



**ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

**ANÁLISE DE OCORRÊNCIA DE ANIMAIS VIVOS E MORTOS NA RODOVIA  
RAPOSO TAVARES (SP-270)**

Por

**THAÍS PAGOTTO**

**NAZARÉ PAULISTA, 2023**



## **ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

### **ANÁLISE DE OCORRÊNCIA DE ANIMAIS VIVOS E MORTOS NA RODOVIA RAPOSO TAVARES (SP-270)**

Por

THAIS PAGOTTO

#### **COMITÊ DE ORIENTAÇÃO**

Laury Cullen Jr.  
Fernanda Delborgo Abra  
Alexandre Uezu

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

**IPÊ – INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS  
NAZARÉ PAULISTA, 2023**

### **Ficha Catalográfica**

Pagotto, Thaís

Análise de Ocorrência de animais vivos e mortos na Rodovia Raposo Tavares (SP-270), 2022. 54 pp.

Trabalho Final (mestrado): IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas

Atropelamento

Rodovia

Passagem de Fauna

Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade, IPÊ

### **BANCA EXAMINADORA**

LOCAL E DATA

---

Prof. Dr.

---

Prof. Dr.

---

Prof. Dr.

Dedico essa conquista à Lili. Como tudo que fiz em minha vida a partir da primavera de 2017. Cada respirar.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os pesquisadores que me influenciaram ao longo dessa jornada. A forma como me mostraram o quanto é grandioso dedicar-se à causa de seus trabalhos. Agradeço aos meus orientadores, por toda atenção dedicada, em especial à Fernanda, por tantos ensinamentos e por ser tão inspiradora em tudo que realiza.

À turma ESCAS 2020 - Ághata, André, Anita, Bruno, Carol, Fátima, Gabriel Borin, Gabriel Oliveira, Gabriela, Guilherme, João, Palahv, Júlia, Laís, Luísa, Paulão, Beto, Pietra, Priscila, Taísi, Thaís Araújo e Vinícius – que me inspirou a viver essa jornada fantástica, de incertezas, conhecimento e muita dança, com uma amizade que começou em meio a uma pandemia, e se estenderá carinhosamente por toda a vida.

Ao grande Marcão, pioneiro desta linda dedicatória! E as queridas Aline, Isabela e Teca, que me ajudaram tanto a continuar nesse caminho.

Aos queridos e maravilhosos professores que estiveram (virtualmente) em nossas aulas. Ao Cláudio e à Suzana, por concretizarem um ideal tão maravilhoso.

Aos meus regradores trabalhistas (CART e ECONATUR), por compreender tão bem o meu desejo pelo conhecimento e abraçar minhas loucuras, mesmo que isso tenha lhes trazido algumas faltas minhas...

A querida Alice, que ainda tão pequena, compreendeu a grandeza desse trabalho e nos momentos mais difíceis me trazia sua inocente sabedoria e carinho, com seus “Calma mamãe, acho que agora você precisa descansar”.

À vida, que tão generosamente me permitiu perfazer esse percurso, com saúde e perseverança apesar de tantas angústias.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 11 |
| 2. OBJETIVOS .....  | 13 |
| 3. ÁREA DE ESTUDO.....  | 14 |
| 3.1. USO DO SOLO .....  | 17 |
| 4. PARTE EXPERIMENTAL, MATERIAIS E MÉTODOS .....                                    | 20 |
| 4.1. Animais em faixa de domínio da rodovia.....                                    | 20 |
| 4.2. Análise de agregação, distribuição espacial e temporal de atropelamentos ..... | 21 |
| 4.3. Animais em passagens de fauna sob a rodovia .....                              | 23 |
| 4.4. Ocorrência de animais na rodovia e o período de pandemia Covid-19.....         | 26 |
| 5. RESULTADOS .....   | 27 |
| 5.1. Animais em faixa de domínio da Rodovia .....                                   | 27 |
| 5.2. Análise de agregação, distribuição espacial e temporal de atropelamentos ..... | 30 |
| 5.3. Animais em passagens de fauna sob a rodovia.....                               | 33 |
| 5.4. Ocorrência de animais na rodovia e o período de pandemia Covid-19.....         | 38 |
| 6. DISCUSSÃO .....  | 40 |
| 6.1. Animais em faixa de domínio da Rodovia .....                                   | 40 |
| 6.2. Análise de agregação, distribuição espacial e temporal de atropelamentos ..... | 42 |
| 6.3. Animais em passagens de fauna sob a rodovia.....                               | 43 |
| 6.4. Ocorrência de animais na rodovia e o período de pandemia Covid-19.....         | 44 |
| 7. CONCLUSÕES .....   | 45 |
| 8. RECOMENDAÇÕES.....   | 46 |
| 9. REFERÊNCIAS.....   | 49 |
| ANEXO A .....   | 54 |
| ANEXO B .....   | 55 |

## LISTA DE TABELAS

| <u>Tabela</u>  | <u>página</u> |
|--|---------------|
| <b>Tabela 3.1-1:</b> Porcentagem da composição da paisagem na área de estudo   | 18            |
| <b>Tabela 4.3-1:</b> Esforço amostral realizado em cada passagem inferior de fauna   | 24            |
| <b>Tabela 4.3-2</b> Localização, tipo estrutural e dimensionamento das estruturas utilizadas como Passagens Inferiores de Fauna (PIFs) na área de estudo. BDCC = Bueiro Duplo Celular de Concreto, BSTM = Bueiro Simples Tubular Metálico, BSCC = Bueiro Simples Celular de Concreto, BSTC = Bueiro Simples Tubular de Concreto, BTTC = Bueiro Triplo Tubular de Concreto. | 25            |
| <b>Tabela 5.1-1:</b> Número de indivíduos e frequência de atropelamento de animais na rodovia Raposo Tavares (SP-270), entre o km 512+000 e o km 654+500, de janeiro de 2018 à janeiro de 2021, incluindo categoria de ameaça estadual (Decreto n° 63.853/2018), Nacional (ICMBio/MMA 2018) e Mundial (IUCN 2022).   | 28            |
| <b>Tabela 5.2-1:</b> Informações sobre análises de agregação específica para os mamíferos silvestres, excluída a espécie <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> . Legenda: N° Eventos = N° de eventos no cluster, Str_Dens2 = força da agregação, SD2_CI1 e CI2 = intervalo de confiança da agregação.   | 30            |
| <b>Tabela 5.2-2:</b> Informações sobre análises de agregação específica para a espécie <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> . Legenda: N° Eventos = N° de eventos no cluster, Str_Dens2 = força da agregação, SD2_CI1 e CI2 = intervalo de confiança da agregação.   | 31            |
| <b>Tabela 5.3-1:</b> Total de travessias desconhecidas, completas e não completas por campanha   | 33            |
| <b>Tabela 5.3-2:</b> Identificação do uso do solo no entorno de cada Passagem Inferior de Fauna  | 34            |
| <b>Tabela 5.3-3:</b> Número de registros e frequência de animais utilizando passagens de fauna na rodovia Raposo Tavares (SP-270), entre o km 512+000 e o km 654+500, de janeiro de 2018 à janeiro de 2021, incluindo categoria de ameaça estadual (Decreto n° 63.853/2018), Nacional (ICMBio/MMA 2018) e Mundial (IUCN 2022).   | 36            |

## LISTA DE FIGURAS

| <u>Figura</u>  | <u>página</u> |
|--|---------------|
| <b>Figura 3-1:</b> Delimitação da área de estudo com a presença da Rodovia Raposo Tavares formando barreira física para os animais.  | 16            |
| <b>Figura 3-2:</b> Vista de passagem inferior de fauna úmida (associada à curso d'água) à esquerda, e passagem inferior de fauna seca à direita.   | 17            |
| <b>Figura 3.1-1:</b> Composição da paisagem na área de estudo  | 19            |
| <b>Figura 4.1-1:</b> Exemplar de <i>Puma concolor</i> à esquerda e <i>Tamandua tetradactyla</i> à direita, ambos encontrados mortos em faixa de domínio da rodovia.  | 21            |
| <b>Figura 4.3-1:</b> Exemplos de <i>Puma concolor</i> e <i>Myrmecophaga tridactyla</i> registrados em passagens inferiores de fauna na área de estudo.   | 26            |
| <b>Figura 5.1-1:</b> Distribuição da quantidade de mamíferos de médio e grande porte encontrados na rodovia (vivos ou mortos) por ordem das espécies.  | 27            |
| <b>Figura 5.1-2:</b> Distribuição do tipo de ocorrência dos animais silvestres encontrados na rodovia  | 29            |
| <b>Figura 5.2-1:</b> Quantidade de ocorrências de capivaras e outros animais silvestres mortos na rodovia por período seco e chuvoso.  | 32            |
| <b>Figura 5.2-2:</b> Relação do número de ocorrências de capivaras e outros animais silvestres por período seco e chuvoso.   | 32            |
| <b>Figura 5.3-1:</b> Total de travessias desconhecidas, completas e não completas por campanha   | 33            |
| <b>Figura 5.4-1:</b> Comparação entre o comportamento de animais silvestres (excluída a espécie e <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> ), Figura A, e apenas indivíduos da espécie <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> , Figura B; vivos e mortos na faixa de domínio da rodovia, antes e após o período de lockdown da pandemia. | 38            |
| <b>Figura 6.1-1:</b> Detalhe de barreira New Jersey à esquerda, e fluxo de caminhamento de animais à direita. Ao tentar atravessar a rodovia os animais deparam-se com situação intransponível, e ficam ilhados entre a barreira de concreto e o fluxo de veículos, expostos a atropelamento.                              | 41            |
| <b>Figura 6.1-2:</b> Vista da barreira New Jersey no entre pistas, necessária a segurança do usuário, mas que proporciona incremento no número de animais atropelados.   | 42            |



## RESUMO

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

### ANÁLISE DE OCORRÊNCIA DE ANIMAIS VIVOS E MORTOS NA RODOVIA RAPOSO TAVARES (SP-270)

Por

Thaís Pagotto

Fevereiro 2023

Orientador: Prof. Dr. Laury Cullen Jr.

As rodovias são responsáveis por conectar áreas urbanas e rurais e pelo transporte de materiais e de pessoas, tendo uma relação direta com parâmetros políticos, sociais, culturais e econômicos das regiões (Coffin 2007). Elas estão normalmente inseridas em áreas agrícolas e em paisagens naturais, ambientes que compõem o habitat de muitos animais silvestres (Huijser *et al.* 2013). Dessa forma, principalmente em áreas naturais, esse modal de transporte provoca grandes impactos no ambiente onde está inserido (van der Ree *et al.* 2015). Para a fauna, os maiores impactos são os atropelamentos.

Este estudo foi realizado em um trecho de 142,5 quilômetros de rodovia, transpassando a área de 29 municípios no extremo oeste do Estado de São Paulo, em faixa de domínio da Rodovia Raposo Tavares (SP-270). O trabalho teve como objetivo identificar as principais espécies silvestres de mamíferos de médio e grande porte registrados na rodovia (mortos, avistados, afugentados ou encaminhados para tratamento) e em passagens inferiores de fauna, e traçar os principais pontos de morte de animais e analisar se as estruturas para a transposição de animais estão adequadas. O estudo realizou ainda análise comparativa do comportamento dos animais (mortos e vivos) na rodovia e em passagens de fauna, antes e depois da pandemia por Covid-19. Para isso, foram utilizados dados de registro de animais mortos e vagantes coletados pela concessionária da rodovia, por um período de 37 meses (janeiro de 2018 a janeiro de 2021), e dados de utilização das Passagens Inferiores

de Fauna (PIFs) obtidos durante o mesmo período, por meio de armadilhas fotográficas. Os registros de animais mortos e vagantes na rodovia foram de 66% da ordem Rodentia, seguido de 11% da ordem Lagomorpha e 10% Cingulata. Deste total, 46,7% foram de animais mortos. A espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* apresenta 22% de seus registros de animais mortos, enquanto os 78% são de indivíduos que apesar de estarem na faixa de domínio da rodovia, foram avistados vivos e afugentados. Com as demais espécies silvestres na rodovia, os registros mostram o inverso. 88% das espécies silvestres generalistas sofrem óbito quando adentram a rodovia. E quando analisadas exclusivamente espécies ameaçadas que ocorreram na rodovia, 91% não sobrevivem. O índice de atropelamento no trecho no período analisado foi de 2,34 animais atropelados/km/ano. Foram identificados 25 pontos de agregação de atropelamentos de animais silvestres (excluída a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris*), sendo essa determinação feita por análise via software Siriema v2.0 e testes de significância estatística por meio da estimativa de densidade de Kernel, utilizando-se o software KDE+ (Bíl et al., 2013, 2016). Os mesmos testes foram realizados exclusivamente para a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris*, sendo encontrados 11 pontos de agregação. Os testes mostraram ainda diferença significativa entre o número de espécies de mamíferos silvestres (excluída a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris*), entre o número de mortes no período da pandemia e nos meses antecedentes, sendo a média mensal de 7 indivíduos mortos por mês durante a restrição de locomoção humana contra 15 indivíduos mês no período fora da pandemia. Quando são analisados os dados de animais vivos utilizando as passagens de fauna, a quantidade de registros mostrou aumento significativo passando de 1 indivíduo para 3 indivíduos mensais. A diferença, entretanto, não foi significativa para a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* entre indivíduos vivos ou mortos encontrados na rodovia, ou animais vivos utilizando as passagens de fauna, antes e durante a pandemia, demonstrando o quão generalista é a espécie.

## 1. INTRODUÇÃO

As rodovias são responsáveis por conectar áreas urbanas e rurais e pelo transporte de materiais e de pessoas, tendo uma relação direta com parâmetros políticos, sociais, culturais e econômicos das regiões (Coffin 2007). Elas estão normalmente inseridas em áreas agrícolas e em paisagens naturais, ambientes que compõem o habitat de muitos animais silvestres (Huijser *et al.* 2013). Dessa forma, principalmente em áreas naturais, esse modal de transporte provoca grandes impactos no ambiente onde está inserido (van der Ree *et al.* 2015). Para a fauna, os maiores impactos são os atropelamentos.

A movimentação dos animais em épocas de acasalamento, quando tendem a buscar parceiros, a busca por alimento e o fato da faixa de domínio das rodovias possuírem gramíneas em bom estado de conservação são os maiores causadores da presença de animais em rodovias.

A morte de animais em rodovias afeta negativamente a segurança dos usuários, (Abra *et al.* 2019), e o efeito barreira (animais apresentam o comportamento de evitar as rodovias), que provoca o isolamento de populações (Reijnen *et al.* 1996), contribuindo para sua extinção.

Somente no Estado de São Paulo, a estimativa média dos atropelamentos é de 39.600 indivíduos de mamíferos de médio e grande porte para as rodovias paulistas a cada ano. Deste total, 4,6% são de espécies ameaçadas (ABRA *et al.*, 2021).

Segundo HAUPLIT (2015), as medidas de mitigação pelo impacto ocasionado à fauna compreendem uma gama de ações que devem ser tomadas em conjunto, como educação ambiental com as comunidades locais, implantação de sinalização, controle de velocidade, manejo da paisagem no entorno da rodovia e passagens de fauna. As passagens de fauna promovem a conectividade desses ambientes naturais fragmentados, permitindo a comunicação entre os diferentes habitats e populações animais, facilitando, assim, os fluxos gênicos e biológicos. As passagens devem ser adaptadas de forma estratégica, conforme as

necessidades das diferentes espécies, com a construção de estruturas inferiores, superiores e/ou hidráulicas, de maneira que atenda o maior número de indivíduos (HAUPLIT, 2015).

Instituído em março de 1998, o Programa de Concessões Rodoviárias do Estado de São Paulo tem como finalidade suprir as necessidades de investimento na infraestrutura de transportes, fundamentais ao desenvolvimento do Estado, bem como ao conforto e à segurança dos usuários (ARTESP, 2020).

Em cumprimento às obrigações contratuais, as concessionárias reguladas pela ARTESP devem realizar o registro de animais silvestres e domésticos na faixa de domínio do trecho administrado, e encaminhar animais feridos a locais habilitados para tratamento. As Concessionárias devem também promover a destinação adequada dos corpos de animais, e ainda implantar medidas de proteção em locais considerados críticos.

Com a realização dessas atividades, o programa de monitoramento de fauna atropelada da ARTESP promove a formação do maior banco de dados de animais atropelados do Brasil, realizado por meio de uma coleta sistemática dos dados.

A análise desses dados durante um período de dez anos revelou uma perda crônica de espécies de mamíferos no estado de São Paulo, incluindo espécies ameaçadas, que representam 4,3% de todos os dados (ABRA, 2019).

A grande quantidade de dados e tempo de registro possibilita realizar análises de grande relevância, como um comparativo entre o antes e durante a Pandemia do COVID-19.

Em 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou que o surto do novo coronavírus constituía uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) – o mais alto nível de alerta da Organização, conforme previsto no Regulamento Sanitário Internacional. Foi a sexta vez na história que uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional foi declarada. Em 11 de março de 2020 a COVID-19 foi caracterizada pela OMS como uma pandemia, termo que se refere à distribuição

geográfica de uma doença e não à sua gravidade. Essa designação reconhecia que no momento existiam surtos de COVID-19 em vários países e regiões do mundo. Com isso, diversas medidas de proteção foram adotadas, inclusive situações de “quarentena”, onde os cidadãos foram obrigados a permanecer em suas residências, de modo a evitar o contágio.

As restrições às atividades humanas para controlar a disseminação do COVID-19 levaram a uma série de relatórios em todo o mundo sobre os possíveis benefícios e impactos para a vida selvagem (Gardner, 2020; Manenti et al., 2020; Rutz et al., 2020). Este trabalho apresenta, dentre outros, análise pertinente ao comportamento dos animais durante esse período.

## **2. OBJETIVOS**

O trabalho tem como intuito entender a dinâmica de caminamento de animais através da barreira física formada pela rodovia.

Como objetivos específicos foram considerados:

- Identificar as principais espécies silvestres de mamíferos de médio e grande porte que ocorrem na faixa de domínio da rodovia.
- Verificar quais são os pontos de preferência de tentativa de travessia de animais silvestres na Rodovia Raposo Tavares (SP-270) entre o km 512 e km 654.
- Identificar os pontos de travessia disponíveis para animais silvestres na Rodovia Raposo Tavares (SP-270) entre o km 512 e km 654 e avaliar sua utilização.
- Analisar se as estruturas existentes para a transposição de animais estão adequadas, proporcionando conectividade funcional e estrutural baseado em dados de uso.
- Comparar o comportamento dos animais na rodovia e nas passagens de fauna antes da pandemia por Covid-19 e durante período de restrição (quarentena).

### 3. ÁREA DE ESTUDO

Reconhecida como uma das florestas mais biodiversas do mundo, a Mata Atlântica é hoje observada como um complexo de 15 ecorregiões terrestres ao longo da costa Atlântica do Brasil, estendendo-se para o oeste até porções leste do Paraguai e nordeste da Argentina (DI BITETTI, 2003).

Segundo Dinerstein,(1995) entende-se por ecorregião um conjunto de comunidades naturais, geograficamente distintas, que compartilham a maioria das suas espécies, dinâmicas e processos ecológicos, e condições ambientais similares, que são fatores críticos para a manutenção de sua viabilidade a longo prazo.

Dentre as 15 ecorregiões do Complexo de Ecorregiões da Mata Atlântica, a Ecorregião Florestas do Alto Paraná é a que possuía maior área original (471.204 km<sup>2</sup>), estendendo-se da vertente oeste da Serra do Mar, no Brasil, até o leste do Paraguai e a Província de Misiones na Argentina. Toda esta área era originalmente coberta por uma contínua floresta estacional semidecidual, com alta diversidade de espécies de plantas, que formavam diferentes comunidades florestais. Esta ecorregião possui hoje os maiores blocos de floresta remanescente (DI BITETTI, 2003).

Ao final da década de 80, pesquisadores já alertavam sobre a importância ecológica da região do Rio Paraná, especialmente da sua porção de fronteira entre o Brasil, Paraguai e Argentina. Esforços conjuntos de técnicos envolvidos com a gestão das Unidades de Conservação (UCs) da região demonstraram a necessidade de se construir ações integradas entre os três países (LIMONT, 2015).

Em meados da década de 90, o governo do estado do Paraná, por meio do Instituto Ambiental do Paraná apresentou uma proposta, em forma de artigo no I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, realizado em 1997, em Curitiba/PR, de buscar a conectividade de fragmentos florestais em âmbito nacional, criando um corredor de fluxo de biodiversidade

do rio Paraná (LIMONT, 2015), no intuito de promover integração e proteção ambiental de ecossistemas percebidos como ameaçados desde então (CAMPOS e AGOSTINHO, 1997).

Protagonizado por um conjunto de pessoas e instituições chamado de Rede Gestora, se inicia o processo de planejamento do Corredor de Biodiversidade do Rio Paraná, produzindo o mapeamento do Corredor, definindo seus limites e sugerindo um zoneamento prévio de Áreas Prioritárias para Conservação (APs) que se aproximam do conceito de corredores ecológicos, preconizado pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Conforme BRITO (2012), os corredores ecológicos têm uma função de extrema importância no Brasil, sendo um de seus aspectos referente ao esforço que é envidado na articulação com o poder público local, as entidades civis organizadas, o setor privado, a população, formalizando uma interação constante entre grupos sociais e com a sociedade.

Corredores de Biodiversidade incorporaram ainda a dimensão político e institucional da gestão, sendo um território definido em escala regional construído a partir de elementos da conservação da biodiversidade e dos processos de desenvolvimento, servindo como referência para o planejamento territorial (LIMONT, 2015).

A área de estudo está localizada no extremo oeste do estado de São Paulo, na região sudeste do Brasil, compreendendo área de 29 municípios, num total de 10.399,86 km<sup>2</sup>. Inserida no Bioma Mata Atlântica com predomínio de Floresta Estacional Semidecidual, em classe de Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos.

A pressão do caminhamento de animais na região fez com que a área de domínio da Rodovia Raposo Tavares (SP-270), entre o quilômetro 512+000 e o quilômetro 654+500, apresentasse características relevantes para estudo, dada a quantidade de animais que ocorrem vivos e mortos na rodovia. É possível observar a região entre as unidades de

conservação mais próximas, sendo a Estação Ecológica Mico-Leão-Preto e o Parque Estadual do Rio do Peixe.



**Figura 3-1:** Delimitação da área de estudo com a presença da Rodovia Raposo Tavares formando barreira física para os animais.

A Concessionária que administra a via tem implantado na região passagens inferiores de fauna (PIFs), para viabilizar o caminhamento de animais. Essas passagens podem estar associadas a cursos d'água (onde são feitas adequações como implantação de rampa e alambrado de condução), ou ser do tipo "passagem seca", para o caminhamento de diferentes espécies.





**Figura 3-2:** Vista de passagem inferior de fauna úmida (associada à curso d'água) à esquerda, e passagem inferior de fauna seca à direita.

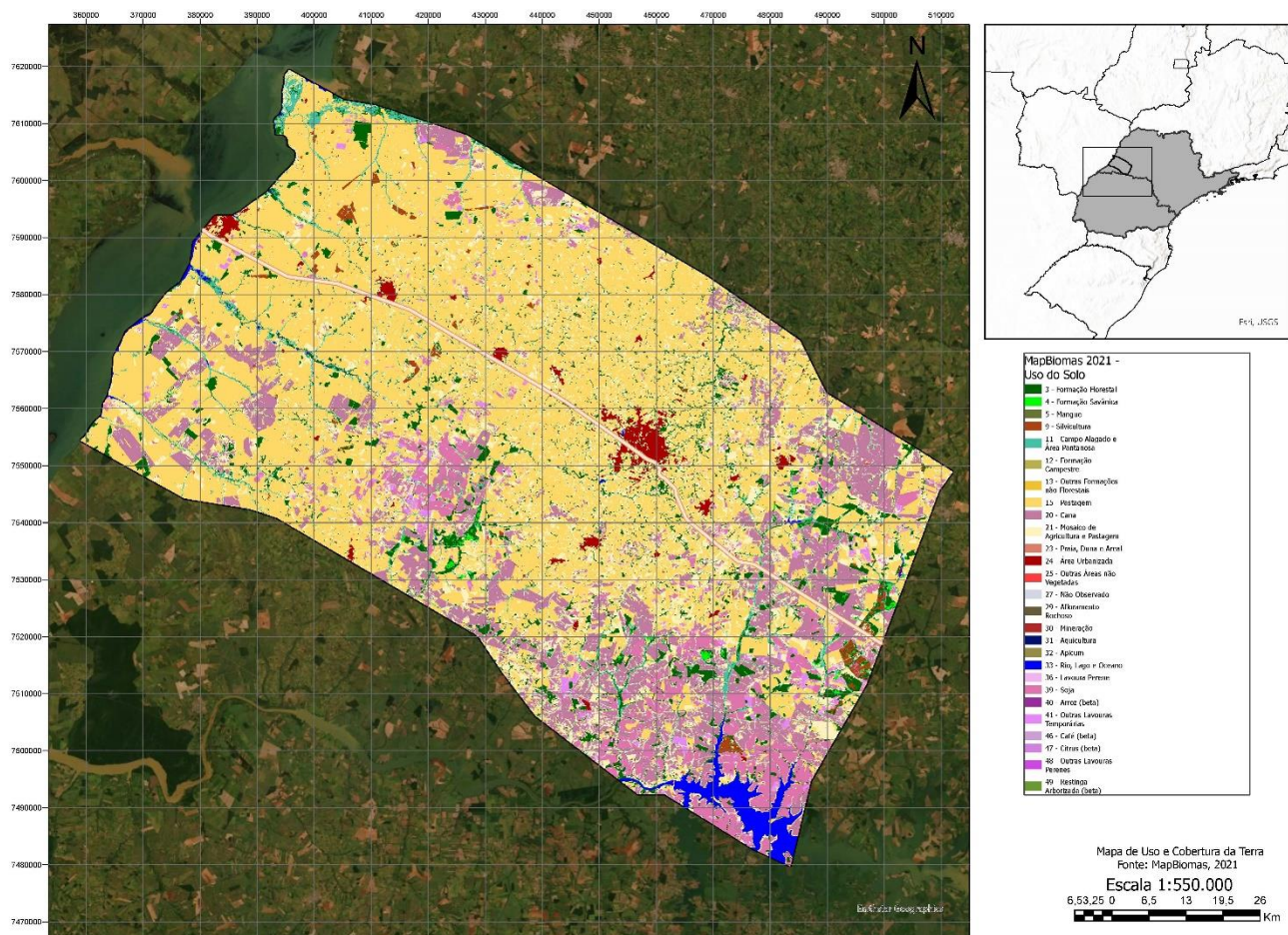
### 3.1. USO DO SOLO

Para análise do uso do solo na área de estudo, foi utilizado o mapeamento MapBiomas v.7.0 (<http://mapbiomas.org/>), referente ao ano de 2021 que é composto por diferentes classes de uso. O referido mapeamento é gerado em uma escala de 1:250.000 sendo produzido por meio de uma chave de classificação empírica baseada em vegetação verde, frações do solo, vegetação não-fotossintética e sombras, gerando um modelo de imagens Landsat de espectro misto, com áreas mínimas mapeadas de 1ha (ROSA, 2016). Para todas as análises foram utilizadas as dezesseis classes de uso encontradas na área de estudo, descritas na **Tabela 3.1-1** a seguir.

**Tabela 3.1-1:** Porcentagem da composição da paisagem na área de estudo

| <b>Uso do Solo</b>                | <b>Área (ha)</b>    | <b>%</b>      |
|-----------------------------------|---------------------|---------------|
| Pastagem                          | 547.572,14          | 52,01         |
| Mosaico de Agricultura e Pastagem | 180.963,11          | 17,19         |
| Cana                              | 132.005,92          | 12,54         |
| Formação Florestal                | 61.194,05           | 5,81          |
| Soja                              | 50.577,77           | 4,80          |
| Campo Alagado e Área Pantanosa    | 26.104,24           | 2,48          |
| Outras Lavouras Temporárias       | 15.151,82           | 1,44          |
| Rio, Lago e Oceano                | 14.382,81           | 1,37          |
| Área Urbanizada                   | 13.348,88           | 1,27          |
| Silvicultura                      | 7.964,70            | 0,76          |
| Formação Savânica                 | 1.879,03            | 0,18          |
| Outras Áreas não Vegetadas        | 809,83              | 0,08          |
| Café                              | 504,70              | 0,05          |
| Citrus                            | 242,62              | 0,02          |
| Formação Campestre                | 41,99               | 0,00          |
| Outras Lavouras Perenes           | 27,30               | 0,00          |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>1.052.770,91</b> | <b>100,00</b> |

Por meio da análise da composição da paisagem foi possível identificar que 88% da área de estudo (927.045,4 hectares) é formada por áreas de atividade agropecuária como pastagem e áreas de agricultura, enquanto menos de 10% (103.602,12 hectares ou 9,84%) correspondem a ambientes naturais como formações campestres, formações florestais e áreas úmidas ou de rios e lagos. Na **Figura 3.1-1** pode ser observada a distribuição das classes de uso apresentadas.



**Figura 3.1-1:** Composição da paisagem na área de estudo

No que diz respeito aos ambientes naturais e áreas vegetadas, segundo Nalum (2020), o Estado de São Paulo possui 5.670.532 hectares de vegetação nativa em vários estágios de recomposição, o equivalente a 22,9% do território paulista. A ocupação territorial é heterogênea. Dos 645 municípios paulistas, 133 estão com menos de 10% de cobertura vegetal nativa, enquanto 48 encontram-se em gradientes acima de 50%.

## **4. PARTE EXPERIMENTAL, MATERIAIS E MÉTODOS**

Para realização das análises deste trabalho foram utilizadas informações provenientes de duas bases de dados: i) animais silvestres registrados em faixa de domínio da Rodovia Raposo Tavares (SP-270), entre o quilômetro 512+000 e o quilômetro 654+500 e ii) registros de ocorrências de animais em passagens de fauna ao longo do mesmo trecho da rodovia.

### **4.1. Animais em faixa de domínio da rodovia**

Durante o período compreendido entre janeiro de 2018 e janeiro de 2021 foram registrados dados de ocorrência de animais, por colaboradores da concessionária que administra a via. A sistemática de obtenção dos dados deu-se por avistamento durante inspeção em veículo trafegando entre 60 e 80 km/hora, sendo a base de dados (planilha e fotos) do período mencionado fornecido pela CART e os registros validados por especialista, no intuito de conferir se a identificação das espécies estava correta. Quando o registro tinha identificação incorreta ele foi corrigido.

Na análise foram considerados todos os dados de animais silvestres e domésticos, vivos ou mortos registrados pelos operadores viários ou avistados por usuários da rodovia.

Os registros foram efetivados considerando animais vagantes na rodovia que foram espantados para fora dos limites da faixa de domínio do empreendimento (classificados como “afugentados”), animais feridos resgatados e encaminhados para veterinários (classificados como “encaminhados para tratamento”), animais que não foram observados pela equipe de inspeção da concessionária, mas cuja presença na rodovia foi relatada por usuários (avistados), e animais cujos corpos foram encontrados na rodovia, efetivamente mortos. Neste estudo foram considerados apenas os registros de mamíferos de espécies de médio e grande porte. Foi ainda realizado cálculo do índice de atropelamento de animais silvestres, utilizando a fórmula:

$$IA = N^{\circ} \text{ ind. Atropelados/km/ano}$$

Onde:

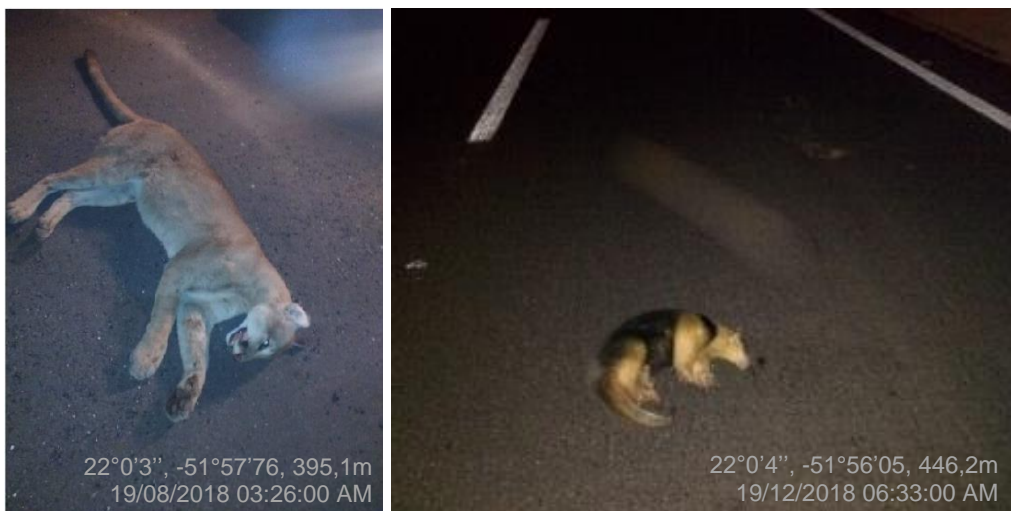
IA = Índice de atropelamento

Nº ind. = Número total de indivíduos atropelados

Km = Extensão da Rodovia

Ano = Total em anos durante amostragem do estudo

Para isso, foi considerado período de 3,08 anos (37 meses), num total de 142 quilômetros, e os registros de animais silvestres mortos. A seguir pode ser observado exemplo de corpos de animais recolhidos em faixa de domínio da rodovia.



**Figura 4.1-1:** Exemplar de *Puma concolor* à esquerda e *Tamandua tetradactyla* à direita, ambos encontrados mortos em faixa de domínio da rodovia.

#### 4.2. Análise de agregação, distribuição espacial e temporal de atropelamentos

Para identificação das áreas com maior índice de atropelamento de animais silvestres, denominados *hotspots*, foi realizada a análise de agregação dos registros de animais mortos,

iniciando-se por etapas de geoprocessamento, de modo a transformar os registros de animais armazenados em tabela, em arquivos do tipo *shapefile*, em formato de pontos. Foram excluídos registros de animais de espécies domésticas e de espécies não identificadas, utilizando-se apenas registros de espécies de mamíferos silvestres. Também foram excluídos registros de animais afugentados, recolhidos vivos ou não encontrados, sendo analisados apenas registros de animais silvestres encontrados mortos na rodovia, de modo a identificar hotspots por onde os animais desejam atravessar.

Utilizando-se do *software* Siriema v2.0 (COELHO et al.2014), foi realizada análise estatística K de Ripley – 2D de modo a avaliar a aleatoriedade da distribuição espacial dos registros. Nessa análise foram testados diferentes tamanhos de raios (min = 300 metros; max = 600 metros), em 1.000 simulações com intervalo de confiança de 95%. Foi possível constatar que as agregações significativas já aparecem representadas em raio de 150 metros, e este valor foi considerado para realização de análise da distribuição espacial dos registros no *software* KDE+.

Foram realizados testes de significância estatística por meio da estimativa de densidade de Kernel, utilizando-se o *software* KDE+ (Bíl et al., 2013, 2016).

Para identificar as agregações, o KDE+ utiliza uma estimativa de densidade de Kernel para encontrar os agrupamentos significativos de ocorrências de óbitos além de um método de hierarquização das agregações de fatalidades. Informações mais detalhadas acerca da estatística intrínseca ao método podem ser encontradas em Bíl et al., (2013). As análises foram realizadas com precisão de dados de GPS, largura de banda igual a 100 e 800 simulações de Monte Carlo (padrão da plataforma). Foram considerados como agregações apenas os pontos com valores de Str\_Dens 2 (peso da agregação) maiores do que a média. As agregações foram então divididas em quatro classes de criticidade (Muito alta, Alta, Média e Baixa).

### 4.3. Animais em passagens de fauna sob a rodovia

Todas as passagens inferiores de fauna (PIFs) foram monitoradas com o uso de uma armadilha fotográfica modelo *Bushnell Agressor* (sensor infravermelho e resolução mínima de 14 MP), instaladas no meio ou no emboque das estruturas, a fim de registrar os animais que porventura viessem a refugar a travessia. As câmeras permaneceram em período integral em campo, havendo apenas trocas de pilhas e cartões de memória, 30-35 dias, geralmente no primeiro final de semana de cada mês. Em caso de defeito técnico, furto ou depredação, as câmeras foram substituídas.

Os dados foram obtidos no período de janeiro de 2018 a janeiro de 2021, perfazendo um esforço total de monitoramento de 382.536 horas. Uma primeira campanha foi realizada no mês de dezembro de 2017, período de instalação dos equipamentos, mas os dados desta campanha foram descartados, considerando o período de preparação e testes para início do monitoramento. A exclusão dos dados da primeira campanha deu-se também para padronizar os períodos de análise de animais na faixa de domínio e nas passagens.

Na **Tabela 4.3-1** a seguir é apresentado o Esforço Amostral obtido por Campanha.

| PIF      | Meses operante | Total dias | Total Horas |
|----------|----------------|------------|-------------|
| 522+750  | 37             | 1.127      | 27.048      |
| 531+100  | 37             | 1.127      | 27.048      |
| 578+060  | 31             | 946        | 22.704      |
| 587+400  | 27             | 823        | 19.752      |
| 595+100  | 27             | 823        | 19.752      |
| 626+400  | 27             | 823        | 19.752      |
| 626+860  | 17             | 519        | 12.456      |
| 627+390A | 37             | 1.127      | 27.048      |
| 627+390B | 37             | 1.127      | 27.048      |
| 628+033  | 18             | 550        | 13.200      |
| 630+400  | 18             | 550        | 13.200      |
| 630+700  | 25             | 762        | 18.288      |
| 632+900  | 37             | 1.127      | 27.048      |
| 633+860  | 37             | 1.127      | 27.048      |
| 635+300  | 37             | 1.127      | 27.048      |
| 637+050  | 37             | 1.127      | 27.048      |
| 641+300  | 37             | 1.127      | 27.048      |

**Tabela 4.3-1:** Esforço amostral realizado em cada passagem inferior de fauna

No total foram monitoradas 17 PIFs, sendo nove consideradas passagens secas e oito consideradas passagens úmidas. As denominadas passagens secas, são geralmente antigos locais de travessia para gado entre-fazendas, ou passagens construídas exclusivamente para fauna silvestre, em pontos distantes de cursos d'água e não alagáveis. As passagens úmidas são as adaptações de drenagens fluviais já existentes na rodovia, em Áreas de Preservação Permanente, muitas vezes já vegetadas e com ambiente propício para existência de animais silvestres, dado sua inserção na paisagem.



**Tabela 4.3-2** Localização, tipo estrutural e dimensionamento das estruturas utilizadas como Passagens Inferiores de Fauna (PIFs) na área de estudo. BDCC = Bueiro Duplo Celular de Concreto, BSTM = Bueiro Simples Tubular Metálico, BSCC = Bueiro Simples Celular de Concreto, BSTC = Bueiro Simples Tubular de Concreto, BTTC = Bueiro Triplo Tubular de Concreto.

| PIF      | N          | E          | Estrutura | Dimensões (metros) | Tipo  |
|----------|------------|------------|-----------|--------------------|-------|
| 522+750  | -22,373313 | -22,361013 | BDCC      | 3 X 3              | ÚMIDA |
| 531+600  | -22,330731 | -22,318431 | BSTM      | 1,7                | ÚMIDA |
| 578+060  | -22,070806 | -22,058506 | BSCC      | 2,5 X 2,5          | SECA  |
| 587+400  | -22,023369 | -22,011069 | BSCC      | 3 X 3              | SECA  |
| 595+100  | -22,100795 | -22,088495 | BSCC      | 4 X 4              | ÚMIDA |
| 626+400  | -21,859923 | -21,847623 | BSCC      | 3 X 3              | SECA  |
| 626+860  | -21,858867 | -21,846567 | BSCC      | 3 X 3              | SECA  |
| 627+390A | -21,856811 | -21,844511 | BSCC      | 2,5 X 2,5          | ÚMIDA |
| 627+390B | -21,856811 | -21,844511 | BSCC      | 2,5 X 2,5          | ÚMIDA |
| 628+033  | -22,100795 | -22,088495 | BSTC      | 1,5                | ÚMIDA |
| 630+400  | -21,850502 | -21,838202 | BSCC      | 3 X 3              | SECA  |
| 630+700  | -21,850105 | -21,837805 | BSCC      | 3 X 3              | SECA  |
| 632+900  | -21,847187 | -21,834887 | BSCC      | 3,5 X 3,5          | ÚMIDA |
| 633+860  | -21,845931 | -21,833631 | BTTC      | 1,5                | ÚMIDA |
| 635+300  | -21,844106 | -21,831806 | BSCC      | 3 X 3              | SECA  |
| 637+050  | -21,841924 | -21,829624 | BSCC      | 3 X 3              | SECA  |
| 641+300  | -21,825915 | -21,813615 | BSCC      | 2 X 3              | SECA  |



**Figura 4.3-1:** Exemplos de *Puma concolor* e *Myrmecophaga tridactyla* registrados em passagens inferiores de fauna na área de estudo.

#### **4.4. Ocorrência de animais na rodovia e o período de pandemia Covid-19**

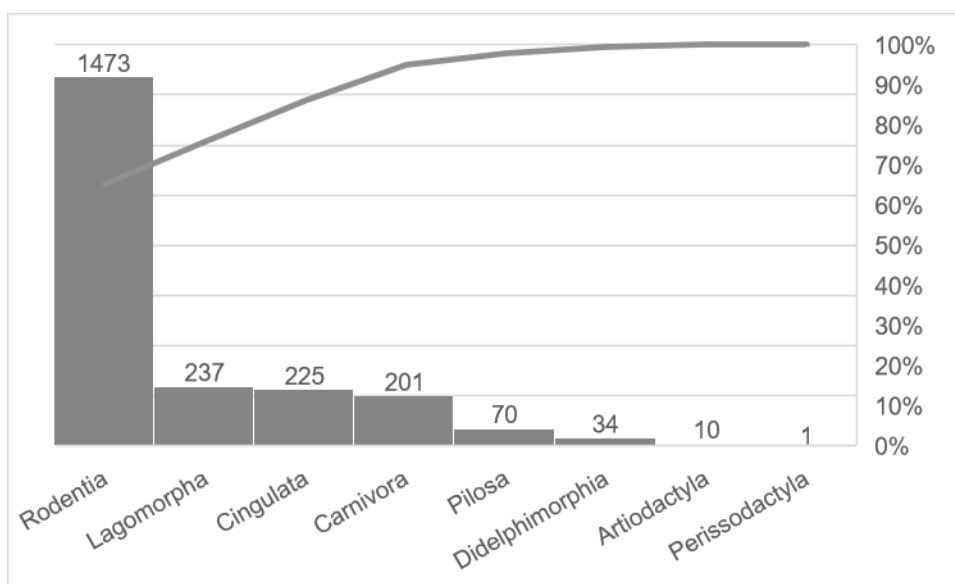
Para esse estudo foram utilizados os dados registrados por colaboradores da concessionária que administra a via, sendo feita análise comparativa entre os 12 meses antes do início da pandemia (março de 2019 à fevereiro de 2020) e 12 meses a partir do período de *lockdown* no Brasil (março 2020 à fevereiro 2021). Ressalta-se que o *modus operandi* da operação viária não foi alterado durante o período. Foi realizado então teste t de *Student* para análise estatística da hipótese de que com a menor presença de veículos na rodovia, ocorreria menor quantidade de morte de animais. Também foram analisados os dados de utilização das passagens de fauna pelos animais de modo a avaliar se a menor quantidade de veículos na rodovia proporcionaria aumento da movimentação de animais vivos.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Animais em faixa de domínio da Rodovia

A análise de ocorrência de animais na Rodovia, no período de janeiro de 2018 a janeiro de 2021 identificou o registro de 2.319 indivíduos vivos e mortos, pertencentes a 17 espécies.

Os registros são de oito diferentes ordens, sendo 66% Rodentia, 11% Lagomorpha e 10% Cingulata.



**Figura 5.1-1:** Distribuição da quantidade de mamíferos de médio e grande porte encontrados na rodovia (vivos ou mortos) por ordem das espécies.

Dentre as espécies encontradas a maior ocorrência é de espécies generalistas como *Hydrochoerus hydrochaeris* (1.445 registros), *Lepus europaeus* (237 registros), e tatus com 225 registros.

**Tabela 5.1-1:** Número de indivíduos e frequência de atropelamento de animais na rodovia Raposo Tavares (SP-270), entre o km 512+000 e o km 654+500, de janeiro de 2018 à janeiro de 2021, incluindo categoria de ameaça estadual (Decreto n° 63.853/2018), Nacional (ICMBio/MMA 2018) e Mundial (IUCN 2022).

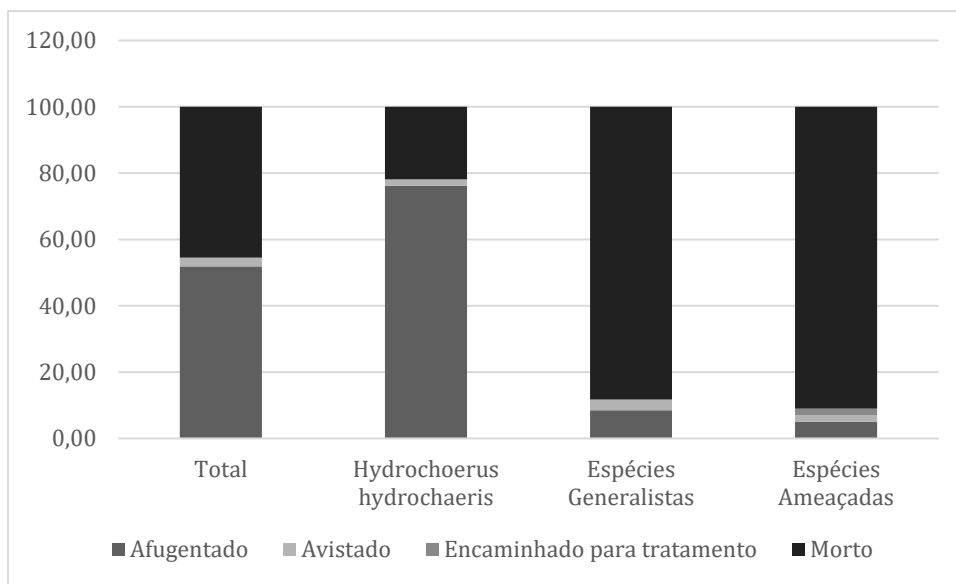
| Nome Popular       | Nome Científico                  | Grau de Ameaça                                  | Afugentado  | Avistado  | Encaminhado para tratamento | Morto       | Total Geral | Frequência |
|--------------------|----------------------------------|---|-------------|-----------|-----------------------------|-------------|-------------|------------|
| Anta               | <i>Tapirus terrestris</i>        | EN <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> VU <sup>3</sup> |             |           |                             | 1           | 1           | 0,04       |
| Cachorro-do-Mato   | <i>Cerdocyon thous</i>           | LC <sup>3</sup>                                 | 5           | 3         |                             | 63          | 71          | 3,06       |
| Capivara           | <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> | LC <sup>3</sup>                                 | 1101        | 28        |                             | 316         | 1445        | 64,19      |
| Gambá              | <i>Didelphis sp</i>              | -   | 2           |           |                             | 32          | 34          | 1,47       |
| Guaxinim           | <i>Procyon cancrivorus</i>       | LC <sup>3</sup>                                 |             |           |                             | 19          | 19          | 0,84       |
| Jaguaritica        | <i>Leopardus pardalis</i>        | VU <sup>1</sup> LC <sup>3</sup>                 |             |           |                             | 4           | 4           | 0,17       |
| Lebre              | <i>Lepus europaeus</i>           | LC  | 9           | 8         |                             | 220         | 237         | 10,53      |
| Lobo-Guará         | <i>Chrysocyon brachyurus</i>     | VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>                 |             |           | 1                           | 6           | 7           | 0,30       |
| Onça-parda         | <i>Puma concolor</i>             | VU <sup>2</sup> LC <sup>3</sup>                 |             |           |                             | 5           | 5           | 0,22       |
| Ouriço             | <i>Coendou sp</i>                | -   | 2           |           |                             | 23          | 25          | 1,08       |
| Quati              | <i>Nasua nasua</i>               | LC <sup>3</sup>                                 | 2           | 3         |                             | 22          | 27          | 1,20       |
| Canideo ni         | <i>Canideo ni</i>                | -   | 1           | 2         | 1                           | 64          | 68          | 2,93       |
| Rato-do-Banhado    | <i>Myocastor coypus</i>          | LC  |             |           |                             | 3           | 3           | 0,13       |
| Tamanduá-Bandeira  | <i>Myrmecophaga tridactyla</i>   | VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>                 | 4           |           |                             | 11          | 15          | 0,65       |
| Tamanduá-Mirim     | <i>Tamandua tetradactyla</i>     | LC <sup>3</sup>                                 | 4           | 4         | 1                           | 46          | 55          | 2,44       |
| Tatu               | <i>n.i.</i>                      | -   | 33          | 6         |                             | 186         | 225         | 9,70       |
| Veado-catingueiro  | <i>Mazama sp.</i>                | -   | 5           | 2         |                             | 3           | 10          | 0,44       |
| <b>Total Geral</b> |                                  |   | <b>1168</b> | <b>56</b> | <b>3</b>                    | <b>1024</b> | <b>2251</b> |            |

Legenda: Decreto Estadual n° 63.853/2018<sup>1</sup>, Nacional (ICMBio/MMA 2022)<sup>2</sup> e Mundial (IUCN 2022)<sup>3</sup>

Com relação aos registros de Canídeos, havia nos dados iniciais menção à espécie raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*), entretanto, os registros de animais encontrados em faixa de domínio são realizados por colaboradores da concessionária, não sendo profissionais de identificação, ou áreas correlatas. Considerando que se trata de uma espécie cujo nome popular é utilizado de forma genérica em outras regiões do país, e cuja identificação depende de análise detalhada de alguns fatores, como porte, coloração e cauda, optou-se por considerar neste estudo os registros indicados como “raposinha-do-campo”, como Canídeo sp.

Do total de registros 46,7% são de animais mortos. Mas esse padrão não se repete quando as espécies são analisadas em separado. *Hydrochoerus hydrochaeris* apresenta um comportamento de 78% afugentado e avistado e 22% mortos. Já as demais espécies generalistas, apresentam 88% de morte, enquanto espécies ameaçadas registradas na rodovia apresentam 91% de morte.

O cálculo do índice de atropelamentos foi de 2,34 animais atropelados/km/ano.



**Figura 5.1-2:** Distribuição do tipo de ocorrência dos animais silvestres encontrados na rodovia

## 5.2. Análise de agregação, distribuição espacial e temporal de atropelamentos

A identificação dos principais pontos de morte de animais silvestres, (excluída a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris*), resultou em 25 pontos de agregação, após um corte de seleção de valores de Str\_Dens2 > 2,59 (range 0 a 24,31). Dentre eles um ponto foi considerado de prioridade muito alta, com 11 eventos, 14 de prioridade Alta e 10 de prioridade Média (**Tabela 5.2-1**).

**Tabela 5.2-1:** Informações sobre análises de agregação específica para os mamíferos silvestres, excluída a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris*. Legenda: N° Eventos = N° de eventos no cluster, Str\_Dens2 = força da agregação, SD2\_CI1 e CI2 = intervalo de confiança da agregação.

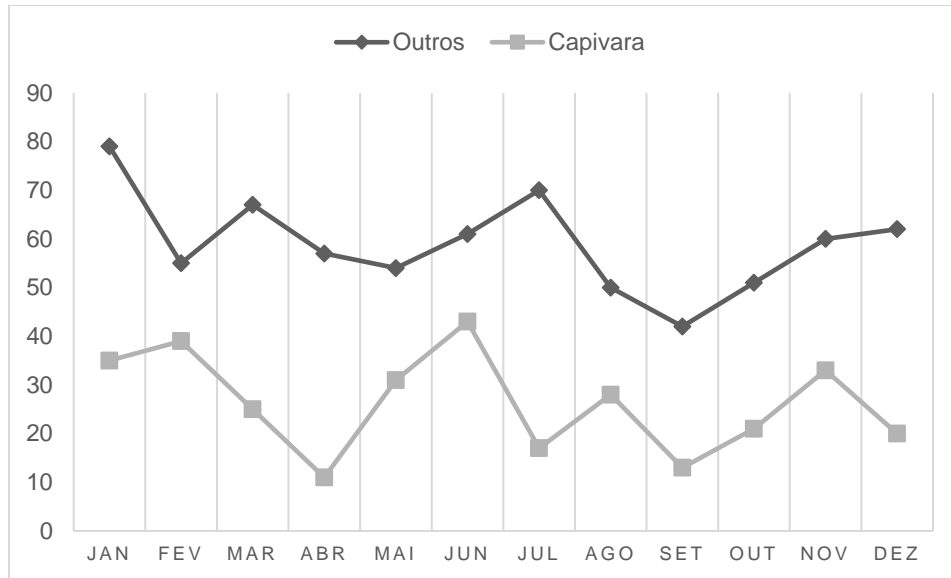
| Km      | Prioridade | N° Eventos | Strength | Str_Dens2 | SD2_CI_1 | SD2_CI_2 |
|---------|------------|------------|----------|-----------|----------|----------|
| 523+700 | Média      | 5          | 0,48     | 2,75      | 2,18     | 2,93     |
| 539+560 | Alta       | 4          | 0,38     | 3,63      | 2,49     | 3,98     |
| 544+560 | Média      | 3          | 0,25     | 2,59      | 1,15     | 3,04     |
| 575+650 | Alta       | 10         | 0,61     | 4,09      | 3,59     | 4,24     |
| 577+320 | Média      | 7          | 0,60     | 2,67      | 2,32     | 2,77     |
| 578+950 | Alta       | 4          | 0,50     | 4,03      | 3,27     | 4,27     |
| 581+400 | Média      | 4          | 0,29     | 3,44      | 1,88     | 3,93     |
| 582+920 | Alta       | 5          | 0,54     | 5,03      | 4,21     | 5,29     |
| 584+920 | Alta       | 9          | 0,56     | 4,23      | 3,60     | 4,42     |
| 586+860 | Muito Alta | 11         | 0,80     | 24,32     | 23,13    | 24,69    |
| 588+990 | Alta       | 7          | 0,65     | 7,01      | 6,29     | 7,24     |
| 591+000 | Alta       | 6          | 0,45     | 4,05      | 3,12     | 4,33     |
| 591+850 | Alta       | 5          | 0,60     | 6,33      | 5,53     | 6,58     |
| 592+990 | Alta       | 4          | 0,48     | 4,19      | 3,35     | 4,46     |
| 596+950 | Média      | 6          | 0,57     | 3,25      | 2,78     | 3,40     |
| 598+500 | Média      | 4          | 0,39     | 3,56      | 2,52     | 3,89     |
| 600+730 | Alta       | 13         | 0,69     | 5,58      | 5,11     | 5,72     |
| 607+560 | Alta       | 5          | 0,55     | 5,54      | 4,69     | 5,80     |
| 607+820 | Alta       | 7          | 0,56     | 4,00      | 3,40     | 4,19     |
| 612+800 | Média      | 11         | 0,51     | 3,09      | 2,52     | 3,27     |
| 626+000 | Média      | 5          | 0,44     | 3,25      | 2,46     | 3,49     |
| 628+800 | Média      | 4          | 0,40     | 3,20      | 2,28     | 3,48     |
| 632+000 | Alta       | 7          | 0,50     | 5,17      | 4,18     | 5,47     |
| 633+900 | Alta       | 5          | 0,57     | 5,84      | 4,99     | 6,10     |
| 634+600 | Média      | 9          | 0,53     | 2,85      | 2,38     | 3,00     |

A identificação dos principais pontos de morte da espécie *Hydrochoerus hydrochaeris*, resultou em 11 pontos de agregação, após um corte de seleção de valores de Str\_Dens2 > 1,83 (range 0 a 9,39). Dentre eles dois pontos foram considerados de prioridade muito alta, com 35 e 9 eventos, 6 de prioridade Alta e 3 de prioridade Média (Tabela 5.2-2).

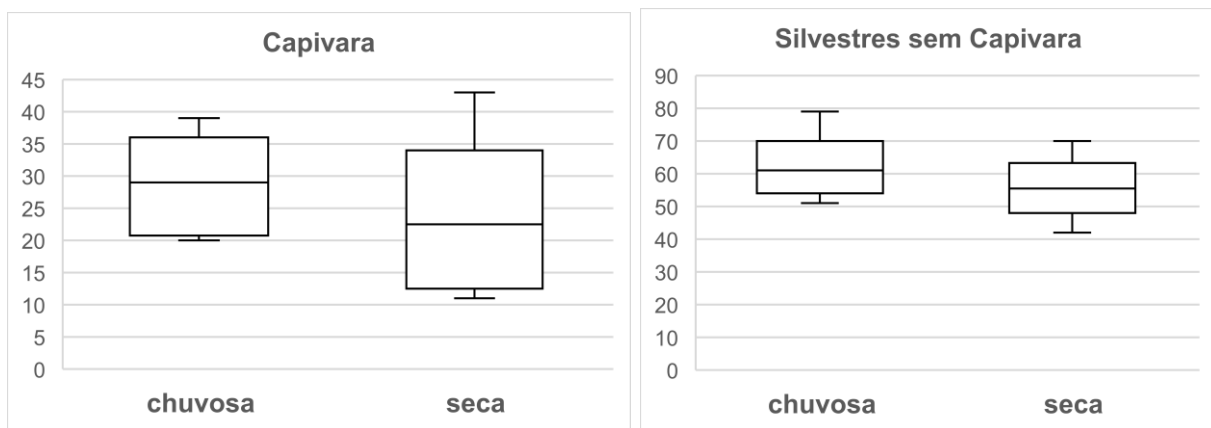
**Tabela 5.2-2:** Informações sobre análises de agregação específica para a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris*. Legenda: N° Eventos = N° de eventos no cluster, Str\_Dens2 = força da agregação, SD2\_CI1 e CI2 = intervalo de confiança da agregação.

| Km      | Prioridade | N° Eventos | Strength | Str_Dens2 | SD2_CI_1 | SD2_CI_2 |
|---------|------------|------------|----------|-----------|----------|----------|
| 559+700 | Alta       | 4          | 0,71     | 3,28      | 3,28     | 3,28     |
| 569+780 | Alta       | 6          | 0,77     | 4,05      | 4,05     | 4,05     |
| 576+625 | Muito Alta | 35         | 0,87     | 9,36      | 9,36     | 9,36     |
| 577+940 | Muito Alta | 9          | 0,86     | 9,39      | 9,39     | 9,39     |
| 578+430 | Alta       | 10         | 0,76     | 3,29      | 3,29     | 3,29     |
| 587+070 | Alta       | 10         | 0,76     | 2,77      | 2,77     | 2,77     |
| 594+890 | Alta       | 4          | 0,75     | 4,09      | 4,09     | 4,09     |
| 605+400 | Média      | 3          | 0,63     | 1,86      | 1,86     | 1,86     |
| 615+900 | Média      | 4          | 0,67     | 2,64      | 2,64     | 2,64     |
| 626+930 | Alta       | 15         | 0,82     | 3,96      | 3,96     | 3,96     |
| 632+640 | Média      | 8          | 0,67     | 2,19      | 2,19     | 2,19     |

Os dados coletados nos 37 meses de amostragem indicam que a maioria dos atropelamentos ocorreu na estação chuvosa, com 53,42% (n=547), entre outubro a março. Considerando capivara e outros animais silvestres separadamente, ambos apresentaram maior número de registros na estação chuvosa, sendo 54,75% para capivara e 52,82% para outros silvestres. As médias obtidas nos testes não são estatisticamente diferentes, demonstrando não haver significância nessa relação.



**Figura 5.2-1:** Quantidade de ocorrências de capivaras e outros animais silvestres mortos na rodovia por período seco e chuvoso.



**Figura 5.2-2:** Relação do número de ocorrências de capivaras e outros animais silvestres por período seco e chuvoso.



### 5.3. Animais em passagens de fauna sob a rodovia

Foram considerados nessa análise dados de amostragem de 17 Passagens Inferiores de Fauna (PIFs) existentes na Rodovia Raposo Tavares (SP-270), durante 35 campanhas de monitoramento que se seguiram entre os meses de janeiro de 2018 e janeiro de 2021. Por meio dessa amostragem, foram registradas 37.574 travessias sendo que 35.161 foram completas, 1.140 foram não completas e 1.273 foram desconhecidas.

As travessias desconhecidas não foram registradas em vídeo pelas câmeras, mas por meio de pegadas ou fezes, não sendo possível afirmar que o animal realizou a travessia, mas o registro foi contabilizado como presença do indivíduo nas passagens. Do total de travessias realizadas 23.252 foram de animais de espécies silvestres, 12.665 foram de espécies domésticas e 1.657 foram travessias de humanos.

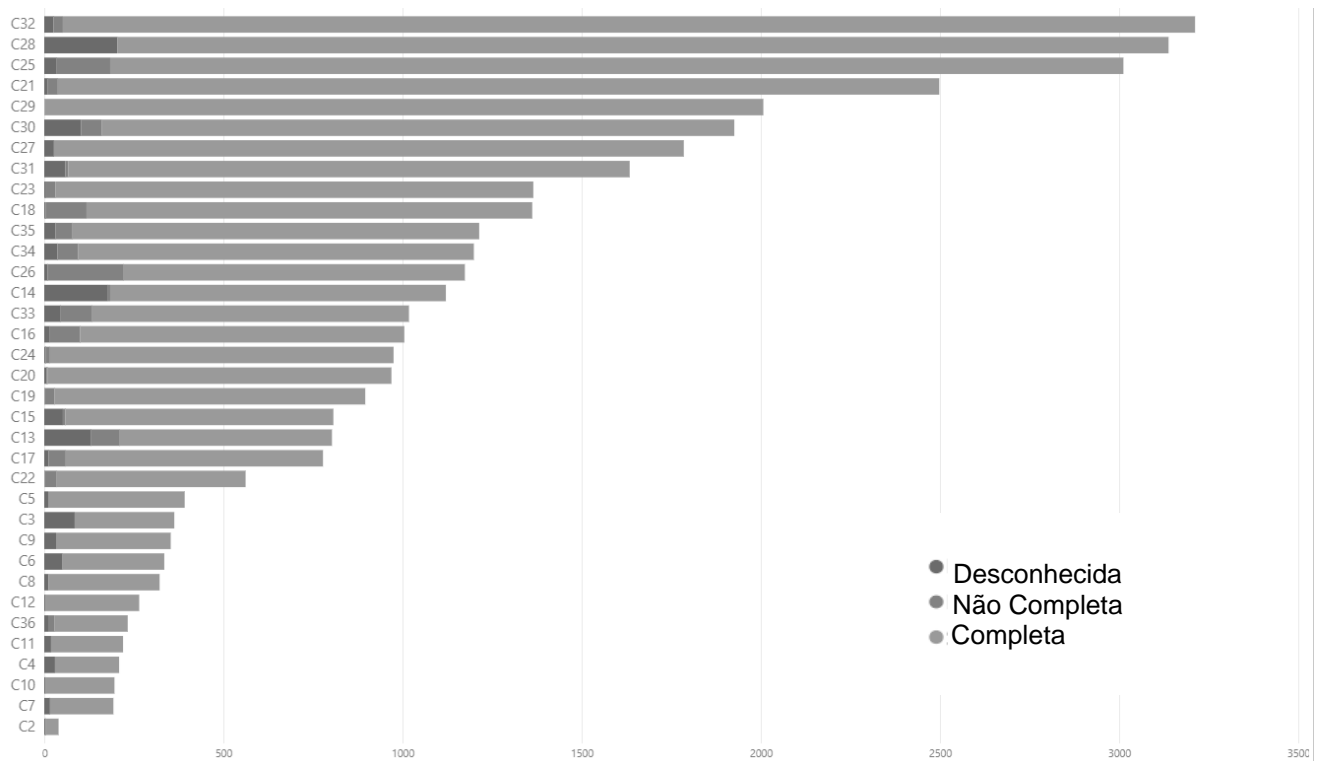


Figura 5.3-1: Total de travessias desconhecidas, completas e não completas por campanha

**Tabela 5.3-2:** Identificação do uso do solo no entorno de cada Passagem Inferior de Fauna analisada.

| <b>PIF</b> | <b>LESTE</b>                                  | <b>OESTE</b>                         |
|------------|---|--------------------------------------|
| 522+750    | Curso d'água com Área de vegetação abandonada | Curso d'água com Fragmento Florestal |
| 531+100    | Curso d'água com Área de vegetação abandonada | Curso d'água com Fragmento Florestal |
| 578+060    | Pastagem                                      | Fragmento Florestal                  |
| 587+400    | Pastagem                                      | Curso d'água com Fragmento Florestal |
| 595+100    | Curso d'água com Fragmento Florestal          | Curso d'água com Fragmento Florestal |
| 626+400    | Pastagem                                      | Curso d'água com Fragmento Florestal |
| 626+860    | Fragmento Florestal                           | Pastagem                             |
| 627+390A   | Curso d'água com Fragmento Florestal          | Curso d'água com Fragmento Florestal |
| 627+390B   | Curso d'água com Fragmento Florestal          | Curso d'água com Fragmento Florestal |
| 628+033    | 18  | 550                                  |
| 630+400    | Pastagem                                      | Curso d'água com Fragmento Florestal |
| 630+700    | Pastagem                                      | Área de vegetação abandonada         |
| 632+900    | Curso d'água com Pastagem                     | Curso d'água com Pastagem            |
| 633+860    | Curso d'água com Pastagem                     | Curso d'água com Fragmento Florestal |
| 635+300    | Curso d'água com Fragmento Florestal          | Curso d'água com Pastagem            |
| 637+050    | Pastagem                                      | Pastagem                             |
| 641+300    | Fragmento Florestal                           | Pastagem                             |

Por meio da análise da utilização das passagens de fauna pelos animais, e observação da **Tabela 5.3-2** que sintetiza as características do uso do solo em ambos os lados da rodovia, foi possível realizar as análises qualitativas descritas a seguir.

Em sete das PIFs amostradas a maior ocorrência de registros foi de animais silvestres (km 522+750, km 531+600, km 627+390A, km 627+390B, km 628+033, km 632+900, km 633+860, km 635+300), sendo que todas elas estão associadas a cursos

d'água. Na passagem do km 626+860 a ocorrência de animais domésticos é quase absoluta, sendo apenas na campanha 26, quando não há registros de domésticos, que a presença de animais silvestres aumenta significativamente.

A espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* foi a mais representativa no uso das PIFs (65,6%), e seu comportamento é de 98,48% de aceitação da passagem, sendo apenas 1,16% de travessias não completadas e 0,36% desconhecidas.

Os registros de aceitação pelas demais espécies, excluídos morcegos é de 86,30% contra 7,46% de refugio e 6,23% de travessia desconhecida.

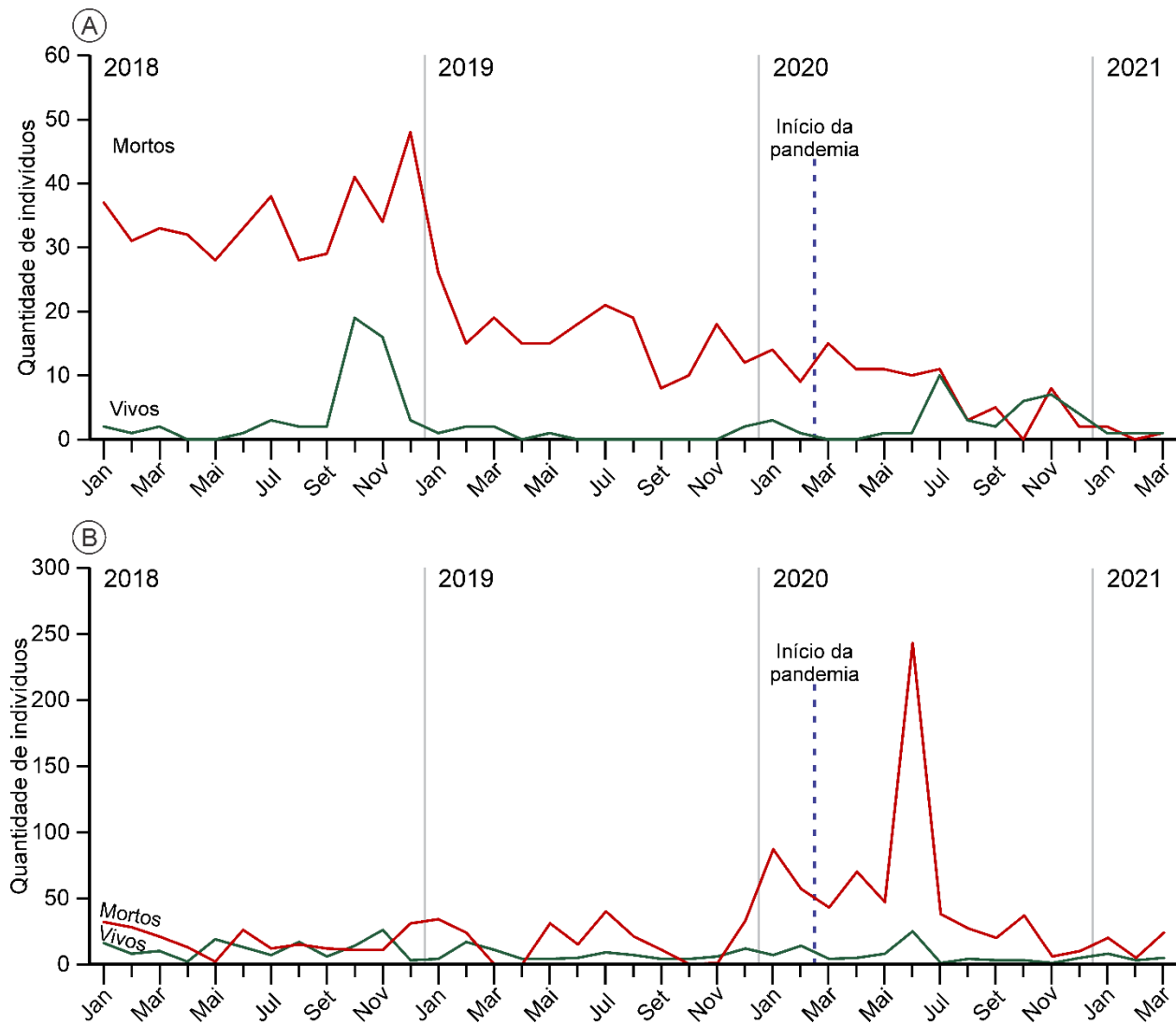
**Tabela 5.3-3:** Número de registros e frequência de animais utilizando passagens de fauna na rodovia Raposo Tavares (SP-270), entre o km 512+000 e o km 654+500, de janeiro de 2018 à janeiro de 2021, incluindo categoria de ameaça estadual (Decreto n° 63.853/2018), Nacional (ICMBio/MMA 2018) e Mundial (IUCN 2022).

| Ordem           | Nome Popular           | Nome Científico                  | Grau de Ameaça                                  | Total Geral | Frequência |
|-----------------|------------------------|----------------------------------|---|-------------|------------|
| Perissodactyla  | Anta                   | <i>Tapirus terrestris</i>        | EN <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> VU <sup>3</sup> | 4           | 0,017      |
| Carnivora       | Cachorro-do-mato       | <i>Cerdocyon thous</i>           | LC <sup>3</sup>                                 | 853         | 3,702      |
| Rodentia        | Capivara               | <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> | LC <sup>3</sup>                                 | 15.112      | 65,585     |
| Didelphimorphia | Cuica-d'água           | <i>Chironectes minimus</i>       | LC <sup>3</sup>                                 | 21          | 0,091      |
| Didelphimorphia | Cuica-de-cauda-grossa  | <i>Lutreolina crassicaudata</i>  | LC <sup>3</sup>                                 | 1           | 0,004      |
| Rodentia        | Cutia                  | <i>Dasyprocta sp.</i>            | -   | 14          | 0,061      |
| Rodentia        | Cutia                  | <i>Dasyprocta azarae</i>         | LC <sup>3</sup>                                 | 19          | 0,082      |
| Carnivora       | Furão                  | <i>Galictis cuja</i>             | LC <sup>3</sup>                                 | 43          | 0,187      |
| Didelphimorphia | Gamba ni               | <i>Gamba ni</i>                  | -   | 4           | 0,017      |
| Didelphimorphia | Gambá-de-orelha-branca | <i>Didelphis albiventris</i>     | LC <sup>3</sup>                                 | 4           | 0,017      |
| Carnivora       | Gato-do-mato           | <i>Leopardus sp</i>              | -   | 4           | 0,017      |
| Carnivora       | Gato-do-mato-pequeno   | <i>Leopardus guttulus</i>        | VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> VU <sup>3</sup> | 5           | 0,022      |
| Carnivora       | Gato-mourisco          | <i>Puma yagouaroundi</i>         | LC <sup>3</sup>                                 | 11          | 0,048      |
| Carnivora       | Guaxinim               | <i>Procyon cancrivorus</i>       | LC <sup>3</sup>                                 | 560         | 2,430      |
| Lagomorpha      | Lebre                  | <i>Lepus europaeus</i>           | LC <sup>3</sup>                                 | 30          | 0,130      |
| Carnivora       | Gato do mato           | <i>Leopardus sp.</i>             | LC <sup>3</sup>                                 | 1           | 0,004      |
| Carnivora       | Lontra                 | <i>Lontra longicaudis</i>        | VU <sup>1</sup> NT <sup>3</sup>                 | 34          | 0,148      |
| Carnivora       | Mão-pelada             | <i>Procyon cancrivorus</i>       | LC <sup>3</sup>                                 | 560         | 2,430      |
| Quiróptera      | Morcego ni             | <i>Morcego ni</i>                | -   | 3.831       | 16,626     |
| Perissodactyla  | Onça-parda             | <i>Puma concolor</i>             | VU <sup>2</sup> LC <sup>3</sup>                 | 49          | 0,213      |
| Rodentia        | Ouriço-cacheiro        | <i>Coendou spinosus</i>          | LC <sup>3</sup>                                 | 2           | 0,009      |
| Rodentia        | Paca                   | <i>Cuniculus paca</i>            | LC <sup>3</sup>                                 | 3           | 0,013      |
| Rodentia        | Paca                   | <i>Agouti paca</i>               | LC <sup>3</sup>                                 | 5           | 0,022      |
| Rodentia        | Preá                   | <i>Cavia Aperea</i>              | LC <sup>3</sup>                                 | 11          | 0,048      |
| Carnivora       | Quati                  | <i>Nasua nasua</i>               | LC <sup>3</sup>                                 | 4           | 0,017      |
| Carnivora       | Raposinha-do-campo     | <i>Lycalopex vetulus</i>         | VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup>                 | 1           | 0,004      |

| <b>Ordem</b>       | <b>Nome Popular</b> | <b>Nome Científico</b>         | <b>Grau de Ameaça</b>           | <b>Total Geral</b> | <b>Frequência</b> |
|--------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|-------------------|
| Rodentia           | Ratão-do-banhado    | <i>Myocastor coypus</i>        | LC                              | 25                 | 0,108             |
| Rodentia           | Roedor ni           | <i>Roedor ni</i>               | -                               | 387                | 1,680             |
| Pilosa             | Tamanduá-bandeira   | <i>Myrmecophaga tridactyla</i> | VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> | 249                | 1,081             |
| Pilosa             | Tamanduá-mirim      | <i>Tamandua tetradactyla</i>   | LC <sup>3</sup>                 | 3                  | 0,013             |
| Cingulata          | Tatu-de-rabo-mole   | <i>Cabassous sp</i>            | -                               | 5                  | 0,022             |
| Cingulata          | Tatu-galinha        | <i>Dasypus novemcinctus</i>    | LC <sup>3</sup>                 | 373                | 1,619             |
| Cingulata          | Tatu-peba           | <i>Euphractus sexcinctus</i>   | LC <sup>3</sup>                 | 812                | 3,524             |
| Artiodactyla       | Veado-catingueiro   | <i>Mazama gouazoubira</i>      | LC <sup>3</sup>                 | 2                  | 0,009             |
| <b>Total Geral</b> |                     |                                |                                 | <b>23.042</b>      | <b>100</b>        |

#### 5.4. Ocorrência de animais na rodovia e o período de pandemia Covid-19

Na **Figura 5.4-1** pode ser observado o comportamento de animais silvestres registrados na faixa de domínio da rodovia, excluída a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* (gráfico A), e o comportamento exclusivo da espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* (gráfico B).



**Figura 5.4-1:** Comparação entre o comportamento de animais silvestres (excluída a espécie e *Hydrochoerus hydrochaeris*), Figura A, e apenas indivíduos da espécie *Hydrochoerus hydrochaeris*, Figura B; vivos e mortos na faixa de domínio da rodovia, antes e após o período de lockdown da pandemia.

De acordo com o teste-t, foi observada diferença significativa ( $p < 0,01$ ) no número de mortes de animais silvestres comparando o período da pandemia e os meses antecedentes a este período. Considerando o período pré-pandemia (Mar/2019 a Fev/2020), a morte média mensal de animais silvestres foi de 15 indivíduos. Considerando os mesmos meses no período da pandemia (Mar/2020 a Fev/2021) a quantidade de animais silvestres mortos mensal foi de 7 indivíduos.

Com relação a observação de indivíduos vivos, também foi constatado diferença significativa ( $p = 0,02$ ). No período pré-pandemia, a observação mensal de fauna silvestre foi de aproximadamente 1 indivíduo. Já no período da pandemia observa-se um acréscimo para 3 indivíduos mensais.

A diferença observada para a fauna silvestre em geral não se repete para a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara), tanto para indivíduos mortos ( $p = 0,51$ ), quanto para animais vivos. No período pré-pandemia, a observação média foi de 7 indivíduos mensais, e de 5 indivíduos durante a pandemia. A observação de indivíduos vivos foi maior durante a pandemia (47 ind. mensais) do que no período pré-pandemia (25 ind.), no entanto não ocorreu diferença estatística significativa ( $p = 0,28$ ).

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1. Animais em faixa de domínio da Rodovia

A maior quantidade de registro de animais na rodovia da ordem Rodentia, representada pela espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* corroboram com os dados obtidos por Abra, 2019, que apresenta registros de capivara, lebre europeia, cachorro-do-mato, tatu-galinha e porco-espinho como os mamíferos mais frequentemente relatados como atropelados nas rodovias do estado de São Paulo.

Espécies como capivara, lebre europeia, cachorro-do-mato, tatu-galinha e porco-espinho foram os mamíferos mais frequentemente relatados como atropelados nas rodovias do estado de São Paulo por diversos outros autores (LYRA-JORGE et al., 2008; FREITAS et al., 2015; GALETTI et al., 2022).

Importante destacar que Teixeira (2010) encontrou diferenças significativas na detectabilidade entre amostragens realizadas a pé e com automóvel, como também no tempo de permanência das carcaças na rodovia, ambas com relação à abundância de indivíduos de cada grupo taxonômico. Assim, animais de tamanho corporal menor foram menos detectados do que animais maiores, e mais rapidamente removidos da rodovia, gerando uma subestimativa da magnitude de animais atropelados em alguns grupos taxonômicos.

Com os dados obtidos por meio da amostragem já declarada, o índice de atropelamentos de 2,34 animais/km/ano está acima do apresentado para estradas pavimentadas no Estado de São Paulo: 0,6 indivíduo/km/ano, 3,774+\_1,159; min = 1,932; max = 5,369) (ABRA, 2021).



Estudos realizados em outros estados do país mostram maiores taxas de atropelamento por ano como 2,74 animais/km/ano no Distrito Federal (SOUZA, 2016) e 3,65 mamíferos/km/ano pelo Projeto Rodofauna, monitorando cinco Unidades de Conservação do DF ou 0,02 indivíduos/km/dia (7,3 animais/km/ano) na BR-163, Pará (Batista, 2021).

Especificamente nesta área de estudo, a rodovia passou por obras de duplicação no período de 2011-2015, com a implantação de barreiras do tipo *New Jersey* no entre pistas.



**Figura 6.1-1:** Detalhe de barreira New Jersey à esquerda, e fluxo de caminamento de animais à direita. Ao tentar atravessar a rodovia os animais deparam-se com situação intransponível, e ficam ilhados entre a barreira de concreto e o fluxo de veículos, expostos a atropelamento.



**Figura 6.1-2:** Vista da barreira New Jersey no entre pistas, necessária a segurança do usuário, mas que proporciona incremento no número de animais atropelados.

Tal condição alterou significativamente a área, proporcionou aumento do número de animais atropelados/km de rodovia. Ressalta-se que este estudo foi conduzido após a duplicação da rodovia e após a implantação das barreiras.

## **6.2. Análise de agregação, distribuição espacial e temporal de atropelamentos**

Assim como em outros estudos (CLEVENGER; CHRUSZCZ; GUNSON, 2003; BUENO; FAUSTINO; HUIJSER; ABRA; DUFFIELD, 2013; BARTHELMESS, 2014; FREITAS; OLIVEIRA; CIOCHETI, 2015), os resultados dessa pesquisa mostram que há relação entre atropelamento de animais silvestres e proximidade de corpos d'água e fragmentos florestais.

Nas rodovias com pedágio, entretanto, todo o espaço da faixa de domínio é dominado por gramíneas (espécie Poacea), um recurso alimentar atraente, disponível o ano todo, para espécies como capivara, ratão (*Myocastor coypus*), lebre europeia e veado-catingueiro (ABRA, 2021)

Dentre as espécies atropeladas, *Tapirus terrestris* foi registrada mais perto de florestas em áreas com alta densidade de florestas, bem como em trechos próximos a cursos d'água. Os registros também estavam mais distantes de cana-de-açúcar do que a média dos animais. As espécies registradas mais distante de corpos d'água foram *Tatu sp.*, *Puma concolor* e *Mazama gouazoubira*. E as espécies atropeladas mais distantes de floresta ou em áreas com baixa densidade de florestas foram *Tatu sp.*, *Chrysocyon brachyurus* e *Cerdocyon thous*.

*Chrysocyon brachyurus* e *Nasua nasua* foram atropelados em trechos muito próximos a corpos d'água e áreas com baixa diversidade de paisagem.

*Procyon cancrivorus* e *Myrmecophaga tridactyla* foram atropelados em áreas mais distantes de silvicultura, e *Puma concolor*, em áreas mais próximas.

### **6.3. Animais em passagens de fauna sob a rodovia**

Apesar do número de capivaras atropeladas representar mais de um terço de todos os atropelamentos, reforçando a urgência de ações de manejo que limitem o acesso dessa espécie às estradas, essa foi a espécie que apresentou melhor aceitação à utilização das passagens de fauna.

Os carnívoros, por utilizarem maiores áreas de vida, estão expostos a constantes travessias de rodovias, somando-se ainda o fato de os mesmos serem necrófagos, são

comumente encontrados indivíduos da espécie se alimentando de carcaças presentes nas rodovias em geral, ficam mais vulneráveis a atropelamentos. Entretanto, também demonstraram relevante aceitação na utilização das passagens.

As espécies *Cabassous sp*, *Canideo ni*, *Cuniculus paca*, *Didelphis albiventris*, *Gambani*, *Leopardus guttulus*, *Lutreolina crassicaudata*, *Lycalopex vetulus* *Myocastor coypus*, *Nasua nasua* e *Tamandua tetradactyla* tiveram 100% de aceitação das passagens, sendo todas as travessias registradas completas. Não foram encontrados estudos compatíveis com a análise de aceitação para comparação.

Tais informações são de extrema relevância não só para a comunidade local, mas no cenário nacional de preservação das espécies. Cumpre acrescentar que esses resultados são relevantes para os Planos de Ação Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção, ferramentas de gestão construídas de modo participativo, para conservação da biodiversidade, com abrangência nacional e internacional, cuja principal finalidade é estabelecer estratégias de ações para a conservação das espécies ameaçadas de extinção.

#### **6.4. Ocorrência de animais na rodovia e o período de pandemia Covid-19**

Para evitar o descontrole na disseminação do coronavírus responsável pela epidemia de COVID-19, no início de 2020 diversos países adotaram a “quarentena” como medida rígida de contenção de deslocamento da população, por várias semanas. Com isso, ocorreu não só a redução de pessoas transitando nas ruas, como também todo o tráfego de veículos não essenciais, nas cidades e rodovias. Tais restrições do COVID-19 à

atividade humana forneceram uma rara oportunidade de avaliar o impacto das mudanças no volume de tráfego na taxa de atropelamento de animais selvagens em uma rodovia principal com grandes volumes de tráfego usando um projeto antes-depois-controle-impacto (Driessen, M. 2021).

Assim como Driessen M, 2021; Taylor and Goldingay, 2010; Pagany, 2020, neste estudo foi observada a redução do número de mortes de mamíferos de médio e grande porte de espécies silvestres. Exceção se fez a espécie *Hydrochoerus hydrochaeris*, cujos hábitos se mostraram em tal ponto de generalidade que o impacto da movimentação de veículos não foi significativo quanto a sua taxa de mortalidade, ou até mesmo quanto a utilização de passagens de fauna.

Já para as demais espécies de mamíferos silvestres de médio e grande porte, além da redução do número de mortes na rodovia, foi observado significativo aumento da quantidade de passagens nas PIFs.

## 7. CONCLUSÕES

As análises realizadas para este estudo permitiram constatar que a maior parte dos animais silvestres encontrados mortos são de espécies generalistas de habitat e não ameaçadas como a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), tatu (*Tatu n.i.*), lebre (*Lepus europaeus*) e cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*);

Entre as espécies de mamíferos ameaçados atropelados encontra-se, onça-parda (*Puma concolor*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*). Os padrões de

atropelamentos encontrados corroboram com os padrões de atropelamento de fauna silvestre do Estado de São Paulo.

Identificou-se que espécies ameaçadas tem menos chance de sobrevivência quando adentram a faixa de domínio de rodovias, sendo essa de 9%. As demais espécies generalistas têm 12% de chance de sobrevivência.

A utilização das passagens de fauna tem se mostrado de extrema relevância em quantidade de animais e diversidade de espécies, sendo um fator de medição de sua eficiência, a análise da distribuição espacial e temporal dos eventos de atropelamento e a frequência relativa de uso pelos animais.

Este estudo apresentou também informações relevantes quanto à redução da mortalidade de mamíferos silvestres e sua maior disposição para o deslocamento por meio das passagens de fauna durante as restrições do COVID-19. A redução foi, entretanto, momentânea, passando o nível de mortes as bases anteriores logo após o cancelamento das restrições de deslocamento.

## **8. RECOMENDAÇÕES**

Ressalta-se como recomendações à execução deste estudo, que sejam procedidos treinamentos e maior ênfase quanto à importância da correta caracterização de espécies, junto aos operadores viários, principalmente no que diz respeito a espécie raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*), espécie vulnerável que deverá ser corretamente identificada, de modo a qualificar a análise de sua ocorrência e possibilitar estudo de medidas de mitigação adequadas.

Estudos com a espécie *Myocastor coypus* na região, poderão indicar maior área de abrangência de ocorrência da espécie, dados seus registros em passagens inferiores de fauna.

Recomenda-se que seja implantada passagem de fauna funcional para mamíferos silvestres nas proximidades do km 559+700.

Na altura do km 539+560, km 569+780, km 586+860, km 600+730 e km 615+900 recomenda-se instalação de alambrados para evitar que a fauna chegue à rodovia.

Na altura do km 584+920 recomenda-se que seja estendida por 200 metros a cerca que inicia no km 585+000.

Para tratar a altura do km 588+990 recomenda-se que seja instalado cercamento na Pista Oeste, do km 587+400 ao km 589+350.

Entre o km 591+00 e o km 592+990, recomenda-se que seja implantado cercamento contínuo e reforçada manutenção do alambrado existente.

Na altura do km 587+070 recomenda-se que seja instalada cerca de direcionamento de animais para a passagem de fauna do km 587+400.

Na altura do km 594+890, recomenda-se que o cercamento existente seja estendido até a altura do km 594+000, ponto mais alto da topografia.

Na altura do km 605+400 sugere-se que seja realizada ligação entre os cercamentos do km 604+650 e do km 606+750.

Na altura do km 626+930 recomenda-se que seja realizado aumento do cercamento para pelo menos 2,00 m de altura e que a parte inferior da tela seja fixada junto ao solo bem como a manutenção seja intensificada.

As ações de manutenção de alambrados também devem ser intensificadas na altura do km 575+650, km 576+625, km 578+950 km 577+940, km 578+430, km 607+560, km 607+820, km 632+000, km 633+900 e km 632+640.

A utilização das passagens de fauna tem se mostrado de extrema relevância em quantidade de animais e diversidade de espécies, sendo um fator de medição de sua eficiência, a análise da distribuição espacial e temporal dos eventos de atropelamento e a frequência relativa de uso pelos animais.



## 9. REFERÊNCIAS

- ABRA, F. D., HUIJSER, M. P., MAGIOLI, M., BOVO, A. A. A., DE BARROS, K. M. P. M. An estimate of wild mammal roadkill in São Paulo state, Brazil. *Heliyon*, 7(1), e06015. [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021001201](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021001201). 2021.
- ABRA, F. D.. Mammal-vehicle collisions on tolls roads in São Paulo states: implications for wildlife, human safety and costs for society. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Piracicaba, SP. 256p. 2019.
- AURICCHIO, P. & OLMOS, F. Nortward range extension for the European hare, *Lepus europaeus* Pallas, 1778 (Lagomorpha, Leporidae) in Brazil. *Publicações Avulsas do Instituto Pau Brasil* n.2. 1999.
- BATISTA G, RASCON N, ROSA C. Vertebrados Atropelados na BR-163, Entorno da Floresta Nacional do Tapajós, Pará: Influência dos Padrões Espaciais e Climáticos. *Biodiversidade Brasileira-BioBrasil*. 2022 Jan 18;12(1):200-19.
- BARTHELMESS, E. L. Spatial distribution of road-kills and factors influencing road mortality for mammals in Northern New York State. *Biodiversity and Conservation*, v. 23, n. 10, p. 2491–2514, 2014.
- BÍL, M., ANDRÁŠIK, R., SVOBODA, T., SEDONÍK, J. KDE+. Computer software. Vers. 1.0. Olomouc: Transport Research Centre, 2016. Web.[www.kdeplus.cz](http://www.kdeplus.cz).
- BÍL, M., ANDRÁŠIK, R., JANOŠKA, Z., 2013. Identification of Hazardous Road Locations of Traffic Accidents by Means of Kernel Density Estimation and Cluster Significance Evaluation. *Accident Analysis and Prevention* 55, 265–273.
- BUENO, C.; FAUSTINO, M. T.; FREITAS, S. R. Influence of landscape characteristics on capybara road-kill on highway BR-040, Southeastern Brazil. *Oecologia Australis*, v. 17, n. 2, p. 320–327, 2013.
- CAMPOS, J. B., AGOSTINHO, A. A. Corredor de fluxo de biodiversidade do rio Paraná: uma proposta para a proteção ambiental de ecossistemas ameaçados. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. Anais. Curitiba: IAP/UNILIVRE/Rede Nacional Pró Unidades de Conservação, v. 2, 1997.
- CLEVENGER, A. P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K. E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*, v. 109, p. 15–26, 2003.
- COELHO, A.V.P., COELHO, I.P., KINDEL, A. & TEIXEIRA, F.Z. (2014). Siriema - Programa para atropelamentos em rodovias.

COFFIN, A.W. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography* 15: 396–406, 2007.

DI BITETTI, M.S, PLACCI, G. e DIETZ, L.A. **Uma visão de Biodiversidade para a Ecorregião Florestas do Alto Paraná – Bioma Mata Atlântica:** planejando a paisagem de conservação da biodiversidade e estabelecendo prioridades para ações de conservação. Washington, D.C.: World Wildlife Fund, 2003.

DINNERSTEIN, E., OLSON, D.M., GRAHAM, D.J., WEBSTER, A.L., PRIMM, S.A., BOOK BINDER, M.P. Conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. Washington: World Bank. 1995, 237 p.

DRIESSEN MM. 2021.COVID-19 restrictions provide a brief respite from the wildlife roadkill toll. *Biological Conservation*, Vol. 256, abril 2021.

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

GALETTI M, CARMIGNOTTO AP, PERCEQUILLO AR, SANTOS MC, FERRAZ KM, LIMA F, VANCINE MH, MUYLAERT RL, BONFIM FC, MAGIOLI M, ABRA FD. Mammals in São Paulo State: diversity, distribution, ecology, and conservation. *Biota Neotropica*. 2022 Aug 22;22.

GARDNER, C. <https://theconversation.com/natures-comeback-no-the-coronavirus-pandemic-threatens-the-worlds-wildlife-136209> (2020). (April 15, 2023)

GUICHÓN ML, DONCASTER CP, CASSINI MH 2003. Population structure of coypus (*Myocastor coypus*) in their region of origin and comparison with introduced populations. *Journal of Zoology*; 261: 265-272.

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

HUIJSER, M.P., ABRA, F.D., DUFFIELD, J.W. Mammal road mortality and cost–benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in São Paulo state, Brazil. *Oecologia Australis* 17, 129-146. DOI: 10.4257/oeco.2013.1701.11, 2013.

IBRAM. Instituto Brasília Ambiental. Relatório simplificado de 48 meses do Rodofauna: abril de 2010 a março de 2014. Brasília: IBRAM. 2014.

LIMONT, M., MÜLLER, C., SOARES, N. Ações de governança territorial da Rede Gestora do Corredor de Biodiversidade do Rio Paraná. Porto Alegre: Instituto Curicaca, 2015. 84 p. : il. color.

- LYRA-JORGE, M. C.; CIOCHETI, G.; PIVELLO, V. R. Carnivore mammals in a fragmented landscape in northeast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 17, n. 7, p. 1573–1580, 2008.
- MANENTI ET AL., R. Manenti, E. Mori, V. Di Canio, S. Mercurio, M. Picone, M. Caffi, M. Brambilla, G.F. Ficetola, D. Rubolini. The good, the bad and the ugly of COVID-19 lockdown effects on wildlife conservation: insights from the first European locked down country. *Biological Conservation*, 249. 2020.
- NALON, M. A. et al. INVENTÁRIO FLORESTAL DA VEGETAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO: Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente.. Acesso em: 14 nov. 2022. , 2020
- NEPSTAD D.C., CARVALHO G., BARROS A.C., ALENCAR A., CAPOBIANCO J.P., BISHOP J., MOUTINHO P., LEFEBVRE P., SILVA J.R.U.L., PRINS E. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management* 154: 395-407, 2001.
- PAGANY R. Wildlife-vehicle collisions-Influencing factors, data collection and research methods. *Biological conservation*. 2020 Nov 1;251:108758.
- POLETTI, M.C. - A ecologia da paisagem na avaliação de impacto ambiental de corredores rodoviários - o caso de um segmento do trecho sul do rodoanel. Tese apresentada a Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciência Ambiental. 2002.
- PROJETO MAPBIOMAS – Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Brasil - Coleção 7, acessado em 30/06/2022 através do link: [www.mapbiomas.org](http://www.mapbiomas.org)
- REIJNEN R., FOPPEN R., MEEUWSEN H. The effects of car traffic on the density of breeding birds in Dutch agriculture grasslands. *Biological Conservation* 75:255-260, 1996.
- ROSA. M.R. Comparação e análise de diferentes metodologias de mapeamento da cobertura florestal da Mata Atlântica. *Boletim Paulista de Geografia* 95: 25-34. 2016.
- RUTZ ET AL., C. Rutz, M.C. Loretto, A.E. Bates, S.C. Davidson, C.M. Duarte, W. Jetz, M. Johnson, A. Kato, R. Kays, T. Mueller, R.B. Primack, Y. Ropert-Coudert, M.A. Tucker, M. Wikelski, F. Cagnacci COVID-19 lockdown allows researchers to quantify the effects of human activity on wildlife. *Nat. Ecol. Evol.* 2020.

SOLER L.S., VERBURG P.H. Combining remote sensing and household level data for regional scale analysis of land cover change in the Brazilian Amazon. *Regional Environmental Change* 10:371-386, 2010.

SOUZA P.M.M. Impacto das rodovias sobre a fauna silvestre: levantamento do índice de atropelamento de vertebrados nas rodovias do entorno da estação ecológica águas emendadas DF. Tese apresentada ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação Lato Sensu em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável. 2016.

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

TAYLOR BD, Goldingay RL. Roads and wildlife: impacts, mitigation and implications for wildlife management in Australia. *Wildlife Research*. 2010 Jun 28;37(4):320-31.

VAN DER REE R., SMITH D., GRILO C. *Handbook of Road Ecology*. Oxford: John Wiley & Sons, 2015.

## ANEXO A

**Tabela 5.3-1:** Total de travessias desconhecidas, completas e não completas por campanha

| Campanha     | Travessia desconhecida (n) | Travessia completa (n) | Travessia não completa (n) | Total de travessia/Campanha (n) |
|--------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 2            | 4                          | 36                     | 0                          | 40                              |
| 3            | 85                         | 278                    | 0                          | 363                             |
| 4            | 30                         | 179                    | 0                          | 209                             |
| 5            | 11                         | 381                    | 0                          | 392                             |
| 6            | 51                         | 284                    | 0                          | 335                             |
| 7            | 16                         | 177                    | 0                          | 193                             |
| 8            | 12                         | 310                    | 0                          | 322                             |
| 9            | 33                         | 320                    | 0                          | 353                             |
| 10           | 3                          | 193                    | 0                          | 196                             |
| 11           | 19                         | 201                    | 0                          | 220                             |
| 12           | 3                          | 262                    | 0                          | 265                             |
| 13           | 131                        | 592                    | 80                         | 803                             |
| 14           | 176                        | 937                    | 8                          | 1.121                           |
| 15           | 52                         | 748                    | 7                          | 807                             |
| 16           | 14                         | 905                    | 86                         | 1.005                           |
| 17           | 12                         | 718                    | 48                         | 778                             |
| 18           | 4                          | 1.244                  | 114                        | 1.362                           |
| 19           | 1                          | 867                    | 28                         | 896                             |
| 20           | 7                          | 959                    | 3                          | 969                             |
| 21           | 10                         | 2.460                  | 28                         | 2.498                           |
| 22           | 1                          | 527                    | 34                         | 562                             |
| 23           | 5                          | 1.334                  | 26                         | 1.365                           |
| 24           | 4                          | 959                    | 12                         | 975                             |
| 25           | 35                         | 2.828                  | 149                        | 3.012                           |
| 26           | 9                          | 952                    | 213                        | 1.174                           |
| 27           | 27                         | 1.758                  | 0                          | 1.785                           |
| 28           | 204                        | 2.927                  | 0                          | 3.131                           |
| 29           | 1                          | 2.005                  | 1                          | 2.007                           |
| 30           | 103                        | 1.765                  | 58                         | 1.926                           |
| 31           | 59                         | 1.567                  | 8                          | 1.634                           |
| 32           | 26                         | 3.160                  | 26                         | 3.212                           |
| 33           | 46                         | 884                    | 88                         | 1.018                           |
| 34           | 37                         | 1.104                  | 58                         | 1.199                           |
| 35           | 31                         | 1.135                  | 48                         | 1.214                           |
| 36           | 11                         | 205                    | 17                         | 233                             |
| <b>TOTAL</b> | <b>1.273</b>               | <b>35.161</b>          | <b>1.140</b>               | <b>37.574</b>                   |

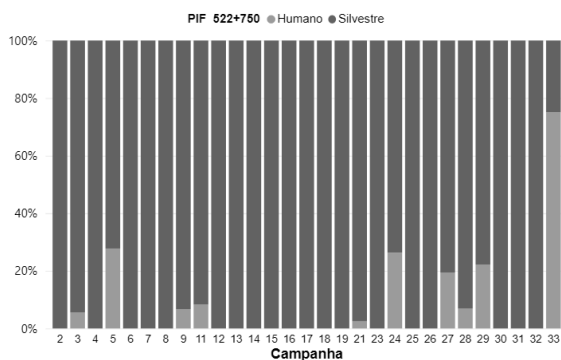
**ANEXO B**

**REGISTRO DE DIAS DE FUNCIONAMENTO DAS CÂMERAS DE MONITORAMENTO POR MÊS**

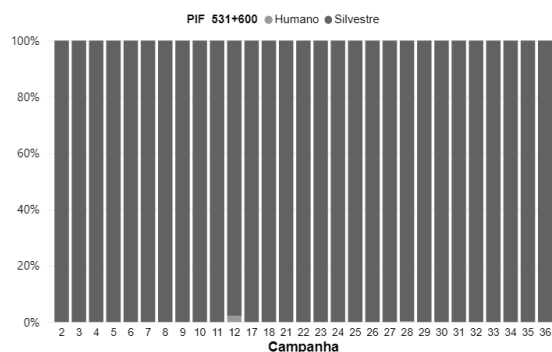
| Ano     | 2018     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2019 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2020 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2021 | Total dias | Total Horas |       |
|---------|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------------|-------------|-------|
|         | PIF/Mes  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12   |            |             | 1     |
| 270     | 522+750  | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 1127        | 27048 |
|         | 531+100  | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 1127        | 27048 |
|         | 578+060  |    |    |    |    |    |    | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 946         | 22704 |
|         | 587+400  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 823         | 19752 |
|         | 595+100  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 823         | 19752 |
|         | 626+400  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 823         | 19752 |
|         | 626+860  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 519         | 12456 |
|         | 627+390A | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 1127        | 27048 |
|         | 627+390B | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 1127        | 27048 |
|         | 628+033  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 550         | 13200 |
|         | 630+400  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 550         | 13200 |
|         | 630+700  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 762         | 18288 |
|         | 632+900  | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 1127        | 27048 |
|         | 633+860  | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 1127        | 27048 |
|         | 635+300  | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 1127        | 27048 |
|         | 637+050  | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31   | 31         | 1127        | 27048 |
| 641+300 | 31       | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31   | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31   | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31   | 1127       | 27048       |       |

## ANEXO C

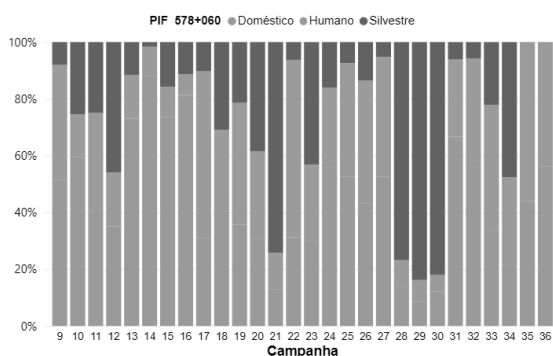
### UTILIZAÇÃO DAS PASSAGENS DE FAUNA POR ANIMAIS SILVESTRES, DOMÉSTICOS E HUMANOS



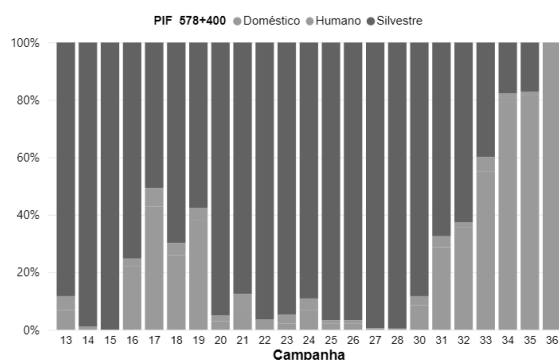
**Figura 6.6.2-5:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 522+750.



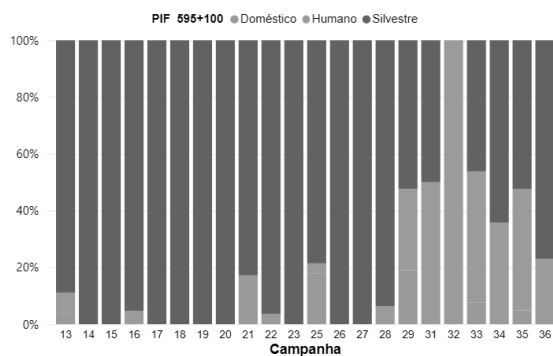
**Figura 6.6.2-6:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 531+600.



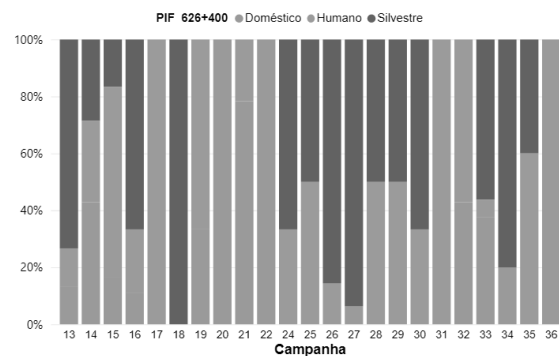
**Figura 6.6.2-7:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 578+060.



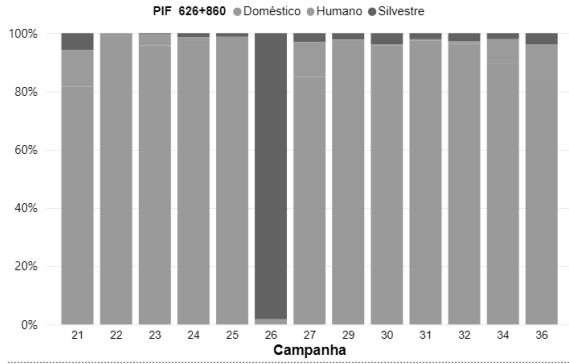
**Figura 6.6.2-8:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 578+400.



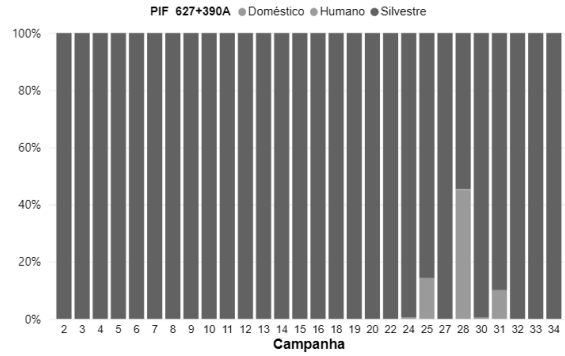
**Figura 6.6.2-9:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 595+100.



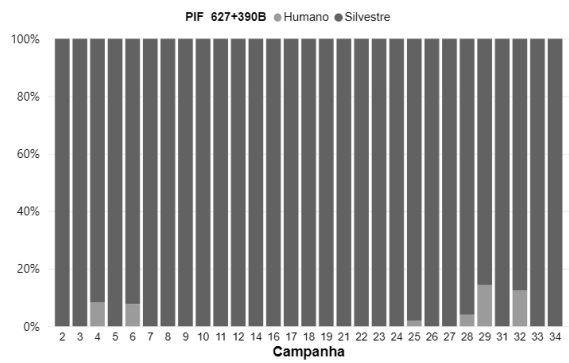
**Figura 6.6.2-10:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 626+400.



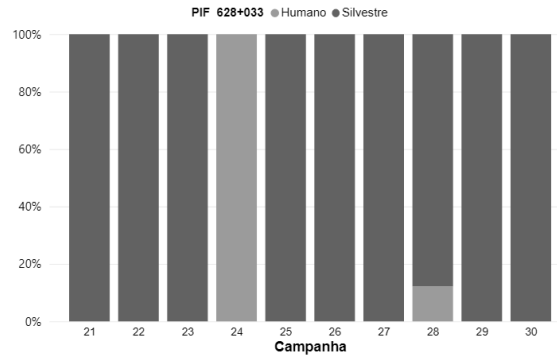
**Figura 6.6.2-11:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 626+860.



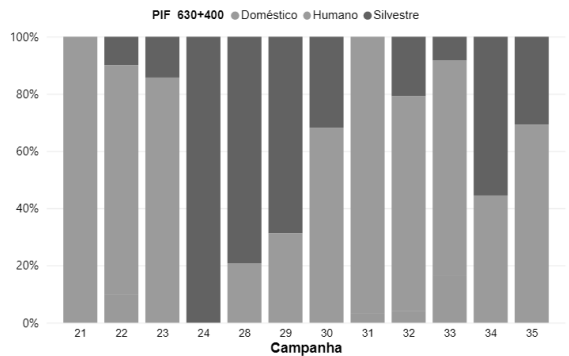
**Figura 6.6.2-12:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 627+390A.



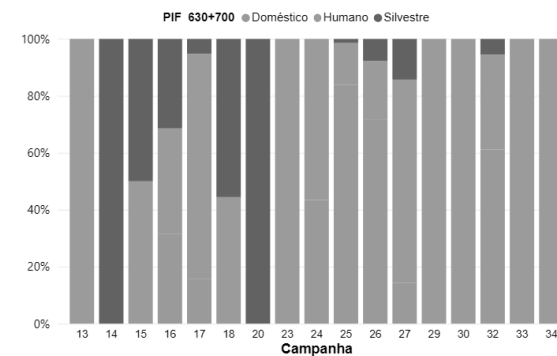
**Figura 6.6.2-13:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 627+390B.



**Figura 6.6.2-14:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 628+033.

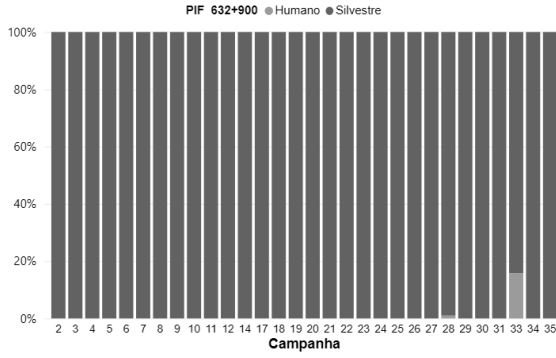


**Figura 6.6.2-15:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 630+400.

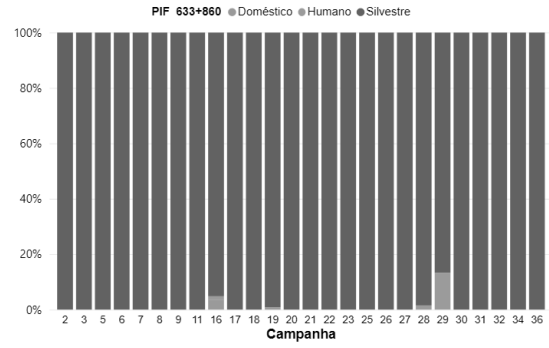


**Figura 6.6.2-16:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 630+700.

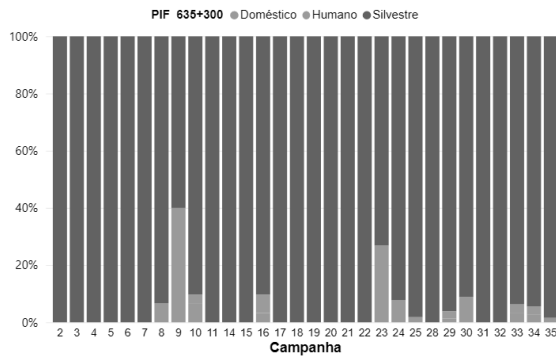




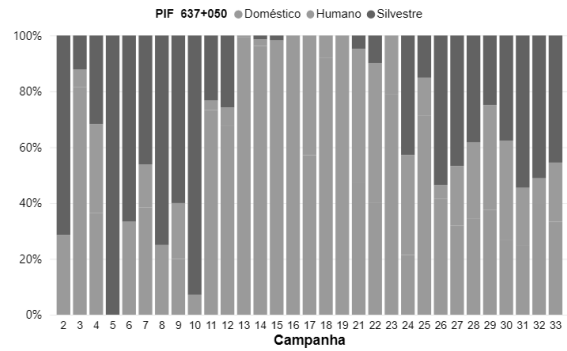
**Figura 6.6.2-17:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 632+900.



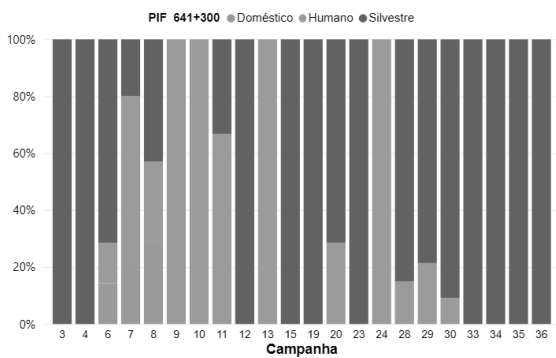
**Figura 6.6.2-18:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 633+860.



**Figura 6.6.2-19:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 635+300.



**Figura 6.6.2-20:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 637+050.



**Figura 6.6.2-21:** Distribuição dos tipos de travessias na PIF do km 641+300.