos inspetores de tráfego da concessionária da área de estudo. Os dados são referentes as ocorrências de colisões com mamíferos domésticos e silvestres e contemplam um período de 65 meses, entre julho de 2017 a dezembro de 2022.

#### **4.2.2. Análise de padrões temporais e espaciais dos atropelamentos de animais silvestres e domésticos**

##### **4.2.2.1. Análise temporal**

A análise da distribuição temporal dos registros buscou avaliar a influência da sazonalidade e período do dia. Foi realizada uma análise descritiva dos atropelamentos em relação aos meses do ano, o horário, sendo o período diurno das 06:00 h às 17:59 h e o período noturno das 18:00 h às 05:59 h, e as estações seca e chuvosa, sendo considerado os meses de abril a setembro como seco e de outubro a março, úmido.

##### **4.2.2.2. Análise espacial**

A análise de agregação de atropelamentos é uma das ferramentas mais utilizadas para responder ao administrador de empreendimentos lineares quais são as zonas críticas de colisões com fauna, auxiliando na tomada de decisão para implementação de medidas de mitigação como a instalação de passagens de fauna, cercamento, ampliação de estruturas de drenagens, sinalização, dentre outras.

Foram realizadas análises espaciais para compreender quais são as zonas críticas de fatalidades de fauna ao longo das rodovias da área de estudo. Para esta análise, os registros serão classificados em dois grupos:

- Mamíferos domésticos de médio e grande porte (e.g. bovinos, equinos, caprinos, bubalinos, caninos);
- Mamíferos silvestres acima de 15 kg (e.g. anta, cachorro-do-mato, capivara, cateto, furão, gato-do-mato, gato-mourisco, irara, jaguatirica, javali, lobo-guará, lontra, onça-parda, paca, raposinha-do-campo, ratão-do-banhado, tamanduá-bandeira, tamanduá-mirim, veado-catingueiro, veado-mateiro).

A seleção dessas espécies que compõem os dois grupos é baseada no tamanho corporal dos animais, sendo estes considerados a partir de médio porte e que ofereçam risco à segurança humana ou viária com potencial de causar danos materiais.

As análises de distribuição espacial dos atropelamentos foram realizadas no software KDE+ v3.3 (BÍL *et al.*, 2013, 2016), considerando cada grupo citado acima como uma análise específica.

Para identificar as agregações, o KDE+ utiliza uma estimativa de densidade de Kernel para encontrar os agrupamentos significativos de ocorrências de óbitos além de um método de hierarquização das agregações de fatalidades. Informações mais detalhadas acerca da estatística intrínseca ao método podem ser encontradas em *Bíl et al.* (2013). As análises foram realizadas com precisão de dados de GPS, largura de banda igual a 150 e 800 simulações de Monte Carlo (padrão da plataforma). As agregações foram ranqueadas pelo critério Str\_Dens 2 (peso da agregação), do maior para o menor e, posteriormente, foi aplicada a quebra natural de *Jenks* a fim de dividir os *clusters* de criticidades de atropelamentos em cinco categorias: muito alta, alta, média, baixa e muito baixa.

#### **4.2.3. Índice de atropelamento de mamíferos silvestres**

O cálculo do índice de atropelamento de mamíferos silvestres foi realizado pela razão entre o número total de mamíferos mortos, extensão total da rodovia e total de anos da amostragem, utilizou-se a fórmula recomendada por Rosa *et al.* (2012):

$$IA = N^{\circ} \text{ Ind. Atropelados} / \text{Km} / \text{Ano}$$

Onde:

IA = Índice de atropelamento

Nº Ind. Atropelados = Número total de indivíduos atropelados

KM = Extensão da rodovia

Ano = Total em anos durante amostragem do estudo

Foi considerado período de 65 meses, num total de 570 quilômetros, e os registros dos mamíferos silvestres e domésticos mortos.

#### **4.2.4. Banco de dados para reparação e compensação de danos veiculares causados por acidentes envolvendo animais**

Os custos oriundos de compensação financeira fruto de processos jurídicos contra a concessionária foram calculados a partir do banco de dados da concessionária sobre os processos recebidos durante o período de julho de 2017 a dezembro de 2022. Foi realizada uma análise exploratória dos dados para identificar os valores requeridos e pagos e as principais causas de solicitação de indenização e as espécies de animais envolvidas. Também foram realizadas estimativas para projetar os gastos que a concessionária terá ao longo do período de concessão com indenizações.

#### **4.2.5. Estimativa dos custos para implementação de medidas de mitigação**

Para integrar a análise de custo-benefício entre o valor pago pela concessionária com indenizações devido as colisões veiculares com mamíferos silvestres e a implementação de medidas de mitigação, foi estimado o custo de diferentes ações para redução dos atropelamentos. Foram consideradas três diferentes tipos de medidas de mitigação: passagem inferior de fauna (Bueiro tipo BSCC), cerca direcionadora para fauna e sinalização de travessia de fauna.

Para estimar os custos de implementação dessas medidas de mitigação, deu-se preferência a utilização dos valores contratados pela concessionária na aquisição



desses serviços, na impossibilidade de obter esses dados, o orçamento foi estimado com base no Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre (DNIT), em sua essência esse sistema traz os insumos e composições usadas como referência para obras de infraestrutura de transportes, sendo possível definir qualitativamente e quantitativamente mão de obra, equipamentos, materiais, atividades auxiliares e transporte necessário para realização de um determinado tipo de serviço.

#### 4.2.5.1. Passagem inferior de fauna

Para estimar os custos de implementação de uma passagem de fauna, foi definido um modelo padrão de estrutura inferior para travessia de fauna (**Figura 2**), um bueiro simples celular de concreto (BSCC) em duas dimensões de 1,50 x 1,50 e 2,00 x 2,00 metros e, ambos, com 30 metros de comprimento. Optou-se por estruturas com dimensões diferentes, pois, à medida que o tamanho da passagem aumenta, o número e a diversidade de espécies capazes de cruzar também aumenta (GRILLO *et al.*, 2010). Foram considerados também os custos com limpeza da área, compactação de aterros, escavação, carga e transporte de solo e implantação de cobertura vegetal.



**Figura 2** - Modelo de estrutura para travessia de fauna a ser implementado em rodovias.  
Fonte: cortesia @Viafauna.



#### 4.2.5.2. Cerca direcionadora para fauna

Para definição do modelo de cerca direcionadora foi considerado a Norma DNIT 077/2006/ES - “Cerca viva ou de tela para proteção da fauna” e as exigências solicitadas pela CETESB durante os processos de licenciamento ambiental da concessionária. O modelo de cerca adotado foi uma tela com altura mínima de 2,00 metros acima do solo, malha de menor abertura nos primeiros 50 cm a partir da superfície (evitando a passagem de fauna de menor porte), uma parte da cerca enterrada (visando impedir a passagem da fauna escavadora) e direcionadores nas extremidades, conforme apresentado na **Figura 3**.

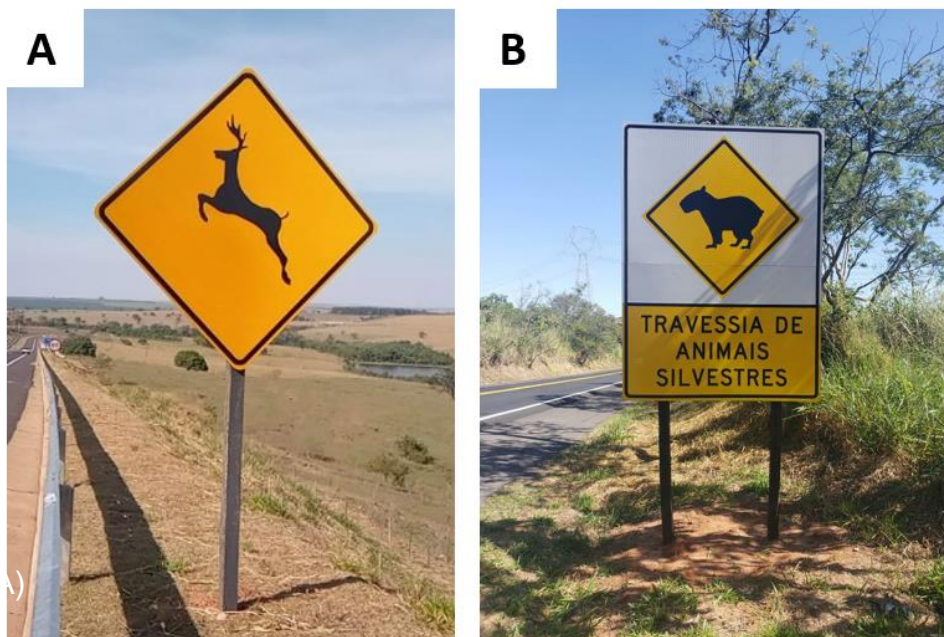


**Figura 3** - Modelo de cerca direcionadora de fauna a ser implementado em rodovias.  
Fonte: Serpav.

#### 4.2.5.3. Sinalização de travessia de fauna

Para a sinalização de fauna foi considerada a placa de advertência animais selvagens (A-36), por ser o modelo padrão do Código Brasileiro de Trânsito, que indica ao motorista sobre a possibilidade da presença de animais silvestres na pista. Apesar desse modelo ser o mais usual, também foi considerado um modelo de placa educativa

com a silhueta de animais silvestres nativos, como a capivara, junto de uma frase para alertar o condutor sobre a possibilidade de travessia dos animais (**Figura 4**).



**Figura 4** - (A) Modelo de placa A-36 para sinalização de advertência sobre a possibilidade de presença de animais silvestres na rodovia e (B) modelo de placa educativa quanto a possibilidade de travessia de animais silvestres na rodovia.

Fonte: Autora.

#### 4.2.6. Análise custo-benefício de implementação de medidas de mitigação

Para a análise de custo-benefício foi considerado os pontos críticos de atropelamento de mamíferos silvestres acima de 15 kg e capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), foi realizada uma análise específica para espécie, visto que esse é o principal mamífero silvestre encontrado na área de estudo e devido a suas características apresenta risco à segurança viária.

O valor necessário para implementação das medidas mitigadora foi calculado apenas para os *clusters* de intensidade muito alto, alto e médio, considerando quatro opções:

- **Mamíferos silvestres**

Para os mamíferos silvestres adotou-se a passagem inferior de fauna (PIF) na dimensão 2,00 x 2,00 metros, pois, esse tamanho possibilita a travessia de um grupo faunístico maior. Foram consideradas duas possibilidades:

- 1) A implementação de passagem inferior de fauna, quatro placas de sinalização de travessia de fauna e cercamento que contemple somente a extensão do *cluster* nas duas pistas da rodovia;
- 2) A implementação de passagem inferior de fauna, quatro placas de sinalização de travessia de fauna e cercamento na extensão do *cluster* mais a extensão padrão de 500 metros de cerca para cada lado da passagem, nas duas pistas da rodovia.

- **Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*)**

Para a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* adotou-se a passagem inferior de fauna na dimensão 1,50 x 1,50 metros, pois, esse tamanho possui um custo menor e já permite a travessia de capivaras. Também foram consideradas duas possibilidades:

- 3) A implementação de passagem inferior de fauna, quatro placas de sinalização de travessia de fauna e cercamento que contemple somente a extensão do *cluster* nas duas pistas da rodovia;
- 4) A implementação de passagem inferior de fauna, quatro placas de sinalização de travessia de fauna e cercamento na extensão do *cluster* mais a extensão padrão de 500 metros de cerca para cada lado da passagem, nas duas pistas da rodovia.

Os valores para implementação das medidas de mitigação foram comparados com os valores pagos pela concessionária em reparações e compensações por danos materiais e morais causados por colisões entre veículos e mamíferos silvestres.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Análise de padrões temporais e espaciais dos atropelamentos de mamíferos domésticos e silvestres

Entre julho de 2017 e dezembro de 2022, foram registrados 7.163 indivíduos de mamíferos atropelados distribuídos em nove ordens, 28 famílias e 54 espécies ao longo de 570 km. Desse total, 3.195 (44,60%) foram mamíferos domésticos e 3.968 (55,40%) mamíferos silvestres (**Tabela 1**). As espécies mais frequentes registradas nas colisões foram cachorro-doméstico (30,39%, n = 2.177, *Canis lupus familiaris*), capivara (15,02%, n = 1.076, *Hydrochoerus hydrochaeris*), tatu (Dasypodidae NI, 19,18%, n = 761), gato-doméstico (10,05%, n = 720, *Felis catus*) e cachorro-do-mato (5,03%, n = 360, *Cerdocyon thous*), responsáveis por 71,12% de todas as ocorrências do período.

No que se refere somente aos mamíferos de médio e grande porte, foram registrados 4.299 indivíduos, o que representa 60,00% de todos os registros com mamíferos, sendo que 2.444 (56,85%) são registros de mamíferos domésticos e 1.855 (43,14%) são registros de mamíferos silvestres de médio e grande porte. Do total de ocorrências com mamíferos silvestres de médio e grande porte, 1.076 (58,00%) são registros de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*).

**Tabela 1** - Número total de indivíduos de espécies de mamíferos domésticos e silvestres atropelados entre julho de 2017 e dezembro de 2022 em rodovia concessionada do Estado de São Paulo.

	Nº Ind. Atropelados (n)	% em relação às ocorrências com mamíferos domésticos/silvestres em geral	% em relação às ocorrências com mamíferos em geral
<b>Mamíferos domésticos</b>	<b>3.195</b>	<b>100,00</b>	<b>44,60</b>
Cachorro ( <i>Canis lupus familiaris</i> )	2.177	68,14	30,39
Gato ( <i>Felis catus</i> )	720	22,54	10,05
Cavalo/Égua ( <i>Equus caballus</i> )	132	4,13	1,84
Boi/Vaca ( <i>Bos taurus</i> )	90	2,82	1,26
Não identificado	39	1,22	0,54
Porco-doméstico ( <i>Sus scrofa domesticus</i> )	23	0,72	0,32
Ovelha ( <i>Ovis aries</i> )	7	0,22	0,10
Cabra ( <i>Capra aegagrus hircus</i> )	3	0,09	0,04
Mula ( <i>Equus asinus</i> )	2	0,06	0,03
Caprinae NI	1	0,03	0,01
Muridae NI	1	0,03	0,01
<b>Mamíferos silvestres</b>	<b>3.968</b>	<b>100,00</b>	<b>55,40</b>
Capivara ( <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> )	1.076	27,12	15,02
Dasypodidae NI	761	19,18	10,62
Cachorro-do-mato ( <i>Cerdocyon thous</i> )	360	9,07	5,03
Lebre europeia ( <i>Lepus europaeus</i> )*	327	8,24	4,57
Gambá ( <i>Didelphis</i> sp.)	194	4,89	2,71
Tatu-galinha ( <i>Dasypus novemcinctus</i> )	177	4,46	2,47
Não identificado	172	4,33	2,40
Tamanduá-mirim ( <i>Tamandua tetradactyla</i> )	121	3,05	1,69
Raposinha-do-campo ( <i>Lycalopex vetulus</i> )** ***	97	2,44	1,35
Tatupeba ( <i>Euphractus sexcinctus</i> )	86	2,17	1,20
Quati ( <i>Nasua nasua</i> )	57	1,44	0,80
Gambá-de-orelha-branca ( <i>Didelphis albiventris</i> )	47	1,18	0,66
Cutia ( <i>Dasyprocta azarae</i> )	45	1,13	0,63
Mão-pelada ( <i>Procyon cancrivorus</i> )	39	0,98	0,54

	Nº Ind. Atropelados (n)	% em relação às ocorrências com mamíferos domésticos/silvestres em geral	% em relação às ocorrências com mamíferos em geral
Preá ( <i>Cavia aperea</i> )	33	0,83	0,46
Tatu ( <i>Dasyopus</i> sp.)	30	0,76	0,42
Tamanduá-bandeira ( <i>Myrmecophaga tridactyla</i> )** *** *****	30	0,76	0,42
Onça-parda ( <i>Puma concolor</i> )**	29	0,73	0,40
Lobo-guará ( <i>Chrysocyon brachyurus</i> )** ***	25	0,63	0,35
Primates NI	23	0,58	0,32
Cingulata NI	22	0,55	0,31
Jaguatirica ( <i>Leopardus pardalis</i> )**	21	0,53	0,29
Canidae NI	18	0,45	0,25
Ratão-do-banhado ( <i>Myocastor coypus</i> )*	15	0,38	0,21
Javali ( <i>Sus scrofa</i> )*	14	0,35	0,20
Veado ( <i>Mazama</i> sp.)	13	0,33	0,18
Macaco-prego-preto ( <i>Sapajus nigritus</i> )**	13	0,33	0,18
Ouriço-cacheiro ( <i>Coendou spinosus</i> )	12	0,30	0,17
Veado-catingueiro ( <i>Mazama gouazoubira</i> )	9	0,23	0,13
Tatu-mulita ( <i>Dasyopus septemcinctus</i> )	8	0,20	0,11
Furão ( <i>Galictis cuja</i> )	8	0,20	0,11
Tamanduá ( <i>Myrmecophagidae</i> sp.)	8	0,20	0,11
Bugio-preto ( <i>Alouatta caraya</i> )**	7	0,18	0,10
Sagui-de-tufos-pretos ( <i>Callithrix penicillata</i> )	7	0,18	0,10
Gambá-de-orelha-preta ( <i>Didelphis aurita</i> )	7	0,18	0,10
Leporidae NI	7	0,18	0,10
Porco-espinho ( <i>Coendou prehensilis</i> )	6	0,15	0,08
Lontra ( <i>Lontra longicaudis</i> )**	6	0,15	0,08
Paca ( <i>Cuniculus paca</i> )	5	0,13	0,07
Gato-mourisco ( <i>Herpailurus yagouaroundi</i> )***	5	0,13	0,07
Saqui ( <i>Callithrix</i> sp.)	4	0,10	0,06
Tapiti ( <i>Sylvilagus brasiliensis</i> )****	4	0,10	0,06
Irara ( <i>Eira barbara</i> )	3	0,08	0,04

	Nº Ind. Atropelados (n)	% em relação às ocorrências com mamíferos domésticos/silvestres em geral	% em relação às ocorrências com mamíferos em geral
Cateto ( <i>Dicotyles tajacu</i> )**	3	0,08	0,04
Didelphidae NI	2	0,05	0,03
Pilosa NI	2	0,05	0,03
Bugio ( <i>Alouatta</i> sp.)**	1	0,03	0,01
Cervidae NI	1	0,03	0,01
Ouriço ( <i>Coendou</i> sp.)	1	0,03	0,01
Jaritataca ( <i>Conepatus semistriatus</i> )	1	0,03	0,01
Cangambás ( <i>Conepatus</i> sp.)	1	0,03	0,01
Gato-do-mato-pequeno ( <i>Leopardus guttulus</i> )** *** ****	1	0,03	0,01
Veado-mateiro ( <i>Mazama americana</i> )**	1	0,03	0,01
Mustelidae NI	1	0,03	0,01
Rodentia NI	1	0,03	0,01
Anta ( <i>Tapirus terrestris</i> )** *** ****	1	0,03	0,01
<b>Total</b>	<b>7.163</b>		

\* Espécie exótica insavora.

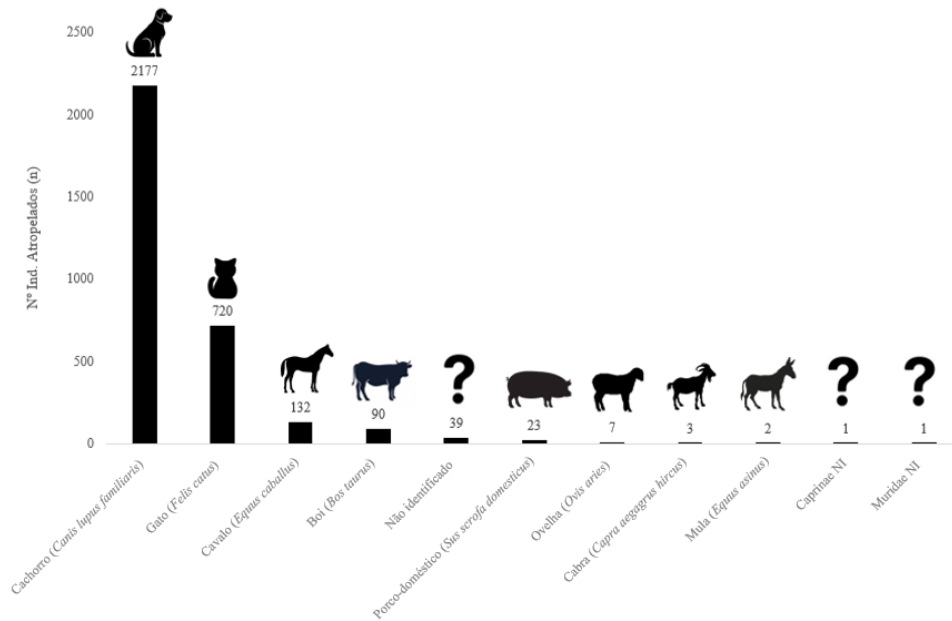
\*\* Espécie ameaçada de extinção de acordo com o Decreto Estadual Nº 63.853/18, de 27 de novembro de 2018.

\*\*\* Espécie ameaçada de extinção de acordo com a Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022.

\*\*\*\* Espécie ameaçada de extinção de acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2023.

As espécies de mamíferos domésticos vítimas de colisões veiculares registradas nas rodovias analisadas nesse estudo são apresentadas no **Figura 5**. A taxa de atropelamento para esse grupo foi de 1,03 ind/km/ano, com uma média de 533 atropelamentos por ano (mín = 277, máx = 788 e DP = ± 154).

Entre os mamíferos de médio e grande porte, o cachorro-doméstico (*Canis lupus familiaris*), cavalo (*Equus caballus*) e boi (*Bos taurus*) foram as espécies com maior frequência de registros, sendo responsáveis por 75,09% das ocorrências com mamíferos domésticos durante o período de 2017 a 2022. Na **Figura 6** observa-se os registros fotográficos das principais espécies de mamíferos domésticos vítimas de atropelamento.



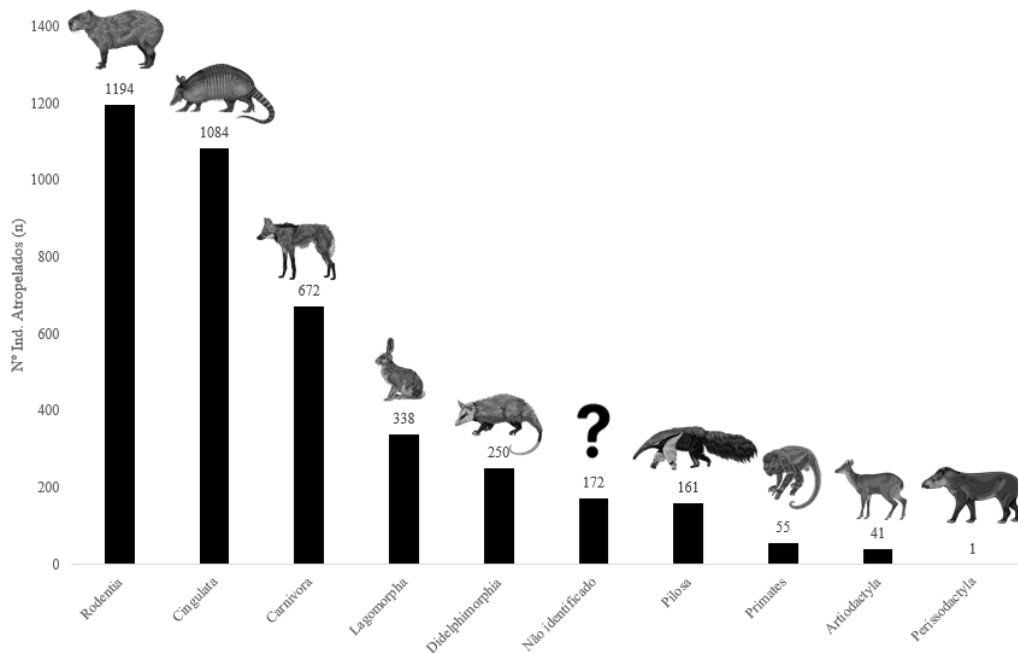
**Figura 5** - Número total de espécies de mamíferos domésticos vítimas de colisões veiculares entre julho de 2017 e dezembro de 2022.





**Figura 6** - Fotos de animais domésticos vítimas de colisão veicular em rodovias concessionadas do Estado de São Paulo. A) Cachorro (*Canis lupus familiaris*), B) Boi (*Bos taurus*), C) Cavalo (*Equus caballus*) e D) Gato (*Felis catus*).  
Fonte: Autora.

No que diz respeito aos mamíferos silvestres, a taxa de atropelamento foi de 1,28 ind/km/ano, com uma média de 661 atropelamentos por ano (mín = 392, máx = 1.255 e DP =  $\pm$  286). Foram registradas 45 espécies de mamíferos silvestres, divididas em nove ordens taxonômicas. As ordens Rodentia, Cingulata e Carnivora foram as mais frequentes nos registros, juntas somam 71,90% das espécies silvestres vítimas de colisões veiculares entre 2017 e 2022 (**Figura 7**).



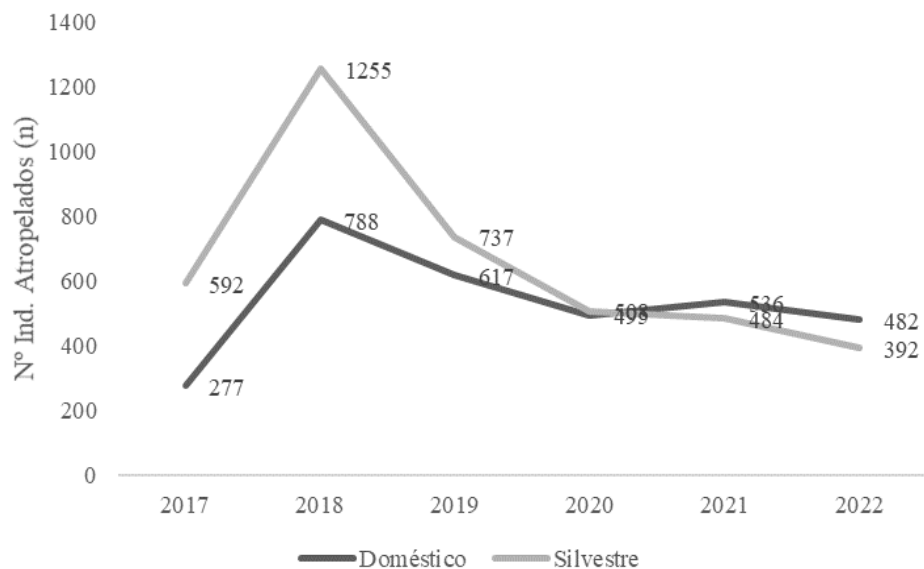
**Figura 7** - Número total de mamíferos silvestres vítimas de colisões veiculares em relação a ordem taxonomia registradas entre julho de 2017 e dezembro de 2022.

As espécies de mamíferos silvestres de médio e grande porte registradas com maior frequência foram capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) com 1.076 indivíduos (27,12%), seguida de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) com 360 indivíduos (9,07%), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) com 121 indivíduos (3,05%), raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*) com 97 indivíduos (2,44%) e tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) com 30 indivíduos (0,76%), sendo essas duas últimas classificadas como vulneráveis a extinção nos níveis estaduais, nacionais e internacionais. Além dessas duas espécies mais 13 espécies de mamíferos silvestres registrados nas rodovias analisadas são consideradas ameaçadas de extinção, na **Figura 8** observa-se o registro fotográfico de algumas dessas espécies vítimas de colisões veiculares.



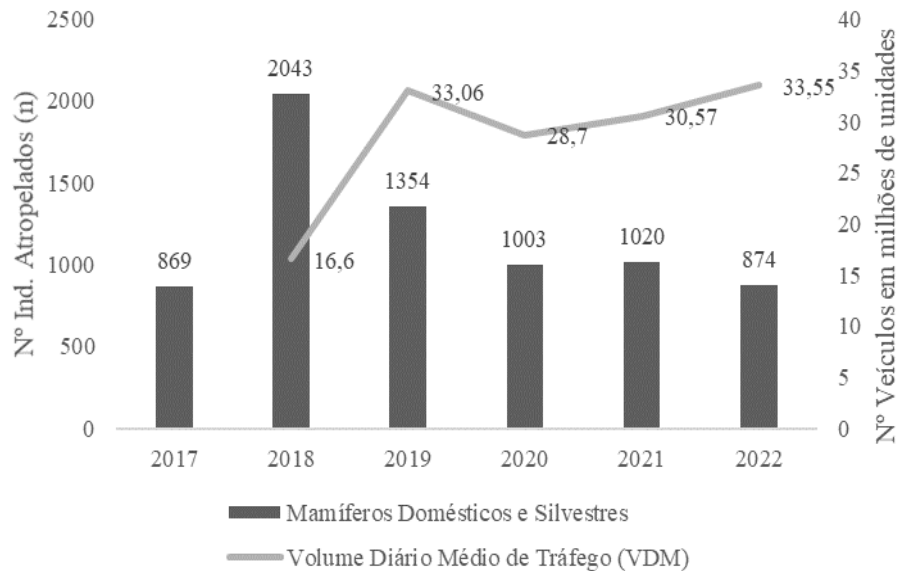
**Figura 8** - Fotos de animais silvestres vítimas de colisão veicular em rodovias concessionadas do Estado de São Paulo. A) Onça-parda (*Puma concolor*), B) Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), C) Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e D) Capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*).  
Fonte: Autora.

A **Figura 9** apresenta o número total de indivíduos de mamíferos domésticos e silvestres atropelados ao longo dos anos de 2017 e 2022. O ano de 2018 foi o mais crítico para mamíferos silvestres e domésticos, com 31,63% e 24,66% das colisões respectivamente.



**Figura 9** - Número total de indivíduos de mamíferos domésticos e silvestres vítimas de colisões veiculares registrados ao longo dos anos de 2017 e 2022.

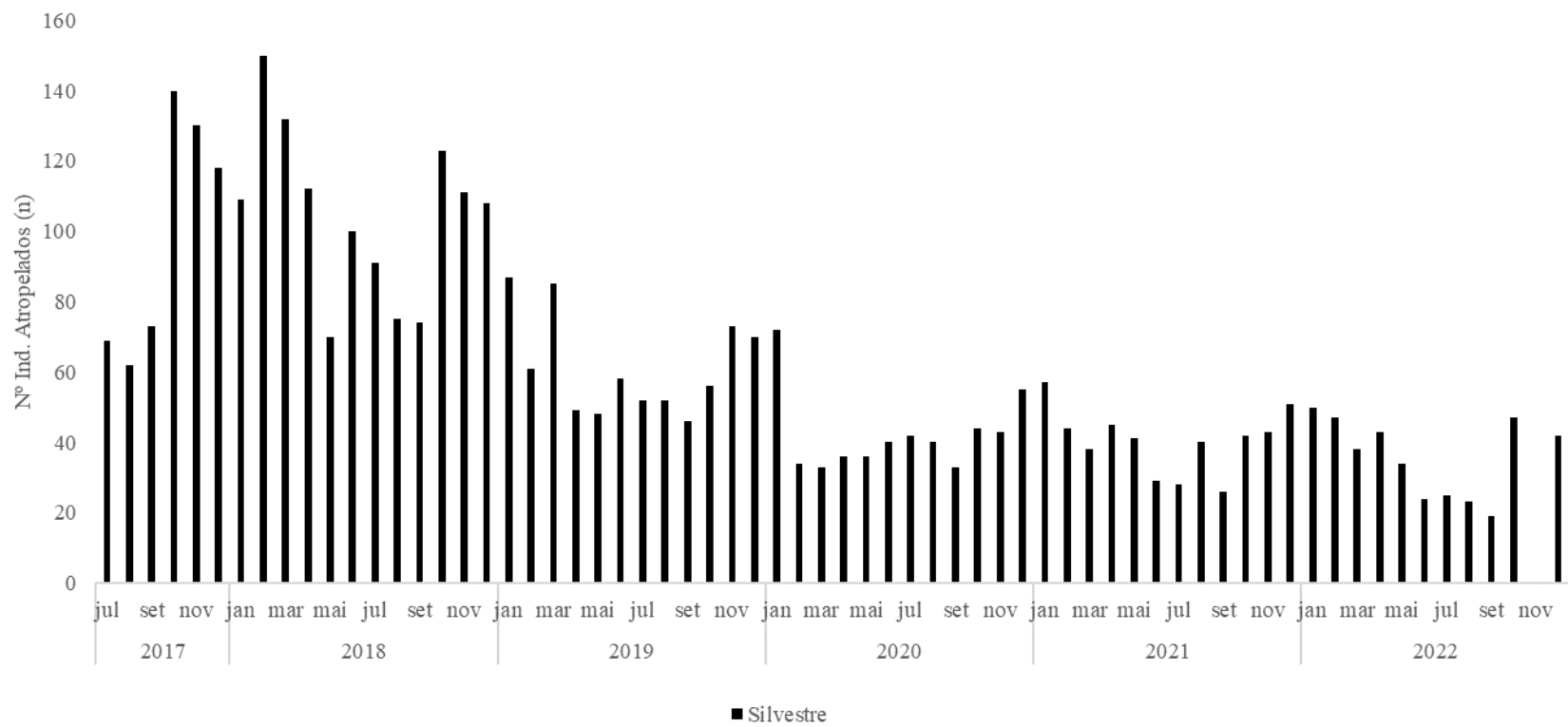
A **Figura 10** apresenta a comparação entre o número de indivíduos atropelados ao longo de cinco anos e o VDM anual da concessionária entre 2018 e 2022, nota-se que 2018 foi o ano com menor volume de tráfego, porém, com maior registro de colisões veiculares com mamíferos silvestres e domésticos, ao mesmo tempo, 2022 foi o ano com menor registro de ocorrências com mamíferos, todavia, foi o ano com maior volume de tráfego da concessionária.



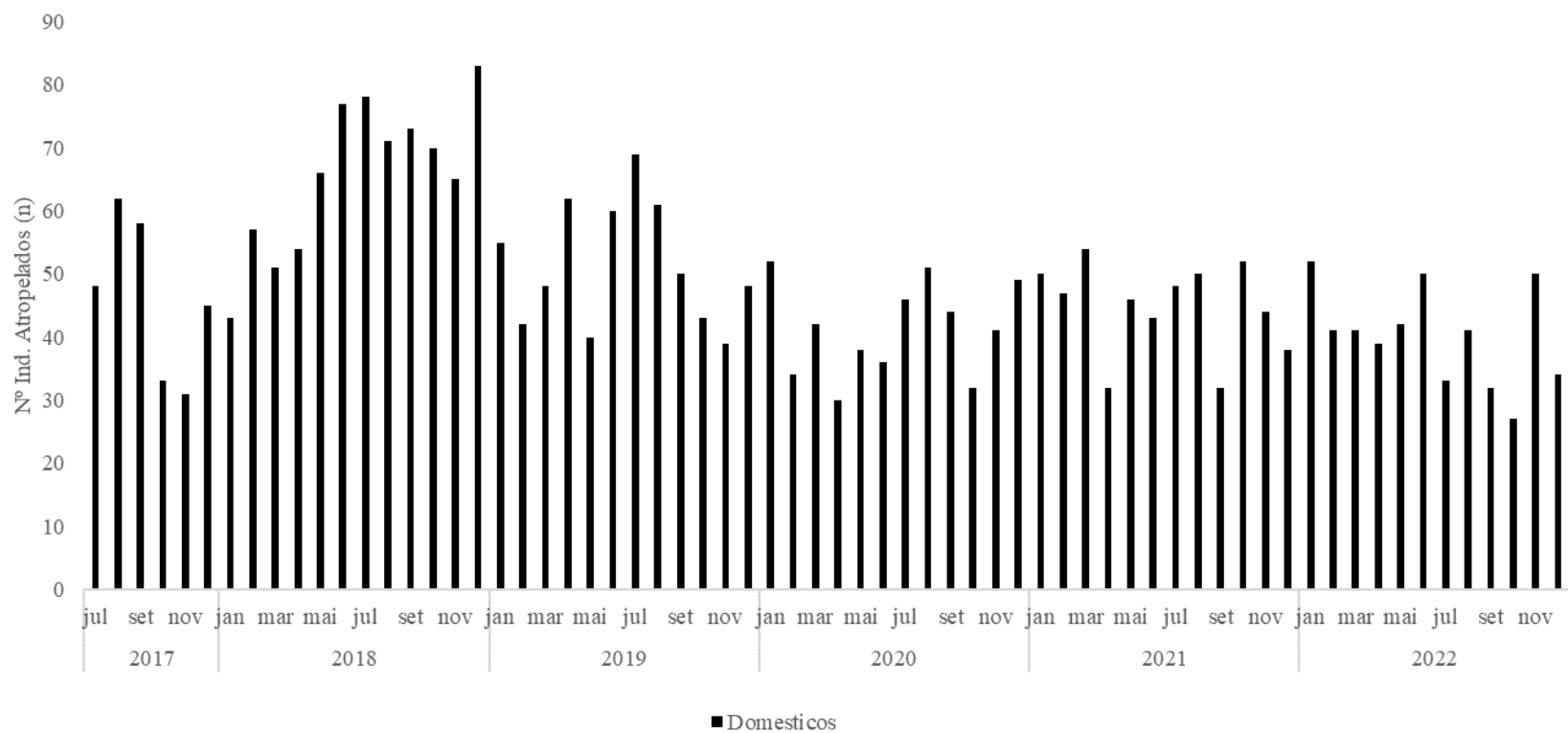
**Figura 10** - Número total de mamíferos domésticos e silvestres atropelados comparado com o volume diário de tráfego (VDM) durante o período de 2017 a 2022.

A **Figura 11** apresenta a quantidade de atropelamentos de mamíferos silvestres ao longo dos meses de 2017 a 2022, observa-se que existe uma dinâmica de aumento dos atropelamentos entre os meses de outubro e janeiro, e uma queda a partir de fevereiro até setembro. Esse padrão é observado em todos os anos, o que indica que os atropelamentos não ocorrem de forma aleatória, mas sim que existe uma dinâmica ao longo do tempo. Nota-se também que o mês de novembro de 2022 não possui nenhum registro de atropelamento de mamífero silvestre, isso não significa que não houve atropelamentos, é possível que tenha acontecido uma falha nos registros que acabaram não incluindo os dados correspondentes a esse mês.

A **Figura 12** apresenta a quantidade de atropelamentos de mamíferos domésticos ao longo dos meses de 2017 a 2022. Neste caso, observa-se uma dinâmica de atropelamentos diferente dos mamíferos silvestres, entre os meses de junho e agosto é possível notar um aumento das ocorrências, seguido de uma queda entre setembro e outubro, mas entre os meses de novembro e janeiro é possível observar um aumento dos atropelamentos de mamíferos domésticos.

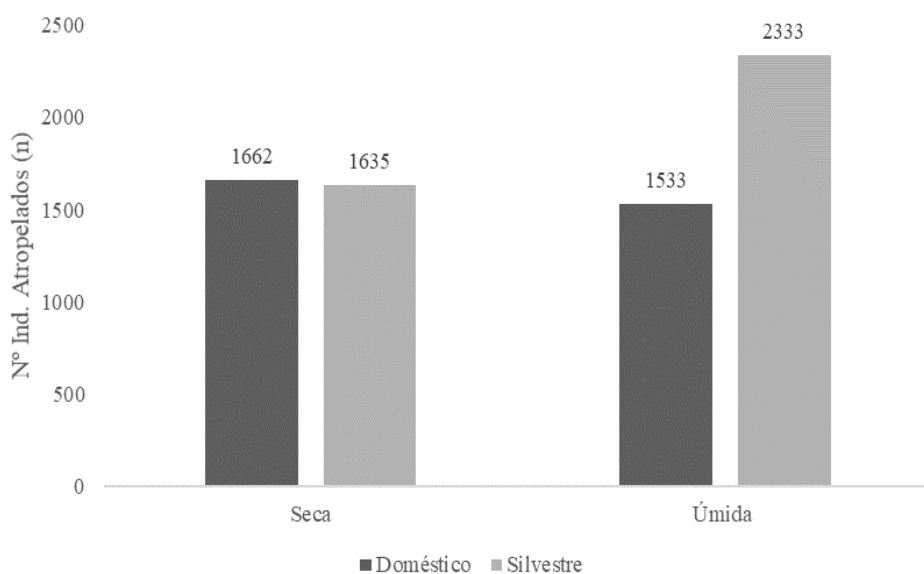


**Figura 11** - Quantidade total de atropelamentos de mamíferos silvestres durante os meses de 2017 a 2022.



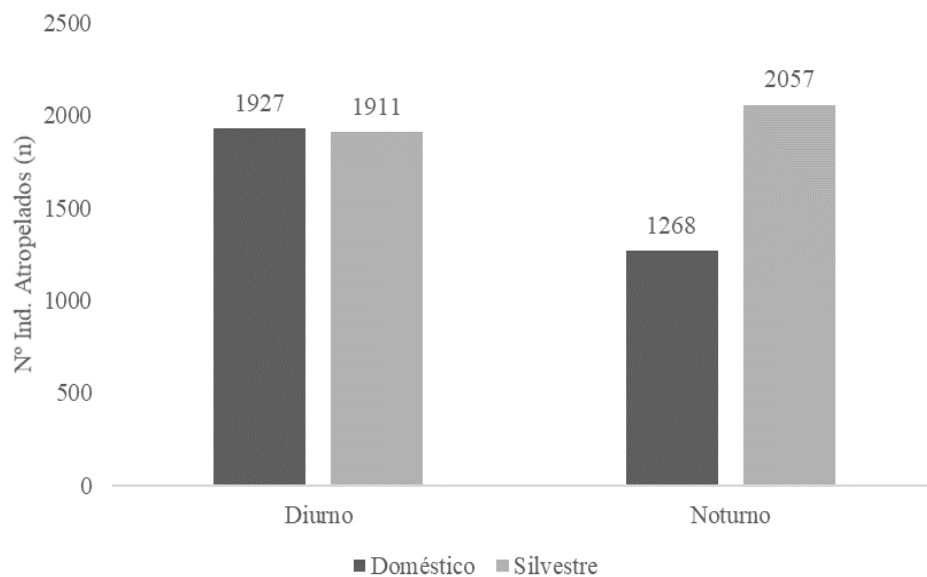
**Figura 12** - Quantidade total de atropelamentos de mamíferos domésticos durante os meses de 2017 a 2022.

O número de carcaças registradas de mamíferos domésticos apresentou uma pequena variação entre as estações seca e úmida, com a maioria dos registros na estação seca (52,02%, n = 1.662). Em relação aos mamíferos silvestres, a maioria das ocorrências foram registradas na estação úmida (58,80%, n = 2.333), conforme indicado na **Figura 13**. No que diz respeito ao período do dia, diurno ou noturno, foram registradas mais colisões de mamíferos silvestres durante o período noturno e para os mamíferos domésticos foi durante o período diurno (**Figura 14**). Ainda a respeito do período do dia, o horário entre 07:00 h e 08:00 h foi o mais crítico para as colisões com mamíferos silvestres e domésticos (**Figura 15**).

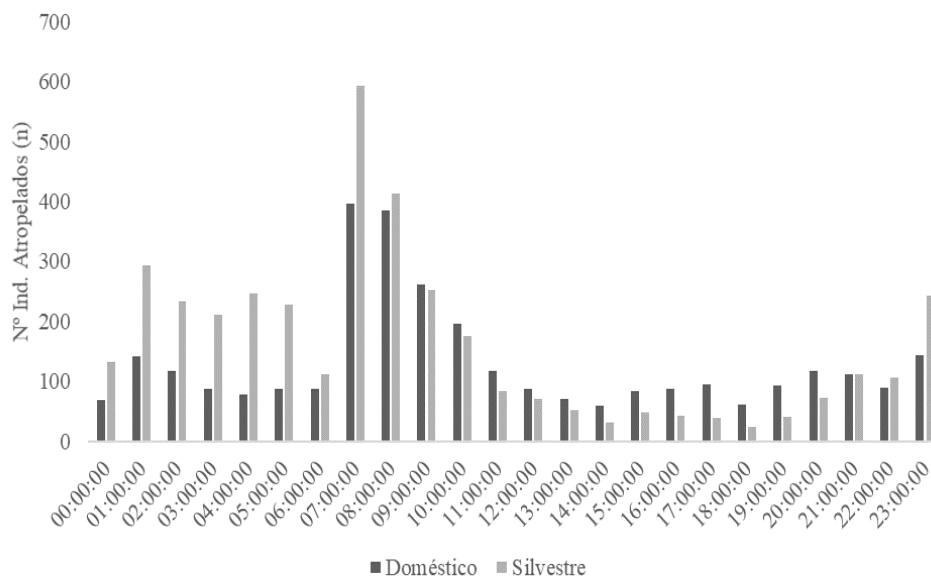


**Figura 13** - Número de indivíduos de mamíferos domésticos e silvestres vítimas de colisões em relação as estações seca e úmida durante o período de julho de 2017 a dezembro de 2022.





**Figura 14** - Número de indivíduos de mamíferos domésticos e silvestres vítimas de colisões em relação ao período diurno e noturno durante julho de 2017 e dezembro de 2022.



**Figura 15** - Número de indivíduos de mamíferos domésticos e silvestres atropelados em relação ao horário durante julho de 2017 e dezembro de 2022.

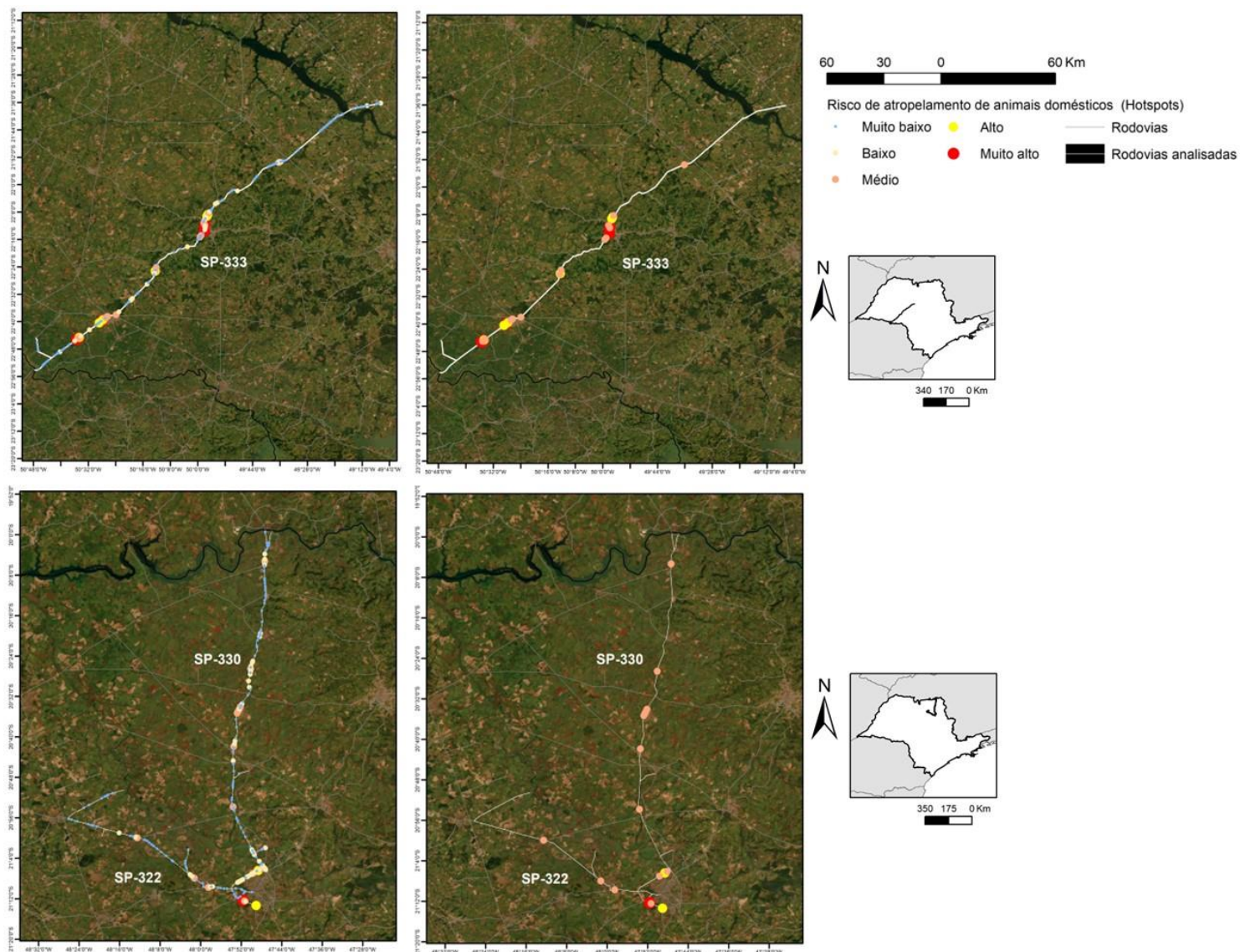
## 5.2. Pontos de agregação de atropelamentos de mamíferos de médio e grande porte com risco para segurança viária

Ao todo, os dados de atropelamentos geraram 800 *clusters*, sendo, 339 para mamíferos domésticos, 297 para mamíferos silvestres e 164 de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*).

**Tabela 2** - Total de *clusters* por grupo de mamíferos analisados e ranqueamento por prioridade.

	Total	Muito Alto	Alto	Médio	Baixo	Muito Baixo
Domésticos	339	2	7	21	77	232
Silvestres	297	3	15	29	97	153
Capivaras ( <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> )	164	3	13	23	41	84

Todos os valores e ranqueamento de *clusters* estão apresentados nos **Apêndices 1, 2 e 3** e representados graficamente nas **Figuras 16, 17 e 18**.



**Figura 16** - Pontos de agregação de atropelamentos de mamíferos domésticos. Nos mapas à esquerda, todos os *clusters* variando de muito baixo a muito alto, e nos mapas à direita, somente os *clusters* variando de médio a muito alto.



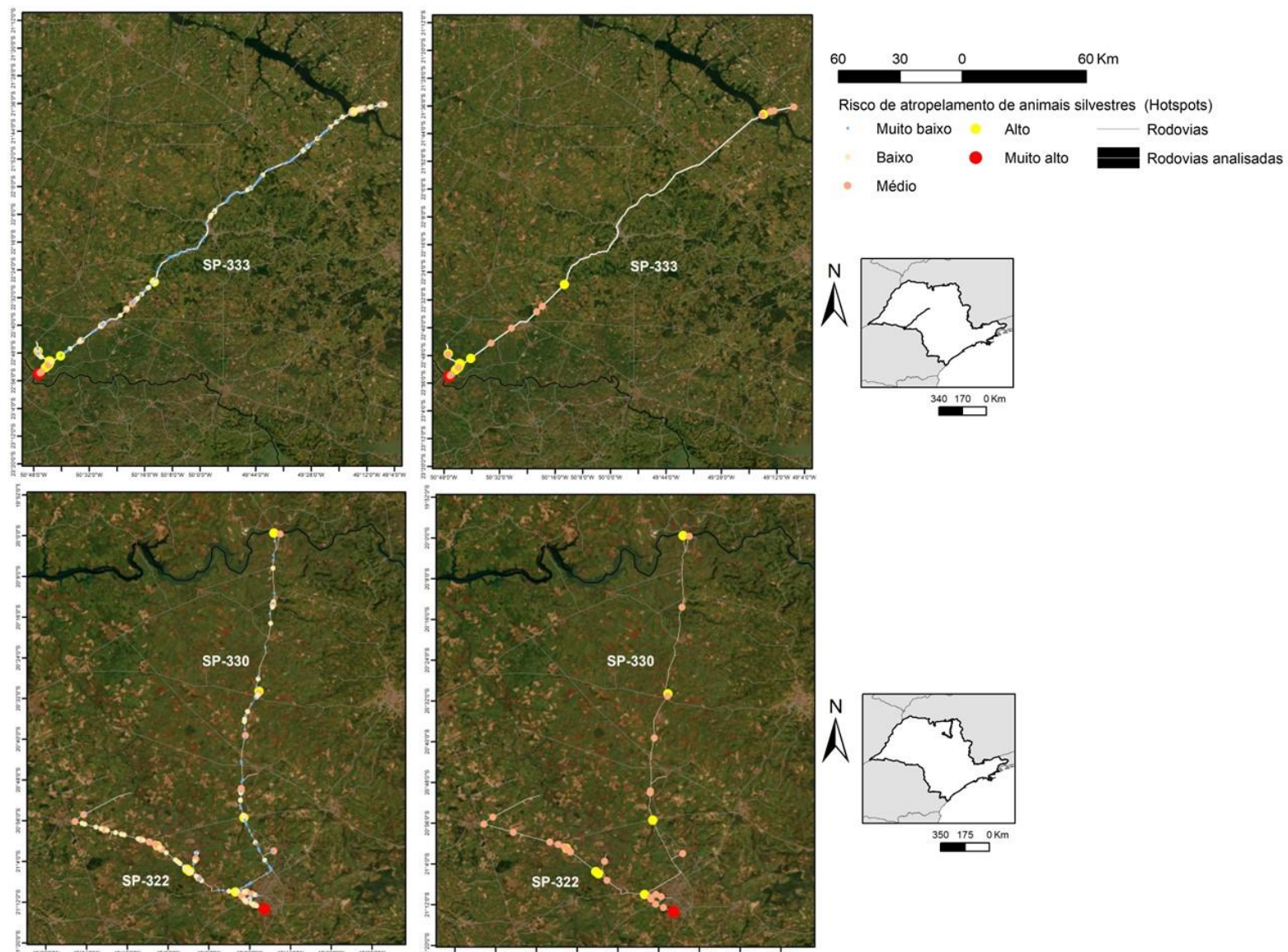
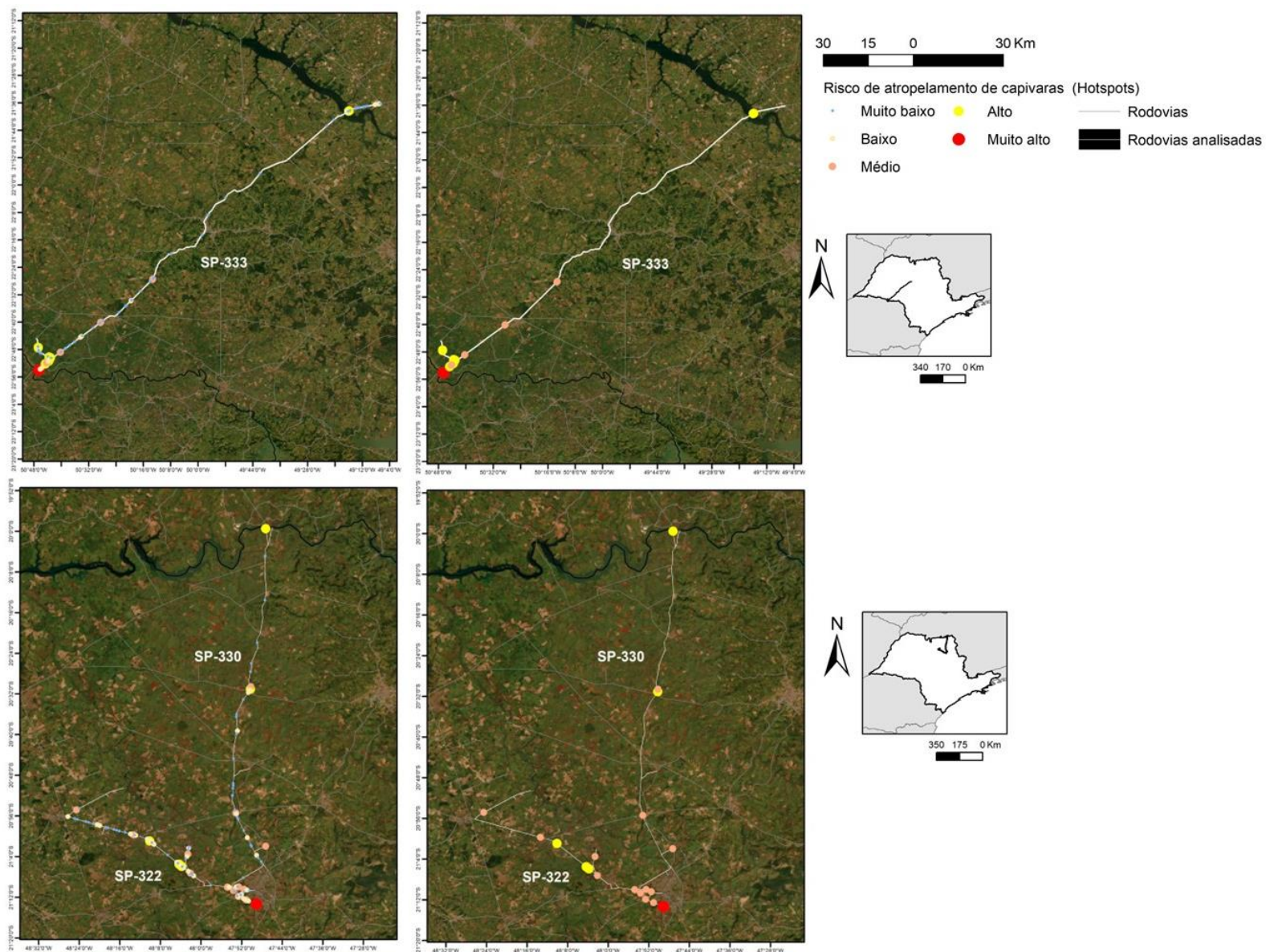


Figura 17 - Pontos de agregação de atropelamentos de mamíferos silvestres. Nos mapas à esquerda, todos os *clusters* variando de muito baixo a muito alto, e nos mapas à direita, somente os *clusters* variando de médio a muito alto.



**Figura 18** - Pontos de agregação de atropelamentos de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Nos mapas à esquerda, todos os *clusters* variando de muito baixo a muito alto, e nos mapas à direita, somente os *clusters* variando de médio a muito alto.



As análises indicaram 1,86 km de *hotspots* muito alto e alto para mamíferos domésticos de médio e grande porte. Os *clusters* de criticidade muito alto para atropelamento de mamíferos domésticos estão localizados próximos aos municípios de Assis, Marília e Ribeirão Preto. Da mesma forma, os *clusters* de criticidade alta também estão localizados próximos as áreas urbanas de Echaporã, Guará, Guarantã, Ituverava, Orlandia, Pitangueiras e São Joaquim da Barra e Sertãozinho.

Os trechos que são críticos para atropelamento de mamíferos silvestres de médio e grande porte totalizam 4,63 km de rodovias. Os *clusters* mais altos de agregação de atropelamentos estão localizados na região do município de Florínea, próximo ao Rio Paranapanema, na divisa com o Estado do Paraná, e no município de Ribeirão Preto, na região da Estação Ecológica de Ribeirão Preto, onde existe um fragmento florestal e presença de curso d'água. Os *clusters* de alta e média criticidade de atropelamento de mamíferos silvestres estão localizados próximos a cursos d'água como o Rio Grande, Rio Mogi-Mirim e Rio Tietê, bem como, próximo a Estação Ecológica de Assis.

Para a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), as análises mostraram 4,15 km de áreas críticas de atropelamento. Os *clusters* muito alto de agregação de atropelamentos estão localizados no município de Ribeirão Preto, próximo a Estação Ecológica de Ribeirão Preto, e também próximo ao Rio Paranapanema, no município de Florínea. Os *clusters* de intensidade alto e médio estão localizados em áreas próximas a cursos d'água (APPs).

### **5.3. Reparação e compensação de danos veiculares e fatalidades causados por acidentes envolvendo mamíferos domésticos e silvestres**

Durante o período de julho de 2017 a dezembro de 2022, foram registrados pelo departamento jurídico da concessionária, 127 processos jurídicos envolvendo danos materiais, morais e em alguns casos de compensações por falecimentos de pessoas vítimas de colisões veiculares com animais. O total já pago pela concessionária no período foi de R\$ 2.095.949,49. Deste total, R\$ 236.966,57 são referentes a processos envolvendo colisões veiculares com animais silvestres e R\$ 1.858.982,92 são

referentes as colisões com animais domésticos. As espécies de animais mais comumente envolvidas em acidentes que deram origem aos processos jurídicos foram cavalo (*Equus caballus*), cachorro-doméstico (*Canis lupus familiaris*), capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e boi (*Bos taurus*), conforme apresentado na **Tabela 2**.

**Tabela 2 – Número total de indivíduos domésticos e silvestres atropelados entre julho de 2017 e dezembro de 2022 em rodovias concessionadas do Estado de São Paulo.**

	Nº Processos Judiciais (n)	% em relação às ocorrências com mamíferos domésticos/silvestres em geral	% em relação aos processos com mamíferos em geral	Valor médio pago por espécie (R\$)
<b>Domésticos</b>	<b>91</b>	<b>100,00</b>	<b>71,65</b>	<b>1.858.982,92</b>
Cachorro ( <i>Canis lupus familiaris</i> )	29	31,87	22,83	577.099,50
Cavalo/Égua ( <i>Equus caballus</i> )	29	31,87	22,83	63.974,36
Boi/Vaca ( <i>Bos taurus</i> )	21	23,08	16,54	1.166.961,23
Não informado	8	8,79	6,30	21.550,00
Mula ( <i>Equus asinus</i> )	2	2,20	1,57	1.595,45
Porco-doméstico ( <i>Sus scrofa domesticus</i> )	2	2,20	1,57	27.802,38
<b>Silvestres</b>	<b>36</b>	<b>100,00</b>	<b>28,35</b>	<b>236.966,57</b>
Capivara ( <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> )	27	75,00	21,26	137.713,06
Não informado	5	13,89	3,94	73.714,98
Lobo-guará ( <i>Chrysocyon brachyurus</i> )** ***	2	5,56	1,57	18.038,53
Tamanduá-bandeira ( <i>Myrmecophaga tridactyla</i> )** *** ****	1	2,78	0,79	4.500,00
Javali ( <i>Sus scrofa</i> )*	1	2,78	0,79	3.000,00
<b>Total</b>	<b>127</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2.095.949,49</b>

\* Espécie exótica insavora.

\*\* Espécie ameaçada de extinção de acordo com o Decreto Estadual Nº 63.853/18, de 27 de novembro de 2018.

\*\*\* Espécie ameaçada de extinção de acordo com a Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022.

\*\*\*\* Espécie ameaçada de extinção de acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2023.



Sobre os processos jurídicos com domésticos, as espécies de cachorro (*Canis lupus familiaris*), cavalo (*Equus caballus*) e boi (*Bos taurus*) representam 86,81% das solicitações de reembolso ou compensação. Em relação as causas dos processos, a maioria é por perdas materiais e/ou morais, porém, em três casos em que houve o falecimento do usuário, um processo encontra-se ativo ainda e dois foram encerrados, juntos eles somam um valor de R\$ 699.912,90 de indenização pago pela concessionária.

Da mesma forma, em relação aos 36 processos com animais silvestres, 75% foram com capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). É válido destacar que foram registradas algumas solicitações de compensação por colisões com lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), o que representa 8,33% dos processos. Como mencionado anteriormente, essas espécies são classificadas como ameaçadas de extinção em nível estadual, federal e/ou internacional. Ademais, os valores pagos pela concessionária considerando essas três espécies somam um total de R\$ 160.251,59.

No que tange as causas dos processos jurídicos com silvestres, em dois casos de colisão veicular com capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), houve óbito do motorista, no restante dos processos tanto para capivara quanto para outras espécies silvestres, os requerentes solicitam indenização por danos materiais e/ou morais.

O menor valor pago pela concessionária foi de R\$ 617,00 com a finalidade de indenizar os danos materiais e morais causados por uma colisão veicular com capivara, bem como o maior valor já pago foi de R\$ 419.912,90 para indenizar usuário vítima de acidente fatal, entre motociclista e um cavalo.

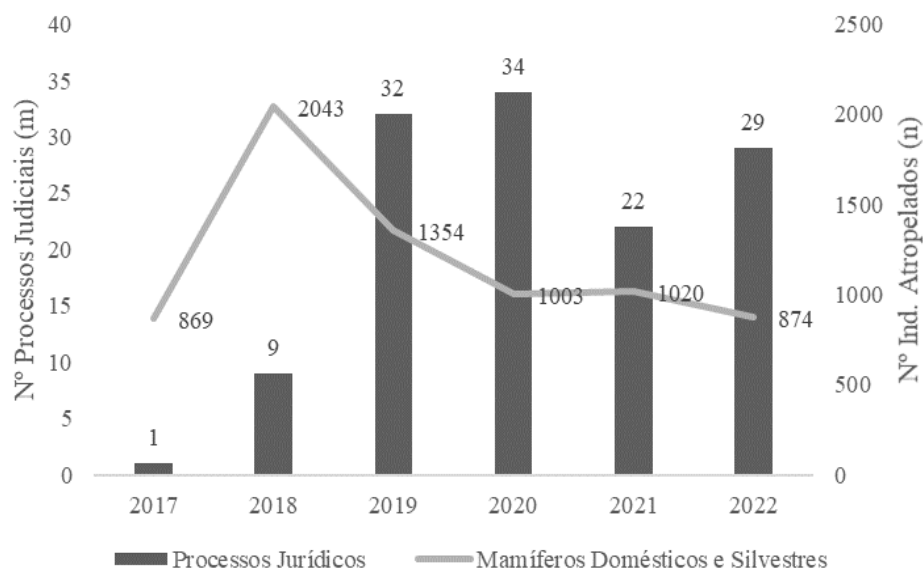
Em geral, o valor médio para indenizações causadas por mamíferos silvestres é de R\$ 8.776,54, enquanto para mamíferos domésticos é de R\$ 33.799,68. Cabe destacar que esses valores são conservadores, tendo em vista que os valores desembolsados pela concessionária são ainda maiores, uma vez que para essas análises não foram considerados os custos com escritórios de advocacia e outros valores indiretos, como eventuais paralisações de faixas, mobilização de veículos especiais, de socorro médico ou reparos aos danos patrimoniais da concessionária.

Dos 127 processos, 105 foram encerrados após uma média de 13 meses, dos quais em apenas 23 dos casos, o que representa 18,11%, a concessionária não desembolsou nenhum valor pelo processo por três razões: ter sido julgado improcedente, por tem ocorrido antes do início da concessão ou por desistência do autor. A **Tabela 3** apresenta o *status* dos processos analisados até a data de 30/07/2023, bem como um comparativo entre o valor da causa (quantidade monetária solicitada pelo autor do processo) e o real valor pago pela concessionária.

**Tabela 3** - Número total, status e valores dos processos jurídicos de reparação e compensação de danos materiais e morais causados por colisões veiculares com animais domésticos e silvestres entre 2017 e 2022.

Mamíferos	Processos ativos	Processos encerrados	Processos arquivados	Valor da causa (R\$)	Valor pago (R\$)
Domésticos	18	55	18	4.596.571,71	1.858.982,92
Silvestres	4	27	5	3.243.191,56	236.966,57
Total	22	82	23	7.839.763,27	2.095.949,49

Na **Figura 19**, é apresentado o número de processos jurídicos recebidos pela concessionária ao longo dos anos de 2017 a 2022, o ano com a maior quantidade de solicitações de indenização foi em 2020 com 34 ações judiciais, seguido pelos anos de 2019 e 2022, com 32 e 29 ações, respectivamente. A partir do gráfico é possível observar também a quantidade de colisões veiculares com mamíferos domésticos e silvestres ao longo do período estudado, os resultados indicam que não há uma relação entre a quantidade de atropelamentos e o número de processos.



**Figura 19** - Quantidade de processos jurídicos de reparação e compensação ao longo dos anos de 2017 e 2022.

Observa-se também que apesar do maior número de processos jurídicos ter sido em 2020, o maior valor gasto pela concessionária foi no ano de 2019, sendo pago um total de R\$ 949.714,62 em indenizações para acidentes com domésticos e silvestres. O ano de 2019 corresponde ao ano em que a concessionária pagou o maior valor devido indenização de uma pessoa falecida, por um acidente causado por uma colisão de motocicleta com equino. Entretanto, a média anual de gastos da concessionária com indenizações é de R\$ 349.324,92, desse total R\$ 309.830,49 são referentes animais domésticos e R\$ 47.393,31 com animais silvestres (**Tabela 4**).

**Tabela 4** - Valores gastos pela concessionária com processos jurídicos de reparação e compensação durante o período de 2017 a 2022.

Ano	Valores pagos domésticos (R\$)	Valores pagos silvestre (R\$)	Valores totais pagos (R\$)
2017	52.721,95	0	52.721,95
2018	32.812,95	48.936,23	81.749,18
2019	897.240,29	52.474,33	949.714,62
2020	431.771,19	59.972,80	491.743,99
2021	224.438,40	14.716,76	239.155,16
2022	219.998,14	60.866,45	280.864,59
Total	1.858.982,92	236.966,57	2.095.949,49
<b>Média anual</b>	<b>309.830,49</b>	<b>47.393,31</b>	<b>349.324,92</b>

Se considerarmos que a média anual de 26 processos judiciais irá se manter durante os próximos 25 anos de concessão, ao final do período de concessão, a empresa responsável pela administração das rodovias analisadas terá desembolsado um valor de R\$ 11.026.544,49, considerando apenas os gastos com reparações e compensações de danos veiculares e fatalidades causados por acidentes envolvendo mamíferos domésticos e silvestres. Conforme apresentado na **Tabela 5**, somente para as ocorrências envolvendo mamíferos domésticos ao realizar a mesma projeção até o período final da concessão, o valor pago pelo administrador rodoviário será de R\$ 9.604.745,17. Enquanto que para os mamíferos silvestres, ao realizar a mesma projeção, o administrador rodoviário terá desembolsado cerca de R\$ 1.421.799,32 em indenizações ao longo dos 30 anos de concessão.

**Tabela 5** - Projeção dos custos que a concessionária teria com reparação e compensação de danos materiais e morais decorrentes de colisões veiculares com mamíferos domésticos e silvestres durante o período de 30 anos de concessão.

	Valor já pago em 5 anos (R\$)	Média anual (R\$)	Estimativa para os próximos 25 anos (R\$)	Estimativa para os 30 anos de concessão (R\$)
Domésticos	1.858.982,92	309.830,49	7.745.762,25	9.604.745,17
Silvestres	236.966,57	47.393,31	1.184.832,75	1.421.799,32
Total	2.095.949,49	349.324,92	8.930.595,00	11.026.544,49

A **Tabela 6** apresenta a estimativa do valor que a concessionária pagaria em indenizações durante os 30 anos de concessão considerando um cenário conservador no qual as colisões veiculares com mamíferos silvestres de médio e grande porte resultariam em processos judiciais. Por ano são atropelados em média 309 mamíferos silvestres de médio e grande porte, considerando que em 81,90% dos processos a decisão do judiciário brasileiro foi em favor do usuário que ingressou com a ação contra a concessionária, a média seria de 253 ações indenizatórias por ano. Para realizar as projeções de custos, considerou-se os valores mínimo, máximo, mediano e média já pagos pela concessionária em processos envolvendo mamíferos silvestres ao longo dos cinco anos.

**Tabela 6** - Projeção dos custos que a concessionária teria com reparação e compensação de danos materiais e morais decorrentes de colisões veiculares com mamíferos silvestres de médio e grande porte durante o período de 30 anos de concessão.

Cenários	Valor já pago em 5 anos (R\$)	Por ano (R\$)	30 anos (R\$)
Mínimo	617,00	156.144,81	4.684.344,21
Máximo	42.500,00	10.755.517,50	322.665.525,00
Mediana	5.621,84	1.422.724,67	42.681.740,12
Média	8.776,54	2.221.087,66	66.632.629,82

#### 5.4. Estimativa de custos para implementação de medidas de mitigação (passagem de fauna, cerca direcionadora e sinalização)

Os custos para implementação das medidas de mitigação são apresentados na **Tabela 7**. Os custos de implementação da estrutura da passagem de fauna foram estimados com base no SICRO, considerou-se a data-base de julho de 2023, já os custos para a implementação da cerca direcionadora e sinalização foram orçados de acordo com os valores já pagos pela concessionária por esse tipo de serviço.

**Tabela 7** - Custos estimados para implementação de medidas de mitigação.

Item	Descrição	Unidade	Preço total (R\$)
Passagem Inferior de Fauna (PIF)	BSCC 1,50x1,50 m	unitário	278.396,00
Passagem Inferior de Fauna (PIF)	BSCC 2,00x2,00 m	unitário.	323.396,00
Cerca direcionadora	-	metro	160,00
Sinalização	A-36	unitário.	684,00
Sinalização	Placa educativa	unitário.	4.309,00

O preço do metro linear para implementação das passagens inferiores de fauna nas dimensões 1,50 x 1,50 metros e 2,00 x 2,00 metros, é de R\$ 9.279,87 e R\$ 10.779,90, respectivamente.

É importante ressaltar que os valores mostrados se baseiam em estimativas e devem ser tomados como valores indicativos, e não como valores exatos.

#### 5.5. Análise custo-benefício de implementação de medidas de mitigação

Para a análise do custo-benefício de implementação de medidas de mitigação, considerou-se o conjunto de passagem inferior de fauna, cercamento e sinalização para os *hotspots* de intensidade muito alto, alto e médio. As análises foram realizadas

por uma abordagem conservadora, ou seja, para todos os *clusters* de intensidade muito alto, alto e médio foi considerado a implementação das medidas. É importante destacar que não foi levado em conta se nesses locais já existem estruturas que permitem a travessia de fauna, como por exemplo bueiros existentes na rodovia, assim, em um cenário real esses valores tendem a ser menores.

Considerou-se quatro cenários para implementação das medidas de mitigação: 1) a implementação das medidas de mitição apenas nos pontos críticos de atropelamento de mamíferos silvestres, onde adotou-se a passagem inferior de fauna (PIF) na dimensão 2,00 x 2,00 metros, por ser um tamanho que possibilita a travessia de animais maiores em conjunto com a cerca direcionadora apenas na extensão do *cluster*; 2) a implementação das medidas de mitigação apenas nos pontos críticos de atropelamento de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), neste caso foi considerada a PIF com dimensão de 1,50 x 1,50 metros, uma vez que esse tamanho já permite a travessia dessa espécie e possui um custo menor (**Tabela 8**).

**Tabela 8** - Custos estimados para implementação de medidas de mitigação: passagem inferior de fauna, cercamento e sinalização, nos *clusters* de intensidade muito alto, alto e médio para mamíferos silvestres e capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*).

#### Silvestres

Intensidade do <i>cluster</i>	Quantidade de <i>clusters</i>	Cenário 1*	Cenário 2**
		Preço total (R\$)	Preço total (R\$)
Muito Alto	3	1.246.527,60	2.206.527,60
Alto	15	6.237.198,14	11.037.198,14
Médio	29	11.819.092,54	21.099.092,54
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>19.302.818,28</b>	<b>34.342.818,28</b>
<b>Média</b>	<b>-</b>	<b>410.698,26</b>	<b>733.382,00</b>

#### Capivaras

Intensidade do <i>cluster</i>	Quantidade de <i>clusters</i>	Cenário 3***	Cenário 4****
		Preço total (R\$)	Preço total (R\$)
Muito Alto	3	1.108.327,59	2.068.327,59
Alto	13	4.835.034,13	8.995.034,13
Médio	23	8.400.396,69	15.760.396,69
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>14.343.758,41</b>	<b>26.823.758,41</b>
<b>Média</b>	<b>-</b>	<b>367.788,68</b>	<b>687.788,68</b>

\*Cenário 1: passagem inferior de fauna com dimensão de 2,00 x 2,00 metros, cercamento somente na extensão do *cluster* e placa de sinalização.

\*\*Cenário 2: passagem inferior de fauna com dimensão de 2,00 x 2,00 metros, cercamento na extensão do *cluster* mais 500 metros para cada lado da passagem e placa de sinalização.

\*\*\*Cenário 3: passagem inferior de fauna com dimensão de 1,50 x 1,50 metros, cercamento somente na extensão do *cluster* e placa de sinalização.

\*\*\*\*cenário 4: passagem inferior de fauna com dimensão de 1,50 x 1,50 metros, cercamento na extensão do *cluster* mais 500 metros para cada lado da passagem e placa de sinalização.

Todos os valores e cálculos dos custos para implementação das medidas de mitigação estão apresentados nos **Apêndices 4 e 5**.

Cabe ainda comparar o valor da implementação de qualquer um dos quatro cenários apresentadas nesse estudo com o valor de investimento estimado para as obras de ampliação e melhoria da área de estudo. De acordo com o Governo do Estado de São Paulo, os investimentos estimados para a malha viária deste estudo foram na ordem de R\$ 3,9 bilhões. Ao comparar esse capital de investimento (CAPEX) com o valor necessário para implementação das medidas de mitigação, observa-se que investir em qualquer uma das quatro possibilidades de medidas de mitigação apresentadas representa menos de 1% dos investimentos totais estimados para essa rodovia (**Tabela 9**).

**Tabela 9** - Comparação entre os investimentos necessários para implementação de medidas de mitigação em relação ao capital de investimentos estimado para as obras de ampliação e melhoria do sistema rodoviário analisado.

	Valor do investimento (R\$)	% em relação ao CAPEX do sistema rodoviário
<b>Silvestres</b>		
Cenário 1	19.302.818,28	0,50
Cenário 2	34.342.818,28	0,88
<b>Capivara</b>		
Cenário 3	14.343.758,41	0,36
Cenário 4	26.823.758,41	0,68

## 6. DISCUSSÕES

### 6.1. Padrões temporais e espaciais dos atropelamentos de mamíferos domésticos e silvestres

A mortalidade da fauna silvestre por atropelamento é considerada uma das principais ameaças à biodiversidade (ABRA *et al.*, 2021), com o potencial de resultar no desaparecimento local das espécies (NIELSEN *et al.*, 2006; ASCENSÃO e DESBIEZ, 2022) e de alterar a estrutura demográfica populacional (ASCENSÃO *et al.*, 2016). Entender os fatores que predispõem a fauna ao risco de colisão veicular e os diferentes aspectos que compõem a problemática dos atropelamentos contribui para o planejamento mais assertivo de quais medidas adotar visando à diminuição dos atropelamentos e, conseqüentemente, o aumento da segurança para os animais e usuários (ABRA *et al.*, 2019; ABRA *et al.*, 2021).

Embora os registros de atropelamento de fauna serem uma forte evidência da perda individual de diferentes espécies, é importante ressaltar que nem todos os atropelamentos são registrados (ABRA *et al.*, 2021), uma das causas para subnotificação é a impossibilidade de detectar e registrar carcaças num estado avançado decomposição, e muito menos as carcaças de animais que foram atropelados mas morreram fora da rodovia (HUIJSER *et al.*, 2006), isso significa, que os números de atropelamento são maiores.

No que diz respeito aos mamíferos domésticos, a preocupação predominante é em relação a segurança viária, porém, são poucos os estudos que abordam sobre o monitoramento e distribuição espacial da mortalidade dessas espécies. Por isso, neste estudo também avaliamos os padrões dos atropelamentos com mamíferos domésticos, por ser um grupo que representa risco à segurança viária e, também, por na maioria das vezes, o principal grupo de animais presentes nas rodovias.

Apesar das análises conduzidas neste estudo indicarem uma predominância das ocorrências com mamíferos silvestres, é importante destacar que quando analisada as espécies mais atropeladas entre mamíferos domésticos e silvestres, a que aparece com maior frequência é o cachorro (*Canis lupus familiaris*). Acrescenta-se também que



quando realizada a análise apenas para os mamíferos de médio e grande porte, que apresentam maior risco à segurança viária, os mamíferos domésticos aparecem com maior frequência.

Ao analisar os *hotspots* de maior criticidade para mamíferos domésticos, observa-se que esses estão localizados próximos aos centros urbanos, principalmente nos municípios de Ribeirão Preto e Marília, que são as principais cidades que compõem a malha viária deste estudo. Esses resultados já eram esperados, uma vez que os animais domésticos são aqueles que convivem com os seres humanos, ou seja, são encontrados com maior frequência em ambientes com populações humanas. Um estudo realizado por Fonseca (2014), durante o monitoramento de fauna atropelada em rodovias concessionadas na região nordeste do Estado de São Paulo, também indicou a maior presença de animais domésticos em rodovias que atravessam áreas urbanas e com poucos remanescentes florestais.

Em relação aos padrões temporais das colisões veiculares com mamíferos domésticos não aparenta haver uma grande diferença entre o período seco e úmido para os atropelamentos da área de estudo. Entre os meses do ano, aparenta haver uma predominância das ocorrências entre os meses de junho e agosto e depois entre novembro e janeiro. Cabe destacar que não foi possível obter o volume mensal que veículos que trafegam pelas rodovias analisadas, dessa forma, não foi realizada a análise entre a quantidade de veículos que trafegaram pelas rodovias com a quantidade de atropelamentos ao longo dos meses, porém, acredita-se que existe uma relação do tráfego de veículos com a dinâmica dos atropelamentos.

A maioria das carcaças de mamíferos domésticos foi registrada durante o horário das 7 h e 8 h, ao longo dos outros horários os registros mantiveram uma certa constância. Provavelmente o volume de tráfego da área de estudo molde a dinâmica dos atropelamentos, porém, não foi possível obter essa informação para verificar a relação da quantidade de tráfego ao longo do dia com a quantidade de atropelamentos, mas acredita-se que exista uma tendência de um maior volume de veículos no período da manhã por ser início do dia e o horário que a maioria das pessoas saem para trabalhar.

A presença de mamíferos domésticos nas rodovias na maioria dos casos está relacionada ao abandono de animais (ABRA, 2019). Infelizmente, no Brasil, o abandono de animais domésticos é uma realidade comum, apesar de ser considerado crime por meio do art. 32, da Lei nº 9.605/98, que prevê a detenção, de três meses a um ano, para quem pratica ato de abuso, maus-tratos, ferimento ou mutilação de animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos (BRASIL, 1998), e da nova legislação, a Lei Federal nº 14.064/20, que aumentou a pena de detenção para até cinco anos para quem cometer esse tipo de crime, sem contar que o rito processual passa à vara criminal, não mais ao juizado especial (BRASIL, 2020). Ainda assim, muitas pessoas têm o costume de abandonar animais velhos ou doentes, para não lidarem com as despesas veterinárias. Ainda, é uma prática frequente observar proprietários deixarem cavalos nas proximidades da rodovia para se alimentarem, devido a faixa de domínio possuir gramínea em bom estado de conservação, bem como o abandono intencional de animais velhos e doentes em rodovias concedidas, uma vez que as concessionárias têm o dever de recolher animais vagantes em suas faixas de rolamento (Osnir Giacon, Gerente de Meio Ambiente da Entrevias, comunicação pessoal). Soma-se a isso, a ausência, falha na manutenção ou depredação das cerca que dividem a faixa de domínio com propriedades lindeiras, possibilitando que os animais domésticos adentrem a as rodovias (ABRA, 2019). Além de representarem um problema para segurança dos usuários, também representam uma ameaça a vida silvestre, por meio da propagação de doenças e da predação (ABRA, 2019).

Em relação a vida silvestre, os cinco anos de registros de ocorrências indicam a continuidade de um problema crônico no Estado de São Paulo, a mortalidade da fauna silvestre nas rodovias (HUIJSER *et al.*, 2013; ABRA *et al.*, 2021), incluindo espécies ameaçadas de extinção, que representam 3,38% de todos os dados desse estudo. O índice de atropelamento encontrado nesse estudo foi de 1,28 ind/km/ano, acima do calculado para rodovias do Estado de São Paulo de 0,6 indivíduo/km/ano (ABRA *et al.*, 2021).

A maioria das carcaças de mamíferos silvestres foi registrada durante a noite, entre a madrugada e o amanhecer, por volta das 7 h. Esse padrão também foi observado em outros estudos sobre colisões veiculares com mamíferos silvestres no Estado de São Paulo (ABRA *et al.*, 2019,2021). Provavelmente o fato das colisões acontecerem principalmente no período noturno esteja relacionado com o período de atividade das espécies, pois a maioria apresenta hábitos noturnos e crepusculares (ABRA *et al.*, 2021). Outro fator que pode estar relacionado é a visibilidade do condutor que tende a ser menor e a coloração (tons acizentados e marrons) de algumas espécies pode ser semelhante ao pavimento da rodovia, assim, esse conjunto de fatores tende a favorecer as colisões veiculares com mamíferos silvestres no período noturno.

A maior quantidade de registro de mamíferos silvestres nas rodovias analisadas foi da ordem Rodentia, seguida pela ordem Cingulata e Carnivora, representada pela capivara, tatu, cachorro-do-mato e lebre-europeia, que são os mamíferos silvestres atropelados com maior frequência. Esses resultados vão de encontro com dados obtidos em outros estudos sobre atropelamento de fauna (LYRA-JORGE *et al.*, 2008; FREITAS *et al.*, 2015; ABRA *et al.*, 2021; CIRINO *et al.*, 2022), que também citam essas espécies como as mais atropeladas. No geral, a maior parte do território do Estado de São Paulo é dominado pela agricultura, pastagens e áreas urbanas que afetam diretamente a diversidade e persistência dos mamíferos na paisagem (GALETTI *et al.*, 2022), porém, esses ambientes favorecem essas espécies consideradas generalistas, que conseguem ocupar diferentes habitats e possuem facilidade em se adaptar aos ambientes modificados pelo homem (GALETTI *et al.*, 2022). Por exemplo, o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) que é considerado um predador oportunista e se movimenta intensamente ao longo das rodovias, procurando alimento (DOS SANTOS NETA *et al.*, 2023).

A capivara foi o mamífero silvestre mais frequentemente atropelado nas rodovias deste estudo, do mesmo modo outras pesquisas também relataram maior frequência de atropelamentos com capivaras (HUIJSER *et al.*, 2013; ASCENSÃO *et al.*, 2019; ABRA *et al.*, 2021). As capivaras são os maiores roedores do mundo, os indivíduos

adultos medem aproximadamente 1,30 metros de comprimento e 0,50 metros de altura e podem pesar cerca de 54 kg (machos) e 62 kg (fêmeas) (EISENBERG e REDFORD, 1999; FERRAZ *et al.*, 2005). Como mencionado anteriormente, esses roedores são reconhecidos por sua ampla habilidade de se adaptar a diferentes tipos de alimentos e habitats, possuem uma alta capacidade reprodutiva, que combinada com o declínio populacional de grandes predadores, pode atingir altas densidades populacionais em paisagens antrópicas no Estado de São Paulo, especialmente áreas com plantações de cana-de-açúcar (VERDADE e FERRAZ, 2006; FERRAZ *et al.*, 2007). Por conta do tamanho e peso das capivaras e à sua abundância, as colisões veiculares com esses animais podem resultar em fatalidades, além de danos materiais (HUIJSER *et al.*, 2013; ABRA *et al.*, 2021).

Todavia, a perda de espécies generalistas também é ecologicamente relevante, porque pode afetar gravemente as relações ecológicas entre essas espécies e o meio ambiente (ABRA *et al.*, 2021). Os tatus, por exemplo, são importantes engenheiros de ecossistemas, as tocas cavadas por esses animais se tornam abrigo para outras espécies (DESBIEZ e KLUYBER, 2013) e também fornecem outros serviços ecossistêmicos importantes, como controle de pragas e biodindicadores de contaminantes ambientais (RODRIGUES *et al.*, 2020).

Ao analisar somente as ocorrências com mamíferos silvestres de médio e grande porte, que apresentam risco para a segurança viária, foram identificadas duas espécies ameaçadas de extinção entre as cinco com maior frequência de atropelamento, a raposinho-do-campo (*Lycalopex vetulus*) e o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). Além dessas, outras espécies de mamíferos silvestres relatadas com menor frequência neste estudo, como por exemplo, onça-parda, lobo-guará e jaguatirica, são igualmente preocupantes. Para essas espécies, além da segurança viária, existe a preocupação referente a conservação da biodiversidade, não só pela morte individual dos animais, mas também pelo declínio populacional, em virtude de serem mamíferos considerados ameaçados de extinção. Especificamente sobre a raposa-do-campo, é importante ressaltar, que o estudo foi desenvolvido utilizando dados já coletados por inspetores de tráfego, é possível que a identificação

desta espécie tenha sido errônea, o que ocorre com frequência em comparação à identificação do cachorro-do-mato como já demonstrado por ABRA e colaboradores em um estudo realizado em 2018.

Os mamíferos silvestres desempenham um papel fundamental em muitos serviços ecossistêmicos, o sumiço dessas espécies pode interferir na dinâmica e diversidade dos remanescentes florestais (SOUZA *et al.*, 2022). Um exemplo é na dispersão de sementes e, indiretamente, na mitigação das alterações climáticas causadas pelos seres humanos (GALETTI *et al.*, 2022), pois ao dispersar sementes os mamíferos contribuem para regeneração dos remanescentes florestais. Grandes mamíferos herbívoros possuem a capacidade de dispersar sementes grandes que produzem árvores de grande porte, com maior capacidade de armazenamento de carbono, dessa maneira, os mamíferos de médio e grande porte são fundamentais para a manutenção do armazenamento de carbono acima do solo (GALETTI *et al.*, 2022).

Assim como em outros estudos (CLEVENGER *et al.*, 2003; BUENO *et al.*, 2013; HUIJSER *et al.*, 2013; BARTHELMESS, 2014; FREITAS *et al.*, 2015), os resultados dessa pesquisa indicaram que, majoritariamente, os pontos críticos de atropelamento de mamíferos silvestres estão próximo a cursos d'água e fragmentos florestais. A identificação dos trechos críticos de atropelamento de fauna com intensidade de *cluster* muito alto, alto e médio é uma importante metodologia para auxiliar os gestores rodoviários a identificarem os locais estratégicos da rodovia para implementação de planos de mitigação de atropelamento, visando reduzir a mortalidade de animais e aumentar a segurança viária (HUIJSER *et al.*, 2013; ABRA *et al.*, 2019).

## **6.2. Reparação e compensação de danos veiculares e fatalidades causados por acidentes envolvendo mamíferos domésticos e silvestres**

Somente 1,77% das ocorrências com mamíferos domésticos e silvestres resultaram em processos jurídicos para a concessionária. Nota-se que existe uma lacuna entre as ocorrências registradas e os processos jurídicos recebidos, ou seja, se mais pessoas entrarem com ações judiciais contra a concessionária, esses valores podem ser ainda maiores. Provalvemente, essa diferença entre as quantidades seja

porque a maioria das pessoas não sabe que o judiciário tem o entendimento que é responsabilidade do administrador rodoviário manter a via livre, desimpedida e segura, e também porque algumas pessoas tendem a acreditar que ao colidir com um animal, especialmente silvestre, e esse animal porventura falecer, isso pode configurar crime ambiental (ABRA *et al.*, 2019). Por outro lado, é provável que ocorra um aumento no número de processos ao longo dos anos, na medida em que a sociedade tem estado mais atenta as questões ambientais e a seus direitos enquanto consumidores e usuários de serviços.

O operador rodoviário, de caráter público ou privado, é responsável por manter a segurança viária e prevenir acidentes. Quando há presença de animais nas rodovias, existe o risco de ocorrer uma colisão veicular, e esses eventos podem gerar danos físicos, materiais, psicológicos e causar óbitos entre os usuários. Desse modo, quando acontece um acidente entre veículo e animal, geralmente, os tribunais superiores entendem que a concessionária falhou no seu dever de providenciar condições seguras de tráfego, sendo o usuário passível de compensação financeira baseado na responsabilidade civil (ABRA *et al.*, 2019).

Essa responsabilidade parte do princípio que o administrador rodoviário está oferecendo um serviço ao público, o qual espera uma rodovia segura para trafegar. Esse princípio não significa uma negligência real ou intenção de prejudicar o usuário por parte dos administradores rodoviários, mas quando um animal (doméstico ou silvestre) entra na rodovia e se envolve em uma colisão veicular, o judiciário entende que o gestor rodoviário não cumpriu com sua obrigação de proporcionar uma viagem segura ao usuário (ABRA, 2019). É válido dizer que de acordo com a Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002, do Código Civil Brasileiro, Livro I – Do Direito das Obrigações, Título IX – Da Responsabilidade Civil, Capítulo I – Da obrigação de indenizar, art. 936, em caso de acidente envolvendo animal doméstico, caso o proprietário do animal for conhecido e encontrado, o administrador rodoviário poderá processar o proprietário do animal doméstico. Nessas situações, tanto o administrador rodoviário como o proprietário podem ser legalmente responsabilizados pela colisão. Entretanto, na maioria dos casos é muito difícil encontrar o proprietário, normalmente apenas o gestor

rodoviário está envolvido nos processos judiciais de reparação e compensação (ABRA, 2019).

Assim como em outro estudo sobre ações judiciais de colisões veiculares com mamíferos no Estado de São Paulo (ABRA *et al.*, 2019), os resultados dessa pesquisa também mostram que a maioria (72,44%) dos processos jurídicos recebidos pela concessionária são referentes mamíferos domésticos. O mesmo estudo mostra que para os mamíferos silvestres, a principal espécie envolvida é a capivara (ABRA *et al.*, 2019), o que corrobora com os resultados encontrados nessa pesquisa.

Apesar do maior gasto da concessionária ser com processos judiciais envolvendo animais domésticos, como cachorro, cavalo e boi, esta pesquisa se concentrou em analisar os custos-benefícios das medidas de mitigação voltadas para mamíferos silvestres, dado que, as medidas para mitigação de atropelamento de mamíferos domésticos nas rodovias exigem ações específicas para esse grupo de animais, e difere do planejamento a ser adotado para a fauna silvestre.

Isso se dá, pois, como mencionado anteriormente, a presença de mamíferos domésticos na rodovia está muito relacionada ao abandono de animais. Neste caso, algumas das ações para reduzir a presença de mamíferos domésticos na rodovia envolvem programas de sensibilização contra abandono com as comunidades lindeiras à rodovia, reforçando a questão da ilegalidade, campanhas de castração, especialmente para cães e gatos, e microchipagem, além de notificação de proprietários quem deixam soltos seus animais, como cavalo e bovinos, na faixa de domínio.

Tais ações têm sido executadas em diversas rodovias do Estado de São Paulo e do Brasil, porém, não apresentam eficiência, uma vez que a presença de animais domésticos ainda é alta nas rodovias. São necessárias novas políticas públicas e punições mais adequadas para coibir a irresponsabilidade de tutores de animais *pets* e proprietários de animais de criação que optam pelo abandono.

Ainda, a análise dos processos jurídicos recebidos pela concessionária indicou que em 81,90% dos casos a decisão do judiciário brasileiro foi em favor do usuário que

ingressou com a ação contra a concessionária, garantindo-lhe o direito de indenização compensatória sobre os danos sofridos, tanto para mamíferos domésticos quanto para silvestres. Esse resultado é semelhante ao encontrado em outro estudo sobre os custos e perspectivas legais das colisões veiculares com fauna no Estado de São Paulo, que mostrou que em 91,70% dos casos de atropelamento de fauna doméstica e silvestre o Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo de segunda instância, também responsabilizou o administrador rodoviário (ABRA *et al.*, 2019). Portanto, entende-se que sistema jurídico brasileiro espera que os administradores rodoviários mantenham os animais, tanto espécies silvestres como domésticas, fora das rodovias.

### **6.3. Análise custo-benefício de implementação de medidas de mitigação**

A principal reclamação dos administradores rodoviários para implementação de medidas de mitigação é em relação aos custos associados (HUIJSER *et al.*, 2016; ABRA, 2019). Mas, cabe destacar que a Ecologia de Estradas é uma área do conhecimento relativamente nova, que surge em 1998 e se firma como uma disciplina a partir de 2003, com a publicação do livro “Road Ecology: Science and Solutions”, de Richard Forman (BECKMANN *et al.*, 2010). Além disso, como já comentado nesse estudo, as exigências de estudos ambientais sobre os impactos causadas por grandes obras rodoviárias, especialmente os impactos para fauna, também são relativamente novos e têm ganhado maior atenção durante os últimos anos. Dessa forma, ainda existem questionamentos e curiosidades sobre a efetividade das medidas de mitigação, uma vez que existem diversas variáveis que influenciam nesse resultado, como os diferentes grupos faunísticos existentes, o formato, tamanho, comprimento e altura das passagens de fauna, e a estrutura da paisagem do entorno, presença de fragmentos florestais, cursos d’água, matrizes, tipos de habitats (BARBOSA *et al.*, 2013). Portanto, por ser uma área do conhecimento nova e alguns métodos ainda não terem sido testados, é provável que existam várias dúvidas por parte dos gestores rodoviários sobre esse assunto, o que deve fazer com que eles associem a implementação de medidas de mitigação com custos elevados, ao invés de associarem à redução de colisões entre veículos e fauna, aumento da segurança viária, conservação da



biodiversidade e considerar a mitigação como uma estratégia para agregar valor ambiental à marca da empresa.

São poucos os estudos que comparam os custos envolvidos nas ocorrências com fauna com o investimento em medidas de mitigação para a tomada de decisão dos gestores rodoviários. Porém, os estudos que existem a respeito dessa temática indicam ser vantajoso a implementação de ações mitigadoras, tanto em relação ao aspecto econômico, como também da segurança viária e conservação da vida silvestre (HUIJSER *et al.*, 2013; ASCENSÃO *et al.*, 2021, ABRA *et al.*, 2019; ABRA, 2019).

Um estudo conduzido em quatro rodovias no Estado do Mato Grosso do Sul, indicou que o investimento em cerca direcionadora de fauna nos *hotspots* de atropelamento terão um retorno financeira dos valores investidos entre nove e 25 anos (ASCENSÃO *et al.*, 2021). Um outro estudo analisou o custo-benefício para implementação de medidas de mitigação para redução de atropelamento com capivaras no Estado de São Paulo, indicou que a partir de 5,4 colisões de capivaras por km por ano, a combinação de cercamento com passagens de fauna já seria considerado economicamente viável (HUIJSER *et al.*, 2013).

Neste estudo, ao avaliarmos quanto a concessionária gasta com indenizações por colisões veiculares envolvendo mamíferos silvestres, considerando as projeções de gastos para os 30 anos de concessão no cenário onde os processos jurídicos se mantêm conforme a média dos cinco anos analisados, percebe-se que os custos das indenizações não justificam a implementação de medidas de mitigação, uma vez que em qualquer das opções de implementação de medidas mitigadora, é economicamente mais vantajoso pagar os custos de reparações e reembolso.

Porém, é importante destacar novamente, que as análises conduzidas neste estudo não consideraram outros custos associados as colisões veiculares, como gastos com escritórios de advocacia e outros valores indiretos, como eventuais paralisações de faixas, mobilização de veículos especiais, de socorro médico ou reparos aos danos patrimoniais da concessionária. Portanto, é importante considerar que os valores desembolsados pela concessionária são maiores.

Por outro lado, ao considerar a possibilidade da maioria das colisões veiculares com mamíferos de médio e grande porte resultem em processos judiciais para a concessionária, considerando os valores máximo, mediano e médio já pagos em ações judiciais por danos materiais e morais, a implementação de qualquer um dos cenários de medidas de mitigação apresentados, passa a ser economicamente vantajosa.

Ainda, quando comparado o investimento monetário necessário para a implementação do conjunto de passagem inferior de fauna, cercamento e sinalização em qualquer um dos quatro cenários apresentados, observa-se que esse valor não representa uma quantidade significativa em relação ao CAPEX da rodovia, ou seja, para esta área de estudo investir em medidas de mitigação não torna os investimentos na rodovia mais onerosos.

Para além da questão estritamente financeira, a implementação de medidas de mitigação pode ser considerada um investimento estratégico para promoção da imagem pública da empresa junto aos investidores, agências de transporte, órgãos ambientais, usuários e sociedade civil, reforçando o compromisso, a responsabilidade e a reputação do gestor rodoviário com práticas que assegurem a conservação da biodiversidade e rodovias mais seguras aos seus usuários. Somado a esse cenário, as agências de transporte e órgãos ambientais, como a ARTESP e CETESB, tem exigido cada vez mais dos concessionários planos de ação para mitigar os impactos das rodovias sobre a fauna, um exemplo disso, foi a recente consulta pública publicada no em outubro de 2023 pela CETESB sobre o Plano de Mitigação de Atropelamento de Fauna – PMAF para as rodovias estaduais em operação do Estado de São Paulo, a minuta desse documento dispõe sobre as diretrizes e orientações para realização de campanhas de monitoramento de fauna, identificação de *hotspots* de atropelamento e implementação de medidas de mitigação. Dessa forma, todos os gestores rodoviários, seja público ou privado, deverão se adaptar para atender a nova legislação que deve ser publicada em breve.

Portanto, entende-se que a decisão por implementar medidas de mitigação não deve ser baseada apenas pela comparação financeira, é necessário considerar os diferentes aspectos que envolvem a problemática das colisões veiculares, como as

questões ecológicas, econômicas, sociais e a própria reputação da empresa, no processo de tomada de decisão, além das obrigações contratuais com agências de transporte e condicionantes ambientais junto aos órgãos ambientais que cada vez mais tem exigido dos gestores rodoviários soluções para reduzir os atropelamentos.

É necessário análises mais aprofundadas para afirmar se existe de fato uma redução de custos para a concessionária ao optar por investir na implementação de medidas de mitigação ao invés de pagar por indenizações, porém, percebe-se que pode haver uma relação de ganha-ganha ao priorizar ações que reduzam colisões veiculares envolvendo fauna, pois, há um aumento da segurança viária, com menores índices de mortalidade de animais, possibilidade de travessia segura para os animais, contribuindo para conectividade da paisagem, redução do efeito barreira e conservação da biodiversidade, e agregação de valor ao empreendimento perante os diversos *stakeholders*.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do mesmo modo que é evidente a importância das rodovias como um vetor para o desenvolvimento socioeconômico, é incontestável os impactos negativos gerados por esses empreendimentos para a conservação da biodiversidade, especialmente, para a fauna, devido às colisões veiculares que acarretam na morte direta não natural das espécies. Os resultados deste trabalho indicaram a continuidade de um problema crônico nas rodovias do Estado de São Paulo, a mortalidade de mamíferos silvestres, e também, a mortalidade de espécies domésticas, que apesar de não serem o foco dos estudos de conservação da biodiversidade sobre atropelamento, são preocupantes em relação a segurança viária.

As análises conduzidas neste estudo apresentaram uma outra perspectiva sobre a problemática das colisões entre veículos e fauna, para além da abordagem tradicional que foca principalmente no aspecto ecológico. Os resultados compararam as diferentes abordagens demonstrando os impactos na conservação da biodiversidade, na segurança humana, em questões jurídicas e econômicas, com os investimentos necessários para implementação de medidas de mitigação, indicando que embora os custos de reparação e compensação por danos materiais e morais não justifiquem os investimentos em medidas de mitigação para mamíferos silvestres, ao optar por executar ações mitigadoras os gestores rodoviários estão contribuindo com rodovias mais seguras para os motoristas, redução da mortalidade não natural para espécies de animais, oportunidades de travessia segura para vida selvagem, além de agregar valor ao negócio.

Ainda, para que as soluções de mitigação possam realmente reduzir a mortalidade de animais domésticos e silvestres nas rodovias, recomenda-se que haja uma maior integração e diálogo entre a sociedade, a comunidade científica, profissionais que atuam nas agências de transporte e órgãos ambientais, diretoria e profissionais das áreas de meio ambiente, engenharia, segurança viária e jurídico das instituições responsáveis pela administração das rodovias e tomadores de decisões políticas. Desse modo, espera-se que as rodovias possam cumprir com a sua função de conectar pessoas, bens e serviços de forma sustentável e segura.

### **7.1. Próximos passos como um todo: recomendações para concessionárias, agências de transporte, órgãos ambientais e futuros estudos**

- A redução dos efeitos negativos das rodovias do Estado de São Paulo precisa ser pensada já nas etapas iniciais de planejamento e licenciamento ambiental de novas rodovias ou duplicação de rodovias já existentes;
- Realizar análises mais aprofundadas sobre os custos indiretos envolvendo as colisões veiculares com fauna para os administradores rodoviários, e análises para verificar se os *hotspots* de atropelamento coincidem com os kms onde há mais solicitações de indenizações;
- Realizar análises de custo-benefício na implementação de medidas de mitigação considerando outros cenários e contextos, como outros formatos de medidas mitigadoras para diferentes grupos faunísticos;
- Entender quais são os fatores que influenciam na tomada de decisão dos profissionais que administram rodovias para implementação ou não de medidas de mitigação;
- Uma coordenação mais aprimorada entre as prefeituras, secretarias de meio ambiente e agricultura, agências de transporte, órgãos ambientais e administradores rodoviários para melhorar as práticas de manejo de animais domésticos e promover uma mudança social em relação a posse responsável e o abandono de animais, especialmente cachorros, cavalos e gado.

### **7.2. Meus próximos passos**

- Os resultados dessa dissertação serão apresentados para a concessionária que administra o sistema rodoviário deste estudo, assim como, disponibilizarei todas as análises que possam ser úteis;
- Essa pesquisa será submetida à publicação no segundo semestre de 2024;
- Essa pesquisa será submetida no Congresso Brasileiro de Mastozoologia que ocorrerá no segundo semestre de 2024;

- Eu atuo como analista ambiental em uma concessionária de rodovias, então a realização dessa pesquisa parte de inquietações e observações do meu dia a dia de trabalho, sendo assim, eu vou continuar aplicando os conhecimentos adquiridos durante o mestrado e a experiência adquirida na minha vivência profissional no meu ambiente de trabalho para que a construção e operação de rodovias sejam pautada em boas práticas ambientais.

## REFERÊNCIAS

ABRA, F. D., HUIJSER, M. P., PEREIRA, C. S., & FERRAZ, K. M. 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. Mammal-vehicle collisions on toll roads in São Paulo State: implications for wildlife, human safety and costs for society. 2019. 257 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

ABRA, F. D. *et al.* Pay or prevent? Human safety, costs to society and legal perspectives on animal-vehicle collisions in São Paulo state, Brazil. *Plos One*, v. 14, n. 4, p 1-22, 2019.

ABRA, F. D., DA COSTA CANENA, A., GARBINO, G. S. T., & MEDICI, E. P. Use of unfenced highway underpasses by lowland tapirs and other medium and large mammals in central-western Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 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, n. 1, 2021.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Disponível em: <https://antt-hml.antt.gov.br/concessoes-rodoviaras>. Acesso em: 18 de junho de 2023.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Disponível em: [https://portal.antt.gov.br/resultado/-/asset\\_publisher/m2By5inRuGGs/content/id/497822#:~:text=A%20concess%C3%A3o%20de%20rodovias%20ocorre,iniciativa%20privada%20por%20tempo%20determinado](https://portal.antt.gov.br/resultado/-/asset_publisher/m2By5inRuGGs/content/id/497822#:~:text=A%20concess%C3%A3o%20de%20rodovias%20ocorre,iniciativa%20privada%20por%20tempo%20determinado). Acesso em: 18 de junho de 2023.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Disponível em: [https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-terrestre\\_antigo/rodovias-federais/rodovias-federais-perguntas-frequentes-concessoes-de-rodovias](https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-terrestre_antigo/rodovias-federais/rodovias-federais-perguntas-frequentes-concessoes-de-rodovias). Acesso em: 18 de junho de 2023.

ASCENSÃO, F. *et al.* Disentangle the causes of the road barrier effect in small mammals through genetic patterns. *PLoS One*, v. 11, n. 3, p. e0151500, 2016.

ASCENSÃO, F. *et al.* Predicting spatiotemporal patterns of road mortality for medium-large mammals. *Journal of environmental management*, v. 248, p. 109320, 2019.

ASCENSAO, F. *et al.* Preventing wildlife roadkill can offset mitigation investments in short-medium term. *Biological Conservation*, v. 253, p. 108902, 2021.

ASCENSÃO, F.; DESBIEZ, A. L. J. Assessing the impact of roadkill on the persistence of wildlife populations: A case study on the giant anteater. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 20, n. 3, p. 272-278, 2022.

ARGOTE, K., *et al.* "Road Impact Assessment on Habitat Loss in Latin America." Presentation for International Center for Tropical Agriculture, 45th Anniversary, 2012.

ARTESP. Agência de Transporte do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.artesp.sp.gov.br/Style%20Library/extranet/rodovias/programa-de-concessoes.aspx>. Acesso em: 17 de outubro de 2022.

BARBOSA, K. C., DOMENICHELLI, G. A., AIUB, P. B., ABRA, F. D., MACIEL, N. A. L., LOPEZ, R. P. G., & MOREIRA, C. A. A importância da fauna na conservação da biodiversidade: na restauração ecológica e na ecologia de estradas. *Políticas Públicas para a Restauração Ecológica e Conservação da Biodiversidade*, v. 117, 2013.

BARTHELMESS, E. L. Spatial distribution of road-kills and factors influencing road mortality for mammals in Northern New York State. *Biodiversity and Conservation*, v. 23, n. 10, p. 2491–2514, 2014.

BECKMANN, J.P., CLEVINGER, A.P., HUIJSER, M.P., HILTY, J.A. *Safe Passages: highways, wildlife and habitat connectivity*. Island Presse, Washington, USA, 2010.

BENNETT, Andrew F. *Roads, roadsides and wildlife conservation: a review*. *Nature conservation 2: the role of corridors*, 1991.

BÍL, M., ANDRÁŠIK, R., SVOBODA, T., SEDONÍK, J. The KDE+ Software: A Tool for Effective Identification of Animal-Vehicle Collision Hotspots Along Networks. *Landscape Ecology*, v. 31, p. 231–237, 2016.

BÍL, M., ANDRÁŠIK, R., JANOŠKA, Z.; Identification of Hazardous Road Locations of Traffic Accidents by Means of Kernel Density Estimation and Cluster Significance Evaluation. *Accident Analysis and Prevention*, v. 55, p 265–273, 2013.

BOARMAN, W. I. & SAZAKI, M. Highway mortality in desert tortoises and small vertebrates: success of barrier fences and culverts. In: EVINK, G., ZEIGLER, D., GARRETT, P., & BERRY, J. (Eds.). *Transportation and wildlife: reducing wildlife mortality and improving wildlife passageways across transportation corridors*. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, DC, 1996.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Art. 936. Brasília, 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm). Acesso em: 14 de janeiro de 2024.



BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9503compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm). Acesso em: 22 de fevereiro de 2023.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm). Acesso em: 14 de janeiro de 2024.

BRASIL. Lei nº 14.064 de 29 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, para aumentar as penas cominadas ao crime de maus-tratos aos animais quando se tratar de cão ou gato. 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2019-2022/2020/lei/l14064.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/l14064.htm). Acesso em: 14 de janeiro de 2024.

BUENO, C., FAUSTINO, M. T., FREITAS, S. R. Influence of landscape characteristics on capybara road-kill on highway BR-040, Southeastern Brazil. *Oecologia Australis*, v.17, n. 2, p. 320–327, 2013.

CACERES, N. C., HANNIBAL, W., FREITAS, D. R., SILVA, E. L.; ROMAN, C. & CASELLA, J. Mammal occurrence and roadkill in two adjacent ecoregions (Atlantic Forest and Cerrado) in south-western Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, v. 27, p. 709-717, 2010.

CAIRES, H. S., SOUZA, C. R., LOBATO, D. N., FERNANDES, M. N., & DAMASCENO, J. S. Roadkilled mammals in the northern Amazon region and comparisons with roadways in other regions of Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 109, 2019.

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

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

CEPA-IF/USP. Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Rodovias. Disponível em: <http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo4A/rodovias.htm>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2023.

CIRINO, D. W., LUPINETTI-CUNHA, A., FREITAS, C. H., & DE FREITAS, S. R. Do the roadkills of different mammal species respond the same way to habitat and matrix?. *Nature Conservation*, v. 47, p. 65-85, 2022.

CLEVENGER, A. P., CHRUSZCZ, B., GUNSON, K. E. Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. *Wildlife society bulletin*, p. 646-653, 2001.

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

CNT. Confederação Nacional do Transporte. Pesquisa CNT de Rodovias. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

COFFIN, A. W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of transport Geography*, v. 15, n. 5, p. 396-406, 2007.

DA ROSA, C. A., *et al.* Neotropical alien mammals: a data set of occurrence and abundance of alien mammals in the Neotropics. 2020.

DE ARAUJO CEZAR, H. R. *et al.* Mamíferos silvestres atropelados em estradas da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 5, p. 48037-48049, 2021.

DEAN, W. R. J., MILTON, S. J. The importance of roads and road verges for raptors and crows in the Succulent and Nama-Karoo, South Africa. *Ostrich-Journal of African Ornithology*, v. 74, n. 3-4, p. 181-186, 2003.

DER. Departamento de Estrada e Rodagem do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/MalhaRodoviaria/ExtensaoMalha.pdf>. Acesso em: 22 de dezembro de 2023.

DER. Departamento de Estrada e Rodagem do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/MalhaRodoviaria/VolumeDiario.aspx>. Acesso em: 22 de dezembro de 2023.

DESBIEZ, A. L. J., KLUYBER, D. The role of giant armadillos (*Priodontes maximus*) as physical ecosystem engineers. *Biotropica* 45, 537–540, 2013.

DODD, N. L., GAGNON, J. W., BOE, S. & SCHWEINSBURG, R. E. Role of fencing in promoting wildlife underpass use and highway permeability. UC Davis: Road Ecology Center, 2007.

DOS SANTOS NETA, C. D. S., ABRA, F. D., DOS SANTOS, L. B., DA COSTA, E. P. L., DINIZ, M. F., & MORATO, R. G. Identificação de Áreas Críticas de Atropelamento de Fauna na Região do Parque Nacional da Serra da Capivara, Piauí. *Biodiversidade Brasileira*, v. 13, n. 4, 2023.

DULAC, J. Global land transport infrastructure requirements. Paris: International Energy Agency, v. 20, p. 2014, 2013.

EISENBERG, J.F. & REDFORD, K.H. Mammals of the neotropics. The central neotropics. Volume 3. Ecuador, Perus, Bolivia, Brazil. The University of Chicago Press, Chicago, USA, 1999.

EIGENBROD, F., HECNAR, S. J., FAHRIG, L. Quantifying the road-effect zone: threshold effects of a motorway on anuran populations in Ontario, Canada. *Ecology and Society*, v. 14, n. 1, 2009.

FAHRIG, L., RYTWINSKI, T. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and Society*, Wolfville, v. 14, p. 21, 2009.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003.

FERRAZ, K. M. P. M. B., BONACH, K.; VERDADE, L. M. Relationship between body mass and body length in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Biota Neotropica*, v. 5, p. 197-200, 2005.

FERRAZ, K. M. P., DE BARROS FERRAZ, S. F., MOREIRA, J. R., COUTO, H. T. Z., VERDADE, L. M. Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) distribution in agroecosystems: a cross-scale habitat analysis. *J. Biogeogr.* 34 (2), 223–230, 2007.

FERRERAS, P. *et al.* Rates and causes of mortality in a fragmented population of Iberian lynx *Felis pardina* Temminck, 1824. *Biological conservation*, v. 61, n. 3, p. 197-202, 1992.

FISCHER, W. A. Efeitos da rodovia BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do pantanal. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 42f. 1997.

FISCHER, W. A., RAMOS-NETO, M. B., SILVEIRA, L. & JACOMO, A. T. A. Human transportation network as ecological barrier for wildlife on Brazilian Pantanal-Cerrado corridors. UC Davis: Road Ecology Center, 2003.

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. Island Presse, Washington DC, 2<sup>th</sup> ed., 504 p., 2003.

FREITAS, S. R.; OLIVEIRA, A. N.; CIOCHETI, G. How landscape features influence roadkill of three species of mammals in the Brazilian savanna? *Oecologia Australis*, v. 18, p. 35–45, 2015.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. Fundação Florestal do Estado de São Paulo. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/>. Acesso em: 15 de março de 2023.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. Fundação Florestal do Estado de São Paulo. Disponível em <https://guiadeareasprotegidas.sp.gov.br/ap/estacao-ecologica-assis/>. Acesso em: 22 de dezembro de 2023.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. Fundação Florestal do Estado de São Paulo. Disponível em <https://guiadeareasprotegidas.sp.gov.br/ap/estacao-ecologica-ribeirao-preto/>. Acesso em: 22 de dezembro de 2023.

GALETTI, M. *et al.* Mammals in São Paulo State: diversity, distribution, ecology, and conservation. *Biota Neotropica*, v. 22, 2022.

GALETTI, M. *et al.* Causes and Consequences of Large-Scale Defaunation in the Atlantic Forest. In: MARQUES, M. C. M., GRELLE, C. E. V. (eds.). *The Atlantic Forest: History, Biodiversity, Threats and Opportunities of the Mega-diverse Forest*, Springer Nature Switzerland AG, 1. ed., p. 297-324, 2021.

GALLO, F. Programa de concessão de rodovias em São Paulo e novos agentes econômicos do período contemporâneo. Uma leitura geográfica do planejamento governamental e dos repasses de ISSQN aos pequenos municípios. *Caminhos da Geografia*, p. 165-179, 2020.

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

GRILO, C. *et al.* Mitigation measures to reduce impacts on biodiversity. In: JONES, R. S. (ed). *Highways: constructions, management, and maintenance*. Nova Science Publishers, p. 73-114, 2010.

GRILO, C. *et al.* Brazil Road-kill: a data set of wildlife terrestrial vertebrate road-kills. *Ecology*: Ecological Society of America, v. 99, n. 11, p. 2625-2625, 2018.

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

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Oportunidades de Parceria em Investimentos no Estado De São Paulo. Disponível em:

<https://www.parcerias.sp.gov.br/Parcerias/docs/Folder%20Portugu%C3%AAs.pdf>.

Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

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

HAUPLIT, L. Monitoramento de fauna silvestre atropelada no entorno da Estação Ecológica de Carijó. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

HUIJSER, M., FAIRBANK, E., CAMEL-MEANS, W., GRAHAMC, J., WATSON, V., BASTING, P., BECKER, D. Effectiveness of short sections of wildlife fencing and crossing structures along highways in reducing wildlife–vehicle collisions and providing safe crossing opportunities for large mammals. *Biological Conservation*, v. 197, p. 61–68. 2016.

HUIJSER, M. P., ABRA, F. D., DUFFIELD, J. W. Mammal Road Mortality and Cost-Benefit Analyses of Mitigation Measures aimed at Reducing Collisions with Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in São Paulo State, Brazil. *Oecologia Australis*, v. 17, n. 1, p. 129-146, 2013.

HUIJSER, M. P., MCGOWEN, P. T., FULLER, J., HARDY, A., KOCIOLEK, A. Wildlife-Vehicle Collision Reduction Study. 2008.

HUIJSER, M. P. *et al.* Animal-vehicle collisions and habitat connectivity along Montana Highway 83 in the Seeley-Swan Valley, Montana: a Reconnaissance. Montana. Dept. of Transportation. Research Programs, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama>. Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

INSTITUTO FLORESTAL. Inventário Florestal do Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto Florestal, 2010.

INVESTSP. Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/>. Acesso em: 15 de janeiro de 2024.

IUELL, B. *et al.* Wildlife and Traffic-A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. Prepared by COST 341-Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. Ministry of Transport. Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering division, Delft, The Netherlands, 2003.

LAURANCE, W., CLEMENTS, G., Sloan, S. *et al.* A global strategy for road building. *Nature*, USA, v. 513, p. 229–232, 2014.

LAURANCE, William F.; GOOSEM, Miriam; LAURANCE, Susan GW. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in ecology & evolution*, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009.

LAURANCE, W. F. *et al.* Reducing the global environmental impacts of rapid infrastructure expansion. *Current Biology*, v. 25, n. 7, p. R259-R262, 2015.

LAURANCE, W. F. Conservation and the global infrastructure tsunami: Disclose, debate, delay! *Trends in Ecology & Evolution*, v. 33, n. 8, p. 568-571, 2018.

LYRA-JORGE, M. C.; CIOCHETI, G.; PIVELLO, V. R. Carnivore mammals in a fragmented landscape in northeast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 17, n. 7, p. 1573–1580, 2008.

MACIEL, D. P., DE CARVALHO, L. M., LEMES, F. Integração nacional no Brasil: as grandes rodovias da Amazônia (1970-1979). *Dimensões: Revista de História da Ufes*, n. 44, p. 89-120, 2020.

MATTEI, L. M. " A estrada vai além do que se vê": uma análise sobre impactos sociais de concessões de rodovias. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar e Profissional em Desenvolvimento e Gestão Social). Escola de Administração - Universidade Federal da Bahia. 147f. 2017.

MEDICI, E. P., CANENA, A. C., ABRA, F. D. Uso de passagens inferiores pela anta (*tapirus terrestris*), ao longo da rodovia MS-040, Mato Grosso do Sul, Brasil. Relatório da Iniciativa Nacional para a Conservação da Anta Brasileira (INCAB), Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), 2019.

MEDICI, P. E.; ABRA, F. D.; FERNANDES-SANTOS, R. C. & TESTA-JOSÉ, C. Impacto de atropelamentos de fauna, particularmente anta brasileira, em rodovias estaduais e federais do estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Relatório da Iniciativa Nacional para a Conservação da Anta Brasileira (INCAB), Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), 2016

MITTERMEIER, R. A. *et al.* Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: *Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 3-22, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL *et al.* Assessing and managing the ecological impacts of paved roads. National Academies Press, 2005.

NIELSEN, S. E., STENHOUSE, G. B., BOYCE, M. S. A habitat-based framework for grizzly bear conservation in Alberta. *Biological conservation*, v. 130, n. 2, p. 217-229, 2006.

NOVELLI, R., TAKASE, E., CASTRO, V. Estudo das aves mortas por atropelamento em um trecho da rodovia BR-471, entre os distritos da Quinta e Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 5, p. 441-454, 1988.

PAQUET, P. C. Summary reference document-ecological studies of recolonizing wolves in the Central Canadian Rocky Mountains. Parks Canada, Banff National Park Warden Service, Banff, Alberta, Canada, 1993.

QUINTERO, J. Guía de buenas prácticas para carreteras ambientalmente amigables. Panamá: The Nature Conservancy & Latin America Conservation Council, 2016.

REZZADORI, T., HARTMANN, M. T., HARTMANN, P. A. Proximidade de rodovias pode influenciar a fragmentação florestal? Um estudo de caso no norte do Rio Grande do Sul. *Revista Biotemas*, v. 29, n. 3, 2016.

ROSA, C. A., CARDOSO, T. R., TEIXEIRA, F. Z., & BAGER, A. Atropelamento de fauna selvagem: amostragem e análise de dados em ecologia de estradas. *Ecologia de estradas*, p. 79-100, 2012.

RODRIGUES, T. F. *et al.* Ecosystem services provided by armadillos. *Biological Reviews*, v. 95, n. 1, p. 1-21, 2020.

ROWAN UNIVERSITY. History of road transport. Disponível em: <https://engineering.rowan.edu/docs/civilenvironmental/historyofroadtransport-8.pdf>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2023.

SANDOVAL, M. A. L. Breve histórico sobre a evolução do planejamento nacional de transportes, 2014. Disponível em: <https://transportadormineiro.files.wordpress.com/2012/09/historico-do-planejamento-de-transportes.pdf>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2023.

SANSON, C. Construção de rodovias no governo militar matou cerca de 8 mil índios. Instituto Humanitas Unisinos. 2013. Disponível em: <https://www.ihu.unisinos.br/noticias/524054-construcao-de-rodovias-no-governo-militar-matou-cerca-de-8-mil-indios>. Acesso em: 24 de janeiro de 2023.

SANTOS, C. D. C. *et al.* O Impacto de Rodovias sobre a Herpetofauna da Caatinga, no Alto Sertão da Paraíba, Nordeste do Brasil. In: Anais do Simpósio do PPGBIO: uma década de contribuições à biodiversidade. Anais. Rio de Janeiro (RJ) UNIRIO, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/ivsppgbio/488283-o-impacto-de-rodovias-sobre-a-herpetofauna-da-caatinga-no-alto-sertao-da-paraiba-nordeste-do-brasil>. Acesso em: 11 de dezembro de 2023.

SEILER, A. Ecological effects of roads: a review. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2001.



SHILLING, F. M. *et al.* From Wildlife-vehicle Conflict to Solutions for California Wildlife and Drivers. 2021.

SILVEIRA, E. L. D. Exigências Ambientais em Contratos de Concessão Pública. Trabalho de Conclusão (Especialização em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 51, 2017.

SOUSA, M. A. N., MIRANDA, P. C. Mamíferos terrestres encontrados atropelados na rodovia BR-230/PB entre Campina Grande e João Pessoa. *Revista de biologia e Farmácia*, v. 4, n. 2, p. 72-82, 2010.

SOUZA, Y., VILLAR, N., ZIPPARRO, V., NAZARETH, S. & GALETTI, M. Large mammalian herbivores modulate plant growth form diversity in a tropical rainforest. *Journal of Ecology*, v. 110, n. 4, p. 845-859, 2022.

SULLIVAN, T. L.; MESSMER, T. A. Perceptions of deer-vehicle collision management by state wildlife agency and department of transportation administrators. *Wildlife Society Bulletin*, p. 163-173, 2003.

TAYLOR, S. K. *et al.* Causes of mortality of free-ranging Florida panthers. *Journal of Wildlife Diseases*, v. 38, n. 1, p. 107-114, 2002.

TCU. Tribunal de Contas da União – Transportes. Disponível em: [https://portal.tcu.gov.br/data/files/C2/75/07/33/DFC1E4104E3AC1E41A2818A8/TRANSPORTE\\_Concess%C3%B5es%20%20Rodovi%C3%A1rias%201%C2%AA%20Etapa\\_web.pdf](https://portal.tcu.gov.br/data/files/C2/75/07/33/DFC1E4104E3AC1E41A2818A8/TRANSPORTE_Concess%C3%B5es%20%20Rodovi%C3%A1rias%201%C2%AA%20Etapa_web.pdf). Acesso em: 13 de fevereiro de 2023.

TROMBULAK, S. C., FRISSELL, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation biology*, v. 14, n. 1, p. 18-30, 2000.

VAN DER ZANDE, A. N., TER KEURS, W. J., VAN DER WEIJDEN, W. J. The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat—evidence of a long-distance effect. *Biological conservation*, v. 18, n. 4, p. 299-321, 1980.

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: VAN DER REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. (Eds.). *Handbook of Road Ecology*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, p. 1-9, 2015.

VAN DER REE, R. *et al.* Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: road ecology is moving toward larger scales. *Ecology and society*, v. 16, n. 1, 2011.

VERDADE, L. M., FERRAZ, K. M. P. M. B. Capybaras in an anthropogenic habitat in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 66, p. 371-378, 2006.



## APÊNDICES

**Apêndice 1.** *Output* dos trechos mais críticos de atropelamentos para mamíferos domésticos ranqueados por prioridade baseado no valor de STR\_DENSE2. Legenda: Vermelho: Muito Alto, Laranja = Alto, Amarelo = Médio, Amarelo Claro = Baixo, Verde = Muito Baixo.

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
103	37	98	0,845703	0,833012	0,854715	4630	4900	270	6595,475	158,8158
241	19	99	0,699205	0,675017	0,716592	5230	5470	240	6600,158	43,82169
8	15	43	0,655739	0,630598	0,675392	2270	2460	190	2470,225	40,87015
100	9	98	0,684824	0,6589	0,703234	0	120	120	6595,475	38,52137
214	17	98	0,595868	0,567137	0,618521	720	940	220	5343,439	35,57973
266	8	60	0,627846	0,598988	0,650037	4240	4350	110	4363,059	33,20841
264	16	60	0,665288	0,639332	0,685246	3040	3280	240	4363,059	29,56834
235	15	99	0,618932	0,588288	0,64096	1370	1590	220	6600,158	28,77266
164	14	126	0,751509	0,726679	0,770604	15410	15660	250	17052,44	23,56732
215	17	98	0,542765	0,510259	0,568395	1300	1563,776	263,7757	5343,439	22,5445
269	13	54	0,825312	0,801043	0,844523	1170	1430	260	13783,19	20,63279
6	15	43	0,4804	0,442455	0,510063	1200	1430	230	2470,225	20,43287
102	13	98	0,563496	0,527593	0,588992	4100	4320	220	6595,475	19,67579
195	13	46	0,669938	0,639723	0,6921	280	520	240	4547,579	19,65617
158	13	126	0,726407	0,699069	0,74743	2440	2690	250	17052,44	19,64204
199	18	52	0,62159	0,591061	0,644808	1590	1920	330	3972,127	18,49359
224	12	62	0,73264	0,703219	0,75457	8340	8580	240	9395,418	18,316
165	12	126	0,711632	0,682818	0,733791	15940	16180	240	17052,44	17,7908
89	12	99	0,67469	0,64234	0,697207	1840	2080	240	11283,31	16,86724
41	12	43	0,838774	0,817576	0,849372	2820	3090	270	14068,38	16,56838
198	11	52	0,53117	0,493345	0,559935	690	890	200	3972,127	16,06789
184	11	129	0,738544	0,708121	0,757567	9770	10010	240	22933,36	15,51454
2	11	29	0,560415	0,526713	0,584841	700	910	210	2360,354	15,37647
32	11	48	0,691678	0,660272	0,716452	1320	1560	240	6728,165	14,53004

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
287	11	90	0,790644	0,762589	0,814316	19670	19930	260	22705,87	14,15206
166	5	126	0,653904	0,619322	0,680499	16940	17051,52	111,5209	17052,44	13,14442
116	10	55	0,599566	0,561176	0,627524	2810	3030	220	6035,294	12,38773
151	10	52	0,648762	0,615264	0,674675	960	1190	230	6845,304	12,26393
234	10	99	0,427961	0,381961	0,461028	510	700	190	6600,158	11,85487
49	5	43	0,76531	0,729621	0,789394	0	130	130	11440,01	11,32115
227	10	27	0,743396	0,715295	0,769049	270	530	260	6011,011	10,99698
160	9	126	0,615181	0,576729	0,644751	4460	4680	220	17052,44	10,29538
303	9	87	0,786509	0,76034	0,801114	24490	24740	250	29116,38	10,19316
265	9	60	0,406082	0,360027	0,441497	3670	3850	180	4363,059	10,15206
1	9	29	0,399443	0,3534	0,432814	90	270	180	2360,354	9,986087
217	7	98	0,0501	-0,01743	0,103346	3410	3460	50	5343,439	9,819597
218	7	98	0,049969	-0,01757	0,103222	3850	3900	50	5343,439	9,793991
271	9	54	0,747767	0,712725	0,775506	3270	3520	250	13783,19	9,691058
289	9	90	0,744351	0,710093	0,773258	20690	20940	250	22705,87	9,646791
196	9	46	0,522697	0,479002	0,554744	870	1080	210	4547,579	9,60055
112	9	31	0,656326	0,616352	0,682782	4360	4600	240	4858,265	9,229589
219	8	98	0,169548	0,110508	0,216098	4380	4490	110	5343,439	8,967823
187	10	129	0,679299	0,641983	0,702634	12170	12450	280	22933,36	8,664528
236	8	99	0,285756	0,22832	0,327043	2100	2250	150	6600,158	8,12817
310	8	115	0,725219	0,683472	0,753651	730	970	240	30903,74	8,057991
268	8	54	0,715985	0,676528	0,74722	760	1000	240	13783,19	7,955389
50	10	43	0,758826	0,72215	0,783575	490	800	310	11440,01	7,89621
79	8	44	0,542907	0,499105	0,574995	5120	5330	210	5485,837	7,878925
182	8	129	0,64018	0,598311	0,666361	8750	8980	230	22933,36	7,745084
159	8	126	0,567486	0,524269	0,600722	3440	3660	220	17052,44	7,503952
4	8	28	0,465041	0,415001	0,501952	1340	1540	200	2732,139	7,440654

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
5	8	28	0,464937	0,414888	0,501855	1880	2080	200	2732,139	7,438991
95	8	99	0,511877	0,463337	0,545664	5920	6130	210	11283,31	7,428599
226	8	62	0,534999	0,483829	0,573141	9060	9280	220	9395,418	7,07437
7	7	43	0,090304	0,023871	0,142238	1820	1900	80	2470,225	6,913903
186	13	129	0,665123	0,626157	0,689489	10660	11070	410	22933,36	6,686836
202	7	52	0,264254	0,204895	0,309396	3360	3500	140	3972,127	6,606349
200	7	52	0,264193	0,204829	0,309338	2510	2650	140	3972,127	6,604818
101	7	98	0,189011	0,122305	0,23638	3650	3770	120	6595,475	6,431622
237	7	99	0,184159	0,118553	0,231319	2480	2600	120	6600,158	6,266509
238	7	99	0,18411	0,118501	0,231273	3180	3300	120	6600,158	6,264861
305	7	87	0,725311	0,691641	0,744103	25350	25590	240	29116,38	6,170181
153	7	52	0,496775	0,448782	0,533901	2180	2380	200	6845,304	6,085494
90	7	99	0,442722	0,387305	0,481296	2360	2550	190	11283,31	6,009249
96	7	99	0,442624	0,387198	0,481205	6220	6410	190	11283,31	6,007922
88	7	99	0,442545	0,387111	0,481132	1240	1430	190	11283,31	6,006848
91	7	99	0,442497	0,387057	0,481087	2810	3000	190	11283,31	6,006191
87	7	99	0,442184	0,386714	0,480796	790	980	190	11283,31	6,001947
92	7	99	0,440012	0,384325	0,478774	3790	3980	190	11283,31	5,972458
183	7	129	0,589105	0,541294	0,619003	9240	9460	220	22933,36	5,964084
117	7	55	0,427711	0,372846	0,467668	3910	4100	190	6035,294	5,805498
128	7	44	0,735564	0,711763	0,757521	1120	1370	250	16267,23	5,766819
31	7	48	0,514983	0,46558	0,553954	60	270	210	6728,165	5,722035
67	7	50	0,724807	0,691529	0,743344	1670	1920	250	16482,04	5,68249
201	6	52	0,141509	0,072247	0,194182	2790	2890	100	3972,127	5,09432
194	7	129	0,534538	0,480377	0,568405	22640	22870	230	22933,36	4,951296
93	6	99	0,349843	0,28519	0,394846	4230	4390	160	11283,31	4,919666
263	6	60	0,108678	0,03956	0,161826	1720	1810	90	4363,059	4,83015

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
239	6	99	0,047881	-0,02868	0,102919	3750	3810	60	6600,158	4,788095
240	6	99	0,047567	-0,02902	0,102623	4790	4850	60	6600,158	4,756663
180	6	129	0,52067	0,464896	0,555547	7630	7830	200	22933,36	4,686032
179	6	129	0,520305	0,464488	0,555208	5020	5220	200	22933,36	4,682742
267	6	54	0,621692	0,569135	0,663296	120	340	220	13783,19	4,624154
149	3	52	0,414581	0,358748	0,45777	0	90	90	6845,304	4,60645
3	6	28	0,286334	0,219578	0,335575	1000	1150	150	2732,139	4,58134
315	6	115	0,615405	0,556974	0,655199	11380	11600	220	30903,74	4,577396
197	6	46	0,284377	0,218865	0,332426	1320	1470	150	4547,579	4,550025
21	6	40	0,503289	0,444669	0,539207	5980	6180	200	6709,446	4,5296
37	6	14	0,639885	0,584826	0,669713	660	890	230	3773,374	4,354604
97	6	99	0,349522	0,284837	0,394548	6880	7050	170	11283,31	4,353912
77	6	44	0,391492	0,33318	0,434209	2090	2270	180	5485,837	4,349909
229	6	27	0,580187	0,534214	0,622156	4800	5020	220	6011,011	4,315441
53	6	43	0,633765	0,578072	0,671349	6130	6360	230	11440,01	4,312958
33	6	48	0,431049	0,373096	0,476764	2150	2340	190	6728,165	4,298548
34	6	48	0,430281	0,37225	0,476058	4180	4370	190	6728,165	4,290891
98	4	99	0,024076	-0,07297	0,091628	7600	7630	30	11283,31	4,280178
301	6	87	0,679939	0,640707	0,701834	23540	23780	240	29116,38	4,249618
188	6	129	0,52015	0,464315	0,555064	12790	13000	210	22933,36	4,246121
99	4	99	0,023818	-0,07326	0,091388	8090	8120	30	11283,31	4,234326
178	6	129	0,518626	0,462614	0,553651	2490	2700	210	22933,36	4,233682
353	3	83	0,69471	0,66732	0,720776	31150	31271,61	121,6065	31271,61	4,227973
65	9	50	0,712602	0,677847	0,731961	770	1140	370	16482,04	4,216272
74	9	44	0,342102	0,279058	0,388287	91,63067	348,3225	256,6918	5485,837	4,205494
204	7	36	0,528269	0,483804	0,565891	1420	1670	250	7180,508	4,141626
118	6	55	0,332028	0,267989	0,378665	4910	5080	170	6035,294	4,135983

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
208	6	36	0,552536	0,510359	0,588223	6890	7110	220	7180,508	4,10977
203	6	36	0,504078	0,457333	0,54363	320	544,1025	224,1025	7180,508	3,613323
177	6	129	0,436948	0,371432	0,477916	1740	1950	210	22933,36	3,566921
157	5	126	0,307624	0,238441	0,360829	1890	2040	150	17052,44	3,418048
162	5	126	0,307201	0,237975	0,360438	9910	10060	150	17052,44	3,413344
154	5	52	0,297059	0,230018	0,348919	3050	3200	150	6845,304	3,300651
111	5	31	0,381219	0,309246	0,428852	3530	3700	170	4858,265	3,297742
86	5	99	0,219032	0,14137	0,27309	360	490	130	11283,31	3,240118
138	5	11	0,569164	0,504547	0,60654	2010	2220	210	2870,943	3,226553
302	5	87	0,615995	0,568925	0,642265	24030	24250	220	29116,38	3,181791
51	5	43	0,560248	0,493375	0,605376	1450	1660	210	11440,01	3,176008
322	5	115	0,559963	0,493109	0,605494	23420	23630	210	30903,74	3,174396
326	5	115	0,559837	0,492963	0,605381	30460	30670	210	30903,74	3,173679
220	5	62	0,363439	0,293391	0,415653	2230	2400	170	9395,418	3,143939
175	5	46	0,664294	0,626503	0,705967	17800	18030	230	20813,48	3,139385
35	5	48	0,321467	0,252351	0,375987	5500	5660	160	6728,165	3,139322
18	5	40	0,404284	0,333981	0,447361	2210	2390	180	6709,446	3,119478
17	5	40	0,403951	0,333607	0,447052	1240	1420	180	6709,446	3,116903
19	5	40	0,402637	0,332139	0,445833	3340	3520	180	6709,446	3,106766
245	5	31	0,652494	0,618892	0,689535	5360	5590	230	13027,99	3,083618
283	5	90	0,540194	0,478578	0,592185	10270	10480	210	22705,87	3,062323
11	5	18	0,538132	0,477047	0,589086	1850	2060	210	4386,696	3,050634
262	5	53	0,581239	0,513559	0,614854	12690	12910	220	14866,29	3,00227
78	5	44	0,269713	0,199731	0,320979	4050	4200	150	5485,837	2,996808
348	5	83	0,633469	0,600586	0,664765	24440	24670	230	31271,61	2,99371
130	5	44	0,62943	0,596078	0,6602	2430	2660	230	16267,23	2,974624
192	5	129	0,424027	0,357008	0,465936	21110	21300	190	22933,36	2,936476

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
66	5	50	0,61455	0,567938	0,640514	1260	1490	230	16482,04	2,9043
311	5	115	0,560348	0,493552	0,605839	2750	2970	220	30903,74	2,894362
176	5	46	0,664322	0,626534	0,705991	18790	19030	240	20813,48	2,883342
173	5	46	0,664295	0,626504	0,705968	15800	16040	240	20813,48	2,883227
327	10	115	0,633625	0,577962	0,671534	12560	13030	470	30903,74	2,86838
155	4	52	0,121708	0,037944	0,186505	6140	6230	90	6845,304	2,404108
152	4	52	0,121312	0,037511	0,186138	1540	1630	90	6845,304	2,396293
76	4	44	0,071247	-0,01775	0,136445	1220	1291,243	71,24324	5485,837	2,245934
216	7	98	0,027789	-0,04133	0,082286	2850	2928,877	78,87696	5343,439	2,188647
75	4	44	0,087374	-8E-05	0,15144	660	740	80	5485,837	2,184359
110	4	31	0,226634	0,13668	0,286166	3070	3200	130	4858,265	2,145647
161	4	126	0,133808	0,047257	0,200369	5630	5730	100	17052,44	2,140926
163	4	126	0,13366	0,047094	0,200233	12920	13020	100	17052,44	2,138564
156	4	126	0,133639	0,047071	0,200213	330	430	100	17052,44	2,138228
55	4	33	0,52872	0,480446	0,563587	1640	1840	200	11373,36	2,114879
58	4	33	0,528712	0,480437	0,56358	4370	4570	200	11373,36	2,114849
261	4	53	0,476352	0,391719	0,518385	10310	10500	190	14866,29	2,111255
189	3	129	0,037438	-0,07456	0,107475	15040	15080	40	22933,36	2,105902
286	4	90	0,425221	0,348199	0,490212	19230	19410	180	22705,87	2,099858
22	4	40	0,255496	0,167633	0,309332	6480	6620	140	6709,446	2,085684
284	4	90	0,37186	0,287687	0,442885	17740	17910	170	22705,87	2,05874
249	4	31	0,565881	0,523905	0,612155	10690	10900	210	13027,99	2,053084
206	4	36	0,328315	0,265004	0,381885	5230	5390	160	7180,508	2,051971
36	4	48	0,151236	0,064781	0,219434	6040	6150	110	6728,165	1,999813
320	4	115	0,450401	0,3669	0,507268	16860	17050	190	30903,74	1,996236
325	4	115	0,450125	0,366582	0,50702	30020	30210	190	30903,74	1,995014
314	4	115	0,450086	0,366537	0,506985	10360	10550	190	30903,74	1,994839

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
181	4	129	0,280398	0,196666	0,332757	8200	8350	150	22933,36	1,993943
148	2	14	0,578556	0,529605	0,628811	6170	6277,901	107,901	6277,901	1,987713
193	4	129	0,27905	0,195161	0,331507	22210	22360	150	22933,36	1,984358
107	2	11	0,707887	0,618321	0,746687	0	120	120	7324,129	1,966353
319	4	115	0,443299	0,35872	0,500901	16500	16690	190	30903,74	1,964761
150	4	52	0,122108	0,038382	0,186875	510	610	100	6845,304	1,953726
127	4	44	0,537499	0,495872	0,575902	750	960	210	16267,23	1,950109
135	4	44	0,53586	0,494086	0,5744	15750	15960	210	16267,23	1,944165
225	4	62	0,20479	0,117283	0,270017	8770	8900	130	9395,418	1,938841
222	4	62	0,204742	0,11723	0,269972	6770	6900	130	9395,418	1,938383
223	4	62	0,204264	0,1167	0,269534	7770	7900	130	9395,418	1,933862
221	4	62	0,204182	0,116609	0,269459	6280	6410	130	9395,418	1,933087
146	4	14	0,577247	0,528144	0,627658	810	1030	220	6277,901	1,908254
260	4	53	0,476573	0,391976	0,518589	9840	10040	200	14866,29	1,906293
80	4	10	0,681142	0,599193	0,739151	410	650	240	6105,136	1,892061
307	4	87	0,519836	0,460979	0,552684	26410	26620	210	29116,38	1,886025
299	4	87	0,519562	0,460672	0,552429	22090	22300	210	29116,38	1,885032
285	4	90	0,424891	0,347824	0,489919	18700	18890	190	22705,87	1,883173
44	4	43	0,516423	0,45284	0,548209	6270	6480	210	14068,38	1,873642
10	4	18	0,41928	0,342477	0,483346	880	1070	190	4386,696	1,858305
52	4	43	0,450833	0,367321	0,507189	2350	2550	200	11440,01	1,80333
306	5	87	0,51989	0,46104	0,552735	25897,92	26170	272,0765	29116,38	1,755777
20	3	40	0,007197	-0,10997	0,078988	4300	4320	20	6709,446	1,619374
328	4	83	0,528822	0,486551	0,569053	0	230	230	31271,61	1,599462
280	3	30	0,664582	0,584931	0,670952	24820	25020	200	25039,26	1,495309
190	3	129	0,041323	-0,07023	0,111077	18560	18610	50	22933,36	1,487616
191	3	129	0,041176	-0,07039	0,110941	19090	19140	50	22933,36	1,482343



ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
185	3	129	0,040925	-0,07067	0,110708	10410	10460	50	22933,36	1,473285
290	7	90	0,540265	0,478659	0,592248	22076,06	22504,88	428,8155	22705,87	1,439668
104	3	98	0,016691	-0,06419	0,074125	6556,587	6590	33,41318	6595,475	1,345515
272	3	54	0,242791	0,137594	0,326065	5390	5520	130	13783,19	1,292968
282	3	90	0,233441	0,130719	0,320117	6430	6560	130	22705,87	1,243176
318	3	115	0,267243	0,155915	0,343061	15890	16030	140	30903,74	1,227137
324	3	115	0,267195	0,155859	0,343018	24900	25040	140	30903,74	1,226914
313	3	115	0,267139	0,155795	0,342968	9830	9970	140	30903,74	1,226659
321	3	115	0,267096	0,155745	0,342929	17370	17510	140	30903,74	1,226459
312	3	115	0,266745	0,155341	0,342615	8340	8480	140	30903,74	1,224849
12	3	18	0,229965	0,128124	0,314917	3420	3550	130	4386,696	1,224667
338	3	83	0,388953	0,334133	0,441126	8210	8380	170	31271,61	1,211271
334	3	83	0,388808	0,333975	0,440994	3320	3490	170	31271,61	1,210822
257	3	53	0,302194	0,189413	0,358207	2440	2590	150	14866,29	1,208775
259	3	53	0,301695	0,188833	0,357748	8870	9020	150	14866,29	1,206778
256	3	53	0,301658	0,188791	0,357714	900	1050	150	14866,29	1,206632
230	3	27	0,16087	0,068978	0,244758	5510	5620	110	6011,011	1,196554
228	3	27	0,160309	0,068356	0,244254	4070	4180	110	6011,011	1,192382
129	3	44	0,382783	0,327231	0,434033	1830	2000	170	16267,23	1,192057
309	3	87	0,335525	0,254077	0,380982	28200	28360	160	29116,38	1,179581
133	3	44	0,378341	0,322389	0,42996	12930	13100	170	16267,23	1,178225
85	3	12	0,47083	0,396221	0,550552	5440	5630	190	5862,981	1,173814
355	12	83	0,571983	0,533583	0,608528	810	1650	840	31271,61	1,167311
205	3	36	0,104887	0,020515	0,176276	4340	4430	90	7180,508	1,16541
26	3	26	0,466496	0,39445	0,546564	5380	5570	190	12683,94	1,163008
27	3	26	0,466439	0,394386	0,546516	9220	9410	190	12683,94	1,162867
63	3	33	0,371266	0,306863	0,417782	11100	11270	170	11373,36	1,156191

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
56	3	33	0,371076	0,306654	0,417607	2490	2660	170	11373,36	1,1556
15	3	17	0,328005	0,222722	0,371973	3760	3920	160	4968,094	1,153141
14	3	17	0,327886	0,222584	0,371862	3280	3440	160	4968,094	1,152723
16	3	17	0,327878	0,222576	0,371856	4740	4900	160	4968,094	1,152698
62	3	33	0,368854	0,304204	0,415549	10580	10750	170	11373,36	1,14868
13	3	17	0,32385	0,217916	0,36809	1370	1530	160	4968,094	1,138535
211	3	16	0,409336	0,344473	0,47585	1840	2020	180	6932,455	1,137044
121	3	16	0,553986	0,452761	0,643782	3560	3770	210	9579,461	1,130583
279	3	30	0,664298	0,58458	0,670674	24290	24520	230	25039,26	1,130186
140	3	6	0,403884	0,343711	0,458655	1710	1890	180	2261,61	1,1219
308	3	87	0,360061	0,281619	0,403839	26940	27110	170	29116,38	1,121296
139	3	6	0,403589	0,343387	0,458387	380	560	180	2261,61	1,121082
294	3	87	0,359843	0,281375	0,403636	10720	10890	170	29116,38	1,120617
292	3	87	0,359838	0,28137	0,403631	9180	9350	170	29116,38	1,120603
270	3	54	0,243322	0,138199	0,326538	1730	1870	140	13783,19	1,117293
71	3	50	0,358038	0,280407	0,40128	10960	11130	170	16482,04	1,114998
72	3	50	0,357983	0,280345	0,401229	13640	13810	170	16482,04	1,114826
68	3	50	0,357583	0,279897	0,400856	2920	3090	170	16482,04	1,113581
38	3	43	0,355761	0,271054	0,398107	1320	1490	170	14068,38	1,107906
47	3	43	0,355443	0,270695	0,397811	11840	12010	170	14068,38	1,106917
43	3	43	0,355381	0,270625	0,397753	5510	5680	170	14068,38	1,106724
45	3	43	0,354684	0,269836	0,397102	10260	10430	170	14068,38	1,104554
113	3	7	0,489372	0,40845	0,573729	490	690	200	3536,718	1,101088
114	3	7	0,489325	0,408395	0,57369	2450	2650	200	3536,718	1,100981
174	3	46	0,440552	0,377574	0,509999	16810	17000	190	20813,48	1,09833
167	3	46	0,440247	0,377235	0,509732	6320	6510	190	20813,48	1,097569
171	3	46	0,440051	0,377016	0,50956	13340	13530	190	20813,48	1,097079

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
147	3	14	0,439597	0,374506	0,506422	1910	2100	190	6277,901	1,095948
213	9	98	0,103325	0,039577	0,153587	288,3358	565,0036	276,6677	5343,439	1,093385
342	3	83	0,389489	0,334717	0,441616	17540	17720	180	31271,61	1,081913
344	3	83	0,389293	0,334504	0,441437	19710	19890	180	31271,61	1,08137
333	3	83	0,389191	0,334392	0,441344	2310	2490	180	31271,61	1,081085
288	3	90	0,233781	0,131105	0,320419	20270	20410	140	22705,87	1,073486
281	3	90	0,233753	0,131074	0,320394	2500	2640	140	22705,87	1,073358
82	3	10	0,575199	0,466022	0,652482	2270	2490	220	6105,136	1,069585
212	3	16	0,427785	0,364948	0,492222	4870	5060	190	6932,455	1,0665
323	3	115	0,266311	0,154841	0,342225	24420	24570	150	30903,74	1,065243
131	3	44	0,383031	0,327502	0,434261	5510	5690	180	16267,23	1,063976
258	3	53	0,302213	0,189436	0,358225	2830	2990	160	14866,29	1,062469
23	3	26	0,466714	0,394698	0,54675	2500	2700	200	12683,94	1,050107
233	4	27	0,24144	0,158372	0,317274	5807,537	6000	192,4635	6011,011	1,042877
29	3	26	0,462769	0,39022	0,543397	12090	12290	200	12683,94	1,04123
123	3	16	0,553876	0,452626	0,643694	8840	9060	220	9579,461	1,029934
134	3	44	0,284971	0,220615	0,344342	14020	14178,89	158,8948	16267,23	1,015835
115	5	55	0,056977	-0,03343	0,122819	1965,553	2091,988	126,4347	6035,294	0,891062
40	2	43	0,033597	-0,09347	0,09712	2410	2450	40	14068,38	0,839929
42	2	43	0,033023	-0,09412	0,096584	3990	4030	40	14068,38	0,825575
207	3	36	0,057944	-0,03085	0,133077	5610	5691,438	81,43778	7180,508	0,786317
255	4	6	0,616395	0,501392	0,657733	2850	3212,126	362,1259	3941,169	0,752073
64	2	50	0,028291	-0,08922	0,093745	320	360	40	16482,04	0,707271
347	2	83	0,083622	0,001409	0,161865	23600	23670	70	31271,61	0,682627
352	2	83	0,08357	0,001353	0,161818	30260	30330	70	31271,61	0,682207
337	2	83	0,083533	0,001312	0,161783	6320	6390	70	31271,61	0,681899
345	2	83	0,083513	0,00129	0,161765	21450	21520	70	31271,61	0,681736

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
350	2	83	0,083479	0,001254	0,161735	28940	29010	70	31271,61	0,681464
346	2	83	0,083462	0,001235	0,161719	21710	21780	70	31271,61	0,68132
332	2	83	0,083369	0,001133	0,161633	1870	1940	70	31271,61	0,680559
244	2	31	0,131227	0,047223	0,223832	4460	4550	90	13027,99	0,648037
297	2	87	0,040088	-0,07757	0,105756	19720	19770	50	29116,38	0,641415
295	2	87	0,040054	-0,07761	0,105724	18760	18810	50	29116,38	0,640863
293	2	87	0,039809	-0,07789	0,105496	10260	10310	50	29116,38	0,63695
296	2	87	0,039771	-0,07793	0,105461	19250	19300	50	29116,38	0,636339
304	2	87	0,039698	-0,07801	0,105392	25080	25130	50	29116,38	0,63517
57	2	33	0,057083	-0,0395	0,126844	3350	3410	60	11373,36	0,634254
59	2	33	0,056937	-0,03966	0,126709	5400	5460	60	11373,36	0,632629
298	2	87	0,039471	-0,07827	0,105181	21200	21250	50	29116,38	0,631542
60	2	33	0,05681	-0,0398	0,126592	6180	6240	60	11373,36	0,631225
300	2	87	0,039378	-0,07837	0,105094	23140	23190	50	29116,38	0,630046
291	2	87	0,039036	-0,07875	0,104776	8220	8270	50	29116,38	0,624579
73	2	50	0,037255	-0,07917	0,102105	14750	14800	50	16482,04	0,596084
69	2	50	0,037168	-0,07927	0,102023	7070	7120	50	16482,04	0,594681
94	6	99	0,064498	-0,02853	0,129252	4690	4887,793	197,7932	11283,31	0,593505
70	2	50	0,036542	-0,07997	0,10144	8950	9000	50	16482,04	0,584668
84	2	12	0,207714	0,096008	0,327076	5190	5310	120	5862,981	0,576983
83	2	12	0,207639	0,095922	0,327013	2550	2670	120	5862,981	0,576775
335	2	83	0,068274	-0,01532	0,147827	4340	4410	70	31271,61	0,557335
24	2	26	0,20026	0,092262	0,320285	3740	3860	120	12683,94	0,556278
25	2	26	0,199989	0,091955	0,320055	4460	4580	120	12683,94	0,555526
46	2	43	0,033241	-0,09387	0,096787	11130	11180	50	14068,38	0,531859
48	2	43	0,033237	-0,09388	0,096783	12700	12750	50	14068,38	0,531786
168	2	46	0,160821	0,066353	0,264993	6830	6940	110	20813,48	0,531641

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
169	2	46	0,160546	0,066047	0,264752	9360	9470	110	20813,48	0,530731
243	2	31	0,132453	0,048568	0,224927	3750	3850	100	13027,99	0,529812
170	2	46	0,160151	0,065608	0,264406	11640	11750	110	20813,48	0,529426
172	2	46	0,159897	0,065324	0,264183	14930	15040	110	20813,48	0,528584
248	2	31	0,132112	0,048193	0,224622	8370	8470	100	13027,99	0,528446
247	2	31	0,131893	0,047954	0,224427	7400	7500	100	13027,99	0,527574
242	2	31	0,131873	0,047931	0,224409	2400	2500	100	13027,99	0,527492
250	2	31	0,131765	0,047813	0,224312	11740	11840	100	13027,99	0,527061
349	2	83	0,084217	0,002058	0,162409	25130	25210	80	31271,61	0,526355
343	2	83	0,084162	0,001998	0,162359	17850	17930	80	31271,61	0,526012
246	2	31	0,131456	0,047474	0,224036	6330	6430	100	13027,99	0,525823
351	2	83	0,084088	0,001917	0,162291	29350	29430	80	31271,61	0,525548
339	2	83	0,084038	0,001862	0,162245	8760	8840	80	31271,61	0,525236
336	2	83	0,084023	0,001846	0,162232	5350	5430	80	31271,61	0,525143
340	2	83	0,083963	0,001781	0,162177	9750	9830	80	31271,61	0,524769
341	2	83	0,083948	0,001764	0,162163	11680	11760	80	31271,61	0,524674
39	2	43	0,032638	-0,09455	0,096224	1890	1940	50	14068,38	0,522214
209	2	16	0,129743	0,034177	0,227742	240	340	100	6932,455	0,518972
120	2	16	0,33122	0,179438	0,465866	2380	2540	160	9579,461	0,517532
119	2	16	0,331215	0,179431	0,465862	1510	1670	160	9579,461	0,517523
81	2	10	0,362703	0,198913	0,478645	810	980	170	6105,136	0,502011
142	2	13	0,499992	0,499992	0,499992	6760	6960	200	15239,61	0,499992
144	2	13	0,499824	0,499824	0,499824	13570	13770	200	15239,61	0,499824
277	2	30	0,497098	0,377675	0,50665	22830	23030	200	25039,26	0,497098
276	2	30	0,497045	0,37761	0,506598	21830	22030	200	25039,26	0,497045
274	2	30	0,49704	0,377603	0,506593	6790	6990	200	25039,26	0,49704
278	2	30	0,496957	0,377501	0,506511	23320	23520	200	25039,26	0,496957

ID_clus	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Str_Dens2
275	2	30	0,496549	0,376996	0,506111	7270	7470	200	25039,26	0,496549
106	2	6	0,495615	0,477007	0,512404	2410	2610	200	5942,513	0,495615
251	2	10	0,483974	0,341296	0,499935	2670	2870	200	7865,824	0,483974
253	2	10	0,483955	0,341272	0,499917	7330	7530	200	7865,824	0,483955
252	2	10	0,483943	0,341256	0,499905	5270	5470	200	7865,824	0,483943
28	2	26	0,199899	0,091852	0,319978	11180	11310	130	12683,94	0,473133
254	2	6	0,42459	0,252085	0,486597	1830	2020	190	3941,169	0,47046
132	2	44	0,075121	-0,00812	0,151917	9900	9980	80	16267,23	0,469505
61	2	33	0,056535	-0,04011	0,126337	9040	9110	70	11373,36	0,461513
54	2	33	0,0565	-0,04014	0,126304	200	270	70	11373,36	0,461223
109	2	11	0,415462	0,236234	0,493104	3220	3410	190	7324,129	0,460346
108	2	11	0,414882	0,235476	0,492601	2390	2580	190	7324,129	0,459703
122	2	16	0,330805	0,178928	0,465534	4610	4780	170	9579,461	0,457861
145	2	13	0,499518	0,499518	0,499518	14780	14990	210	15239,61	0,453077
143	2	13	0,499472	0,499472	0,499472	8690	8900	210	15239,61	0,453036
273	2	30	0,496554	0,377001	0,506115	4270	4480	210	25039,26	0,450389
137	4	44	0,128711	0,050292	0,201058	100	380	280	16267,23	0,262676
210	3	16	0,143824	0,049805	0,240238	1250	1494,248	244,2482	6932,455	0,216976

**Apêndice 2.** *Output* dos trechos mais críticos de atropelamentos para mamíferos silvestres ranqueados por prioridade baseado no valor de STR\_DENSE2. Legenda: Vermelho: Muito Alto, Laranja = Alto, Amarelo = Médio, Amarelo Claro = Baixo, Verde = Muito Baixo.

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
27	17	19	55	0,896118	0,885647	0,903298	0	259,9425	259,9425	6595,475	7,309309	47,88
169	13	19	68	0,777122	0,757049	0,793015	4840	5090	250	6932,455	7,6	44,89
287	21	15	178	0,806522	0,783794	0,82049	15090	15350	260	31271,61	5,769231	26,84
92	31	7	15	0,876113	0,863235	0,889836	6140	6277,901	137,901	6277,901	5,076103	22,57
156	6	13	48	0,756126	0,729578	0,775482	6310	6560	250	7317,509	5,2	20,45
155	6	13	48	0,756253	0,729719	0,775599	5820	6080	260	7317,509	5	18,91
199	20	12	53	0,56062	0,523991	0,588565	1820	2030	210	3941,169	5,714286	18,31
126	37	12	120	0,757339	0,72891	0,774795	3770	4020	250	20813,48	4,8	17,45
276	3	12	136	0,792988	0,769637	0,814503	27400	27660	260	30903,74	4,615385	16,89
195	18	12	38	0,78093	0,759194	0,799705	5240	5500	260	7865,824	4,615385	16,64
186	14	11	47	0,805397	0,774037	0,823099	5350	5610	260	13027,99	4,230769	14,42
137	37	11	120	0,735242	0,704226	0,754289	16780	17030	250	20813,48	4,4	14,23
166	13	12	68	0,593989	0,557423	0,622941	133,9381	390	256,0619	6932,455	4,686367	13,05
201	20	22	53	0,560929	0,524326	0,588854	2850	3310	460	3941,169	4,782609	12,83
124	37	10	120	0,708504	0,674355	0,729474	2600	2840	240	20813,48	4,166667	12,30
16	10	10	39	0,705745	0,670078	0,727154	1210	1450	240	6709,446	4,166667	12,25
86	2	10	48	0,809527	0,788724	0,823088	16180	16440	260	16482,04	3,846154	11,98
117	29	10	51	0,829834	0,810365	0,851165	1690	1960	270	22933,36	3,703704	11,38
116	29	9	51	0,813198	0,791825	0,836614	670	930	260	22933,36	3,461538	9,74
104	28	9	28	0,789487	0,767072	0,804683	6660	6920	260	9579,461	3,461538	9,46
261	3	9	136	0,723822	0,69267	0,752525	7270	7520	250	30903,74	3,6	9,38
167	13	12	68	0,616621	0,582093	0,643959	3149,416	3470	320,584	6932,455	3,743168	8,64
163	10	9	37	0,717714	0,678687	0,748807	9030	9290	260	9395,418	3,461538	8,60

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
9	13	8	31	0,584584	0,541316	0,617509	2870	3090	220	4386,696	3,636364	7,73
294	21	8	178	0,637246	0,594632	0,663433	20650	20880	230	31271,61	3,478261	7,71
292	21	8	178	0,636947	0,594298	0,663156	18730	18960	230	31271,61	3,478261	7,71
168	13	11	68	0,445682	0,39576	0,48521	4090	4356,692	266,6923	6932,455	4,124603	7,58
21	14	8	31	0,618775	0,572651	0,647474	2280	2510	230	4968,094	3,478261	7,49
196	18	8	38	0,67112	0,638489	0,699306	5740	5980	240	7865,824	3,333333	7,46
8	13	7	31	0,525649	0,476242	0,563245	2370	2570	200	4386,696	3,5	6,44
29	17	7	55	0,465367	0,411472	0,502318	3610	3800	190	6595,475	3,684211	6,32
200	20	7	53	0,247383	0,18464	0,29525	2140	2280	140	3941,169	5	6,18
45	4	7	32	0,785579	0,74919	0,824846	7570	7820	250	17052,44	2,8	6,16
58	1	7	45	0,718408	0,677341	0,736099	10230	10470	240	14068,38	2,916667	6,11
285	21	7	178	0,585356	0,536647	0,61529	14140	14360	220	31271,61	3,181818	5,93
301	21	7	178	0,585171	0,53644	0,615118	30190	30410	220	31271,61	3,181818	5,92
32	17	3	55	0,352135	0,286826	0,396912	6510	6583,199	73,1994	6595,475	4,098394	5,91
138	37	7	120	0,584111	0,535389	0,61403	17800	18020	220	20813,48	3,181818	5,91
141	8	7	22	0,625883	0,587466	0,658481	860	1090	230	4547,579	3,043478	5,80
34	3	7	49	0,67773	0,632837	0,712957	2480	2720	240	12683,94	2,916667	5,77
113	26	7	18	0,856013	0,823528	0,858954	3810	4080	270	15239,61	2,592593	5,75
22	14	7	31	0,564397	0,511694	0,59719	4220	4440	220	4968,094	3,181818	5,71
99	19	7	31	0,783045	0,747361	0,821704	12870	13130	260	16267,23	2,692308	5,68
69	27	7	10	0,776462	0,743354	0,810617	4350	4610	260	4858,265	2,692308	5,63
39	3	5	49	0,717877	0,678577	0,748716	12494,58	12683,94	189,3597	12683,94	2,640478	5,01
263	3	9	136	0,675359	0,638741	0,709099	11370	11702,08	332,085	30903,74	2,71015	4,96
299	21	6	178	0,516316	0,459496	0,551234	28350	28550	200	31271,61	3	4,65
136	37	6	120	0,514895	0,458064	0,549792	16310	16510	200	20813,48	3	4,63
142	8	6	22	0,563597	0,518784	0,601623	1290	1500	210	4547,579	2,857143	4,60
59	1	6	45	0,671259	0,623316	0,691913	11040	11270	230	14068,38	2,608696	4,57



ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
296	21	10	178	0,612603	0,567094	0,64057	23378,05	23750	371,9496	31271,61	2,688536	4,43
229	7	6	72	0,703303	0,676006	0,732374	12710	12950	240	29116,38	2,5	4,40
262	3	6	136	0,586184	0,539507	0,629192	7780	8000	220	30903,74	2,727273	4,36
247	17	6	75	0,679321	0,639346	0,701491	11290	11530	240	25039,26	2,5	4,25
282	21	6	178	0,516253	0,459426	0,551176	5280	5490	210	31271,61	2,857143	4,21
73	24	6	24	0,61819	0,565124	0,660781	4880	5110	230	6035,294	2,608696	4,21
139	37	6	120	0,514787	0,457943	0,549693	19900	20110	210	20813,48	2,857143	4,20
134	37	6	120	0,514669	0,457812	0,549583	15320	15530	210	20813,48	2,857143	4,20
133	37	6	120	0,514613	0,457749	0,549531	14880	15090	210	20813,48	2,857143	4,20
87	30	3	9	0,830501	0,790536	0,833692	7190	7324,129	134,1287	7324,129	2,236658	4,15
62	15	6	47	0,602659	0,552718	0,647955	1440	1670	230	11440,01	2,608696	4,10
293	21	9	178	0,637266	0,594655	0,663453	19562,97	19920	357,0348	31271,61	2,520763	4,05
6	13	5	31	0,457136	0,400593	0,500162	0	180	180	4386,696	2,777778	3,53
28	17	9	55	0,46569	0,411828	0,502619	2712,352	3040	327,6481	6595,475	2,74685	3,51
94	33	10	15	0,544221	0,503009	0,58012	220	620	400	2870,943	2,5	3,40
281	21	12	178	0,507508	0,449653	0,543061	1050	1520	470	31271,61	2,553191	3,31
65	15	5	47	0,523502	0,463611	0,577821	8060	8260	200	11440,01	2,5	3,27
63	15	5	47	0,523478	0,463584	0,5778	2350	2550	200	11440,01	2,5	3,27
284	21	5	178	0,419658	0,351484	0,461554	9190	9370	180	31271,61	2,777778	3,24
125	37	5	120	0,417934	0,349744	0,459807	3310	3490	180	20813,48	2,777778	3,22
106	28	5	28	0,621111	0,580766	0,64846	8840	9060	220	9579,461	2,272727	3,21
246	17	5	75	0,615245	0,567282	0,641845	10780	11000	220	25039,26	2,272727	3,18
89	32	5	11	0,61251	0,569043	0,640141	2120	2340	220	3536,718	2,272727	3,16
31	17	5	55	0,246814	0,170887	0,29887	4690	4830	140	6595,475	3,571429	3,15
115	29	5	51	0,663794	0,625328	0,705939	320	550	230	22933,36	2,173913	3,14
150	9	5	17	0,654944	0,618574	0,692536	4270	4500	230	7180,508	2,173913	3,10
151	9	5	17	0,654714	0,618319	0,69233	5200	5430	230	7180,508	2,173913	3,09

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
61	15	5	47	0,494196	0,430621	0,551856	570	770	200	11440,01	2,5	3,09
218	7	5	72	0,644288	0,611562	0,679142	1660	1890	230	29116,38	2,173913	3,04
48	4	5	32	0,699987	0,649071	0,754928	13860	14100	240	17052,44	2,083333	3,04
111	35	5	19	0,630346	0,598153	0,658544	6070	6300	230	6845,304	2,173913	2,98
64	15	5	47	0,523027	0,463077	0,577401	7100	7310	210	11440,01	2,380952	2,97
191	14	5	47	0,572015	0,503046	0,610947	11300	11520	220	13027,99	2,272727	2,95
15	10	10	39	0,449004	0,382216	0,489093	580	970	390	6709,446	2,564103	2,95
297	21	5	178	0,419224	0,350998	0,461151	24460	24650	190	31271,61	2,631579	2,90
33	3	5	49	0,548885	0,486045	0,598197	1540	1760	220	12683,94	2,272727	2,84
101	19	6	31	0,701999	0,652986	0,7551	13960	14280	320	16267,23	1,875	2,47
303	21	8	178	0,419513	0,351322	0,461419	16600	16940	340	31271,61	2,352941	2,32
157	6	4	48	0,206898	0,120561	0,269845	6770	6890	120	7317,509	3,333333	2,30
302	21	4	178	0,2746	0,189385	0,326968	30860	31000	140	31271,61	2,857143	2,24
128	37	4	120	0,272411	0,187172	0,324753	4830	4970	140	20813,48	2,857143	2,22
122	37	4	120	0,272251	0,186994	0,324604	1750	1890	140	20813,48	2,857143	2,22
7	13	4	31	0,164441	0,077413	0,230666	910	1020	110	4386,696	3,636364	2,17
288	21	6	178	0,4197	0,351531	0,461593	15630	15894,5	264,4993	31271,61	2,268437	2,16
198	18	4	38	0,342807	0,277601	0,399129	7350	7510	160	7865,824	2,5	2,14
30	17	4	55	0,064837	-0,02943	0,129471	4170	4240	70	6595,475	5,714286	2,12
74	24	4	24	0,427665	0,348118	0,491509	5790	5970	180	6035,294	2,222222	2,11
272	3	4	136	0,378936	0,308881	0,443483	22890	23060	170	30903,74	2,352941	2,10
266	3	4	136	0,378868	0,308805	0,443422	13840	14010	170	30903,74	2,352941	2,10
275	3	4	136	0,378779	0,308707	0,443343	26460	26630	170	30903,74	2,352941	2,10
273	3	4	136	0,37857	0,308475	0,443155	23440	23610	170	30903,74	2,352941	2,10
278	3	4	136	0,378162	0,30802	0,44279	28480	28650	170	30903,74	2,352941	2,09
241	17	4	75	0,519047	0,459093	0,552298	7270	7470	200	25039,26	2	2,08
47	4	4	32	0,625227	0,561624	0,693859	12860	13080	220	17052,44	1,818182	2,07

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
96	19	4	31	0,623762	0,56188	0,690804	5490	5710	220	16267,23	1,818182	2,06
140	1	4	5	0,740875	0,683337	0,747477	670	910	240	3972,127	1,666667	2,06
54	1	4	45	0,507188	0,435316	0,538149	6280	6480	200	14068,38	2	2,03
56	1	4	45	0,507184	0,435312	0,538146	9190	9390	200	14068,38	2	2,03
50	4	2	32	0,625228	0,561626	0,69386	16940	17051,89	111,8932	17052,44	1,787418	2,00
153	6	4	48	0,207511	0,121242	0,27041	1050	1180	130	7317,509	3,076923	1,96
154	6	4	48	0,207406	0,121125	0,270313	1510	1640	130	7317,509	3,076923	1,96
286	21	4	178	0,274565	0,189346	0,326935	14670	14820	150	31271,61	2,666667	1,95
112	35	4	19	0,537895	0,497651	0,573145	6600	6810	210	6845,304	1,904762	1,95
43	20	4	12	0,587988	0,534462	0,641509	4010	4230	220	5485,837	1,818182	1,94
20	14	4	31	0,237904	0,145699	0,295276	1840	1980	140	4968,094	2,857143	1,94
135	37	4	120	0,272173	0,186907	0,324532	15840	15990	150	20813,48	2,666667	1,94
35	3	4	49	0,435894	0,357314	0,497557	3700	3890	190	12683,94	2,105263	1,93
37	3	4	49	0,435654	0,357041	0,497343	9220	9410	190	12683,94	2,105263	1,93
38	3	4	49	0,435636	0,35702	0,497327	10180	10370	190	12683,94	2,105263	1,93
36	3	4	49	0,435621	0,357003	0,497314	5380	5570	190	12683,94	2,105263	1,93
119	29	4	51	0,579611	0,531514	0,632308	6540	6760	220	22933,36	1,818182	1,92
103	28	4	28	0,526039	0,475572	0,560252	5620	5830	210	9579,461	1,904762	1,91
19	14	4	31	0,233092	0,140305	0,290826	1370	1510	140	4968,094	2,857143	1,90
85	2	4	48	0,52419	0,472222	0,558066	15670	15880	210	16482,04	1,904762	1,90
79	2	4	48	0,523978	0,471987	0,557869	5960	6170	210	16482,04	1,904762	1,90
162	10	4	37	0,428781	0,349808	0,491698	8360	8550	190	9395,418	2,105263	1,90
70	24	4	24	0,427811	0,348285	0,491639	3330	3520	190	6035,294	2,105263	1,90
194	18	4	38	0,34204	0,276757	0,398427	4770	4940	170	7865,824	2,352941	1,89
147	4	4	22	0,382358	0,304616	0,455614	1320	1500	180	5343,439	2,222222	1,89
98	19	4	31	0,623753	0,56187	0,690796	11890	12120	230	16267,23	1,73913	1,89
252	17	4	75	0,518763	0,458773	0,552033	17310	17520	210	25039,26	1,904762	1,88

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
242	17	4	75	0,518741	0,458749	0,552013	8270	8480	210	25039,26	1,904762	1,88
260	3	4	136	0,379274	0,309257	0,443785	2770	2950	180	30903,74	2,222222	1,87
269	3	4	136	0,379233	0,309212	0,443749	18340	18520	180	30903,74	2,222222	1,87
277	3	4	136	0,379226	0,309204	0,443742	27950	28130	180	30903,74	2,222222	1,87
267	3	4	136	0,37899	0,308942	0,443532	15330	15510	180	30903,74	2,222222	1,87
26	18	4	16	0,722921	0,625301	0,747388	10540	10790	250	11373,36	1,6	1,85
291	21	3	178	0,032812	-0,08081	0,102635	17870	17910	40	31271,61	7,5	1,85
55	1	4	45	0,506875	0,434957	0,537856	6550	6760	210	14068,38	1,904762	1,84
51	1	4	45	0,506811	0,434885	0,537796	630	840	210	14068,38	1,904762	1,84
220	7	4	72	0,555374	0,514468	0,59894	3590	3810	220	29116,38	1,818182	1,84
181	19	2	7	0,655568	0,562712	0,711281	4230	4350	120	4363,059	1,666667	1,82
66	15	4	47	0,403871	0,328944	0,471829	9980	10170	190	11440,01	2,105263	1,79
164	15	4	7	0,736523	0,694673	0,74261	260	520	260	6011,011	1,538462	1,74
123	37	3	120	0,029874	-0,08378	0,099663	2420	2460	40	20813,48	7,5	1,68
130	37	3	120	0,029791	-0,08387	0,099586	7900	7940	40	20813,48	7,5	1,68
129	37	3	120	0,029748	-0,08392	0,099547	6870	6910	40	20813,48	7,5	1,67
127	37	3	120	0,029701	-0,08397	0,099503	4380	4420	40	20813,48	7,5	1,67
131	37	3	120	0,029651	-0,08403	0,099456	8890	8930	40	20813,48	7,5	1,67
132	37	3	120	0,029311	-0,08441	0,099141	12920	12960	40	20813,48	7,5	1,65
17	10	3	39	0,016069	-0,1032	0,087656	3410	3440	30	6709,446	10	1,61
144	4	2	22	0,285552	0,195624	0,370289	0	86,8934	86,8934	5343,439	2,301671	1,51
52	1	2	45	0,01447	-0,12926	0,076387	3480	3500	20	14068,38	10	1,45
57	1	2	45	0,014349	-0,1294	0,076274	9810	9830	20	14068,38	10	1,43
143	8	3	22	0,126644	0,036962	0,202744	1980	2070	90	4547,579	3,333333	1,41
197	18	3	38	0,123318	0,036334	0,19845	6870	6960	90	7865,824	3,333333	1,37
192	18	3	38	0,122855	0,035825	0,198027	3790	3880	90	7865,824	3,333333	1,37
148	4	3	22	0,173048	0,06896	0,271129	2850	2960	110	5343,439	2,727273	1,29

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
264	3	3	136	0,171752	0,078328	0,257832	11860	11970	110	30903,74	2,727273	1,28
270	3	3	136	0,17171	0,078281	0,257794	20930	21040	110	30903,74	2,727273	1,28
274	3	3	136	0,171312	0,077838	0,257437	25470	25580	110	30903,74	2,727273	1,27
279	3	3	136	0,170765	0,077229	0,256947	29520	29630	110	30903,74	2,727273	1,27
145	4	3	22	0,170238	0,065796	0,268652	760	870	110	5343,439	2,727273	1,27
243	17	3	75	0,358566	0,278607	0,402912	9310	9470	160	25039,26	1,875	1,26
95	33	3	15	0,088086	0,005631	0,159912	1160	1240	80	2870,943	3,75	1,24
109	35	3	19	0,383289	0,32958	0,430333	3030	3200	170	6845,304	1,764706	1,19
237	17	3	75	0,337068	0,254429	0,3829	480	640	160	25039,26	1,875	1,19
206	2	3	54	0,420722	0,363906	0,482674	3430	3610	180	22705,87	1,666667	1,17
209	2	3	54	0,420669	0,363848	0,482626	8830	9010	180	22705,87	1,666667	1,17
216	2	3	54	0,420483	0,363644	0,482461	20720	20900	180	22705,87	1,666667	1,17
298	21	3	178	0,032425	-0,08124	0,102275	25510	25560	50	31271,61	6	1,17
295	21	3	178	0,03208	-0,08162	0,101955	21460	21510	50	31271,61	6	1,15
300	21	3	178	0,032045	-0,08166	0,101923	28950	29000	50	31271,61	6	1,15
280	21	3	178	0,031953	-0,08177	0,101837	490	540	50	31271,61	6	1,15
188	14	3	47	0,286984	0,172082	0,351844	8350	8500	150	13027,99	2	1,15
187	14	3	47	0,28698	0,172077	0,35184	5720	5870	150	13027,99	2	1,15
190	14	3	47	0,286719	0,171774	0,351602	10320	10470	150	13027,99	2	1,15
189	14	3	47	0,28643	0,171438	0,351339	8720	8870	150	13027,99	2	1,15
283	21	3	178	0,031668	-0,08208	0,101573	6330	6380	50	31271,61	6	1,14
76	2	3	48	0,365103	0,29576	0,410306	2920	3090	170	16482,04	1,764706	1,14
222	7	3	72	0,407151	0,352608	0,46524	7140	7320	180	29116,38	1,666667	1,13
223	7	3	72	0,407142	0,352599	0,465232	7640	7820	180	29116,38	1,666667	1,13
225	7	3	72	0,407081	0,352532	0,465177	10190	10370	180	29116,38	1,666667	1,13
230	7	3	72	0,406778	0,352201	0,464904	16740	16920	180	29116,38	1,666667	1,13
256	17	3	75	0,26114	0,169036	0,312222	22375,72	22520	144,2842	25039,26	2,07923	1,13

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
4	12	3	7	0,662301	0,639098	0,672003	2130	2360	230	6728,165	1,304348	1,13
161	10	3	37	0,243462	0,138867	0,326791	6280	6420	140	9395,418	2,142857	1,12
240	17	3	75	0,358751	0,278814	0,403084	6270	6440	170	25039,26	1,764706	1,12
244	17	3	75	0,358644	0,278694	0,402985	9800	9970	170	25039,26	1,764706	1,12
245	17	3	75	0,358609	0,278655	0,402952	10310	10480	170	25039,26	1,764706	1,12
159	10	3	37	0,243089	0,138442	0,326459	3770	3910	140	9395,418	2,142857	1,12
193	18	3	38	0,123674	0,036726	0,198776	4290	4390	100	7865,824	3	1,11
18	10	3	39	0,019668	-0,09916	0,090994	5370	5410	40	6709,446	7,5	1,11
146	4	3	22	0,207169	0,107375	0,301203	1040	1170	130	5343,439	2,307692	1,10
90	32	3	11	0,354009	0,281542	0,400072	2460	2630	170	3536,718	1,764706	1,10
88	32	3	11	0,353476	0,28095	0,399577	970	1140	170	3536,718	1,764706	1,10
121	29	3	51	0,43975	0,375651	0,50998	19020	19210	190	22933,36	1,578947	1,10
120	29	3	51	0,439266	0,375112	0,509556	7630	7820	190	22933,36	1,578947	1,10
170	12	3	29	0,485858	0,407465	0,570517	2810	3010	200	14866,29	1,5	1,09
173	12	3	29	0,485795	0,407393	0,570464	4830	5030	200	14866,29	1,5	1,09
175	12	3	29	0,48529	0,40681	0,570042	7870	8070	200	14866,29	1,5	1,09
72	24	3	24	0,236962	0,130909	0,322078	4510	4650	140	6035,294	2,142857	1,09
71	24	3	24	0,236818	0,130746	0,32195	3930	4070	140	6035,294	2,142857	1,09
25	18	3	16	0,632914	0,503583	0,665328	1020	1250	230	11373,36	1,304348	1,08
268	3	3	136	0,172217	0,078845	0,258248	17880	18000	120	30903,74	2,5	1,08
265	3	3	136	0,172197	0,078823	0,25823	13410	13530	120	30903,74	2,5	1,08
271	3	3	136	0,171907	0,0785	0,25797	21460	21580	120	30903,74	2,5	1,07
23	16	3	6	0,577732	0,460937	0,642743	630	850	220	3773,374	1,363636	1,07
205	2	3	54	0,42043	0,363585	0,482413	2930	3120	190	22705,87	1,578947	1,05
203	2	3	54	0,420314	0,363458	0,482309	560	750	190	22705,87	1,578947	1,05
204	2	3	54	0,420184	0,363316	0,482194	980	1170	190	22705,87	1,578947	1,05
207	2	3	54	0,419874	0,362975	0,481916	4900	5090	190	22705,87	1,578947	1,05

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
114	26	3	18	0,664024	0,588225	0,670885	4800	5040	240	15239,61	1,25	1,04
107	28	3	28	0,368666	0,301442	0,414238	9380	9560	180	9579,461	1,666667	1,02
202	2	3	54	0,420293	0,363435	0,482291	0	220	220	22705,87	1,363636	0,78
82	2	2	48	0,048141	-0,05582	0,11591	13700	13750	50	16482,04	4	0,77
81	2	2	48	0,048096	-0,05587	0,115868	11020	11070	50	16482,04	4	0,77
83	2	2	48	0,047986	-0,05599	0,115766	14380	14430	50	16482,04	4	0,77
84	2	2	48	0,047979	-0,056	0,115759	15250	15300	50	16482,04	4	0,77
80	2	2	48	0,047509	-0,05652	0,115323	8950	9000	50	16482,04	4	0,76
78	2	2	48	0,047508	-0,05652	0,115322	5480	5530	50	16482,04	4	0,76
208	2	2	54	0,130309	0,04501	0,22332	5980	6070	90	22705,87	2,222222	0,64
210	2	2	54	0,130159	0,044845	0,223186	9360	9450	90	22705,87	2,222222	0,64
158	10	3	37	0,109986	-0,01306	0,208017	3208,26	3334,514	126,2541	9395,418	2,37616	0,62
250	17	2	75	0,038106	-0,0818	0,104607	13510	13560	50	25039,26	4	0,61
253	17	2	75	0,038086	-0,08182	0,104589	17900	17950	50	25039,26	4	0,61
53	1	2	45	0,013708	-0,13013	0,075673	4530	4560	30	14068,38	6,666667	0,61
60	1	2	45	0,013705	-0,13014	0,07567	13500	13530	30	14068,38	6,666667	0,61
251	17	2	75	0,037988	-0,08193	0,104498	14540	14590	50	25039,26	4	0,61
248	17	2	75	0,037921	-0,08201	0,104435	11870	11920	50	25039,26	4	0,61
239	17	2	75	0,037866	-0,08207	0,104383	2430	2480	50	25039,26	4	0,61
249	17	2	75	0,037825	-0,08212	0,104346	12410	12460	50	25039,26	4	0,61
238	17	2	75	0,037542	-0,08244	0,104083	1500	1550	50	25039,26	4	0,60
3	7	2	6	0,293093	0,217287	0,36331	2320	2460	140	2470,225	1,428571	0,60
254	17	2	75	0,037172	-0,08285	0,103738	20900	20950	50	25039,26	4	0,59
105	28	2	28	0,053325	-0,04748	0,121661	8410	8470	60	9579,461	3,333333	0,59
102	28	2	28	0,052681	-0,04819	0,121063	4670	4730	60	9579,461	3,333333	0,59
41	20	2	12	0,175703	0,068614	0,282781	1190	1300	110	5485,837	1,818182	0,58
2	7	2	6	0,143258	0,051385	0,228358	360	460	100	2470,225	2	0,57

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
152	9	2	17	0,138028	0,047173	0,231934	5570	5670	100	7180,508	2	0,55
235	7	2	72	0,110882	0,029083	0,198001	26980	27070	90	29116,38	2,222222	0,55
219	7	2	72	0,110878	0,029078	0,197997	3190	3280	90	29116,38	2,222222	0,55
231	7	2	72	0,110831	0,029027	0,197955	17280	17370	90	29116,38	2,222222	0,55
236	7	2	72	0,110805	0,028999	0,197931	28250	28340	90	29116,38	2,222222	0,55
228	7	2	72	0,110662	0,028842	0,197802	11790	11880	90	29116,38	2,222222	0,55
226	7	2	72	0,110642	0,028821	0,197784	10760	10850	90	29116,38	2,222222	0,55
227	7	2	72	0,110642	0,02882	0,197784	11260	11350	90	29116,38	2,222222	0,55
224	7	2	72	0,110573	0,028745	0,197722	9220	9310	90	29116,38	2,222222	0,55
233	7	2	72	0,110527	0,028695	0,19768	19700	19790	90	29116,38	2,222222	0,55
221	7	2	72	0,110133	0,028265	0,197325	4640	4730	90	29116,38	2,222222	0,54
232	7	2	72	0,110023	0,028144	0,197225	17760	17850	90	29116,38	2,222222	0,54
234	7	2	72	0,10999	0,028108	0,197196	24570	24660	90	29116,38	2,222222	0,54
149	9	2	17	0,135604	0,044494	0,229774	1570	1670	100	7180,508	2	0,54
91	31	2	15	0,135193	0,045297	0,230988	2950	3050	100	6277,901	2	0,54
176	12	2	29	0,228352	0,110696	0,355412	8880	9010	130	14866,29	1,538462	0,54
174	12	2	29	0,228122	0,110431	0,355219	5920	6050	130	14866,29	1,538462	0,54
171	12	2	29	0,227943	0,110225	0,35507	3360	3490	130	14866,29	1,538462	0,54
75	2	2	48	0,04855	-0,05537	0,11629	2400	2460	60	16482,04	3,333333	0,54
172	12	2	29	0,2279	0,110175	0,355034	3850	3980	130	14866,29	1,538462	0,54
177	12	2	29	0,227894	0,110169	0,355029	9870	10000	130	14866,29	1,538462	0,54
179	12	2	29	0,226827	0,108938	0,354137	14430	14560	130	14866,29	1,538462	0,54
77	2	2	48	0,048233	-0,05572	0,115996	3420	3480	60	16482,04	3,333333	0,54
118	29	2	51	0,159096	0,062886	0,264506	3430	3540	110	22933,36	1,818182	0,53
212	2	2	54	0,131089	0,045866	0,224016	13600	13700	100	22705,87	2	0,52
211	2	2	54	0,131074	0,045849	0,224003	11280	11380	100	22705,87	2	0,52
217	2	2	54	0,131034	0,045806	0,223967	21270	21370	100	22705,87	2	0,52



ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
214	2	2	54	0,130907	0,045666	0,223854	19270	19370	100	22705,87	2	0,52
213	2	2	54	0,130434	0,045147	0,223431	15630	15730	100	22705,87	2	0,52
215	2	2	54	0,129696	0,044336	0,222772	19750	19850	100	22705,87	2	0,52
68	27	2	10	0,217428	0,101525	0,337001	3550	3680	130	4858,265	1,538462	0,51
49	4	2	32	0,250672	0,123503	0,387895	15450	15590	140	17052,44	1,428571	0,51
44	4	2	32	0,250555	0,123367	0,387801	6640	6780	140	17052,44	1,428571	0,51
46	4	2	32	0,250077	0,122807	0,387409	9920	10060	140	17052,44	1,428571	0,51
11	5	2	16	0,45979	0,270002	0,498536	6220	6410	190	11283,31	1,052632	0,51
10	5	2	16	0,459392	0,269463	0,498166	5930	6120	190	11283,31	1,052632	0,51
13	5	2	16	0,45934	0,269393	0,498118	8010	8200	190	11283,31	1,052632	0,51
178	12	2	29	0,129812	-0,00287	0,273097	12696,77	12797,8	101,0337	14866,29	1,979538	0,51
100	19	2	31	0,247623	0,123877	0,381689	13450	13590	140	16267,23	1,428571	0,51
97	19	2	31	0,247372	0,123584	0,381482	9340	9480	140	16267,23	1,428571	0,50
67	25	2	6	0,496643	0,484145	0,513537	550	750	200	5942,513	1	0,50
5	12	2	7	0,495473	0,460807	0,509967	4160	4360	200	6728,165	1	0,50
40	20	2	12	0,176185	0,069158	0,2832	290	410	120	5485,837	1,666667	0,49
42	20	2	12	0,17571	0,068622	0,282787	3070	3190	120	5485,837	1,666667	0,49
24	16	2	6	0,389299	0,220386	0,48332	1410	1590	180	3773,374	1,111111	0,48
110	35	2	19	0,07595	-0,00452	0,146438	5640	5720	80	6845,304	2,5	0,47
184	16	2	20	0,427581	0,248777	0,496152	11320	11510	190	13783,19	1,052632	0,47
183	16	2	20	0,427516	0,248692	0,496095	4820	5010	190	13783,19	1,052632	0,47
185	16	2	20	0,427147	0,248208	0,49577	12850	13040	190	13783,19	1,052632	0,47
182	16	2	20	0,427084	0,248125	0,495714	3840	4030	190	13783,19	1,052632	0,47
14	5	2	16	0,459883	0,270128	0,498623	9930	10130	200	11283,31	1	0,46
12	5	2	16	0,45969	0,269866	0,498443	6870	7070	200	11283,31	1	0,46
255	17	2	75	0,018367	-0,104	0,086233	21410,99	21453,35	42,36089	25039,26	4,721336	0,41
165	15	3	7	0,491621	0,410872	0,503366	5470	5808,49	338,4897	6011,011	0,88629	0,39

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
1	9	2	5	0,255578	0,158327	0,358392	0	170	170	2360,354	1,176471	0,35
180	19	3	7	0,345351	0,168863	0,451242	1450	1765,418	315,4182	4363,059	0,951118	0,31
160	10	3	37	0,04113	-0,09144	0,146745	4194,379	4340,856	146,4766	9395,418	2,048109	0,17
259	17	2	75	0,037707	-0,08225	0,104236	24910	25020	110	25039,26	1,818182	0,12

**Apêndice 3.** *Output* dos trechos mais críticos de atropelamentos para capivaras ranqueados por prioridade baseado no valor de STR\_DENSE2.  
 Legenda: Vermelho: Muito Alto, Laranja = Alto, Amarelo = Médio, Amarelo Claro = Baixo, Verde = Muito Baixo.

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
20	13	18	58	0.791069	0.771342	0.804826	4840	5090	250	6932.455	7.2	41.00903
39	17	17	48	0.892979	0.882243	0.901536	0	259.9425	259.9425	6595.475	6.539909	38.19307
14	6	13	42	0.777425	0.751752	0.792969	6310	6560	250	7317.509	5.2	21.02156
53	21	13	76	0.864332	0.851571	0.878015	15080	15350	270	31271.61	4.814815	20.03732
67	31	6	9	0.907285	0.877895	0.915529	6140	6277.901	137.901	6277.901	4.350946	17.17557
13	6	12	42	0.759004	0.731206	0.775835	5820	6080	260	7317.509	4.615385	16.16813
36	20	11	49	0.546062	0.506515	0.574779	1820	2030	210	3941.169	5.238095	14.98265
106	37	11	92	0.773607	0.748335	0.796493	16780	17030	250	20813.48	4.4	14.97703
32	18	11	31	0.792327	0.764104	0.815944	5240	5500	260	7865.824	4.230769	14.18219
17	13	12	58	0.639506	0.605468	0.663242	133.9381	390	256.0619	6932.455	4.686368	14.04486
98	37	10	92	0.750977	0.723179	0.776151	3770	4020	250	20813.48	4	12.01563
24	14	10	29	0.831858	0.812533	0.852451	5340	5610	270	13027.99	3.703704	11.41095
38	20	20	49	0.546448	0.506935	0.57514	2850	3310	460	3941.169	4.347826	10.32984
96	37	9	92	0.723058	0.692144	0.751054	2600	2840	240	20813.48	3.75	10.168
46	3	9	53	0.845564	0.813438	0.878255	27400	27660	260	30903.74	3.461538	10.13176
89	29	9	32	0.877798	0.836448	0.888779	670	940	270	22933.36	3.333333	9.753312
76	2	8	34	0.797867	0.771377	0.82761	16180	16440	260	16482.04	3.076923	7.553767
9	10	9	23	0.781478	0.76054	0.803181	9020	9310	290	9395.418	3.103448	7.526721
37	20	7	49	0.287315	0.225227	0.332401	2130	2280	150	3941.169	4.666667	6.25709
90	29	7	32	0.841764	0.788221	0.855983	1690	1950	260	22933.36	2.692308	6.101545
14	14	7	28	0.591927	0.547583	0.619595	4220	4440	220	4968.094	3.181818	5.992651
9	10	7	24	0.698937	0.649885	0.723965	1210	1450	240	6709.446	2.916667	5.945821
82	28	7	23	0.75134	0.725689	0.777333	6660	6910	250	9579.461	2.8	5.890509

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
63	21	7	76	0.747906	0.724195	0.773331	30170	30420	250	31271.61	2.8	5.86358
6	13	7	22	0.616995	0.582434	0.647294	2860	3090	230	4386.696	3.043478	5.715075
19	13	10	58	0.449572	0.3976	0.485813	4100	4390	290	6932.455	3.448276	5.345685
42	3	7	53	0.792574	0.749424	0.836481	11350	11630	280	30903.74	2.5	4.953587
48	15	6	34	0.681052	0.644477	0.703338	1440	1670	230	11440.01	2.608696	4.634755
18	13	9	58	0.531952	0.487758	0.562769	3149.416	3460	310.584	6932.455	2.897766	4.466825
86	26	6	11	0.833301	0.833301	0.833301	3820	4080	260	15239.61	2.307692	4.437696
51	21	6	76	0.706026	0.678376	0.735676	14130	14370	240	31271.61	2.5	4.412663
45	27	6	6	0.828243	0.788032	0.832151	4350	4610	260	4858.265	2.307692	4.410761
59	24	6	23	0.633701	0.579633	0.669475	4880	5110	230	6035.294	2.608696	4.312523
41	17	6	48	0.428812	0.37151	0.474481	3610	3800	190	6595.475	3.157895	4.276243
13	14	6	28	0.523765	0.472014	0.556055	2290	2500	210	4968.094	2.857143	4.275634
33	18	6	31	0.618962	0.56718	0.662295	5750	5980	230	7865.824	2.608696	4.212221
4	8	6	15	0.670537	0.626073	0.692031	850	1090	240	4547.579	2.5	4.190854
44	17	2	48	0.115036	0.026256	0.185793	6550	6583.199	33.19938	6595.475	6.02421	4.174801
65	33	9	13	0.586324	0.540591	0.628659	220	590	370	2870.943	2.432432	3.46912
31	3	5	33	0.638006	0.606017	0.669913	1540	1760	220	12683.94	2.272727	3.295485
63	32	5	10	0.62823	0.59387	0.657508	2120	2340	220	3536.718	2.272727	3.244988
49	15	5	34	0.617492	0.573628	0.644219	2340	2560	220	11440.01	2.272727	3.189524
107	37	5	92	0.502131	0.446555	0.552461	17810	18010	200	20813.48	2.5	3.138319
38	3	4	33	0.698149	0.671476	0.724756	12494.58	12683.94	189.3597	12683.94	2.112382	3.115253
62	21	5	76	0.647267	0.614091	0.682843	28330	28560	230	31271.61	2.173913	3.05892
27	4	5	18	0.799738	0.799738	0.799738	7560	7820	260	17052.44	1.923077	2.957611
5	8	5	15	0.604663	0.551309	0.630455	1280	1510	230	4547.579	2.173913	2.857577
102	37	5	92	0.501958	0.446362	0.552305	14880	15090	210	20813.48	2.380952	2.845564
40	17	8	48	0.429155	0.371887	0.474796	2712.352	3030	317.648	6595.475	2.518511	2.722085
42	17	4	48	0.143622	0.057709	0.212093	4160	4260	100	6595.475	4	2.297947

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
15	6	4	42	0.276164	0.192674	0.326715	6760	6900	140	7317.509	2.857143	2.254398
43	17	4	48	0.138879	0.052491	0.20773	4700	4800	100	6595.475	4	2.222068
3	13	4	22	0.448109	0.39831	0.491768	0	180	180	4386.696	2.222222	2.212886
35	18	4	31	0.428913	0.351303	0.493859	7340	7520	180	7865.824	2.222222	2.118089
103	37	4	92	0.377493	0.308005	0.440423	15340	15510	170	20813.48	2.352941	2.089929
46	15	4	34	0.521932	0.46711	0.555337	580	780	200	11440.01	2	2.087729
8	10	6	24	0.578699	0.510057	0.613723	673.1976	990	316.8024	6709.446	1.893925	2.075766
81	28	4	23	0.564601	0.519686	0.610115	5620	5830	210	9579.461	1.904762	2.048441
56	21	4	76	0.558727	0.517223	0.603233	18740	18950	210	31271.61	1.904762	2.027126
8	10	4	23	0.55781	0.515441	0.601727	8350	8560	210	9395.418	1.904762	2.023802
11	14	4	28	0.28156	0.203489	0.330271	1370	1520	150	4968.094	2.666667	2.002206
56	24	4	23	0.451056	0.370028	0.504668	3330	3520	190	6035.294	2.105263	1.999141
32	3	4	33	0.547447	0.507456	0.587337	2490	2700	210	12683.94	1.904762	1.986202
40	3	4	53	0.652169	0.579812	0.725797	7280	7510	230	30903.74	1.73913	1.972535
48	3	4	53	0.65192	0.579511	0.7256	28450	28680	230	30903.74	1.73913	1.97178
75	2	4	34	0.596071	0.543136	0.655509	15670	15890	220	16482.04	1.818182	1.970483
71	2	4	34	0.595891	0.542932	0.655356	5960	6180	220	16482.04	1.818182	1.969888
11	6	4	42	0.276628	0.193191	0.327147	1500	1650	150	7317.509	2.666667	1.967132
25	20	4	10	0.637846	0.573018	0.706265	4010	4240	230	5485.837	1.73913	1.929213
79	35	4	11	0.682063	0.600658	0.740713	6070	6310	240	6845.304	1.666667	1.894619
84	28	4	23	0.564908	0.520023	0.610389	8840	9060	220	9579.461	1.818182	1.867463
97	37	4	92	0.377847	0.308398	0.440741	3310	3490	180	20813.48	2.222222	1.865912
100	37	4	92	0.377841	0.308391	0.440736	4810	4990	180	20813.48	2.222222	1.865882
105	37	4	92	0.377782	0.308326	0.440683	16320	16500	180	20813.48	2.222222	1.865591
94	37	4	92	0.377704	0.308239	0.440613	1730	1910	180	20813.48	2.222222	1.865207
88	29	4	32	0.725077	0.632049	0.749781	310	560	250	22933.36	1.6	1.856197
52	21	4	76	0.559148	0.517684	0.603612	14640	14860	220	31271.61	1.818182	1.848424

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
41	3	4	53	0.652543	0.580264	0.726092	7770	8010	240	30903.74	1.666667	1.812621
60	24	4	23	0.450916	0.369867	0.504542	5780	5980	200	6035.294	2	1.803663
5	13	3	22	0.10709	0.026519	0.177727	2430	2510	80	4386.696	3.75	1.505956
12	6	3	42	0.035688	-0.07554	0.103033	4970	5020	50	7317.509	6	1.28475
10	6	3	42	0.035645	-0.07559	0.102994	1090	1140	50	7317.509	6	1.283213
66	33	3	13	0.172326	0.080825	0.257029	1150	1260	110	2870.943	2.727273	1.281761
34	18	3	31	0.238182	0.134651	0.324818	6850	6980	130	7865.824	2.307692	1.268423
99	37	3	92	0.170301	0.077684	0.254176	4350	4460	110	20813.48	2.727273	1.266704
101	37	3	92	0.170258	0.077636	0.254137	8850	8960	110	20813.48	2.727273	1.26638
104	37	3	92	0.170204	0.077576	0.254089	15860	15970	110	20813.48	2.727273	1.265981
31	18	3	31	0.237386	0.133747	0.324113	4790	4920	130	7865.824	2.307692	1.264186
37	3	3	33	0.39611	0.342745	0.449339	10190	10360	170	12683.94	1.764706	1.233559
57	24	3	23	0.267822	0.159746	0.339329	3930	4070	140	6035.294	2.142857	1.229793
12	14	3	28	0.048091	-0.05535	0.112632	1880	1940	60	4968.094	5	1.202278
64	32	3	10	0.380214	0.322933	0.429024	2460	2630	170	3536.718	1.764706	1.184059
4	13	3	22	0.106548	0.025928	0.177227	420	510	90	4386.696	3.333333	1.183869
54	21	3	76	0.412247	0.356966	0.471526	15630	15810	180	31271.61	1.666667	1.14513
64	21	3	76	0.412226	0.356943	0.471508	30840	31020	180	31271.61	1.666667	1.145072
57	21	3	76	0.412172	0.356883	0.471459	19710	19890	180	31271.61	1.666667	1.144921
29	2	3	16	0.666355	0.666355	0.666355	960	1190	230	22705.87	1.304348	1.133685
23	7	3	8	0.666271	0.666271	0.666271	12710	12940	230	29116.38	1.304348	1.133543
54	15	3	34	0.361977	0.288813	0.406559	9990	10160	170	11440.01	1.764706	1.127264
20	1	3	21	0.604727	0.488511	0.662674	10240	10460	220	14068.38	1.363636	1.124492
19	1	3	21	0.604698	0.488473	0.662649	9180	9400	220	14068.38	1.363636	1.124438
33	3	3	33	0.396503	0.343173	0.449697	3710	3890	180	12683.94	1.666667	1.101397
36	3	3	33	0.396192	0.342835	0.449414	9220	9400	180	12683.94	1.666667	1.100535
34	3	3	33	0.396189	0.342832	0.449411	5380	5560	180	12683.94	1.666667	1.100525

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
25	14	3	29	0.439976	0.375609	0.508562	5700	5890	190	13027.99	1.578947	1.096892
28	14	3	29	0.439612	0.375203	0.508243	11310	11500	190	13027.99	1.578947	1.095985
27	14	3	29	0.439543	0.375127	0.508183	8700	8890	190	13027.99	1.578947	1.095815
47	3	3	53	0.536687	0.440306	0.634759	27930	28140	210	30903.74	1.428571	1.095279
43	3	3	53	0.536638	0.439935	0.634517	11810	12020	210	30903.74	1.428571	1.094653
58	24	3	23	0.26796	0.159905	0.339454	4500	4650	150	6035.294	2	1.071838
78	35	3	11	0.57567	0.467024	0.653946	3010	3230	220	6845.304	1.363636	1.070461
95	37	3	92	0.170448	0.077848	0.254308	2380	2500	120	20813.48	2.5	1.065303
85	28	3	23	0.420032	0.360203	0.480658	9370	9560	190	9579.461	1.578947	1.047172
28	4	3	18	0.666647	0.666647	0.666647	12850	13090	240	17052.44	1.25	1.041635
1	1	3	3	0.666189	0.666189	0.666189	670	910	240	3972.127	1.25	1.04092
21	1	3	21	0.604461	0.488167	0.662447	11040	11270	230	14068.38	1.304348	1.028384
16	1	3	21	0.6044	0.488087	0.662395	620	850	230	14068.38	1.304348	1.028279
61	21	3	76	0.41171	0.356379	0.471044	24460	24650	190	31271.61	1.578947	1.026425
47	15	2	34	0.043568	-0.06611	0.110398	1070	1120	50	11440.01	4	0.697082
50	15	2	34	0.043542	-0.06614	0.110375	4310	4360	50	11440.01	4	0.696679
52	15	2	34	0.042863	-0.06689	0.109743	7180	7230	50	11440.01	4	0.685815
55	15	2	34	0.042746	-0.06703	0.109634	10850	10900	50	11440.01	4	0.683936
35	3	2	33	0.095068	0.015101	0.174832	6400	6480	80	12683.94	2.5	0.594174
55	21	2	76	0.118238	0.035304	0.207171	18510	18600	90	31271.61	2.222222	0.583891
58	21	2	76	0.118151	0.035208	0.207092	20720	20810	90	31271.61	2.222222	0.583462
49	21	2	76	0.118044	0.035091	0.206996	1340	1430	90	31271.61	2.222222	0.582933
59	21	2	76	0.1179	0.034934	0.206867	22670	22760	90	31271.61	2.222222	0.582223
50	21	2	76	0.117846	0.034874	0.206818	6310	6400	90	31271.61	2.222222	0.581954
60	21	2	76	0.117788	0.034811	0.206766	23590	23680	90	31271.61	2.222222	0.581669
62	32	2	10	0.069703	-0.01628	0.142966	1020	1090	70	3536.718	2.857143	0.569004
69	2	2	34	0.192286	0.086435	0.311141	2370	2490	120	16482.04	1.666667	0.534129

ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
73	2	2	34	0.19194	0.086042	0.310845	13660	13780	120	16482.04	1.666667	0.533165
74	2	2	34	0.191808	0.085893	0.310733	14350	14470	120	16482.04	1.666667	0.532799
70	2	2	34	0.191666	0.085733	0.310612	2940	3060	120	16482.04	1.666667	0.532405
26	14	2	29	0.159969	0.063419	0.262848	8370	8480	110	13027.99	1.818182	0.528822
21	19	2	3	0.474412	0.474412	0.474412	1440	1630	190	4363.059	1.052632	0.525665
83	28	2	23	0.130349	0.040635	0.221255	8390	8490	100	9579.461	2	0.521396
80	28	2	23	0.129757	0.039982	0.220725	4650	4750	100	9579.461	2	0.519027
17	1	2	21	0.407053	0.232718	0.493979	6290	6470	180	14068.38	1.111111	0.502534
18	1	2	21	0.406676	0.23223	0.493657	6560	6740	180	14068.38	1.111111	0.502069
29	4	2	18	0.5	0.5	0.5	13880	14080	200	17052.44	1	0.5
10	16	2	2	0.499999	0.499999	0.499999	620	820	200	3773.374	1	0.499999
30	2	2	16	0.499968	0.499968	0.499968	21220	21420	200	22705.87	1	0.499968
2	12	2	3	0.499955	0.499955	0.499955	2150	2350	200	6728.165	1	0.499955
16	12	2	8	0.499927	0.499927	0.499927	4830	5030	200	14866.29	1	0.499927
26	4	2	18	0.499921	0.499921	0.499921	6610	6810	200	17052.44	1	0.499921
87	26	2	11	0.499854	0.499854	0.499854	4820	5020	200	15239.61	1	0.499854
93	29	2	32	0.450262	0.264243	0.49966	19020	19210	190	22933.36	1.052632	0.498906
22	19	2	4	0.492106	0.492106	0.492106	12900	13100	200	16267.23	1	0.492106
24	20	2	10	0.275458	0.145759	0.41234	3050	3200	150	5485.837	1.333333	0.489703
23	20	2	10	0.275452	0.145752	0.412335	1170	1320	150	5485.837	1.333333	0.489692
6	8	2	15	0.010957	-0.12252	0.075482	2010	2040	30	4547.579	6.666667	0.486957
53	15	2	34	0.043818	-0.06583	0.110631	8130	8190	60	11440.01	3.333333	0.486871
51	15	2	34	0.043815	-0.06583	0.110628	6220	6280	60	11440.01	3.333333	0.486829
7	10	2	23	0.121693	0.037536	0.208923	4290	4390	100	9395.418	2	0.486771
3	4	2	7	0.481143	0.348996	0.496655	1000	1200	200	5343.439	1	0.481143
44	3	2	53	0.305085	0.160525	0.452181	18350	18510	160	30903.74	1.25	0.476695
39	3	2	53	0.305084	0.160524	0.452181	2780	2940	160	30903.74	1.25	0.476694



ID_clus	ID_line	NPts_clus	NPts_line	Strength	Str_CI_1	Str_CI_2	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2
45	3	2	53	0.304926	0.160333	0.452056	25450	25610	160	30903.74	1.25	0.476446
1	9	2	4	0.40937	0.264204	0.499965	0	190	190	2360.354	1.052632	0.453596
7	5	2	8	0.499542	0.499542	0.499542	5920	6130	210	11283.31	0.952381	0.453099
72	2	2	34	0.191403	0.085435	0.310388	8910	9040	130	16482.04	1.538462	0.453025
91	29	2	32	0.450309	0.264306	0.499703	7630	7830	200	22933.36	1	0.450309
92	29	2	32	0.130117	-0.16423	0.208283	10733.5	10915.29	181.7985	22933.36	1.100119	0.157476

**Apêndice 4.** Output dos investimentos para implementação de medidas de mitigação nos trechos de intensidade muito alto, alto e médio de atropelamento para mamíferos silvestres.

Legenda: Vermelho: Muito Alto, Laranja = Alto, Amarelo = Médio

Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2	PIF (2.0)	Cercamento	Placa A-36	Placa Educativa	TOTAL
0	259,9425	259,9425	6595,475	7,309309	47,88	R\$ 323.396,00	R\$ 83.181,60	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.563,60
4840	5090	250	6932,455	7,6	44,89	R\$ 323.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 413.382,00
15090	15350	260	31271,61	5,769231	26,84	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00
6140	6277,901	137,901	6277,901	5,076103	22,57	R\$ 323.396,00	R\$ 44.128,34	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 377.510,34
6310	6560	250	7317,509	5,2	20,45	R\$ 323.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 413.382,00
5820	6080	260	7317,509	5	18,91	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00
1820	2030	210	3941,169	5,714286	18,31	R\$ 323.396,00	R\$ 67.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 400.582,00
3770	4020	250	20813,48	4,8	17,45	R\$ 323.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 413.382,00
27400	27660	260	30903,74	4,615385	16,89	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00
5240	5500	260	7865,824	4,615385	16,64	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00
5350	5610	260	13027,99	4,230769	14,42	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00
16780	17030	250	20813,48	4,4	14,23	R\$ 323.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 413.382,00
133,9381	390	256,0619	6932,455	4,686367	13,05	R\$ 323.396,00	R\$ 81.939,80	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 415.321,80
2850	3310	460	3941,169	4,782609	12,83	R\$ 323.396,00	R\$ 147.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 480.582,00
2600	2840	240	20813,48	4,166667	12,30	R\$ 323.396,00	R\$ 76.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 410.182,00
1210	1450	240	6709,446	4,166667	12,25	R\$ 323.396,00	R\$ 76.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 410.182,00
16180	16440	260	16482,04	3,846154	11,98	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00
1690	1960	270	22933,36	3,703704	11,38	R\$ 323.396,00	R\$ 86.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 419.782,00
670	930	260	22933,36	3,461538	9,74	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00
6660	6920	260	9579,461	3,461538	9,46	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00
7270	7520	250	30903,74	3,6	9,38	R\$ 323.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 413.382,00
3149,416	3470	320,584	6932,455	3,743168	8,64	R\$ 323.396,00	R\$ 102.586,89	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 435.968,89
9030	9290	260	9395,418	3,461538	8,60	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00

Clus_from	Clus_to	Len_clus	Len_line	Dens_Point	Str_Dens2	PIF (2.0)	Cercamento	Placa A-36	Placa Educativa	TOTAL
2870	3090	220	4386,696	3,636364	7,73	R\$ 323.396,00	R\$ 70.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 403.782,00
20650	20880	230	31271,61	3,478261	7,71	R\$ 323.396,00	R\$ 73.600,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 406.982,00
18730	18960	230	31271,61	3,478261	7,71	R\$ 323.396,00	R\$ 73.600,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 406.982,00
4090	4356,692	266,6923	6932,455	4,124603	7,58	R\$ 323.396,00	R\$ 85.341,55	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 418.723,55
2280	2510	230	4968,094	3,478261	7,49	R\$ 323.396,00	R\$ 73.600,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 406.982,00
5740	5980	240	7865,824	3,333333	7,46	R\$ 323.396,00	R\$ 76.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 410.182,00
2370	2570	200	4386,696	3,5	6,44	R\$ 323.396,00	R\$ 64.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 397.382,00
3610	3800	190	6595,475	3,684211	6,32	R\$ 323.396,00	R\$ 60.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 394.182,00
2140	2280	140	3941,169	5	6,18	R\$ 323.396,00	R\$ 44.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 378.182,00
7570	7820	250	17052,44	2,8	6,16	R\$ 323.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 413.382,00
10230	10470	240	14068,38	2,916667	6,11	R\$ 323.396,00	R\$ 76.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 410.182,00
14140	14360	220	31271,61	3,181818	5,93	R\$ 323.396,00	R\$ 70.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 403.782,00
30190	30410	220	31271,61	3,181818	5,92	R\$ 323.396,00	R\$ 70.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 403.782,00
6510	6583,199	73,1994	6595,475	4,098394	5,91	R\$ 323.396,00	R\$ 23.423,81	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 356.805,81
17800	18020	220	20813,48	3,181818	5,91	R\$ 323.396,00	R\$ 70.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 403.782,00
860	1090	230	4547,579	3,043478	5,80	R\$ 323.396,00	R\$ 73.600,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 406.982,00
2480	2720	240	12683,94	2,916667	5,77	R\$ 323.396,00	R\$ 76.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 410.182,00
3810	4080	270	15239,61	2,592593	5,75	R\$ 323.396,00	R\$ 86.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 419.782,00
4220	4440	220	4968,094	3,181818	5,71	R\$ 323.396,00	R\$ 70.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 403.782,00
12870	13130	260	16267,23	2,692308	5,68	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00
4350	4610	260	4858,265	2,692308	5,63	R\$ 323.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 416.582,00
12494,58	12683,94	189,3597	12683,94	2,640478	5,01	R\$ 323.396,00	R\$ 60.595,10	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 393.977,10
11370	11702,08	332,085	30903,74	2,71015	4,96	R\$ 323.396,00	R\$ 106.267,19	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 439.649,19
28350	28550	200	31271,61	3	4,65	R\$ 323.396,00	R\$ 64.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 397.382,00

**Apêndice 5.** Output dos investimentos para implementação de medidas de mitigação nos trechos de intensidade muito alto, alto e médio de atropelamento para capivaras,

Legenda: Vermelho: Muito Alto, Laranja = Alto, Amarelo = Médio

ID_clus	NPts_clus	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Str_Dens2	PIF (1.5)	Cercamento	Placa A-36	Placa Educativa	TOTAL
20	18	4840,00	5090,00	250,00	41,01	R\$ 278.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 368.382,00
39	17	0,00	259,94	259,94	38,19	R\$ 278.396,00	R\$ 83.181,59	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 371.563,59
14	13	6310,00	6560,00	250,00	21,02	R\$ 278.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 368.382,00
53	13	15080,00	15350,00	270,00	20,04	R\$ 278.396,00	R\$ 86.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 374.782,00
67	6	6140,00	6277,90	137,90	17,18	R\$ 278.396,00	R\$ 44.128,34	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 332.510,34
13	12	5820,00	6080,00	260,00	16,17	R\$ 278.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 371.582,00
36	11	1820,00	2030,00	210,00	14,98	R\$ 278.396,00	R\$ 67.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 355.582,00
106	11	16780,00	17030,00	250,00	14,98	R\$ 278.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 368.382,00
32	11	5240,00	5500,00	260,00	14,18	R\$ 278.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 371.582,00
17	12	133,94	390,00	256,06	14,04	R\$ 278.396,00	R\$ 81.939,80	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 370.321,80
98	10	3770,00	4020,00	250,00	12,02	R\$ 278.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 368.382,00
24	10	5340,00	5610,00	270,00	11,41	R\$ 278.396,00	R\$ 86.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 374.782,00
38	20	2850,00	3310,00	460,00	10,33	R\$ 278.396,00	R\$ 147.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 435.582,00
96	9	2600,00	2840,00	240,00	10,17	R\$ 278.396,00	R\$ 76.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 365.182,00
46	9	27400,00	27660,00	260,00	10,13	R\$ 278.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 371.582,00
89	9	670,00	940,00	270,00	9,75	R\$ 278.396,00	R\$ 86.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 374.782,00
76	8	16180,00	16440,00	260,00	7,55	R\$ 278.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 371.582,00
9	9	9020,00	9310,00	290,00	7,53	R\$ 278.396,00	R\$ 92.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 381.182,00
37	7	2130,00	2280,00	150,00	6,26	R\$ 278.396,00	R\$ 48.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 336.382,00
90	7	1690,00	1950,00	260,00	6,10	R\$ 278.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 371.582,00
14	7	4220,00	4440,00	220,00	5,99	R\$ 278.396,00	R\$ 70.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 358.782,00
9	7	1210,00	1450,00	240,00	5,95	R\$ 278.396,00	R\$ 76.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 365.182,00
82	7	6660,00	6910,00	250,00	5,89	R\$ 278.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 368.382,00

ID_clus	NPts_clus	Clus_from	Clus_to	Len_clus	Str_Dens2	PIF (1.5)	Cercamento	Placa A-36	Placa Educativa	TOTAL
63	7	30170,00	30420,00	250,00	5,86	R\$ 278.396,00	R\$ 80.000,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 368.382,00
6	7	2860,00	3090,00	230,00	5,72	R\$ 278.396,00	R\$ 73.600,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 361.982,00
19	10	4100,00	4390,00	290,00	5,35	R\$ 278.396,00	R\$ 92.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 381.182,00
42	7	11350,00	11630,00	280,00	4,95	R\$ 278.396,00	R\$ 89.600,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 377.982,00
48	6	1440,00	1670,00	230,00	4,63	R\$ 278.396,00	R\$ 73.600,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 361.982,00
18	9	3149,42	3460,00	310,58	4,47	R\$ 278.396,00	R\$ 99.386,89	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 387.768,89
86	6	3820,00	4080,00	260,00	4,44	R\$ 278.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 371.582,00
51	6	14130,00	14370,00	240,00	4,41	R\$ 278.396,00	R\$ 76.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 365.182,00
45	6	4350,00	4610,00	260,00	4,41	R\$ 278.396,00	R\$ 83.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 371.582,00
59	6	4880,00	5110,00	230,00	4,31	R\$ 278.396,00	R\$ 73.600,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 361.982,00
41	6	3610,00	3800,00	190,00	4,28	R\$ 278.396,00	R\$ 60.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 349.182,00
13	6	2290,00	2500,00	210,00	4,28	R\$ 278.396,00	R\$ 67.200,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 355.582,00
33	6	5750,00	5980,00	230,00	4,21	R\$ 278.396,00	R\$ 73.600,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 361.982,00
4	6	850,00	1090,00	240,00	4,19	R\$ 278.396,00	R\$ 76.800,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 365.182,00
44	2	6550,00	6583,20	33,20	4,17	R\$ 278.396,00	R\$ 10.623,80	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 299.005,80
65	9	220,00	590,00	370,00	3,47	R\$ 278.396,00	R\$ 118.400,00	R\$ 1.368,00	R\$ 8.618,00	R\$ 406.782,00