

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA RODOVIA NEQUINHO
FOGAÇA (SP-139) SÃO PAULO, SOBRE OS ANIMAIS
SILVESTRES DO PARQUE ESTADUAL CARLOS
BOTELHO (PECB)**

FRANCISCO DE ASSIS ALVES

**Botucatu – SP
2021**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA RODOVIA NEQUINHO
FOGAÇA (SP-139) SÃO PAULO, SOBRE OS ANIMAIS
SILVESTRES DO PARQUE ESTADUAL CARLOS
BOTELHO (PECB)**

FRANCISCO DE ASSIS ALVES

Dissertação apresentada junto ao Programa
de Pós-Graduação em Animais Selvagens
para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Ass. Dr. Carlos Roberto
Teixeira

Botucatu – SP

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Alves, Francisco de Assis.

Avaliação dos impactos da rodovia Nequinho Fogaça
(SP-139) São Paulo, sobre os animais silvestres do Parque
Estadual Carlos Botelho (PECB) / Francisco de Assis Alves.
- Botucatu, 2021

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia

Orientador: Carlos Roberto Teixeira

Capes: 20502001

1. Animais selvagens-Proteção. 2. Ecologia animal.
3. Fauna selvagem. 4. Parque Estadual Carlos Botelho (SP).

Palavras-chave: Atropelamentos de Fauna; Ecologia de
Rodovias; Fauna Silvestre; Passagens de Fauna; Unidades de
Conservação.

Nome do autor: **Francisco de Assis Alves**

TÍTULO: AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA RODOVIA NEQUINHO FOGAÇA (SP-139) SÃO PAULO, SOBRE OS ANIMAIS SILVESTRES DO PARQUE ESTADUAL CARLOS BOTELHO (PECB)

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Ass. Dr. Carlos Roberto Teixeira
Orientador
Reprodução Animal e Cirurgia Veterinária
FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Prof^a. Titular Dr^a. Sheila Canevese Rahal
Reprodução Animal e Cirurgia Animal
FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Prof. Dr. Jean Carlos Ramos da Silva
Departamento de Medicina Veterinária
UFRPE – RECIFE

Data da Defesa: 06 de Maio de 2021

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a minha esposa e ao meu filho, pela paciência e compreensão quando dos momentos de ausência, necessários para o cumprimento dos créditos do Programa e elaboração do trabalho analítico. Estendo tal agradecimento a toda minha família.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Roberto Teixeira, por ter aberto as portas da UNESP para mim, e por ter me conduzido ao longo de todo esse processo. Agradeço também a minha banca examinadora, composta além do Prof. Dr. Carlos Roberto Teixeira, pela Prof^a. Dra. Sheila Canevese Rahal e pelo Prof. Dr. Jean Carlos Ramos da Silva. Os comentários e sugestões de correção feitos tornaram a minha dissertação muito melhor. Aqui não poderia deixar de citar o nome do Prof. Dr. Vidal Haddad Júnior, que gentilmente fez diversas contribuições para o meu texto.

Ao Daniel Cristian Ornelas de Oliveira, supervisor da Seção Técnica de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão da FMVZ, pela ajuda na preparação dos *plates*.

Ao Departamento de Estradas de Rodagem (DER/SP), órgão do qual faço parte, através da Coordenadoria de Meio Ambiente. Faço aqui uma menção especial ao meu chefe atual, Eng. Antônio da Silva Nunes e seu antecessor, Eng. Ftal. José Francisco Guerra da Silva. Obrigado pelo incentivo!

À Ambiente Brasil Engenharia e à Equipe UMAH (Urbanismo Meio Ambiente Habitação) – ambas empresas de consultoria ambiental, e seus representantes, Eng. Amb. Adriano de Oliveira Silva e Eng. Ivo Sadao Massunari, que estiveram à frente do contrato de gerenciamento ambiental firmado com o DER à época da concepção do delineamento amostral.

Ao Grupo de Trabalho da Estrada Parque, composto, dentre outros profissionais, pela Adv. Karina Mencarini (DER), Biól. Julina Moreno Pina (CETESB) e Eng. Amb. Camilo Fragoso Giorgi (CETESB).

Ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo, que permitiu a utilização dos dados coletados no Parque Estadual Carlos Botelho (PECB) para fins de pesquisa científica, e ao gestor do (PECB), Pietro de Oliveira Scarascia, pelo suporte e parceria.

Por fim, mas não menos importantes, ao Biólogo Jairo Alves Júnior, ao Biólogo Fábio Augusto M. Miguel e ao Eng. Ftal. Paulo Affonso F. P. Neto, que participaram ativamente dos trabalhos de campo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Cordenção de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código do Financiamento 001.

Sumário

LISTA DE TABELAS	I
LISTA DE FIGURAS	II
RESUMO	IV
SUMMARY	V
INTRODUÇÃO GERAL	VI
REFERÊNCIAS	VII
CAPÍTULO 1: BREVE PANORAMA DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA NA ESTRADA PARQUE SERRA DA MACACA (SP-139), SÃO PAULO	1
1.1 INTRODUÇÃO	2
1.2 OBJETIVOS	4
1.3 REVISÃO DA LITERATURA	6
1.3-1 <i>Porque os atropelamentos ocorrem?</i>	6
1.3-2 <i>Dimensão socioeconômica</i>	7
1.4 MATERIAL E MÉTODOS	10
1.5 RESULTADOS	14
1.6 DISCUSSÃO	20
1.7 CONCLUSÕES	24
1.8 REFERÊNCIAS	26
1.9 TRABALHO CIENTÍFICO	31
CAPÍTULO 2: MAMÍFEROS NÃO VOADORES DA ESTRADA PARQUE SERRA DA MACACA (SP-139), SÃO PAULO	32
2.1 INTRODUÇÃO	33
2.2 OBJETIVOS	36
2.3 REVISÃO DA LITERATURA	38
2.3-1 <i>Inventário de mamíferos</i>	38
2.3-2 <i>Mamíferos em Áreas Protegidas</i>	39
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	42
2.5 RESULTADOS	46
2.6 DISCUSSÃO	52
2.7 CONCLUSÕES	56
2.8 REFERÊNCIAS	58
2.9 TRABALHO CIENTÍFICO	62
CAPÍTULO 3: USO DE PONTES E GALERIAS RODOVIÁRIAS POR TETRÁPODES TERRESTRES NO PARQUE ESTADUAL CARLOS BOTELHO, SÃO PAULO	63
3.1 INTRODUÇÃO	64
3.2 OBJETIVOS	66
3.3 REVISÃO DA LITERATURA	68
3.3-1 <i>Medidas preventivas às colisões entre veículos e animais silvestres</i>	68
3.3-2 <i>Efetividade das passagens inferiores de fauna</i>	69
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	72
3.5 RESULTADOS	77
3.6 DISCUSSÃO	84
3.7 CONCLUSÕES	87
3.8 REFERÊNCIAS	89
3.9 TRABALHO CIENTÍFICO	93
CONCLUSÃO GERAL	94
ANEXOS	95

Lista de Tabelas

TABELA 1. Lista de vertebrados terrestres encontrados mortos na Estrada Parque (SP-139), número de registros (N) e a frequência relativa (%). Dados regionais (SP) de acordo com o Decreto Estadual nº 63.853 de 2018 (espécies ameaçadas no Estado de São Paulo) e Dados do Brasil (BR) a partir de ICMBIO (2018); Cr/N = Crepuscular/Noturno; D = Diurno; N = Noturno; LC = De menor risco; NT = Quase Ameaçada; VU = Vulnerável e X = Exótica.14

TABELA 2. Lista dos mamíferos não voadores registrados na Estrada Parque (SP-139), incluindo os seus respectivos estados de conservação para o Estado de São Paulo (São Paulo, 2018), em que: Af = Armadilha fotográfica, Bv = Busca visual; VU = Vulnerável; EN = Em Perigo; NT = Quase ameaçada; † = Espécies com registro de atropelamento no trecho; Cr/N = Crepuscular/Noturno; D = Diurno; N = Noturno.47

TABELA 3. Índice de diversidade de Shannon-Wiener calculado para as comunidades de mamíferos não voadores que ocorrem na Estrada Parque (SP-139).....50

TABELA 4. Listagem taxonômica (classe, ordem, família e espécie), forma de registro, abundância de indivíduos, riqueza de espécies e diversidade de Simpson (1 – D) para os tetrápodes terrestres amostrados nas passagens inferiores de fauna da Estrada Parque (SP-139). Af = Armadilha fotográfica, P = Pegada. *Espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo (São Paulo, 2018).77

Lista de Figuras

- FIGURA 1.** Mapa de localização da Área de Estudo. Destaque para a rodovia SP-139 que atravessa o Parque Estadual Carlos Botelho (PECB). Fonte: imagem gerada com base em Sistema de Informação Geográfica (SIG).11
- FIGURA 2.** Proporção dos atropelamentos entre os grupos faunísticos amostrados na Estrada Parque (SP-139).16
- FIGURA 3.** Proporção das espécies atropeladas, de acordo com seus diferentes tipos de hábito. Cr/N = Crepuscular/Noturno; D = Diurno e N = Noturno.....16
- FIGURA 4.** Correlação entre a quantidade de atropelamentos e o tráfego de veículos da Estrada Parque (SP-139): $r = 0,676$ e $p = 0,015$17
- FIGURA 5.** Média (pontos) e erro padrão (barras) para o fluxo de veículos registrado na Estrada Parque (SP-139) entre Novembro de 2015 e Outubro de 2016. As diferenças são estatisticamente significativas pelo teste T ($t = - 2.765$, g.l. = 10, $p = 0,02$).....18
- FIGURA 6.** Sazonalidade dos atropelamentos. Endotérmicos = aves e mamíferos. Ectotérmicos = anfíbios e répteis.18
- FIGURA 7.** Localização dos 16 pontos amostrados pelo método de armadilhas fotográficas, ao longo da Estrada Parque (SP-139). Fonte: imagem gerada com base em Sistema de Informação Geográfica (SIG).44
- FIGURA 8.** Registros dos mamíferos não voadores na Estrada Parque (SP-139). a = paca (*Cuniculus paca*), b = anta (*Tapirus terrestris*), c = mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), d = jaguatirica (*Leopardus pardalis*), e = veado-mateiro-pequeno (*Mazama bororo*), f = macaco-prego (*Sapajus nigritus*), g = caxinguelê (*Guerlinguetus brasiliensis*), h = cuíca-de-quatro-olhos (*Philander quica*), i = gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), j = suçuarana (*Puma concolor*).48
- FIGURA 9.** Curva de rarefação da riqueza de espécies de mamíferos não voadores registrados através de Buscas visuais e Armadilhas fotográficas na Estrada Parque (SP-139).49
- FIGURA 10.** Dendrograma de UPGMA baseado no índice de dissimilaridade de espécies entre as quatro campanhas amostrais (1^aC = Mar / 2018, 2^aC = Jul / 2018, 3^aC = Nov / 2018 e 4^aC = Fev / 2019) realizadas na Estrada Parque (SP-139).50
- FIGURA 11.** Localização das 12 passagens inferiores de fauna ao longo da SP-139 no Parque Estadual Carlos Botelho (PECB). Fonte: imagem gerada com base em Sistema de Informação Geográfica (SIG).74
- FIGURA 12.** Passagens inferiores de fauna existentes ao longo da Estrada Parque (SP-139). P1 – galeria circular (Km 46+800), P2 – ponte (Km 56+200), P3 – galeria retangular (Km 56+620), P4 – galeria retangular (Km 58+714), P5 – ponte (km 60+300), P6 – ponte (Km 61+300), P7 – ponte (Km 64+660), P8 – ponte (Km 67+100), P9 – ponte (Km 69+710), P10 – ponte (Km 73+850), P11 – ponte (Km 76+200) e P12 – galeria circular (Km 76+860).75

FIGURA 13. Imagens de tetrápodes obtidas nas passagens inferiores de fauna da Estrada Parque (SP-139). a) jaguatirica (*Leopardus pardalis*), b) saracura (*Aramides saracura*), c) mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), d) tovaca-campainha (*Chamaeza campanisona*), e) uru (*Odontophorus capueira*), f) anta (*Tapirus terrestris*), g) veado (*Mazama sp.*), h) paca (*Cuniculus paca*), i) lontra (*Lontra longicaudis*), j) cuíca-de-quatro-olhos (*Philander quica*), k) teiu (*Salvator merianae*), l) sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), m) cuíca-d'água (*Chironectes minimus*).....79

FIGURA 14. Diagrama de Whittaker (ou de dominância) para as espécies de tetrápodes amostradas nas passagens inferiores da Estrada Parque (SP-139), em que: sp1 = saracura (*Aramides saracura*), sp2 = tavoca-campainha (*Chamaeza campanisona*), sp3 = cuíca-d'água (*Chironectes minimus*), sp4 = paca (*Cuniculus paca*), sp5 = tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), sp6 = gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), sp7 = caxinguelê (*Guerlinguetus brasiliensis*), sp8 = jaguatirica (*Leopardus pardalis*), sp9 = lontra (*Lontra longicaudis*), sp10 = veado (*Mazama sp.*), sp11 = uru (*Odontophorus capueira*), sp12 = cuíca-de-quatro-olhos (*Philander quica*), sp13 = mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), sp14 = teiu (*Salvator merianae*), sp15 = anta (*Tapirus terrestris*) e sp16 = sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*).....80

FIGURA 15. Média (ponto) e erro padrão (barra) para as riquezas de tetrápodes observadas nas passagens inferiores da Estrada Parque (SP-139), de acordo com o tipo de margem. As diferenças não são estatisticamente significativas pelo teste T ($t = -1,813$, g.l. = 10, $p = 0,100$).81

FIGURA 16. Boxplot da variação das abundâncias de indivíduos registradas nos dois grupos de passagens inferiores analisados da Estrada Parque (SP-139). A diferença estatística não foi significativa pelo teste de Mann-Whitney ($p = 0,373$).81

FIGURA 17. Correlação entre a diversidade de espécies e a altitude das passagens inferiores da Estrada Parque (SP-139): $r = 0,892$ e $p < 0,05$82

ALVES, F. A. Avaliação dos impactos da rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) São Paulo, sobre os animais silvestres do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB). Botucatu, 2021. 109p. Dissertação (Mestrado em Animais Selvagens – Clínica, Conservação e preservação) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Animais silvestres são vulneráveis aos impactos rodoviários, mesmo em Unidades de Conservação. De um modo geral, há pouco conhecimento sobre o impacto das rodovias na fauna silvestre de áreas protegidas. O Parque Estadual Morro do Diabo é uma das poucas exceções. Lá o problema dos atropelamentos que ocorrem na rodovia Arlindo Bettio (SP-613) vem sendo monitorado há décadas. A rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) atravessa o Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), que foi criado em 1982 para assegurar integral proteção à biota e belezas cênicas do bioma Mata Atlântica, no sudeste do Estado de São Paulo. Foram feitas amostragens periódicas durante um ano, a fim de quantificar e qualificar as fatalidades decorrentes de colisões entre veículos e a fauna, evidenciar os mamíferos não voadores que se deslocam pela via e inventariar os tetrápodes terrestres nas passagens inferiores instaladas nas APPs de curso d'água. Paralelamente, a Fundação Florestal disponibilizou dados de atropelamentos coletados pelo seu serviço de fiscalização, como forma de complementar as análises. Genericamente, as metodologias empregadas consistiram na realização de buscas ativas e utilização de armadilhas fotográficas. Os resultados encontrados ajudaram a dimensionar a magnitude do conflito ambiental local gerado pela atividade de transportes. Verificou-se a ocorrência de um padrão sazonal nas estatísticas de atropelamentos para a herpetofauna, apesar do baixo número global de eventos registrados. Embora os pontos adotados como passagens inferiores tenham concentrado intensa movimentação de exemplares faunísticos, constatou-se que a principal medida mitigadora já implementada no Parque é a interrupção noturna do tráfego de veículos. Diversas espécies de mamíferos não voadores deslocam-se pela via, dentre os quais felinos e ungulados de médio e grande porte.

Palavras-chave: Fauna silvestre; Ecologia de Rodovias; Unidades de Conservação; Passagens inferiores; Atropelamentos de fauna.

ALVES, F. A. Evaluation of the impacts of the Nequinho Fogaça road (SP-139) São Paulo, on the wildlife at Carlos Botelho State Park (PECB). Botucatu, 2021. 107p. Dissertação (Mestrado em Animais Selvagens – Clínica, Conservação e preservação) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

SUMMARY

Wildlife are vulnerable to roadkill even within protected areas. In general, there is little knowledge about the impact of highways on wildlife in protected areas. Morro do Diabo State Park is perhaps an exception. There, the problem with the roadkill that occur on the Arlindo Bettio highway (SP-613) has been monitored for decades. The Brazilian highway “Nequinho Fogaça” (SP-139) crosses the “Carlos Botelho” State Park, which was created in 1982 to ensure the complete protection of the flora, fauna and natural scenery of Atlantic Forest in the southeastern part of the State of São Paulo, Brazil. Periodic statistical samples were collected over a period of one year to quantify and qualify any fatalities caused by collisions between vehicles and animals, as well as identify the non-volant mammals that cross the road, and catalogue the terrestrial tetrapods using the underpass installed in the permanent protection zones, near water courses. In parallel, the Foundation for Forest Conservation in the State of São Paulo (*Fundação Florestal*) provided roadkill data collected by the surveillance service of the “Carlos Botelho” State Park in order to supplement the analysis. In general, the methodologies employed in the study consisted in active searches and the use of camera traps. The results found have helped gauge the magnitude of the environmental conflict created by transportation activities. A seasonal pattern was observed in the roadkill statistics for amphibians and reptiles, despite the low total number of events registered. Even though the underpass registered an intense flow of animals passing through, the main preventive measure adopted in the reserve has proven to be the interruption of traffic in the highway during nighttime. Several species of non-volant mammals have been identified crossing the road, including medium and large sized felines and ungulates.

Keywords: Wildlife; Road Ecology; Protected Areas; Underpass; Roadkill.

INTRODUÇÃO GERAL

As rodovias são sinônimos de desenvolvimento socioeconômico (BAGER e FONTOURA, 2013). Apesar disso, afetam os ecossistemas aquáticos e terrestres de sete maneiras distintas: (1) aumento da taxa de mortalidade de espécimes faunísticos devido à construção e expansão da malha rodoviária, (2) aumento da mortalidade devido à colisão com veículos, (3) modificação do comportamento animal, (4) alteração física do ambiente, (5) alteração química do ambiente, (6) dispersão de espécies exóticas, e (7) uso e ocupação de habitats por humanos (TROMBULAK e FRIESSEL, 2000).

Pode haver sobreposição destes impactos e apesar da dificuldade de individualizar a base causal de cada exemplo, tais categorias servem de referência para distinguir o que é conhecido e o que é desconhecido a respeito dos efeitos ecológicos das rodovias (COFFIN, 2007).

A rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) foi construída em 1942, como via não pavimentada de mão simples, que servia de ligação entre o planalto (São Miguel Arcanjo, no Alto Paranapanema) e a planície costeira (Sete Barras, no Vale do Ribeira do Iguape). Essa rodovia intercepta o Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), Unidade de Conservação em regime de proteção integral da Mata Atlântica, onde ocorrem espécies da fauna raras e endêmicas (BEISIEGEL, 1999), como o macaco-muriqui (*Brachyteles arachnoides*), maior primata da América, que está ameaçado de extinção.

O projeto de pavimentação e implantação de melhorias da SP-139, sob a responsabilidade do Departamento de Estradas de Rodagem (DER/SP), foi discutido no âmbito do Plano de Manejo do Parque, ocasião na qual se decidiu pela sua realização, considerando que as melhorias contribuiriam para o aprimoramento da fiscalização e da visitação ao PECB. As obras tiveram início em outubro de 2013 e foram concluídas em novembro de 2015.

A recuperação da Estrada Parque Serra da Macaca, denominação popular do trecho de 33 Km da rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) que corta o Parque Estadual Carlos Botelho, deu-se mediante a realização de obras de pavimentação ecológica, implantação de sistema de drenagem, regularização de encostas e instalação de defensas metálicas. A pavimentação ecológica consistiu na aplicação bloquetes intertravados, os quais permitem maior

escoamento da água da chuva, conservam menos calor e são de fácil manutenção.

A Estrada Parque (SP-139), por estar instalada em uma região de ambientalmente sensível, foi contemplada com um grande conjunto de medidas preventivas ao atropelamento de fauna. Assim, a presença de 16 passagens aéreas (pontes de dossel), 12 passagens inferiores, inúmeras lombadas, sinalização vertical ampla, velocidade máxima permitida de 40 Km/h e o fechamento noturno da via, visam a assegurar a sustentabilidade do tráfego diário de veículos.

O presente estudo é um desdobramento de exigências exaradas do processo de licenciamento da rodovia. Desta forma, para apresentação dos resultados da Dissertação foram estabelecidos três capítulos relativos ao desenvolvimento dos artigos científicos, incluindo:

- **Capítulo 1:** Breve panorama dos atropelamentos de fauna na Estrada Parque Serra da Macaca (SP-139), São Paulo;
- **Capítulo 2:** Mamíferos não voadores da Estrada Parque Serra da Macaca (SP-139), São Paulo;
- **Capítulo 3:** Uso de pontes e galerias rodoviárias por tetrápodes terrestres no Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo.

REFERÊNCIAS

Bager A, Fontoura V. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. *Ecol Eng* 2013; 53: 31-38.

Beisiegel BM. Contribuição ao estudo da história natural do cachorro-do-mato, *Cerdocyon thous*, e do cachorro vinagre, *Speothos venaticus*. São Paulo. Tese [Doutorado em Psicologia] – Universidade de São Paulo, 1999.

Coffin AW. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *J Transp Geogr* 2007 Sep; 15 (5): 396-406.

Trombulak SC, Frissell CA. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conserv Biol* 2000 Feb; 14: 18-30.

**CAPÍTULO 1: BREVE PANORAMA DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA NA
ESTRADA PARQUE SERRA DA MACACA (SP-139), SÃO PAULO**

INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

O efeito adverso do transporte rodoviário sobre as populações animais é fácil de ser constatado – seja em áreas urbanizadas, zonas rurais ou em ambientes conservados – por meio da detecção de carcaças pertencentes a uma ampla variedade de espécies (SEILER e HELLDIN, 2006). Essas carcaças, provenientes de interações letais com veículos, são o resultado dos atropelamentos (HOBDAY e MINSTRELL, 2008).

As fatalidades decorrentes do tráfego de veículos são atualmente consideradas a principal fonte não natural de mortalidade da fauna silvestre (SAÉNZ-DE-SANTA-MARÍA e TELLERÍA, 2015). Tal externalidade afeta as populações animais em diferentes escalas (MADSEN, 2002), levando à simplificação de comunidades e, até mesmo, extinção local de espécies (JACKSON e FAHRIG, 2011).

Embora exista grande quantidade de pesquisas já realizadas nessa área, muitos dos resultados não passam de meras descrições de casos isolados (CLEVINGER et al., 2003), sendo que questões gerais ainda carecem de respostas basilares para um melhor ajustamento ambiental da infraestrutura rodoviária (SEILER, 2001).

A coleta padronizada de dados permite a realização de estudos ecológicos variados (SCHWARTZ et al., 2020). Contudo, na prática, o monitoramento dos atropelamentos ainda esbarra em limitações operacionais. Soluções inusitadas estão aparecendo, como o uso de “smartphones”, capazes de transformar quaisquer usuários das rodovias em potenciais “cientistas cidadãos” (VERCAYIE e HERREMANS, 2015), a partir do envio do registro de carcaças (fotos e coordenadas geográficas) para um banco de dados que esteja apto a gerenciá-los (FREITAS e BARSZCZ, 2015).

OBJETIVOS

1.2 OBJETIVOS

O trabalho teve por objetivo avaliar as fatalidades ocasionadas por atropelamentos de vertebrados terrestres, com base nos seguintes aspectos:

- a) Quantificar e qualificar os eventos;
- b) Identificar os principais fatores predisponentes e avaliar a importância da interdição noturna do tráfego de veículos.

REVISÃO DA LITERATURA

1.3 REVISÃO DA LITERATURA

1.3-1 Porque os atropelamentos ocorrem?

O atropelamento de fauna é o resultado da combinação de uma rede intrincada de fatores, sendo o volume de tráfego, a estrutura da paisagem e a atividade animal os mais proeminentes (CLEVENGER et al., 2003; LESTER, 2015). Segundo um levantamento feito pelo Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), mais de dois milhões de animais de médio e grande porte morrem atropelados por ano no Brasil (CBEE, 2021). Variações temporais indicaram a existência de uma associação entre picos sazonais de atropelamentos, dispersão de indivíduos jovens e movimentos migratórios (D'AMICO et al., 2015; CANAL et al., 2018). Igualmente, a análise das variáveis espaciais é outro elemento crucial para a investigação das relações de causa e efeito desse fenômeno (COELHO et al., 2008).

A intensidade de tráfego contribui significativamente para o declínio de populações locais, como demonstrado por Fahrig et al. (1995), ao estudarem a abundância de anfíbios, sob o ponto de vista da ecologia de estradas. No que diz respeito à velocidade veicular, a remoção vegetal e limpeza da faixa de domínio parecem ser procedimentos indispensáveis para se evitar atropelamentos, pois impedem a formação de ambientes favoráveis à aproximação de inúmeras espécies de vertebrados (CLEVENGER et al., 2003), e ao mesmo tempo melhora a visibilidade dos condutores.

Não raramente, o modo reprodutivo dos anfíbios e a sua forma de exploração dos recursos envolve habitats contíguos, que, se porventura, estiverem fragmentados por uma rodovia, configuram um cenário profícuo para a depleção dos batráquios (BRAZ e FRANÇA, 2016). Por outro lado, répteis

costumeiramente beneficiam-se do calor acumulado durante o dia em superfícies asfálticas para termorregular, exibindo assim um padrão comportamental pernicioso, que aumenta o risco de fatalidades (FAHRIG et al., 1995).

Muitos mamíferos de médio e grande porte são generalistas no uso da paisagem (BOCCHIGLIERI et al., 2010) e, portanto, menos dependentes de condições ambientais específicas. Assim, espécies que têm o hábito de forragear nas bordas das rodovias (COFFIN, 2007) são presumivelmente mais susceptíveis. Por sua vez, de acordo com Alves da Rosa e Bager (2012) as taxas de atropelamentos de aves podem ser influenciadas tanto pela sazonalidade como pelo tipo de habitat atravessado pelas rodovias, tendo ainda os autores relacionado as fatalidades observadas com o período de colheita e transporte de grãos.

1.3-2 Dimensão socioeconômica

Além do caráter ecológico, os atropelamentos de fauna também possuem um forte viés socioeconômico. Freitas e Barzcz (2015) avaliaram acidentes oriundos da interação entre animais e veículos, sob o enfoque em epígrafe. Para tanto, lançaram mão de notícias disponíveis na *internet*, de todo o território brasileiro. Dos 125 acidentes analisados houve 66 óbitos de pessoas, números que dão claramente a dimensão do infortúnio. Embora os acidentes com a fauna doméstica tenham sido mais corriqueiros, os acidentes com animais silvestres resultaram em maior quantidade de pessoas mortas, sobretudo aqueles provocados por capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*).

Segundo Seiler (2005), acidentes com alces (*Alces alces*) são uma grave questão de segurança na Suécia, com cerca de 4.500 acidentes ao ano. Lá, o crescimento das colisões com ungulados está ligado ao avultamento do tráfego, bem como à alta densidade, tanto dos alces como das corças (*Capreolus capreolus*). Para chegar a tais constatações foram empregadas técnicas de

sensoriamento remoto, atreladas a dados de volume de tráfego, estimativas de abundância animal e estatísticas de atropelamentos.

De acordo com Langley et al. (2006) a compreensão dos riscos é pré-requisito para a adoção de medidas de segurança. Por meio da sua pesquisa os autores reiteraram que cuidados triviais como direção defensiva, uso de cinto de segurança e capacete são suficientes para diminuir a extensão dos danos físicos e materiais acarretados, se não para evitá-los. A presença de animais na pista pode ainda causar acidentes indiretamente, quando motoristas tentam fazer manobras de desvio e acabam se chocando contra obstáculos, ou até mesmo capotando seus veículos (NAJM et al., 2003).

Huijser et al. (2009) sugeriram que os benefícios trazidos pela adoção de medidas mitigadoras ao atropelamento de fauna superam os custos da sua implantação, tomando como parâmetro os gastos totais decorrentes deste tipo de acidente. Os autores deduziram que em muitas rodovias dos Estados Unidos e do Canadá, com o enfrentamento adequado do problema é possível, ao mesmo tempo, economizar recursos e preservar vidas. Estimar a relevância das colisões entre animais e veículos não é algo intuitivo de se fazer, e requer a integração de estudos multidisciplinares. Os resultados dependem muito dos critérios escolhidos (SEILER e HELDIN, 2006). Achar um equilíbrio entre as muitas variáveis e interesses envolvidos é um desafio adicional na tomada de decisão (LESTER, 2015).

O Parque Estadual Morro do Diabo, uma das maiores reservas de Mata Atlântica do interior do Estado de São Paulo, é segmentado em um trecho de 14 Km pela rodovia Arlindo Bettio (SP-613) (SIMA, 2020). Tal rodovia possui grande valor econômico e social para a região do Pontal do Paranapanema. Por esse motivo, lá é inviável de se realizar a interrupção noturna do fluxo de veículos. No caso do trecho de 14 Km da Rodovia Arlindo Bettio (SP-613), a exemplo do que ocorre no Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), também há uma gestão conjunta entre o Departamento de Estradas de Rodagem (DER/SP) e a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA), na busca pela mitigação dos impactos ambientais acarretados sobre a fauna. Neste contexto, diversas medidas mitigadoras já foram adotadas. Houve uma redução nas estatísticas de atropelamentos (SIMA, 2020), mas apesar disso, a rodovia permanece sob constante vigilância.

MATERIAL E MÉTODOS

1.4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP / Câmpus de Botucatu), sob o Protocolo CEUA nº 0127/2019 deliberado em 11/09/2019 (Anexo I), e pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O projeto também obteve aprovação junto à Comissão Técnico-Científica do Instituto Florestal – Carta Cotec nº 485/2019 (Anexo II), além de estar devidamente inserido no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado – Cadastro SisGen nº A18FA6A (Anexo III).

O Parque Estadual Carlos Botelho (PECB) (24° 08' S e 47° 58' W), localiza-se no sudeste do estado de São Paulo (Figura 1) e possui 38.705,440 ha recobertos predominantemente por Floresta Ombrófila Densa. A unidade foi reconhecida como “Sítio do Patrimônio Mundial Natural” pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). O PECB, juntamente com o Parque Estadual de Intervales, o Parque Estadual Turístico do Alto do Ribeira (PETAR) e a Estação Ecológica de Xitué, compõe o Continuum Florestal da Serra de Paranapiacaba, totalizando aproximadamente 120.000 ha de Mata Atlântica protegida (BROCARDI et al., 2012).

Predomina na região o clima mesotérmico úmido, sem estação seca definida. As médias anuais de temperatura e precipitação variam de 15 a 19 °C e de 1.475 a 2.582 mm, respectivamente (BEISIEGEL, 1999). A topografia acidentada abrange altitudes que vão de 30 a 1.020 m. A Estrada Parque Serra da Macaca claramente reflete esse gradiente altitudinal.

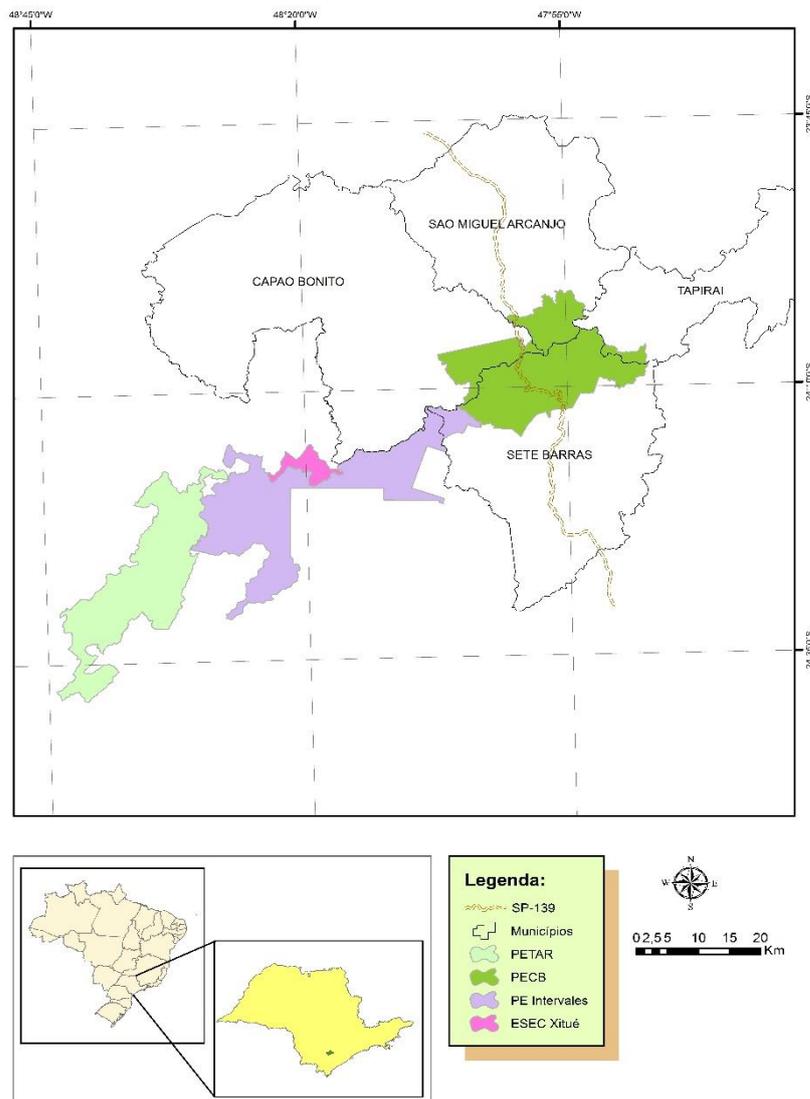


FIGURA 1. Mapa de localização da Área de Estudo. Destaque para a rodovia SP-139 que atravessa o Parque Estadual Carlos Botelho (PECB). Fonte: imagem gerada com base em Sistema de Informação Geográfica (SIG).

De março de 2018 a fevereiro de 2019 foram realizadas quatro incursões a campo, que tiveram duração de 10 dias consecutivos. O trecho rodoviário de pista simples foi percorrido com automóvel em ambos os sentidos, a uma velocidade constante de 20 km/h. Dois observadores estiveram presentes e as amostragens ocorreram no período matutino (entre 6:00 h e 9:30 h). Caminhadas aleatórias auxiliaram na busca por carcaças e animais feridos, eventualmente ocultos na borda da mata. A coleta de dados focalizou a data e a localização geográfica de cada evento.

A identificação taxonômica dos registros e a definição dos seus respectivos padrões de atividade foram feitas com base na literatura de referência, e em banco de dados disponível na *internet* (DEVELEY e ENDRIGO, 2004; MARQUES et al., 2005; REIS et al., 2009; WIKIAVES, 2021). Também foram feitas consultas a pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (UNESP), sempre que necessárias. Ademais, a nomenclatura das espécies de aves seguiu a Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PIACENTINI et al., 2015), ao passo que a das espécies de anfíbios e répteis seguiu a lista de espécies de anfíbios e répteis do Brasil (SBH, 2021). Já a nomenclatura dos mamíferos não voadores está de acordo com a lista de mamíferos do Brasil, elaborada pelo Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SMMz) (ABREU et al., 2021).

Utilizou-se o teste de Correlação de Pearson para correlacionar o número de atropelamentos com o fluxo de veículos. O tráfego na Estrada Parque (SP-139) foi mensurado pela administração do PECB, ao longo de um ano. Para fins de padronização deste teste de correlação, os registros de atropelamentos considerados foram recortados também para o intervalo de um ano. Adicionalmente, cumpre clarificar que a Fundação Florestal disponibilizou dados de atropelamentos coletados pelo serviço de fiscalização da UC, desde a inauguração do trecho revitalizado da rodovia.

A variação periódica no fluxo de veículos da Estrada Parque (SP-139) foi comparada através do teste T de Student bicaudal, considerando um nível de significância de 5%. Os pressupostos de normalidade e de homogeneidade das variâncias foram verificados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa “R” v. 3.5.1 (RSTUDIO TEAM, 2020).

Por último, avaliou-se a distribuição sazonal, por meio das fatalidades pelo teste do qui-quadrado.

RESULTADOS

1.5 RESULTADOS

Durante o período estudado apurou-se a morte de 80 vertebrados terrestres devido às colisões com veículos. A maioria dos atropelamentos (n = 64) foi registrada pelos profissionais da Fundação Florestal, ao passo que 16 atropelamentos foram registrados por meio das incursões a campo. Do total, 51 (63,75%) animais pertenciam a 27 espécies diferentes, sendo que 25 (31,25%) exemplares não puderam ser identificados além do nível de classe, porque suas carcaças estavam muito deterioradas ou em estágio avançado de decomposição, sobretudo répteis (n = 19, 23,75%). Outros quatro (5%) indivíduos somente foram reconhecidos até o nível de gênero (Tabela 1).

TABELA 1. Lista de vertebrados terrestres encontrados mortos na Estrada Parque (SP-139), número de registros (N) e a frequência relativa (%). Dados regionais (SP) de acordo com o Decreto Estadual nº 63.853 de 2018 (espécies ameaçadas no Estado de São Paulo) e Dados do Brasil (BR) a partir de ICMBIO (2018); Cr/N = Crepuscular/Noturno; D = Diurno; N = Noturno; LC = De menor risco; NT = Quase Ameaçada; VU = Vulnerável e X = Exótica.

Táxon	Nome popular	N	%	Hábito	Ameaça	
					SP	BR
AVES						
Cracidae						
<i>Penelope obscura</i> Temminck, 1815	jacuguaçu	2	2,5	D	NT	LC
Rallidae						
<i>Aramides saracura</i> Spix, 1825	saracura-do-mato	1	1,25	D	LC	LC
Strigidae						
<i>Pulsatrix koeniswaldiana</i> Bertoni & Bertoni, 1901	murucututu-de-barriga-amarela	1	1,25	N	LC	LC
Trogonidae						
<i>Trogon rufus</i> Gmelin, 1788	surucuá-dourado	1	1,25	D	LC	LC
Ramphastidae						
<i>Ramphastos dicolorus</i> Linnaeus, 1766	tucano-de-bico-verde	1	1,25	D	LC	LC
AMPHIBIA						
Bufonidae						
<i>Rhinella icterica</i> Spix, 1824	sapo-cururu	1	1,25	D	LC	LC
<i>Rhinella ornata</i> Spix, 1824	sapo-cururuzinho	1	1,25	D	LC	LC

TABELA 1. Lista de vertebrados terrestres encontrados mortos na Estrada Parque (SP-139), número de registros (N) e a frequência relativa (%). Dados regionais (SP) de acordo com o Decreto Estadual nº 63.853 de 2018 (espécies ameaçadas no Estado de São Paulo) e Dados do Brasil (BR) a partir de ICMBIO (2018); Cr/N = Crepuscular/Noturno; D = Diurno; N = Noturno; LC = De menor risco; NT = Quase Ameaçada; VU = Vulnerável e X = Exótica.

Táxon	Nome popular	N	%	Hábito	Ameaça	
					SP	BR
REPTILIA						
Teiidae						
<i>Salvator merianae</i> Duméril & Bibron, 1839	lagarto-teiú	9	11,25	D	LC	LC
Viperidae						
<i>Bothrops jararaca</i> Wied, 1824	jararaca	6	7,5	D	LC	LC
Colubridae						
<i>Chironius bicarinatus</i> Wied, 1820	cobra-cipó	1	1,25	D	LC	LC
<i>Spilotes pullatus</i> Linnaeus, 1758	caninana	2	2,5	D	LC	LC
Dipsadidae						
<i>Imantodes cenchoa</i> Linnaeus, 1758	dormideira	1	1,25	N	LC	LC
<i>Erythrolamprus aesculapii</i> Linnaeus, 1766	falsa-coral	1	1,25	D	LC	LC
<i>Xenodon newwiedii</i> Günther, 1863	boipeva	1	1,25	D	LC	LC
Elapidae						
<i>Micrurus corallinus</i> Merrem, 1820	cobra-coral	2	2,5	D	LC	LC
MAMMALIA						
Didelphidae						
<i>Didelphis aurita</i> Wied-Neuwied, 1826	gambá-de-orelhas-pretas	3	3,75	N	LC	LC
<i>Didelphis</i> sp.	gambá	3	3,75	-	-	-
<i>Philander quica</i> Temminck, 1824	cuíca-de-quatro-olhos	4	5	N	LC	LC
Myrmecophagidae						
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758	tamanduá-bandeira	1	1,25	Cr/N	VU	VU
<i>Tamandua tetradactyla</i> Linnaeus, 1758	tamanduá-mirim	1	1,25	Cr/N	LC	LC
Dasypodidae						
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	tatu-galinha	2	2,5	Cr/N	LC	LC
Cervidae						
<i>Mazama bororo</i> Duarte, 1996	veado-mateiro-pequeno	1	1,25	Cr/N	VU	VU
<i>Mazama</i> sp.	veado	1	1,25	-	-	-
Cebidae						
<i>Sapajus nigritus</i> Goldfuss, 1809	macaco-prego	2	2,5	D	LC	LC
Procyonidae						
<i>Nasua nasua</i> Linnaeus, 1766	quati	1	1,25	D	LC	LC
Cricetidae						
<i>Oligoryzomys flavescens</i> Waterhouse, 1837	rato-do-mato	1	1,25	Cr/N	LC	LC
Cuniculidae						
<i>Cuniculus paca</i> Linnaeus, 1766	paca	1	1,25	N	NT	LC
Sciuridae						
<i>Guerlinguetus brasiliensis</i> Gmelin, 1788	caxinguelê	2	2,5	D	LC	LC
Leporidae						
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	lebre-comum	1	1,25	Cr/N	X	X

Conforme a Figura 2, os répteis representaram a maior quantidade dos atropelamentos (53%), seguidos pelos mamíferos (31%), aves (9%) e anfíbios (7%). Por sua vez, em relação ao padrão de atividade, dentre as espécies que foram identificadas, nota-se uma proporção maior nas amostras daquelas de hábito diurno (48%), sendo que as espécies predominantemente noturnas representaram cerca de 30% dos registros e as de hábito crepuscular / noturno, 22% (Figura 3).

Representatividade das Classes taxonômicas

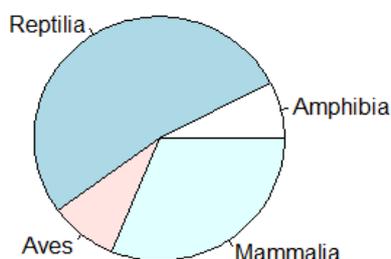


FIGURA 2. Proporção dos atropelamentos entre os grupos faunísticos amostrados na Estrada Parque (SP-139).

Padrão de atividade das espécies amostradas

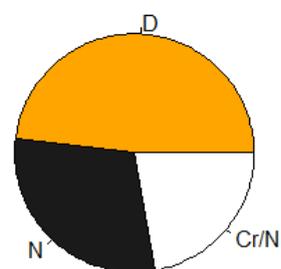


FIGURA 3. Proporção das espécies atropeladas, de acordo com seus diferentes tipos de hábito. Cr/N = Crepuscular/Noturno; D = Diurno e N = Noturno.

As espécies encontradas com maior frequência foram o lagarto-teiu (*Salvator merianae*) com nove indivíduos (11,25%), a jararaca (*Bothrops jararaca*) com seis indivíduos (7,5%) e a cuíca-de-quatro-olhos (*Philander frenatus*) com quatro indivíduos (5%).

Identificou-se uma correlação linear positiva ($r = 0,675$ e $p = 0,015$) entre o fluxo de veículos na Estrada Parque (SP-139) e a quantidade de atropelamentos de animais silvestres (Figura 4).

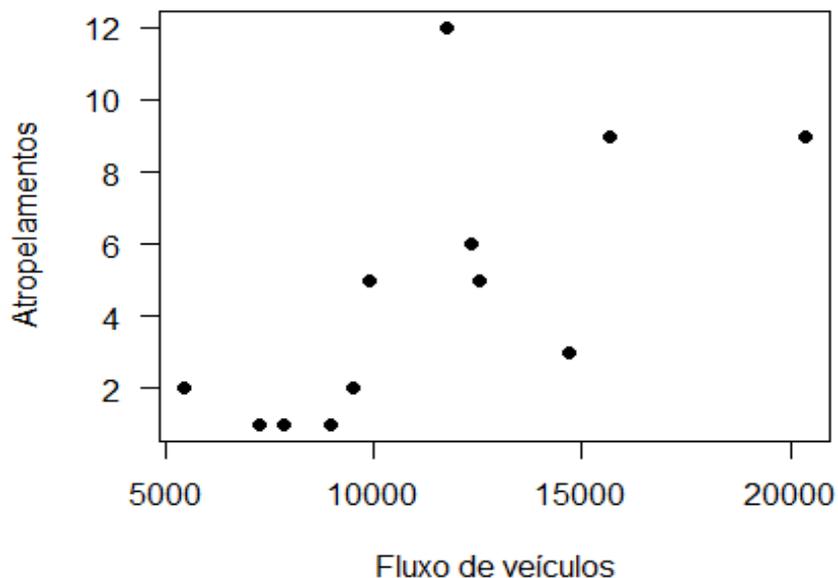


FIGURA 4. Correlação entre a quantidade de atropelamentos e o tráfego de veículos da Estrada Parque (SP-139): $r = 0,676$ e $p = 0,015$.

Em média, no período Primavera / Verão trafegaram cerca de 5.210 veículos a mais do que no Outono / Inverno (Figura 5), resultado significativo pelo teste T ($t = -2,765$, g.l. = 10, $p = 0,019$). A incidência dos atropelamentos, de acordo com a temperatura corpórea dos vertebrados, também foi significativamente diferente ($X^2 = 4,909$; gl = 1; $p = 0,027$) para os períodos estacionais avaliados (Figura 6).

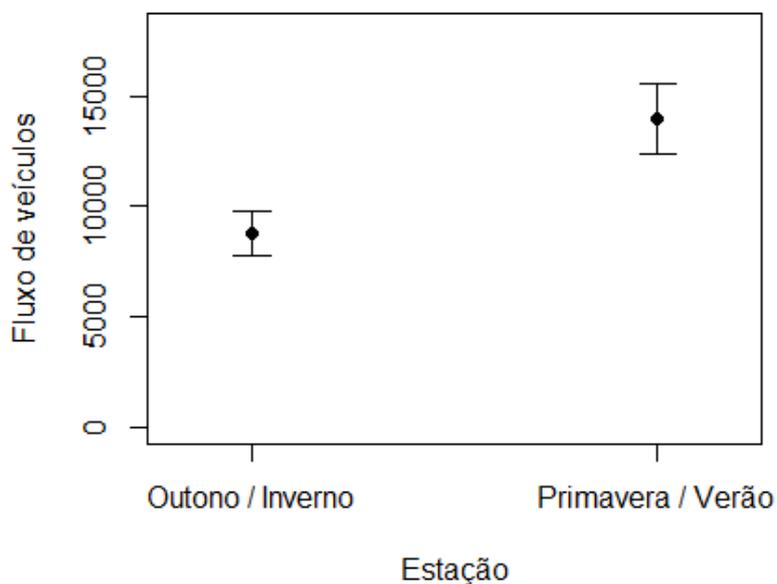


FIGURA 5. Média (pontos) e erro padrão (barras) para o fluxo de veículos registrado na Estrada Parque (SP-139) entre Novembro de 2015 e Outubro de 2016. As diferenças são estatisticamente significativas pelo teste T ($t = -2.765$, g.l. = 10, $p = 0,02$).

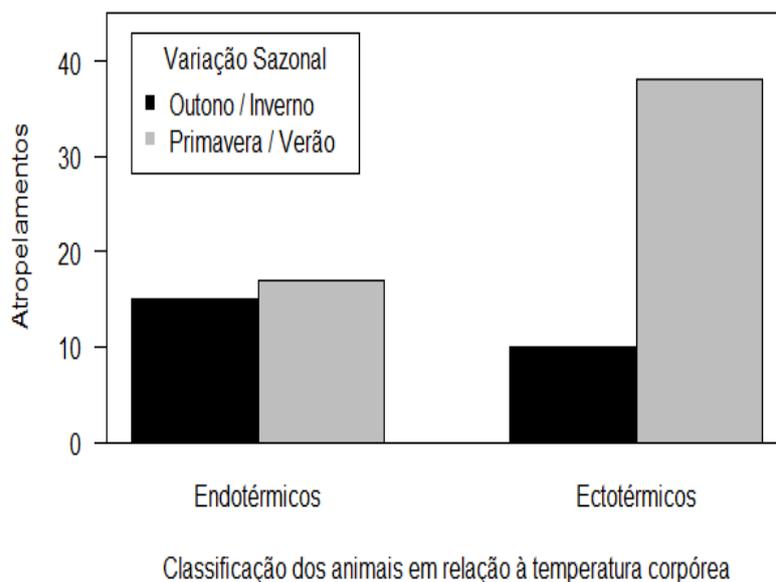


FIGURA 6. Sazonalidade dos atropelamentos. Endotérmicos = aves e mamíferos. Ectotérmicos = anfíbios e répteis.

DISCUSSÃO

1.6 DISCUSSÃO

A quantidade de atropelamentos detectada na Estrada Parque (SP-139) foi baixa, em comparação com os resultados obtidos em outros estudos semelhantes. Carvalho et al. (2014), por exemplo, registraram 257 atropelamentos de vertebrados pertencentes a 52 espécies diferentes durante sete meses de estudo (de março a setembro de 2011), ao longo dos 70 Km da rodovia MS-080, os quais atravessam paisagens caracterizadas por pastagens e remanescentes de Cerrado, entre os municípios de Campo Grande e Rochedo no Mato Grosso do Sul (região Centro-Oeste do Brasil).

Porém, ressalta-se que a Estrada Parque (SP-139) conta recursos de preservação não disponíveis para a maioria das rodovias brasileiras, sendo ela a primeira que se tem notícia a sofrer a interrupção noturna do fluxo de veículos, em território nacional. O efeito dessa medida mostrou-se presente nos resultados, já que houve uma proporção maior de vertebrados terrestres de hábitos diurnos na lista de animais atropelados. As espécies de hábito diurno somadas às de hábito crepuscular / noturno representaram 70% do conjunto de dados. Foi necessário diferenciar os vertebrados de hábito crepuscular / noturno dos predominantemente noturnos, porque o horário de interdição da estrada ocorre diariamente entre 20 h e 06 h da manhã seguinte, e com isso, comparativamente, há uma maior exposição ao risco de atropelamento das espécies que iniciam suas atividades antes de ocorrer o bloqueio do tráfego.

Embora os resultados obtidos na Estrada Parque (SP-139) sejam consistentes, é natural e estatisticamente esperado que o número real de fatalidades tenha sido subestimado, uma vez que o levantamento não levou em consideração fatores como detectabilidade e taxa de remoção de carcaças (TEIXEIRA et al., 2013). A capacidade de detectar carcaças é influenciada pelas

características da rodovia, porte dos animais atropelados, além da própria acurácia dos observadores. A taxa de remoção, por sua vez, é determinada pelas condições climáticas locais, atividade de animais necrófagos e tráfego de veículos (COELHO et al, 2014).

A relação de animais mortos encontrada no presente estudo é diversificada e contém espécies raras, endêmicas da Mata Atlântica e vulneráveis à extinção, como no caso do veado-mateiro-pequeno (*Mazama bororo*) e do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). A distribuição do veado-mateiro-pequeno (*Mazama bororo*) restringe-se a uma pequena faixa da floresta ombrófila entre os estados de São Paulo e Paraná (DUARTE et al, 2017). O PECB é uma das poucas localidades onde esse cervídeo já foi encontrado. O tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), cuja população está em declínio (IUCN, 2020), é uma das espécies da fauna brasileira que mais morrem nas estradas.

A correlação positiva verificada entre o fluxo de veículos e o número de atropelamentos corroborou as informações disponíveis na literatura científica sobre o assunto (SEILER, 2001; CARVALHO et al., 2014). Demonstrou-se que a Estrada Parque (SP-139) sofreu um acréscimo na circulação de veículos no período Primavera / Verão. Pressupõe-se que este padrão ocorreu porque a Estrada Parque (SP-139) interliga o planalto e o litoral paulista (região muito visada por turistas), e devido ao fato de que a visitação no PECB é inflada durante as férias da estação mais quente do ano (INSTITUTO FLORESTAL, 2008).

Houve variação significativa na taxa de atropelamentos entre os períodos comparados, para répteis e anfíbios. A ocorrência maior de fatalidades aconteceu na estação Primavera / Verão, época tipicamente associada à intensificação da atividade reprodutiva dos tetrápodes ectotérmicos (CERON et al., 2016). As fatalidades não diferiram muito para aves e mamíferos, sob o aspecto da sazonalidade. Santos et al. (2012) apontaram para a necessidade de um esforço amostral mais robusto, em relação aos demais grupos faunísticos, quando se trata da avaliação dos impactos ambientais causados pelos atropelamentos, sobre as populações de aves. O déficit amostral pode deturpar o resultado das análises ecológicas.

A existência de padrões sazonais nas estatísticas de atropelamentos de mamíferos é incomum, principalmente nas áreas onde ocorre oferta regular de recursos alimentares ao longo do ano, fator que inibe a ampliação da área de forrageamento das espécies em determinadas épocas. Sob essa óptica, a probabilidade de atropelamento é semelhante nas diferentes estações (ORLANDIN et al., 2015).

CONCLUSÕES

1.7 CONCLUSÕES

As variações temporais observadas no atropelamento de animais ectotérmicos podem ser atribuídas às diferenças no fluxo de veículos da Estrada Parque (SP-139), combinadas a uma maior abundância e mobilidade de indivíduos em certas épocas do ano. Não foi possível distinguir se o aumento no fluxo de veículos na estação Primavera / Verão deu-se preponderantemente em razão dos atrativos turísticos do PECB, ou devido a um maior número de viajantes transeuntes que passaram pela estrada. A interrupção noturna do tráfego mostrou-se uma medida adequada para minimizar o impacto dos atropelamentos sobre os vertebrados terrestres que possuem hábitos predominantemente noturnos.

REFERÊNCIAS

1.8 REFERÊNCIAS

Abreu EF, Casali DM, Garbino GST, Libardi GS, Loretto D, Loss AC, Marmontel M, Nascimento MC, Oliveira ML, Pavan SE, Tirelli FP. Lista de Mamíferos do Brasil, versão 2021-1 (Abril). Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz). Disponível em: <<https://www.sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>>. Acessado em: 31 mai 2021.

Alves da Rosa C, Bager A. Seasonality and habitat types affect roadkill of neotropical birds. *Journal of Environmental Management* 2012; 97: 1-5.

Beisiegel BM. Contribuição ao estudo da história natural do cachorro-do-mato, *Cerdocyon thous*, e do cachorro vinagre, *Speothos venaticus*. São Paulo. Tese [Doutorado em Psicologia] – Universidade de São Paulo, 1999.

Bocchiglieri A, Mendonça AF, Henriques RPB. Composição e diversidade de mamíferos de médio e grande porte no Cerrado do Brasil central. *Biota Neotrop* 2010; 10(3): 169-176.

Braz VS, França FGR. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park. Central Brazil. *Biota Neotrop* 2016; 16: 1-12.

Brocardo CR, Rodarte R, Bueno RDS, Culot L, Galetti M. Mamíferos não voadores do Parque Estadual Carlos Botelho, continuum florestal do Paranapiacaba. *Biota Neotrop* 2012; 12: 198-208.

Canal D, Camacho C, Matín B, de Lucas M, Ferrer M. Magnitude, composition and spatiotemporal patterns of vertebrate roadkill at regional scales: a study in southern Spain. *Anim Biodivers Conserv* 2018; 41(2): 281-300.

Carvalho NCD, Bordignon MO, Shapiro JT. Fast and furious: a look at the death of animals on the highway MS-080, Southwestern Brazil. *Iheringia Sér Zool* 2014; 104: 43-49.

Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas [homepage na internet]. Mais de dois milhões de animais morrem atropelados em rodovias todo ano [acesso em 19 mai 2021]. Disponível em: <https://ecoestradas.com.br/2milhoes/>

Ceron K, Olivo MO, Mendonça RA, Carvalho F, Zocche JJ. Herpetofauna de uma Área de Floresta Atlântica no Sul do Brasil. *Revista Tecnologia e Ambiente* 2016; 22: 1-22.

Clevenger AP, Chruszcz B, Gunnison K. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biol Conserv* 2003; 109: 15-26.

Coelho IP, Kindel A, Coelho AVP. Roadkill of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. *Eur J Wildl Res* 2008; 54: 689-699.

Coelho AVP, Coelho IP, Teixeira FT, Kindel A. Siriema: road mortality software. Manual do Usuário V. 2.0. Porto Alegre: UFRGS NERF; 2014. [acesso em 30 jun 2020]. Disponível em: www.ufrgs.br/siriema.

Coffin AW. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *J Transp Geogr* 2007; 15 (5): 396-406.

D'Amico M, Róman J, de los Reys L, Revilla E. Vertebrate roadkill patterns. *Biol Conserv* 2015; 191: 234-242.

Develey PF, Endrigo E. Guia de campo Aves da Grande São Paulo. São Paulo: Editora São Paulo; 2004.

Duarte JMB, Talarico ÂC, Vogliotti A, Garcia JE, Oliveira ML, Maldonado JE, González S. Scat detection dogs, DNA and species distribution modelling reveal a diminutive geographical range for the vulnerable small red brocket deer *Mazama bororo*. *Oryx* 2017; 51(4): 656-664.

Fahrig L, Pedlar JH, Pope SE, Taylor PD, Wegner JF. Effect of road traffic on amphibian density *Biol Conserv* 1995; 73: 177-182.

Freitas, SR, Barszcz, LB. A perspectiva da mídia online sobre os acidentes entre veículos e animais em rodovias brasileiras: uma questão de segurança? *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 2015; 33: 261-276.

Hobday AJ, Minstrell ML. Distribution and abundance of roadkill on Tasmanian highways: human management options. *Wildl Res* 2008; 35: 712-726.

Instituto Florestal. Parque Estadual Carlos Botelho: Plano de Manejo. São Paulo: Instituto Florestal; 2008.

Huijser MP, Duffield JW, Clevenger AP, Ament RJ, McGowen PT. Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the Unites States and Canada: a decision support tool. *Ecol Soc* 2009; 14(2): 15.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. In: Instituto

Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBio. 2018.

Jackson ND, Fahrig L. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biol Conserv* 2011; 144(12): 3143-3148.

International Union for Conservation of Nature – IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species [acesso em 21 jun 2020]. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>.

Langley RL, Higgins AS, Herrin KB. Risk factors associated with fatal animal-vehicle collisions in the United States, 1995-2004. *Wilderness and Environmental Medicine* 2006; 17: 229-239.

Lester D. Effective wildlife roadkill mitigation. *J Traffic Transp Eng* 2015; 3: 42-51.

Madsen A, Strandgaard H, Prang A. Factors causing traffic killings of roe deer *Capreolus capreolus* in Denmark. *Wildlife Biol* 2002; 8: 55-61.

Marques OAV, Eterovic A, Sazima I. Snakes of the Brazilian Atlantic Forest: An Illustrated Field Guide for the Serra do Mar range. Ribeirão Preto: Holos Editora; 2004.

Najm WG, Sen B, Smith JD, Campbel BN. Analysis of Light Vehicle Crashes and Pre-Crash Scenarios Based on the 2000 General Estimates System. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration; 2003. DOT-VNTSC-NHTSA-02-04.

Orlandin E, Piovesan M, Favretto MA, D'Agostini FM. Mamíferos de médio e grande porte atropelados no Oeste de Santa Catarina, Brasil. *Biota Amazonia* 2015; 5: 125-130.

Piacentini VQ, Aleixo A, Agne CE, Maurício GN, Pacheco JF, Bravo GA, Brito GRR, Naka LN, Olmos F, Posso S, Silveira LF, Betini GS, Carrano E, Franz I, Lees AC, Lima LM, Pioli D, Shunck F, Amaral FR, Bencke GA, Cohn-Haft M, Figueiredo LF, Straube FC, Cesari E. Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revta Bras Ornitol* 2015; 23(2):91-298.

Reis NR, Peracch IAL, Pedro WA, Lima IP. Mamíferos do Brasil. 2 ed. Londrina: Nelio R. dos Reis; 2011.

RStudio Team. RStudio: Integrated Development for R. RStudio. Version 3.5.1 [software]. Disponível em: <http://www.rstudio.com>.

Sáenz-de-Santa-María A, Tellería JL. Wildlife-vehicle collisions in Spain. *Eur J Wildl Res* 2015; 61: 339–406.

Santos ALPG, Rosa CA, Bager A. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, sul de Minas Gerais. *Brasil Biotemas* 2012; 25: 73-79.

São Paulo. Decreto nº 63.853, de 27 de novembro de 2018. Declara as espécies da fauna silvestre no Estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo* 27 nov 2018; 128(221).

Schwartz AWL, Shilling FM, Perkins SE. The value of monitoring wildlife. *Eur J Wildl Res* 2020; 66(18): 1-12.

Seiler A. *Ecological Effects of roads – a review*. Upsala: Department of Conservation Biology, Swedish University of Agricultural Sciences; 2001.

Seiler A. Predicting locations of moose-vehicle collisions in Sweden. *J Anim Ecol* 2005; 42: 371-382.

Seiler A, Helldin JO. Mortality in wildlife due to transportation. In: Davenport J, Davenport JL. *The Ecology of Transportation: Managing mobility for the environment*. Dordrecht, The Netherlands: Springer; 2006. p. 165-189.

Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado de São Paulo [homepage na internet]. Pesquisadores do IF monitoram atropelamento de fauna no PE Morro do Diabo e propõe medidas de mitigação [acesso em 24 mai 2021]. Disponível em:
<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2020/12/pesquisadores-monitoram-atropelamento-de-fauna-no-parque-estadual-morro-do-diabo-e-propoem-medidas-para-a-mitigacao-destes-impactos/>

Sociedade Brasileira de Herpetologia – SBH [homepage na internet]. Lista das espécies de anfíbios e répteis do Brasil. [acesso em 02 jun 2021]. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br>.

Teixeira FZ, Coelho AVPC, Esperandio IB, Kindel A. Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. *Biol Conserv* 2013; 157: 317-323.

Vercayie D, Herremans M. Citizen science and smartphones take roadkill monitoring to the next level. *J Nat Conserv* 2015; 11: 29-40.

WikiAves [homepage na internet]. A enciclopédia das aves do Brasil [acesso em 25 mai 2021]. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/>

TRABALHO CIENTÍFICO

1.9 TRABALHO CIENTÍFICO

Artigo submetido ao periódico Iheringia, Série Zoologia.

Link: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=0073-4721&lng=en&nrm=iso

**CAPÍTULO 2: MAMÍFEROS NÃO VOADORES DA ESTRADA PARQUE
SERRA DA MACACA (SP-139), SÃO PAULO**

INTRODUÇÃO

2.1 INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é um *hotspot* mundial de biodiversidade (BROOKS et al., 2002), que abarca a segunda maior riqueza de mamíferos do território brasileiro, com 298 espécies. Deste total, 90 (30,2%) ocorrem exclusivamente em seus domínios, isto é, são endêmicas (PAGLIA et al., 2012), ao passo que, cerca de 18% encontram-se oficialmente ameaçadas de extinção (ICMBio, 2018).

No entanto, a despeito da sua grande importância, a paisagem original da Mata Atlântica sofreu profundas alterações, desde a época do Brasil Colônia (BRANDON et al., 2005). Estima-se que resta entre 11.4% e 16% de um tipo de floresta que já abrangeu aproximadamente 150 milhões de hectares (RIBEIRO et al., 2009), cenário atribuído, em grande parte, à forma desordenada como tem sido explorado (PINTO et al., 2006).

No mundo inteiro grandes mamíferos sofrem com o elevado risco de extinção, devido às suas particularidades biológicas em sinergia com as perturbações ambientais de origem antrópica (CARDILLO et al., 2005). No caso dos carnívoros, por exemplo, a alta demanda metabólica desses predadores requer a disponibilidade profusa de presas, assim como de habitats vastos e de boa qualidade, na contramão de tendências econômicas que privilegiam o setor do agronegócio (RIPPLE et al., 2014), por exemplo.

Apesar da suposição de que a maioria dos mamíferos existentes já foi catalogada pela ciência, Ceballos e Ehrlich (2009) demonstraram que 408 novas espécies foram descobertas, tomando-se como referência o ano de 1993. Portanto, persiste um panorama de incertezas sobre a real diversidade do grupo. O Parque Estadual Carlos Botelho (PECB) concentra uma grande riqueza de espécies de mamíferos não voadores, sendo que algumas destas espécies

estão ameaçadas de extinção regionalmente. Tais características reforçam a importância da área protegida, naquilo que concerne à conservação dos mamíferos da Mata Atlântica.

O inventário dos mamíferos não voadores que utilizam o leito da Estrada Parque (SP-139) foi fundamental no sentido de reforçar a necessidade de manter a via interditada para o fluxo de veículos, durante o período noturno. Neste sentido, cabe destacar o ineditismo deste trabalho, pois se trata de um levantamento da mastofauna realizado em uma estrada que permanece fechada à noite, para evitar a ocorrência de danos ambientais à fauna.

OBJETIVOS

2.2 OBJETIVOS

O objetivo do estudo foi conceber um censo de mamíferos com a finalidade de inventariar as espécies que utilizam a plataforma da Estrada Parque (SP-139), com ênfase para o período pós interdição, que ocorre, cotidianamente, entre as 20 h da noite e 06 h da manhã do dia seguinte.

REVISÃO DA LITERATURA

2.3 REVISÃO DA LITERATURA

2.3-1 Inventário de mamíferos

Os inventários de mamíferos têm aplicação irrestrita a escopos muito diferentes, que vão desde as estimativas de diversidade até a redefinição dos mapas de distribuição de espécies e avaliação de impactos ambientais de origem antropogênica (TOBLER et al., 2008).

As técnicas mais difundidas em estudos desta natureza englobam transecções lineares, observações diretas, buscas por vestígios (rastros, pelos e fezes), capturas e entrevistas (VOSS e EMMONS, 1996). Por outro lado, o emprego de armadilhas fotográficas notabilizou-se nas últimas décadas, na mesma proporção em que a tecnologia destes sensores foi sendo aperfeiçoada e o custo barateado (TOBLER et al., 2008).

Trabalhos de campo conduzidos em ambientes florestais podem ser árduos, devido às condições climáticas desfavoráveis e predominância de relevos acidentados. Nesta acepção, o uso de armadilhas fotográficas demonstrou resultados satisfatórios em levantamentos quali-quantitativos, sobre a composição de comunidades de mamíferos (SRBEK-ARAÚJO e CHIARELLO, 2007), otimizando o esforço amostral. Todavia, todas as formas de inventariamento possuem prós e contras, de modo que é aconselhável combiná-las para auferir maior consistência ao delineamento adotado (VOSS e EMMONS, 1996).

São consideradas espécies bioindicadoras aquelas que, devido às suas características, servem para colacionar padrões de qualidade ecossistêmica. Embora os mamíferos sejam pouco citados (~ 4%) em publicações sobre o assunto (SIDDIG et al., 2016), há relatos de que o táxon

repercute precocemente a incidência de alterações em áreas naturais (CARVALHO et al., 2013), elucidando, portanto, o fundamento de sua constância regular nos monitoramentos voltados para o licenciamento de obras de infraestrutura.

Embora a situação dos mamíferos seja bem descrita para o bioma Mata Atlântica, há um déficit de informações no que tange a populações isoladas, taxas de recolonização de fragmentos relictuais e limites potenciais de ocorrência das espécies (BROCARDI et al., 2012). Essas imprecisões deturpam iniciativas de manejo destinadas a salvaguardar a biodiversidade (MODESTO et al., 2008).

2.3-2 Mamíferos em Áreas Protegidas

As áreas protegidas são a pedra angular para as estratégias de manutenção dos ciclos de vida de populações selvagens *in situ* (BRUNER et al., 2001). Outrossim, os fragmentos florestais de Mata Atlântica que restaram em propriedades rurais também são de alta relevância ecológica, dado que sob a égide das normas ambientais, configuram refúgio para múltiplas espécies (GALETTI et al., 2009).

Avaliando padrões biogeográficos da floresta Atlântica, Tabarelli et al. (2012) demonstraram a existência de assimetrias na distribuição de sua biodiversidade, além de distorções quanto à localização de áreas protegidas. Se por um lado a perda de habitat é mais pronunciada em zonas com vocação agrícola de baixas altitudes (< 800 m), de outro, as Unidades de Conservação estão agrupadas predominantemente nas florestas de altitude (> 1.200 m), havendo, assim, flagrante fragilidade no tocante ao alcance da representatividade dos gradientes ecológicos presentes no bioma.

Preconiza-se que no mosaico paisagístico, as áreas protegidas devem atuar como uma rede de manchas florestais interligadas por corredores ecológicos, para viabilizar conexões reprodutivas entre metapopulações (WEGMANN et al., 2014). Esse conceito é particularmente importante no caso

dos mamíferos que ocupam o topo da cadeia alimentar, dada a sua insigne capacidade de dispersão. Destarte, o isolamento advindo da fragmentação do habitat magnifica a vulnerabilidade das espécies.

A caça de mamíferos é outra fonte de pressão tipicamente vinculada a declínios populacionais, nos espaços criados pelo Poder Público destinados à conservação biológica (ARAÚJO et al., 2008). Sem embargo, o risco potencializado de extinção não é a única sequela deixada pela prática da caça. Há interferência negativa nas interações ecológicas, que funcionam na natureza como propulsores de biodiversidade (TRAVASSOS et al., 2011).

Por seu turno, cães ferais estão ranqueados nas primeiras posições entre as espécies bioinvasoras mais nocivas à vida selvagem, ao lado do gato-doméstico. Essa é a ilação a que chegaram Galetti e Sazima (2006) ao coletarem dados sobre a predação de vertebrados em uma reserva urbana. Depois de percorrer muitos quilômetros de trilhas e analisar marcas de ataques deixadas em carcaças, os especialistas advertiram também para a possibilidade de transmissão de doenças infectocontagiosas, suscitada doravante o contato da fauna nativa com animais exóticos.

MATERIAL E MÉTODOS

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP / Câmpus de Botucatu), sob o Protocolo CEUA nº 0127/2019 deliberado em 11/09/2019 (Anexo I), e pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O projeto também obteve aprovação junto à Comissão Técnico-Científica do Instituto Florestal – Carta Cotec nº 485/2019 (Anexo II), além de estar devidamente inserido no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado – Cadastro SisGen nº A18FA6A (Anexo III). Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa “R” v. 3.5.1 (RSTUDIO TEAM, 2020).

Os dados foram coletados entre 2018 e 2019 durante quatro campanhas diferentes: março, 2018 (1ªC) [esforço amostral (n) = 10 dias], julho, 2018 (2ªC) [esforço amostral (n) = 10 dias], novembro, 2018 (3ªC) [esforço amostral (n) = 10 dias] e fevereiro, 2019 (4ªC) [esforço amostral (n) = 10 dias].

As buscas visuais na via consistiram em deslocamentos lentos (aproximadamente 20 Km/h) feitos de carro por dois observadores, ida e volta, nos períodos matutino (6:00 às 9:30 h) e noturno (20:00 às 22:30 h), perfazendo 5.280 Km percorridos em 40 dias de campo.

Para a amostragem com armadilhas fotográficas foram selecionados 16 pontos de amostragem na área de estudo (Figura 7). Em cada ponto de amostragem colocou-se uma armadilha fotográfica digital (Bushnel Modelo ZT820), a qual foi exposta por cinco noites seguidas, sempre após a interrupção do tráfego da Estrada Parque (SP-139), que totalizou em um esforço de 320 câmeras/noite. Não foram utilizadas iscas alimentícias para atrair os exemplares faunísticos. Os equipamentos foram fixados nas placas de

sinalização, a uma altura de 40 cm do solo, e foram programados para filmar. Os vídeos de uma espécie obtidos por uma mesma armadilha em intervalos curtos de tempo (< 20 minutos) foram considerados como um único registro da espécie naquele ponto.

A curva de acumulação de espécies foi gerada a partir dos registros coletados dos mamíferos não voadores, por meio da combinação dos métodos de buscas visuais e armadilhas fotográficas. Para obter estimativas de riqueza de espécies utilizou-se o estimador Jackknife 1, realizando-se 1.000 aleatorizações. A dissimilaridade de espécies entre as campanhas amostrais foi medida por meio do coeficiente de Jaccard (Cj), o qual foi adotado para construir um dendrograma através do método de ligação UPMGA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic). Para comparar a diversidade dos mamíferos não voadores, obtida nas quatro campanhas amostrais, calculou-se o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H').

A nomenclatura das espécies amostradas seguiu a lista de mamíferos do Brasil, elaborada pelo Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SMMz) (ABREU et al., 2021). Por sua vez, o padrão de atividade dos mamíferos não voadores foi definido conforme Reis et al. (2006) e Kasper et al. (2007).

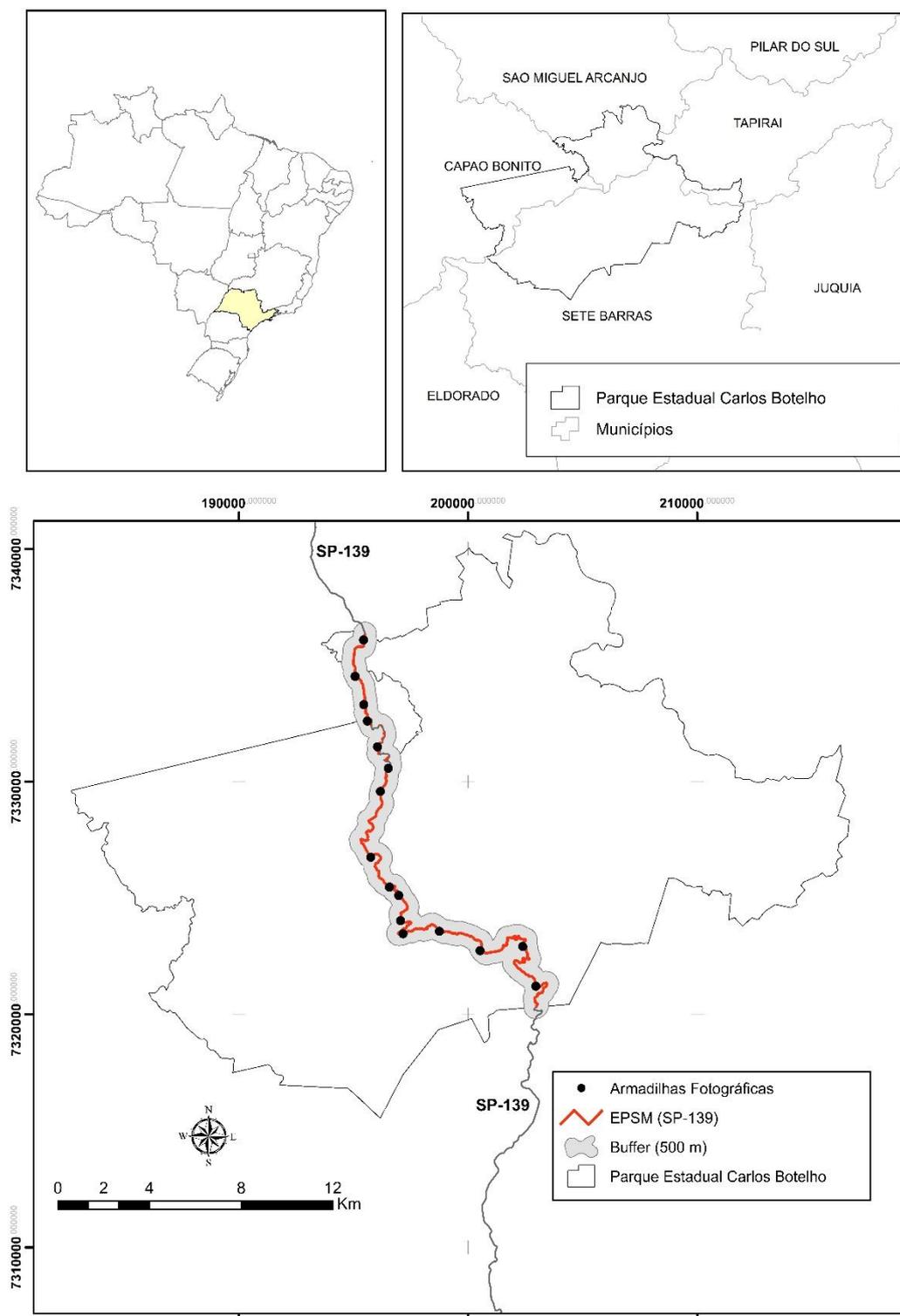


FIGURA 7. Localização dos 16 pontos amostrados pelo método de armadilhas fotográficas, ao longo da Estrada Parque (SP-139). Fonte: imagem gerada com base em Sistema de Informação Geográfica (SIG).

RESULTADOS

2.5 RESULTADOS

Doze espécies de mamíferos não voadores foram registrados durante a pesquisa (Tabela 2 e Figura 8). Essas espécies foram divididas em oito ordens: Didelphimorphia (2 espécies), Pilosa (1 espécie), Primates (1 espécie), Lagomorpha (1 espécie), Carnivora (3 espécies), Perissodactyla (1 espécie), Cetartiodactyla (1 espécie) e Rodentia (2 espécies). Três das espécies registradas foram classificadas como vulneráveis no Estado de São Paulo (São Paulo, 2018): a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), a suçuarana (*Puma concolor*) e o veado-mateiro-pequeno (*Mazama bororo*). Houve ainda, o registro de uma espécie quase ameaçada de extinção, a paca (*Cuniculus paca*).

TABELA 2. Lista dos mamíferos não voadores registrados na Estrada Parque (SP-139), incluindo os seus respectivos estados de conservação para o Estado de São Paulo (São Paulo, 2018), em que: Af = Armadilha fotográfica, Bv = Busca visual; VU = Vulnerável; EN = Em Perigo; NT = Quase ameaçada; † = Espécies com registro de atropelamento no trecho; Cr/N = Crepuscular/Noturno; D = Diurno; N = Noturno.

Taxon	Nome popular	Status	Hábito	1 ^a C	2 ^a C	3 ^a C	4 ^a C
Didelphimorphia							
Didelphidae							
<i>Didelphis aurita</i> Wied-Neuwied, 1826†	gambá-de-orelhas-pretas		N	Bv	Af,Bv	Bv	Bv
<i>Philander quica</i> Temminck, 1824†	cuíca-de-quatro-olhos		N	Bv	Af,Bv	Bv	Bv
Pilosa							
Myrmecophagidae							
<i>Tamandua tetradactyla</i> Linnaeus, 1758†	tamanduá-mirim		Cr/N	Bv			
Primates							
Cebidae							
<i>Sapajus nigritus</i> Goldfuss, 1809†	macaco-prego		D	Bv	Bv		Bv
Lagomorpha							
Leporidae							
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> Linnaeus, 1758	tapiti		N			Bv	
Carnivora							
Felidae							
<i>Leopardus pardalis</i> Linnaeus, 1758	jaguaritica	VU	N	Af	Af		Af
<i>Puma concolor</i> Linnaeus, 1771	suçuarana	VU	N		Af		Af
Procyonidae							
<i>Procyon cancrivorus</i> Cuvier, 1798	mão-pelada		N	Af	Bv		Af
Perissodactyla							
Tapiridae							
<i>Tapirus terrestris</i> Linnaeus, 1758	anta	EN	N	Af,Bv	Af,Bv	Af,Bv	Af
Cetartiodactyla							
Cervidae							
<i>Mazama bororo</i> Duarte, 1996†	veado-mateiro-pequeno	VU	Cr/N		Bv		
Rodentia							
Sciuridae							
<i>Guerlinguetus brasiliensis</i> Gmelin, 1788†	caxinguelê		D		Bv		
Cuniculidae							
<i>Cuniculus paca</i> Linnaeus, 1766†	paca	NT	N	Af	Af,Bv		Bv
Registros em Buscas visuais				5	8	4	4
Registros em Armadilha fotográfica				4	6	1	4
Total de espécies				8	10	4	8



FIGURA 8. Registros dos mamíferos não voadores na Estrada Parque (SP-139). a = paca (*Cuniculus paca*), b = anta (*Tapirus terrestris*), c = mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), d = jaguatirica (*Leopardus pardalis*), e = veado-mateiro-pequeno (*Mazama bororo*), f = macaco-prego (*Sapajus nigritus*), g = caxinguelê (*Guerlinguetus brasiliensis*), h = cuíca-de-quatro-olhos (*Philander quica*), i = gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), j = suçuarana (*Puma concolor*).

A curva de acumulação de espécies para este estudo não mostrou tendência à completa estabilização com o esforço amostral despendido. Esse resultado indica que o esforço amostral não foi suficiente para representar todas as espécies de mamíferos não voadores que ocorrem na Estrada Parque (SP-139). Portanto, um acréscimo no esforço amostral certamente revelaria algumas

espécies que não foram amostradas (Figura 9). A partir do estimador não-paramétrico Jackknife 1 obteve-se uma riqueza estimada de 14,92 espécies ($\pm 1,7$).

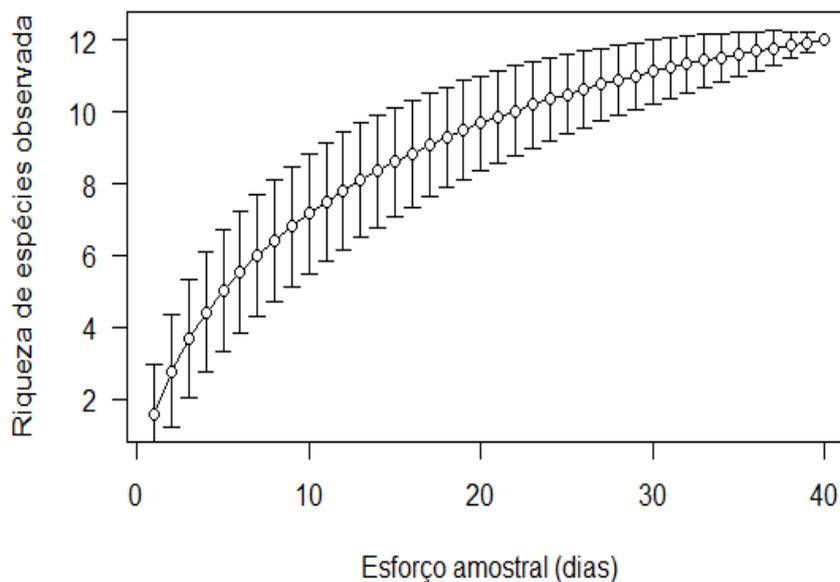


FIGURA 9. Curva de rarefação da riqueza de espécies de mamíferos não voadores registrados através de Buscas visuais e Armadilhas fotográficas na Estrada Parque (SP-139).

A dissimilaridade entre as campanhas dois (inverno) e quatro (verão) foi a menor encontrada ($C_j = 0,20$) – tiveram 8 espécies em comum (Figura 10). Por outro lado, a campanha 3 (primavera) foi a que mais se distanciou das demais ($C_j = 0,68$), e também a que obteve a diversidade mais baixa (Tabela 3).

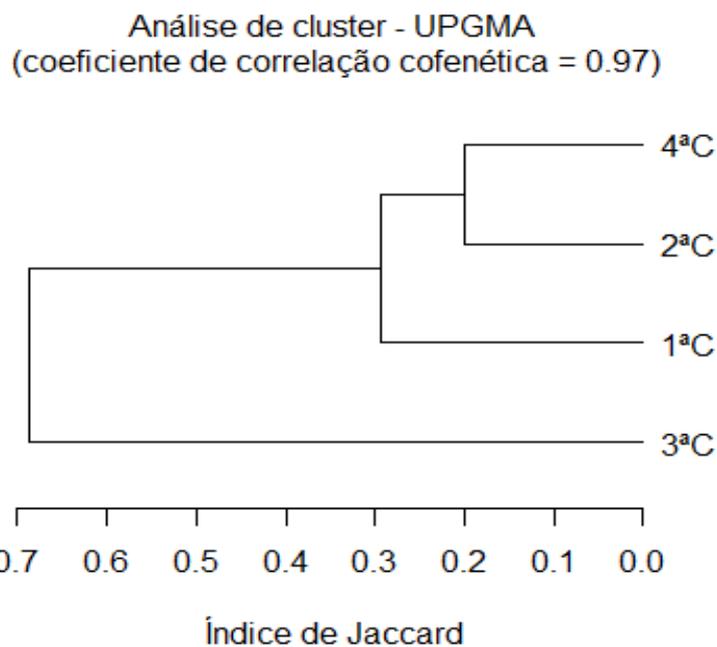


FIGURA 10. Dendrograma de UPGMA baseado no índice de dissimilaridade de espécies entre as quatro campanhas amostrais (1ªC = Mar / 2018, 2ªC = Jul / 2018, 3ªC = Nov / 2018 e 4ªC = Fev / 2019) realizadas na Estrada Parque (SP-139).

TABELA 3. Índice de diversidade de Shannon-Wiener calculado para as comunidades de mamíferos não voadores que ocorrem na Estrada Parque (SP-139).

Campanha amostral	Diversidade de Shannon-Wiener (H')
1ªC	1,859
2ªC	1,865
3ªC	1,220
4ªC	1,876

DISCUSSÃO

2.6 DISCUSSÃO

O levantamento dos mamíferos não voadores realizado pode ser considerado um marco para a Ecologia de Rodovias no Brasil, tendo em vista que a Estrada Parque Serra da Macaca (SP-139) possui a singularidade de ser fechada para o tráfego de veículos durante a noite. Diversas espécies de hábitos predominantemente noturnos amostradas não constam na lista de mamíferos atropelados no interior do PECB, tais como: o tapiti (*Sylvilagus brsiensis*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), a suçuarana (*Puma concolor*), o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) e a anta (*Tapirus terrestris*).

Os resultados obtidos denotam o valor ecológico da área de estudo, sob o aspecto da biologia da conservação. O estudo demonstrou que há uma dinâmica intensa na utilização da Estrada Parque (SP-139) pelos mamíferos não voadores. A riqueza de espécies observada correspondeu a 22% do total de espécies amostrado por Brocardo et al. (2012), no âmbito da elaboração do inventário dos mamíferos não voadores do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB).

Nas comunidades biológicas, as espécies não possuem a mesma equidade. Ao contrário, poucas espécies são deveras abundantes, outras o são moderadamente, e o restante, a maioria, é rara (MAGURRAN, 2006). Dentre as espécies registradas, devido ao estado de vulnerabilidade ao risco de extinção, destaca-se a presença dos felinos nas amostragens (suçuarana, *Puma concolor* e jaguatirica *Leopardus pardalis*), do veado-mateiro-pequeno (*Mazama bororo*), além da anta (*Tapirus terrestris*), atualmente em perigo no Estado de São Paulo. São espécies que ocorrem naturalmente em baixas densidades na natureza (AFFONSO, 1998; SARANHOLI, 2013).

É digno de nota o registro do veado-mateiro-pequeno (*Mazama bororo*), maior espécie endêmica do Brasil e possivelmente o cervídeo com a menor distribuição geográfica entre os veados neotropicais (DUARTE et al., 2017). A anta (*Tapirus terrestris*), a despeito dos seus atributos populacionais, foi o segundo mamífero mais abundante no estudo, atrás apenas do gambá-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*). O maior mamífero terrestre brasileiro (a anta) foi mais comumente avistado na parte alta da rodovia, próxima à sede de São Miguel Arcanjo.

Quanto aos métodos empregados, as buscas visuais consideradas isoladamente, renderam a observação de cinco espécies: tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), macaco-prego (*Sapajus nigritus*), tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*), veado-mateiro-pequeno (*Mazama bororo*) e caxinguelê (*Guerlinguetus brasiliensis*). A suaçuarana (*Puma concolor*) e a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) foram detectadas exclusivamente pelas armadilhas fotográficas. O restante dos mamíferos não voadores, isto é, o gambá-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*), a cuica-de-quatro-olhos (*Philander quica*), a anta (*Tapirus terrestris*), o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), e a paca (*Cuniculus paca*) apareceram em ambos os métodos. *Didelphis aurita*, *Philander quica* e *Tapirus terrestris* foram as espécies mais frequentes nas amostragens, e estiveram presentes em todas as campanhas.

O conceito de diversidade de espécies engloba dois componentes: riqueza de espécies; e repartição, baseada na abundância relativa, e grau de dominância ou falta dela (ODUM e BARRETE, 2007). O índice de Shannon, utilizado nas amostras, dá mais peso à riqueza de espécies do que à repartição (MELO, 2008). Assim, a dissimilaridade da 3ªC em relação às demais, coaduna-se com a diversidade mais baixa nela encontrada. Ou seja, as campanhas com diversidades mais altas, compartilharam também um número maior de espécies entre si.

Por fim, ressalta-se que indivíduos de algumas espécies, como os felinos e os ungulados, foram registrados se deslocando pela via, principalmente à noite. Por outro lado, a paca (*Cuniculus paca*), o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) e os macacos-pregos (*Sapajus nigritus*) foram filmados cruzando a pista. Os primatas se beneficiaram da cobertura do dossel para a realização das

travessias, em pontos onde as copas das árvores tocam-se, todas as vezes em que foram observados.

CONCLUSÕES

2.7 CONCLUSÕES

O fechamento noturno da Estrada Parque Serra da Macaca (SP-139) faz dela uma rodovia idiossincrática. Presume-se que a interdição do tráfego é a medida mais importante para a manutenção dos baixos níveis dos atropelamentos, em uma região que ainda abriga comunidades bem estruturadas de mamíferos não voadores.

REFERÊNCIAS

2.8 REFERÊNCIAS

Abreu EF, Casali DM, Garbino GST, Libardi GS, Loretto D, Loss AC, Marmontel M, Nascimento MC, Oliveira ML, Pavan SE, Tirelli FP. Lista de Mamíferos do Brasil, versão 2021-1 (Abril). Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozologia (CT-SBMz). Disponível em: <<https://www.sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>>. Acessado em: 31 mai 2021.

Affonso RO. *Tapirus terrestres* (Linnaeus, 1758) (Mammalia, Perissodactyla) em uma área de floresta subtropical no sul do Brasil: dieta, uso da área e densidade populacional. Rio de Janeiro. Dissertação [Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia] – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1998.

Araújo RM de, Souza MB de, Ruiz-Miranda CR. Densidade e tamanho populacional de mamíferos cinegéticos em duas Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia Sér Zool* 2008; 98(3): 391-396.

Brandon K, Fonseca GAB, Rylands AB, Silva JMC. Conservação Brasileira: desafios e oportunidades. *Megadiversidade* 2005; 1: 7-13.

Brocardo CR, Rodarte R, Bueno RDS, Culot L, Galetti M. Mamíferos não voadores do Parque Estadual Carlos Botelho, continuum florestal do Paranaíacaba. *Biota Neotrop* 2012; 12: 198-208.

Brooks TM, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Rylands AB, Konstant WR, Flick P, Pilgrim J, Oldfield S, Magin G, Hilton-Taylor C. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conserv Biol* 2002; 16(4): 909-923.

Bruner AG, Gullison RE, Rice RE, da Fonseca GAB. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Sci* 2001; 291: 125–128.

Cardillo M, Mace GM, Jones KE, Bielby J, Bininda-Emonds ORP, Sechrest W. Multiple causes of high extinction risk in large mammal species. *Sci* 2005; 309: 1239-1241.

Carvalho WD, Godoy MSM, Adania CH, Esbérard CEL. Assembléia de mamíferos não voadores da Reserva Biológica Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo, sudeste do Brasil. *Bioscience Journal* 2013; 29(5):1370-1387.

Ceballos G, Ehrlich PR. Discoveries of new mammal species and their implications for conservation and ecosystem services. *Proc Natl Acad Sci* 2009; 106(10), 3841-3846.

Duarte JMB, Talarico ÂC, Vogliotti A, Garcia JE, Oliveira ML, Maldonado JE, González S. Scat detection dogs, DNA and species distribution modelling reveal a diminutive geographical range for the vulnerable small red brocket deer *Mazama bororo*. *Oryx* 2017; 51(4): 656-664.

Galetti M, Sazima I. Impacto de cães ferais em um fragmento urbano de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Nat Conserv* 2006; 4: 58-63.

Galetti M, Giacomini HC, Bueno RS, Bernardo CSS, Marques RM, Bovendorp RS, Steffler CE, Rubim P, Gobbo SK, Donatti CI, Begotti, RA, Meirelles F, Nobre RD, Chiarello AG, Peres CA. Priority areas for the conservation of Atlantic Forest large mammals. *Biol Conserv* 2009; 142: 1229-1241.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBio. 2018.

Kasper CB, Mazim FD, Soares JBG, Oliveira TG, Fabián ME. Composição e abundância relativa dos mamíferos de médio e grande porte no Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Zool* 2007; 24(4):1087-1100.

Magurran AE. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell; 2004.

Melo AS. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotrop* 2008; 8(3): 21-27.

Modesto TC, Pessôa FS, Enrici MC, Attias N, Jordão-Nogueira T, Costa LM, Albuquerque HG, Bergallo HG. Mamíferos do Parque Estadual do Desengano. *Biota Neotrop* 2008; 8(4): 152-159.

Odum EP, Barret GW. *Fundamentos de ecologia*. São Paulo: Thomson Learning; 2007.

Paglia AP, da Fonseca GAB, Rylands AB, Herrmann G, Aguiar LMS, Chiarello AG, Leite YLR, Costa LP, Siciliano S, Kierulff MCM, Mendes SL, Tavares VC, Mittermeier RA, Patton JL. *Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil*. 2ª Edição. Arlington, VA: Conservation International; 2012.

Pinto LP, Bedê L, Paese A, Fonseca M, Paglia A, Lamas I. Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um hotspot mundial. In: Rocha CFD, Bergallo HG, Sluys MV, Alves MAS. *Biologia da Conservação: essências*. São Carlos: RiMa; 2006. p.1-2.

RStudio Team. *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio. Version 3.5.1 [software]. Disponível em: <http://www.rstudio.com>.

Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* 2009; 142: 1141-1153.

Ripple WJ, Estes JA, Beschta RL, Wilmers CC, Ritchie EG, Hebblewhite M, Berger J, Elmhagen B, Letnic M, Nelson MP, Schmitz OJ, Smith DW, Wallach AD, Wirsin AJ. Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Sci* 2014; 343: 1-11.

São Paulo. Decreto nº 63.853, de 27 de novembro de 2018. Declara as espécies da fauna silvestre no Estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo* 27 nov 2018; 128(221).

Saranholi BH. Demografia e diversidade genética de onça-parda (*Puma concolor*) e jaguatirica (*Leopardus pardalis*) da Estação Ecológica de Caetetus – SP e sua importância para a conservação desses felinos. São Carlos. Dissertação [Mestrado em Genética Evolutiva e Biologia Molecular] – Universidade Federal de São Carlos, 2013.

Siddig AAH, Ellison AM, Ochs A, Villar-Leeman C, Lau MK. How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 366 years of publication in *Ecological Indicators*. *Ecol Ind* 2016; 60: 223-230.

Srbek-Araújo AC, Chiarelo AG. Armadilhas fotográficas na amostragem de mamíferos: considerações metodológicas e comparação de equipamentos. *Rev Bras Zool* 2007; 24: 647-656.

Tabarelli M, Aguiar AV, Ribeiro MC, Metzger JP. A conversação da Floresta Atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. *Interciencia* 2012; 37: 88-92.

Tobler MW, Carrillo-Percegué SE, Leite Pitman R, Mares R, Powell G. An evaluation of camera traps for inventorying large and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Anim Conserv* 2008; 11: 169-178.

Travassos L. Impactos da sobrecaça em populações de mamíferos e suas interações ecológicas nas florestas neotropicais. *Oecologia Aust* 2011; 15(2): 380-411.

Voss RS, Emmons LH. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bull Am Mus Nat Hist* 1996; 230: 1-115.

Wegmann M, Santini L, Leutner B, Safi K, Rocchini D, Bevanda M, Latifi H, Dech S, Rondinini C. Role of African protected areas in maintaining connectivity for large mammals. *Phil Trans R Soc B* 2014; 369: 20130193.

TRABALHO CIENTÍFICO

2.9 TRABALHO CIENTÍFICO

Artigo submetido ao periódico *Oecologia Australis*.

Link: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/index>

**CAPÍTULO 3: USO DE PONTES E GALERIAS RODOVIÁRIAS POR
TETRÁPODES TERRESTRES NO PARQUE ESTADUAL CARLOS BOTELHO,
SÃO PAULO**

INTRODUÇÃO

3.1 INTRODUÇÃO

O uso de estruturas que permeiam as rodovias – as passagens de fauna – tem ganhado força, tanto no meio científico, como nas entidades reponsáveis pela gestão do setor rodoviário (VAN DER GRIFT et al., 2013). Em relação ao greide da pista, as passagens de fauna podem ser categorizadas em dois grupos: inferiores (e.g. galerias, *tunnel liner* e pontes) e superiores (e.g. viadutos vegetados e pontes de dossel).

Genericamente, este tipo de medida restabelece a conectividade entre habitats seccionados (ASCENSÃO e MIRA, 2006). No intuito de direcionar a movimentação dos vertebrados para as passagens de fauna, costumam-se construir cercas de alambrado a elas justapostas (DODD et al., 2004).

Por razões óbvias, o custo de implementação é o balizador precípua na escolha das medidas mitigadoras (GLISTA et al., 2009). Esse é um ponto capcioso, segundo pesquisadores. Propostas inconsistentes podem ser temerárias na erradicação de fatalidades da fauna, ou ainda pior, são capazes de agravar a conjuntura (BAGER e FONTOURA, 2013).

Difundiu-se amplamente o senso comum de que as estruturas de transposição seriam sítios preferênciais para interações do tipo presa-predador, onde os grandes carnívoros, em tese, teriam suas caçadas facilitadas. O enunciado não tem respaldo científico. Esta é argumentação de uma pesquisa de revisão bibliográfica. Ao invés disto, há indícios de que ocorre segregação no uso das passagens de fauna por espécies antagonistas (LITTLE et al., 2001).

A justificativa para a realização desta pesquisa foi a necessidade de avaliar o uso das passagens inferiores da Estrada Parque Serra da Macaca (SP-139) pelos vertebrados terrestres.

OBJETIVOS

3.2 OBJETIVOS

Avaliar o uso das passagens inferiores por tetrápodes terrestres na Estrada Parque Serra da Macaca (SP-139), por meio de campanhas periódicas distribuídas ao longo de um ano (entre março de 2018 e fevereiro de 2019), e a necessidade de construir plataformas secas internamente para aperfeiçoá-las.

REVISÃO DA LITERATURA

3.3 REVISÃO DA LITERATURA

3.3-1 Medidas preventivas às colisões entre veículos e animais silvestres

É catastrófica a mortalidade de tetrápodes terrestres engendrada pelo sistema de transportes rodoviários. Em contrapartida, é digno de nota que vigora um esforço coletivo dedicado a amenizar esse quadro. Diversas abordagens foram desenvolvidas na tentativa de se alcançar o nobre objetivo, invariavelmente centradas na mudança comportamental, quer seja dos motoristas, quer seja dos animais (GLISTA et al., 2009).

A presença física das rodovias limita a movimentação animal, e pode levar ao empobrecimento genético de populações afetadas (HOLDEREGGER e DIGIULIO, 2010). Supõe-se que o uso misto das passagens de fauna e cercas direcionadoras seja o melhor método para reduzir as taxas de atropelamentos (MASTRO et al., 2008). Já a instalação de cercas *per se*, até impede que os animais acessem a pista, mas agrava o efeito barreira (JAEGER e FAHRIG, 2004).

Paralelamente, outras soluções de eficácia menos comprovada têm sido descritas: repelentes olfativos, ações educativas, iluminação das vias, controle populacional de espécies alvo, redução dos limites de velocidade, sinalização e sistemas de detecção animal (MASTRO et al., 2008; GLISTA et al., 2009; GRILO et al., 2010).

Ainda em relação às passagens de fauna, há evidência de que existe uma curva de aprendizado para que algumas espécies as encontrem e comecem a usá-las (SAWAYA et al., 2013). Em um monitoramento de longo prazo conduzido na região do Parque Nacional de Banff no Canadá, verificou-se que ursos-pardos (*Ursus arctos*) demoraram mais de cinco anos para se

sentirem à vontade e deslocar-se pelas estruturas de transposição (CLEVENGER e WALTHO, 2003).

Nitidamente, a maioria das medidas de mitigação privilegia os mamíferos, os répteis e os anfíbios, em detrimento das aves (GLISTA et al., 2009). Isto não afasta, em hipótese alguma, a necessidade de um olhar mais cuidadoso para a situação do táxon, em que pese a grande perda de exemplares nas rodovias mundo afora (BARD et al., 2002). Como atenuante, a colocação de balizas perfiladas ao longo das rodovias, mostrou-se satisfatória em trechos curtos de áreas abertas ou próximas a corpos d'água, para desviar a trajetória do voo das aves, e assim evitar atropelamentos, inclusive de espécies migratórias (ZUBEROGOITIA et al., 2015).

3.3-2 Efetividade das passagens inferiores de fauna

A efetividade das passagens inferiores de fauna varia em menor ou maior grau, dependendo da sua adequabilidade. O ideal é que sejam implantadas em pontos de travessias, previamente identificados como trilhas dos animais (FOSTER e HUMPHREY, 1995). A escolha bem feita do local de implantação é o atributo preponderante para a predição de sucesso na redução dos efeitos oriundos do isolamento populacional (GRILO et al., 2008).

Yanes et al. (1994) analisaram a movimentação de vertebrados através de 17 bueiros distribuídos em rodovias e ferrovias, durante um ano na Espanha Central. Detectaram que os dispositivos de tamanhos menores limitaram a passagem dos mamíferos de médio e grande porte, corroborando que a definição das dimensões é uma etapa crítica para o desenvolvimento dos projetos de túneis e galerias (GOOSEM et al., 2001).

Sem prejuízo, o recobrimento arbustivo das entradas desse tipo de estrutura de transposição tende a tornar o ambiente mais harmonioso e favorecer a aproximação de espécimes (ASCENSÃO e MIRA, 2007). Via de regra, o enriquecimento vegetal deve ser considerado em áreas desprotegidas, para

aumentar a efetividade das passagens inferiores (CLEVENGER e WALTHO, 2005).

As condições internas (luminosidade, umidade, temperatura, substrato e ruído) também influenciam a utilização dos dispositivos (GLISTA, 2009). Por questões adaptativas, os organismos respondem de maneira diferencial aos estímulos físicos, como enfatizado por Pomezanski e Bennett (2018).

A multiplicidade das variáveis interagentes é um indicativo de que as passagens inferiores de fauna devem ser arquitetadas tendo em vista o grupo focal que se deseja proteger, ao invés de eleger um modelo específico para minimizar os impactos incidentes a toda uma biocenose (MATA et al., 2005). E depois, independentemente da observância aos bons critérios naturais e construtivos, se houver interferência de atividades humanas no local de implantação, estas certamente ofuscarão a função ecológica que se pretende alcançar (CLEVENGER e WALTHO, 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP / Câmpus de Botucatu), sob o Protocolo CEUA nº 0127/2019 deliberado em 11/09/2019 (Anexo I), e pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O projeto também obteve aprovação junto à Comissão Técnico-Científica do Instituto Florestal – Carta Cotec nº 485/2019 (Anexo II), além de estar devidamente inserido no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado – Cadastro SisGen nº A18FA6A (Anexo III). Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa “R” v. 3.5.1 (RSTUDIO TEAM, 2020).

A coleta de dados foi realizada em quatro expedições de campo distribuídas entre Março de 2018 e Fevereiro de 2019. As amostragens sistemáticas dos tetrápodes terrestres, em 12 passagens inferiores de fauna – PIF (Figura 11), foram realizadas pelo método de armadilhamento fotográfico. De maneira acessória, rastros impressos encontrados ao acaso no interior ou no entorno das estruturas de transposição, também foram considerados como evidência da movimentação da fauna silvestre.

Na Estrada Parque (SP-139) são reconhecidas como passagens inferiores as travessias de curso d’água com altura igual ou superior a 1 m, constituídas por oito pontes e quatro galerias (Figura 12), variadas quanto ao formato e tamanho. As passagens inferiores foram subdivididas em duas categorias, conforme a característica das suas margens: secas (P5, P6, P7, P8, P10 e P11) ou alagadas (P1, P2, P3, P4, P9 e P12).

Em cada ponto de amostragem foi disposta uma armadilha fotográfica (Bushnel Modelo ZT820), no total de 16. As câmeras foram

parafusadas nas paredes dentro das passagens inferiores, a uma altura de 40 cm do solo, e foram programadas para funcionar ininterruptamente durante todo o período de amostragem. As câmeras ficaram expostas durante 10 dias por expedição, totalizando um esforço amostral de 480 câmeras/dia.

A riqueza foi dada pelo somatório de espécies amostradas por meio do armadilhamento fotográfico e encontros ocasionais de pegadas. Os vídeos de uma espécie obtidos pela mesma armadilha em intervalos menores que 20 minutos foram considerados como registro único da espécie (exceto quando captadas as imagens de dois ou mais indivíduos juntos). Da mesma forma, buscou-se fazer a caracterização dos rastros pertencentes a indivíduos diferentes de uma mesma espécie, de acordo com a morfometria dos vestígios.

Os dados foram submetidos ao teste T de Student bicaudal, para verificar a diferença de riqueza entre as passagens inferiores com tipos distintos de margens, considerando um nível de significância de 5%. Os pressupostos de normalidade e de homogeneidade das variâncias foram avaliados. A diferença de abundância também foi analisada com base nos mesmos parâmetros, pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney, uma vez que os dados refogem à distribuição normal.

O diagrama de Whittaker foi gerado pela ordenação das espécies, a partir das mais comuns para as mais raras, ao passo que a diversidade de espécies nas passagens inferiores foi estimada pelo índice de Simpson ($1 - D$). O coeficiente de Correlação de Pearson foi empregado para estudar a interação entre a diversidade de espécies e a variação de altitude das passagens inferiores, em relação ao nível do mar.

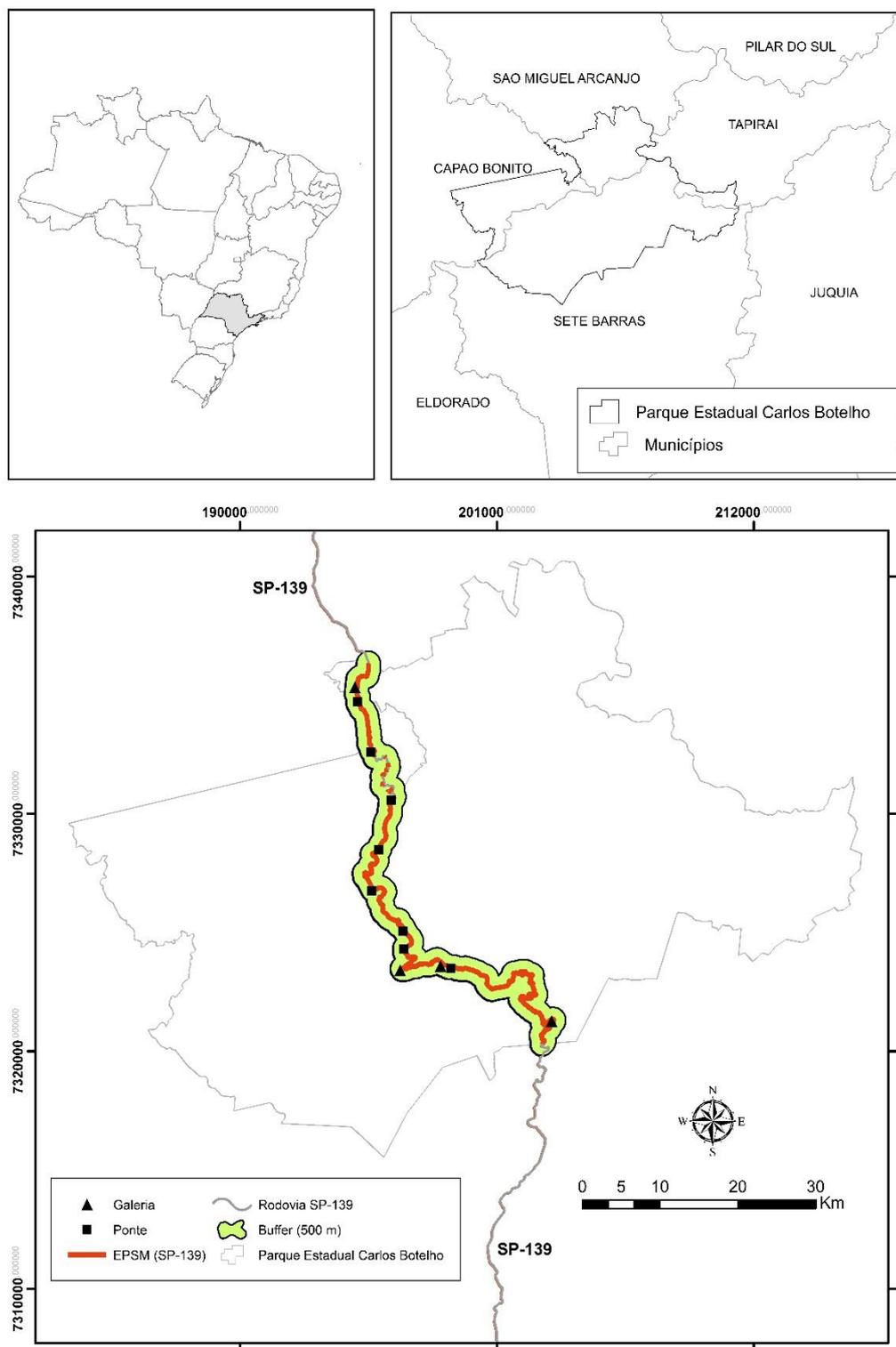


FIGURA 11. Localização das 12 passagens inferiores de fauna ao longo da SP-139 no Parque Estadual Carlos Botelho (PECB). Fonte: imagem gerada com base em Sistema de Informação Geográfica (SIG).



FIGURA 12. Passagens inferiores de fauna existentes ao longo da Estrada Parque (SP-139). P1 – galleria circular (Km 46+800), P2 – ponte (Km 56+200), P3 – galleria retangular (Km 56+620), P4 – galleria retangular (Km 58+714), P5 – ponte (km 60+300), P6 – ponte (Km 61+300), P7 – ponte (Km 64+660), P8 – ponte (Km 67+100), P9 – ponte (Km 69+710), P10 – ponte (Km 73+850), P11 – ponte (Km 76+200) e P12 – galleria circular (Km 76+860).

RESULTADOS

3.5 RESULTADOS

Durante o período de estudo detectou-se uma abundância de 124 indivíduos nas passagens inferiores. Destes, apenas 7,25% corresponderam ao registro de répteis, 12,9% de aves e 79,8% de mamíferos. Não foram registrados anfíbios. A riqueza total encontrada foi de 16 espécies (Tabela 4 e Figura 13).

TABELA 4. Listagem taxonômica (classe, ordem, família e espécie), forma de registro, abundância de indivíduos, riqueza de espécies e diversidade de Simpson ($1 - D$) para os tetrápodes terrestres amostrados nas passagens inferiores de fauna da Estrada Parque (SP-139). Af = Armadilha fotográfica, P = Pegada. *Espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo (São Paulo, 2018).

Táxon	Passagens Inferiores de Fauna (PIF)											
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
	Altitude (m)											
	101	570	582	629	711	737	772	770	755	753	703	712
REPTILIA												
Squamata												
Teiidae												
												Af
<i>Salvator merianae</i> Duméril & Bibron, 1839												
AVES												
Galliformes												
Odontophoridae												
								Af				
<i>Odontophorus capueira</i> Spix, 1825												
Gruiformes												
Ralidae												
									Af			Af
<i>Aramides saracura</i> Spix, 1825												
Passeriformes												
Formicariidae												
						Af		Af				
<i>Chamaeza campanisona</i> Lichtenstein, 1823												
Turdidae												
			Af		Af	Af						
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818												

TABELA 4. Listagem taxonômica (classe, ordem, família e espécie), forma de registro, abundância de indivíduos, riqueza de espécies e diversidade de Simpson ($1 - D$) para os tetrápodes terrestres amostrados nas passagens inferiores de fauna da Estrada Parque (SP-139). Af = Armadilha fotográfica, P = Pegada. *Espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo (São Paulo, 2018).

Táxon	Passagens Inferiores de Fauna (PIF)											
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
	Altitude (m)											
	101	570	582	629	711	737	772	770	755	753	703	712
MAMMALIA												
Didelphimorphia												
Didelphidae												
<i>Chironectes minimus</i> Zimmermann, 1780			Af	Af		Af						
<i>Didelphis aurita</i> Wied-Neuwied, 1826							P		P			
<i>Philander quica</i> Temminck, 1824			Af	Af	Af	Af			Af	Af	Af	Af
Cingulata												
Dasypodidae												
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758										P	Af	
Carnivora												
Felidae												
<i>Leopardus pardalis</i> Linnaeus, 1758*		Af					P		Af, P			
Mustelidae												
<i>Lontra longicaudis</i> Olfers, 1818*							P					Af
Procyonidae												
<i>Procyon cancrivorus</i> G. Cuvier, 1798			Af	Af				Af	P			
Perissodactyla												
Tapiridae												
<i>Tapirus terrestris</i> Linnaeus, 1758*								Af		P	P	
Cetartiodactyla												
Cervidae												
<i>Mazama</i> sp.							P		Af			
Rodentia												
Sciuridae												
<i>Guerlinguetus brasiliensis</i> Gmelin, 1788							Af				Af	
Cuniculidae												
<i>Cuniculus paca</i> Linnaeus, 1766	P	Af	Af	Af	Af, P	P	P	Af	Af, P	Af	Af	Af
Abundância de indivíduos	1	6	28	7	7	17	2	11	6	6	28	5
Riqueza de espécies	1	2	6	4	4	8	2	8	4	5	6	3
Índice de Simpson ($1 - D$)	0,00	0,44	0,67	0,61	0,69	0,79	0,50	0,86	0,72	0,78	0,77	0,64



FIGURA 13. Imagens de tetrápodes obtidas nas passagens inferiores de fauna da Estrada Parque (SP-139). a) jaguatirica (*Leopardus pardalis*), b) saracura (*Aramides saracura*), c) mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), d) tovaça-campainha (*Chamaeza campanisona*), e) uru (*Odontophorus capueira*), f) anta (*Tapirus terrestris*), g) veado (*Mazama* sp.), h) paca (*Cuniculus paca*), i) lontra (*Lontra longicaudis*), j) cuíca-de-quatro-olhos (*Philander quica*), k) teiu (*Salvator merianae*), l) sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), m) cuíca-d'água (*Chironectes minimus*).

O diagrama de Whittaker (Figura 14) mostra que as espécies mais frequentes nas passagens inferiores foram *Cuniculus paca* (n = 36) e *Philander frenatus* (n = 32). *Cuniculus paca* apresentou também a maior distribuição. Foi a única espécie registrada em todas as estruturas de transposição.

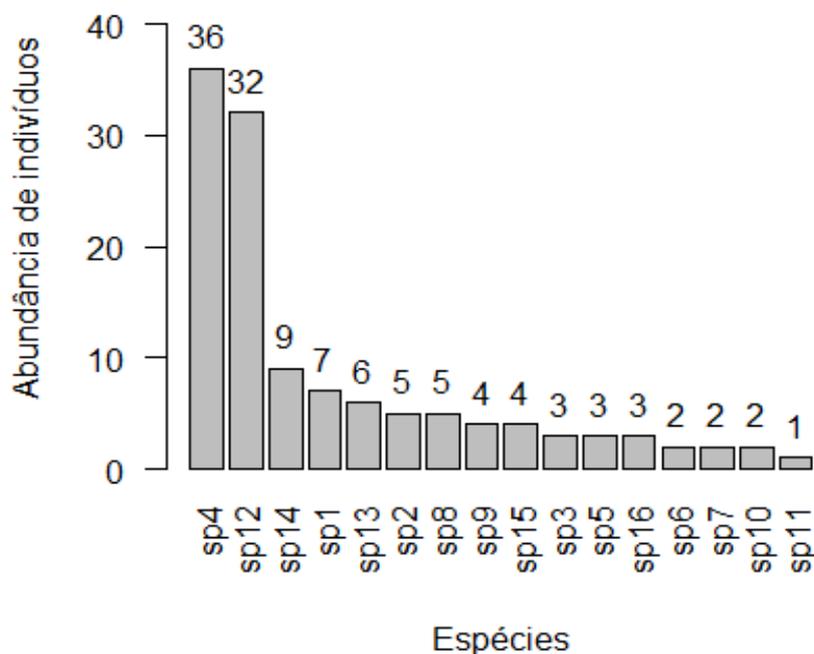


FIGURA 14. Diagrama de Whittaker (ou de dominância) para as espécies de tetrápodes amostradas nas passagens inferiores da Estrada Parque (SP-139), em que: sp1 = saracura (*Aramides saracura*), sp2 = tavoca-campainha (*Chamaeza campanisona*), sp3 = cuíca-d'água (*Chironectes minimus*), sp4 = paca (*Cuniculus paca*), sp5 = tatu-galinha (*Dasyopus novemcinctus*), sp6 = gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), sp7 = caxinguelê (*Guerlinguetus brasiliensis*), sp8 = jaguatirica (*Leopardus pardalis*), sp9 = lontra (*Lontra longicaudis*), sp10 = veado (*Mazama* sp.), sp11 = uru (*Odontophorus capoeira*), sp12 = cuíca-de-quatro-olhos (*Philander quica*), sp13 = mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), sp14 = teiu (*Salvator merianae*), sp15 = anta (*Tapirus terrestris*) e sp16 = sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*).

Dentre as passagens inferiores estudadas, a P1 (0,00) foi a que apresentou a menor diversidade de Simpson, enquanto a P8 (0,86) apresentou o maior valor para essa mesma variável (Tabela 4).

Em média, as passagens inferiores que possuem margens secas tiveram aproximadamente 2,2 espécies a mais do que as passagens com as margens alagadas (Figura 15). Esse resultado não foi estatisticamente significativo pelo teste T ($t = -1,813$, g.l. = 10, $p = 0,100$). Também não foi

detectada diferença estatística entre os dois grupos em relação à abundância ($p = 0,394$) (Figura 16).

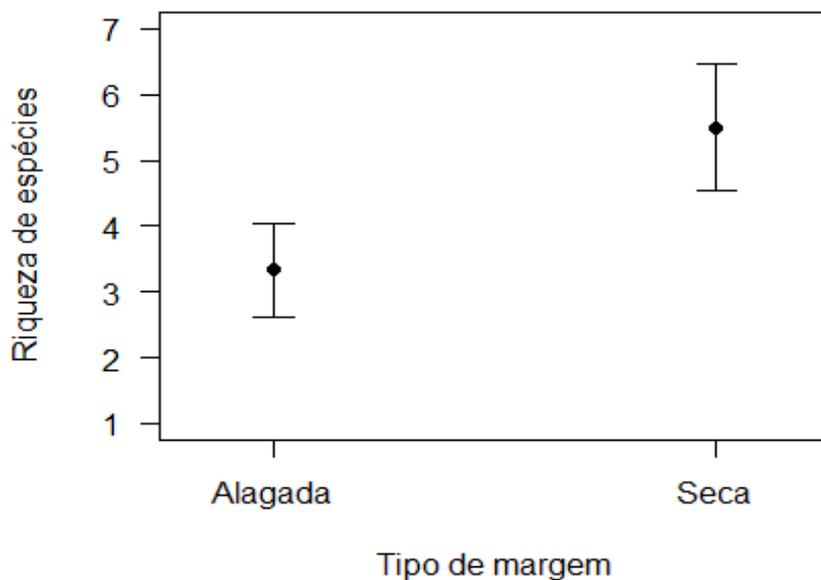


FIGURA 15. Média (ponto) e erro padrão (barra) para as riquezas de tetrápodes observadas nas passagens inferiores da Estrada Parque (SP-139), de acordo com o tipo de margem. As diferenças não são estatisticamente significativas pelo teste T ($t = -1,813$, g.l. = 10, $p = 0,100$).

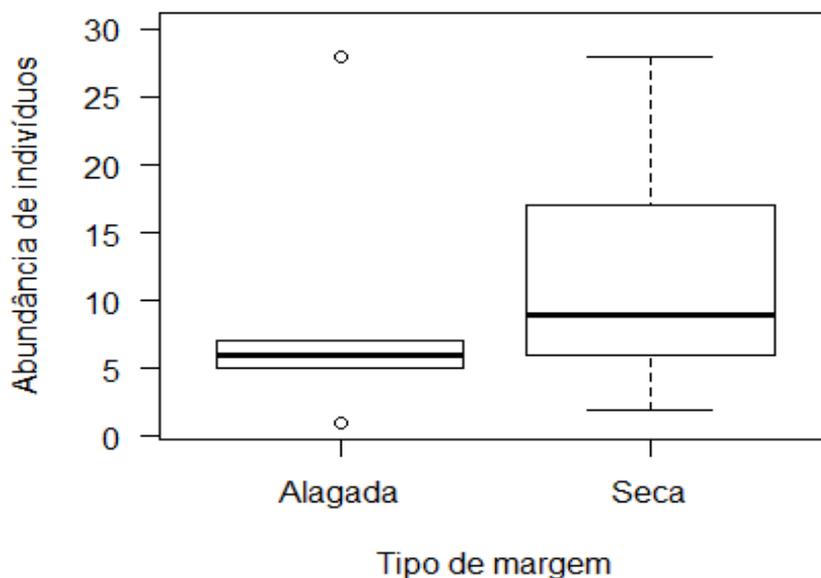


FIGURA 16. Boxplot da variação das abundâncias de indivíduos registradas nos dois grupos de passagens inferiores analisados da Estrada Parque (SP-139). A diferença estatística não foi significativa pelo teste de Mann-Whitney ($p = 0,373$).

Com base nos dados obtidos sobre a distribuição altitudinal das passagens inferiores, observou-se que existe uma tendência ao acréscimo gradual na diversidade, acompanhando as altitudes mais elevadas (Figura 17).

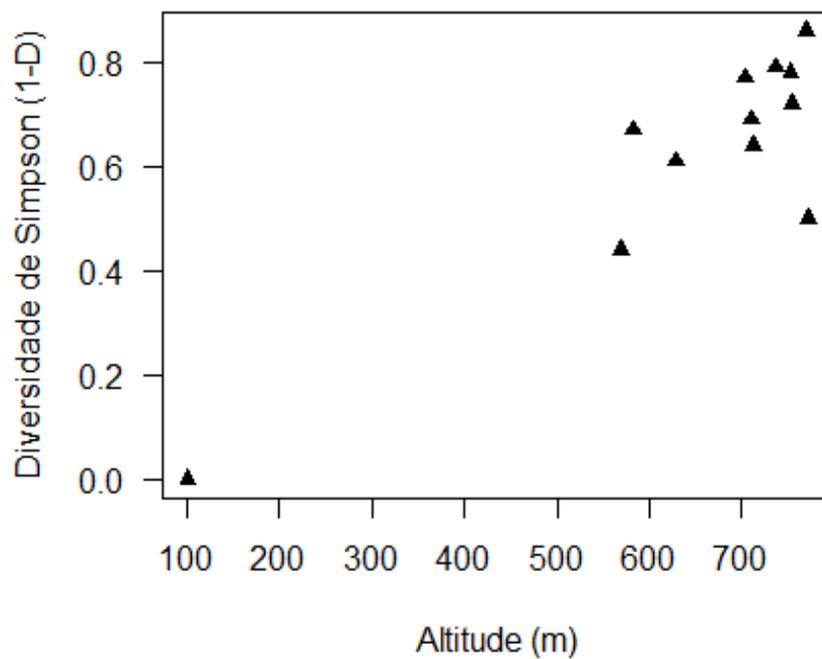


FIGURA 17. Correlação entre a diversidade de espécies e a altitude das passagens inferiores da Estrada Parque (SP-139): $r = 0,892$ e $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

3.6 DISCUSSÃO

As pontes constituem um tipo estrutural que possibilita o deslocamento de animais sob a pista (VAN DER REE et al., 2007). Nessa esteira, as galerias de drenagem desempenham função semelhante (CLEVINGER et al., 2001). Uma característica comum às passagens inferiores da Estrada Parque (SP-139) é o ambiente de inserção. As obras de arte foram edificadas em Áreas de Preservação Permanente (APP) de curso d'água, cujas faixas marginais são valiosas para o fluxo gênico de animais silvestres (BRASIL, 2012). O presente estudo foi o primeiro a avaliar o uso das passagens inferiores pela fauna, ao longo do trecho da SP-139 que corta o Parque Estadual Carlos Botelho.

Em alguns dos vídeos gravados os tetrápodes foram observados em atividade de forrageamento, padrão que denota a importância da presença de substratos naturais no interior desses dispositivos. Para todos os efeitos, pondera-se que mesmo nas estruturas de transposição alagadas, a lâmina d'água manteve-se sempre baixa durante as amostragens (< 15 cm). Credita-se a isto o fato de não terem sido encontradas diferenças estatisticamente significativas, na comparação entre as passagens de fauna com bordas secas e alagadas, no que tange à abundância de indivíduos e riqueza de espécies.

Sob o aspecto conservacionista foram amostradas duas espécies tidas como vulneráveis no Estado de São Paulo (a jaguatirica, *Leopardus pardalis* e a lontra, *Lontra longicaudis*). A anta está em perigo, isto é, em risco muito alto de extinção, enquanto outras três espécies estão quase ameaçadas: uru (*Odontophorus capueira*), cuíca-d'água (*Chironectes minimus*) e paca (*Cuniculus paca*). No que diz respeito às espécies mais frequentes, a paca (*Cuniculus paca*) tipicamente habita áreas florestais, vivendo associada aos

cursos d'água. Tem o hábito de construir suas tocas em barrancos e são comuns nos locais onde estão protegidas da caça (REIS et al., 2006). A cuíca-de-quatro-olhos (*Philander quica*) também é uma espécie florestal, que apesar do hábito escansorial, ocorre predominantemente no solo (REIS et al., 2006).

As passagens inferiores da Estrada Parque (SP-139) não possuem cercas direcionadoras contíguas. A opção pela não instalação desta medida acessória deveu-se ao risco de tornar maior o número de atropelamentos dos mamíferos de médio e grande porte. Muitos desses animais realizam movimentos de dispersão ao longo da via, e estariam sujeitos a ter suas rotas de fuga em direção às APPs obliteradas, se fosse incorporado o ajuste.

O índice de Simpson mede a probabilidade de dois indivíduos retirados ao acaso na comunidade pertencerem a espécies diferentes (MELO, 2008). De acordo com esse índice, P1 foi a passagem de fauna que apresentou a menor diversidade. Uma possível explicação para este resultado é a visitação turística no local, que por ser de fácil acesso é bastante procurado no PECB.

Em geral, as maiores diversidades foram obtidas nas passagens inferiores situadas na parte alta da Serra da Macaca e, conforme demonstrado, há correlação positiva entre a diversidade de espécies e a altitude dos dispositivos. BROCARDI et al. (2012) asseveraram que a parte alta do PECB possui um menor grau de antropização em relação ao restante da UC, que encontra na extração ilegal de palmito (*Euterpe edulis*) e na caça, os principais desafios à conservação da sua biota.

CONCLUSÕES

3.7 CONCLUSÕES

Os resultados desse estudo ratificam a importância ecológica das passagens inferiores alocadas em APPs de curso d'água. O recobrimento do piso das estruturas de transposição por uma fina camada de água não interferiu na sua utilização pelos tetrápodes. Porém, adverte-se que esse tipo de ambiente foi mais favorável ao registro de espécies que apresentam maior afinidade com áreas úmidas. Se por um lado a ausência de cercamento não inibiu a utilização das pontes e galerias pela fauna, de outro verificou-se que a presença humana em estruturas de transposição, pode, efetivamente, comprometer a sua funcionalidade.

REFERÊNCIAS

3.8 REFERÊNCIAS

Ascensão F, Mira A. Impactes das vias rodoviárias na fauna silvestre - Relatório final. Évora, Portugal: Universidade de Évora; 2006.

Ascensao F, Mira A. Factors affecting culvert use by vertebrates along two stretches of road in southern Portugal. *Ecol Res* 2007; 22: 57–66.

Bager A, Fontoura V. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. *Ecol Eng* 2013; 53: 31-38.

Bard A.M, Smith HT, Egensteiner R, Harber TV, Heath GW, Miller WJB, Weske JS. A simple structural method to reduce road-kills of royal terns at bridge sites. *Wildl Soc Bull* 2002; 30(2): 603-605.

Brasil. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e n. 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012.

Brocardo CR, Rodarte R, Bueno RDS, Culot L, Galetti M. Mamíferos não voadores do Parque Estadual Carlos Botelho, continuum florestal do Paranapiacaba. *Biota Neotrop* 2012; 12: 198-208.

Clevenger AP, Waltho N. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conserv Biol* 2000; 14: 47-56.

Clevenger AP, Chruszcz B, Gunson K. Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *J Appl Ecol* 2001; 38: 1340-1349.

Clevenger AP, Waltho N. Long-term, year-round monitoring of wildlife crossing structures and the importance of temporal and spatial variability in performance studies. In: Irwin CL, Nelson D, McDermott KP. *Proceedings of the 2007 International Conference on Ecology and Transportation*. North Carolina State University: Center for Transportation and the Environment; 2003. p.293-302.

Dodd CK, Barichivich WJ, Smith LL. Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida. *Biol Conserv* 2004;118(5): 619-631.

Clevenger AP, Waltho N. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biol Conserv* 2005; 121(3): 453-64

Foster ML, Humphrey SR. Use of highway underpasses by Florida panthers and other wildlife. *Wildl Soc Bull* 1995; 23, 95-100.

Glista DJ, De Vault TL, DeWoody JA. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landsc Urban Plan* 2009; 91:1-7.

Goosem M. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: inhibition of crossing movements. *Wildl Res* 2001; 28(4): 351-364.

Grilo C, Bissonette JA, Santos-Reis M. Response of carnivores to existing highway culverts and underpasses: implications for road planning and mitigation. *Biodivers. Conserv* 2008; 17: 1685-1699.

Grilo C, Bissonette JA, Cramer PC. Mitigation measures to reduce impacts on biodiversity. In: Jones SR. *Highways: Construction, Management, and Maintenance*. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers; 2010. p. 73-114.

Holderegger R, DiGiulio M. The genetic effects of roads: A review of empirical evidence. *Basic Appl Ecol* 2010; 11: 522-31.

Jaeger JAG, Fahrig L. Effects of road fencing on population persistence. *Conserv Biol* 2004; 18: 1651-1657.

Little SJ, Harcourt RG, Clevenger AP. Do wildlife passages act as prey-traps? *Biol Conserv* 2002; 107: 135-145.

Mastro LL, Conover MR, Frey SN. Deer-vehicle collision prevention techniques. *Hum Wildl Interact* 2008; 2: 80-92.

Mata C, Hervás I, Herranz J, Suárez F, Malo JE. Complementary use by vertebrates of crossing structures along a fenced Spanish motorway. *Biol Conserv* 2005; 124: 397-405.

Melo AS. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotrop* 2008; 8(3): 21-27.

Pomezanski D, Bennett L. Anuran responses to natural substrates within two wildlife underpasses. *Herpetol Conserv Bio* 2018; 13: 105 -112.

RStudio Team. RStudio: Integrated Development for R. RStudio. Version 3.5.1 [software]. Disponível em: <http://www.rstudio.com>.

Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP. Mamíferos do Brasil. Londrina: Nelio R. dos Reis; 2006.

Sawaya MA, Clevenger AP, Kalinowski ST. Demographic connectivity for ursid populations at wildlife crossing structures in Banff National Park. *Conserv Biol* 2013; 27: 721-730.

São Paulo. Decreto nº 63.853, de 27 de novembro de 2018. Declara as espécies da fauna silvestre no Estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo* 27 nov 2018; 128(221).

Van der Grift EA, Findlay S, Van der Ree R, Fahrig L, Findlay S, Houlahan J, Jaeger JAG, Klar N, Madriñan LF, Olson L. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodivers Conserv* 2013; 22:425-448.

Van der Ree R, Van der Grift E, Mata C, Suarez F. Overcoming the barrier effect of roads—How effective are mitigation strategies? In: Irwin CL, Nelson D, McDermott KP. *Proceedings of the 2007 International Conference on Ecology and Transportation*. North Carolina State University: Center for Transportation and the Environment; 2007. p.324–431.

Yanes M, Velasco JM, Suárez F. Permeability of roads and railways to vertebrates: the importance of culverts. *Biol Conserv* 1995; 71(3):217-222.

Zuberogoitia I, del Real J, Torres JJ, Rodríguez L, Alonso M, de Alba V, Azahara C, Zabala J. Testing pole barriers as feasible mitigation measure to avoid bird vehicle collisions (BVC). *Ecol Eng* 2015; 83:144-151.

TRABALHO CIENTÍFICO

3.9 TRABALHO CIENTÍFICO

Artigo a ser publicado no periódico Biota Neotropica.

Link: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1676-0603&lng=en&nrm=iso

CONCLUSÃO GERAL

Por meio do delineamento amostral empregado diagnosticou-se a existência de um perfil sazonal na estatística dos atropelamentos de fauna silvestre na Estrada Parque (SP-139). No período Primavera / Verão há um aumento no fluxo de veículos, seguido por uma elevação no número de fatalidades de répteis e anfíbios, mas sobretudo dos répteis que possuem hábitos diurnos. Infere-se que o impacto dos atropelamentos de fauna na área de estudo é reduzido. Isto se deve às medidas mitigadoras adotadas, com destaque para a interrupção do tráfego noturno.

À noite diversas espécies de mamíferos não voadores deslocam-se livremente pela via, inclusive felinos e ungulados de grande porte. Por esse motivo e, com base nas evidências coletadas, recomenda-se a interdição noturna do tráfego – como medida preventiva ao atropelamento de fauna – nas rodovias que permeiam parques e reservas, onde for possível, como no caso das áreas protegidas mais circunscritas.

Uma única ave ferida – o surucuá-dourado (*Trogon rufus*) – foi resgatada pela equipe da Fundação Florestal durante o período analisado, a qual foi socorrida, mas não resistiu aos ferimentos. É um indicativo de que a probabilidade de sobrevivência de exemplares faunísticos é muito reduzida, quando são atropelados, principalmente se o espécime for de pequeno porte.

As pontes e as galerias de drenagem instaladas nas Áreas de Preservação Permanente, mesmo desprotegidas pelas cercas direcionadoras, garantem a conectividade estrutural aos ambientes seccionados pelo traçado da rodovia SP-139 no interior do PECB, tanto aquelas que possuem as margens secas como aquelas que são permanentemente alagadas.

Embora não fosse o escopo da pesquisa, surgiram lampejos sobre a interferência do ecoturismo nas comunidades faunísticas da Estrada Parque (SP-139). Primeiro, ao menos em uma passagem inferior (P1) há indício de que a presença humana repele o fluxo de animais. E depois, uma pergunta: Qual a contribuição da visita ao PECB no aumento do trânsito de veículos que ocorre na Estação Primavera / Verão e, conseqüentemente, no atropelamento de fauna? São temas que necessitam ser aprofundados.

ANEXOS

ATESTADO

Atesto que o Projeto "Avaliação dos efeitos da Rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) sobre a biodiversidade dos animais selvagens que naturalmente ocorrem na região do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), como subsídio para a gestão da operação rodoviária." **Protocolo CEUA 0127/2019**, a ser conduzido por Francisco de Assis Alves, responsável/orientador Carlos Roberto Teixeira, para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

Finalidade	PESQUISA CIENTÍFICA
Vigência do projeto	05/08/2019 a 05/02/2020

Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 11/09/2019



JOSÉ NICOLAU PRÓSPERO PUOLI FILHO
Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

INSTITUTO FLORESTAL



PROCESSO SMA N.º : 260108 – 005.656/2019
INTERESSADO : Francisco de Assis Alves
ASSUNTO : Encaminha o projeto de pesquisa: “Avaliação dos efeitos da Rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) sobre a biodiversidade dos animais selvagens que naturalmente ocorrem na região do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), como subsídio para a gestão da operação rodoviária”
EQUIPE : Francisco de Assis Alves
VIGÊNCIA : Março de 2019 a Maio de 2021

Carta COTEC nº 485/2019 D82/2019 KO

São Paulo, 26 de Agosto de 2019.

Senhor
Francisco de Assis Alves
Rua Princesa Isabel, 64, ap. 64
São Paulo-SP
CEP: 04.601-000
Tel.: (11) 9-6467-2453
E-mail: francisco@fysiambiental.com.br

Apraz-nos informar que o projeto “Avaliação dos efeitos da Rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) sobre a biodiversidade dos animais selvagens que naturalmente ocorrem na região do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), como subsídio para a gestão da operação rodoviária”, constante do processo em referência, de autoria de Francisco de Assis Alves foi aprovado para ser executado, no período de Março de 2019 a Maio de 2021, na seguinte Unidade:

UNIDADE e RESPONSÁVEL	ENDEREÇO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	OBSERVAÇÕES
Parque Estadual Carlos Botelho Ao responsável pela Unidade Gestor: Pietro de Oliveira Scarascia	a) <u>Sede Administrativa:</u> Rodovia SP-139, km 78,4 Bairro do Abaitinga São Miguel Arcanjo-SP CEP: 18.230-000 / Caixa Postal 37 Telefone para informação: (15) 3279-0483 E-mail: pe.carlosbotelho@fflorestal.sp.gov.br Dias e horário de funcionamento: diariamente das 8h às 17h. O acesso às trilhas é permitido somente até as 15h. Em horário de verão, acesso às trilhas monitoradas é permitido até as 16h. b) <u>Visitação:</u> Rodovia SP-139, km 78,4 Bairro do Abaitinga São Miguel Arcanjo-SP CEP: 18.230-000 / Caixa Postal 37 Dias e horário de funcionamento: de segunda-feira a domingo das 8h às 17h. Sábados e domingos 8h às 17h.	<ul style="list-style-type: none">• Com relação à realização do projeto no Parque Estadual Carlos Botelho, manifestamo-nos: <u>De acordo com a execução do projeto:</u>• Com relação aos resultados do projeto, as informações geradas serão de: Alta prioridade;• Com relação ao planejamento da Unidade, o Parque Estadual Carlos Botelho possui: Plano de Manejo;• Com relação às atividades previstas pelo projeto: não existe restrição;• <u>As seguintes colocações devem ser observadas pelos autores, por ocasião da visita a esta Unidade:</u>• Apesar do cronograma vencido, torna-se necessário o registro deste trabalho junto à COTEC-IF, para que o mesmo seja da ciência deste órgão;• Trata-se de uma lacuna que ocorreu na gestão anterior, a qual deve ser preenchida, apesar do cronograma já vencido;• Somos favoráveis à aprovação do projeto de pesquisa “Avaliação dos efeitos da Rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) sobre a biodiversidade dos animais selvagens que naturalmente ocorrem na região do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), como subsídio para a gestão da operação rodoviária” de autoria do pesquisador Francisco de Assis Alves, a ser desenvolvido no Parque Estadual Carlos Botelho;• Com a finalidade de contribuir com a segurança dos trabalhos de campo a serem desenvolvidos no Parque Estadual Carlos Botelho, solicitamos:<ul style="list-style-type: none">• 1- Que seja informado junto ao Portal do Parque Estadual Carlos Botelho o local do Parque a ser adentrado para o desenvolvimento dos trabalhos de campo;• 2- Que seja preenchido o Termo de Ciência de Risco



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

INSTITUTO FLORESTAL



PROCESSO SMA N.º : 260108 – 005.656/2019
INTERESSADO : Francisco de Assis Alves
ASSUNTO : Encaminha o projeto de pesquisa: “Avaliação dos efeitos da Rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) sobre a biodiversidade dos animais selvagens que naturalmente ocorrem na região do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), como subsídio para a gestão da operação rodoviária”
EQUIPE : Francisco de Assis Alves
VIGÊNCIA : Março de 2019 a Maio de 2021

UNIDADE e RESPONSÁVEL	ENDEREÇO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	OBSERVAÇÕES
		<p>pelo responsável e todos demais componentes da equipe, antes da realização dos trabalhos de campo);</p> <ul style="list-style-type: none">• 3- As visitas de representantes de outras instituições, fotógrafos, imprensa, etc., deverão ser comunicadas com a necessária antecedência junto ao Gestor do Parque Estadual Carlos Botelho, para que sejam providenciadas as regularizações necessárias;• 4- Que a contratação de mateiros e auxiliares de campo, seja comunicada com antecedência ao Gestor do Parque;• 5- Agendar um contato inicial prévio, antes do início dos trabalhos, com o Gestor do Parque Estadual Carlos Botelho, para se verificar os tipos de apoio que poderão ser prestados;• 6- O alojamento deverá ser reservado com antecedência mínima de 15 (quinze) dias;• 7- As atividades não previstas no projeto original estão vetadas, devendo ser previamente notificadas e submetidas à análise da COTEC (Comissão Técnico-Científica) do Instituto Florestal, para que as mesmas possam vir a serem desenvolvidas;• 8- Enviar, <u>obrigatoriamente</u>, via e-mail, os relatórios mensais ao Parque Estadual Carlos Botelho, conforme modelo do Anexo I;• 9- Apresentar os relatórios anuais, em dezembro, junto à COTEC. Cópia da dissertação, tese, artigos, resumos em eventos científicos e outras formas de publicações podem ser apresentados junto ao Parque Estadual Carlos Botelho e à COTEC;• 10- AO TÉRMINO DO ESTUDO, ELABORAR UM PARÁGRAFO ELUCIDANDO, DE FORMA OBJETIVA, COMO QUE OS RESULTADOS OBTIDOS PODERÃO AUXILIAR A GESTÃO DESTA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO; <p>• Solicitamos aos pesquisadores e toda a equipe envolvida, que tenham conhecimento das diretrizes de trabalho anteriormente relacionadas e que, em caso de alguma dúvida, entrem em contato com o Gestor desta Unidade de Conservação;</p> <p>• Relatórios parciais e final encaminhados à COTEC devem também ser remetidos à administração do Parque Estadual Carlos Botelho, para serem juntados ao acervo da Unidade.</p>

“Projeto já executado entre Março 2018 e Fevereiro 2019 no âmbito do licenciamento da Rodovia Nequinho Fogaça (SP 139) como condicionante da CETESB. O monitoramento foi feito com métodos (armadilhas fotográficas, censos e parcelas de areia) que dispensam licença Sisbio por não ocorrer captura e coleta de material. O autor pretende utilizar os dados do trabalho para Dissertação de Mestrado e este parecerista não vê óbices com relação a este fato.”



PROCESSO SMA N.º : 260108 – 005.656/2019
INTERESSADO : Francisco de Assis Alves
ASSUNTO : Encaminha o projeto de pesquisa: “Avaliação dos efeitos da Rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) sobre a biodiversidade dos animais selvagens que naturalmente ocorrem na região do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), como subsídio para a gestão da operação rodoviária”
EQUIPE : Francisco de Assis Alves
VIGÊNCIA : Março de 2019 a Maio de 2021

Por ocasião das visitas nesta Unidade, solicitamos:

1. Agendar os trabalhos de campo junto à administração da Unidade, com antecedência mínima de 15 dias, fornecendo o nome de todos os membros da equipe visitante;
2. Visitas de pesquisadores, representantes de outras instituições, convidados, pesquisadores estrangeiros, alunos, amigos, fotógrafos, imprensa, etc., não relacionados no projeto original como membro da equipe executora devem ser previamente notificadas e autorizadas pela administração da Unidade;
3. Permitir acompanhamento por pessoal da Unidade, quando o responsável pela Unidade assim estabelecer;
4. Atividades não previstas no projeto original estão vetadas, devendo ser previamente notificadas e submetidas à análise e aprovação do Instituto Florestal;
5. Atividades não previstas no projeto original, como a captura e manipulação da fauna, estão vetadas, devendo ser previamente notificadas e submetidas à análise e aprovação do Instituto Florestal;
6. Portar a licença do SISBIO/IBAMA. Quando renovada, apresentar cópia para ser anexada ao processo;
7. Somente os autores nomeados na licença do SISBIO/IBAMA poderão efetuar coletas;
8. As atividades devem restringir-se à observação de mamíferos/aves..., não sendo permitida a captura e manipulação da fauna;
9. Questionários, formulários, entrevistas orais e outras formas de abordagem de pessoal local e do público visitante devem ter o roteiro previamente submetido à ciência do responsável pela administração da Unidade;
10. Atividades de coleta de amostras da biodiversidade estão condicionadas à apresentação de cópia da licença SISBIO/IBAMA. Quando renovada, apresentar cópia para ser anexada ao processo;
11. As intervenções a serem executadas na Unidade, como colocação de placas, pregos, faixas, distribuição de folhetos, etc. devem ser previamente e formalmente autorizadas pelo responsável pela administração da Unidade;
12. Não deixar no campo vestígios da passagem no local como resíduos, buracos, embalagens, armadilhas, tambores, etc. Trincheiras e escavações devem ser seguidas de processos de recuperação, minimizando o dano local;
13. Havendo necessidade de acompanhamento por mateiros, guarda-parques, consultar a Unidade sobre possível disponibilidade, com antecedência mínima de 15 dias e;
14. Havendo necessidade de deslocamento de equipamentos, realizar por conta própria ou consultar a Unidade sobre possível disponibilidade de auxiliares, com antecedência mínima de 15 dias.

Responsáveis por projetos com previsão de coletas devem providenciar a autorização SISBIO/IBAMA na página http://www.ibama.gov.br/sisbio/index.php?id_menu=205. Obtida a autorização, encaminhar cópia à Comissão Técnico-Científica – COTEC para ser anexado no processo respectivo. A partir de janeiro de 2008, toda e qualquer forma de coleta nas UCs deverá ser formalmente licenciada pelo SISBIO/IBAMA.

Conforme estabelece a Portaria do Diretor Geral de 23/01/90, e cientificado à V. Senhoria **nos Termos de Compromisso e de Responsabilidade assinados em 24/06/2019**, há necessidade de encaminhar à COTEC, um relatório **anual, no mês de Dezembro de cada ano**. Nos relatórios assinalar a área de estudos em GPS/coordenadas geográficas.

Relatórios parciais e final encaminhados à COTEC devem também ser remetidos à administração das Unidades de Conservação, para serem juntados ao acervo da Unidade.

Cópia da dissertação, tese, artigos, resumos em eventos científicos e outras formas de publicações podem ser apresentados como relatório parcial e final. Não havendo possibilidade de cópias, solicita-se o encaminhamento da(s) referência(s) bibliográfica(s), que possibilite(m) o acesso a todas as informações geradas no projeto.

A utilização para outros fins que não seja a pesquisa científica, de fotografias, imagens, vídeos e outras mídias registradas nas Unidades a título deste projeto devem ser objetos de termo específico, conforme a Portaria CINP, de 09/02/1999, publicada no DOE de 10/02/1999.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

INSTITUTO FLORESTAL



PROCESSO SMA N.º : 260108 – 005.656/2019
INTERESSADO : Francisco de Assis Alves
ASSUNTO : Encaminha o projeto de pesquisa: “Avaliação dos efeitos da Rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) sobre a biodiversidade dos animais selvagens que naturalmente ocorrem na região do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), como subsídio para a gestão da operação rodoviária”
EQUIPE : Francisco de Assis Alves
VIGÊNCIA : Março de 2019 a Maio de 2021

Esta aprovação não implica em suporte financeiro de qualquer natureza por parte do Instituto Florestal. A participação e ou auxílio financeiro por parte do Instituto Florestal, quando houver, deverá ser detalhado e formalizado através de contratos, convênios e outros instrumentos legais pertinentes, cuja cópia deve ser juntada ao presente processo.

Para qualquer informação ou eventualidade, colocamo-nos à sua inteira disposição.

Por prestigiar a nossa instituição, agradecemos.

Atenciosamente,

Silvana Cristina Pereira Muniz de Souza
COTEC - Comissão Técnico-Científica
Instituto Florestal
Rua do Horto, nº 931
02377-000 - São Paulo – SP
Fone: (011) 2231- 8555 – Ramal 2071 Fax: Ramal 2220
cotec2@gmail.com



Ministério do Meio Ambiente
CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO

SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

Comprovante de Cadastro de Acesso

Cadastro nº A18FA6A

A atividade de acesso ao Patrimônio Genético, nos termos abaixo resumida, foi cadastrada no SisGen, em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos.

Número do cadastro: **A18FA6A**
Usuário: **Francisco de Assis Alves**
CPF/CNPJ: **298.361.218-03**
Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**
Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

Espécie

Impossibilidade de identificação

Título da Atividade: **Avaliação dos efeitos da Rodovia Nequinho Fogaça (SP-139) sobre a biodiversidade dos animais selvagens que naturalmente ocorrem na região do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), como subsídio para a gestão da operação rodoviária.**

Equipe

Francisco de Assis Alves	CAMPUS DE BOTUCATU FAC MEDICINA VETERINARIA
Carlos Roberto Teixeira	UNESP
Luciano Barbosa	UNESP
Jairo Alves Júnior	Centro Universitário Anhanguera

Data do Cadastro: **15/03/2020 10:02:38**
Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em **10:03** de **15/03/2020**.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO
DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL
ASSOCIADO - **SISGEN**