



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE  
FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de  
Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio**

**Relatório Final**  
**(2018-2019)**

**MONITORAMENTO DA FAUNA SILVESTRE ATROPELADA NO  
ENTORNO DA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

**Gabriela da Silva Batista**

**Orientador(a): Nilton Rascon  
Co-orientadora (a): Clarissa Rosa  
Co-orientadora (a): Maria Jociléia Soares da Silva**

**Santarém  
Agosto/2019**

## RESUMO

O atropelamento de fauna em rodovias é responsável pela mortalidade de inúmeros espécies, podendo causar a desestruturação das populações animais, sobretudo em unidades de conservação cortadas por rodovias. Nosso objetivo foi caracterizar os animais atropelados quanto a sazonalidade e paisagem e identificar hotspot de atropelamento na rodovia BR-163, Pará. Realizamos o monitoramento em 201 km da rodovia, dos quais 161 km fazem limite com a Floresta Nacional (Flona) do Tapajós. Realizamos 387 registros, a taxa de atropelamento total de 0,0075 ind/km/dia, a maior taxa foi de anfíbios (0,0025 ind/km/dia-33%), seguida de mamíferos (0,0020 ind/km/dia-27%), aves (0,0017 ind/km/dia-22%) e répteis (0,0013 ind/km/dia-17%). Registramos 176 animais (0,0034 ind/km/dia) no período chuvoso e 211 (0,0041 ind/km/dia) no menos chuvoso, não houve variação sazonal significativa ( $F = 0,233$ ;  $P = 0,636$ ). As espécies com maior número de registro para mamíferos foram *Didelphis sp.* (N=28), *Tamandua tetradactyla* (N=21) *Cerdocyon thous* (N=13); para aves foram *Coragyps atratus* (N=51) e *Crotophaga major* (N=8); para anfíbios foi *Rhinella marina* (N=63); e répteis foram *Boa constrictor* (N=24) e *Philodryas olfersii* (N=6). A maior densidade de atropelamento (hotspot) ocorreram no trecho 1 e 2 para mamíferos, répteis e aves, e para anfíbios o hotspot foi no trecho 3. A Flona do Tapajós, assim como outras unidades de conservação, são áreas de preservação natural e refúgios para fauna. Com a caracterização dos animais atropelados e seus pontos de agregação, medidas de mitigação (ex. redutores de velocidade, passagem de fauna) mais efetivas podem ser executadas, garantindo a conservação da fauna local.

Palavras-chave: Floresta Nacional, ecologia de estradas, impacto ambiental.

## **ABSTRACT**

*Road kill of fauna is responsible for species mortality and can cause pet destruction, especially in protected areas cut by highways. Our objective was to characterize the wildlife roadkill as seasonality and landscape and to identify hotspot on the highway BR-163, Pará. Monitoring carried out in 201 km of the highway, of which 161 km border the Tapajós National Forest (Flona). We performed 387 records, the total roadkill rate of 0.0075 ind/km/day, the highest rate was amphibians (0.0025 ind/km/day-33%), followed by mammals (0.0020 ind/km/day). day-27%), birds (0.0017 ind/km/day-22%) and reptiles (0.0013 ind/km/day-17%). We recorded 176 animals (0.0034 ind/km/day) in the rainy season and 211 (0.0041 ind/km/day) in the least rainy season. There was no significant seasonal variation ( $F = 0.233$ ;  $P = 0.636$ ). The species with the largest number of records for mammals were *Didelphis sp.* ( $N=28$ ), *Tamandua tetradactyla* ( $N=21$ ) *Cerdocyon thous* ( $N=13$ ); for birds were *Coragyps atratus* ( $N=51$ ) and *Crotophaga major* ( $N=8$ ); for amphibians was *Rhinella marina* ( $N=63$ ); and reptiles were *Boa constrictor* ( $N=24$ ) and *Philodryas olfersii* ( $N=6$ ). The highest hotspot density occurred in stretch 1 and 2 for mammals, reptiles and birds, and for amphibians the hotspot was in stretch 3. The Tapajós Flona, as well as other conservation units, are natural preservation areas and wildlife refuges. With a characterization of run down animals and their aggregation points, mitigation measures (eg speed reducers, wildlife passage) can be more effective, ensuring conservation of local fauna.*

*Key words: National Forest, road ecology, environmental impact*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da área de estudo .....	8
Figura 2- Precipitação total mensal (em milímetros) para região de Belterra referente ao ano da pesquisa. ....	9
Figura 3- Porcentagem total de atropelamentos na BR - 163 .....	13
Figura 4- Taxa de atropelamento período sazonal .....	14
Figura 5- Taxa de atropelamento mensal .....	15
Figura 6- Principais espécies atropeladas (a) Boa constrictor (b) Rhinella marina (c) Coragyps atratus (d) Didelphis sp (e) Cerdocyon thous (f) Tamandua tetradactyla.....	16
Figura 7- Mapa de representação dos trechos – T1, T2 e T3 (Uso e Cobertura do Solo no entorno da rodovia BR163). ....	17
Figura 8- Áreas concentração urbana (a) Áreas produção agrícola de grãos (b) .....	18
Figura 9- Floresta preservada (c) Áreas produção agrícola de grãos (d) .....	19
Figura 10- Áreas de floresta nativa (e) área de pastagem (f) .....	19
Figura 11- Densidade de atropelamento geral na BR-163 .....	20
Figura 12- Densidade de atropelamento de mamíferos na BR-163 .....	21
Figura 13- Densidade de atropelamento de aves na BR-163 .....	22
Figura 14- Densidade de atropelamento de répteis na BR-163.....	23
Figura 15- Densidade de atropelamento de anfíbios na BR-163 .....	24
Figura 16- Placa de passagem de fauna deteriorada. ....	28

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1- Coeficientes de Correlação de Pearson entre os grupos nos diferentes períodos sazonais .....	15
Tabela 1- Número total de atropelamento, porcentagem de atropelamento e taxa de atropelamento.....	39

## **ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.**

FLONA – Floresta Nacional.....	6
UC – Unidade de conservação.....	6
CONTRAN- Conselho Nacional de Transito.....	27
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.....	6
SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade.....	10
SIG - Sistema de Informação Geográfica.....	11
IUCN- União Internacional para Conservação da Natureza.....	12
COEMA- Conselho Estadual de Meio Ambiente do Pará.....	12
SAFs - sistemas agroflorestais.....	18
PAE- Projeto Assentamento Extrativistas.....	18
PDS – Projetos de Assentamento de Desenvolvimento Sustentável.....	18

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	8
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	8
<b>3.1 Área de estudo</b> .....	8
<b>3.2 Delineamento Amostral</b> .....	10
<b>3.2.1 Levantamentos de dados</b> .....	10
<b>3.2.2 Descrição da paisagem</b> .....	10
<b>3.2.3 Georreferenciamento dos dados de atropelamentos</b> .....	11
<b>3.3 Análise de dados</b> .....	12
<b>3.3.1 Taxa de atropelamento</b> .....	12
<b>3.3.2 Caracterização dos grupos de animais atropelados</b> .....	12
<b>3.3.3 Variação sazonal sobre taxas de atropelamentos</b> .....	12
<b>4. RESULTADOS</b> .....	13
<b>4.1 Taxa de atropelamento total</b> .....	13
<b>4.2 Variação sazonal dos atropelamentos e taxa mensal</b> .....	13
<b>4.3 Principais espécies atropeladas</b> .....	16
<b>4.4 Descrição da paisagem</b> .....	17
<b>4.5 Análise dos hotspots e influência da paisagem</b> .....	20
<b>5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES</b> .....	24
<b>6. RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO</b> .....	28
<b>7. AGRADECIMENTOS</b> .....	30
<b>8. CITAÇÕES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	31
<b>9. ANEXOS</b> .....	38

## 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional do Tapajós (Flona) é uma unidade de conservação federal de uso sustentável, e a FLONA, tem como objetivo o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas (BRASIL, 2002). Criada através do Decreto nº 73.684 de fevereiro de 1974, na região oeste do Pará, possui atualmente uma área de 530.620 hectares que envolve os municípios de Rurópolis, Placas, Belterra e Aveiro (ICMBio, 2018). As principais vias de acesso da UC são a rodovia BR 163 e o rio Tapajós.

A rodovia BR-163, no trecho Cuiabá-Santarém, possui 1.780 km e atravessa uma das regiões mais importantes da Amazônia do ponto de vista do potencial econômico, diversidade biológica, riquezas naturais e diversidade étnica e cultural. Foi originalmente construída durante o período da ditadura militar, em 1973, quando decisões eram tomadas por poucos estudos de viabilidade econômica ou de impacto ambiental. (FEARNSIDE, 2012).

As vantagens de escoar a crescente produção agrícola do Norte de Mato Grosso, pelos portos de Miritituba (próximo à Itaituba) ou de Santarém, no Pará, tornou o asfaltamento da BR-163 uma obra estratégica para o desenvolvimento regional e nacional (BRASIL, 2004). Para Alencar (2005) a rodovia Santarém-Cuiabá possibilitou o avanço da fronteira agrícola e a expansão das atividades agropecuárias para o interior da Amazônia. A expansão do agronegócio ocorreu nos últimos anos na região do planalto santareno, que congrega os municípios de Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos. A expansão do agronegócio de grãos foi impulsionado a partir de 2003 com a implementação do porto graneleiro da Multinacional Cargill S/A (TRINTADE, 2015). Ainda segundo esse autor, ocorreu uma pressão de diversos segmentos sociais e empresariais para a pavimentação da rodovia BR 163 e o governo brasileiro chegou a elaborar em 2004 o Plano Estratégico da rodovia BR 163.

No Plano Estratégico da rodovia BR 163 foram previstos os potenciais benefícios sociais e econômicos da pavimentação da rodovia Cuiabá-Santarém como forma de evitar ou minimizar os impactos sociais e ambientais (BRASIL, 2004). Segundo Silva Júnior e Ferreira (2008), as deficiências do planejamento territorial urbano (incluindo planejamento de transportes e de circulação), bem como a falta de articulação entre as diversas esferas de poder federal, estadual e municipal, dificultam o tratamento adequado dos problemas ligados à presença de rodovias em áreas urbanas.

Sabe-se que a associação das rodovias com o tráfego de veículos pode impactar a vida silvestre de quatro formas: “1. Diminui a quantidade e a qualidade do habitat; 2. Aumenta a mortalidade por colisões com veículos; 3. Limita o acesso aos recursos; e 4. Fragmenta populações de animais selvagens em subpopulações menores e mais vulneráveis”. (J. Beckmann & J. Hilty, 2010). A presença física das rodovias sobre a paisagem separa os habitats, perturba os processos naturais, altera o microclima e fluxo de águas subterrâneas. Atividades de manutenção e operacionais, de infraestrutura e do tráfego impõe barreiras de movimento para a maioria dos animais terrestres e causa a morte de bilhões de animais a cada ano por atropelamento (SEILER, 2003). Estima-se que por ano morram 475 milhões de animais nas rodovias brasileiras (CBEE, 2018).

Alguns dos principais fatores que influenciam os atropelamentos de animais nas rodovias são: velocidade dos veículos, volume do tráfego, características da paisagem e comportamento e ecologia das espécies (FORMAN et al., 2003). Outros trabalhos clássicos de Forman & Alexander (1998) e Tomburlak & Frissel (2000), mostram que as rodovias podem gerar fragmentação de habitats; alteração de ecossistemas por efeito de borda; alterações comportamentais de populações de animais silvestres; modificações no sucesso reprodutivo de espécies; entrada de espécies exóticas nos ecossistemas naturais; alteração na cadeia alimentar, entre outros problemas relacionados à conservação ambiental.

Possivelmente a presença da rodovia BR 163 ocasiona, direta ou indiretamente, o surgimento de problemas ambientais que podem afetar a fauna e flora da Floresta Nacional do Tapajós, tais como a poluição (sonora, atmosférica e visual), a vibração do solo, a facilitação do furto de madeira e o atropelamento da fauna silvestre. De acordo com gestores da UC é frequente encontrar grande quantidade de carcaças de animais atropelados na rodovia e isso reforça a necessidade da realização de estudos para analisar o real impacto da rodovia sobre os animais silvestres.

## 2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo geral identificar os impactos do atropelamento de fauna na rodovia BR 163 sobre a fauna silvestre. Os objetivos específicos são:

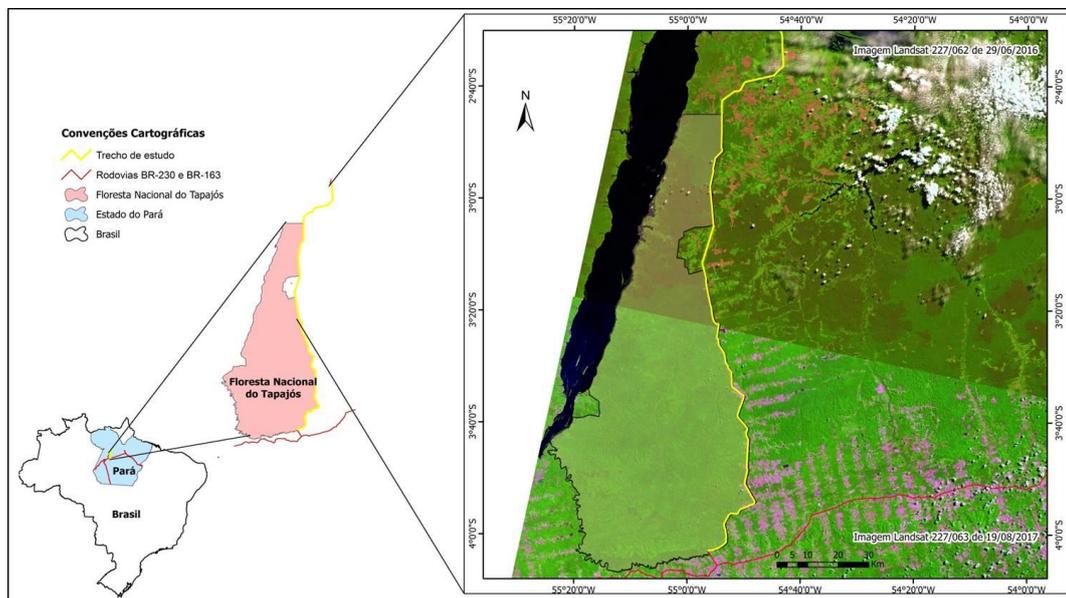
- Quantificar e identificar os principais grupos de animais atropelados no entorno da Floresta Nacional do Tapajós;
- Identificar quais os fatores (períodos sazonais e eventos diversos) que contribuem para o aumento do atropelamento da fauna;
- Caracterizar o uso do solo ao longo do trecho estudado e como este influencia a incidência de atropelamentos e mapear os trechos com os maiores índices de mortalidade.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado entre os Km 10 (base Polícia Rodoviária Federal) até o km 211 (limite final da Flona) da rodovia BR 163, destes 161 km constituem-se como limites da Floresta Nacional do Tapajós (Figura 1).

Figura 1- Localização da área de estudo.



Fonte: ICMBio,2019. Elaboração: Nilton Rascon

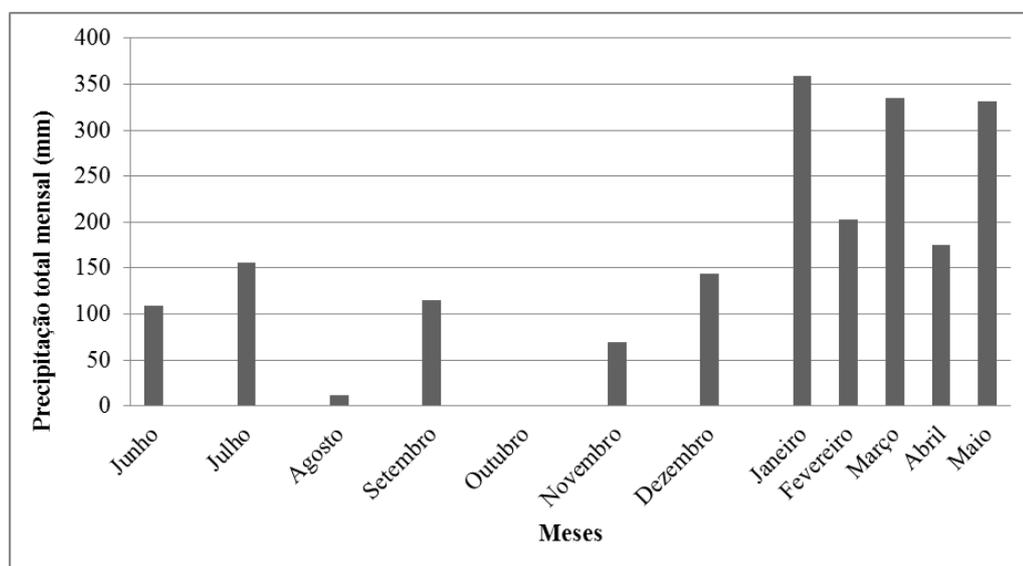
O trecho envolve os municípios de Santarém, Mojui dos Campos, Belterra, Placas e Rurópolis. Segundo Venturieri et al. (2007) e Scoles et al. (2016) no final da década de 1990, se iniciou um novo processo de ocupação dessas áreas associado ao agronegócio, e áreas próximas as estradas acessíveis da BR-163 (Santarém-Cuiabá) sofreram um intenso processo

de transformação do uso da terra, onde extensas áreas florestais, muitas delas formadas por castanhais, foram substituídas por campos de pastagem para a criação de gado.

Floresta Nacional do Tapajós, seguindo a terminologia mais recente proposta por Veloso (1991), é caracterizada por ser Floresta Ombrófila Densa, tipo de vegetação dominante no norte do país e que abrange a maior parte dos estados do Pará, Amazonas, Amapá e Roraima (IBGE, 1990). Este tipo de vegetação caracteriza-se pela dominância de árvores de grande porte sob regime climático de temperaturas elevadas e intensas precipitações distribuídas ao longo do ano (PINHO et al., 2004).

O clima da região é classificado como Ami no sistema Köppen, ou seja, tropical úmido com variação térmica anual inferior a 5° C e a temperatura média anual é de 25,5 °C, com uma precipitação média anual de 1.820 mm (IBAMA, 2004). Moraes et al. (2005) identificaram a presença de um período sazonal chuvoso com início de dezembro até maio, e outro menos chuvoso, corresponde geralmente ao período de junho a novembro (Figura 2), através da análise da variação da precipitação anual e sazonal no Estado do Pará com base em séries históricas de 23 anos (1976-1998) de dados diários de chuva.

Figura 2- Precipitação total mensal (em milímetros) para região de Belterra referente ao ano da pesquisa.



Fonte: INMET,2019.

## **3.2 Delineamento Amostral**

### **3.2.1 Levantamentos de dados**

O monitoramento ao longo da rodovia foi realizada a cada 10 dias, durante um ano (2018-2019), totalizando 16 expedições. Foram percorridos 3.216 km, com velocidade média de 50 km/h durante 12 meses de estudo, preferencialmente nas terças e sextas feiras pela manhã, através de um carro disponibilizado pelo ICMBio (Flona Tapajós e Flona Mulata). Os monitoramentos duraram em média dez horas, tempo necessário para percorrer todo o trajeto. Os registros dos atropelamentos foram realizados da seguinte forma: um observador vistoriava e contabilizava as carcaças de animais em único sentido da rodovia, registrava na planilha de campo, georreferenciava e realizava registros fotográficos do animal e uso do solo do entorno.

Os dados obtidos foram registrados em planilha eletrônica, contendo os seguintes campos: classificação taxonômica (classe, ordem, família, gênero e espécie), nome popular, localidade/km, coordenadas geográficas, data, hora, a biometria do animal (comprimento cauda, asa, corpo) e identificação do sexo. A biometria e identificação do sexo foram registros limitados, possíveis somente em carcaças em boas condições de manuseios. Foram registrados também a direção do deslocamento do animal atropelado (sentido ponto inicial (ida) esquerda, centro e direita da BR). Carcaças dos animais foram retiradas da rodovia para evitar posteriores recontagens e o atropelamento dos animais carniceiros (HEGEL et. al 2012). As carcaças em boas condições foram encaminhadas para Universidade Federal do Oeste do Pará para fins de estudos anatômicos didáticos, com autorização concedida pelo SISBIO nº 64149.

Os registros fotográficos dos animais foram arquivados no banco de dados da Flona do Tapajós, encaminhados ao Sistema Urubu. O Sistema Urubu é uma proposta do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE) para reunir, sistematizar e disponibilizar informações sobre a mortalidade de fauna selvagem nas rodovias e ferrovias e tem por objetivo auxiliar o governo e as concessionárias na tomada de decisão para redução destes impactos. Os avaliadores do sistema Urubu realizam a avaliação taxonômica mais detalhada possível auxiliando a identificação dos animais atropelados através do registro fotográfico (CBEE, 2018).

### **3.2.2 Descrição da paisagem**

Os 201 km de monitoramento da rodovia BR 163 estão localizados em áreas que atravessam diferentes tipos de paisagens. A partir disso, foram utilizados três recortes

espaciais de análise (T1, T2 e T3) para a realização da caracterização da paisagem predominante ao entorno da rodovia. Para esta análise foi usado o mapa de uso e cobertura do solo do projeto TerraClass. O projeto TerraClass foi viabilizado em função da existência de dados oficiais de desflorestamento da Amazônia Legal (INPE, 2014).

O mapa foi dividido em 7 classes de uso de cobertura da terra com buffer de 10 km no entorno da rodovia, onde foram identificadas as seguintes classes: agricultura anual, área urbana, desmatamento, floresta, mosaico de ocupação, pastagem e vegetação secundária. Além da caracterização da paisagem por satélites, foram feitos registros fotográficos e análises descritivas da paisagem. Após a espacialização dos hotspots (densidade de atropelamento alta e muito alto), realizaram-se visitas a campo para descrição da paisagem da área do entorno correspondente.

### **3.2.3 Georreferenciamento dos dados de atropelamentos**

O georreferenciamento dos pontos de atropelamentos foi uma etapa fundamental que garantiu a confiabilidade dos dados que foram posteriormente inseridos em softwares para produção de mapas e análises estatísticas. A marcação da posição geográfica de cada animal atropelado nos permite avaliar a distribuição espacial destes eventos (Carvalho, 2014; Oliveira, 2011). Portanto, conhecendo os pontos de ocorrência dos atropelamentos conseguimos identificar os trechos de rodovia que apresentam maior ocorrência de atropelamentos, e assim a elaboração de planos de implantação de medidas de mitigação de impactos de rodovias.

O mapeamento da densidade de atropelamento, e a identificação dos trechos mais importantes de atropelamento (hotspots) ao longo da rodovia foram realizados por meio da estimativa da densidade de Kernel, que é uma importante ferramenta para trabalhar com análise espacial (DRUCK et. al., 2004). Carneiro & Santos (2003) relatam que o método do Kernel é muito utilizado para mapear e estimar a distribuição dos pontos no espaço utilizando a estatística não paramétrica por meio da função de Núcleo. Seu objetivo é interpolar um valor de intensidade para cada célula de uma grade considerando uma função simétrica, centrada na célula, utilizando-se para o cálculo os pontos situados até certa distância do centro da célula.

Os dados coletados e tabulados foram importados para o ambiente SIG utilizando-se o software QGIS. Em seguida, foi gerado um arquivo vetorial (nuvem de pontos coletados), contendo todas as informações coletadas dos atropelamentos na rodovia. O arquivo foi

utilizado como base para geração dos mapas de análise espacial e densidade geral específicos por classe (mamíferos, aves, répteis e anfíbios).

### **3.3 Análise de dados**

#### **3.3.1 Taxa de atropelamento**

A avaliação do impacto da rodovia foi analisada através do cálculo da taxa de atropelamento sugerido por Bager e Rosa (2010) e Manual do Projeto Malha do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (2013).

Foram calculados taxa de atropelamento total e mensal, pela razão entre o número total de animais atropelados, número total de quilômetros rodados e os dias totais de monitoramento: indivíduo/km/dia, que representa a média diária de animais atropelados e a eventual comparação e replicação dos dados.

#### **3.3.2 Caracterização dos grupos de animais atropelados**

Uma vez observados, os indivíduos foram registrados e identificados ao menor nível taxonômico possível em planilhas. Em seguida foram fotografados em diversos ângulos, para a necessária identificação posterior. A identificação dos animais foi realizada através de comparações a bancos de dados, uso de guias de campo, consultas a acervos e coleções científicas de referência e, quando possível, foram identificados por especialistas de instituições de pesquisa científica. Foram realizadas análises descritivas para os grupos de anfíbios, répteis, aves e mamíferos, bem como os hotspots de atropelamento.

Para a determinação do status de conservação dos animais atropelados, foram utilizados a Lista das Espécies Ameaçadas de Extinção no Estado do Pará (Resolução COEMA nº 54 de 24/10/2007) e o Livro Vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção - ICMBio (2018) para Brasil e IUCN (2013) a nível mundial. Os animais cuja identificação não foi realizada em nível de espécie, foram contabilizados nas análises somente quando possível identificar se os mesmos eram silvestres.

#### **3.3.3 Variação sazonal sobre taxas de atropelamentos**

Para avaliar a relação entre os períodos sazonais, foi utilizado a taxa de atropelamento como variável resposta. Analisou-se a taxa de atropelamento na estação chuvosa (dezembro a maio) e menos chuvosa (junho a novembro), usando o teste de Kruskal-Wallis com nível de significância de ( $\alpha = 0,05$ ). A normalidade dos dados foi realizado pelo teste Shapiro-Wilk, todos os testes foram realizados no programa BioEstat5.3.

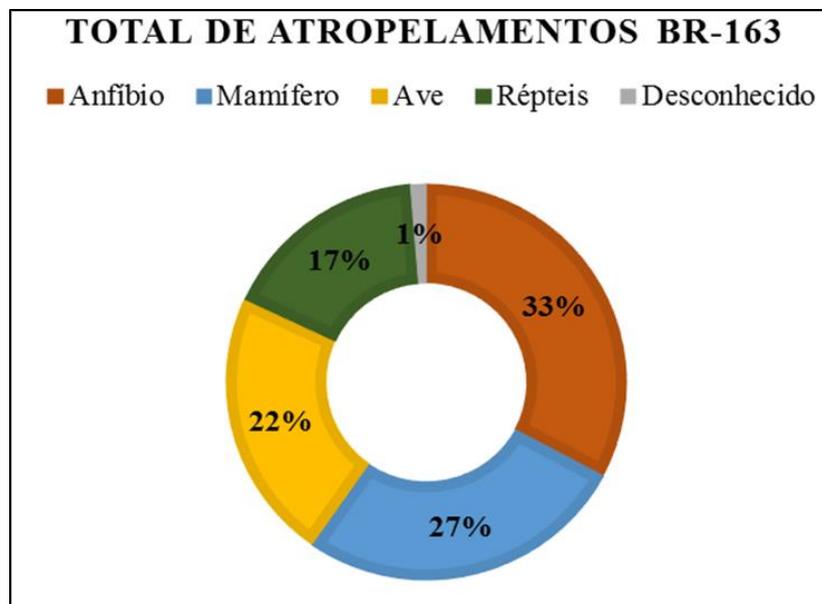
Os dados meteorológicos para a região de Belterra (2018) foram baixados do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET). Para testar se existe relação entre os períodos sazonais (chuvoso e menos chuvoso) e a taxa de atropelamento dos animais (mamíferos, aves, anfíbios e répteis) realizou-se o teste de correlação de Pearson (r) no programa BioEstat5.3.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Taxa de atropelamento total

Registrou-se 387 espécimes atropelados, classificados em quatro grupos distintos: anfíbios (33%, N = 127), mamíferos (27%, N = 104), aves (22%, N = 86), répteis (17%, N = 65) e 1% foram animais não identificados devido ao grau de decomposição (Figura 3). A taxa total de atropelamento foi 0,12 ind/km/dia, com uma média de 32,25 indivíduos encontrados atropelados por mês (Mín = 3; Máx = 61). Analisando-se as classes separadamente, verificou-se que a maior taxa foi anfíbios (0,039 ind/km/dia), seguida de mamíferos (0,032 ind/km/dia), aves (0,026 ind/km/dia) e répteis (0,020 ind/km/dia).

Figura 3- Porcentagem total de atropelamentos na BR – 163



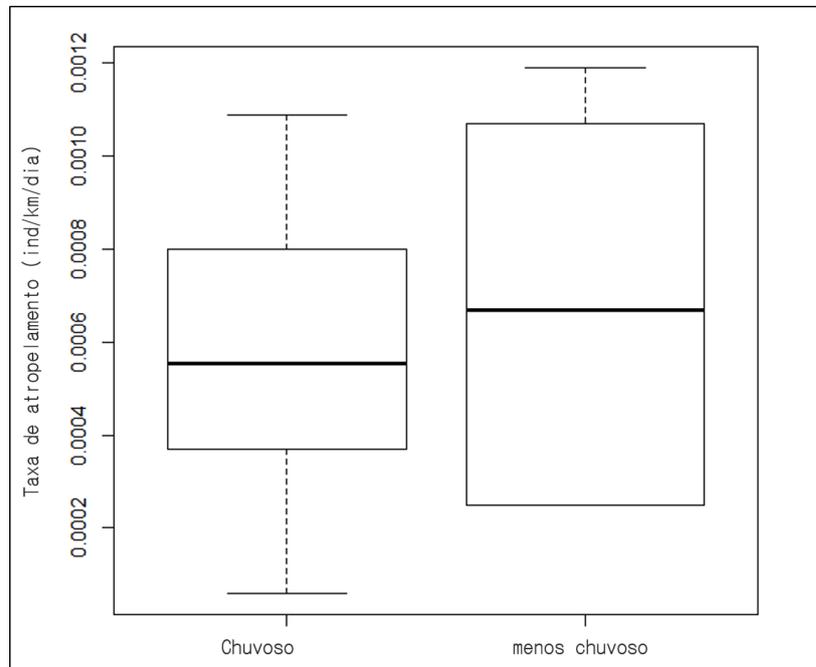
Fonte: ICMBio,2019.

### 4.2 Variação sazonal dos atropelamentos e taxa mensal

A estação do ano com maior taxa de atropelamento foi menos chuvosa com 0,0041 ind/km/dia (N= 211 ), para período chuvoso foram 0,0034 ind/km/dia (N= 176 )

atropelamentos .Contudo não houve diferença significativa na taxa de atropelamento entre as estações chuvosa e menos chuvosa, conforme dados Kruskal-Wallis ( $H = 0,2316$ ;  $P = 0,6304$ ) (Figura 4).

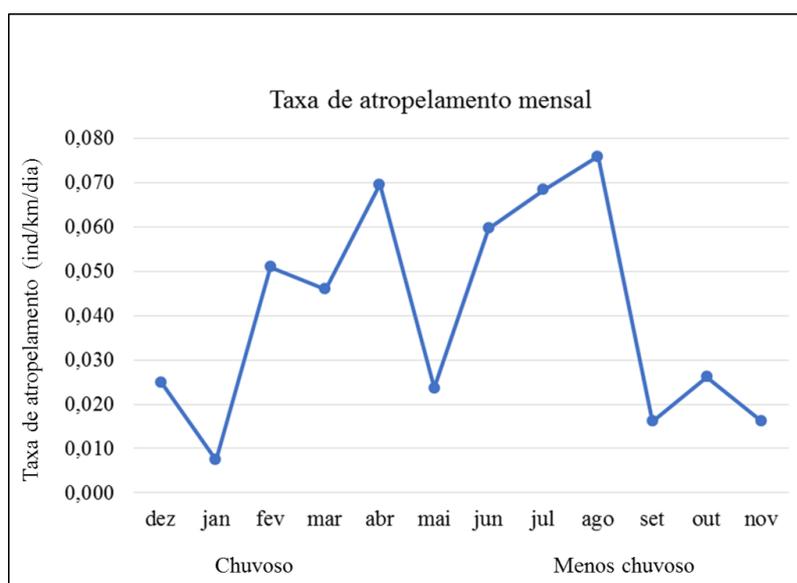
Figura 4- Taxa de atropelamento período sazonal



Fonte: ICMBio,2019.

Em relação as taxas mensais de atropelamento, os meses de julho e agosto apresentaram as maiores taxas, com 0,068 e 0,076 ind/km/dia, respectivamente, para o período menos chuvoso. No período chuvoso, o mês de abril teve a maior taxa, com 0,070 ind/km/dia. Os meses com as menores taxas de atropelamento (entre 0,007 e 0.026 ind./km/dia) foram de setembro a janeiro (Figura 5).

Figura 5- Taxa de atropelamento mensal



Fonte: ICMBio,2019.

Os mamíferos e aves tiveram maior taxa de atropelamento no período menos chuvoso com 0,072 e 0,047 ind./km/dia, respectivamente, e répteis e anfíbios período chuvoso com 0,042 e 0,078 ind./km/dia, respectivamente. Os anfíbios apresentaram pouca variação entre a taxa de atropelamento nos períodos sazonais, apresentando também grande mortalidade no período menos chuvoso.

Testes estatísticos de correlação mostraram forte relação entre os períodos sazonais e a mortalidade de répteis, ou seja, a taxa de atropelamento de répteis aumenta com a estação chuvosa e diminui na estação seca ( $r = -0,94$ ;  $p = 0,005$ ). Para mamíferos, aves e anfíbios não foi significativo à influência nos diferentes períodos (Quadro 1). Correlações entre as taxas de atropelamento dos grupos nos dois períodos sazonais demonstraram relação positiva moderada para taxa mensais de atropelamento de répteis com anfíbios ( $r = 0,61$ ;  $p = 0,03$ ) e aves ( $r = 0,62$ ;  $p = 0,02$ ), havendo uma padronização nas taxas mensais desses grupos

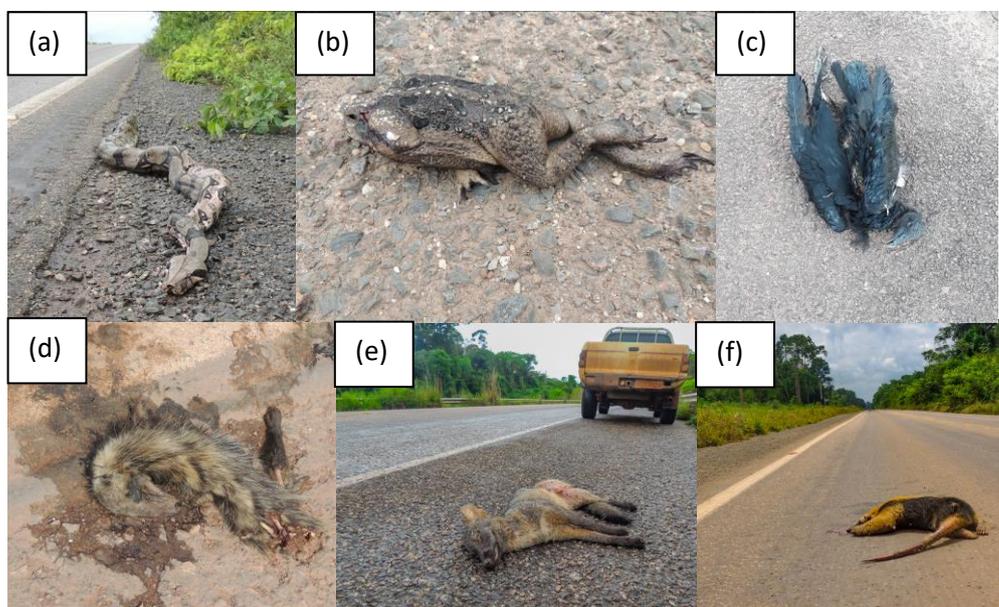
Quadro 1- Coeficientes de Correlação de Pearson entre os grupos nos diferentes períodos sazonais

	Mamíferos	Aves	Anfíbios	Répteis
Diferença sazonal	$r = -0,06$ ; $p = 0,031$	$r = -0,47$ ; $p = 0,34$	$r = 0,04$ ; $p = 0,92$	$r = -0,94$ ; $p = 0,005$

### 4.3 Principais espécies atropeladas

Entre mamíferos silvestres, as ordens Didelphimorphia, Pilosa e Carnivora, juntos, somaram 82,7% dos mamíferos atropelados. A espécie *Didelphis sp.* (Figura 6d) representou 31,7% dos atropelamentos entre os mamíferos, seguida das espécies *Tamandua tetradactyla* com 20,2% e *Cerdocyon thous* com 12,5%. (Figura 6f ,6e). Dentre as espécies da classe Aves, a ordem Cathartiformes e Passeriformes, somaram 75,6% das aves atropeladas. A espécie *Coragyps atratus* (Figura 6c) foi a mais atropeladas, com 59,3% dos atropelamentos na rodovia, em seguida *Crotophaga major* com 9,3% dos atropelamentos. No grupo de anfíbios, a ordem Anura representou 100% dos atropelamentos na rodovia, com principal representante da família Bufonidae com 74% e Hylidae com 25,2% dos atropelamentos. A espécie *Rhinella marina* (Figura 6b), com 49,6% dos atropelamentos entre os anfíbios. No grupo das espécies de répteis, a ordem Squamata representa 100% dos atropelamentos, família Boadae representa 44,6%, com destaque para espécie *Boa constrictor* (Figura 6a) que perfaz 36,9% de todos os répteis atropelados. A lista das espécies identificadas no presente estudo segue no anexo 2.

Figura 6-Principais espécies atropelados (a) *Boa constrictor* (b) *Rhinella marina* (c) *Coragyps atratus* (d) *Didelphis sp.* (e) *Cerdocyon thous* (f) *Tamandua tetradactyla*



Fonte: ICMBio,2019.

Nenhuma das principais espécies de mamíferos atropelados registradas neste estudo consta na lista de espécies da fauna ameaçadas no Estado do Pará (2007). As principais

espécies de mamíferos atropeladas, identificadas neste estudo (*Cerdocyon thous*, *Tamandua tetradactyla*), foram classificadas como menos preocupante em relação ao status de ameaça constante no livro vermelho da fauna ameaçada de extinção do Brasil (ICMBio, 2018) e da IUCN.

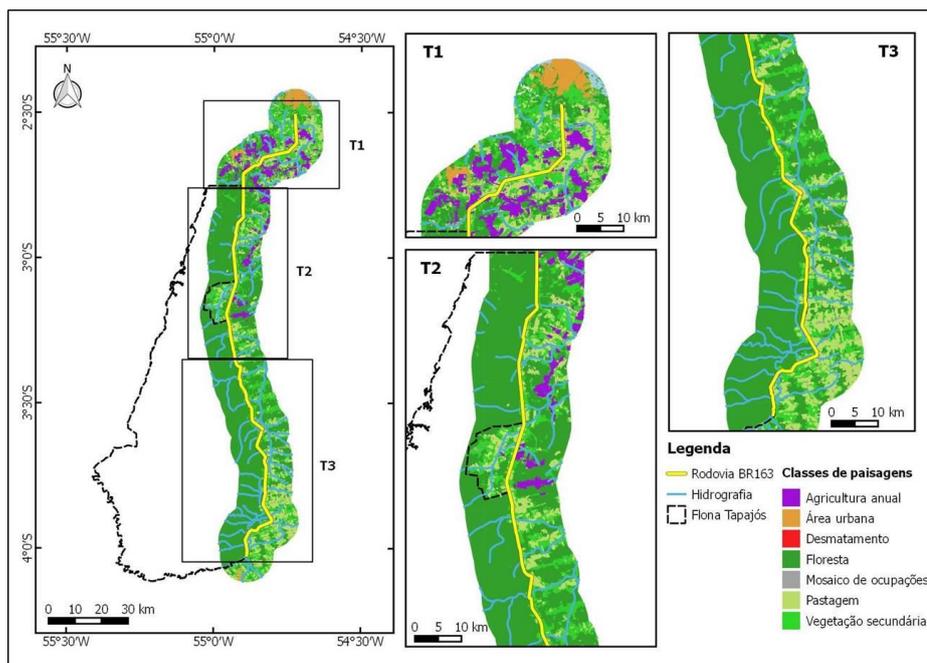
A espécie *Boa constrictor* não consta na lista de fauna ameaçada do estado do Pará, mas consta no livro vermelho da fauna ameaçada de extinção do Brasil com status de menos preocupante. Para anfíbios a espécie *Rhinella marina* não consta na lista de fauna ameaçada no Estado do Pará e encontra-se com status de menos preocupante no livro vermelho da fauna ameaçada de extinção do Brasil (ICMBio, 2018).

Registramos somente uma espécie ameaçada de extinção, *Myrmecophaga tridactyla* (N = 1), que se encontra vulnerável a nível estadual, nacional e global, além do *Mico argentatus* (N=5) que é endêmico do estado do Pará, único primata registrado até momento da pesquisa.

#### 4.4 Descrição da paisagem

Os trechos de monitoramento foram divididos em três (trecho 1, 2 e 3), seguindo a caracterização do ambiente ao longo da rodovia, e o período de monitoramento, conforme descritos a seguir (Figura 7)

Figura 7- Mapa de representação dos trechos – T1, T2 e T3 (Uso e Cobertura do Solo no entorno da rodovia BR163).

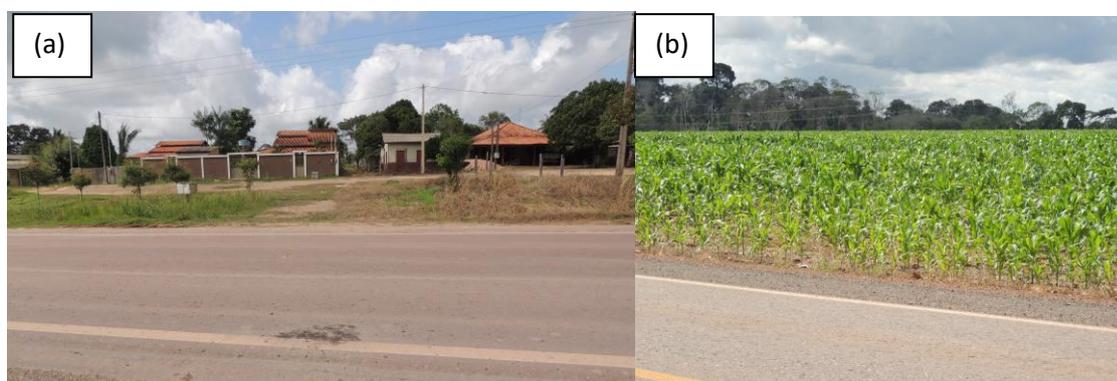


Fonte: base de dados Projeto TerraClass/INPE/Embrapa. Elaboração: Joelson Lima

### TRECHO 1(T1): Km 10 a Km 50

Ponto inicial deste trecho é da base da Polícia Rodoviária Federal (PRF), percorrendo os municípios de Santarém, Mojui dos Campos e Belterra. Esse é o trecho com maiores atividades antrópicas e vegetação secundária, havendo predominância de manchas urbanas decorrentes da concentração populacional (Figura 8a).. O trecho apresenta infraestrutura diferenciada da área rural com ruas, casas prédios e equipamentos públicos e intensa produção agrícola de grãos (Figura 8b).

Figura 8- Áreas concentração urbana (a) Áreas produção agrícola de grãos (b)



Fonte: ICMBio,2019.

### TRECHO 2(T2): Km 50 a Km 117

O ponto inicial do trecho 2 fica no km 50, que coincide com o início da Floresta Nacional do Tapajós. Ao lado direito (sentido Santarém-Cuiabá) da BR 163 ocorre a presença de florestas preservadas e refúgios vegetacional (Flona) (Figura 9c).., além de áreas intensivas de agricultura, especificamente nas comunidades São Jorge e Santa Clara, sistemas agroflorestais (SAFs), pastagens e manejo florestal. Ao lado esquerdo da rodovia, ocorre à presença de área com vegetação secundária, agricultura de grãos (milho e soja) (Figura 9d). diversos projetos de assentamentos da reforma agrária, a maioria deles são Projetos de Assentamentos Extrativistas (PAE) e Projetos de Assentamentos de Desenvolvimento Sustentável (PDS). (Figura 9).

Figura 9- Floresta preservada (c) Áreas produção agrícola de grãos (d)

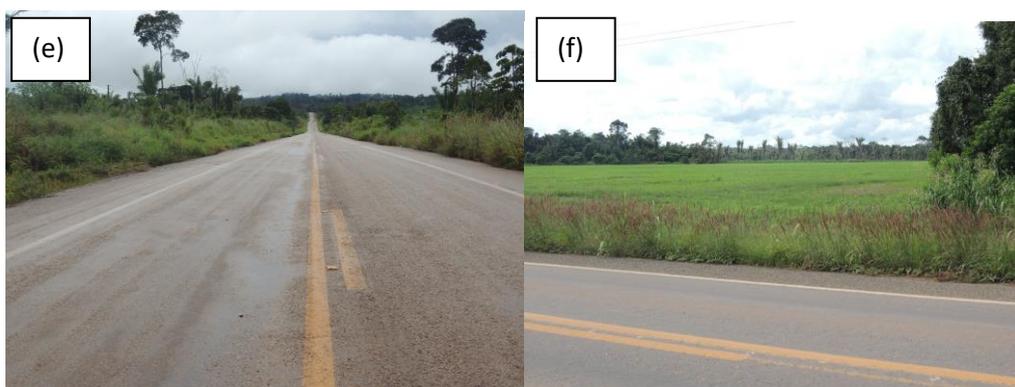


Fonte: ICMBio,2019.

### TRECHO 3 (T3)- Km 117 a Km 211

O ponto se inicia no Km 117, percorrendo município de Placas até início de Rurópolis, ao lado direito da rodovia, o entorno da Floresta Nacional do Tapajós, onde ocorre a predominância de floresta nativa (Figura 10e).e, próximo a pista da rodovia, manchas urbanas decorrentes da concentração populacional. Ao lado esquerdo da rodovia ocorre a presença de manchas de vegetação secundária, área de pastagem em processo produtivo com predomínio de vegetação herbácea e cobertura de gramíneas (Figura 10f)., pasto com solo exposto, áreas com pelo menos 50% de solo exposto com alguma atividade agropastoril, e Projetos de Assentamentos Extrativistas (PAE) e Projetos de Assentamentos de Desenvolvimento Sustentável (PDS)

Figura 10- Áreas de floresta nativa (e) área de pastagem (f)

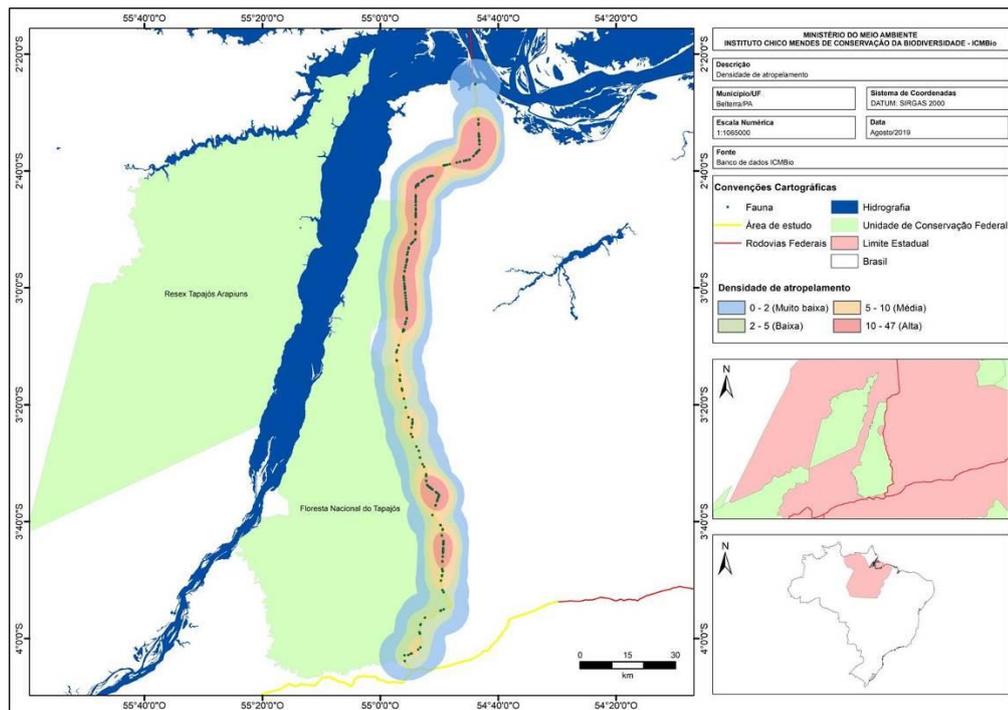


Fonte: ICMBio,2019.

#### 4.5 Análise dos hotspots e influência da paisagem

O mapa abaixo, da densidade de Kernel, mostra as agregações de atropelamentos de todos os grupos monitorados, as agregações de maior intensidade de atropelamento concentraram-se no o trecho 1, a partir do km 14 até início do trecho 2, entre os km 50 a 90 da rodovia, com 2 pontos de intensa agregação na trecho 3 (Figura 11).

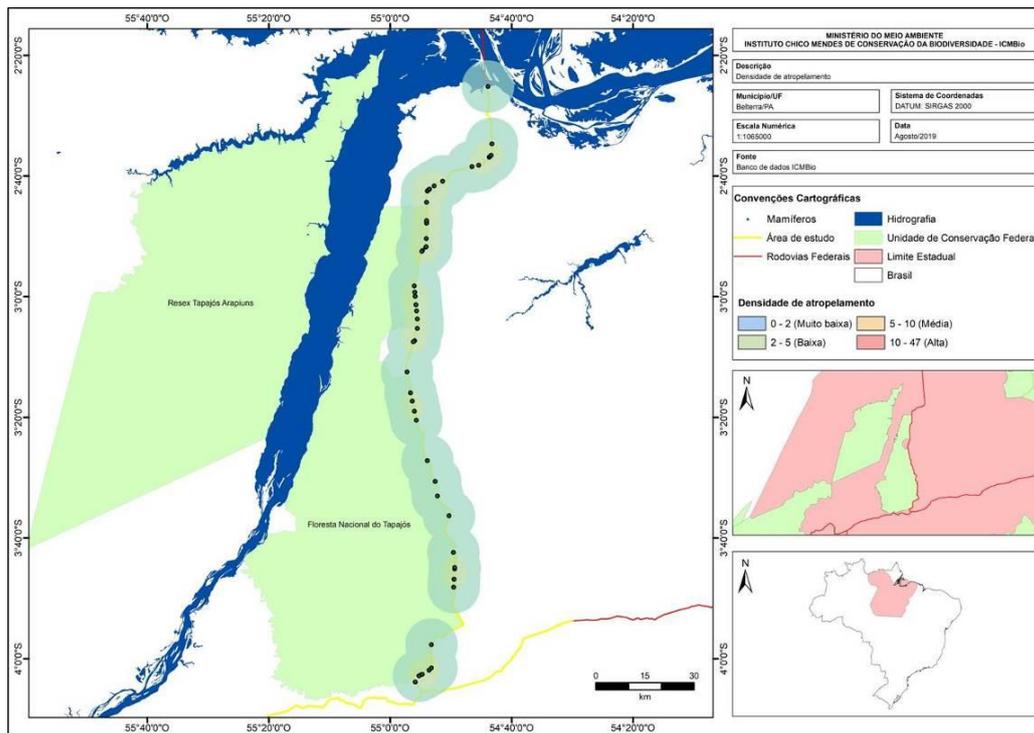
Figura 11- Densidade de atropelamento geral na BR-163



. Fonte: ICMBio,2019. Elaboração: Karla Almada

Para mamíferos a maior taxa de atropelamento ocorreu no trecho 2 (0,0087 ind/km/dia), trecho que faz limite com a Flona do Tapajós (Figura 12), onde se destaca uma paisagem de floresta preservada de um lado da pista, e, do outro lado da rodovia vegetação secundária e agricultura (ver descrição detalhada da paisagem de cada trecho acima).

Figura 12- Densidade de atropelamento de mamíferos na BR-163

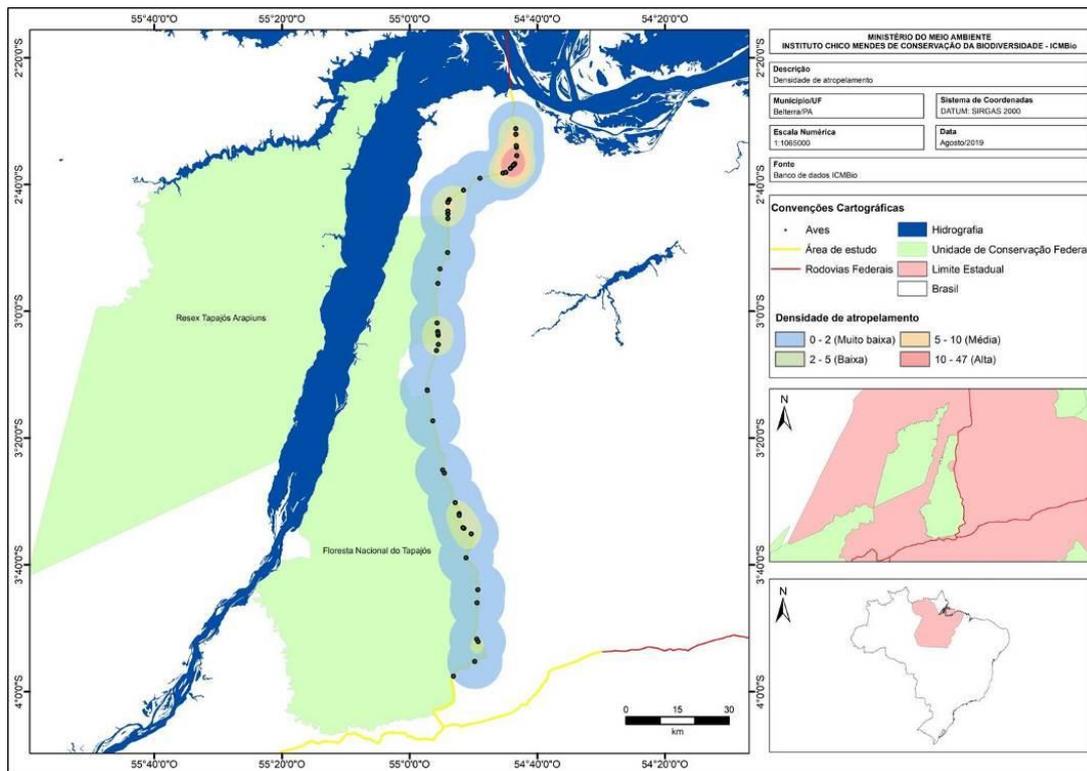


. Fonte: ICMBio,2019. Elaboração: Karla Almada

Entre as principais espécies de mamíferos atropelados, a espécie *Didelphis sp* foram mais abundantes no trecho 1 (paisagem de áreas urbanas, agricultura e fragmentos florestais). As maiores taxas de atropelamento ocorreram nos trechos 2 e 3 para espécie *Cerdocyon thou* e no trecho 2 para espécie *Tamandua tetradactyla*.

Para aves, o trecho 1 (0,0096 ind/km/dia) ocorreu o maior taxa de atropelamentos, com destaque entre km 21 e 22 (Figura 13), com grande agregação de mortalidade de *Coragyps atratus*..

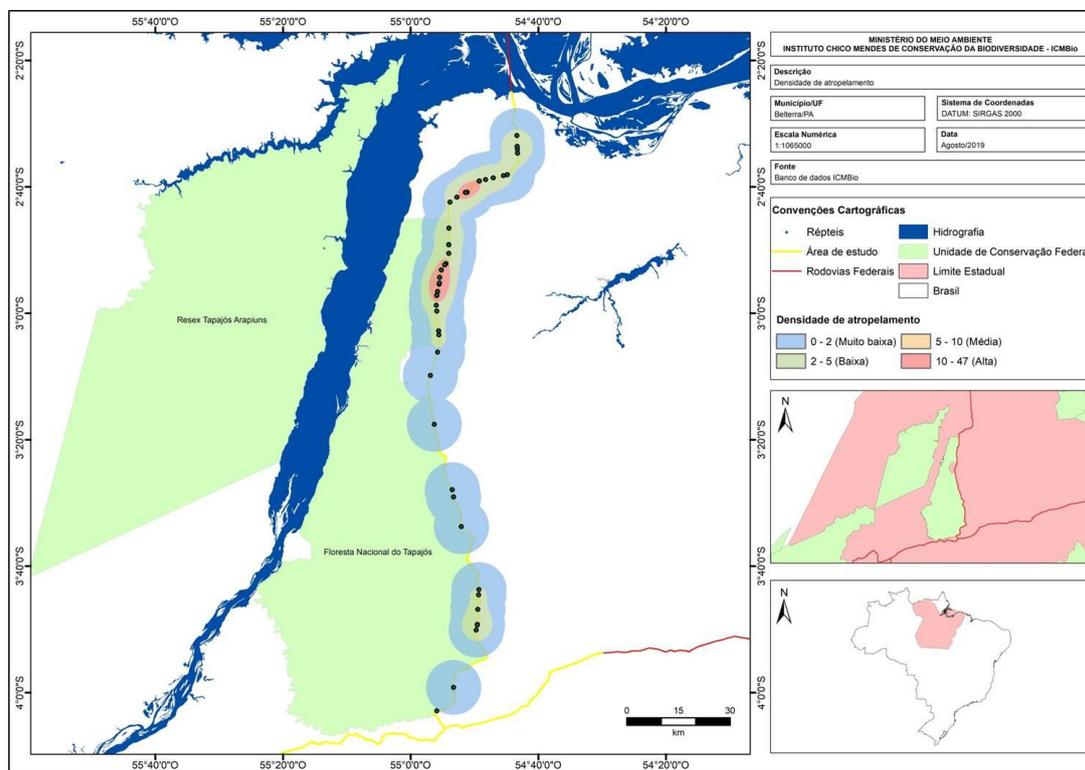
Figura 13- Densidade de atropelamento de aves na BR-163



. Fonte: ICMBio,2019. Elaboração: Karla Almada

Densidade de atropelamento para répteis foi distribuído ao longo dos trechos 1 e 2 com taxas de atropelamento de 0,007 ind/km/dia, conforme conta na (Figura 14). A maior concentração de atropelamentos da espécie *Boa constrictor* ocorreu entre os km 27 a 43, do trecho 1, a paisagem no entorno do hotspots dessa espécie caracterizou-se por áreas urbanas. No trecho 2 ocorreu uma diversidade de espécies de répteis atropelados entre os km 60 a 70.

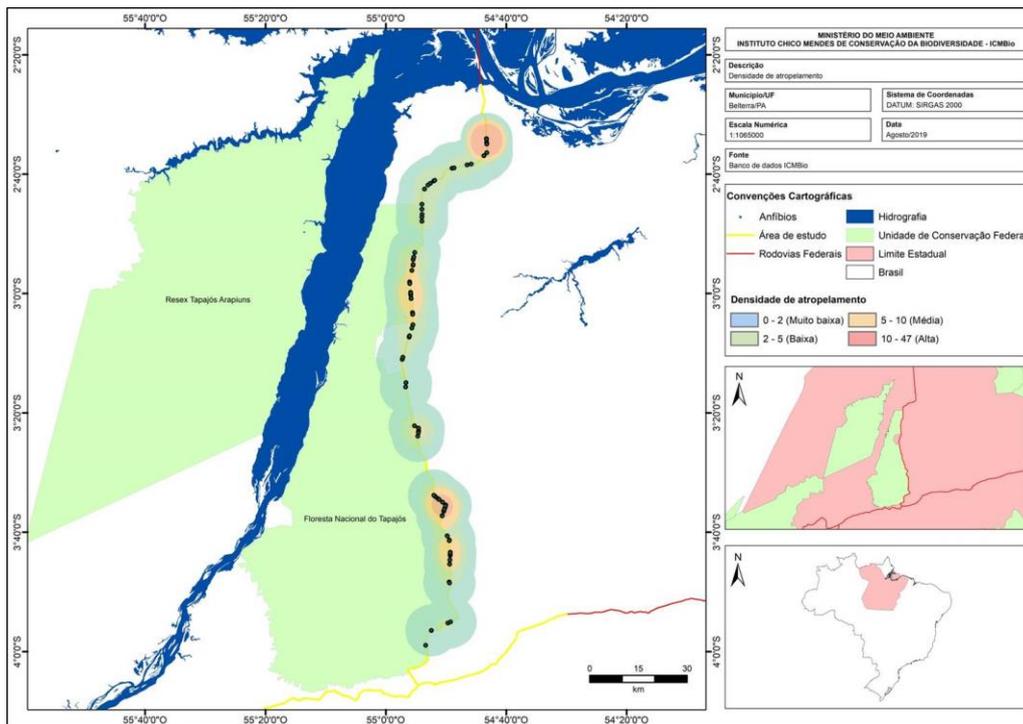
Figura 14- Densidade de atropelamento de répteis na BR-163



Fonte: ICMBio,2019. Elaboração: Karla Almada

Para o grupo de anfíbios, a maior taxa de atropelamento e distribuição dos hotspots foi no trecho 3 (0,012 ind/km/dia) principalmente para espécie *Rhinella marina*. A paisagem no entorno da rodovia é formada por floresta preservada (limite da Flona) e áreas de pasto. Contudo no trecho 1, entre os km 15 e 17, indicou uma agregação de atropelamentos de anfíbios de grande intensidade no mês Agosto. Não foi identificado até o momento da pesquisa a espécie atropelada, sabe-se que pertence à família dos Hylidae e se encontra com especialistas para identificação. As características específicas da paisagem do hotspots desse trecho são: presença de lagos e áreas úmidas nos dois lados da rodovia durante todo ano. Possivelmente as características ambientais contribuíram para grande índice de atropelamento dessa família (Figura 15).

Figura 15-Densidade de atropelamento de anfíbios na BR-163.



Fonte: ICMBio,2019. Elaboração: Karla Almada

## 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Padrões de agregação espacial nos atropelamentos em diferentes regiões estudadas e grupos taxonômicos podem indicar a existência de fatores que influenciam as distribuições destes atropelamentos, tais como variações no volume de tráfego, desenho da rodovia, velocidade máxima permitida, visibilidade, e estrutura da paisagem no entorno da rodovia, que influenciam a composição, abundância e mobilidade da fauna (Clevenger et al. 2003; Coelho et al. 2008).

O presente trabalho apresentou um número significativo de espécies ( $S = 83$ ) e abundância de animais atropelados ( $N = 387$ ). Diferente de outros trabalhos (ROSA; MAUS, 2014; MELO; SANTOS-FILHO, 2017; CUNHA et al., 2010), os anfíbios foram mais abundantes nas taxas de atropelamento e valores brutos desta pesquisa. De acordo com Dornas et. al. (2012) os estudos que analisaram os atropelamentos das classes de vertebrados concluíram que os grupos de aves ou mamíferos representam 56% dos animais. Entretanto, de acordo com dados disponibilizados pelo CBEE, 90% da fauna atropelada corresponde a pequenos vertebrados, 9% a vertebrados de médio porte e somente 1% a vertebrados de

grande porte (CBEE, 2013), fato esse que mostra o quão subestimado tem sido os grupos de animais de menor porte. Mesmo que a percepção das carcaças desse grupo, na nossa área de estudo seja relevante, os valores não condizem com a realidade de atropelamento de anfíbios em rodovias, visto que a maior abundância de anfíbios na nossa área de estudo se deve a um evento específico de atropelamento, que ocasionou a morte e registro de 26 anfíbios de uma única vez. Rosa et al. (2012) recomenda monitoramento a pé para esse grupo, por ter maior probabilidade de visualização da carcaça.

Segundo Castro Jr. et al., (2009), a conservação da biodiversidade está diretamente relacionada à conservação das paisagens, pois a biodiversidade não está restrita aos maiores remanescentes, mas distribuída no conjunto de ecossistemas naturais inseridos na paisagem, com diversos níveis de alteração humana e conectividade ecológica.

A espécie *Coragyps atratus* (Urubu da cabeça preta) foi mais abundante entre os registros das aves e com maior distribuição entre os municípios de Mojui dos Campos e Belterra, áreas com maior distribuição de lixo urbano (matéria orgânica) oriundos de casas, restaurantes, empreendimentos em geral e fluxo maior de veículos. Clevenger et. al. (2003) e Prada (2004) associam os hábitos alimentares das aves carniceiras ao atropelamento de outros animais, já que é comum essas aves buscarem nas estradas ou em suas áreas de influência carcaças de animais mortos ou alimentos caídos de cargas, facilitando a colisão. Estes autores também indicam os vôos rasantes nas proximidades da estrada como característica que expõem as aves em geral a risco de colisão com veículos.

Observou-se que todos os registros de atropelamentos da espécie *Cerdocyon thous* (cachorro do mato) ocorreram entre o Km 50 e Km 211, área de entorno da presença da Floresta Nacional do Tapajós. Segundo Jaeger et al. (2005) muitos vertebrados que são atraídos para a estrada por motivos como termoregulação, disponibilidade de alimento ou locomoção na paisagem. Estes últimos grupos, que incluem os mamíferos, estão sujeitos à colisão em proporções mais significativas. Segundo Junior (2013) o cachorro do mato possui hábitos generalistas e se deslocam bastante pelas paisagens, tornando-o mais suscetível ao atropelamento, pois necessitam de uma grande área para sua sobrevivência e são obrigados a realizar travessias frequentes nas estradas e rodovias em busca de alimentos ou para se reproduzirem. Pesquisa feita por Freitas et al. (2015) concluíram que *Cerdocyon thous* foi mais atropelado em áreas com maior cobertura floresta no estado de São Paulo, corroborando com os resultados desta pesquisa.

Resultados do trabalho de Cunha et. al. (2010) indicam que 86% dos animais encontrados atropelados em uma rodovia que cruza o cerrado em Goiás eram mamíferos. Os atropelamentos concentraram-se em duas espécies de tamanduá e uma de cachorro-do-mato (*Tamandua tetradactyla*, *Myrmecophaga tridactyla* e *Cerdocyon thous*), resultados semelhantes aos do presente estudo. Da mesma forma *Didelphis sp.* é uma espécie muito atropelada em rodovias do cerrado brasileiro (DORNAS et al. 2012), e, em outra Flona da Amazônia, Flona de Carajás (COSTA et al. 2006). Assim nossos resultados mostram um padrão geral de espécies atropeladas similares a outras regiões do Brasil. Essas são espécies que possuem grandes áreas de vida e que apresentam baixas taxas de reprodução são mais vulneráveis às estradas, por exemplo: *Tamandua tetradactyla* e *Cerdocyon thous* (Oliveira et al. 2011). Alguns vertebrados são atraídos pelas rodovias em função da disponibilidade de grãos e insetos, como espécie de *Didelphis sp.* Assim como os animais carniceiros são atraídos pelas carcaças de animais que foram atropelados.

As espécies de marsupiais *Didelphis sp.*, com maior taxa de atropelamento nos Km 10 a Km 50 são citadas como importantes dispersoras de sementes, e devido aos hábitos oportunistas, tem grande capacidade de adaptação ao meio urbano (LEIVA, 2010). Já a espécie *Tamandua tetradactyla*, quando em perigo, possui o hábito de ficar na posição ereta, apoiado sobre os membros posteriores e a cauda, deixando as garras e membros anteriores livres para defesa. Ao perceber o veículo como um perigo, esse comportamento de defesa, aumenta o risco de atropelamento da espécie (REIS et al., 2010).

Os répteis foram relacionados com o maior número de atropelamentos na época chuvosa. Sullivan (1981) explica que a presença de répteis nas rodovias, especialmente serpentes, está associada, sobretudo, à utilização das estradas para regulação térmica, já que as mesmas são abertas e o asfalto, frequentemente, fica mais quente que o restante do ambiente. Pesquisas feitas por Braga (2009), encontrou a jibóia (*Boa constrictor*) como a espécie mais atropelada em mais de oito anos de monitoramento de estrada que corta área de fragmentos de Mata Atlântica no Espírito Santo, assim como, foi a espécie mais atropelada em áreas de ocupação urbana com presença fragmentos Florestais nesta pesquisa. Segundo especialistas a mortalidade da espécie da ordem Hylidae (anfíbios) registrada no km 15 da BR163, não identificada no estudo devido o grau de deformação da carcaça, pode ter relação com as características da paisagem (presença de lagos nos dois lados da rodovia), altos índices de precipitação no mês de julho e período de reprodução (J. Risonei; A. Lima, com. Pers.). Este último fator, Becker et al.(2007), relacionada ao tipo de reprodução das espécies de anfíbios

com a divisão do habitat, pois alguns táxons passam por mudanças de habitat ontogenéticas, em que girinos e adultos ocupam dois habitats distintos, e o uso da terra ocupada por seres humanos tem frequentemente resultado em uma separação espacial entre remanescentes de habitat terrestre e locais de reprodução, forçando a travessia de áreas na procura de corpos d' água e remanescentes florestais.

Silva et al. (2011) relatam que o intenso tráfego de caminhões que transportam grãos contribui para os acidentes, pois inúmeros animais param na rodovia para consumir os grãos que caem na pista durante o transporte. Esse fato pode justificar altos índices de atropelamento na rodovia BR163, entre os trechos 1 e 2 onde foram encontrados grande quantidade de grãos espalhados pela rodovia Reis e Pedrosa (2018), identificaram uma cadeia alimentar em função dos efeitos da rodovia, formada pelos grãos e insetos abatidos na rodovia que são fonte de alimento para pequenos vertebrados. Os vertebrados de médio e grande porte, por sua vez, alimentam-se dos pequenos vertebrados. As carcaças dos animais de médio e grande porte, são fontes de recursos para os carniceiros, que por sua vez podem ser atropelados na rodovia também.

Não foram levantadas informações sobre o volume médio diário de veículos na BR 163, pois de acordo com a superintendência regional do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte) da BR 163 os equipamentos medidores foram extraviados. Cabe destacar também fatores de possivelmente influenciaram a detectabilidade das carcaças ao longo da rodovia e, conseqüentemente, direcionaram os resultados encontrados neste estudo. Os fatores, listados abaixo, deverão ser considerados em futuras pesquisas:

- Teixeira (2010), recomendou cálculo do tempo de permeância da carcaça e de detecção do observador para se ter maior acurácia nos resultados de monitoramento, não realizado no presente estudo.
- O número de observadores é um fator importante no monitoramento de fauna atropelada, quanto maior a extensão da rodovia, velocidade do carro e o tempo de monitoramento. Recomenda-se ter mais de um observador para compensar o esforço amostral da coleta. Nesta pesquisa os recursos humanos foram limitados a um observador, na maioria das coletas.
- Intervalo de amostragem e períodos longos entre as amostragens permitem maior remoção de carcaças, assim como, o horário das coletas. Recomenda-se iniciar o monitoramento pela manhã, no nascer do dia, para evitar remoção das

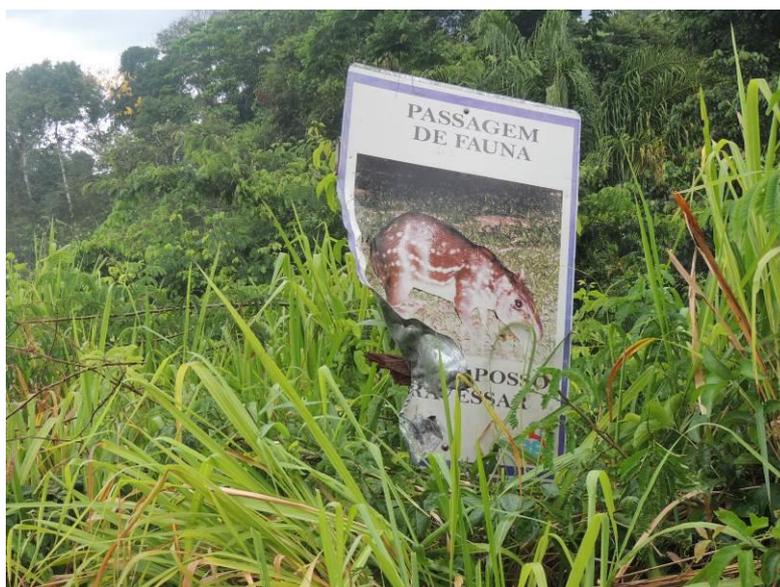
carças por animais carniceiros ou por terceiros (Slater, 2002). Parte do monitoramento da rodovia (trecho 3) foram feitos pela tarde, o que sugere uma subestimação de atropelamento na rodovia, principalmente no trecho final.

## 6. RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO

Rodrigues et al. (2002) em levantamentos de dados, acreditam que os atropelamentos de vertebrados geralmente ocorrem de forma acidental, devido ao excesso de velocidade. Nos resultados desta pesquisa, percebeu-se grande mortalidade de vertebrados de médio e grande porte no trecho 1 e início do trecho 2, supostamente também tendo influência da área urbana e grande fluxo de carros. Então, a implementação de placas de sinalização de velocidade e lombadas em trechos predisposto a maiores atropelamentos, seriam medidas recomendadas e de fácil adaptação aos motoristas. As lombadas estão regulamentadas pela Resolução nº 600/2016 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) e podem ser utilizadas quando demonstre índice significativo ou risco potencial de acidentes cujo fator determinante é o excesso de velocidade praticado no local e onde outras alternativas de engenharia de tráfego são ineficazes (CONTRAN, 2016).

Foram verificadas as péssimas condições das placas sinalizadores de passagem de fauna. (Figura 16).

Figura 16- Placa de passagem de fauna deteriorada



Fonte: ICMBio,2019.

Recomenda-se ao órgão responsável pela rodovia a manutenção e fabricação de novas placas de sinalização de risco de atropelamento de fauna nos locais que apresentaram alta taxa

de atropelamentos, principalmente no km 15, onde foi registrado grande concentração de mortalidade de anfíbios, além das placas, através de estudos mais profundos sobre a área e a biologia dos anfíbios, a possibilidade da implementação de túneis ou outras passagens fauna adaptadas para esse grupo. Para gestão da Flona do Tapajós, recomenda-se um acordo com o órgão responsável pela rodovia na implementação de placas de sinalização de passagem de mamíferos e redução de velocidade no trecho 2 da rodovia.

Conforme BioInfra Brasil (2017), estudos sobre a biologia/ecologia das espécies atropeladas são essenciais para compreender o fluxo migratório e de reprodução das espécies. Recomendação para instalação de sinalização com destaque para épocas de reprodução e período de maior deslocamento desses animais, bem como, implantação de dispositivos e mecanismos que facilitem a passagem dos animais pela rodovia de maneira segura (túneis, pontes, cercas, refletores, redutores de velocidade, placas de sinalização corredores, eco-passagens e passarelas).

## **7. AGRADECIMENTOS**

Ao ICMBio, pela bolsa de pesquisa concedida, e pela oportunidade em realizar esta pesquisa. Meus especiais agradecimentos aos meus orientadores do ICMBio Maria Jociléia e Nilton Rascon, por se disponibilizarem em todos os aspectos a uma excelente orientação. A Clarissa Rosa, por todo incentivo e contribuição para pesquisa. Ao chefe José Risonei, pelas palavras de conforto e disponibilidade da logística. A Resex Renascer, Resex Tapajós Arapiuns e CR-03 pela ajuda na logística. Aos colaboradores da Flona do Tapajós, em especial ao Deuzimar, Seu Zi e Lailson pela companhia e ajuda nas coletas, aos colaboradores externos, Karla, Joelson, amigos da UFOPA. E por fim, a COOMFLONA, pelo acolhimento e alimentação aos intervalos do almoço.

## 8. CITAÇÕES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, M., M, AYRES-JR. & A.S, SANTOS.. **BioEstat 3.0. Aplicações Estatísticas nas áreas das Ciências Bio- Médicas** . Sociedade Civil Mamirauá, Belém-PA. p.290,2007.

ALENCAR A. A. C. **A rodovia br-163 e o desafio da sustentabilidade** – Relatório do Projeto. MAPAS, 2005.

BAGER, A. ; ROSA, C. A. **Priority ranking of road sites for mitigating wildlife roadkill. Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, 2010.

BIOINFRA BRASIL. **Sumário Executivo da Estratégia Nacional para Mitigação de Impactos da Infraestrutura Viária na Biodiversidade. Coordenação Alex Bager. Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), UFLA, 2017.**

BRAGA, R.M. **Experiências metodológicas e de implementação de monitoramento e medidas mitigadoras de atropelamento de fauna.** Comunicação pessoal. Workshop – Empreendimentos Lineares Rodoviários e seus Impactos por Atropelamento na Vida Silvestre. Rio de Janeiro,2009.

BECKER, C. G., FONSECA, C. R., HADDAD, C. F. B., BATISTA, R. F., PRADO, P.I. **Habitat-split and the Global Decline of Amphibians.** Science, v.318, 2007.

BECKMANN, J. P. ; CLEVENGER, A. P. ; HUIJSER, M. P. ; HILTY, J. A. **Safe passages : highways, wildlife, and habitat connectivity.** Island Press, p.419, 2010.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Plano de desenvolvimento sustentável para a região de influência da rodovia br-163 (PLANO CUIABÁ-SANTARÉM SUSTENTÁVEL).** Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC):** Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Brasília,DF: MMA, 2011. 76 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>; Acesso em: 27/04/2018.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de lei N.º 466, **Medidas que assegurem a circulação segura de animais silvestres no território nacional**, 2015. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=949094>; Acesso em: 27/04/2018.

CARVALHO.C.F. **Atropelamento de vertebrados, hotspots de atropelamento e parâmetros associados, BR-050, trecho Uberlândia-Uberaba.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

CARNEIRO, E. O.; SANTOS, R. L. **Análise espacial aplicada na determinação de áreas de risco para algumas doenças endêmicas (calazar, dengue, diarreia, DST - Doenças sexualmente transmissíveis e tuberculose),** no bairro de Campo Limpo, Feira de Santana (BA). *Sitientibus*, v.28, p.51-75, 2003

COELHO, A.V. P; COELHO, I. P; TEIXEIRA, F.T; KINDEL,A. **Siriema: road mortality software.** Manual do Usuário V. 2.0. NERF, UFRGS, Porto Alegre, Brasil. Disponível em: [www. Ufrgs.br/siriema](http://www.Ufrgs.br/siriema). Acesso em: 27/04/2018.

CASTRO JÚNIOR, E; COUTINHO, B. H.; FREITAS, L. E. **Gestão da Biodiversidade e Áreas Protegidas. In: Abordagens Geográficas das Unidades de Conservação.**Guerra, A. T.; Coelho, M. C. N (org). Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, p. 25-65,2009.

CBEE. **Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. Sistema Urubu.** Disponível em: <[http://cbee.ufla.br/portal/sistema\\_urubu](http://cbee.ufla.br/portal/sistema_urubu)>. Acesso em: 21/04/2018.

CBEE. Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. **Projeto Malha Manual para Equipe de Campo,** 2013.

CLEVENGER, A. P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON; K. E. **Spatial Patterns and Factors Influencing Small Vertebrate Fauna Road-Kill Aggregations.** *Biological Conservation* 109: p.15-26,2003.

COELHO, I.P.; KINDEL, A.; COELHO, A.V.P. **Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil.** *Eur. J. Wildl.* 2008.

CONTRAN. O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO . **Resolução Nº 600 de 24 de maio 2016.** Disponível em: <<http://destran.to.gov.br>>. Acesso em: 21/04/2018

CUNHA, H.F.; MOREIRA, A; GERALDA, F.; SILVA, S.S. **Roadkill of wild vertebrates along the GO-060 road between Goiânia and Iporá,** Goiás State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, vol. 32, núm. 3, 2010, pp. 257-263,2010.

- DRUCK .S, CARVALHO.M. S, CÂMARA .G. & A. M. V.MONTEIRO. **Análise espacial de dados geográficos**. Organizadores. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Resenhas book reviews. Cad. Saúde Pública vol.21 no.4 Rio de Janeiro, 2005.
- DORNAS. R.A.P;KINDEL.A;BAGER.A;FREITAS.S.R. **Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias**.In:BAER.A.(ed) Ecologia de Estradas: tendência e pesquisa. Lavras:Ed.UFLA,P.139-152,2012.
- ESPÍRITO-SANTO, F. D. B. et al. **Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélites**. Acta Amazônica, Manaus, v. 35, n. 2, p. 155- 173, 2005.
- FARIA, Helder Henrique de; PIRES, Andréa Soares. **Rodovia em unidade de conservação: o caso do parque estadual do morro do diabo, São Paulo, Brasil**. VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n. 3, p. 01-22, 2002.
- FEARNSIDE, P.M. **A tomada de decisão sobre grandes estradas amazônicas**. pp. 59-75. In: A. Bager (Ed.) Ecologia de Estradas: Tendências e Pesquisas. Editora da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. 313 pp. 2012.
- FREITAS, R.S, OLIVEIRA, A.N, CIOCHETI.G, VIERIA,M.V, MATOS, D.M.S. **How landscape features influence road-kill of three species of mammals in the brazilian savanna?** Oecologia Australis 18: p.35-45, 2015.
- FORMAN, R. T; ALEXANDER, L. E. **Roads and their major ecological effects**. - Ann. Rev. Ecol. Syst, 1998.
- FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J.A.; CLEVINGER, A. P.; CUSTSHALL, C.D.; DALE, V.H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C.R.; HEANUE, K.; JONES, J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T. & WINTER, T. ROAD ECOLOGY. **Science and solutions**. Island Press, Washington, DC, 2003.
- HEGEL, C.G.Z, CONSALTER, G.C, ZANELLA,.N. **Mamíferos silvestres atropelados na rodovia RS – 135**, norte do Estado do Rio Grande do Sul. Biotemas, v.25, n.2, p. 165-170, 2012.
- HENGEMÜHLE, A.; CADEMARTORI, C. V. **Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da estrada do mar (RS – 389)**. Biodiversidade Pampeana. 6, p. 4 -10, 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e da silvicultura. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. v. 30. p. 46, 2015**

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **A Floresta Nacional do Tapajós**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/flonatapajos/>. Acesso em: 21/04/ 2018.

ICMBIO- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / -- 1. ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA, p.492 , 2018.**

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Floresta Nacional do Tapajós. Plano de Manejo**. Belterra: IBAMA, p.373, 2004.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto **TERRACLASS-2012 – Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra na Amazônia Legal Brasileira**, Brasília, 2014.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <http://http://www.inmet.gov.br/portal//>. Acesso em: 29/07/2019.

JAEGER, J.A.G., J. BOWMAN, J. BRENNAN, L. FAHRIG, D. BERT, J. BOUCHARD, N.CHARBONNEAU, K. FRANK, B. GRUBER AND K. TLUK VON TOSCHANOWITZ, K. **Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior**. Ecological Modeling, 185: 329–348,2005.

JUNIOR, S. B.S, FERREIRA, M.A.G. **Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres - Impacts of highways in urban sites – the pedestrians’ perception**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 20 (1): p.221-237, 2008.

LOVEJOY, Thomas. **Atropelamento de fauna: desastre ambiental fácil de evitar**. Jornalismo Ambiental. Disponível em: <http://www.oeco.org.br>. Acesso: 21/04/2018.

LUCHERINI, M. 2015. **Cerdocyon thous**. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T41065A10382424>. Acesso: 31/01/2019.

MELO, E. S; SANTAOS-FILHO, M. **Efeitos da BR-070 na província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres**. Revista brasileira de Zootecias, v.9, n-2, p. 185-192, 2007.

MIRANDA, F., FALLABRINO, A., ARTEAGA, M., TIRIRA, D.G., MERITT, D.A. & SUPERINA, M. 2014. **Tamandua tetradactyla**. The IUCN Red List of Threatened Species

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T41065A10382424>. Acesso: 31/01/2019.

PINHO, G. S. C. et al. **Efeito de diferentes métodos de corte de cipós na produção de madeira em tora na Floresta Nacional do Tapajós**. Revista Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 179-192, 2004.

PRADA, C. S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do Estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, p.129, 2004.

PONTE.F.C, FURTADO.A.M, SILVA. C.N, SILVA. J.M.P, LIMA. R.S. **Parâmetros fisiográficos e impactos ambientais da rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163), estado do Pará (Brasil)**. rede – Revista Eletrônica do PRODEMA Fortaleza, Brasil, v. 9, n. 2, p. 53-64, jul./dez. 2015.

OLIVEIRA. A.N. **Padrões espacial e temporal do atropelamento de mamíferos em uma rodovia no Cerrado brasileiro**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2011.

ORTIZ, E.G. Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*). In: SHANLEY, P.; PIERCE, A.R.; LAIRD, S.A.; GUILLEN, A. (Eds.). **Tapping the Green Market: certification & management of non-timber forest products**. London: Earthsan Publications Ltd, p.61-74, 2002.

REIS, L.N.G, PEDROSA, A.S. **Ecologia da paisagem: avaliação da suscetibilidade de atropelamento da vida selvagem nas rodovias da bacia do rio Araguari**. Imprensa da Universidade de Coimbra, Uberlândia, 2018.

REIS,N.R,PERACCHI.A.L;FREGONEZI.M.N,ROSSANEIS.B.K. **Mamíferos do Brasil – guia de identificação**. Technical Books Editora, 1ed, p.577, 2010.

RODRIGUES, F. H. G. **Biologia e Conservação do Lobo-Guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF**. Tese (Doutorado). Instituto de Biologia da Universidade de Campinas. São Paulo. p.105, 2002.

ROSA, C. A. ; CARDOSO, T. R. ; TEIXEIRA, F. Z. ; BAGER, A. **Atropelamento de fauna selvagem: Amostragem e análise de dados em ecologia de estradas**. In: Ecologia de estradas : tendências e pesquisas / editor, Alex Bager. Lavras: Ed. UFLA, 2012.

ROSA, A. O; MAUS, J. **Atropelamento de animais silvestres na rodovia RS-040**. Caderno de Pesquisa Sér.Bio, v. 16, p. 35-42, 2004.

SILVA, R.M, BORBA, C.H.O, LEÃO, V.P.C, MINEO, M.F. **O Impacto das rodovias sobre a Fauna de vertebrados silvestres no Cerrado mineiro**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, vol.7, N.12; pp. 1-9, 2011.

SILVA JÚNIOR, S. B. da; FERREIRA, M. A. G. **Rodovias em Áreas Urbanizadas e seus Impactos na Percepção dos Pedestres**. Revista Sociedade & Natureza, 20, p. 221 – 237. 2008.

SEILER, A. 2003. Effects of infrastructure on nature. - In: Trocmé, M., Cahill, S., De Vries, J.G., Farall, H., Folkeson, L., Fry, G. L., Hicks, C. and Peymen, J. (eds.), COST 341 - **Habitat Fragmentation due to transportation infrastructure: The European Review**. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, p. 31-50, 2003

SCOLES, R. et al. **Sobrevivência e frutificação de Bertholletia excelsa Bonpl. em áreas desmatadas em Oriximiná, Pará**. Floresta e Ambiente, Seropédica, n. 23, v. 4, p. 555-564, 2016.

SOLÍS, Frank, et al. **Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2009**: Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T41065A10382424>. Acesso: 31/01/2019.

SULLIVAN, B. K. **Observed differences in body temperature and associated behaviour of four snake species**. Journal of Herpetology 15:245–246.1981.

TEIXEIRA, F. Z. **Detectabilidade de fauna atropelada: efeito do método de amostragem e da remoção de carcaças**. Monografia de Conclusão de Curso de Graduação. Porto Alegre, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

TRINDADE, Gesiane Oliveira. **A CIDADE & A SOJA: impactos da produção e da circulação de grãos nos circuitos da economia urbana de Santarém-Pará**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido (PPGDSTU), do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA), Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

TROMBULAK, S. C. & FRISSEL, C. A. **Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities**. Conservation Biology, 14 (1): 18-30, 2000.

VENTURIERI, A. et al. **Análise da expansão da agricultura de grãos na região de Santarém e Belterra, Oeste do estado do Pará.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 13., 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 7003-7010.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, 123 p., 1991.

## 9. ANEXOS

Tabela 1- Número total de atropelamento, porcentagem e taxa de atropelamento de cada espécies

Grupos	Total	Porcentagem total	taxa atropelamento
	N	%C*	ind/km/dia
<b>Mamíferos</b>			
<b><u>Carnivora</u></b>	<b>27</b>	26,0	0,00840
<b>Canidae</b>			
<i>Cerdocyon thous</i>	13	12,5	0,00404
<b>Felidae</b>			
<i>Leopardus pardalis</i>	1	1,0	0,00031
<b>Mustelidae</b>			
<i>Eira barbara</i>	3	2,9	0,00093
<b>Procyonidae</b>			
<i>Nasua nasua</i>	8	7,7	0,00249
<i>Potos flavus</i>	2	1,9	0,00062
<b><u>Chiroptera</u></b>	<b>2</b>	1,9	0,00062
<i>desconhecido</i>	2	1,9	0,00062
<b><u>Cingulata</u></b>	<b>5</b>	4,8	0,00155
<b>Dasypodidae</b>			
<i>Dasypus novemcinctus</i>	2	1,9	0,00062
<i>Dasypus sp</i>	2	1,9	0,00062
<i>Cabassous tatouay</i>	1	1,0	0,00031
<b><u>Didelphimorphia</u></b>	<b>34</b>	32,7	0,01057
<b>Didelphidae</b>			
<i>marmosa murina</i>	1	1,0	0,00031
<i>Didelphis sp.</i>	33	31,7	0,01026
<b><u>Pilosa</u></b>	<b>25</b>	24,0	0,00777
<b>Myrmecophagidae</b>			
<i>Tamandua tetradactyla</i>	21	20,2	0,00653
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	1	1,0	0,00031
<b>desconhecido</b>	3	2,9	0,00093
<b><u>Primates</u></b>	<b>5</b>	4,8	0,00155
<b>Callitrichidae</b>			
<i>Mico argentatus</i>	5	4,8	0,00155
<b><u>Rodentia</u></b>	<b>3</b>	2,9	0,00093
<b>Erethizontidae</b>			
<i>Coendus sp.</i>	3	2,9	0,00093
<b>desconhecido</b>	3	2,9	0,00093
<b>Aves</b>			
<b><u>Accipitriformes</u></b>	<b>1</b>	1,2	0,00031
<i>Desconhecido</i>			
<b><u>Apodiformes</u></b>	<b>1</b>	1,2	0,00031

<b>Trochilidae</b>			
<i>Campylopterus largipennis</i>	1	1,2	0,00031
<b><u>Cathartiformes</u></b>	<b>51</b>	<b>59,3</b>	<b>0,01586</b>
<b>Cathartidae</b>			
<i>Coragyps atratus</i>	51	59,3	0,01586
<b><u>Columbiformes</u></b>	<b>4</b>	<b>4,7</b>	<b>0,00124</b>
<b>Columbidae</b>			
<i>desconhecido</i>	1	1,2	0,00031
<i>Columbina passerina</i>	1	1,2	0,00031
<i>Zenaida auriculata</i>	1	1,2	0,00031
<i>Columbina talpacoti</i>	1	1,2	0,00031
<b><u>Cuculiformes</u></b>	<b>8</b>	<b>9,3</b>	<b>0,00249</b>
<b>Cuculidae</b>			
<i>Crotophaga major</i>	8	9,3	0,00249
<b><u>Passeriformes</u></b>	<b>14</b>	<b>16,3</b>	<b>0,00435</b>
<b>Furnariidae</b>			
<i>Dendrocolaptes hoffmannsi</i>	1	1,2	0,00031
<b>Dendrocolaptidae</b>			
<i>Xiphorhynchus chunchotambo</i>	1	1,2	0,00031
<b>Thamnophilidae</b>			
<i>Drymophila spp</i>	1	1,2	0,00031
<b>Thraupidae</b>			
<i>Thraupis episcopus</i>	3	3,5	0,00093
<b>Coerebidae</b>			
<i>Coereba flaveola</i>	1	1,2	0,00031
<b>Tyrannidae</b>			
<i>desconhecido</i>	1	1,2	0,00031
<b>Emberizidae</b>			
<i>Sporophila angolensis</i>	2	2,3	0,00062
<b>Icteridae</b>			
<i>Cacicus cela</i>	1	1,2	0,00031
<b>desconhecido</b>	<b>2</b>	<b>2,3</b>	<b>0,00062</b>
<b>troglodytidae</b>			
<i>desconhecido</i>	1	1,2	0,00031
<b>Tyrannidae</b>			
<i>desconhecido</i>	1	1,2	0,00031
<b><u>Pelecaniformes</u></b>			
<i>Ardea alba</i>	1	1,2	0,00031
<b><u>Strigiformes</u></b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>0,00031</b>
<b>Strigidae</b>			
<i>Athene cunicularia</i>	1	1,2	0,00031
<b>desconhecido</b>	<b>5</b>	<b>5,8</b>	<b>0,00155</b>
<b>Anfibios</b>			
<b><u>Anura</u></b>	<b>127</b>	<b>100</b>	<b>0,03949</b>
<b>Bufonidae</b>	<b>94</b>	<b>74,0</b>	<b>0,02923</b>
<i>Rhinella marina</i>	63	49,6	0,01959
<i>desconhecido</i>	31	24,4	0,00964
<b>Hylidae</b>	<b>32</b>	<b>25,2</b>	<b>0,00995</b>

<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	1	0,8	0,00031
<i>desconhecido</i>	31	24,4	0,00964
<b>leptodactylidae</b>			
<i>desconhecido</i>	1	0,8	0,00031
<b>Répteis</b>			
<b><u>Crocodilianos</u></b>	1	1,54	0,00031
<b><u>Squamata</u></b>	64	98,5	0,01990
<b>Amphisbaenidae</b>			
<i>Amphisbaena fuliginosa</i>	4	6,2	0,00124
<b>Boidae</b>	29	44,6	0,00902
<i>Boa constrictor</i>	24	36,9	0,00746
<i>Epicrates cenchria</i>	4	6,2	0,00124
<i>Corallus hortulanus</i>	1	1,5	0,00031
<b>Colubridae</b>	8	12,3	0,00249
<i>Drymarchon corais</i>	2	3,1	0,00062
<i>Drepanoides anomalus</i>	1	1,5	0,00031
<i>Chironius scurrulus</i>	1	1,5	0,00031
<i>Mastigodryas bodaerti</i>	1	1,5	0,00031
<i>Oxyrhopus melanogenys</i>	1	1,5	0,00031
<i>Oxyrhopus petolarius</i>	1	1,5	0,00031
<i>Rhinobothry lentiginosum</i>	1	1,5	0,00031
<b>Dipsadidae</b>	8	12,3	0,00249
<i>Philodryas olfersii</i>	6	9,2	0,00187
<i>Pseudoboa sp</i>	2	3,1	0,00062
<b>Elapidae</b>			
<i>Micrurus lemniscatus</i>	1	1,5	0,00031
<b>Teiidae</b>			
<i>Ameiva ameiva</i>	2	3,1	0,00062
<b>Iguanidae</b>	7	10,8	0,00218
<i>desconhecido</i>	6	9,2	0,00187
<i>Iguana iguana</i>	1	1,5	0,00031
<b>Viperidae</b>	2	3,1	0,00062
<i>Bothrops sp.</i>	1	1,5	0,00031
<i>Lachesis muta</i>	1	1,5	0,00031
<b>desconhecidos</b>	2	3,1	0,00062
<b>Desconhecidos</b>	5	100	0,00155

\* Porcentagem pela relação do número de indivíduos de cada táxon e o número de indivíduos de sua respectiva classe

<sup>1</sup>Taxa de atropelamento: total de indivíduos/ quilometragem/dias de coleta