

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

MARCIO JOSE DAMKE

**ECOLOGIA DE ESTRADAS: IMPACTO DAS RODOVIAS NA FAUNA
DE VERTEBRADOS DO MUNICÍPIO DE SANTA HELENA, PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

SANTA HELENA

2018

MARCIO JOSE DAMKE

ECOLOGIA DE ESTRADAS: Impacto das rodovias na fauna de vertebrados do município de Santa Helena, PR

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Biólogo.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Lange

**SANTA HELENA
2018**

MARCIO JOSE DAMKE

ECOLOGIA DE ESTRADAS: Impacto das rodovias na fauna de vertebrados do município de Santa Helena, PR

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 30 de novembro de 2018, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Heleno Brandão
UTFPR

Prof. Dr. Vagner A. Cavarzere Júnior
UTFPR

Profa. Dra. Denise Lange
Orientadora - UTFPR

“A folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.”

Todos os momentos de dedicação ao curso e ao trabalho de conclusão somente foram possíveis devido ao apoio familiar de minha esposa Daiane Damke, que por diversas vezes me estimulou e me deu forças para que os meus objetivos fossem alcançados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos colaboradores que não mediram esforços para que este trabalho fosse realizado. Em especial, agradeço à Professora. Orientadora Denise Lange por ir além, muitas vezes, da mera orientação, ajudando na execução deste estudo. À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade, e aos professores Heleno Brandão, Vagner A. Cavarzere Junior, Marco Aurélio Senna e Tais Guedes pela identificação dos animais atropelados. Ao colega Paulo Wesley Alvim que se dedicou ajudando nas 27 coletas de dados realizadas neste estudo. Ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) pela disponibilização dos dados meteorológicos.

DAMKE, Marcio Jose. **Ecologia de estradas: Impacto das rodovias na fauna de vertebrados do município de Santa Helena, PR**. 2018. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas), Coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Santa Helena, PR, 2018.

Este estudo objetivou verificar o impacto das rodovias na fauna de vertebrados do município de Santa Helena, PR, mapeando a localização das carcaças e identificando-as taxonomicamente. Foram feitos levantamentos quinzenais de todas as carcaças de vertebrados encontradas nas rodovias PR495 (17,2 km), PR488 (35,2 km) e PR317 (5,1 km) no período de março de 2017 a março de 2018, totalizando 1.552 km percorridos. Todas as carcaças encontradas foram georreferenciadas, fotografadas para posterior identificação taxonômica por especialistas. Os percursos a procura das carcaças foram feitos utilizando-se motocicleta na velocidade média de 50 km/h verificando um lado da rodovia por vez. Foram encontradas 163 carcaças de animais pertencentes a 33 espécies, sendo 119 de animais silvestres, 42 domésticos e dois não identificados devido ao avançado estado de decomposição. Foram 103 carcaças de mamíferos, 42 de aves, 16 de répteis e duas de anfíbios. O trecho com maior incidência de atropelamentos foi a PR488 com 87 carcaças, seguido pela PR495 com 71 e a PR317 com cinco. Dezembro foi o mês de maior incidência de atropelamentos e janeiro e fevereiro, os de menores incidências. Foi encontrada relação negativa significativa entre pluviosidade e quantidade de atropelamentos. *Didelphis aurita* (Wied, 1826) foi a espécie com maior quantidade de indivíduos atropelados (39). Foi encontrada uma carcaça de *Puma yagouaroundi* (Geoffroy, 1803) (Felidae), espécie em estado de vulnerabilidade de extinção em nível nacional. Os resultados demonstram o impacto das rodovias sobre a fauna local, principalmente a silvestre, e a necessidade de estratégias para diminuir a morte de animais em rodovias.

Palavras chave: Animais atropelados. Biologia da conservação. *Didelphis aurita*. *Puma yagouaroundi*.

ABSTRACT

DAMKE, Marcio Jose. **Road Ecology: Impact of highways on vertebrate fauna of the Santa Helena, PR.** 2018.34. f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas), Coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Santa Helena, PR, 2018.

This study aimed to verify the impact of roads in vertebrate fauna of the municipality of Santa Helena, PR, mapping the location of the carcasses and identifying them taxonomically. We biweekly recorded all vertebrate carcasses found on PR495 (17.2 km), PR488 (35.2 km) and PR317 (5.1 km) in the period from March 2017 to March 2018, totaling 1,552 km traveled. All carcasses were georeferenced, photographed for taxonomic identification by specialists. The carcasses were search using a motorcycle in average speed of 50 km/h, checking one side of the highway at a time. Were recorded 163 carcasses of vertebrates belonging to 33 species, 119 of wild animals, 42 domestic and two not identified due to the advanced state of decomposition. Were identified 103 carcasses of mammals, 42 of birds, 16 of reptiles and two of amphibians. The road with the highest incidence of dead animals was PR488 with 87 carcasses followed by PR495 with 71 and PR317 with five. December was the month with the highest incidence of road accidents and January and February the months with lowest incidence. A significant negative relation was found between pluviocity and number of carcasses. *Didelphis aurita* (Wied, 1826) was the species with the highest number of dead individuals (39). A carcass of *Puma yagouaroundi* (Geoffroy, 1803) (Felidae) was found, a species in a state of vulnerability to extinction at the national level. The results demonstrate the impact of highways on local vertebrate fauna, especially wild ones, and the need for strategies to reduce the death of animals on highways.

Keywords: Dead animals. Conservation biology. *Didelphis aurita*. *Puma yagouaroundi*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS	12
	2.1 Objetivo geral.....	12
	2.2 Objetivos específicos	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
	3.1 Ecologia de estradas.....	13
	3.2 Principais Efeitos das estradas sobre a fauna.....	14
	3.3 Licenciamento ambiental das rodovias	15
	3.4 Medidas mitigatórias.....	16
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
5	RESULTADOS.....	20
6	DISCUSSÃO.....	25
7	CONCLUSSÕES.....	27

1 INTRODUÇÃO

As estradas promovem grandes impactos no ambiente, alterando sua estrutura química e física (HAWBACKER; RADELOFF, 2004). Esses impactos podem ser diretos (mortalidade da fauna por atropelamento, poluição) e indiretos (perda e fragmentação de habitats, alterações microclimáticas, facilitação de invasões por espécies exóticas), que influenciam a permeabilidade da paisagem aos fluxos da biota, restringindo a movimentação de animais e isolando populações de organismos (ASSIS; FURLAN, 2014). O efeito barreira que as estradas promovem, fragmentam habitats e diminuem a diversidade biológica dos ambientes por isolar animais do acesso à água, alimento e acasalamento (KELLER; EXCOFFIER; LARGIADER, 1998).

Trabalhos pelo mundo demonstram o impacto direto dos atropelamentos de animais nas rodovias sobre a biodiversidade (HELS; BUCHWALD, 2001; SAEKI; MACDONALD, 2004). Um estudo realizado nos Estados Unidos por Forman e Alexander em 1998 já revelava o impacto que a fauna possui com os atropelamentos, onde verificaram que a mortalidade da fauna por atropelamento é superior que a quantidade de indivíduos mortos pela caça (ROSA et al., 2012). No Brasil, estima-se que devem morrer mais de 1,3 milhões de animais por dia, sendo até 475 milhões de animais selvagens atropelados por ano (PORTAL CBEE, 2017). As rodovias do estado do Paraná estão entre as mais perigosas para os animais por apresentarem elevado número de registro de atropelamentos (PORTAL CBEE, 2017).

O oeste do Paraná, próximo ao reservatório de Itaipu, possui uma Área de Preservação Permanente pertence ao corredor da biodiversidade onde se inserem os Parques Nacionais da Ilha Grande e do Iguaçu. Estudos realizados desde 1986 sobre a fauna silvestre estimam que na faixa de proteção do reservatório, nas reservas e nos refúgios biológicos localizados na margem brasileira do Lago de Itaipu, existam 44 espécies de mamíferos, 305 de aves e 37 de répteis (ITAIPU BINACIONAL, 2017). Essa área é considerada prioritária para conservação pelo Ministério do Meio Ambiente, pois integra o programa Paraná Biodiversidade (ITAIPU BINACIONAL, 2017) e está localizada no domínio do bioma Mata Atlântica, o qual sofre grande pressão desde a colonização europeia e hoje possui cerca de 7,6% da sua extensão original, a mata atlântica possui uma diversidade de espécies superior a floresta da

Amazônia,(MORELLATO; HADDAD, 2000) A mata Atlântica possui altos índices de endemismo e maiores graus de riquezas de espécies do planeta, entretanto, sua floresta encontra-se fragmentada, na maioria com remanescentes pequenos (<50 ha) e somente 9% das florestas remanescentes são protegidas (RIBEIRO et al., 2009). De acordo com os mesmos autores, como medida de prevenção é necessário a criação de corredores junto aos fragmentos, interconectando remanescentes, para principalmente conservar as espécies de grande porte.

No Paraná, a Universidade Federal do Paraná, através do Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura, vem desenvolvendo várias ações em cooperação com o DNIT/CGMAB (DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte; CGMAB – Coordenação geral de Meio Ambiente), tanto na realização de estudos de Ecologia de Estradas como também na gestão ambiental de empreendimentos de infraestrutura. Essas ações abrangem a identificação de locais de maior frequência de atropelamentos de animais e busca por estratégias para diminuir as perdas ecológicas que as estradas proporcionam. O DNIT tem promovido programas de educação ambiental enfocando o assunto junto aos usuários e comunidades lindeiras às rodovias (BRASIL, 2012).

No estado do Paraná, Ramos et al. (2011) estudaram atropelamentos de aves, e os relacionaram com a biologia destes animais nas rodovias de Maringá à Guarapuava, PR, onde as espécies de aves de pequeno porte e com algum grau de dependência de floresta foram mais atropeladas em áreas com muitos fragmentos florestais no entorno. Por sua vez, espécies de grande porte e independentes de floresta prevaleceram em áreas cercadas pela agricultura, também concluiu que as épocas de colheitas de grãos como períodos de maior frequência nos atropelamentos. Esse é um dos poucos estudos realizados no Paraná sobre Ecologia de Estradas, necessitando, portanto, de mais pesquisas nessa área do conhecimento

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Verificar os impactos das rodovias próximas ao município de Santa Helena, PR, sobre a fauna de vertebrados local.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar as carcaças de vertebrados encontradas em rodovias do município de Santa Helena, PR;
- Verificar a variação espacial e temporal dos atropelamentos ao longo de um ano;
- Verificar a existência de medidas mitigatórias como tuneis, cercas e travessia de fauna nas rodovias do município de Santa Helena, PR.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Ecologia de Estradas

Ecologia de Estradas (*Road Ecology*) é um termo criado por Richard T. T. Forman em 1998 (FORMAN; ALEXANDER, 1998) e origina-se de princípios da ecologia de paisagem e elementos da biologia da conservação (ASSIS; FURLAN, 2014). Os primeiros estudos sobre atropelamentos de animais em estradas foram descritos no século XIX a partir da era automotiva, quando foi intensificada a construção de estradas (FORMAN et al., 2003), buscando identificar os efeitos ambientais resultantes da construção e operação de estradas e encontrar caminhos para minimizá-los (ASSIS; FURLAN, 2014). Atualmente, os estudos visam prevenir a morte de animais por atropelamento em rodovias dos mais diversos países através de estratégias de planejamento de tráfego (CBEE, 2017), construindo passadouros, rampas, cordas e cercas de isolamento que direcionam a travessia segura dos animais, evitando a perda de muitas espécies nas rodovias (FORMAN, 2010).

Segundo Bager et al. (2007) os estudos voltados à ecologia de estradas vêm sendo discutidos há mais de 50 anos no mundo. No Brasil, o primeiro trabalho científico publicado foi registrado há 30 anos no trabalho de Novelli em 1988 (FREITAS, 2009). Em 2012 iniciaram-se os estudos de Ecologia de Estradas na Universidade Federal de Lavras, junto ao Departamento de Biologia, que contam com auxílio de milhares de colaboradores por meio, inclusive, do aplicativo de celular (Urubu), o qual permite qualquer cidadão colaborar enviando fotos de animais atropelados nas rodovias (PORTAL CBEE, 2017). Essas carcaças são identificadas

taxonomicamente até o nível mais inclusivo possível e mapeadas geograficamente (PORTAL CBEE, 2017).

A ecologia de estradas estuda os efeitos que as estradas e ferrovias proporcionam sobre a biodiversidade relacionando com aspectos sociais e econômicos das pessoas. O centro brasileiro de estudos em ecologia de estradas (CBEE) é referência nacional da disciplina e da busca por soluções para redução da perda de diversidade e da mortalidade de espécies. No conselho são desenvolvidas ações de Pesquisa, Capacitação, Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia e Políticas Públicas (PORTAL CBEE, 2017).

3.2 Principais efeitos das estradas sobre a fauna

Os efeitos das estradas sobre a fauna têm sido divididos em: efeito barreira, efeito de borda, contaminação de solo e água, implantação física e tráfego, emissão de ruídos e descarte de lixo. O efeito barreira trata da perda de habitats e da geração de novo espaço de vida para outros animais, da criação dos fragmentos com áreas menores e maior proporção de bordas, afugentando algumas espécies e atraindo outras. Pode diminuir as populações a níveis de inviabilização das espécies por fragmento (SPELLERBERG, 2002). Ocasionalmente a diminuição da movimentação no ambiente reduzindo o fluxo gênico e podendo aumentar os cruzamentos endogâmicos (LAUXEN, 2012).

O efeito de borda é a alteração na composição da borda das estradas, ocasionado alterações climáticas, químicas e biológicas. Os efeitos climáticos envolvem mudanças nos fatores ambientais, pois a zona de influência das bordas apresenta maior exposição aos ventos, elevadas temperaturas, baixa umidade e alta radiação solar. Os efeitos biológicos geram mudanças na abundância e na distribuição de espécies provocadas pelos fatores abióticos nas proximidades das bordas, como, por exemplo, o aumento da densidade de indivíduos devido à maior produtividade primária causada pelos altos níveis de radiação solar (RIBEIRO, 2008).

As estradas contaminam a água e solo por meio de metais como Pb, Ni, Cd e Zn liberados pelos motores e pneus dos veículos, estes metais podem chegar a uma distância de até 30 m da rodovia nos solos, 40 a 120 m nas plantas e até 48 m nos animais. A erosão e o carreamento de sedimentos nos habitats aquáticos é observado na fase de construção. Influindo diretamente sobre a turbidez dos mananciais hídricos

e causando distúrbios nestes ecossistemas. Sedimentos podem atingir áreas sensíveis em uma distância de até 89 m da rodovia (SPELLERBERG, 2002).

Implantação física e tráfego: As estradas abrem caminho para colonização e expansão agropecuária em espaços de floresta, provocam diminuição das populações dos animais por meio da fragmentação dos espaços, pela caça e pela dispersão de espécies exóticas (SPELLERBERG, 2002).

A emissão de ruídos gera alteração no comportamento da fauna, especialmente das aves. Sua comunicação é afetada, com consequências em seu comportamento de corte e sucesso reprodutivo (HALFWERK et al., 2011). Dependendo da intensidade do tráfego, os efeitos sobre as aves podem ser observados em até 2,8 km (SPELLERBERG, 2002). Anfíbios podem alterar seus padrões de vocalização em decorrência de altos níveis de ruídos provocados pelo tráfego, com eventuais reflexos reprodutivos (CUNNINGTON; FAHRIG, 2010).

O descarte de lixo, além de contaminar o hábitat com garrafas e latas, pode se tornar armadilhas para pequenos mamíferos, cobras e lagartos. Por outro lado, pode também servir de abrigo para estes mesmos grupos, assim como para aves. O lixo pode causar a morte dos animais quando dispersado nas estradas atraindo as espécies para alimentação e ao atropelamento (SPELLERBERG, 2002).

3.3 Licenciamento ambiental das rodovias

No Brasil, o licenciamento ambiental de atividades e obras utilizadoras de recursos naturais como na construção de estradas teve início em meados da década de 1980. Antes desse período, o impacto das estradas brasileiras na fauna não era mensurado. Atualmente, a construção de novas rodovias ou a ampliação da capacidade daquelas existentes está sujeita ao licenciamento ambiental (BRASIL, 2018).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 01 de 1986 prioriza os estudos prévios às construções, acrescentando a necessidade de abordarem de medidas mitigadoras dos impactos negativos e preverem um programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos. Essa mesma Resolução determina que a construção de estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento deve ser precedida da elaboração de estudo de impacto ambiental (BRASIL, 1997).

O CONAMA considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 2018).

Com a edição das Portarias Interministeriais nº 420 e nº 423 em outubro de 2011 foi instituído o Programa de Rodovias Federais Ambientalmente Sustentáveis, que objetiva regularizar ambientalmente nada menos que 55.000 km de rodovias nos próximos 20 anos. As ações abordadas nos Relatórios de Controle estão voltadas à relação entre rodovias e fauna, identificar áreas para servirem como corredores e refúgio de fauna. As estradas consideradas com existência de passivos ambientais implicarão na obrigatoriedade de apresentar programa de recuperação das estradas a fim de diminuir os impactos sobre a fauna local, cabendo aos técnicos viários o conhecimento necessário para realização do projeto (LAUXEN, 2012).

3.4 Medidas mitigatórias

Com o passar dos anos várias medidas foram propostas e implantadas, isoladas ou associadas, visando minimizar o impacto das rodovias sobre a fauna. Essas medidas visam basicamente minimizar o efeito de barreira e impedir os atropelamentos em pontos mais suscetíveis. A maioria delas, ainda necessita de estudos que avaliem seu sucesso, especialmente se considerarmos respostas diferenciais por parte de espécies ou comunidades geográfica e estruturalmente distintas (LAUXEN, 2012).

As medidas mitigatórias são separadas em grupos que inserem as medidas relacionadas às passagens de fauna, inferiores ou superiores consideradas estruturais, como o cercamento, remoção de carcaças e medidas relacionadas ao manejo da fauna e do comportamento dos motoristas. Passagens inferiores, são as mais construídas no Brasil necessitam estar em locais estratégicos, com maior travessia de animais, podem ser diferenciadas no tamanho como: pontes, túneis ou bueiros tubulares, que dependem da população alvo. Cuidados de iluminação artificial e de temperatura devem ser analisados (LAUXEN, 2012).

Passagens superiores e Ecodutos: Tendo sido inicialmente testados na Europa há mais de quatro décadas, constituem uma alternativa de mitigação avaliada positivamente quanto a sua capacidade de propiciar deslocamento para um amplo espectro de animais (ARROYAVE et al., 2006). Características importantes para sua efetividade são a implantação de cobertura vegetal e a instalação de barreiras visuais, por meio do plantio de espécies arbustivas e arvoretas em suas laterais ou da instalação de cercas de madeira, por exemplo. Podem também receber canais ou ambientes artificiais que induzam sua utilização por anfíbios devem apresentar tipos diferentes de vegetação, combinando cobertura herbácea, arbustiva e arbórea, para estimular a utilização por uma maior variedade de animais. Normalmente, tem mais de 70 m de largura, e preferencialmente mais de 100 m, atendendo todos os grupos da fauna (ARROYAVE et al., 2006).

Passagens no estrato arbóreo: Geralmente feitas de cabos de aço ou cordas que ligam as copas das árvores, se destinam à passagem de espécies arborícolas em ambientes florestais (LAUXEN, 2012). Embora possam ser ancoradas em árvores, no caso de rodovias de pequena largura, devem ser fixas em estruturas construídas para este fim. Cordas devem possuir pelo menos 8 cm de diâmetro, sendo estendidas paralelamente, espaçadas por aproximadamente 20 a 30 cm e conectadas entre si por redes de nylon. Quando utilizadas plataformas de madeira, estas devem ter pelo menos 30 cm de largura (CLEVENGER; HUIJSER, 2011).

Campanhas educativas: Divulgam informações aos usuários e a população em torno sobre o número de colisões envolvendo animais, trechos e horários mais perigosos e procedimentos a serem adotados ao avistar um animal na pista ou próximo a ela. No Brasil, panfletos informativos vêm sendo distribuídos em postos policiais e de pedágio em rodovias licenciadas pelo IBAMA (LAUXEN, 2012).

Cercas e barreiras: Não existem dados do perímetro a ser cercado nas estradas, apenas destacam que sejam instaladas de modo contínuo, preferencialmente ligado a uma travessia, situação que evitaria completamente o acesso da fauna à rodovia, permitindo conectividade dos ambientes para travessia da estrada. Recomenda-se que o término da barreira de cerca se situe em locais em que a topografia não facilite o deslocamento da fauna: locais íngremes, locais com atividade humana ou transição de habitats (CLEVENGER; HUIJSER, 2011). Normalmente as cercas são construídas com telas de arame galvanizado, com malha entre 2 e 13 cm; variam de acordo com os grupos de animais da população. A parte

inferior deve possuir malha menor, visando impedir a passagem de pequenos animais. Sua base deve estar enterrada no solo a uma profundidade de pelo menos 20 cm, evitando escavações que permitam a passagem de animais. Também são usados modelos de cercas de pedras (LAUXEN, 2012).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados levantamentos quinzenais de todas as carcaças de vertebrados encontradas nas rodovias estaduais localizadas no município de Santa Helena, PR (24°51'37"S; 54°19'58"W – Figura 1), no período de 11 de março de 2017 a 10 de março de 2018. As rodovias avaliadas foram: PR495 (17,2 km), PR488 (35,2 km) e PR317 (5,1 km), totalizando 57,5 km percorridos quinzenalmente.

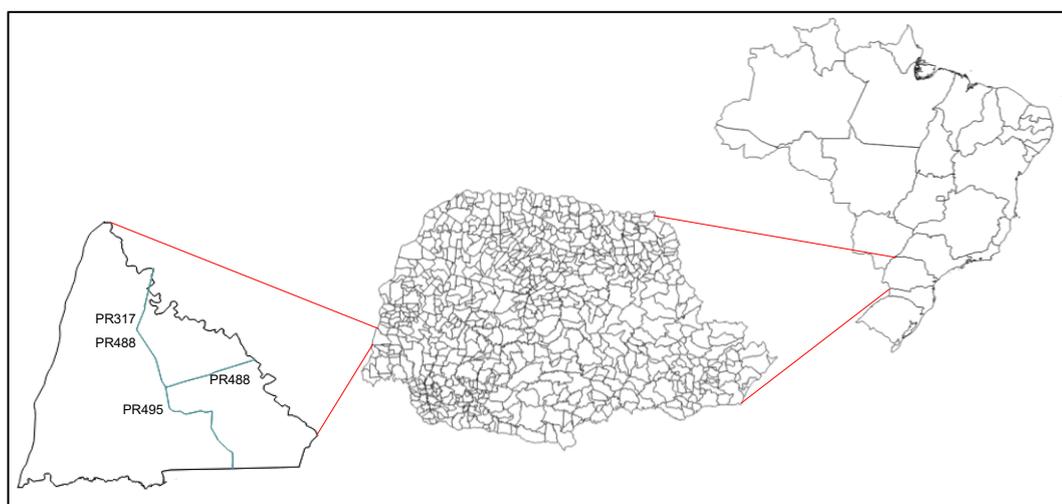


Figura 1. Mapa das rodovias estaduais localizadas no município de Santa Helena, PR, Brasil, percorridas quinzenalmente para levantamento dos animais atropelados.

Todas as carcaças encontradas foram georreferenciadas, fotografadas para identificação taxonômica por especialistas (Prof. Heleno Brandão (UTFPR) e Prof. Vagner A. Cavarzere Junior (UTFPR), Thais Guedes e Marco Aurélio Senna). As carcaças foram fotografadas em cinco ângulos: corpo todo, frente (cabeça), pernas e parte posterior; todas utilizando régua de 20 cm de cor branca como escala. Para o registro fotográfico e das coordenadas, foi utilizado aparelho celular com aplicativo Get Geo-Coordinate, e GPS Garmin. O percurso em busca das carcaças foi realizado com motocicleta na velocidade média de 50 km/h verificando cada lado da rodovia por vez. Todas as informações coletadas foram tabuladas e armazenadas em nuvem (onedrive).

As bordas das rodovias foram classificadas em março de 2018 e em três tipos de ambientes: fragmento florestal, agricultura e área urbana. Utilizou-se para isso imagens do Google Earth® e informações coletadas no momento do registro fotográfico das carcaças. Foram considerados ambientes de fragmento florestal

quando estes se encontravam junto à borda da estrada em pelo menos um dos lados da rodovia. Na classificação agricultura, foram considerados os ambientes rurais de plantio de cultivares e de pastagem nos dois lados da rodovia. Foram consideradas área urbana aquelas que apresentavam mais de 10 residências em ambas as bordas da estrada.

O teste qui-quadrado de aderência foi utilizado para verificar diferença na abundância de carcaças entre animais silvestres e domésticos e também entre os grupos: mamíferos, aves, répteis e anfíbios. O coeficiente de correlação de Spearman (r_s) foi utilizado para verificar relação entre quantidade de carcaças encontradas em cada avaliação e temperatura e pluviosidade. Para essa análise foram utilizados os valores médios diários de temperatura e valores diários de pluviosidade dos 15 dias anteriores às avaliações. Os dados de temperatura e pluviosidade foram cedidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR). O nível de 5% foi utilizado para verificar significância nessas análises.

5 RESULTADOS

Foram realizados 27 monitoramentos de animais atropelados, totalizando 1.552,5 km percorridos. Foram registradas 163 carcaças, sendo 119 animais silvestres, 42 domésticos e dois não identificados devido ao avançado estado de decomposição (Tabela 1). A quantidade de animais silvestres atropelados foi significativamente maior que a de animais domésticos ($\chi^2 = 36,39$; $p < 0,05$). O grupo de animais atropelados com maior frequência foi mamíferos, com 101 carcaças pertencentes a 11 espécies, inclusive uma espécie considerada vulnerável, *Puma yagouaroundi* (Geoffroy, 1803). Foram encontradas 42 carcaças de aves (15 espécies), 16 carcaças de répteis (seis espécies) e duas carcaças de anfíbios (uma espécie, Figura 2).

Tabela 1. Abundância (em ordem decrescente) das espécies de vertebrados atropelados registradas quinzenalmente nas rodovias estaduais do município de Santa Helena, PR, no período de março de 2017 a março de 2018.

Classe	Ordem	Família	Espécie	Classificação*	Abundância	N/KM**
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis aurita</i> (Wied,Neuwied 1826)	S	39	0,025
	Carnivora	Felidae	<i>Felis catus</i> Linnaeus, 1758	D	22	0,014
	Carnivora	Canidae	<i>Canis familiaris</i> Linnaeus, 1758	D	17	0,01
	Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	S	11	0,007
	Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	S	5	0,003
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	S	2	0,001
	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i> (G, [Baron] Cuvier, 1798)	S	1	0,0006
	Carnivora	Felidae	<i>Puma yagouaroundsi</i> (Geoffroy,1803)	S	1	0,0006
	Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou prehensilis</i> Linnaeus, 1758	S	1	0,0006
	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	S	1	0,0006
	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i> Linnaeus, 1758	S	1	0,0006
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	S	9	0,005
	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	S	9	0,005
	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	S	6	0,003
	Strigiformes	Strigidae	<i>Megacops choliba</i> (Vieillot, 1817)	S	4	0,002
	Charadriformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	S	3	0,001
	Galliformes	Numididae	<i>Numida meleagris</i> (Linnaeus, 1758)	D	2	0,001

	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	S	1	0,0006
	Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	S	1	0,0006
	Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	S	1	0,0006
	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax chrysops</i> (Vieillot, 1818)	S	1	0,0006
	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i> (Vieillot, 1818)	S	1	0,0006
	Galliformes	Phasianidae	<i>Gallus gallus</i> Linnaeus, 1758	D	1	0,0006
	Passeriformes	Passerellidae	<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	S	1	0,0006
	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	S	1	0,0006
	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789)	S	1	0,0006
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Salvator merianae</i> (Duméril & Bibron, 1839)	S	6	0,003
	Squamata	Columbridae	<i>Chironius bicarinatus</i> (Wied, 1820)	S	3	0,001
	Squamata	Columbridae	<i>Sibynomorphus mikanii</i> (Schlegel, 1837)	S	1	0,0006
	Squamata	Columbridae	<i>Philodryas olfersi</i> (Lichtenstein, 1823)	S	1	0,0006
	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus durissus</i> Linnaeus, 1758	S	3	0,001
	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus corallinus</i> (Merrem, 1820)	S	1	0,0006
Lissamphibia	Anura	Bufo	<i>Rhinella</i> sp.	S	2	0,001
		Não identificados		S	2	0,001
Total					163	0,104

*S = silvestre; D = doméstico.

** Taxa de atropelamento por Km percorrido.

Fonte: Autoria própria (2018).

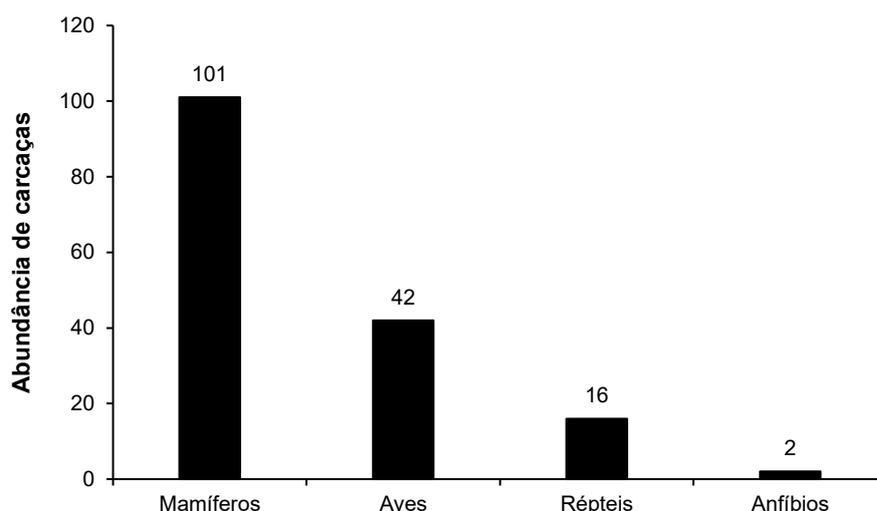


Figura 2. Abundância de carcaças de animais mortos por atropelamento encontradas quinzenalmente nas rodovias do território do município de Santa Helena, PR, no período de 11 de março de 2017 a 10 de março de 2018.

Fonte: Autoria própria (2018).

O tipo de hábitat na borda da rodovia com maior predominância neste estudo foi o ambiente agricultura, totalizando 33.364 m distribuídos nas PR 495 (12.175 m, 36%), PR 488 (18.824 m, 56%) e PR 317 (2.265 m, 8%), seguido pelo ambiente fragmento florestal com 12.478 m nas PR 495 (1.017 m, 9%), PR 488 (9.512 m, 76%) e PR 317 (1.949 m, 15%). O ambiente urbano apresentou 11.432 m nas rodovias PR 495 (3.709 m, 33%), PR 488 (6.837 m, 60%) e PR 317 (886 m, 7%).

O trecho com maior incidência de atropelamentos foi a PR 488 com 87 carcaças seguido pela PR 495 com 71. Cinco carcaças foram encontradas na PR 317. Nas 27 avaliações realizadas foram registradas na PR 488, em média, um animal a cada 10,9 km, na PR 495, um animal a cada 6,5 km e na PR 317, um animal a cada 27,5 km (Figura 3).

Não foram encontradas medidas mitigatórias, como tuneis, cercas, travessias de fauna, nas estradas vistoriadas, bem como ações de controle de animais domésticos.

Dezembro de 2017 foi o mês que apresentou a maior abundância e riqueza de carcaças encontradas dentre os doze meses avaliados. Esse também foi o mês que teve maior frequência de atropelamentos de répteis (Figura 4).

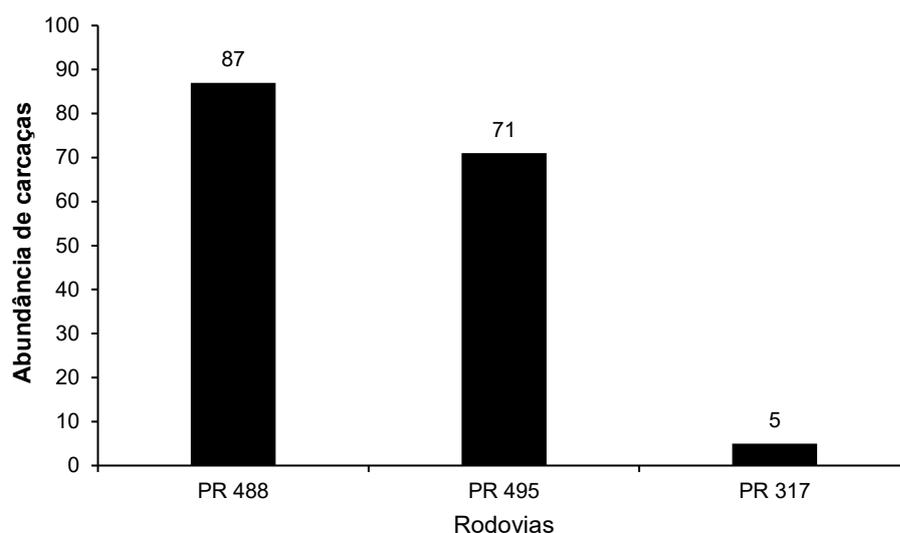


Figura 3. Abundância de carcaças de vertebrados mortos por atropelamento nas três rodovias do território do município de Santa Helena, PR, avaliadas no período de 11 de março de 2017 a 10 de março de 2018.

Fonte: Autoria própria (2018).

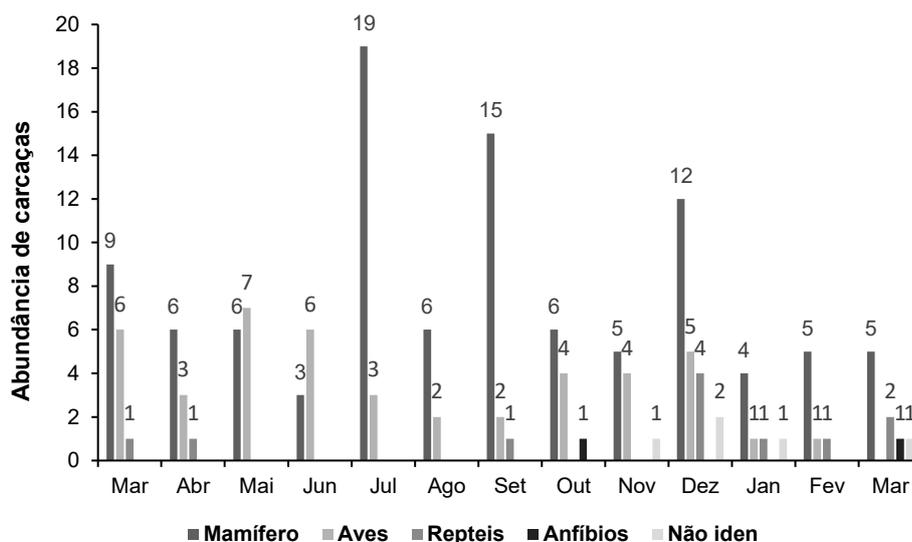


Figura 4. Abundância de carcaças de animais atropelados de 11 de março de 2017 a 10 de março de 2018 nas rodovias do município de Santa Helena, PR.

Fonte: Autoria própria (2018).

A temperatura média no município de Santa Helena, PR, ao longo do período deste estudo foi de 21,74 °C variando entre as médias de 17 °C em junho e julho e 25 °C em dezembro. Não foi verificada correlação significativa entre temperatura e abundância de carcaças encontradas ($r_s = 0,21$; $n = 27$; $p = 0,29$).

A pluviosidade total no município de Santa Helena, PR, ao longo do período deste estudo foi de 2.688 mm com pico no mês de outubro de 2017, alcançando os valores de 641 mm. Foi evidenciada correlação negativa significativa entre

pluviosidade e quantidade de carcaças encontradas ($r_s = -0,40$; $n = 27$; $p = 0,03$) (Figura 5).

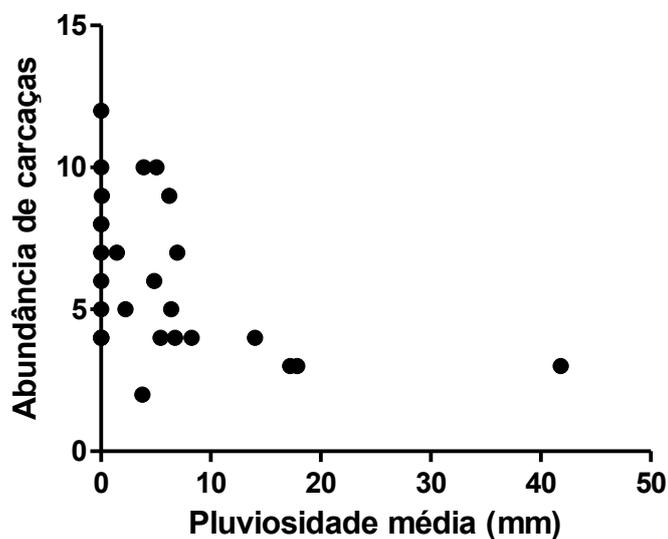


Figura 5. Correlação negativa significativa ($r_s = -0,40$; $n = 27$; $p = 0,03$) entre pluviosidade e abundância de carcaças encontradas de 11 de março de 2017 a 10 de março de 2018 nas rodovias do município de Santa Helena, PR.

Fonte: Autoria própria (2018).

6 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo demonstram o impacto das rodovias na fauna de vertebrados do município de Santa Helena, PR, principalmente sobre a fauna de animais silvestres e de mamíferos. A maioria das carcaças encontradas foi de animais silvestres, principalmente de espécies que possuem hábito classificado como sinantrópico, ou seja, tolerantes a perturbações humanas e animais com grande densidade populacional. Dentre esses, alguns também possuem hábito carniceiro, sendo atraídos pelas estradas para alimentação.

As espécies silvestres mais encontradas neste estudo, foram *Cerdocyon thous* popularmente conhecido como cachorro do mato e o gambá do gênero *Didelphis*, são citadas com frequência em trabalhos de ecologia de estradas realizados em vários estados do Brasil, como em Santa Catarina com taxa de 0,05 animais atropelados por km percorrido (ORLANDIM, 2015), em Goiás com taxa 0,014 (CUNHA et al., 2010), no Mato Grosso com taxa de 0,035 atropelados por km percorridos (BRUM et al, 2018) e no Rio Grande do Sul com taxa de com esforço amostral de 0,086 animais/km (SANTANA, 2012).

A maior frequência de atropelamentos de *C. thous* neste estudo pode estar relacionada ao período de colheita de milho safrinha em julho (de 2017), período em que correspondeu 65% dos registros de carcaças dessa espécie. Outro fator envolvido pode estar relacionado com período de maior movimentação desta espécie, período de acasalamento, tempo que antecede o nascimento dos filhotes (BEISIGIEL, 2009). Além desses dois fatores, o grande tamanho populacional dessa espécie, a qual também possui ampla distribuição geográfica, também pode ter influenciado os resultados. De acordo com Beisiegel et al., (2013), essa espécie é uma das mais atropeladas em todo Brasil, além de sofrer outros tipos de ameaça, como envenenamento, tiros e confronto com animais domésticos, e sujeitas a doenças como sarna, raiva e leishmaniose. Mesmo com todas essas ameaças, essa espécie não está na lista das vulneráveis e ameaçadas à extinção no Brasil.

Dentre os animais atropelados registrados neste estudo, apenas uma espécie é considerada vulnerável, o felino *Puma yagouaroundi* (Geoffroy, 1803). Essa espécie é carnívora e suas populações são amplamente afetadas pelas estradas, já que estes

animais possuem grande área de vida, baixa taxa reprodutiva e baixa densidade populacional (MELO; SANTOS; FILHO, 2007).

Cães e gatos domésticos também estão entre as espécies mais frequentemente atropeladas neste estudo. Bortoloti e D'Agostino (2007) afirmam que o elevado número de cães e gatos circulantes nas estradas é decorrente da limitada estrutura oferecida pelas pessoas em abrigá-los e da falta de uma política pública estruturada para controlar a reprodução. Os cães e gatos domésticos têm gerado transtornos à comunidade com proliferação de parasitas e acidentes por atropelamento. A castração dos animais de rua e domésticos tem surtido efeito positivo na diminuição dos animais de rua, causando a não fuga para acasalamento dos animais. Cães e gatos também são atraídos para as estradas por fonte de alimento: carcaças, lixo, restos de alimento jogado pelos usuários das estradas (FREITAS, 2009).

Os atropelamentos da coruja buraqueira, a ave encontrada em maior abundância neste estudo, podem estar relacionados ao alto grau de distribuição dessa espécie e da sua adaptação aos ambientes antropizados. Os indivíduos dessa espécie são atraídos para estradas pelos postes e placas, os quais facilitam os pontos de visão para caça (RAMOS et al., 2011).

Zenaida auriculata, vulgo pombinha, também é destacada neste trabalho devido à maior incidência de atropelamentos. Essa espécie se alimenta de grãos e de brotos de cultivares (RAMOS et al., 2011). Como o ambiente de agricultura foi o mais frequente nas bordas das estradas neste estudo, era de se esperar que indivíduos dessa espécie fossem encontrados atropelados.

A rodovia com mais registros de atropelamentos foi a PR488, com 0,004 n/km porém a estrada que possuiu maior taxa de atropelamento por Km rodado foi a PR495, com 0,005 n/km. Ambas as rodovias possuem maior predominância de ambiente de agricultura em suas bordas, o qual foi o tipo de ambiente com maior incidência de animais atropelados neste estudo. A PR495 também apresentou poucas áreas com fragmento florestal. Nesse contexto, pode-se verificar que os vertebrados mais encontrados neste estudo pertencem a espécies de ambientes abertos, tolerantes a perturbações antrópicas, animais que são atraídos para as estradas pela alimentação de sementes ou carcaças e animais que possuem grandes áreas de vida, onde rodovias são barreiras físicas impedindo sua transição entre os fragmentos, como no

caso do *C. thous* topo de lista nos estudos de Brum et al. (2018), Cunha, Moreira e Silva (2010) e Orlandim et al. (2015).

A maior incidência de atropelamentos neste estudo ocorreu nos períodos de menor pluviosidade. Resultado semelhante foi evidenciado em alguns estudos de ecologia de estradas que classificam os meses do ano em períodos de seca e chuva. Sousa e Miranda (2007) encontram 77,3% carcaças atropeladas em períodos de seca. Freitas (2009) relacionou a estação seca com a maior incidência de atropelamentos de animais carnívoros, como no presente estudo.

Por outro lado, neste estudo a incidência total de atropelamentos não foi relacionada com a temperatura, embora épocas com maiores valores de temperatura tenham ocorrido maior incidência de répteis atropelados, e também a maior riqueza de vertebrados atropelados. Répteis buscam as estradas nos meses mais quentes por seu comportamento termorregulador, quando em baixas temperaturas diminuem sua movimentação não sendo visualizados nas estradas (SANTANA; SILVA, 2009). Portanto, cada espécie responde de maneira diferente à temperatura, o que explica a falta de relação entre atropelamentos e temperatura evidenciada neste estudo.

Apesar da metodologia deste estudo, com amostragens quinzenais, ser a mais utilizada em Ecologia de Estradas (ROSA et al., 2012), a abundância e riqueza de animais atropelados descrita neste estudo pode ter sido subestimada. Isso porque muitos animais de pequeno porte como anfíbios e répteis são frequentemente removidos das estradas por animais carniceiros, abutres, graxains, gambas e formigas em curto espaço de tempo (TEIXEIRA, 2011; CARDOSO, 2010), bem como fatores de limpeza do acostamento, operação tapa buraco e pintura de faixas nas estradas também subestimam os números de atropelamentos. Portanto, o impacto das rodovias na fauna do município de Santa Helena é ainda maior do que apresentado neste estudo.

7 CONCLUSÕES

Neste estudo, pode-se evidenciar que os mamíferos foram os vertebrados mais vitimados nas rodovias de Santa Helena. Inclusive uma espécie vulnerável (*Puma yagouaroundi*) e, principalmente, espécies mais próximas aos humanos, tolerantes a ambientes modificados e aqueles que procuram as bordas de estradas para alimentação, seja por sementes, brotos ou caraças.

Verificaram-se maiores taxas de atropelamentos em ambientes de agriculturas com grandes plantações de grãos. Variação nos fatores abióticos, temperatura e pluviosidade, demonstram diferenças na incidência de atropelamentos de acordo com a história natural de cada animal, onde em meses de calor são encontrados maior riqueza de espécies inclusive presença de reptéis e as chuvas revelaram diminuição dos atropelamentos, reflexo da menor atividade de dispersão dos mamíferos.

Não foram encontradas medidas mitigatórias, como tuneis, cercas, travessias de fauna, nas estradas vistoriadas, bem como ações de controle de animais domésticos. Essas medidas provavelmente atuariam diretamente na diminuição do impacto das rodovias de Santa Helena, PR, na fauna local.

REFERÊNCIAS

ARROYAVE, M. P.; GÓMEZ. C.; GUTIÉRREZ. M. E.; MÚNERA. D. P.; ZAPATA. P. A.; VERGARA. I. C.; ANDRADE. L. M.; RAMOS. K. C. Impacto de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. **Revista EIA**, Medelim, v.5, p.45-57. 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n5/n5a04.pdf> > Acesso em: 22/09/18.

ASSIS, J. C.; FURLAN, S. A. III Congresso Brasileiro de Ecologia de Estradas: Road Ecology Brazil, 2014. GEOUSP. **Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v.18, n.2, p.461-463, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/geousp/article/download/84545/87459>> Acesso em:

BAGER, A.; PIEDRAS, S. R. N.; PEREIRA, T. S. M.; HOBUS, Q. Fauna selvagem e atropelamento – diagnóstico do conhecimento científico brasileiro, **Armazém Digital**, Porto Alegre, p.49-62, 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000077&pid=S1676-0603201000040002000003&lng=pt > Acesso em: 02/10/18.

BEISIEGEL, B. M. Contribuição ao estudo da história natural do cachorro do mato, *Cerdocyon thous* e do Cachorro Vinagre, *Speothos venaticus*. Tese (Doutorado) Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo. 100 p., 1999.

BEISIEGEL, M. B.; LEMOS, G. F.; AZEVEDO, C. F.; QUEIROLO, D.; JORGE, P.S. R. Avaliação do risco de extinção do cachorro do mato *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, São Paulo, p.138-145, 2013.

BORTOLOTTI, R.; D. AGOSTINO. R. G. Ações pelo controle reprodutivo e posse responsável de animais domésticos interpretadas à luz do conceito de metacontingência. **Revista brasileira de análise do comportamento**, São Paulo, v.3, n.1, p.17-28, 2007. Disponível em: < <https://periodicos.ufpa.br/index.php/rebac/article/view/821/1159> > Acesso em: 28/10/18

BRASIL, Conama, Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1997. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf> Acesso em: 22/09/18.

BRASIL, Departamento nacional de Infraestrutura e transporte: **Monitoramento e Mitigação de Atropelamentos de Fauna**. Coleção estrada verde, v1/3. Brasília, 2012. Disponível em: < <http://www.dnit.gov.br/download/meio-ambiente/colecao->

[estrada-verde/monitoramento-e-mitigacao-de-atropelamento-de-fauna.pdf](#)> Acesso em: 03/10/18.

BRUM, R. T.; SANTOS FILHO, M.; CANALES, R. G.; IGNACIO, A. R. A. Effects of roads on the vertebrates diversity of the Indigenous Territory Paresi and its surrounding. **Brazilian Journal of Biology**, Cáceres, v.78, n.1, p.125-132, 2018.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANE, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.871-880, 2010.

CARDOSO, T. de R. **Tempo de permanência de carcaças em rodovias: Análise metodológica em Ecologia de Estradas**. 46, f. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Ciências Biológicas). Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG – Brasil. 2010.

CBEE. Conselho Brasileiro de Ecologia de Estradas. Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro>>. Acesso em: 25/07/2017.

CLEVENGER, A. P.; HUIJSER, M. P. **Wildlife crossing structure handbook: Design and evaluation in North America**. Washington, DC, Federal Highway Administration, 224p. 2011. Disponível em: <https://roadecology.ucdavis.edu/files/content/projects/DOT-FHWA_Wildlife_Crossing_Structures_Handbook.pdf> Acesso em: 22/09/18.

CUNHA, H. F.; ALVES MOREIRA, G. F; SILVA, S. S. Roadkill of wild vertebrates along the GO-060 road between Goiânia and Iporá, Goiás State, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v.32, n.3. p.257-263, 2010.

CUNNINGTON, G. M.; FAHRIG. L. Plasticity in the vocalizations of anurans in response to traffic noise. **Acta Oecologica-International Journal of Ecology**, Canadá, p. 463-470, 2010. Disponível em:<http://ulpeis.anl.gov/documents/dpeis/references/pdfs/Cunnington_and_Fahrig_2010.pdf> Acesso em: 22/09/18.

DESBIEZ, A. L.; MEDICI, E. P. Atenção Bichos na Pista. In: **Revista Ciência Pantanal**, Campo Grande, v.3, n.1, 2017. Disponível em: <<https://liberdade2.com/2017/04/27/wcs-brasil-lanca-3a-edicao-da-revista-ciencia-pantanal/>>. Acesso em: 22/04/2017.

FORMAN, R. T. T. Emergence of Road Ecology in Brazil. Committee on Ecology and Transportation Newsletter, U.S. **NRC Transportation Research Board**, n.11, p.2-6, 2010. Disponível em:

<http://ecologyandtransportation.weebly.com/uploads/8/1/1/6/81160056/winter_2010-11newsletter.pdf > Acesso : 02/10/18.

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

FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSSHALL, C. D.; DALE, V. H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, L. R.; HEANVEK, K.; JONES, J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T. **Road Ecology: Science and solution**. Island press, Washington, Dc, 482, 2003.

FREITAS, C. H. **Atropelamento de vertebrados nas rodovias MG-428 e SP-334 com análise dos fatores condicionantes e valoração econômica da fauna**. 2009. 92 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2009.

HALFWERK, W.; HOLLEMAN, L. J. M.; LESSELLS, C. M.; SLABBEKOORN, H. Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. **Journal of Applied Ecology**, p 210-219, 2011. British ecological society. Disponível em: <<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2664.2010.01914.x>> Acesso em: 22/09/18.

HAWBAKER, T. J.; RADELOFF, V. C. Roads and Landscape in northern Wisconsin based on a comparison of four road data sources. **Conservation Biology**, Madison, U.S.A, v.18, p,1233-1244, 2004. Disponível em: <http://www.edc.uri.edu/nrs/classes/nrs534/NRS_534_readings/Hawbaker_Roads_2004.pdf> Acesso em: 27/10/2018.

HELLS, T.; BUCHWALD, E. The effect of road kills on amphibian populations. **Biological Conservation**, v.99, n.3, p.331-340, 2001.

ITAIPU BINACIONAL, Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/meioambiente/reservas-e-refugios> >. Acesso em: 25/07/2017.

KELLER, K.; EXCOFFIER, L.; LARGIADER, C. R. Estimation of effective population size and detection of a recent population decline coinciding with habitat fragmentation in a ground beetle. **Journal of Evolutionary Biology**, Londres, v.18, n.1, p.90-100, 2005. Disponível em: <

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1420-9101.2004.00794.x>> Acesso: 03/10/18.

LAUXEN, M. D. S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna.** (Monografia) 146 f. 2012. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS. Disponível em:<
<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/teses/mozartdasilvalauxenmonografia.pdf>>
Acesso em 22/09/18.

MELO, E. S.; SANTOS, F. M. Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. **Revista Brasileira de Zootecias**, Mato Grosso, v.9, p.185-192, 2007.

MORELLATO, L. C. P.; HADDAD, F. B. C. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest1, **Biotropica**, 2000. Disponível em: <
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00618.x>>. Acesso em: 03/10/18.

OLIVEIRA, D. S.; SILVA, M. V. Vertebrados silvestres atropelados na BR 158, RS, Brasil. **Biotemas**, v.25, n.4, p.229-235, 2012. Disponível em: <
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2012v25n4p229/23219>> Acesso em: 28/10/18.

ORLANDIN, E.; PIOVESAM, M.; FAVRETTO, M. A.; DGOSTINI, F. M. Mamíferos de médio e grande porte atropelados no Oeste de Santa Catarina, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v.5, n.4, p.125-130, 2015. Disponível em: <
<https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/1838>> Acesso em: 02/10/18.

RAMOS, O. C. C.; De LIMA JÚNIOR, P. D.; ZAWADZKI, H. C.; BENEDITO, E. A. Biologia e a ecologia das aves é um fator importante para explicar a frequência de atropelamentos? **Neotropical Biology and Conservation**. v.6, n. 3, p. 201-212, 2011. Disponível em: <
<http://revistas.unisinos.br/index.php/neotropical/article/view/nbc.2011.63.07/654>>
Acesso em: 07/10/18.

RIBEIRO, L. M. S. Efeitos de borda e sua influência na vegetação e estruturação populacional em fragmentos de cerradão no município de Caiapônia, GO, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v.2, p. 531-541, 2008. Disponível em: <
<http://www.scielo.br/pdf/abb/v22n2/a20v22n2.pdf>> Acesso em: 22/09/18.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest

distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v.142, n.6, p.1141-1153, 2009.

ROSA, C. A.; CARDOSO, T. R.; TEIXEIRA, F. Z.; BAGER, A. Atropelamento de fauna selvagem: Amostragem e Análise de dados em ecologia de estradas. In: **Ecologia de Estradas tendências e pesquisas**, 2012.

SAEKI, M.; MACDONALD, D. W. The effects of traffic on the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) and the others mammals in Japan. **Biological Conservation**, v.118, n.5, p.559-571, 2004.

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

SOUSA, N. A. M.; MIRANDA, C. P. Mamíferos terrestres encontrados atropelados na rodovia BR 230/Pb entre Campina Grande e João Pessoa. **Revista de Biologia e Farmácia**, v.4, n.2, 2010. Disponível em: < http://sites.uepb.edu.br/biofar/download/v4n2-2010/MAMIFEROS_TERRESTRES_ENCONTRADOS_ATROPELADOS_NA_RODOVIA_BR-230PB_ENTRE_CAMPINA_GRANDE_E_JOAO_PESSOA.pdf> Acesso em: 28/10/18.

SPELLERBERG, F. I. Ecological effects of roads. **Science Publishers**, v.2, p.53, Boca Raton, Londres, 2002. Disponível em: < https://scholar.google.com.br/scholar?q=SPELLERBERG,+I.+F.+2002.+Ecological+effects+of+roads.+Enfield,+USA,+Science+Publishers,+251p.&hl=pt-BR&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar> Acesso em: 22/09/18.

TEIXEIRA, Z. F. **Fauna atropelada: Estimativas de mortalidade e identificação de zonas de agregação**. In: Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 64 p, 2011. Disponível em:< <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/49270>> Acesso em: 23/09/18.