

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA**  
**ESCOLA NORMAL SUPERIOR - ENS**  
**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**KLAIANE SILVA DOS SANTOS**

**MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA NA ESTRADA DO  
PURAQUEQUARA DA CIDADE DE MANAUS, AMAZONAS.**

**MANAUS**

**2019**



**KLAIANE SILVA DOS SANTOS**

**MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA NA ESTRADA DO  
PURAQUEQUARA DA CIDADE DE MANAUS, AMAZONAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à coordenação do curso  
Ciências Biológicas da Universidade do  
Estado do Amazonas para obtenção do título  
de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciane Lopes de  
Souza

Co-orientador: Prof. Dr. Rafael Bernhard

**MANAUS**

**2019**



### **Ficha Catalográfica**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

237m Santos, Klaiane Silva dos  
Monitoramento da fauna atropelada na estrada do  
Puraquequara da cidade de Manaus, Amazonas. / Klaiane  
Silva dos Santos. Manaus : [s.n], 2019.  
57 f.: color.; 30 cm.

TCC - Graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura  
- Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2019.  
Inclui bibliografia  
Orientador: Luciane Lopes de Souza  
Coorientador: Rafael Bernhard

1. Ecologia de estradas. 2. Atropelamento. 3.  
Vertebrados. 4. Hotspots. I. Luciane Lopes de Souza  
(Orient.). II. Rafael Bernhard (Coorient.). III.  
Universidade do Estado do Amazonas. IV.  
Monitoramento da fauna atropelada na estrada do  
Puraquequara da cidade de Manaus, Amazonas.

**Elaborado por Jeane Macelino Galves - CRB-11/463**



## **AGRADECIMENTOS**

Sinceros agradecimentos primeiramente a Deus que tem me sustentado e ajudado nessa etapa da minha vida acadêmica.

À minha família, sem exceções, pelo apoio, disponibilidade e compreensão.

À minha orientadora, Dra. Luciane Lopes de Sousa pela confiança no desenvolvimento do trabalho e todo apoio e suporte.

Ao meu coorientador, Dr. Rafael Bernhard pelo auxílio na elaboração dos mapas, na identificação das espécies, nos acompanhamentos à campo e todo treinamento necessário.

À Dra. Cristina Bürnheim, Dr. Mario Cohn-Haft e Dr. Marcelo Gordo pela ajuda na identificação das espécies.

Aos amigos da faculdade Liliane Leal, Marcilene da Silva, João Monteiro, Elias Mosqueiro, e Leynna Silveira que sempre me deram suporte quando precisei à minha parceira de coletas Hevelyn Geovanna por toda dedicação no trabalho, pela paciência e compreensão.



“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado.”

(Roberto Shinyashiki)



## RESUMO

A questão do impacto das rodovias é grave, pois se insere em um contexto de paisagens naturais que estão cada vez mais fragmentadas pela ação humana. O objetivo principal deste estudo foi realizar um levantamento de vertebrados vítimas de atropelamentos na Estrada do Puraquequara, localizada na Zona Leste de Manaus, para este levantamento foram percorridos 11,279 km por dia. O delineamento experimental utilizado segue o que foi proposto pelo Projeto Malha. Somente os animais vistos na estrada ou na sua margem durante a ida foram considerados, qualquer outro dado foi considerado como eventual. O percurso da estrada foi realizado dos meses de agosto de 2018 a junho de 2019, de bicicleta, por dois observadores, com velocidade máxima 20km/h, iniciando às 6h30min., dois dias por semana. Cada animal atropelado recebeu um número de campo, foi fotografado no ambiente que foi encontrado, tendo sua localização, hora de encontro, hora de retorno e o estado da carcaça sistematicamente documentados. Foi dada ênfase aos mamíferos, aves, anfíbios e répteis por serem considerados os grupos mais vitimados em acidentes nas estradas. Durante o período de coleta foram registrados 289 indivíduos vitimados, dos quais 52 foram categorizados como encontros eventuais e 237 encontros sistemáticos. O resultado indicou que a maior incidência de atropelamentos se deu na Classe Lissamphibia com 53% dos registros, seguido pelos Reptilia com 33%, e em menor proporção as Aves com 7% e os Mammalia com 7%. O estado de conservação da carcaça mostra uma porcentagem de 57% para carcaças antigas e 43% para carcaças recentes. Outro fator observado foi a presença das carcaças no retorno do trajeto, para esta observou-se que 82% (n= 237) estavam presentes no retorno, 12% (n= 34) não foram observados e 6% (n= 18) haviam sido removidas da rodovia, estando presente somente a marcação com giz do indivíduo. Em relação aos *status* de conservação das espécies, apesar da maioria se apresentar como pouco preocupante, é importante que sejam tomadas medidas mitigadoras, uma vez que se continuar essa grande supressão elas podem desaparecer da região e ocasionar um grave desequilíbrio ecológico pela perda da biodiversidade nos fragmentos urbanos de Manaus.

**Palavras-chave:** 1. Ecologia de estradas; 2. Atropelamento; 3. Vertebrados; 4. Hotspots.



## ABSTRACT

The issue of the impact of highways is serious, as it fits into a context of natural landscapes that are increasingly fragmented by human action. The main objective of this study was to carry out a survey of vertebrate victims of road kill on the Puraquequara Road, located in the East Zone of Manaus, for this survey were covered 11,279 km per day. The experimental design used follows what was proposed by the Mesh Project. Only animals seen on the road or on its bank during the trip were considered, any other data was considered as eventual. The route of the road was carried out from August 2018 to June 2019, by bicycle, by two observers, with a top speed of 20km / h, starting at 6.30am two days a week. Each runaway animal received a field number, was photographed in the environment that was found, and its location, meeting time, return time and carcass status were systematically documented. Emphasis was placed on mammals, birds, amphibians and reptiles as they are considered the most victimized groups in road accidents. During the collection period, 289 victims were registered, of which 52 were categorized as occasional encounters and 237 systematic encounters. The result indicated that the highest incidence of running over occurred in the Lissamphibia Class with 53% of the records, followed by Reptilia with 33%, and to a lesser extent the Birds with 7% and the Mammalia with 7%. Carcass condition shows a percentage of 57% for old carcasses and 43% for recent carcasses. Another factor observed was the presence of carcasses at the return of the route, for it was observed that 82% (n = 237) were present at the return, 12% (n = 34) were not observed and 6% (n = 18) had removed from the highway, with only the individual's chalk marking present. Regarding the conservation status of the species, although most are of little concern, it is important that mitigation measures are taken, since if this major suppression continues they may disappear from the region and cause a serious ecological imbalance due to the loss of biodiversity in the species. urban fragments of Manaus.

**Keywords:** 1. ecology of roads; 2. Running over; 3. Vertebrates; 4. Hotspots.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica da cidade de Manaus .....	22
Figura 2 – Trajeto percorrido da estrada do Puraquequara .....	23
Figura 3 – Coleta de dados .....	24
Figura 4 – Mapa de distribuição espacial dos atropelamentos de anfíbios .....	34
Figura 5 – Análise de hotspots para a classe dos anfíbios .....	35
Figura 6 – Mapa de hotspots para os anfíbios .....	35
Figura 7 – Mapa de distribuição espacial dos atropelamentos dos répteis .....	36
Figura 8 – Análise de hotspots para a classe dos répteis.....	37
Figura 9 – Mapa de hotspots para os répteis.....	37
Figura 10 – Mapa de distribuição espacial dos atropelamentos das aves .....	38
Figura 11 – Análise de hotspots para a classe das aves.....	39
Figura 12 – Mapa de distribuição espacial dos atropelamentos dos mamíferos.....	39
Figura 13 – Análise de hotspots para a classe dos mamíferos.....	40
Figura 14 – Medidas de mitigação mais recomendadas.....	46
Gráfico 1 – Estado de conservação das carcaças .....	42
Gráfico 2 – Carcaças visualizadas no retorno do percurso .....	43



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Fórmula da taxa de atropelamento .....	26
<b>Tabela 2</b> - Número de indivíduos atropelados por classe e suas porcentagens .....	28
<b>Tabela 3</b> - Representação das famílias e espécies encontradas na classe dos anfíbios com o número de indivíduos vitimados em cada espécie.....	30
<b>Tabela 4</b> - Representação das famílias e espécies encontradas na classe dos répteis com o número de indivíduos vitimados em cada espécie.....	30
<b>Tabela 5</b> - Representação das famílias e espécies encontradas na classe das aves com o número de indivíduos vitimados em cada espécie. ....	31
<b>Tabela 6</b> - Representação das famílias e espécies encontradas na classe dos mamíferos com o número de indivíduos vitimados em cada espécie.....	32
<b>Tabela 7</b> - <i>Status</i> de conservação das espécies encontradas - IUCN.....	44



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

Ind.           Indivíduos

## **LISTA DE SIGLAS**

Cf.           Conferir

IUCN          União Internacional Para a Conservação da Natureza

Km           Quilômetros

N           Número

NI           Não identificado

Qgis          Quantum gis

UC's          Unidade de Conservação



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>15</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
4.1 BIODIVERSIDADE .....	17
4.2 AMEAÇAS A BIODIVERSIDADE.....	18
4.3 ECOLOGIA DE ESTRADAS .....	19
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
5.1 LOCAL DO ESTUDO .....	22
5.2 COLETA DO MATERIAL DE ESTUDO.....	24
5.3 HOTSPOTS DE FAUNA ATROPELADA .....	25
5.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	26
5.4.1 MAPA DE DISTRIBUIÇÃO .....	27
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
6.1 ÍNDICE DE ATROPELAMENTOS E A INFLUÊNCIA DAS VARIAÇÕES DE REGISTROS .....	29
6.2 CLASSE DE VERTEBRADOS MAIS AFETADOS E SUAS ESPÉCIES .....	30
6.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E HOTSPOTS DA FAUNA ATROPELADA .....	34
RÉPTEIS .....	37
AVES.....	39
MAMÍFEROS.....	40
6.4 ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA CARCAÇA .....	42
6.5 STATUS DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES.....	44
6.6 MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DE IMPACTOS .....	45
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>48</b>
<b>8 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>49</b>
<b>9 APÊNDICES.....</b>	<b>55</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A Ecologia de Estradas visa estudar os efeitos que as estradas podem causar em populações e comunidades de plantas e animais e encontrar soluções para evitar ou minimizar esses efeitos negativos (Forman & Alexander, 1998; Forman *et al.*, 2003; Coffin, 2007); rodovias mal planejadas podem criar inúmeros problemas econômicos e sociopolíticos, assim como, afetar as populações animais com a crescente taxa de mortalidade causada pelos atropelamentos ocasionando a perda de variabilidade genética causada pelo isolamento das populações (Laurance *et al.*, 2009; Jackson & Fahrig, 2011; Van Der Ree *et al.*, 2011; Rosa & Bager, 2013).

Estudos indicam que algumas espécies de mamíferos têm suas populações drasticamente reduzidas por serem vítimas fatais e constantes de atropelamentos nas estradas (Trombulak & Frissell, 1999, Sobanski *et al.* 2012). De acordo com moradores, em torno de 83% dos animais mortos por atropelamentos na estrada eram mamíferos. Estes autores sugerem que mamíferos de grande e médio porte, como tatus (*Dasypus* spp.), sejam os grupos mais ameaçados por acidentes com veículos em estradas e comentam que anfíbios parecem ser especialmente vulneráveis pela constante migração que realizam entre habitats terrestres e aquáticos, além de que os indivíduos são mais crípticos e se deslocam lentamente.

Estes dados foram confirmados por alguns estudos sobre impactos de estradas no Brasil. No estudo realizado no trecho de 121 km da rodovia BR-174 que intercepta a Terra Indígena Waimiri Atroari as espécies mais vitimadas são pertencentes a classe dos mamíferos e entre elas estão as mucas (*Didelphis* spp e outros marsupiais,  $n=2279$ ), e as espécies sauí-de-mãos-douradas (*Saguinus midas*,  $n=1122$ ) e paca (*Cuniculus paca*,  $n=679$ ) (Medeiros, 2019). Já Scoss (2002) verificou que no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, a estrada altera a forma de utilização da área para muitas espécies de mamíferos e que a mesma está atuando como corredor e como barreira, atraindo e repelindo a mastofauna do local. Em um estudo na rodovia BR-277, nas proximidades do Parque Nacional do Iguaçu (Paraná), a taxa de animais atropelados foi de 0,02 por quilômetros/dia (Lima & Obara, 2003) e que de 165 exemplares atropelados, 45% foram mamíferos, 38% aves, 16% répteis e 1% anfíbios. Existem ainda alguns estudos com algumas investigações pontuais, tais como as que aconteceram na estrada da EMADE, em



Tefé no Amazonas, na qual ocorreu a avaliação dos impactos da construção e pavimentação desta estrada sobre a fauna silvestre de 2008 a 2011 (Marques, 2009; Souza, 2010). Este estudo obteve resultados bastante similares: a) 122 animais, pertencentes a 20 espécies, foram vistos atropelados em 1.472 km percorridos; b) os anfíbios são os animais mais afetados nas colisões com veículos (65% dos casos), seguidos dos répteis (8,5%), aves (4%) e mamíferos (2%); c) existem sete pontos críticos ao longo da estrada, identificados pelo alto número de atropelamentos de animais. Foram sugeridas medidas mitigadoras dos impactos afim de conservar a fauna silvestre do local.

Os atropelamentos de vertebrados no Brasil são um problema crescente, fato que deve ser alvo de maior atenção por parte das políticas públicas e de conservação (Prudente, 2003). Além de sua importância para pesquisa básica, os vertebrados possuem espécies de grande importância na economia, saúde pública e lazer dos seres humanos; os vertebrados também desempenham funções básicas e estruturais nos ecossistemas (predadores, polinizadores, dispersores de sementes); interagindo de forma complexa com populações de animais e plantas (Prada, 2004).

Para que este assunto seja visto e considerado em sua total relevância, é importante que o mesmo não seja abordado apenas por pesquisadores ou partes governamentais e de conservação, mas também pela população local onde esses problemas acontecem. Acredita-se que se houver uma mobilização e sensibilização conjunta da sociedade ao mesmo tempo em que pesquisas são transformadas em políticas públicas e ações sejam tomadas, ambos sociedade e natureza terão espaço em um mundo de avanços.



## 2 JUSTIFICATIVA

As rodovias possuem uma grande utilidade e é imprescindível a sua importância no deslocamento entre regiões distantes. Porém o que se observa hoje é a grande preocupação em um constante desenvolvimento e uma atenção mínima para os cuidados que se deve ter ao pensar nesse desenvolvimento, principalmente em relação as estradas, pois estas estão entre uma das maiores ameaças a perda de biodiversidade, que vão desde a mudança de habitat da fauna local até os atropelamentos dos mesmos.

A estrada monitorada nesse estudo entra nessa preocupação, sendo construída e totalmente pavimentada com o objetivo de facilitar o acesso aos bairros mais distantes do centro urbano não apresentou nenhum estudo local sobre a fauna ali presente, além de não possuir nenhuma sinalização que mostre que existem animais na área. Diante disso percebe-se que a conservação *in situ* tende a se concentrar basicamente em áreas protegidas legalmente, configuradas como ilhas de habitat natural cercadas por paisagens alteradas.

Sendo assim, justifica-se que é preciso fazer um levantamento de espécies vítimas de atropelamentos na estrada do Puraquequara, para desta forma, entender quão grave esses impactos podem ser. Esta pesquisa constitui-se uma iniciativa de extrema importância para o fornecimento de informações que contribuam para o planejamento de medidas de mitigação de impactos e tomadas de decisões e também para a sensibilização aos usuários das estradas e a população em geral.



### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um levantamento da fauna de vertebrados vítimas de atropelamentos na estrada do Puraquequara da cidade de Manaus, Amazonas.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Registrar o número de casos de atropelamento de fauna na estrada alvo deste estudo;
- Identificar as espécies de vertebrados vítimas da colisão com veículos na estrada monitorada;
- Fazer uma distribuição espacial dos atropelamentos nas estradas monitoradas e identificar os pontos com maior número de incidentes (*hotspots*);
- Avaliar o estado de conservação das espécies encontradas de acordo com a IUCN;
- Propor medidas mitigadoras de impactos para as espécies da área pesquisada.



## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 BIODIVERSIDADE

Segundo Barbieri (2010), “Biodiversidade é a totalidade dos genes, espécies e ecossistemas de uma região”, agrupando, por meio desta definição, os três níveis de diversidade entre os seres vivos, que são: diversidade de espécies (diversidade entre as espécies), diversidade genética (diversidade dos genes em uma espécie) e diversidade de ecossistemas (diversidade em nível mais alto, compreendendo todos os níveis de variação). A biodiversidade pode, ainda, ser interpretada do ponto de vista da variação intraespecífica – conservação de subpopulações geneticamente distintas, por exemplo (Batista, 2006) e incluir, em maior escala, a variedade de tipos de comunidades ou ecossistemas de dada região, tais como desertos, florestas, mares, lagos, entre outros. (Begon et al., 1996).

O Brasil possui a maior cobertura de florestas tropicais do mundo, especialmente concentrada na Região Amazônica. De acordo com dados do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Abocanhando 49,29% do território brasileiro, a Amazônia é hoje o maior bioma do mundo. São cerca de 40 mil espécies de plantas, 300 espécies de mamíferos, 1,3 mil espécies de aves, habitando em 4,196.943 km<sup>2</sup> de florestas densas e abertas. Por esta razão, aliada ao fato de sua extensão territorial, diversidade geográfica e climática, nosso país abriga uma imensa diversidade biológica, o que faz dele o principal entre os países detentores de megadiversidade do Planeta (MMA/SBF, 2002). Mas, quantas espécies há no mundo atualmente é uma questão que tem envolvido pesquisadores do mundo todo e parece não haver consenso em relação a uma resposta que possa aproximar-se da realidade (Lewinsohn & Prado, 2005). Segundo estimativas de Lewinsohn & Prado (2005) o número total de espécies conhecidas no Brasil seria algo entre 170 e 210 mil, sendo 103-134 mil animais e 43-49 mil, plantas. Os vertebrados foram estimados em aproximadamente 7 mil espécies, sendo 541 mamíferos, 1.696 aves, 633 répteis, 687 anfíbios e 3.420 peixes, mas os autores acreditam que esses números devem ser bem maiores. Em 2011, os Centros Nacionais de Pesquisa e Conservação do Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade (ICMBio/MMA) estimam que o Brasil abrigue algo em torno de



8.200 espécies descritas de vertebrados, sendo 713 mamíferos, 1.826 aves, 721 répteis, 875 anfíbios e aproximadamente 4.100 peixes (2.800 peixes continentais e 1.300 marinhos). Esses números mostram que a biodiversidade brasileira é definitivamente um patrimônio natural imensurável e essencial para a sobrevivência da humanidade na terra.

#### 4.2 AMEAÇAS A BIODIVERSIDADE

Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) biodiversidade é “a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas”.

A expansão das atividades humanas tem interferido a biodiversidade do planeta, estimativas registram uma extinção muito mais rápida do que o esperado pelo registro geológico (Pimm *et al.*, 1995). A perda de biodiversidade é uma das piores crises mundiais da atualidade com espécies e habitats diminuindo a uma taxa alarmante como mostrou a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção de 2008 (Vié *et al.*, 2009).

A fragmentação de habitats e a supressão da vegetação nativa estão entre as maiores ameaças à biodiversidade global (Myers *et al.*, 2000). Essa mudança interfere nos parâmetros demográficos de diferentes espécies e, conseqüentemente, na estrutura e dinâmica dos ecossistemas (Viana; Pinheiro, 1998). Assim, os fragmentos tornam-se verdadeiras ilhas de diversidade cercadas por uma matriz de baixa complexidade (Debinsk; Holt, 2000). A redução e o isolamento de populações de espécies silvestres, além da perda de habitat, dificultam o fluxo gênico, podendo causar perda da biodiversidade e até a extinção de espécies (MMA/SBF, 2003; Fahrig, 2003).

Segundo Forman e Alexander (1998) umas das atuais ameaças para a perda da biodiversidade são as estradas, e a malha rodoviária tem aumentado nas últimas décadas por conta do aumento populacional e da relação do homem com o meio ambiente (Wittmeyer *et al.*, 2008).



De acordo com estimativa do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (2014), 15 animais são atropelados a cada segundo e 475 milhões de animais silvestres morrem atropelados todos os anos nas estradas e rodovias brasileiras. As principais vítimas são os pequenos vertebrados, como por exemplo, os anfíbios, os répteis, as aves e os pequenos mamíferos, como mostra um estudo desenvolvido por Silva, L. R. (2016) em um trecho da rodovia estadual 425, no Município de Itapuã D'Oeste, Rondônia, onde o grupo mais impactado foram os répteis, com 30 espécimes registrados, seguidos de aves (cinco) e mamíferos (com um registro). Segundo um levantamento feito pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) intitulado Programa de Monitoramento de Atropelamentos de Fauna da BR - 262/MS desenvolvido por Sobanski *et al.* (2012) mostra os mamíferos com 81% dos atropelamentos, sendo mais comuns os cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) com 43 registros, o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) com 27 registros, a capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) com 17 registros, o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) com 12 registros, e o tatu-peludo (*Euphractus sexcinctus*) com 10 registros. Estas cinco espécies juntas contabilizaram 56,8% do total dos registros de atropelamentos., seguidos por 11% dos répteis e 8% para as aves, com um total de 192 registros.

#### 4.3 ECOLOGIA DE ESTRADAS

Segundo Van der Ree *et al.* (2011), “[...] O termo ‘ecologia de estrada’ foi usado pela primeira vez em alemão (“Straßenökologie”) em 1981”. A ecologia de estradas é um segmento da ecologia aplicada que estuda as relações da implantação e manutenção de infraestrutura viária (rodovias, ferrovias e afins) com a biodiversidade, tendo uma forte relação com a ecologia de paisagem e ecologia de populações e comunidades. Ela vem auxiliar no planejamento, implantação e gestão de infraestrutura viária, baseando a tomada de decisão em pesquisa científica (Roedenbeck *et al.* 2007, Bager & Fontoura 2013).

A implantação de estradas pode gerar grandes impactos ambientais, fragmentando habitats naturais, agindo como fonte de poluentes, como barreira à dispersão da fauna, isolando populações e sendo fonte direta de perda de indivíduos devido à colisão com veículos (Laurence *et al.*, 2009).



Brown e Brown (2013) mostram que o atropelamento pode funcionar como agente de seleção natural, gerando modificações na frequência de características físicas em populações naturais de espécies constantemente atropeladas. Os efeitos contrários não ficam restritos somente à sua presença no ambiente, rodovias mal planejadas podem criar inúmeros problemas econômicos e sociopolíticos. Apesar das estradas serem, em geral, associadas a impactos negativos na fauna, os diferentes *taxa* atropelados podem responder distintamente, dependendo de suas características intrínsecas, dos atributos do ambiente nos quais as estradas estão inseridas (Bueno *et al.*, 2015) e das características da própria estrada (Santos *et al.*, 2013).

Muitos dos estudos que avaliaram a incidência de atropelamento em rodovias foi realizada na América do Norte, Europa e Austrália (Bennet, 1991; Forman & Alexander, 1998; Trombulak & Frissel, 2000). No Brasil já se é possível observar um aumento nos estudos publicados que abordam esse tema, porém alguns deles abordam apenas mamíferos (Valladares-Padua *et al.*, 1995; Vieira, 1996; Pereira *et al.*, 2006). Como neste estudo desenvolvido por Cherem *et al.* (2007), intitulado Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Nele são apresentados registros de mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado entre agosto/2000 e novembro/2005. No total, registraram-se 257 indivíduos de 20 espécies principalmente para a BR 116, BR 282 e BR 470.

O impacto dos atropelamentos sobre a fauna de vertebrados foi estudado por (Cândido-Jr *et al.*, 2002; Rodrigues *et al.*, 2002; Rosa e Mauhs, 2004) e Silva *et al.* (2007) enfocaram a herpetofauna. Os atropelamentos de vertebrados no Brasil são um problema crescente cujo estudo tem se ampliado rapidamente, fato que deve ser alvo de maior atenção por parte das políticas públicas e de conservação (Prudente, 2003). Além de sua importância para pesquisa básica, os vertebrados possuem espécies de grande importância na economia, saúde pública e lazer dos seres humanos (fonte de alimento, pragas agrofloretais, espécies peçonhentas, reservatório de doenças, espécies ornamentais, atrativos para o ecoturismo); os vertebrados também desempenham funções básicas e estruturais nos ecossistemas (predadores, polinizadores, dispersores de sementes); interagindo de forma complexa com populações de animais e plantas (Prada, 2004). A busca de



informações sobre as dimensões do impacto gerado pelas rodovias tem recebido a atenção de pesquisadores em diversos países (Bagatini, 2006; Fischer, 1997; Prada, 2004; Vieira, 1996).

O atropelamento é apenas o mais visível dos impactos inerentes a todas rodovias e ferrovias. Os demais são mais difíceis de serem quantificados em relação à mortalidade e efeitos diretos, mas certamente implicam em redução da viabilidade populacional a médio e longo prazo (Jaeger 2015). No que diz respeito à mortalidade determinada por atropelamento, Bager *et al.* (2016) relatam que as taxas encontradas para o Brasil variam enormemente, tanto em função da região, quanto do grupo considerado.

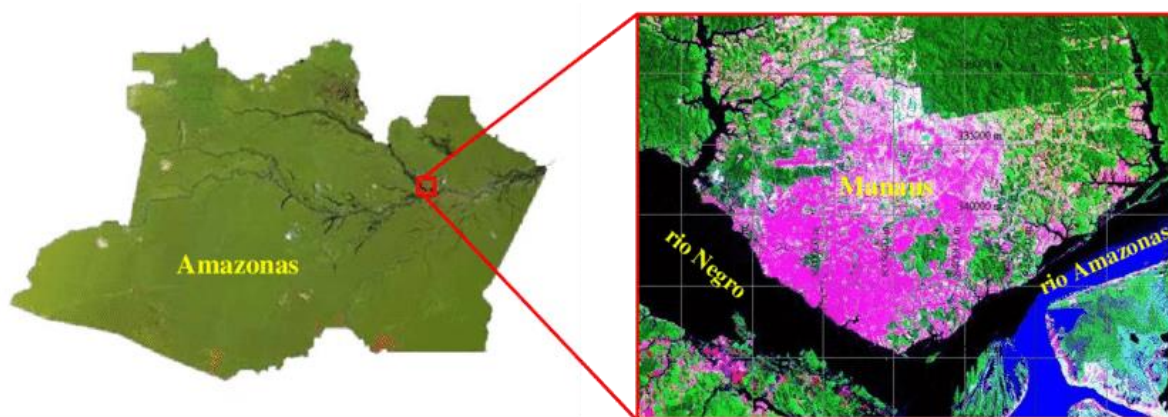


## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 LOCAL DO ESTUDO

A cidade de Manaus (figura 01), capital do Estado do Amazonas, está localizada na parte central da Amazônia Brasileira, na foz do Rio Negro afluente do Rio Amazonas (Nogueira *et al.*, 2007) e localiza-se geograficamente a - 03° 08' 30" Latitude Sul e a - 60° 00' 00" Longitude Oeste, a oeste de Greenwich (Silva, 2001). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) o município limita-se ao norte com o município de Presidente Figueiredo, ao sul com Careiro da Várzea e Iranduba, a leste com Rio Preto da Eva e Itacoatiara e a oeste com Novo Airão, possui uma área territorial correspondente a 11.401 Km<sup>2</sup> e uma população de 2.182.763 habitantes. Ainda segundo o IBGE o clima do município é o do tipo Equatorial quente e úmido com temperatura média de 26°C e o período chuvoso ocorrendo entre os meses de novembro a abril. Dentre suas principais atividades econômicas estão a indústria (principalmente eletrônica e petroquímica), serviços, construção civil, turismo e comércio.

Figura 1: Localização geográfica da cidade de Manaus (03o S, 60o W).



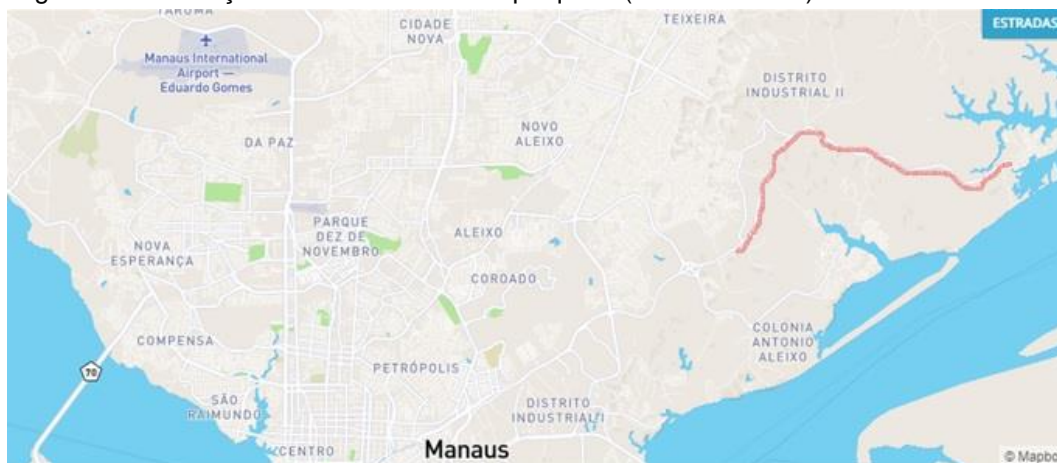
Fonte: Anjos, H. D. B., 2007.

A estrada monitorada neste estudo foi a estrada do Puraquequara, localizada na zona leste da cidade de Manaus, faz fronteira com a área de expansão do Distrito Industrial e o Rio Negro. Esta estrada possui aproximadamente 26 km de extensão (figura 2).



A comunidade de Puraquequara surgiu na primeira década do século XX, formada inicialmente por 23 famílias ribeirinhas que se instalaram nas margens do rio Amazonas, vindas das calhas dos rios Madeira, Purus e Juruá. Segundo o Jornal do Comércio (2008) o progresso de Puraquequara começou a se impulsionar a partir de 1968, com a chegada da irmã Gabriele, nascida da Bélgica e personalidade histórica da comunidade, a irmã lutou por melhoria ao Puraquequara e foi a principal responsável pela abertura da estrada que liga ao restante da cidade. As obras de pavimentação começaram em 28 de agosto de 1990 e foram concluídas no mesmo ano. Puraquequara também se elevou à categoria de Área de Preservação Ambiental, com lei específica contra a ação de desmatamento. Em reconhecimento ao esforço da religiosa e dos moradores, a prefeitura iniciou no dia 16 de setembro de 1996 o asfaltamento da estrada, que facilitou o acesso ao local e aumentou consideravelmente a população do bairro. No ano seguinte, em 1997, o bairro entra no processo de urbanização, com asfaltamento de várias ruas. A grande atividade geradora de renda em Puraquequara é o turismo. Por sua localização dentro da floresta e seu afastamento do Centro da cidade, o bairro recebe vários turistas todo final de semana. Na época da cheia do rio Amazonas, que cobre o lago de Puraquequara e vai de janeiro a julho, a comunidade recebe cerca de cinco mil turistas semanalmente.

Figura 2: Localização da Estrada do Puraquequara (linha vermelha)



Fonte: Mapbox



## 5.2 COLETA DO MATERIAL DE ESTUDO

O delineamento experimental que foi utilizado neste projeto segue basicamente o que foi proposto pelo PROJETO MALHA (Maia & Bager, 2013) com algumas adaptações para a realidade local. Para que pudesse ser feito um levantamento do material de estudo eram percorridos 11,279 km da estrada do Puraquequara. Os monitoramentos eram feitos semanalmente por dois dias totalizando 22, 558 km por semana, o que possibilitou o recolhimento dos dados necessários. A coleta dos dados aconteceu entre os períodos de agosto de 2018 e junho de 2019, totalizando 315,812 km. O percurso da estrada foi realizado por dois observadores de bicicleta a velocidade máxima de 20km/h, iniciando-se sempre as 6h30min. Também foram anotados o horário de término de cada monitoramento. O sentido do monitoramento sempre acontecia sentido bairro-centro.

O uso de relógio, caderneta, caneta, máquina fotográfica, GPS, giz escolar e régua foram fundamentais na coleta de dados. Sempre que era possível, três observadores faziam o monitoramento para maximizar as chances de detecção.

Nesta pesquisa, apenas os animais vistos na rodovia ou a margem dela foram considerados. Foi fotografado cada animal atropelado, bem como o entorno onde foram encontrados e todos eles tiveram sua localização registrada por GPS.

Também foram anotadas a hora de encontro desses animais e a hora em que os pesquisadores os viam uma segunda vez ao término do percurso e retorno. Para as carcaças encontradas foram anotadas o estado de conservação destas, a fim de identificar qual a maior porcentagem de carcaças encontradas, se recentes ou não recentes (antigas). Estas eram consideradas antigas quando apresentavam sangue com a coloração já escura, ou estavam muito ressecadas. Já as carcaças recentes eram aquelas que apresentavam uma aparência mais nova, com o sangue ainda nítido. Foi dado um número de campo para cada animal encontrado que foi marcado no chão com um giz escolar a fim de verificar, no retorno, se o animal ainda estava presente ou se havia sido removido.



Figura 3: Coleta de dados na estrada do Puraquequara, Manaus.



Fonte: Bernhard, R. 2018

### 5.3 HOTSPOTS DE FAUNA ATROPELADA

Para que a identificação dos locais com maior número de atropelamentos fosse feita (*hotspots*), era preciso saber em quais escalas as aglomerações de atropelamentos ocorriam e a significância das mesmas, para isso cada animal encontrado teve sua coordenada geográfica anotada. Sendo assim, fez-se necessária a utilização das funções K de Ripley 2D e HotSpot 2D, disponíveis no software Siriema 2.0 (Coelho et al., 2014).

A estatística K de Ripley é utilizada para avaliar a não-aleatoriedade da distribuição espacial de eventos ao longo de diversas escalas (Ripley, 1981; Cressie, 1993; Levine, 2004). Uma função (L) usada para sua interpretação permite avaliar a intensidade de agregação nas diferentes escalas (Ripley, 1981; Levine, 2004). A função K de Ripley 2D, considera a bidimensionalidade da rodovia, podendo citar as curvas e a distância espacial real entre os atropelamentos, desta forma é possível uma melhor avaliação da formação de aglomerados levando em consideração as características da rodovia (Coelho et al., 2008).

Na identificação de *hotspots*, foi utilizada a função 2D HotSpot que permite identificar os locais da rodovia com aglomeração de atropelamentos (Coelho et al., 2014). Para testar se havia aglomeração de atropelamentos a partir de escalas mais finas, foi aplicado um raio inicial de 50 metros, 1000 simulações e 95% de intervalo de confiança (IC) para os quatro taxa aqui estudados, a fim de avaliar se há aglomerações significativas ou se foram apenas atropelamentos ao acaso.



#### 5.4 ANÁLISE DOS DADOS

Todos os dados coletados foram inseridos no Programa Excel 2010 e organizados de acordo com o dia, mês e ano de coleta.

Para calcular as taxas de atropelamento, foi feito uso da fórmula proposta pelo PROJETO MALHA (Maia & Bager, 2013) tanto para um dia de monitoramento como para a taxa global de todas as saídas a campo.

Para analisar os dados dos monitoramentos de forma acurada, estes foram divididos em dois grandes grupos, os monitoramentos sistemáticos e os dados eventuais. Os monitoramentos sistemáticos são amostragens realizadas em um dia específico, percorrendo o trajeto definido previamente, coletando informações do indivíduo encontrado e considerando somente os animais encontrados sobre a pista ou no seu acostamento durante a ida no percurso. Qualquer outro dado que não atendesse a esses critérios foram considerados como dados eventuais.

Só foram considerados para o cálculo os animais encontrados durante o monitoramento sistemático vistos pelo primeiro e pelo segundo observador. O mesmo princípio foi aplicado para a construção do mapa de atropelamento. Todo registro que não atendesse a esses critérios, foi dado o nome de encontro eventual.

A taxa de atropelamento representa a razão entre o número total de animais atropelados, a extensão da rodovia monitorada e o tempo total de monitoramento (indivíduos/km/dia). Se tratando dos animais atropelados, consideramos estes como número absoluto, que representa apenas a quantidade de indivíduos atropelados que foi encontrada, desconsiderando-se outros fatores.

Conforme o exemplo proposto pelo Projeto Malha, o mesmo tempo de monitoramento é aplicado em ambas as rodovias da mesma forma que o de animais encontrados atropelados é o mesmo. Dividindo-se o número de animais atropelados, número de quilômetros da rodovia e dias de monitoramento, observa-se que a taxa de atropelamento da Rodovia 1 é menor que o da Rodovia 2 (Tabela 1).



Tabela 1: Fórmula da taxa de atropelamento

	RODOVIA 1	RODOVIA 2
<b>Animais atropelados</b>	150	150
<b>Extensão da rodovia</b>	90km	50km
<b>Tempo</b>	3 dias	3 dias
<b>Taxa de atropelamento</b>	$150/90/3 = 0.55$	$150/50/3 = 1.0$

Fonte: Projeto malha (Maia & Bager, 2013)

Estes resultados mostram que apesar de observarmos o mesmo número de indivíduos atropelados, as taxas de atropelamento entre as rodovias são diferentes. Daí a importância da utilização de taxas de atropelamento para os resultados desta pesquisa.

No caso acima, se considerássemos apenas os números absolutos de indivíduos atropelados nas Rodovias 1 e 2 concluiríamos erroneamente que ambas as rodovias impactam igualmente por apresentarem o mesmo número de atropelamentos. Já quando consideramos a extensão das rodovias e o esforço amostral, observamos que a rodovia com menor extensão monitorada (Rodovia 2) apresenta maior taxa de atropelamento. Após o cálculo da taxa de atropelamentos/dia por classe foi feito as médias e o desvio padrão de cada classe, ou seja, foram somados os resultados das taxas de atropelamentos/dia de cada classe individualmente e dividido pelo total de dias de saída de campo, resultando na taxa média de atropelamentos.

#### 5.4.1 MAPA DE DISTRIBUIÇÃO

Para a criação do mapa de distribuição espacial dos atropelamentos foi utilizado o programa QGis. O Quantum GIS (QGis) é um programa de código aberto e gratuito que serve para processar dados geoespaciais. Neste, a estrada foi dividida em intervalos de aproximadamente 15 metros de distância onde foram criados *buffers* de 50m para anfíbios, 100m para répteis, 200m para aves e 500m



para mamíferos em cada intervalo. Esses *buffers* são projetados de forma circular, pois desta forma permite-se estimar a densidade, ou seja, o número de animais atropelados dentro de cada *buffer* e também possibilita a criação de um gráfico simples em cada ponto da estrada. A partir deste gráfico (data x taxa de atropelamento), foi possível a análise da distribuição espacial dos atropelamentos.



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 ÍNDICE DE ATROPELAMENTOS E A INFLUÊNCIA DAS VARIAÇÕES DE REGISTROS

De agosto 2018 a junho de 2019, foram registrados 289 vertebrados atropelados. Dentre estes 52 foram categorizados como encontros eventuais e 237 categorizados como encontros sistemáticos. Dos indivíduos vitimados, 213 deles foram identificados ao nível taxonômico de espécie.

As taxas de atropelamento encontradas são subestimadas gerando problemas a respeito da representatividade dos valores e da real situação dos impactos. (Antworth; Pike; Stevens, 2005; Bager *et al.*, 2007; Milli; Passamani, 2006; Slater, 2002).

Na literatura há mais registros de mortalidade por atropelamentos de aves e mamíferos. Répteis e anfíbios certamente aparecem menos frequentemente devido ao seu tamanho (Forman *et al.*, 2003), apesar de uma crescente literatura sugerir taxas significativas de mortalidade destas classes (Fahrig *et al.*, 1995; Hengemuhle; Cademartori, 2008).

Tabela 2: Número de indivíduos atropelados por classe e suas porcentagens

<b>Vertebrados vitimados/classe</b>	<b>Número de indivíduos encontrados</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Lissamphibia	151	53
Reptilia	97	33
Mammalia	21	7
Aves	20	7
<b>TOTAL</b>	<b>289</b>	<b>100</b>

Este estudo é atípico quando comparado a outros, devido ao fato de que a classe que apresenta maior porcentagem de atropelamentos se deu na classe Lissamphibia. Em um estudo desenvolvido por Medeiros, A. S. M, (2019), intitulado Vertebrados atropelados na Amazônia: monitoramento em longo prazo, influência do fluxo de veículos e alternância de *hotspots* em um trecho da rodovia Br-174, utilizou



para sua metodologia um veículo a uma velocidade média de 60 km/h, e mostrou resultados diferentes para a porcentagem de vertebrados atropelados: sendo 49,44% mamíferos, 33,61% répteis, 11,74% aves e 4,85% anfíbios, estando os menores vertebrados na última posição, uma vez que o veículo pode dificultar a visualização de carcaças menores. Outro estudo desenvolvido por Hengemühle, A. (2008), intitulado Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento, aconteceu em um trecho da estrada do mar (RS-389) e utilizou a metodologia a pé e os resultados foram: 41% répteis, 29% mamíferos, 17% anfíbios, 10% aves e 3% não foram identificados, a partir deste estudo observa-se que há uma maior detecção de vertebrados menores.

Um último estudo desenvolvido por Santos *et al.* (2012), intitulado Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais realizaram um levantamento com bicicleta a uma velocidade máxima de 20km/h. Neste, mostrou-se que as aves foram as mais vitimadas com uma porcentagem de 34,8%, seguidas pelos répteis com 32,6%, 26,1% para os mamíferos e 6,5% anfíbios.

Estes estudos mostram que dependendo da área monitorada e a metodologia utilizada, a capacidade de detecção das carcaças varia muito, por esse motivo o ideal em todas as pesquisas é ter mais de um observador, para maximizar as chances de visualização.

O registro de atropelamentos sempre funcionará como uma estimativa, uma vez, que animais ao colidirem com veículos, podem ser arremessados para fora das rodovias, ou ainda, locomoverem-se para outros locais antes de morrer, desta forma, não sendo contabilizados. E ainda, animais de pequeno e médio porte podem ser retirados das estradas por meio de espécies carniceiras.

## 6.2 CLASSE DE VERTEBRADOS MAIS AFETADOS E SUAS ESPÉCIES

De acordo com a pesquisa, como mostrou a tabela 2, o maior índice de atropelamento pertence à classe dos anfíbios, com 151 espécimes (53%), seguidos de 97 répteis (33%), 21 mamíferos (7%) e 20 aves (7%).

Na classe dos anfíbios foram encontradas três famílias diferentes, sendo elas as famílias Bufonidae, Hylidae e Leptodactylidae. A família Bufonidae foi a mais



diversificada entre elas, com duas espécies diferentes, a *Rhinella granulosa* com 66 indivíduos, *Rhinella marina* (30), e *Rhinella sp.* (10), para a família Hylidae foram encontradas as espécies *Hypsiboas boans* (3), e mais vinte e um indivíduos que não foram possíveis de serem identificados à nível de espécie e na família Leptodactylidae foram encontrados dois indivíduos que não foram possíveis de serem identificados a nível de espécie, temos ainda os anfíbios que não foram possíveis de serem identificados nem a nível de família (N.I) totalizando 19 indivíduos.

Tabela 3: Representação das famílias e espécies encontradas na classe dos anfíbios com o número de indivíduos vitimados em cada espécie.

<b>CLASSE LISSAMPHIBIA</b>			
<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>N</b>
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella granulosa</i>	66
		<i>Rhinella marina</i>	30
		N.I	19
		<i>Rhinella sp.</i>	10
	Hylidae	N.I	21
		<i>Hypsiboas boans</i>	3
	Leptodactylidae	-	2
<b>TOTAL</b>			151

Para os répteis foram encontradas oito famílias diferentes, dentre elas a mais diversificada foi a família Colubridae com quatro espécies diferentes. Na família Amphisbaenidae foram encontradas as espécies, *Amphisbaena fuliginosa* (22), e *Amphisbaena alba* (2), a família Aniliidae possui apenas um gênero e uma espécie, a *Anilius scytale* (25), para a família Boidae encontramos a *Boa constrictor* (5), na família Colubridae foram encontradas as espécies, *Chironius multiventris* (1), *Drepanoides anomalus* (2), *Drymoluber cf. dichrous* (1) e *Oxybelis cf. aeneus* (1), na família Dipsadidae temos a *Leptodeira annulata* (1), para a família Elapidae temos a *Micrurus hemprichii* (1), na família Tropiduridae temos *Tropidurus hispidus* (3), na família Viperidae tem-se a *Bothrops atrox* (13) e os répteis não identificados (20).



Tabela 4: Representação das famílias e espécies encontradas na classe dos répteis com o número de indivíduos vitimados em cada espécie.

<b>CLASSE REPTILIA</b>			
<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>N</b>
Squamata	Aniliidae	<i>Anilius scytale</i>	25
	Amphisbaenidae	<i>Amphisbaena fuliginosa</i>	22
		<i>Amphisbaena alba</i>	2
	-	N.I	20
	Viperidae	<i>Bothrops atrox</i>	13
	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	5
	Tropiduridae	<i>Tropidurus hispidus</i>	3
	Colubridae	<i>Drepanoides anomalus</i>	2
		<i>Chironius multiventris</i>	1
		<i>Drymoluber dichrous</i>	1
		<i>Oxybelis aeneus</i>	1
	Dipsadidae	<i>Leptodeira annulata</i>	1
	Elapidae	<i>Micrurus hemprichii</i>	1
<b>TOTAL</b>			97

Na classe das Aves se obtiveram seis diferentes famílias, sendo a família Tyrannidae a mais diversificada, com duas espécies diferentes, sendo elas *Pitangus sulphuratus* (2) e *Tyrannus cf. melancholicus* (1), temos a família Cathartidae representada pelo *Coragyps atratus* (3), na família Columbidae temos o *Geotrygon montana* (1), a família Falconidae está representada pelo *Milvago chimachima* (1), na família Rallidae temos o *Porphyrio martinicus* (1), para a família Strigidae temos o *Megascops cf. watsonii* (1) e as aves não identificadas foram 10.

Tabela 5: Representação das famílias e espécies encontradas na classe das aves com o número de indivíduos vitimados em cada espécie.

<b>CLASSE AVES</b>			
<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>N</b>
		N.I	10
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	3
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	2



		<i>Tyrannus melancholicus</i>	1
Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	1
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	1
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	1
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops watsonii</i>	1
<b>TOTAL</b>			20

Na classe dos mamíferos, encontraram-se quatro famílias diferentes, porém duas delas foram consideradas apenas como encontros eventuais, uma vez que a pesquisa está voltada para vertebrados silvestres. Essas famílias são a Felidae, representada pelo *Felis catus* (4) e o *Canis lupus familiares* (1), na família Didelphidae temos a *Didelphis marsupialis* (8) e na família Noctilionidae temos o *Noctilio cf. albiventris* (4). Houve ainda quatro indivíduos da Ordem Rodentia que não foram possíveis de serem identificados nem a nível de família.

No Brasil, uma grande quantidade de estudos aponta espécies do gênero *Didelphis*, como sendo os animais com maior índice de atropelamentos (Prada, 2004; Melo; Santos-Filho, 2007; Hengemühle; Cadenartoi, 2008; Coelho *et al.*, 2008; Rezini, 2010; Souza; Miranda, 2010; Gomes *et al.*, 2013).

Tabela 6: Representação das famílias e espécies encontradas na classe dos mamíferos com o número de indivíduos vitimados em cada espécie.

<b>CLASSE Mammalia</b>			
<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>N</b>
Didlephimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	8
Chiroptera	Noctilionidae	<i>Noctilio albiventris</i>	4
Rodentia	-	N. I	4
Carnivora	Felidae	<i>Felis catus</i>	4
	Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i>	1
<b>TOTAL</b>			21



### 6.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E HOTSPOTS DA FAUNA ATROPELADA

Na elaboração dos mapas de distribuição espacial das espécies encontradas nas diferentes classes, pode-se observar que a maior incidência de atropelamentos se deu nas áreas onde possuíam uma maior área verde, locais onde a pista fica mais larga ou próximo a fábricas de alimentos (figuras 4, 7, 10, 12). Autores sugerem que os motivos pelos quais os animais são mortos por veículos são movidos principalmente pelo arranjo espacial dos recursos (Coffin, 2007). No estudo de Smith-Patten e Patten (2008) foram encontrados dados interessantes sobre a relação entre as rodovias e o atropelamento de mamíferos silvestres. Durante quase a totalidade da amostragem feita pelos autores, verificou-se taxas de atropelamentos maiores em pistas simples.

Em um estudo com anfíbios, Mazerolle *et al* (2005) concluíram que as características físicas das estradas (largura, pavimentação) ou do tráfego (fluxo, velocidade) pouco interferem nos casos de atropelamento de anfíbios, sendo que o comportamento das espécies - que paralisam ao visualizar as luzes dos veículos – é mais influente nestes casos. O comportamento de ficar paralisado em situações de perigo é uma das explicações possíveis para as taxas de atropelamentos de algumas espécies como *Didelphis sp.*, entre outras. As pistas pavimentadas e duplicadas, além de aumentarem a largura a ser atravessada pelos animais, propiciam um aumento na média da velocidade dos veículos. Apesar de não terem analisado, especificamente, as taxas de velocidade em seu estudo, Smith-Patten e Patten (2008) relacionaram os atropelamentos com fatores que contribuem para altas velocidades: largura da pista e tipo de pavimento.

Considerando os 11,279 km/dia percorridos, a média de atropelamento foi de 0,68 animais/km no presente estudo, superior ao encontrado por Prada (2004), que obteve 0,048 animais/km, em estudo realizado em um circuito das principais estradas da região nordeste do estado de São Paulo. Bagatini (2006), ao estudar rodovias limítrofes à Estação Ecológica das Águas Emendadas, situada na extremidade nordeste do Distrito Federal obteve registro de 0,0833 animais/km, superior ao encontrado por Prada, no entanto, abaixo do encontrado no presente estudo. Já no estudo de Costa (2011) foi obtida uma taxa média de atropelamento de 0,68, bem como o presente trabalho. É importante destacar que os índices obtidos nos trabalhos supracitados foram realizados com todos os grupos de



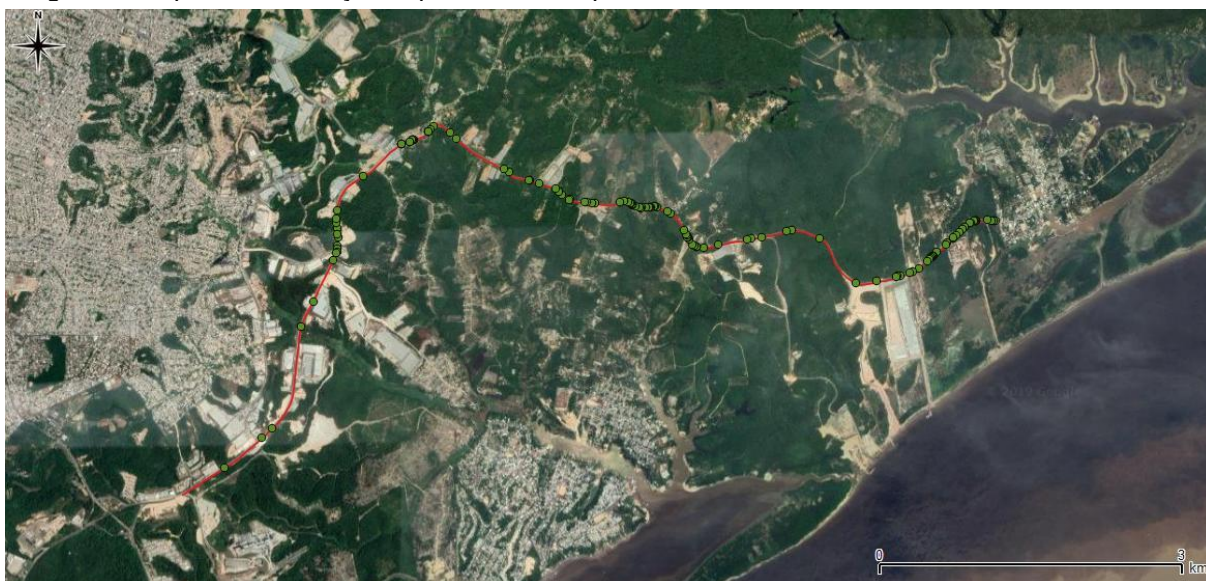
vertebrados, exceto o trabalho de Costa (2011) que focou somente a taxa dos mamíferos, tornando-se bastante expressivo os resultados obtidos.

Desta forma, os distintos valores encontrados podem estar relacionados às características específicas de cada região, clima, faixa de deslocamento das espécies, o fluxo de veículos, bem como diferentes métodos e tempos de amostragens.

## ANFÍBIOS

Para a classe dos Anfíbios (representados por pontos verdes) (figura 4), obteve-se uma taxa média de atropelamentos de 0,36 ind./km e desvio padrão de 0,27.

Figura 4: Mapa de distribuição espacial dos atropelamentos dos anfíbios.



Fonte: Sistema Siriema, 2014

Após identificar a existência de agrupamentos significativos em uma distribuição de atropelamentos de uma rodovia é necessária a identificação dos principais trechos com atropelamentos (*hotspots*). Para as análises de *hotspots* foi utilizado um raio de 50m, com 1000 simulações e 10m para o comprimento de cada divisão.

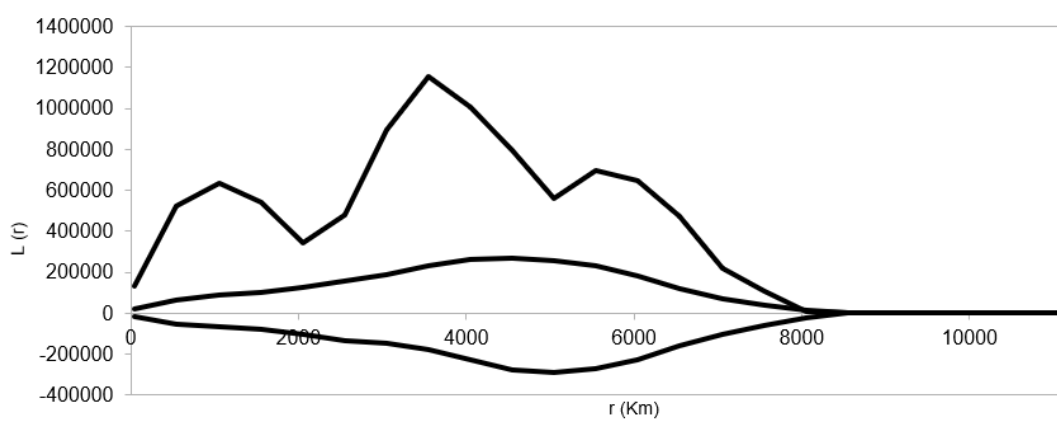
Na figura 5 se observa a análise de *hotspots* para os anfíbios. As linhas paralelas ao eixo  $r(km)$  representam os limites de confiança (IC) superior e inferior, a linha variável representa os valores da função  $L(r)$ , cujos valores acima do IC



superior indicam aglomeração significativa, valores no intervalo de IC indica ausência de aglomeração e valores abaixo do IC inferior indicam dispersão significativa de atropelamentos para os determinados tamanhos de raios  $r(\text{km})$ . Observa-se que a linha variável ultrapassa a linha limite de confiança, indicando que há uma aglomeração significativa de atropelamentos nos primeiros quilômetros.

Figura 5: Análise de *hotspots* para a classe dos anfíbios

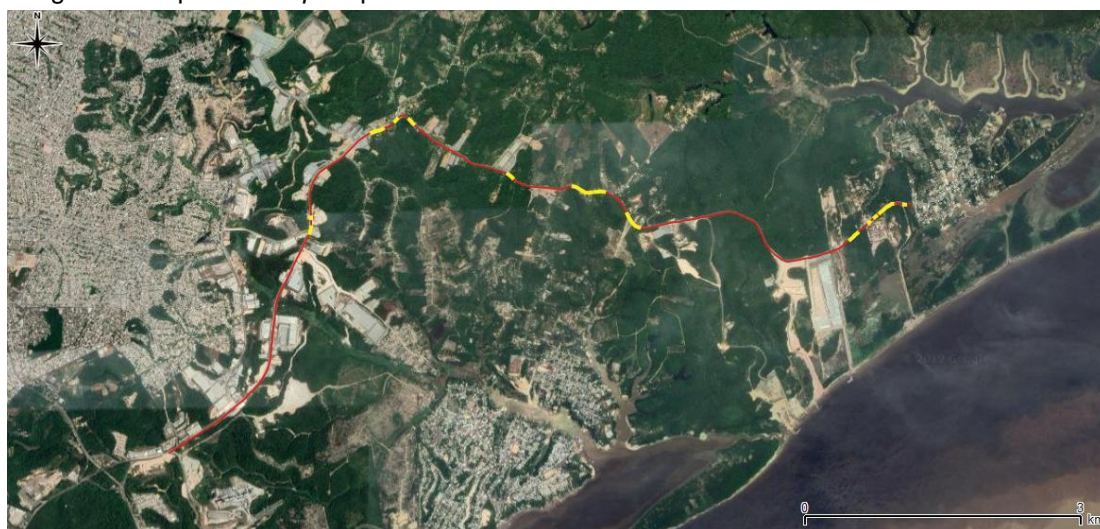
130 registros sistemáticos incluídos  
2 registros sistemáticos descartados



Fonte: Sistema Siriema, 2014

A partir destas análises (figura 5) foi possível elaborar um mapa de *hotspots*, onde mostra quais são as principais áreas com maiores aglomerações de atropelamentos e a partir desta, propor medidas de mitigação para a classe em discussão (figura 6).

Figura 6: Mapa de *hotspots* para os anfíbios.



Fonte: Sistema Siriema, 2014

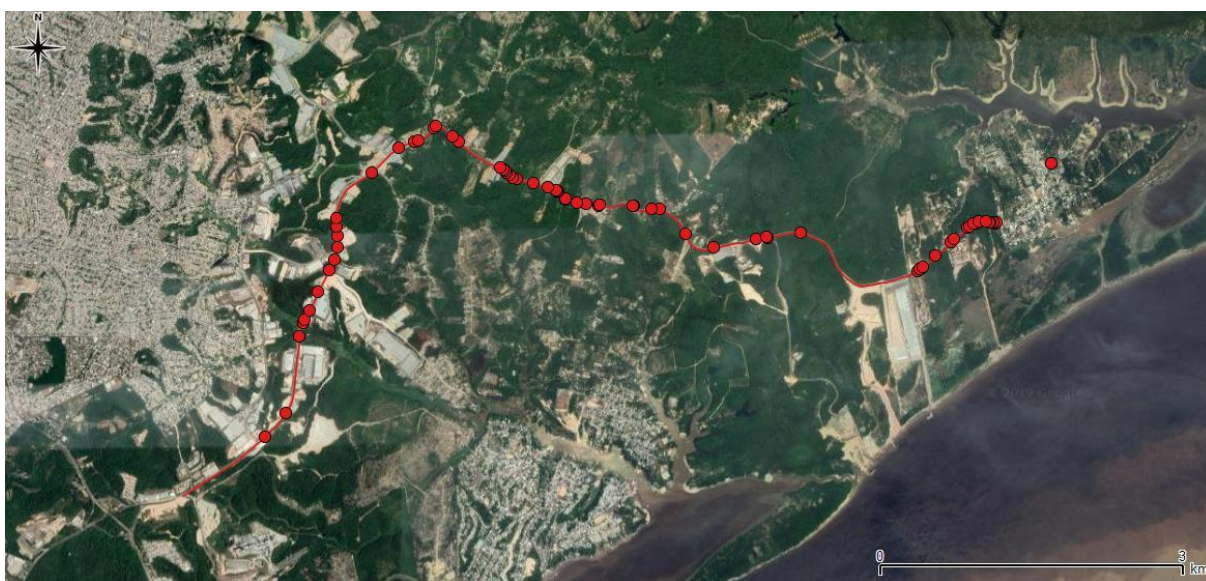


Os anfíbios são, geralmente, o grupo menos registrado em monitoramentos com carro (e.g. Clevenger *et al.*, 2003; Coelho *et al.*, 2008; Teixeira *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2017), com exceção dos que utilizam velocidade muito reduzida, i.e. 40Km/h, como Glista *et al.* (2007) e Garriga *et al.* (2012). Mas, segundo Coelho *et al.* (2012), estes podem ser os vertebrados mais afetados pelo atropelamento, e o resultado destes gráficos corrobora com essa observação.

## RÉPTEIS

Para a classe dos Répteis (representados por pontos vermelhos) (figura 7), se obteve uma taxa média de atropelamentos de 0,23 ind./km e desvio padrão de 0,15. O desvio-padrão mede a dispersão de uma distribuição de dados. Quanto mais dispersa for uma distribuição de dados, maior será seu desvio-padrão.

Figura 7: Mapa de distribuição espacial dos atropelamentos dos répteis.



Fonte: Sistema Siriema, 2014

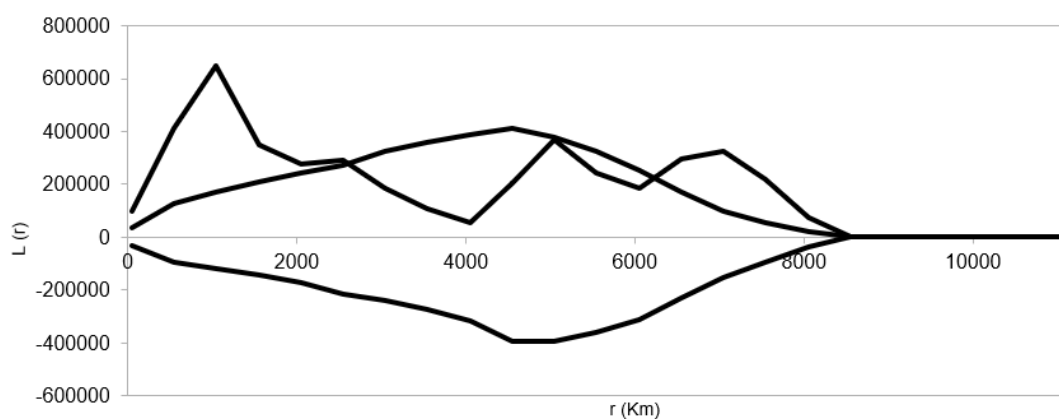
Na figura 8 se observa a análise *de hotspots* para os répteis. Nesta análise observa-se que a linha  $L(r)$  ultrapassa o intervalo de confiança principalmente nos primeiros quilômetros onde há um maior número de agrupamentos significativos, e volta a mostrar maior agrupamento novamente no final do percurso. Nos quilômetros intermediários não houve um agrupamento significativo, isso indica que os atropelamentos ocorreram ao acaso.



Figura 8: Análise de *hotspots* para a classe dos répteis

70 registros sistemáticos incluídos

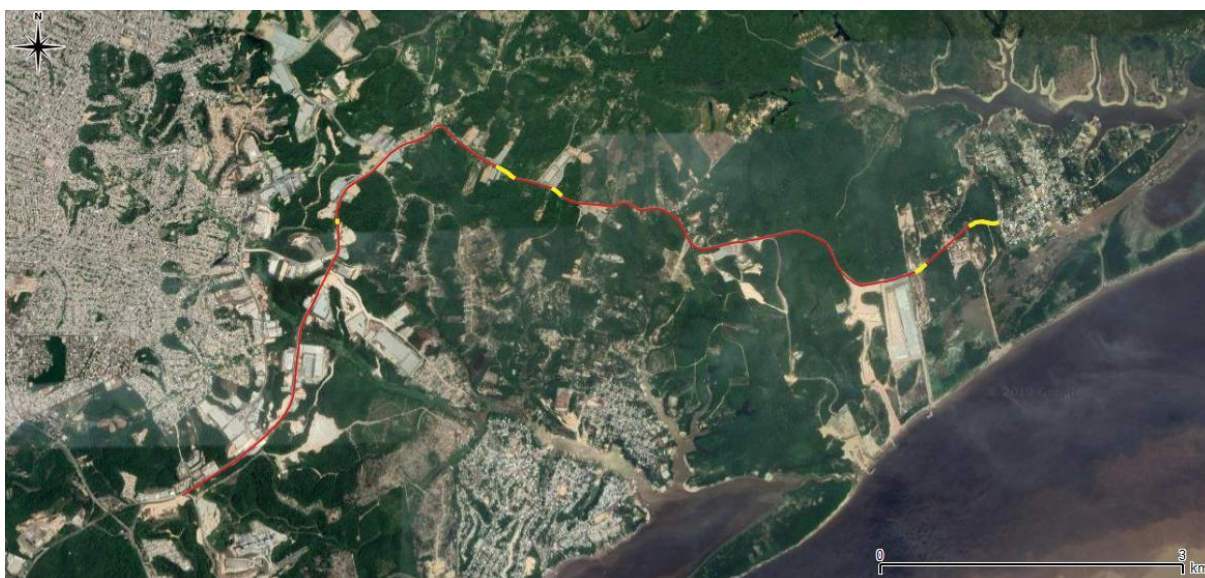
1 registro sistemático descartado



Fonte: Sistema Siriema, 2014

A partir das análises observadas na figura 8 foi possível realizar a elaboração do mapa de *hotspots* para os répteis, que se deu da seguinte maneira (figura 9).

Figura 9: Mapa de *hotspots* para os répteis



Fonte: Sistema Siriema, 2014

Os répteis também apresentaram números elevados de atropelamentos e as serpentes foram os répteis mais atropelados. Segundo Gonçalves *et al.* (2018), os

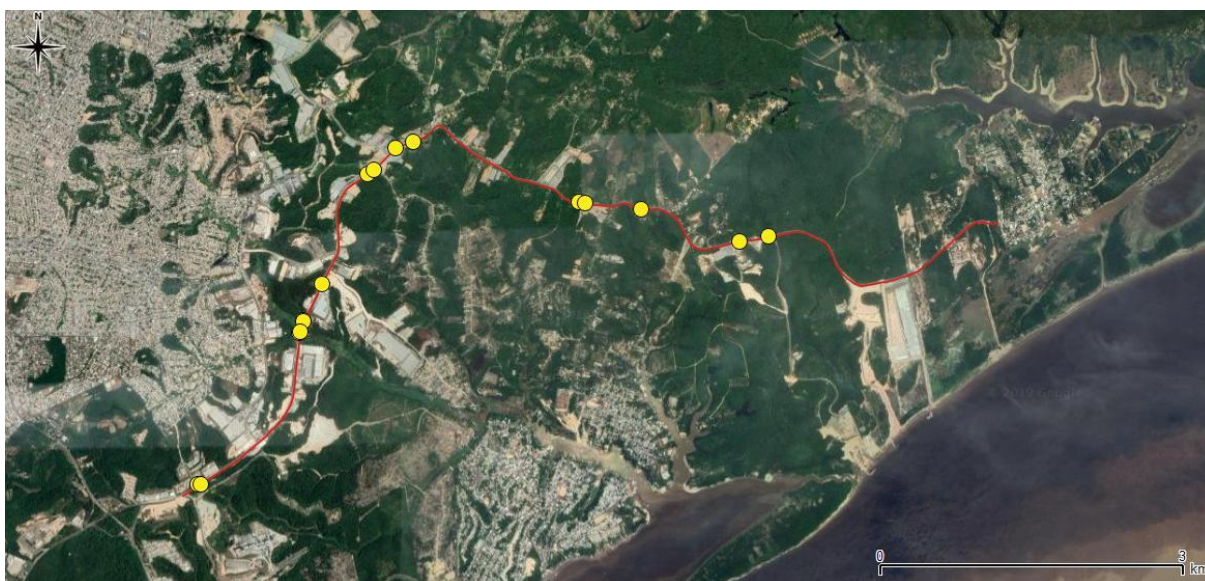


atropelamentos dos répteis estão associados principalmente à sua abundância no entorno das rodovias, ao comportamento de forrageio, à termorregulação em áreas abertas e também ao comportamento dos motoristas. Mccardle e Fontenot (2016) mostraram que rodovias asfaltadas podem funcionar como armadilhas ecológicas para estes animais, pois ao procurarem estas áreas para termorregulação, se tornam vulneráveis às colisões com veículos, fator agravado por serem atropeladas intencionalmente em muitos casos (Secco *et al.*, 2014).

## AVES

Para a classe das Aves (representadas por pontos amarelos) (figura 10), se obteve uma taxa média de atropelamentos de 0,05 ind./km e desvio padrão de 0,06.

Figura 10: Mapa de distribuição espacial dos atropelamentos das aves



Fonte: Sistema Siriema, 2014

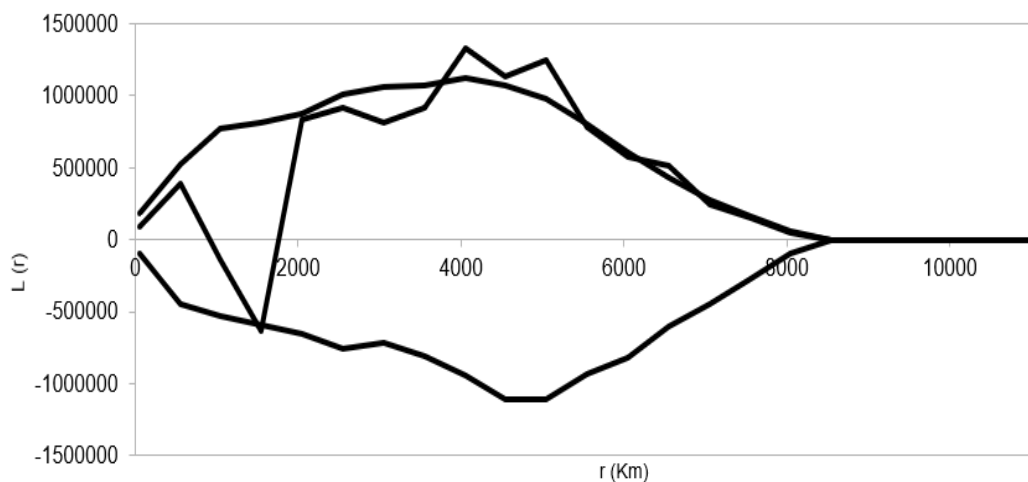
Apesar de aparecer alguns pontos aglomerados na distribuição espacial (figura 10) não foi possível desenvolver um mapa de *hotspots* para as aves uma vez que os atropelamentos não formaram agrupamentos significativos, somente atropelamentos ao acaso, como mostra a figura 11.



Figura 11: Análise de hotspots para a classe das aves.

16 registros sistemáticos incluídos

1 registro sistemático descartado



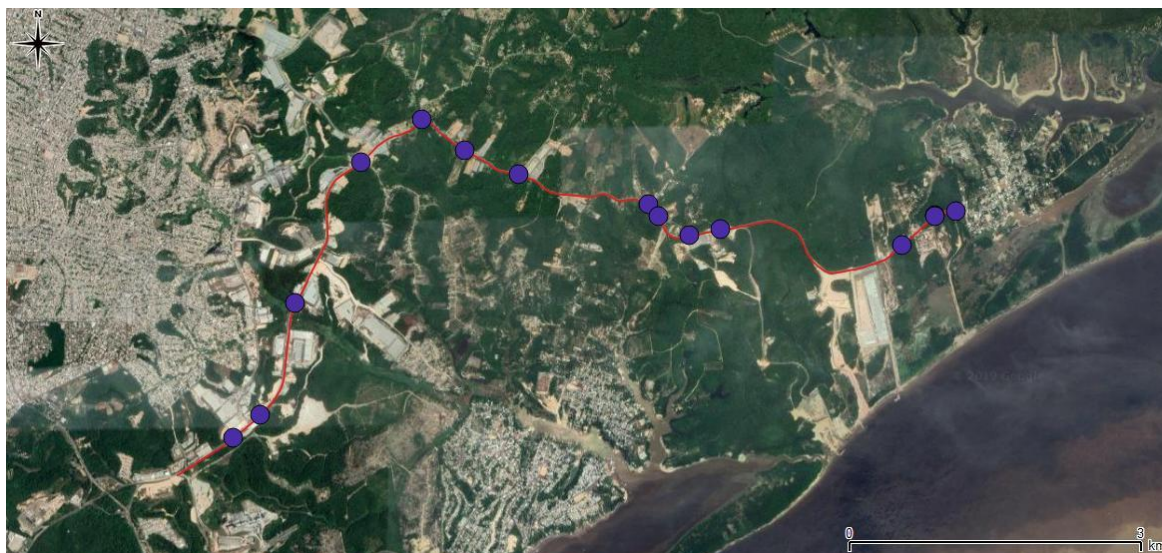
Fonte: Sistema Siriema, 2014

Com relação as aves, além do hábito alimentar, características físicas, como a capacidade limitada de vôo e outras relacionadas a história de vida, como o comportamento reprodutivo e período de atividade, podem explicar as ocorrências de atropelamentos dessas espécies (Brown e Brown, 2013).

## MAMÍFEROS

Para a classe dos mamíferos (representadas por pontos roxos) (figura 12), obtivemos uma taxa média de atropelamentos de 0,04 ind./km e desvio padrão de 0,06.

Figura 12: Mapa de distribuição espacial dos atropelamentos dos mamíferos



Fonte: Sistema Siriema, 2014

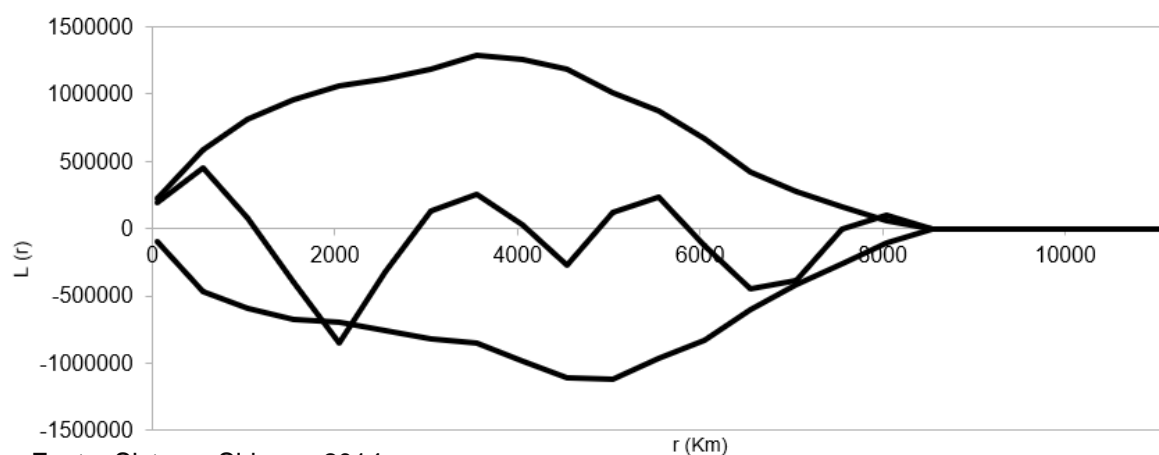


Para esta classe também não foi possível desenvolver um mapa de *hotspots* pois os atropelamentos não formaram agrupamentos significativos, ou seja, a linha  $L(r)$  não ultrapassou o limite de confiança, isso mostra que os atropelamentos aconteceram ao acaso, conforme a figura 13.

Figura 13: Análise de hotspots para a classe dos mamíferos.

15 registros sistemáticos incluídos

0 registro sistemático descartado



Fonte: Sistema Siriema, 2014

Entre os vertebrados, os mamíferos são o grupo mais investigado em estudos de ecologia de estradas, provavelmente devido as suas carcaças mais evidentes e pelo risco à vida dos motoristas em acidentes, principalmente os envolvendo grandes animais (Bennett, 2017). Mamíferos de grande porte usam rodovias para locomoção e para acessar outros habitats entre essas áreas (Seiler, 2001). Mas para este estudo os mamíferos não apresentaram uma taxa de atropelamentos tão grande, talvez pelo fato destes reconhecerem a rodovia como uma barreira ou até mesmo ser uma área onde não há uma população tão grande de mamíferos, ocasionando poucos atropelamentos.

Como mostram os mapas de *hotspots* as maiores concentrações de atropelamentos se deram principalmente em áreas com maior densidade de vegetação ao redor, sendo assim é possível estabelecer medidas de controle para que possam ser mitigados os atropelamentos nessas áreas específicas.

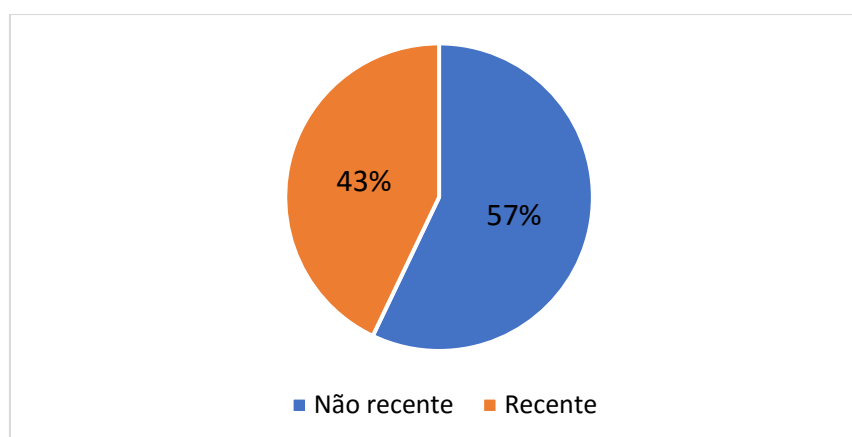


## 6.4 ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA CARÇAÇA

Os problemas mais evidentes nos estudos de atropelamento geralmente estão relacionados à falta de padronização de protocolos amostrais envolvendo aspectos como velocidade, frequência, horário do monitoramento e taxa de detecção das carcaças, que estão diretamente relacionados ao tempo de permanência destas sobre a pista (Slater, 2002).

Para este estudo foi observado o estado de conservação das carcaças, uma vez que a presença das carcaças na rodovia pode indicar a velocidade com que estas são removidas. A maior porcentagem de detecção das carcaças foi para as não recentes com 57% ( $n = 165$ ) das carcaças registradas, para as carcaças recentes se obteve um percentual de 43% ( $n = 124$ ) (gráfico 1), isso pode ser explicado pelo fato de que talvez o fluxo de veículos não seja tão frequente, visto que naquela área transitam muito mais caminhões de carga à carros de passeios, sendo assim torna-se mais difícil essas carcaças serem removidas por automóveis. Forman *et al.* (2003) relatam que um dos fatores importantes que influencia o tempo de permanência de carcaças sobre a rodovia são as características do tráfego local.

Gráfico 1: Estado de conservação das carcaças. N = 289 indivíduos.



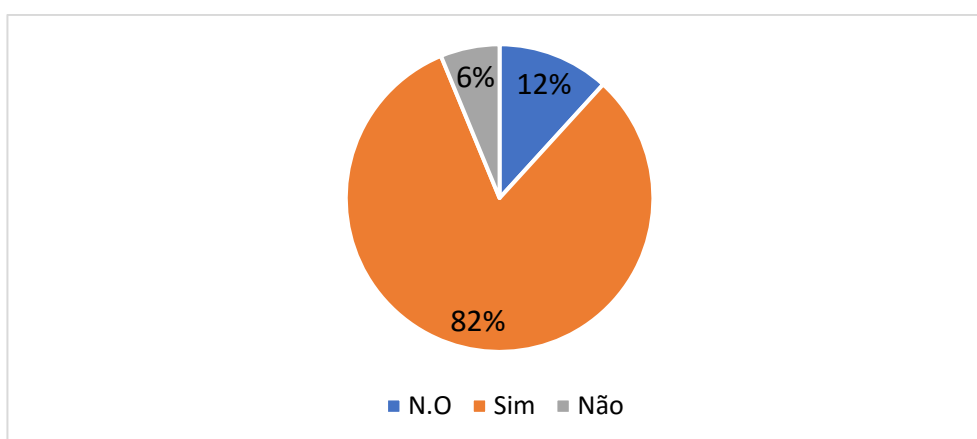
Tanto a velocidade do veículo quanto o volume do tráfego influenciam nas colisões com animais selvagens. Áreas com altas taxas de tráfego tendem a ter mais atropelamentos (maior probabilidade de colisões) e menores tempos de permanência de carcaças sobre a rodovia (desaparecimento rápido por prensagem



sobre o asfalto ou choque com veículo jogando o animal para fora da pista) (Dickerson, 1939; Rolley; Lehman, 1992).

Outro fator observado foi a presença das carcaças no retorno do trajeto, para esta observou-se que 82% (n= 237) estavam presente no retorno, 12% (n= 34) não foram observados, ou seja, não foram encontradas nem carcaças, nem a marcação das mesmas na rodovia, logo não se sabia o local exato onde essas estavam e 6% (n= 18) haviam sido removidas da rodovia, estando presente somente a marcação com giz do indivíduo (gráfico 2). São apontados fatores tais como clima, presença de animais carniceiros, locais da pista onde ocorreu o atropelamento e tráfego como os que influenciam no tempo de permanência de carcaças sobre a rodovia (Antworth; Pike; Stevens, 2005; Rolley & Lehman, 1992; Slater, 2002).

Gráfico 2: Carcaças visualizadas no retorno do percurso. N = 289



A presença dos animais carniceiros nas rodovias está vinculada à disponibilidade de alimento e às fontes de recursos nos *habitats* circundantes (Lambertucci, 2010; Slater, 2002). Carcaças de animais atropelados são retiradas por estes animais geralmente logo após o amanhecer (Slater, 2002). Outro aspecto que deve ser levado em consideração é que os animais carniceiros assim como corvos e aves de rapina, ao mesmo tempo que estradas se tornam fonte garantida de alimento, estão em risco de serem atingidos por veículos (Jacobson, 2005). Este contexto leva a um ciclo de atropelamentos complexo para a compreensão das taxas encontradas nos estudos.



## 6.5 STATUS DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES

A lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (União Internacional Para a Conservação da Natureza) foi fundada em 1964, e evoluiu para se tornar a fonte de informações mais abrangente do mundo sobre o *status* de conservação global de espécies de animais, fungos e plantas.

A lista vermelha da IUCN é um indicador crítico da saúde da biodiversidade mundial. Muito mais do que uma lista de espécies e seu *status*, é uma ferramenta poderosa para informar e catalisar ações de conservação da biodiversidade e mudanças de políticas, essenciais para proteger os recursos naturais de que precisamos para sobreviver. Ele fornece informações sobre faixa, tamanho da população, habitat e ecologia, comércio, ameaças e ações de conservação que ajudarão a informar as decisões de conservação necessárias.

Para este estudo foi elaborado uma tabela com o *status* de conservação das espécies vitimadas nesta área e como estão listadas segundo a IUCN (Tabela 7).

Tabela 7: Lista de vertebrados atropelados identificados a nível de espécie na estrada do Puraquequara. IUCN- Categoria de ameaça na lista vermelha das espécies em risco de extinção (IUCN, 2019), VU=vulnerável, LC=Pouco preocupante, EN= Em risco, NT= quase ameaçado e SI= sem informação. (-) estável, (↑) aumentando, (↓) diminuindo.

TAXÓN	NOME COMUM	CATEGORIA
<b>ANFÍBIOS</b>		
<i>Rhinella granulosa</i>	Sapo-comum-comum	LC —
<i>Rhinella marina</i>	Sapo-cururu	LC ↑
<i>Hypsiboas boans</i>	Rã-arborícola	LC —
<b>RÉPTEIS</b>		
<i>Amphisbaena alba</i>	Cobra-cega	LC
<i>Amphisbaena fuliginosa</i>	Cobra-cega	LC
<i>Anilius scytale</i>	Falsa-coral	LC
<i>Boa constrictor</i>	Jiboia	LC —
<i>Chironius multiventris</i>	Cobra-cipó	SI
<i>Drepanoides anomalus</i>	Falsa-coral	SI
<i>Drymoluber dichrous</i>	Cobra-cipó	LC —



<i>Oxybelis aeneus</i>	Cobra-cipó	SI	
<i>Leptodeira annulata</i>	Olho-de-gato-anelada	LC	—
<i>Micrurus hemprichii</i>	Coral-verdadeira	SI	
<i>Tropidurus hispidus</i>	Calango	LC	—
<i>Bothrops atrox</i>	Jararaca	SI	
<b>AVES</b>			
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu	LC	↑
<i>Geotrygon montana</i>	Pariri	LC	↓
<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	LC	↑
<i>Porphyrio martinicus</i>	Frango-d'água-azul	LC	↓
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	LC	↑
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriris	LC	↑
<i>Megascops watsonii</i>	Corujinha-orelhuda	LC	↓
<b>MAMÍFEROS</b>			
<i>Canis lupus familiaris</i>	Cachorro	LC	—
<i>Felis catus</i>	Gato	SI	
<i>Noctilio albiventris</i>	Morcego-buldogue	LC	—
<i>Didelphis marsupialis</i>	Mucura	LC	—

Como mostra a tabela 7 a maioria das espécies encontradas apresentam classificação LC (pouco preocupante) com 77% e a categoria SI (sem informação) apresentou 23%. Apesar das espécies vitimadas não apresentarem uma grande preocupação é necessário visar a preservação futura desses indivíduos, uma vez que se continuar essa grande supressão elas podem desaparecer da região e ocasionar um grave desequilíbrio ecológico pela perda da biodiversidade não somente na área em que se encontram como também nos fragmentos urbanos de Manaus, e para isso é necessário se pensar em propostas que possam mitigar esses impactos.

## 6.6 MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DE IMPACTOS

Muitas medidas foram propostas para diminuir a quantidade de atropelamentos, entre elas, a construção de passagens subterrâneas e aéreas, cercas e redutores de velocidade (Dodd *et al.*, 2004; Grilo *et al.*, 2010) e essas podem ser utilizadas em combinação.

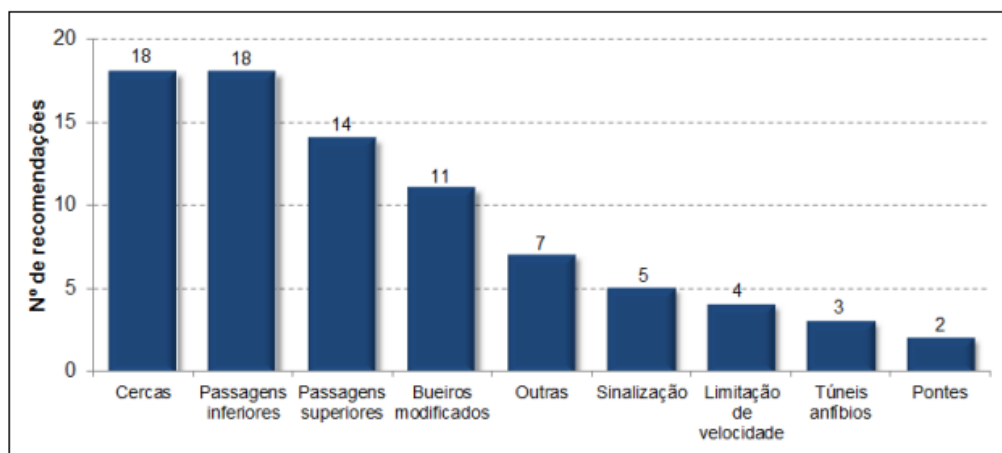


No geral, existem dois tipos de medidas mitigadoras que são normalmente utilizadas: as que têm como objetivo modificar os hábitos dos motoristas (placas, semáforos e redutores eletrônicos, por exemplo) e aquelas que têm como objetivo modificar os hábitos dos animais como, por exemplo, passagens de fauna.

Entretanto, é importante que haja um planejamento pré-construção da rodovia levando em consideração o atropelamento de fauna e a paisagem, o que torna a medida mitigadora estrutural mais econômica do que instala-la após a rodovia construída, porém na nossa realidade não ocorre esse planejamento e a preocupação com a fauna ali presente torna-se cada vez menor, por esse motivo há a crescente necessidade desses estudos, para fazer um levantamento geral dos animais presentes naquela área e desenvolver um trabalho de Educação Ambiental para a sensibilização da comunidade e afins que integrem a preservação dessas espécies.

A figura 14 ilustra os resultados de um levantamento feito por Lauxen (2012) sobre algumas medidas mitigadoras recomendadas, para este trabalho foram feitas a revisão de 89 bibliografias.

Figura 14: Medidas de mitigação mais recomendadas.



Fonte: Lauxen, M. S., 2012

No presente estudo não foram observadas nenhuma das medidas citadas acima, nem mesmo a sinalização indicando a presença de animais silvestres ao longo da rodovia. Para a área em questão recomenda-se sinalização, redutores de velocidade e cercas, pois seriam as propostas que mais se adequariam a realidade local, porém segundo Bager e Fontoura (2013), para a implementação de qualquer



dessas medidas, são necessários estudos aprofundados sobre o local e sobre as espécies a serem contempladas por essas estratégias.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se fala em mortalidade de espécies os atropelamentos desses animais estão entre os principais fatores citados. Os 11,279 km iniciais da estrada do Puraquequara em Manaus tem sido uma fonte de mortalidade constante para vertebrados silvestres, com altas taxas de atropelamentos, mostrando que é necessária uma maior atenção principalmente para o grupo dos anfíbios, uma vez que estes foram os mais impactados e estão tornando-se cada vez mais ameaçados, as serpentes também encontram-se entre as mais afetadas.

Mesmo nos locais com menor fluxo de veículos ainda ocorrem muitos atropelamentos, visto que a rodovia possui muitas ladeiras e isso faz com que os veículos aumentem a velocidade. Apesar de não ter sido observado um alto índice de remoção das carcaças, ainda assim o número de indivíduos encontrados é subestimado, porque muitos animais que colidem com veículos não morrem na hora e acabam se afastando das rodovias, além dos animais carniceiros que contribuem para um ciclo de atropelamentos cada vez maior, estando suscetíveis a colisões.

Desse modo, é preciso monitorar os locais de maior aglomeração de atropelamentos a médio e longo prazo em diferentes escalas, a fim de captar variações espaciais e temporais destes locais, e auxiliar na escolha das melhores estratégias de mitigação. Os resultados obtidos no presente estudo revelam aspectos relevantes a serem considerados no monitoramento de fauna atropelada, servindo de subsídio para o planejamento em outras rodovias, principalmente, em áreas florestais. Para diminuir os riscos de atropelamentos sugere-se a instalação de monitoramento de redutores de velocidade, e principalmente sensibilizar a população, fazendo campanhas educativas.



## 8 REFERÊNCIAS

- ✓ **AVALIAÇÃO e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.
- ✓ ANTORTH, R. L.; PIKE, D. A.; STEVENS, E. E. **Hit and run: effects of scavenging on estimates of roadkilled vertebrates.** Southeastern Naturalist, v. 4, n. 4, p. 647–656, 2005.
- ✓ BAGATINI, T. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do encontro da estação ecológica águas.** Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília (UNB), p.55, v.2, 2006, Brasília-DF.
- ✓ BAGER, A.; LUCAS, P. DA S.; BOURSCHEIT, A.; KUCZACH, A.; MAIA, B. **Os Caminhos da Conservação da Biodiversidade Brasileira frente aos Impactos da Infraestrutura Viária.** Biodiversidade Brasileira, 6(1): 75-86, 2016.
- ✓ BAGER, A. & FONTOURA, V. 2013. **Evaluation of the effectiveness of a wildlife road kill mitigation system in wetland habitat.** Ecological Engineering, 53: 31-38.
- ✓ BAGER, A. (Ed); PIEDRAS, S. R. N.; PEREIRA, T. S. M.; HOBUS, Q. Fauna selvagem e atropelamento. - Diagnóstico do conhecimento científico brasileiro. In **Áreas Protegidas. - Repensando as escalas de atuação.** Porto Alegre: Armazém Digital, 2007, p. 49-62.
- ✓ BARBIERI, E. Biodiversidade: a variedade de vida no planeta Terra. In: **Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios,** Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. 16 p. 2010.
- ✓ BATISTA, J. Da S. **Estimativa da variabilidade genética intra-específica da dourada – Brachyplatystoma rousseauxii Castelnau 1855 (Pimelodidae – Siluriformes) no sistema Estuário-Amazonas-Solimões.** Biota Neotrop., Campinas, v. 6, n. 1, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?Script=sci\\_arttext&pid=S167606032006000100019&ln=en&nrm-iso](http://www.scielo.br/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S167606032006000100019&ln=en&nrm-iso)>. Acesso em: 09/10/2019.
- ✓ BEGON, M.; HARPER, J.; TOWNSEND, C. **Ecology.** New York: Blackwell, 1996.



- ✓ BENNET, A. F. 1991. Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. In: Saunders, D. A. & Hobbs, R. J. (Eds). **Nature Conservation 2: The Role of Corridors**. Beatty and Sons, Chipping Norton, UK, p. 99-118.
- ✓ BROWN, C. R., & BROWN, M. B. (2013). **Where has all the road kill gone?**. Current Biology, 23(6), R233-R234.
- ✓ BUENO, C., SOUSA, C. O. M., & FREITAS, S. R. 2015. **Habitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates?**. Brazilian Journal of Biology, 75(4), 228-238.
- ✓ CÂNDIDO-JR, J. F.; MARGARIDO, V. P.; PEGORARO, J. L.; D'AMICO, A. R.; MADEIRA, W. D.; CASALE, V.C.; ANDRADE, L. 2002. Animais atropelados na rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, e seu aproveitamento para estudos da biologia da conservação. **Anais do III Brasileiro de Unidades de Conservação**, Fortaleza, Brasil, p.553-562.
- ✓ COFFIN, A.W. **From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads**. Journal of Transportation Geograpy, v. 15, n. 5, p. 396-406, 2007.
- ✓ COSTA, DE SOUZA, L. **Levantamento de mamíferos silvestres de pequeno e médio porte atropelados na BR 101, Entre os municípios de Joinville e Piçarras, Santa Catarina**. Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 666-672. 2011.
- ✓ CHEREM, J. J.; KAMMERS, M.; GHIZONI-JR., I. R.; MARTINS, A. 2007. **Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil**. Biotemas, 20 (2): 81-96.
- ✓ DEBINSKI, D. M.; HOLT, R. D. Review: A survey and overview of habitat fragmentation experiments. **Conservation Biology**, v.14, n.2, p.342-355, 2000.
- ✓ DICKERSON, L. M. **The problem of wildlife destruction by automobile traffic**. J. Wild. Manage, v. 3, n. 2, p.104-116, 1939.
- ✓ FAHRIG, L. **Effects of habitat fragmentation on biodiversity**. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic. N.34, p.487-515. 2003.
- ✓ FAHRIG, L.; PEDLAR, J. H.; POPE, S. E.; TAYLOR, P. D.; WEGNER, J. F. **Effect of road traffic on amphibian density**. Biological Conservation, v. 74, p. 177-182, 1995.



- ✓ FISCHER, W.A. **Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres**: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal-MS. Dissertação de mestrado, UFMS, Corumbá, p.44, v.2, 1997.
- ✓ FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C. R.; HEANUE, K.; JONES, J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T. C. **Road ecology: science and solutions**. Washington: Island Press, 2003, 481 p.
- ✓ FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. **Roads and their major ecological effects**. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, Palo Alto, v. 29, n. 1, p. 207-231, Nov. 1998.
- ✓ HENGEMUHLE, A. & CADEMARTORI C. V. **Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da estrada do Mar (RS 389)**. Biodiversidade Pampeña. PUC RS, Uruguaiana, v. 6, n. 2, p.4 – 10, 2008.
- ✓ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2010. Censo 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/manaus.html>>. Acesso em 07/11/2019.
- ✓ JACOBSON, S.L. **Mitigation measures for highway-caused impacts to birds**. USDA Forest Service General Technical Report PSWGTR-191, v.1 e 2, p.1043-1050, 2005.
- ✓ LAMBERTUCCI, S. A. **Size and spatio-temporal variations of the Andean condor Vultur gryphus population in north-west Patagonia, Argentina: communal roosts and conservation**. Cambridge University Press, v. 44, p. 441-447, 2010.
- ✓ LAURANCE, W. F., GOOSEM, M., & LAURANCE, S. G. (2009). **Impacts of roads and linear clearings on tropical forests**. Trends in ecology & evolution, 24(12), 659-669.
- ✓ LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.I. 2005. **Quantas espécies há no Brasil?** Megadiversidade 1(1): 36-42.
- ✓ MAZEROLLE M.J.; MATTHIEU H. M. & GRAVEL M. 2005. Behavior of amphibians on the road in response to car traffic. Herp. 61(4):380-388.
- ✓ MEDEIROS, A. S. M. **Vertebrados atropelados na Amazônia: monitoramento em longo prazo, influência do fluxo de veículos e alternância de hotspots em um trecho da rodovia BR-174, Brasil**. 2019



- ✓ MILLI M. S., PASSAMANI M. Impacto da Rodovia Josil Espíndula Agostini (ES-259) sobre a mortalidade de animais silvestres (Vertebrata) por atropelamento. *Natureza online*, v. 4, n. 2, p. 40-46, 2006.
- ✓ MMA/SBF – Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Floresta. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suárez de Oliveira (orgs.) Brasília, 2003. 510 p.
- ✓ MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature* 403: 853-858.
- ✓ NOGUEIRA, A. C. F. et al. 2007. A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais. Ana Cláudia Fernandes Nogueira; Fábio Sanson; Karen Pessoa. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5.427-5.434.
- ✓ **O que é a lista vermelha da IUCN**. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em 03/11/2019.
- ✓ PEREIRA, G. F. P. A.; ANDRADE, G. A. F.; FERNANDES, B. E. M. 2006. Dois anos de monitoramento dos atropelamentos de mamíferos na rodovia PA-458, Bragança, Pará. **Museu de Biologia Emílio Goeldi**, 1 (3): 77-83.
- ✓ PERES, M. B.; VERCILLO, U. E.; DIAS, B. F. S. **Avaliação do Estado de Conservação da Fauna Brasileira e a Lista de Espécies Ameaçadas: o que significa, qual sua importância, como fazer?** Biodiversidade Brasileira (2011) Ano I, Nº 1, 45-48. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/biobr/article/view/92/76>>. Acesso em: 09/10/2019.
- ✓ PIMM, S.L.; G.J. RUSSELL; J.L. GITTLEMAN & T.M. BROOKS. 1995. **The future of biodiversity**. *Science* 269: 347-350.
- ✓ **Puraquequara, bairro de Manaus**. Disponível em: <<https://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=676366>>. Acesso em: 10/11/2019.
- ✓ PRADA, C. S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise dos fatores envolvidos**. 2004. 128 f. Dissertação (Mestrado em



Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2004.

✓ PRUDENTE, A.L.C. **Coleções brasileiras de répteis**. In: Peixoto, A.L., org., **Coleções Biológicas de apoio ao inventário, uso sustentável e conservação de Biodiversidade**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, p.228, v.1, 2003, Rio de Janeiro.

✓ RODRIGUES, F. H. G.; HASS, A.; REZENDE, L. M.; PEREIRA, C. S.; FIGUEIREDO, C. F.; LEITE, B. F.; FRANÇA, F. G. R. 2002. Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Água Emendadas, DF. **Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**, Fortaleza, Brasil, p.585-593.

✓ ROEDENBECK, I.A.; FAHRIG, L.; FINDLAY, C.S.; HOULAHAN, J.E.; JAEGER, J.A.G. & KLAR, N. 2007. **The Rauischholzhausen agenda for road ecology**. Ecology and Society, 12(1): 11.

✓ ROLLEY, R. E.; LEHMAN, L. E. **Relationships among raccoon road-kill surveys, harvests, and traffic**. Wildlife Society Bulletin, v. 20, p. 313–318, 1992.

✓ ROSA, O.; MAUHS, J. 2004. Atropelamentos de animais silvestres na rodovia RS - 040. **Caderno de Pesquisa, Série Biologia**, 16: 35-42.

✓ SANTOS, S. M., LOURENÇO, R., MIRA, A., & BEJA, P. 2013. **Relative effects of road risk, habitat suitability, and connectivity on wildlife roadkills: the case of tawny owls (*Strix aluco*)**. Plos One, 8(11), e79967.

✓ SANTOS, A. L. P. G.; ROSA, C. A.; BAGER, A. 2012. **Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, sul de Minas Gerais – Brasil**. Biotemas, v. 25, n. 1, p. 73-79.

✓ SANTOS, F. S. **A Importância da Biodiversidade**. Revista Paidéi@, UNIMES VIRTUAL, Volume 2, número 4, dez. 2010. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2013/ciencias\\_artigos/biodiversidade.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2013/ciencias_artigos/biodiversidade.pdf)>. Acesso em: 09/10/2019.

✓ SILVA, A. C. C. Et al. **Aspectos de ecologia de paisagem e ameaças à biodiversidade em uma unidade de conservação na Caatinga, em Sergipe**. Revista Árvore, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 479-490, maio/jun. 2013. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufs.br/bitstream/riufs/1515/1/aspectosecologiapaisagem.pdf>>. Acesso em: 09/10/2019.



- ✓ SILVA, M. O.; OLIVEIRA, I. S.; CARDOSO, M. W.; GRAF, V. 2007. Impacto dos atropelamentos sobre a herpetofauna da Floresta Atlântica (PR-340, Antonina, Paraná). **Acta Biológica Paranaense**, 36 (1-2): 103-112.
- ✓ SILVA, R. P. DA. **Padrões de crescimento de árvores que ocorrem em diferentes toposseqüências na região de Manaus, AM**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (INPA/CNPq).
- ✓ **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Brasília: MMA/SBF, 2000. 32 p.
- ✓ SLATER, F. M. **An assessment of wildlife road casualties - the potential discrepancy between numbers counted and numbers killed**. Web Ecology, v. 3, p. 33-42, 2002.
- ✓ SMITH-PATTEN, B. D. & PATTEN, M. A. **Diversity, Seasonality, and context of Mammalian Roadkills in the Southern Plains**. 2008. Env. Manag. 41:844-852.
- ✓ TROMBULAK, S. C. & FRISSELL, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, 14(1): 18-30. 2000.
- ✓ VALLADARES-PADUA, C.; CULLEN JR, M. L.; PADUA, S. 1995. A pole bridge to avoid primate road kills. **Neotropical Primates**, 3 (1): 13-15.
- ✓ VAN DER REE, R.; JAEGER, J.A.G.; VAN DER GRIFT, E.A. & CLEVENGER, A.P. 2011. **Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: Road ecology is moving toward larger scales**. Ecology and Society, 16(1):48.
- ✓ VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais: Série Técnica, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.
- ✓ VIÉ, J.C.; HILTON-TAYLOR, C. & STUART, S.N. (eds.), 2009. **Wildlife in a Changing World – An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species**. Gland, Switzerland: IUCN. 180 p.
- ✓ VIEIRA, E. Highway mortality of mammals in Central Brasil. **Ciências e Cultura**, n.48, v.4, p.270-272, 1996.



✓ WITTMAYER, G.; ELSÉN, P.; BEAN, W. T.; COLEMAN, A.; BURTON, O.; BRASHARES, J. S. **Accelerated human population growth at protected area edges**. Science, v. 321, p. 123–126, 2008.

## 9 APÊNDICES

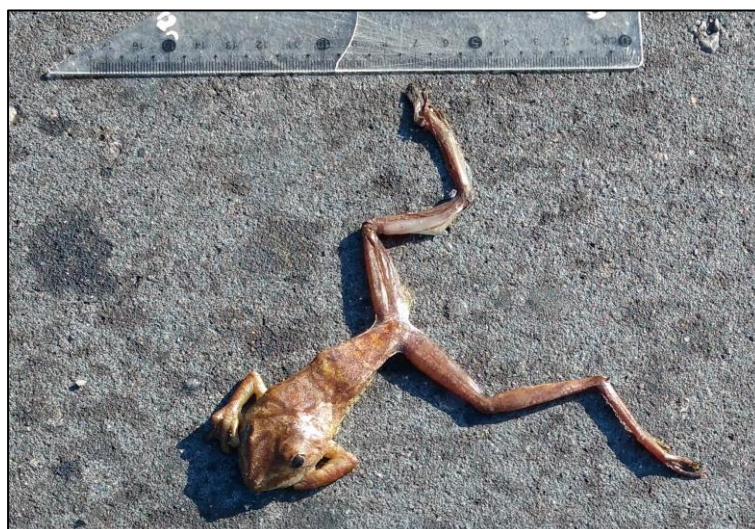
Fotografia 1: *Rhinella granulosa*



Fotografia 2: *Rhinella marina*



Fotografia 3: *Hypsiboas boans*





Fotografia 4: *Amphisbaena alba*



Fotografia 5: *Boa constrictor*



Fotografia 6: *Bothrops atrox*



Fotografia 7: *Anilius scytale*





Fotografia 8: *Pitangus sulphuratus*



Fotografia 9: *Coragyps atratus*

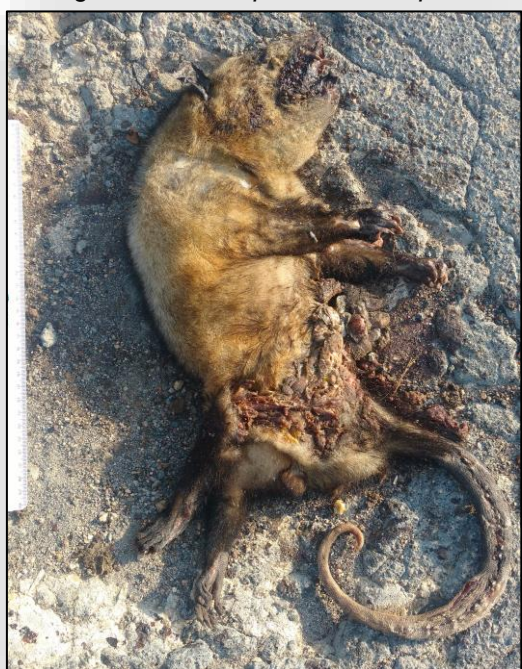


Fotografia 10: *Milvago chimachima*





Fotografia 11: *Didelphis cf. marsupialis*



Fotografia 12: *Didelphis cf. marsupialis*



Fotografia 13: *Noctilio cf. albiventris*

