



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS - PB**



IKALLO GEORGE NUNES HENRIQUES

**VERTEBRADOS ATROPELADOS EM UM TRECHO DA BR-230, EM FRENTE À
FLORESTA NACIONAL DA RESTINGA DE CABEDELLO, PARAÍBA, BRASIL**

Patos – Paraíba – Brasil

JULHO - 2019

IKALLO GEORGE NUNES HENRIQUES

**VERTEBRADOS ATROPELADOS EM UM TRECHO DA BR-230, EM FRENTE À
FLORESTA NACIONAL DA RESTINGA DE CABEDELLO, PARAÍBA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* de Patos, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Olaf Andreas Bakke, Ph.D.

Patos - Paraíba - Brasil

2019

S519v

Henriques, Ikallo George Nunes.

Vertebrados atropelados em um trecho da BR-230, em frente à floresta nacional da restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil / Ikallo George Nunes Henriques. – Patos, 2019.

63 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Olaf Andreas Bakke, Prof. Dr. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum".

Referências.

1. Depredação de Animais. 2. Biodiversidade. 3. Construção de Rodovias – Mata Atlântica. 4. Ecologia. 5. Manejo e Utilização dos Recursos Florestais. I. Bakke, Olaf Andreas. II. Kokubum, Marcelo Nogueira de Carvalho. III. Título.

CDU 504.3:632.6/.7(043)

IKALLO GEORGE NUNES HENRIQUES

**VERTEBRADOS ATROPELADOS EM UM TRECHO DA BR-230, EM FRENTE À
FLORESTA NACIONAL DA RESTINGA DE CABEDELLO, PARAÍBA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* de Patos, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Aprovada em 26 de agosto de 2019.

Prof. Olaf Andreas Bakke, Ph.D.

**Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR)
(Orientador)**

Prof. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum, Dr.

**Universidade Federal de Campina Grande (UACB/CSTR)
(1º Examinador)**

Prof. Stephenson Hallison Formiga, Dr.

**Universidade Federal de Campina Grande (UACB/CSTR)
(2º Examinador)**

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Inácio (*in memoriam*) e Girleide; às minhas irmãs, Ingrid e Irla; bem como a toda a minha família, que me apoiaram e estiveram ao meu lado em todos os momentos, fossem felizes ou não, e, em especial, aos amigos que a vida me proporcionou, pelas palavras de incentivo e apoio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter concebido a minha existência e permitido que eu tivesse força e disposição para sempre buscar e vencer novos desafios;

À minha família, por todo apoio e dedicação;

Ao Prof. Olaf Andreas Bakke, pela orientação, pelos conhecimentos repassados e pela confiança depositada na minha pessoa em desenvolver o presente trabalho, além da amizade adquirida do início da graduação;

Aos membros da Banca Examinadora, Prof. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum e Prof. Stephenson Hallison Formiga, pela disponibilidade da participação e pelas valiosas contribuições;

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais, que, de forma positiva, contribuíram para a minha formação, em especial, aos Professores Dr^a. Ivonete Alves Bakke, Dr^a. Naelza de Araújo Wanderley e Dr. Jacob Silva Souto;

Aos colegas que me ajudaram durante a coleta de dados: Helena, Charles, Silvana e, em especial, a Lúgia Vieira, minha eterna gratidão;

Aos funcionários da UFCG/PPGCF Paulo, Edinalva e Ivanice;

Aos colegas de Turma no PPGCF;

Aos amigos Lyane, Tibério, William, Marcelo e Foguinho, pelo companheirismo;

Ao DNIT, por ceder os dados para a realização do presente estudo;

Ao Consórcio Ambiente Brasil/Tecon Engenharia, pelo suporte na coleta dos dados;

À Capes, pelos 8 meses em que fui bolsista;

Enfim, a todos aqueles que, porventura, eu não tenha citado seus nomes, mas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho e a consecução da minha pós-graduação, meus sinceros agradecimentos.

HENRIQUES, Íkallo George Nunes. **Atropelamento da fauna no trecho da BR-230, em frente à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil.** 2019. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos-PB. 2019.

RESUMO

O Brasil apresenta alta diversidade de vertebrados, entretanto sua fauna está ameaçada pelo desenvolvimento de infraestrutura de diversos tipos. As estradas e rodovias afetam diretamente a fauna da região em que são construídas, pois ocasionam perda e fragmentação de habitats. Este estudo monitorou e avaliou o atropelamento de vertebrados silvestres, identificando os grupos de animais sensíveis às colisões em um trecho urbano da BR-230. Os resultados deste estudo deram uma dimensão dos impactos na fauna em rodovias em geral e, especificamente, no trecho da BR-230 que passa ao leste da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo (FLONARest), na Paraíba, Brasil, e forneceram subsídios para a recomendação de medidas mitigadoras de redução dos atropelamentos. A quantificação dos animais atropelados foi realizada em visitas mensais, durante um ano (outubro de 2017 a setembro de 2018), ao trecho de 1,94 km da rodovia quando as carcaças dos animais mortos por atropelamento foram recolhidas, identificadas e fotografadas. Nesse período, foram contabilizados 76 carcaças de animais atropelados, que foram classificadas em 13 ordens, 27 famílias e 35 espécies. As espécies com maiores registros de atropelamento foram *Leptodactylus chaquensis* e *Didelphis marsupialis*. A maioria dos animais atropelados era de mamíferos (30 registros), seguida de anfíbios (21 registros), répteis (16) e aves (9). Medidas de mitigação que podem ser implementadas para diminuir o atropelamento de animais silvestres incluem a vedação dos limites da FLONARest, instalação de avisos de presença de animais silvestres, e a implementação de campanhas educativas de conscientização dos motoristas de veículos sobre os impactos das rodovias na fauna.

Palavras-chave: Biodiversidade, Construção de Rodovias, Mata Atlântica.

HENRIQUES, Ikallo George Nunes. **Fauna trampling by motorized vehicles in the BR-230 highway section in front of the Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brazil.** 2019. Master's Dissertation in Forest Sciences. CSTR / UFCG Patos - PB. 2019.

ABSTRACT

Brazil has a high diversity of vertebrates, however its fauna has been threatened by the development of infrastructure of several types. Roads and highways affect directly the fauna of the region where it is built because it causes loss and fragmentation of habitats. This study monitored and evaluated trampling of wild vertebrates, identifying the groups of animals susceptible to car collision in an urban section of BR-230. The results of this study showed the dimension of highway impacts on fauna in general and those observed along the east limits of the Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo (FLONARest), Paraíba, Brasil, and subsidized in suggesting measures to reduce animal trampling. The number of trampled animals was determined by monthly (October 2017 to September 2018) visits to the 1.94 km long highway section, when the carcasses of trampled animals were recovered, identified and photographed. During this period, 76 trampled carcasses were recovered, and classified in 13 Orders, 27 Families and 35 Species. The most commonly trampled species were *Lepidodactylus chaquensis* and *Didelphis marsupialis*. Most of the trampled animals was mammals (30 cases), followed by amphibians (21), reptiles (16) and birds (9). Mitigation measures that could be implemented to decrease trampling of wild animals include fencing around the FLONARest, road signs indicating the presence of wild animals, and educative campaigns addressed to drivers of vehicles regarding the impacts of highways on fauna.

Keywords: Biodiversity. Construction of Highways. Atlantic Forest.

SUMÁRIO

RESUMO
ABSTRACT

INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Mata Atlântica	11
2.2 As atividades humanas e a perda da biodiversidade.....	12
2.3 Impactos ambientais de rodovias sobre a fauna.....	12
REFERÊNCIAS	15
1 INTRODUÇÃO	22
2 MATERIAL E MÉTODOS	24
2.1 Caracterização da área de estudo.....	24
2.2 Levantamento e coleta dos dados	26
2.3 Análise dos dados	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.1 Relação dos animais atropelados.....	29
3.2 Medidas mitigadoras.....	44
CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48
ANEXOS	52

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com alta diversidade biológica, representando 14% da biota mundial (MITTERMEIRER et al., 1997; LEWINSOHN; PRADO, 2002). Esta diversidade pode ser correlacionada com a relativa estabilidade climática, a alta produção primária e a pluralidade de habitats geralmente presentes em áreas tropicais (PIANKA, 1983).

Porém, a expansão da malha rodoviária representa um importante fator antrópico que impacta os ecossistemas (FORMAN et al., 2003; LANES, 2003; SOUSA et al., 2002; FU et al., 2010). Dentre os impactos resultantes desta expansão, destacam-se a destruição e a fragmentação de habitats (PRIMACK; RODRIGUES, 2001), a facilitação do avanço das atividades humanas, o atropelamento de animais e o isolamento da fauna nos fragmentos florestais (FU et al., 2010). No conjunto, modificam a estrutura e a dinâmica das comunidades e dos ecossistemas (LAURANCE et al., 2008; FAHRIG, 2008), além de alterarem o padrão natural de drenagem e degradarem o solo (FU et al., 2010). Sob esta ótica, a construção de estradas e rodovias deve considerar a conservação ambiental a partir do uso de técnicas e métodos de construção que evitem ou minimizem a degradação ambiental (PANAZZOLO et al., 2012), incluindo o atropelamento dos animais silvestres.

Os atropelamentos podem ocorrer porque a estrada cruza o habitat da fauna local e interfere na faixa de deslocamento natural da espécie e/ou porque há disponibilidade de alimentos, tais como água, frutos e sementes nas rodovias e em seu entorno, que atrai animais para a faixa de rolamento e suas proximidades. As carcaças podem atrair outros animais carnívoros, formando assim um ciclo de atrativos que favorece a ocorrência de mais atropelamentos (BRUINDERINK; HAZEBROEK, 2002).

A rodovia BR-230, na qual se realizou este estudo, também conhecida como Rodovia Transamazônica, foi inaugurada em 1972 e se estende por 4260 km, do município de Cabedelo, na Paraíba, até o município de Lábrea, no Amazonas. Nos cerca de 30 km iniciais, entre Cabedelo e João Pessoa, há três unidades de conservação (UCs) (Parque Natural Municipal de Cabedelo, Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo e Jardim Botânico Benjamin Maranhão), três Áreas de Preservação Permanente (APPs) (Nascente do rio Jaguaribe e dois trechos de mata

ciliar em que o rio Jaguaribe corta a rodovia BR-230). Este trecho é urbano e, por ser próximo a UCs que abrigam fauna silvestre, é uma região propícia a atropelamentos de animais silvestres. O nosso estudo considerou uma dessas UCs: a Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo (FLONARest). Esta UC foi criada pelo Decreto Presidencial S/N de 2 de junho de 2004 (Anexo 2). Está localizada na planície costeira da Paraíba e apresenta fitofisionomia de Restinga, além de ecossistema de Manguezal, abrigando os respectivos grupos faunísticos (ICMBIO, 2016).

A BR-230 é fonte de vários problemas para a conservação ambiental e para a gestão da FLONARest, uma vez que margeia todo o seu limite leste. Dentre esses problemas, podemos citar deposição de lixo, poluição atmosférica e sonora, proveniente dos gases liberados pelos motores à combustão e a circulação dos veículos, e atropelamento da fauna (ICMBIO, 2016).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou monitorar e avaliar os vertebrados silvestres atropelados, identificando os mais expostos a colisões com veículos automotivos, dando subsídios às decisões para a adoção de medidas mitigadoras de redução dos atropelamentos e dos seus impactos na fauna em rodovias em geral e, especialmente, no trecho da BR-230 limítrofe à face leste da FLONARest.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mata Atlântica

As Florestas Tropicais abrangem aproximadamente 18 milhões de km², correspondendo a cerca de 40% da área florestal remanescente do planeta (KEENAN et al., 2015). No Brasil, as florestas tropicais, nas suas diversas fisionomias, desenvolvem-se nos Biomas Caatinga, Amazônico e Mata Atlântica. Todos são ricos em diversidade, porém sua flora e fauna encontram-se ameaçadas pelas atividades humanas, colocando plantas e animais em risco de extinção, notadamente as suas espécies endêmicas (BOSA et al., 2015), cuja restauração poderia levar centenas de anos (RIBEIRO et al., 2009).

A Mata Atlântica é uma formação florestal que se estendia continuamente do norte ao sul da costa brasileira, sendo considerada uma das florestas tropicais úmidas mais ricas em biodiversidade do mundo, com elevado grau de endemismo e classificada como um 'hotspot' biológico. Porém, o mau uso de seus recursos naturais intensificou a sua degradação (LAGOS; MULLER, 2007), resultando em milhões de hectares transformados em lavouras, pastagens, áreas queimadas criminosamente, estradas e centros urbanos, fragmentando-a e reduzindo a sua área florestada a entre 7 e 11% da cobertura original (RIBEIRO et al., 2009; VARJABEDIAN, 2010). Segundo Tabarelli et al. (2005), a Mata Atlântica vem sofrendo com a extinção de espécies da fauna e da flora, principalmente nos habitats de vales, que são os primeiros a sofrerem a ação antrópica por serem propícios ao plantio de espécies agrícolas (GRILO, 2005).

A Mata Atlântica nordestina caracteriza-se como um dos setores desse bioma com o maior grau de degradação e abriga muitas espécies de animais e de plantas em extinção. Remanescentes de Mata Atlântica estão presentes em todos os estados do Nordeste e, do ponto de vista fitofisionômico, abrigam formações pioneiras, porções de floresta ombrófila densa e aberta, floresta estacional semidecidual e decidual (TABARELLI; MELO; LIRA, 2006).

2.2 As atividades humanas e a perda da biodiversidade

A perda de biodiversidade é uma preocupação mundial e o ponto central dos estudos que definem prioridades globais de conservação (MYERS et al., 2000; ORME et al., 2005; BROOKS et al., 2006). A perda e a alteração de habitats devido a pressões antrópicas são os principais fatores da erosão da biodiversidade.

Os países tropicais e subtropicais contêm a maior parte da biodiversidade do mundo e são ricos em outros recursos naturais, particularmente petróleo, gás e minerais raros. Suas economias em rápida expansão muitas vezes agravam o atrito entre as áreas selvagens, que protegem a fauna e a flora, e a infraestrutura básica, que apoia grandes projetos de desenvolvimento e o bem-estar econômico das pessoas (CARO et al., 2014). Assim, grande parte da biodiversidade desses ecossistemas, especialmente os das florestas tropicais, está se perdendo antes de seu inteiro conhecimento.

Neste cenário, o Brasil se destaca ao mesmo tempo em diversidade e em destruição acelerada (BORÉM; OLIVEIRA FILHO, 2002). A implantação de Unidades de Conservação nas áreas remanescentes de cobertura vegetal nativa não tem sido eficiente na proteção e recuperação desses ecossistemas. Silva e Andrade (2005) consideram necessária a implantação de projetos de manejo nessas áreas com a participação da sociedade, e não apenas do poder público, para a efetiva conservação ambiental (SILVA; ANDRADE, 2005).

2.3 Impactos ambientais de rodovias sobre a fauna

Como resultado das atividades humanas, a biodiversidade está sendo perdida rapidamente, especialmente pelo desenvolvimento de infraestruturas terrestres (LÓPEZ; ALKEMADE; VERWEIJ, 2010), incluindo as de transporte, as quais são diretamente responsáveis pela morte de incontáveis animais vertebrados e invertebrados em diversas regiões do planeta (BAXTER-GILBERT et al., 2015; BORDA-DE-ÁGUA et al., 2017). De acordo com Cherem et al. (2007), a segunda maior causa de perda de biodiversidade corresponde aos atropelamentos de animais, ficando atrás apenas da redução de ambientes naturais.

Sabe-se que a mortalidade de animais em estradas e rodovias pode diminuir diretamente a abundância populacional, o fluxo genético e a diversidade da fauna

(JACKSON; FAHRIG, 2011). Além disso, com a expansão da infraestrutura, espera-se que as estradas se tornem ainda mais comuns em áreas selvagens e protegidas em países tropicais, com consequências adversas para a biodiversidade (CARO et al., 2014; LAURANCE et al., 2015).

Às vezes, essas consequências adversas não são detectadas ou são maiores do que o previsto pelos estudos de impactos ambientais (LAURANCE et al., 2015). Há informações de que as rodovias podem causar isolamento e fragmentação nesses ambientes, forçando os animais a cruzá-las, aumentando a probabilidade de colisão entre automóveis e animais (TROMBULAK; FRISSELL, 2000).

As colisões com veículos representam uma parcela importante da perda da biodiversidade, podendo gerar declínios na população de espécies silvestres onde quer que estradas sejam construídas (TUMELEIRO et al., 2006; TURCI; BERNARDE, 2009; HARTMANN et al., 2011; CUNHA et al., 2015). Assim, o atropelamento de animais nas estradas é um problema de conservação global e, para executar um programa efetivo de medidas de mitigação, é essencial determinar padrões espaciais e temporais de colisões de tráfego (GARRIDA et al., 2017). Estes padrões podem ser determinados por inventário de animais silvestres atropelados, constituindo uma ferramenta básica para avaliar, ainda que subestimadas, as taxas de mortalidade em populações afetadas por projetos rodoviários (DELGADO et al., 2019). Segundo Delgado et al. (2019), uma das razões de subestimação é o método utilizado no inventário, pois os que se baseiam na localização dos animais atropelados do interior de veículos em movimento tendem a subestimar o número de atropelamentos. Em contraste, os que registram os animais atropelados durante caminhadas ao longo da rodovia, apesar de exigir mais esforço e tempo, tendem a ser mais confiáveis.

A infraestrutura em áreas naturais está se expandindo rapidamente em todo o mundo. Consequentemente, estradas, linhas de transmissão e parques eólicos causam milhares de mortes de animais de vários grupos faunísticos (BARRIENTOS et al., 2018).

Para Rytwinski; Fahrig (2012), esforços para mitigar os efeitos de estradas são comuns em novos projetos de construção de rodovias. Estes esforços se direcionam principalmente para facilitar a locomoção dos animais entre os fragmentos florestais e diminuir os atropelamentos das espécies mais afetadas por rodovias, o que pode

ser obtido, no caso dos animais terrestres, pela construção de túneis ou passarelas sob ou sobre as rodovias, respectivamente.

No Brasil, são escassas as pesquisas sobre os impactos das rodovias relacionados à mortalidade por atropelamento e à conservação ambiental. No entanto, estudos têm mostrado uma forte relação entre a intensidade do tráfego de veículos e o atropelamento de animais silvestres (CÁCERES et al., 2012).

Nos últimos anos, o governo brasileiro tem feito investimentos na pavimentação, manutenção e duplicação de estradas, impactando grandes extensões de ecossistemas remanescentes. É importante avaliar como mitigar dois importantes impactos das estradas: mortalidade por atropelamento e isolamento das populações (TEIXEIRA et al., 2016).

A implantação e a operação de rodovias implicam danos ambientais de várias ordens. Dentre os impactos negativos, podem ser citados a alteração dos cursos d'água, a supressão da vegetação nativa, o atropelamento de animais, os acidentes com cargas perigosas com contaminação de rios e lagos, a facilitação das atividades de madeireiras e de desmatamento, dentre outros. A infraestrutura de transporte pode, também, impor barreiras significativas à maioria dos animais terrestres e isolar as populações, o que, por sua vez, pode ter efeitos demográficos, de endogamia e de aumento da diferenciação genética entre populações vizinhas (KARLSON; SEILER; MÖRTBERG, 2017). Porém, as estradas beneficiam as pessoas, ao possibilitarem a instalação de indústrias e fábricas, a expansão da fronteira agrícola e da produção de alimentos e o deslocamento rápido de pessoas e de mercadorias (REZENDE; COELHO, 2015).

A identificação e a quantificação da fauna morta nas estradas são exigidas pelos órgãos ambientais de diferentes países e/ou estados, a fim de avaliar o impacto das rodovias na biodiversidade. Porém, a confiabilidade das estimativas do impacto das rodovias sobre a fauna silvestre é frequentemente comprometida por limitações de tempo e recursos financeiros (BAGER; ROSA, 2011).

REFERÊNCIAS

- ALVES, A.R; RIBEIRO, I.B; SOUSA, J.R.L; BARROS, S.S; SOUSA, P.S. **Análise da Estrutura vegetacional em uma área de Caatinga no município de Bom Jesus, Piauí.** Revista Caatinga, v.26, n.4, p.99-106, 2013.
- BAGER, A.; ROSA, C. A.; **Influence of Sampling Effort on the Estimated Richness of Road-Killed Vertebrate Wildlife.** Environmental Management, v.47, p.851–858, 2011.
- BARRIENTOS, R.; MARTINS, R. C.; ASCENSÃO, F.; D'AMICO, M.; MOREIRA, F.; ÁGUA, B. L. **A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies.** Biological Conservation, v.222, p.146-153, 2018.
- BAXTER-GILBERT, J.H., RILEY, J.L., NEUFELD, C.J.H., LITZGUS, J.D., LESBARRÈRES, D. **Road mortality potentially responsible for billions of pollinating insect deaths annually.** J. Insect Conserv, v.19, p.1029–1035, 2015.
- BROOKS, T.M., MITTERMEIER, R.A., FONSECA, G.A.B., GERLACH, J., HOFFMANN, M., LAMOREUX, J.F., MITTERMEIER, C.G., PILGRIM, J.D., RODRIGUES, A.S.L. **Global biodiversity conservation priorities.** Science, v.313, p.58–61, 2006.
- BORDA-DE-ÁGUA, L., BARRIENTOS, R., BEJA, P., PEREIRA, H.M. **Railway Ecology,** p.3-9, 2017.
- BORÉM, R. A. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T. **Fitossociologia do estrato arbóreo em uma topossequência alterada de Mata Atlântica, no município de Silva Jardim-RJ, Brasil.** Revista Árvore, v.26, n.6, p.727-742, 2002.
- BOSA, D. M., PACHECO, D., PASETTO, M. R., SANTOS, R. **Florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta ombrófila densa montana em Santa Catarina, Brasil.** Revista Árvore, v.39, n.1, p.49-58, 2015.
- BRUINDERINK, G.W.T.A.; HAZEBROEK, E. **Ungulate traffic collisions in Europe, Conservation Biology.** v.10; n.1, p.1059-1067, 1996.
- CÁCERES, N. C.; CASELLA, J.; GOULART, C.S. **Variação Espacial e Sazonal de Atropelamentos de Mamíferos no Bioma Cerrado, Rodovia BR 262, Sudoeste no Brasil.** Mastozoologia Neotropical, v.19, n.1, p.21-33, 2012.
- CARO, T., DOBSON, A., MARSHALL, A.J., PERES, C.A. **Compromise solutions between conservation and road building in the tropics.** Current Biology, v.24, n.16, p.R722–R725, 2014.
- CHEREM, J. J.; KAMMERS, M.; GHIZONI-JR., I. R.; MARTINS, A. **Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil.** Biotemas, v.20, n.2, p.81- 86, 2007.

CUNHA, G.G.; HARTMANN, M.T.; HARTMANN, P.A. **Atropelamentos de vertebrados em uma área de Pampa no sul do Brasil**. *Ambiência*, v.11, n.2, p.307- 320, 2015.

DELGADO, J. D.; HUMIA, J. D.; PEREIRAS, A. R.; ROSAL, A.; PALENZUELA, M. D. V.; MORELLI, F.; HERNÁNDEZ, N. L. A.; SÁNCHEZ, J. R. **The spatial distribution of animal casualties within a road corridor: Implications for roadkill monitoring in the southern Iberian rangelands**. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v.67, p.119-130, 2019.

FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. **Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review**. *Ecology and Society*, v.14, n.1. p.21, 2009.

FORMAN, R. T. T. et al. **Road ecology: science and solutions**. Washington: Island. 2003. 481p.

FU, W. et al. **Characterizing the “fragmentation–barrier” effect of road networks on landscape connectivity: A case study in Xishuangbanna, Southwest China**. *Landscape and Urban Planning*, v.95, n.3, p.122-129. 2010.

GRILLO, A. S. **As implicações da fragmentação e da perda de habitats sobre a assembléia de árvores na floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 185p. 2005.

HARTMANN, P. A.; HARTMANN, M. T.; MARTINS, M. **Snake road mortality in a protected area in the Atlantic forest of southeastern Brazil**. *South American Journal of Herpetology*, v.6, p.35-42, 2011.

ICMBIO. **Plano de Manejo da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo**. Brasília. DF. 200p. 2016.

JACKSON, N.D.; FAHRIG, L. **Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity**. *Biology Conserv*, v.144, p.3143–3148, 2011.

KARLSON, M.; SEILER, A.; MÖRTBERG, U. **The effect of fauna passages and landscape characteristics on barrier mitigation success**. *Ecological Engineering*, v.105, p.211-220, 2017.

KEENAN, J.R.; REAMS, G.A.; ACHARD, F.; FREITAS, J.V.; GRAINGER, A.; LINDQUIST, E. **Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015**. *Forest Ecology and Management*, v.352, p.9–20, 2015.

LAGOS, A. R; MULLER, B. L. A. **Hotspot brasileiro: Mata Atlântica**. *Saúde e Ambiente em Revista*, v.2, n.2, p.35-45, 2007.

LAURANCE, W.F., PELETIER-JELLEMA, A., GEENEN, B., KOSTER, H., VERWEIJ, P., VAN DIJCK, P., LOVEJOY, T.E., SCHLEICHER, J., VAN KUIJK, M. **Reducing the global environmental impacts of rapid infrastructure expansion**. *Current Biology*, v.25, n.8, p.R259–R262, 2015.

- LAURANCE, W. F. et al. **Impacts of roads, hunting, and habitat alteration on nocturnal mammals in african rainforests**. *Conservation Biology*, v.22, n.1, p.721-732, 2008.
- LAURANCE, W.F. **Conservation and the global infrastructure tsunami: disclose, debate, delay!**. *Trends in Ecology & Evolution*, v.33, n.8, p.568–571, 2018.
- LEWINSOHN, T.L.; PRADO, P.I. **Biodiversidade brasileira, síntese do estado atual do conhecimento**. Editora Contexto. 2002. 176p.
- LÓPEZ, A. B.; ALKEMADE, R.; VERWEIJ, P. A. **The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis**. *Biological Conservation*, v.143, n.6, p.1307-1316, 2010.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A.B., KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature*, v.403, p.853–858, 2000.
- MITTERMEIER, R. A.; ROBLES GIL, P.; DE MITTERMEIER, C. G.; PILGRIM, J. **Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. Mexico: CEMEX**; Monterrey: Mexico City and Agrupacion Sierra Madre, 1997. 501p.
- ORME, C.D.L., DAVIES, R.G., BURGESS, M., EIGENBROD, F., PICKUP, N., OLSON, V.A., WEBSTER, A.J., DING, T., RASMUSSEN, P.C., RIDGELY, R.S., STATTERSFIELD, A.J., BENNETT, P.M., BLACKBURN, T.M., GASTON, K.J., OWENS, I.P.F. **Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat**. *Nature*, v.436, p.1016–1019, 2005.
- PANAZZOLO, A.P et al. **Gestão ambiental na construção de rodovias - O caso da BR-448 - Rodovia do Parque**. 3º Congresso Internacional de Tecnologias Para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves, RS.
- PIANKA, E. R., **Competition and niche theory Theoretical Ecology**. Kansas State University, p.167–196. 1981.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora Planta, 2001. 328p.
- REZENDE, E. N.; COELHO, H. A. **Impactos ambientais decorrentes da construção de estradas e suas consequências na responsabilidade civil**. *RVMD*, v.9, n.2, p.155-180, 2015.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation**. *Biological Conservation*, v.142, n.6, p.1141–1153, 2009.
- RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. **Do species life history traits explain population responses to roads? A meta-analysis**. *Biological Conservation*, v.147, n.1, p.87 – 98, 2012.

SILVA, A. J. R.; ANDRADE, L. H. C. **Etnobotânica nordestina: estudo comparativo da relação entre comunidades e vegetação na Zona do Litoral - Mata do Estado de Pernambuco, Brasil.** Acta Bot. Bras, v.19, n.1, p.45-60, 2005.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M.; BEDÊ, L. **Challenges and Opportunities for Biodiversity Conservation in the Brazilian Atlantic Forest.** Conservation Biology, v.19, p.695-700, 2005.

TABARELLI, M.; MELO, M. D. V. C.; LIRA, O. C. 2006. **A Mata Atlântica do Nordeste. Mata Atlântica: uma rede pela floresta.** São Paulo, Athalaia Gráfica e Editora Ltda., p.149-164.

TEIXEIRA, F. Z.; COELHO, I. P.; LAUXEN, M.; ESPERANDIO, I. B.; HARTZ, S. M.; KINDEL, A. **The need to improve and integrate science and environmental licensing to mitigate wildlife mortality on roads in Brazil.** Tropical Conservation Science, v.9, n.1, p.34-42, 2016.

TROMBULAK, S.C.; FRISSELL, C.A. **Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities.** Conservation Biology, v.14, n.1, p.18-30, 2000.

TUMELEIRO, L.K.; KOENEMANN, J.G.; ÁVILA, M.C.N.; PANDOLFO, F.; OLIVEIRA, E.V. **Notas sobre mamíferos da região de Uruguaiana: estudo de indivíduos atropelados com informações sobre a dieta e conservação.** Biodiversidade Pampeana, v.4, p.38-41, 2006.

TURCI, L.C.B.; BERNARDE, P.S. **Vertebrados atropelados na Rodovia Estadual 383 em Rondônia, Brasil.** Biotemas, v.22, n.1, p.121-127, 2009.

CAPÍTULO I

**ATROPELAMENTO DE VERTEBRADOS SILVESTRES NO TRECHO DA BR-230,
EM FRENTE À FLORESTA NACIONAL DA RESTINGA DE CABEDELLO,
PARAÍBA, BRASIL**

HENRIQUES, Ikallo George Nunes. **Atropelamento de vertebrados silvestres no trecho da BR-230, em frente à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil.** 2019. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos - PB. 2019.

RESUMO

Este estudo avaliou o atropelamento de vertebrados silvestres em um trecho urbano da BR-230, em Cabedelo-PB, Brasil, situada na lateral leste da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo (FLONARest), e propôs medidas mitigadoras dos impactos desta rodovia sobre a fauna. A coleta mensal (5 dias consecutivos) de dados por caminhamento considerou as faixas de rodagem e acostamentos da rodovia nos dois sentidos de tráfego, defronte à FLONARest, além de trechos adicionais de rodovia de cerca de 0,5 km ao Sul e ao Norte desta FLONA, totalizando 1,94 km de rodovia. Os animais atropelados foram resgatados, registrados e identificados e tiveram o local de seu atropelamento georreferenciado. Foram registrados 76 vertebrados silvestres atropelados, de 13 Ordens, 27 Famílias e 35 Espécies, sendo 30 mamíferos, 21 anfíbios, 16 répteis e 9 aves; 25 eram insetívoros, 16 carnívoros, 15 onívoros e 3 frugívoros. A espécie que apresentou maior número de exemplares atropelados foi a *Lepidodactylus chaquensis* (9 exemplares), seguida por *Didelphis marsupialis* (7 exemplares), *Scinax x-signatus* (4 exemplares), *Monodelphis domestica*, *Rhinella jimi* e *Tamandua tetradactyla* (3 espécimes cada). Sugere-se a construção de cerca apropriada para a contenção de animais silvestres nos limites internos da FLONARest e placas de alerta de redução de velocidade e de presença de animais selvagens. Após a implantação dessas medidas, recomenda-se novo levantamento no trecho considerado para avaliar a sua eficácia na redução dos atropelamentos, bem como para indicar a necessidade de novas ações, incluindo programas educativos, especialmente para os condutores de veículos.

Palavras-chave: Atropelamento da fauna. Mata Atlântica. Rodovias.

HENRIQUES, Ikallo George Nunes. **Trampling of wild vertebrates in the BR-230 highway section in front of the Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil.** 2019. Master's Dissertation in Forest Science. CSTR / UFCG Patos - PB. 2019.

ABSTRACT

This study evaluated the trampling of wild vertebrates on an urban section of BR-230 highway, Cabedelo-PB, Brazil, located in the eastern side of the Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo (FLONARest), and proposed measures to mitigate the impacts of the highway on the fauna. The monthly (5 consecutive days) data collection (walking) considered the highway lanes and shoulders in both traffic directions along BR-230 section in front of FLONARest, as well as additional highway sections of approximately 0.5 km to the South and North of this national forest, totaling 1.94 km of highway. The trampled animals were recovered, registered and identified, and the trampling point was georeferenced. Seventy-six wild vertebrates were reported dead by trampling, and classified in 13 Orders, 27 Families and 35 species; 30 specimens were mammals, 21 amphibians, 16 reptiles, and 9 birds; 25 were insectivorous, 16 carnivorous, 15 omnivorous and 3 frugivorous, *Lepidodactylus chaquensis* (9 individuals), *Didelphis marsupialis* (7 individuals), *Scinax x-signatus* (4 individuals), *Monodelphis domestica*, *Rhinella jimi* and *Tamandua tetradactyla* (3 each species) showed to be the wild vertebrates more susceptible to trampling. We suggest the construction of appropriate fence for containment of wild animals inside the limits of FLONARest and the use of alerting signs of speed reduction and presence of wild animals. After the implementation of these measures, a new survey in the studied section should be carried out to evaluate their effectiveness in trampling reduction, as well as to indicate the need for new measures, including educative efforts especially for car drivers.

Keywords: Trampling of fauna. Atlantic Forest. Highways.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica (2010), o Bioma Mata Atlântica é considerado um *hotspot* de biodiversidade e tensão ecológica por possuir mais de 60% das suas aves, mamíferos, anfíbios e répteis ameaçados de extinção.

Esta ameaça está relacionada a diversos fatores, dentre eles, a remoção da vegetação, fragmentação das formações vegetais, alteração no padrão de drenagem e a construção de infraestrutura, incluindo as estradas. A ação destes fatores resulta na conversão dos ecossistemas naturais em ambientes antropizados e ecologicamente menos diversificados (BRANDON et al., 2005) e na fragmentação ou eliminação de habitats, o que constitui um enorme desafio para a biologia da conservação (NAMBA et al., 1999; SANTOS; CAVALCANTI, 2004).

Especificamente, a construção de estradas provoca a remoção da cobertura vegetal original e altera as condições biológicas na área em que se localiza e nas suas imediações (RODRIGUES et al., 2002; ROSA, 2004). Neste sentido, as estradas apresentam alto poder de degradação de habitats, removendo a cobertura vegetal original, gerando efeito de borda e alterando a função e a estrutura da paisagem (FERREIRA et al., 2004). Apesar de pouco considerado nos estudos de impactos ambientais relacionados à construção de estradas, o atropelamento de vertebrados silvestres pode afetar seriamente a fauna, pois as estradas constituem uma barreira artificial que pode dificultar em variados graus o deslocamento característico de cada espécie e expor os animais ao risco de atropelamento ao tentarem transpô-las, elevando significativamente o índice de mortalidade (VIEIRA, 1996; PEÑA; DRUMOND, 1999; KERLEY et al., 2002; SOUSA et al., 2002; BAGER, 2004; DIAS et al., 2004; SALVI, 2004; FAHRIG, 2009; COLCHERO et al., 2011).

Nos países europeus, estudos revelam que as rodovias são a causa principal na redução das populações da fauna silvestre (e.g.: SORENSEN, 1995). No Brasil, estes estudos vêm sendo incentivados em áreas de preservação natural e permanente (FARIA; MORENI, 2000; RODRIGUES et al., 2002; OLIVEIRA, 2006). Lima e Obara (2004) constataram grande incidência de animais mortos na BR-277, às margens do Parque Nacional do Iguaçu, devido ao deslocamento de animais entre os fragmentos e à atração de animais para as imediações da rodovia devido à disponibilidade de alimentos representados pelo lixo jogado pelos passageiros e motoristas dos veículos, pelas espécies produtoras de forragem, frutos ou sementes

que se estabelecem às margens da rodovia e pelas carcaças de animais atropelados.

Considera-se que as estradas podem contribuir para a extinção de espécies em razão dos milhões de animais silvestres atropelados, fato pouco considerado em estudos científicos ou de impactos ambientais. O Ministério do Desenvolvimento Agrário estima que, aproximadamente, 15 animais vertebrados são atropelados nas estradas e rodovias brasileiras a cada segundo (PORTAL CEBB, 2016). Isto significa impressionantes 1,3 milhão e 473 milhões de vertebrados silvestres mortos por atropelamento, respectivamente, diária e anualmente em rodovias do Brasil.

Certamente, a BR-230 contribui para essa estatística. Esta rodovia, também conhecida como Rodovia Transamazônica, foi inaugurada em 1972 e afeta diversos biomas e respectivas flora e fauna ao longo dos seus 4260 km entre Cabedelo-PB e Lábrea-AM.

Os cerca de 30 km iniciais desta rodovia, entre Cabedelo e Bayeux, na Paraíba, encontram-se submetidos a obras de engenharia de melhoramento pelo DNIT para adequação da sua capacidade de tráfego e de segurança viária. Este trecho margeia três Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e três unidades de conservação (UCs), uma das quais é a FLONARest.

A FLONARest criada pelo decreto presidencial s/n, de 2 de junho de 2004 (Anexo 2), localiza-se na planície costeira que abriga um dos últimos fragmentos de Mata Atlântica em restinga na Paraíba, além de incluir ecossistema de manguezal na sua face Oeste, comportando diversos grupos faunísticos próprios desses ambientes. A face leste da FLONARest se estende por 0,96 km ao longo da BR-230, sendo afetada diretamente por esta rodovia, enquanto as demais laterais e o seu interior recebem os efeitos indiretos dessa rodovia de alto fluxo de veículos automotivos, tais como poluição de ar e sonora, além dos efeitos deletérios diretos das comunidades presentes no seu entorno.

O presente estudo identificou os vertebrados silvestres mortos por atropelamentos no trecho da BR-230 que margeia a lateral leste da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Cabedelo-PB, Brasil, através de 12 coletas mensais de 5 dias consecutivos, e sugeriu medidas mitigadoras para reduzir os índices de atropelamentos de vertebrados silvestres naquele trecho de rodovia.

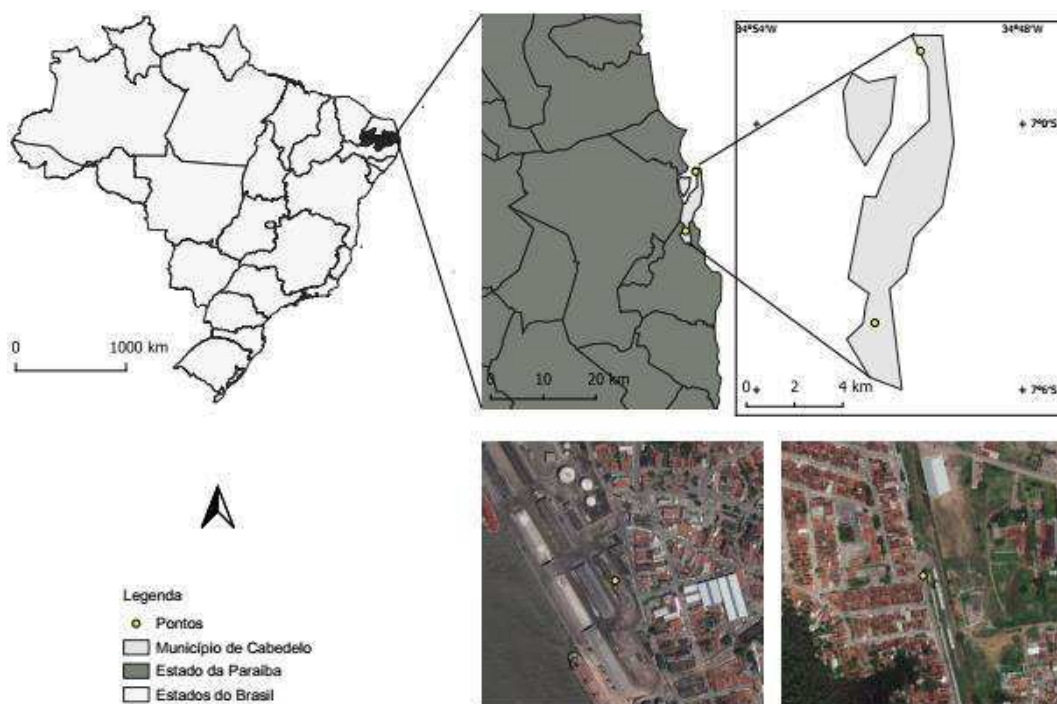
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Cabedelo-PB, Brasil, localizado entre as coordenadas geográficas 06°58'21" e 07°04'29" S e 34°50'18" e 34°51'20" W (Figura 1), abriga a antiga Mata do Amém e atual Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo (FLONARest), uma Unidade de Conservação (UC) de uso sustentável nos termos da Lei nº 9.985, de 2000. Esta UC tem como objetivos básicos o uso dos recursos florestais e as pesquisas científicas, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas (Brasil, 2011).

A FLONARest possui área total aproximada de 103 ha (Anexo 2), distribuídos em terreno plano com altitude mínima e máxima de 0,6 e 8,0 m, respectivamente, recoberta com áreas de mangue e um dos poucos fragmentos paraibanos de Mata Atlântica em área de restinga (ICMBIO, 2009), associada ao clima classificado como *Am* (tropical chuvoso), com ocorrência de verão seco e temperaturas altas durante todo o ano (KÖPPEN, 1996; VICENTE et al., 2014).

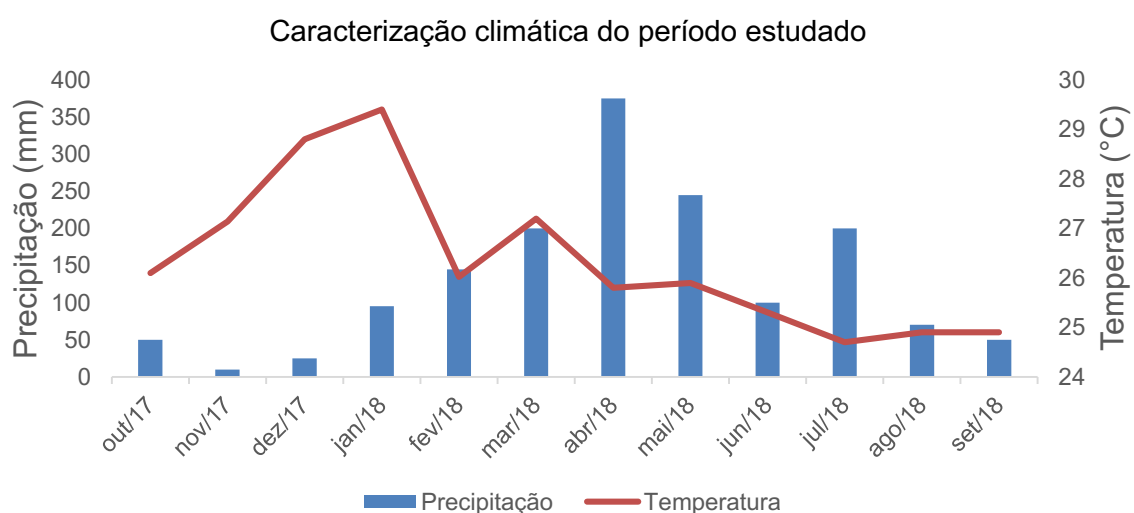
Figura 1 – Localização da área de estudo no município de Cabedelo, Paraíba, Brasil, e os pontos de início e fim da obra de melhoramento na BR-230 pelo DNIT



Fonte: Henriques (2019).

De acordo com o banco de dados do INMET, a precipitação mensal entre outubro de 2017 e setembro de 2018 variou de 10 mm a 375 mm, e a temperatura média mensal variou de 24,7 a 29,4°C (Figura 2). O mês com maior precipitação foi abril de 2018, e o com menor precipitação foi novembro de 2017. O mês com maior temperatura média foi janeiro de 2018, e o com menor temperatura média foi julho de 2018.

Figura 2 – Valores da precipitação mensal acumulada e da temperatura mensal média entre outubro 2017 e setembro de 2018 em Cabedelo, Paraíba, Brasil



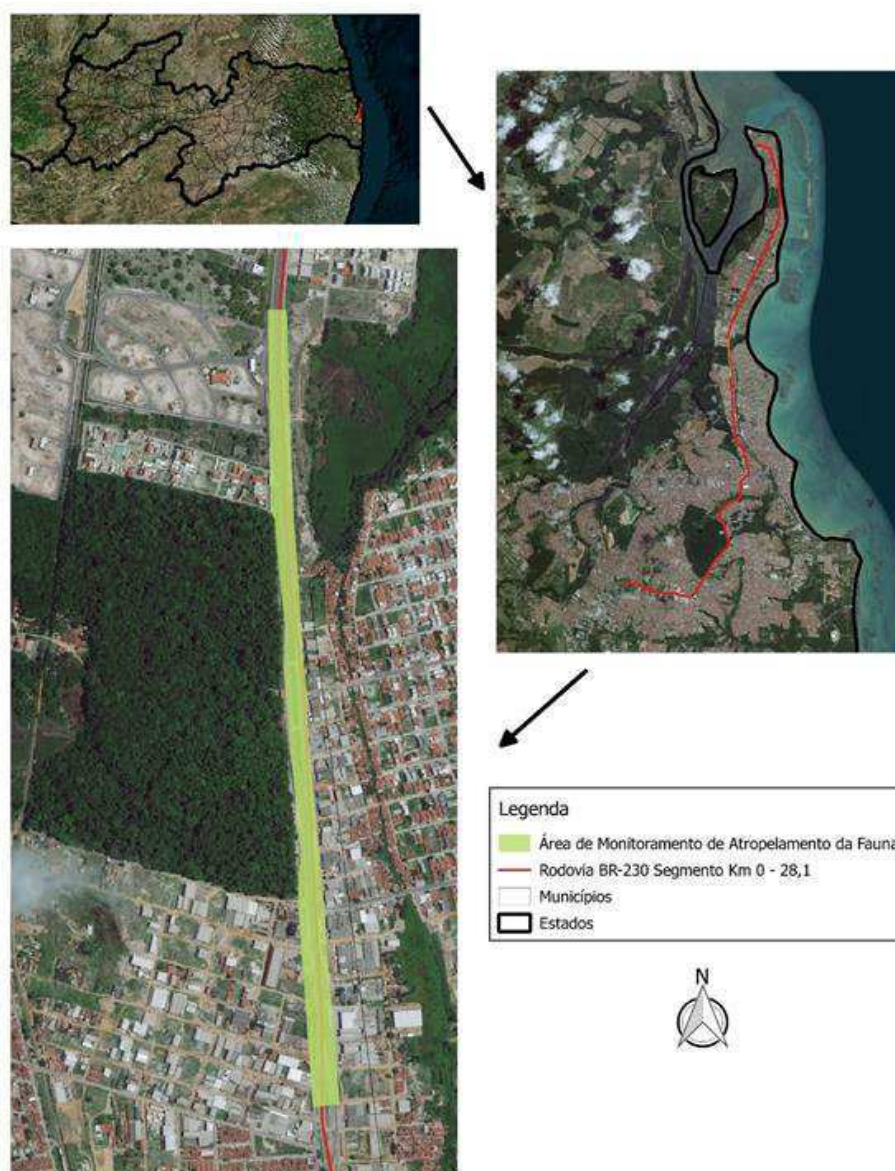
Fonte: INMET (2019).

Os vertebrados silvestres mortos por atropelamento considerados neste estudo corresponderam àqueles cujas carcaças foram encontradas e recolhidas do canteiro central, das faixas de rodagem e dos acostamentos dos dois sentidos do trecho de 0,94 km da BR-230/PB imediatamente em frente à FLONARest, além dos cerca de 0,50 km antes e 0,50 km depois da FLONARest, totalizando 1,94 km. Este trecho apresenta uma barreira de concreto New Jersey separando as duas faixas de rodagem de um sentido de tráfego das duas faixas de rodagem com tráfego em sentido contrário. O trecho percorrido teve início no km 10+400m, próximo à estaca 520, findando no km 12+340m, próximo à estaca 617.

Há aglomerados urbanos nas duas laterais adjacentes à face leste da FLONARest e em frente e no lado oposto da BR-230, que representam uma forte pressão antrópica à fauna e à flora, enquanto a face Oeste limita-se com o Rio Paraíba (Figura 3). Nota-se, ao Norte da FLONARest, no lado oposto da rodovia, um

fragmento florestal o qual, apesar de degradado, pode representar fator de indução para que a fauna cruze a rodovia quando dos deslocamentos entre os fragmentos.

Figura 3 – Identificação do trecho de 1,94 km da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil, em que foram coletados dados de atropelamento e morte de vertebrados silvestres em um ano de monitoramento



Fonte: Henriques (2019).

2.2 Levantamento e coleta dos dados

O monitoramento de atropelamento de fauna ocorreu em 12 meses consecutivos, entre outubro de 2017 e setembro de 2018. Os dados coletados se

referiram aos vertebrados silvestres encontrados mortos por atropelamento em caminhadas (deslocamentos a pé) realizadas ao longo dos 1,94 km da rodovia considerados neste estudo, em cinco dias consecutivos da primeira semana de cada mês, considerando as faixas de rodagem dos dois sentidos, acostamentos e canteiro central. O levantamento foi realizado por três pessoas, seguindo sempre no sentido contrário ao tráfego dos carros, sendo que uma pessoa visualizava o canteiro central, e as outras duas visualizavam faixas diferentes da pista, mas sempre percorrendo o mesmo sentido da pista. O levantamento iniciava-se às 05h00min da manhã aproveitando o fluxo reduzido de veículos na rodovia. Assim, considerando os 12 meses e os cinco dias de cada mês em que se realizaram os caminhamentos, foram registrados, a rigor, os animais atropelados em 60 ou mais dias neste trecho da rodovia.

Sempre que detectada uma carcaça, a mesma foi resgatada e devidamente registrada digitalmente em máquina fotográfica Sony Cyber-shot 20.1 megapixels e no “Formulário para Registro de Atropelamentos para Espécimes da Fauna” disponível na INSTRUÇÃO NORMATIVA do IBAMA N°13, de 19 de julho de 2013 (Anexo 1). Após a coleta dos dados, as carcaças foram pintadas de vermelho e abandonadas na faixa de domínio da rodovia, de modo a prevenir o registro da mesma carcaça em mais de um mês.

A classificação taxonômica das carcaças, quando não foi possível a sua pronta identificação no campo, foi obtida por especialistas através dos registros fotográficos e de consulta à literatura especializada.

Após a identificação dos exemplares atropelados, características ecológicas de cada espécie, tais como hábito alimentar, habitat e distribuição geográfica, foram determinadas baseando-se em dados de literatura, enquanto o grau de preservação na natureza foi determinado tendo como base a IUCN (RED LIST, 2017) e IBAMA (2014).

2.3 Análise dos dados

A riqueza acumulada de espécies na área de estudo foi estimada através do método de Coleman (curva do coletor) (COLEMAN 1981), obtida com 100 curvas geradas por adição aleatória das amostras no programa *EstimateS* 8.0 (Cowell 2006). Este método avalia o quanto o inventário se aproxima da riqueza total da área

(COLWELL & CODDINGTON, 1994) em um ambiente específico, em função do esforço cumulativo gasto na busca (medido em unidades amostrais). Neste estudo, o método de Coleman (1981) ficou restrito à avaliação do quanto a amostragem se aproximou da riqueza total das espécies de vertebrados silvestres passíveis de atropelamento no trecho da BR 230, em frente e nas imediações da FLONARest, tendo como base os dados dos vertebrados silvestres atropelados registrados nas 12 coletas mensais sucessivas.

Foram realizadas correlações lineares utilizando o total de animais atropelados em cada coleta como variável resposta e a precipitação acumulada mensal como variável explicativa para verificar a relação entre a precipitação e a densidade de animais silvestres encontrados atropelados por km de rodovia (exemplar atropelado/km). Foram verificadas também as relações entre o número de animais atropelados mensalmente de cada grupo faunístico e a precipitação mensal para determinar se algum grupo faunístico se tornava mais susceptível ao atropelamento em função da precipitação. Estas correlações foram estimadas utilizando-se do programa EXCEL.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Relação dos animais atropelados

Nas 12 campanhas mensais de 5 dias consecutivos (totalizando 60 dias no ano considerando) de monitoramento, foram registrados 76 vertebrados silvestres atropelados. Deste total, 17 não puderam ser identificados até a espécie, devido ao estado deteriorado da carcaça, porém foi possível classificá-los nos grupos faunísticos, reconhecendo-os como espécies distintas com razoável grau de confiabilidade, porém denominando-as de espécies indeterminadas.

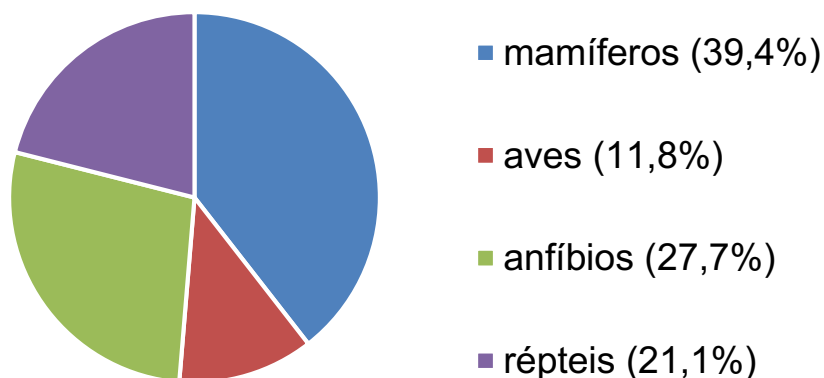
A densidade de vertebrados silvestres atropelados nos 5 dias de cada coleta mensal variou de 1,54 (outubro e novembro de 2017) a 6,18 exemplares/km (maio de 2018). Admitindo-se uma extrapolação linear dos cinco dias mensais para os 365 dias do ano, estes valores aumentam para, respectivamente, 218 e 875 vertebrados silvestres atropelados nos 1,94 km monitorados da BR-230. Considerando a condição urbana e a pequena extensão (1,94 km) deste trecho movimentado da BR-230, frontal à FLONArest, provavelmente a sua contribuição para o total estimado de 473 milhões de vertebrados atropelados anualmente nas estradas e rodovias brasileiras é desproporcional à sua extensão.

O grupo faunístico com o maior número de registros de atropelamentos foi o dos mamíferos, com 30 exemplares ou 39,4% do total dos vertebrados silvestres atropelados no período, seguido dos anfíbios (21 registros, 27,7% do total), répteis (16 registros, 21,1% do total) e aves (9 registros, 11,8% do total) (Figura 4).

Os mamíferos constituem o grupo com maior número de registro de atropelamentos em vários estudos de ecologia de estradas (MELO, 2007; ROSA, 2004; COSTA, 2011), evidenciando que são especialmente sensíveis ao impacto das rodovias. Répteis e anfíbios são menos encontrados em estudos de atropelamento de fauna, provavelmente sub-representados devido ao seu menor porte, especialmente se a coleta de dados for feita de dentro de um veículo em movimento, método muito adotado pela sua praticidade.

Figura 4 – Distribuição percentual de vertebrados silvestres atropelados por grupo faunístico, em um período de 12 meses de monitoramento de um trecho da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil

Total de animais atropelados por grupo faunístico

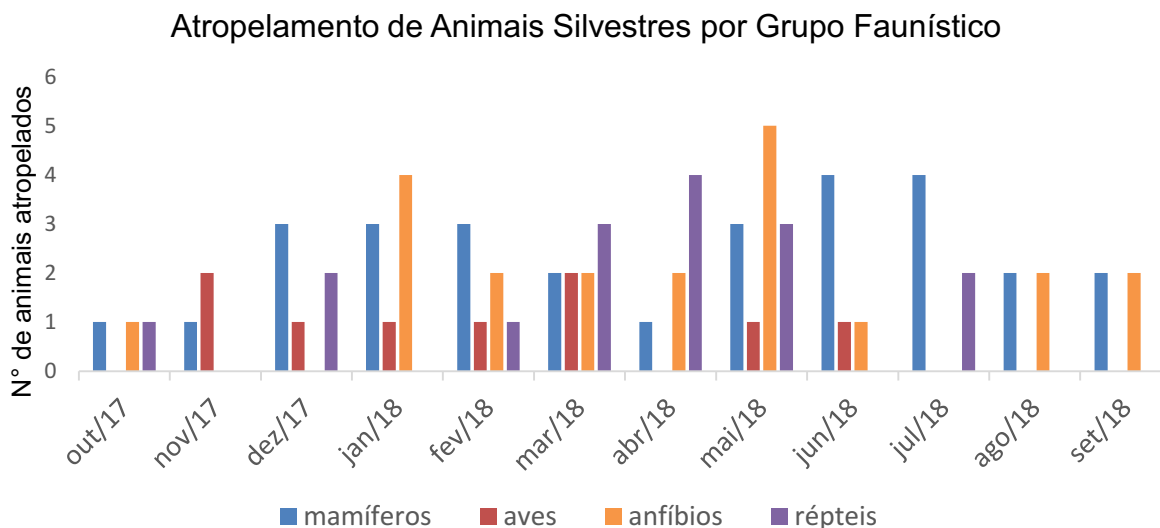


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A quantidade total de animais atropelados (76 animais) não foi afetada significativamente ($p < 5\%$) pela precipitação nem pela temperatura ambiente. Este resultado é até certo ponto inesperado, pois se espera que a precipitação e a temperatura do ar afetem as populações de vertebrados silvestres, em decorrência do balanço entre a mortalidade e o nascimento de novos indivíduos, migração, intensidade dos deslocamentos associados à época de reprodução e à disponibilidade de alimentos, dentre outras possibilidades.

Em número variado, foram observados mamíferos atropelados em todas as 12 coletas mensais de dados, aves em 10, e anfíbios e répteis em 8 (Figura 5), sem uma tendência temporal significativa que indicasse uma maior taxa de atropelamento ao longo do ano ou relacionada com a precipitação ou com a temperatura média mensal, exceto entre o número de atropelamentos de répteis e a precipitação mensal, como será detalhado adiante.

Figura 5 – Número de mamíferos, aves, anfíbios e répteis atropelados em 12 meses de monitoramento, em trecho de 1,94 km da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil



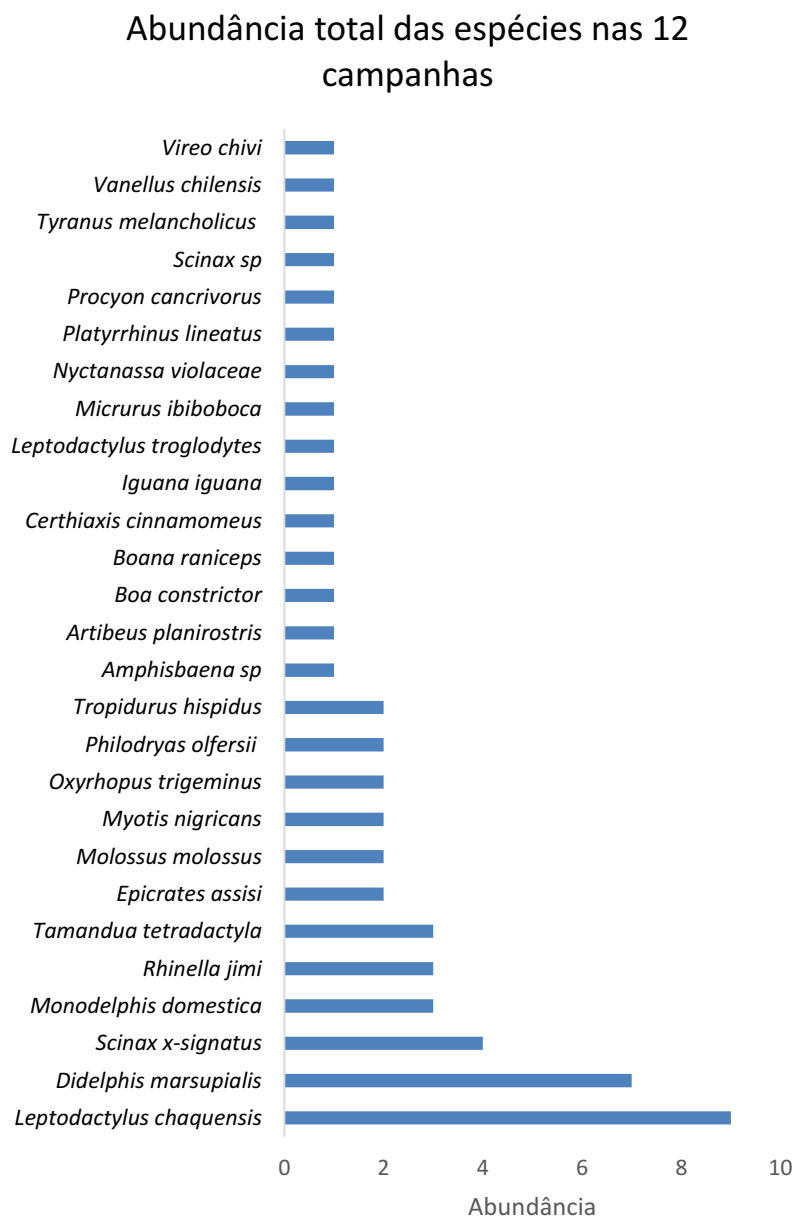
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A espécie com mais registros de atropelamento foi *Lepidodactylus chaquensis* (rã-caçote), com 8 registros, seguido de *Didelphis marsupialis* (timbu), com 7 registros, *Scinax x-signatus* (perereca), com 4 registros, e as demais com 3 ou menos registros (Figura 6).

Os vertebrados silvestres de hábito exclusivamente noturno corresponderam a 51% (n=39) do total de exemplares atropelados, representados por morcegos, gambás, cuícas, tamanduás-mirim, pererecas, sapos cururu e guaxinins. Os de hábito exclusivamente diurno corresponderam a 13% (n=10) do total de exemplares atropelados e são, em sua maioria, aves e répteis como a iguana, cobra verde e cobra coral. Os animais silvestres de hábito diurno e noturno corresponderam a 22% (n=17) do total de exemplares atropelados, tais como as aves savacu de coroa e quero-quero, répteis da família Boidae, como jiboia, salamanta, anfisbenia e chelônios, e Anfíbios (rã-caçote).

O hábito noturno de muitos animais selvagens pode ser explicado pela comodidade da baixa temperatura e pela segurança propiciada pela escuridão. Porém, a visibilidade limitada dos motoristas à noite e o ofuscamento dos animais pela luminosidade dos faróis dos veículos são fatores que potencializam o risco de atropelamento desses animais.

Figura 6 – Número de vertebrados silvestres atropelados em 12 meses de monitoramento, em um trecho de 1,94 km da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil, de acordo com as espécies identificadas

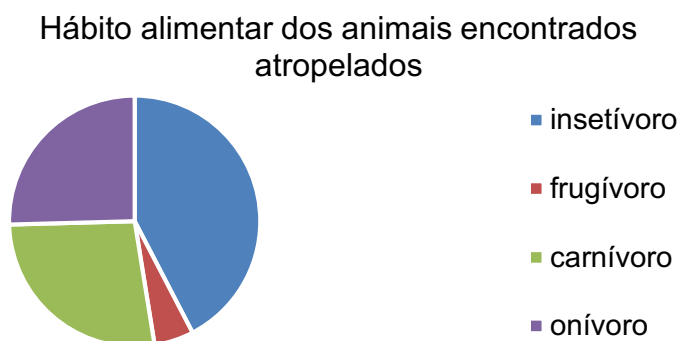


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

O hábito alimentar aparenta ter um efeito menos marcante nos atropelamentos. Dentre os exemplares de vertebrados silvestres atropelados, 32% (n=25) eram insetívoros (Figura 7), especialmente anfíbios (n=14), mas também ocorreram 1 ave, 7 mamíferos e 1 réptil; 19% (n=15) eram onívoros, sendo 11 mamíferos, 1 ave e 3 répteis; 21% (n=16) eram carnívoros, sendo 10 répteis, 4

anfíbios e 2 aves; e 4% (3) eram frugívoros, todos mamíferos (3 espécies de morcegos).

Figura 7 – Distribuição dos vertebrados atropelados em 12 meses de monitoramento, em um trecho de 1,94 km da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil, de acordo com o hábito alimentar



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Os 76 animais atropelados se distribuíram em 13 ordens, 27 famílias e 35 espécies (Tabela 1), incluindo as espécies das 17 carcaças deterioradas que não puderam ser identificadas ao nível de espécies, mas que não impediu a diferenciação como sendo de espécies distintas com razoável grau de certeza (Tabela 1).

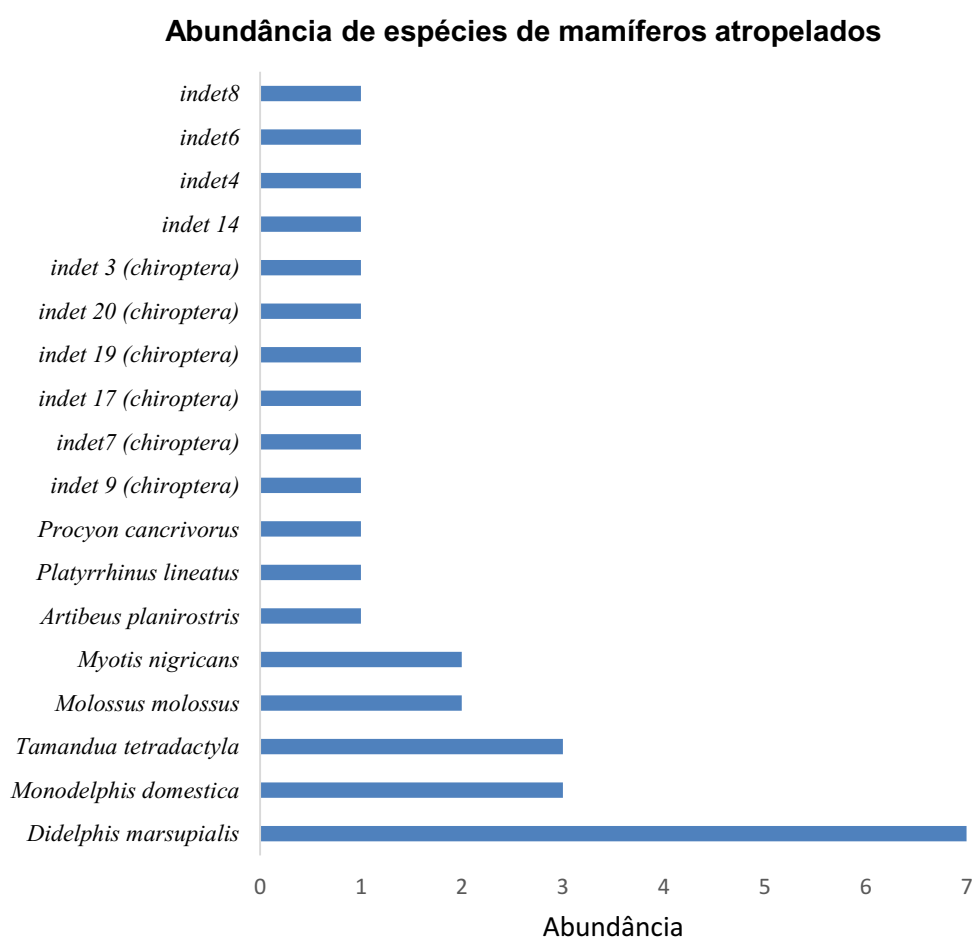
Tabela 1 – Espécies de vertebrados silvestres atropelados em um trecho de 1,94 km da Rodovia BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil, durante um ano de monitoramento

Classe	Ordem	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nº de exemplares
Anfíbio	Anura	Bufo	<i>Rhinella jimi</i>	Sapo cururu	3
Anfíbio	Anura	Hylidae	<i>Boana raniceps</i>	Perereca	1
Anfíbio	Anura	Hylidae	<i>Scinax sp</i>	Perereca	1
Anfíbio	Anura	Hylidae	<i>Scinax x-signatus</i>	Perereca	4
Anfíbio	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus chaquensis</i>	Rã-caçote	9
Anfíbio	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Rã	1
Anfíbio	Anura	Indeterminado	Indeterminado	Rã	2
Ave	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	1
Ave	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	4
Ave	Passeriformes	Furnariidae	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	Curutié	1
Ave	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	1
Ave	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo chivi</i>	Juruviara	1
Ave	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Savacu de coroa	1
Mamífero	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim	1
Mamífero	Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	Morcego cauda livre	2
Mamífero	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus planirostris</i>	Morcego	1
Mamífero	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Morcego linha branca	1
Mamífero	Chiroptera	Phyllostomidae	Indeterminado	Morcego	6
Mamífero	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Morcego	2
Mamífero	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Gambá	7
Mamífero	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Monodelphis domestica</i>	Cuíca ou rato cachorro	3
Mamífero	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá mirim	3
Mamífero	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	4
Réptil	Squamata	Amphisbaenidae	<i>Amphisbaena sp.</i>	Anfisbena	1
Réptil	Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Jiboia	1
Réptil	Squamata	Boidae	<i>Epicrates assisi</i>	Salamanta	2
Réptil	Squamata	Dipsadidae	<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	Falsa coral	2
Réptil	Squamata	Dipsadidae	<i>Philodryas olfersii</i>	Cobra verde	2
Réptil	Squamata	Indeterminado	Indeterminado	Cobra coral	1
Réptil	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus ibiboboca</i>	Cobra coral	1
Réptil	Chelonia	Indeterminado	Indeterminado	Quelônio	1
Réptil	Squamata	Indeterminado	indeterminado	Lagarto	1
Réptil	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	1
Réptil	Squamata	Tropiduridae	<i>Tropidurus hispidus</i>	Lagartixa	2
Réptil	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	1
TOTAL	13	27	35	35	76

Mamíferos

Foram encontrados 30 espécimes de mamíferos atropelados, distribuídos em 5 ordens, 7 famílias e 10 espécies (8 determinadas e 2 indeterminadas). Apesar da impossibilidade de determinação da espécie de 2 exemplares, estes foram agrupados em 2 espécies distintas. Dentre os mamíferos encontrados atropelados, 12 eram da ordem Chiroptera, 10 da Didelphimorphia, 3 da Pilosa, 1 da Carnivora, e 4 de Ordens indeterminadas. A distribuição da abundância de cada espécie e a curva de acumulação das espécies de mamíferos estão representadas nas Figuras 8 e 9, respectivamente.

Figura 8 – Abundância das espécies de mamíferos atropelados em um trecho de 1,94 km da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil, durante um ano de monitoramento

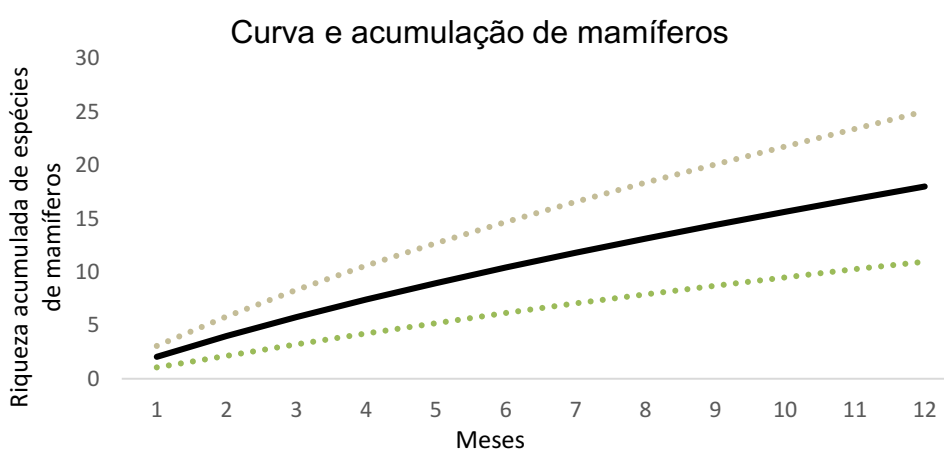


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A curva de acumulação de espécies tem uma leve curvatura, porém não atingiu uma assíntota, representada por um platô que a curva poderia alcançar no

gráfico. Este platô acontece à medida que as novas unidades amostrais não apresentam novas espécies, indicando a suficiência amostral. Equivalentemente, a ausência de um platô indica a possibilidade do surgimento de mais espécies de mamíferos susceptíveis a atropelamento com o aumento da intensidade ou do período da amostragem, como sugerido na Figura 9.

Figura 9 – Curva de coletor com base nos mamíferos encontrados atropelados em 12 meses de monitoramento de um trecho da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Os dados reportados por Malheiros (2004) e Sassi et al. (2013) corroboram os dados do presente estudo, no sentido de que evidenciam elevado número de mamíferos atropelados (em especial *Didelphis marsupialis*) em um trecho da rodovia BR-482, entre os municípios de Conselheiro Lafaiete e Viçosa, em Minas Gerais. Estes autores sugerem novos estudos para avaliar as causas e o impacto causado à fauna pela ação antrópica no trecho considerado.

Segundo Rosa (2004), Melo (2007) e Costa (2011), os mamíferos constituem o grupo com maior número de registro de atropelamentos em vários estudos de ecologia de estradas, evidenciando que são especialmente sensíveis ao impacto das rodovias, provavelmente pela participação expressiva nos atropelamentos de mamíferos alados (morcegos) que apresentam hábitos noturnos e locomoção em grandes áreas, ou pelo tamanho corporal em relação a outros grupos de animais, já que maiores tamanhos corporais se relacionam à necessidade de maiores áreas territoriais e à menor agilidade, dentre outros fatores.

Além disso, a sazonalidade climática pode induzir alguns mamíferos a se movimentarem por áreas maiores em busca de alimentos ou água (ALMEIDA, 2007), aumentando a necessidade de atravessarem estradas que passam pelo seu território. A capacidade de locomoção diferenciada, período reprodutivo e hábitos noturnos e a ocupação de territórios relativamente extensos são também fatores relacionados a atropelamentos de animais, de mamíferos em particular.

Estudos de atropelamento de morcegos em rodovias mostram aumento da mortalidade no fim do verão, com impacto maior nas espécies de voo baixo (<2 m). No nosso estudo, foi identificada maior incidência de atropelamentos de morcegos frugívoros filostomídeos, sem intensificação de atropelamentos no fim do verão. É provável que a distribuição dos atropelamentos resulte mais da desorientação no voo provocada pelo ruído dos motores e pela luminosidade intensa e direcionada dos faróis dos automóveis do que devido à estação do ano, hipótese merecedora de estudos adicionais.

O atropelamento de morcegos frugívoros pode diminuir a quantidade de sementes dispersas em uma determinada área. Estes morcegos estão entre os vertebrados que mais contribuem para a dispersão de sementes, pois defecam em pleno voo, promovendo uma verdadeira “chuva de sementes” (LOBOVA; GEISELMAN; MORI, 2009). Sabe-se que um único indivíduo pode dispersar centenas de sementes numa noite (FLEMING; SOSA, 1994).

Essa eficiência de dispersão de morcegos frugívoros está associada a sua mobilidade aérea e às grandes distâncias que percorrem em busca de alimentos (GALINDO-GONZÁLEZ, 1998). Deste modo, os morcegos contribuem para o estabelecimento de muitas espécies de plantas pioneiras, auxiliando os mecanismos de sucessão primária e regeneração florestal em áreas tropicais (CHARLES-DOMINIQUE, 1986; GORCHOV et al., 1993). Assim, o atropelamento de morcegos pode ser considerado de alto impacto para o ambiente, especialmente para a recuperação do fragmento florestal degradado localizado no extremo norte da FLONARest e no lado oposto da rodovia (Figura 3). Porém, é difícil restringir a sua locomoção nos limites de uma determinada área, notadamente considerando as dimensões relativamente pequenas da FLONARest e a capacidade de voar dos morcegos, de modo a evitar o atropelamento desses mamíferos alados.

Percequillo et al. (2007) registraram 37 espécies de 18 famílias e 7 ordens de mamíferos nos remanescentes florestais do município de João Pessoa–PB,

principalmente na Mata do Buraquinho. Especificamente em ambiente de restinga, Campos et al. (2018) reportaram 30 espécies de mamíferos distribuídos em 28 gêneros e 16 famílias na restinga de Mataraca, litoral norte do Estado da Paraíba. Estes autores concluíram ainda que as restingas não exigem uma fauna autóctone ou endêmica, mas um subconjunto das espécies ocorrentes nas áreas subjacentes de Mata Atlântica.

Assim, há várias possibilidades para explicar o número relativamente baixo de espécies de mamíferos (nove espécies) atropelados observado neste estudo. Pode ser que nem toda espécie de mamífero tenha propensão a atropelamento e que existem poucas espécies de mamíferos no fragmento florestal representado pela FLONARest, a qual se encontra submetida a forte pressão antrópica. É possível, também, que o baixo número de espécies de mamíferos atropelados resulte da baixa intensidade de amostragem, além do fato de que esta amostragem não foi delineada para estimar a riqueza da fauna da FLONARest, mas apenas para determinar quais espécies de vertebrados silvestres são susceptíveis de atropelamento nesse trecho da BR-230.

Aves

Foram encontradas as carcaças de 9 aves atropeladas, distribuídas em 4 ordens, 6 famílias e 6 espécies, incluindo as 2 espécies indeterminadas de 4 exemplares atropelados e com carcaças deterioradas.

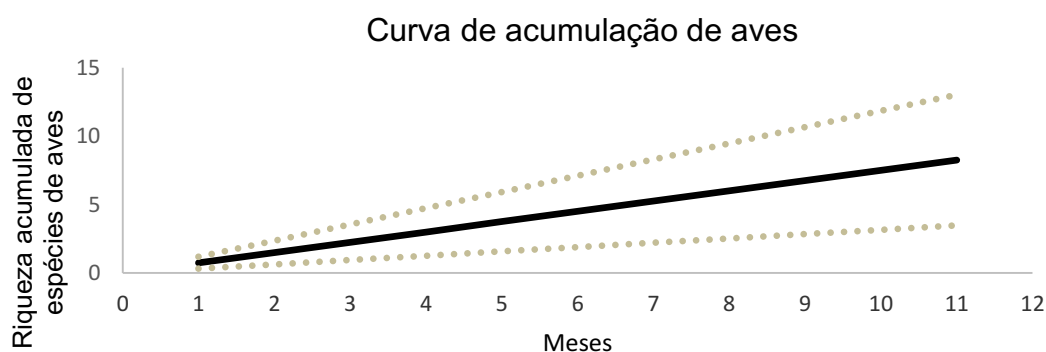
Explica-se o número relativamente pequeno de aves atropeladas (9 para aves vs. 16 ou mais para os demais grupos considerados) pela locomoção aérea preferencial das aves. Deste modo, as aves normalmente apresentam-se fora do alcance dos veículos e com baixo risco de atropelamento, exceto quando realizam voos rasantes e mal calculados quanto à aproximação dos veículos.

As poucas aves atropeladas contrastam com o número relativamente alto de espécies (9 aves atropeladas para 6 espécies de aves). Isto sugere a pequena contagem de aves de cada espécie nas imediações da FLONARest ou o baixo risco de atropelamento de aves nas condições de velocidade reduzida dos veículos induzida pela fiscalização eletrônica de velocidade, limitada ao máximo de 50 km/h no trecho monitorado da BR-230.

A curva de coletor (Figura 10) das espécies de aves não atingiu uma assíntota, indicando que carcaças de mais espécies de aves surgiriam caso se prolongasse a amostragem no trecho monitorado da BR-230.

A forma linear da curva de coletor deste grupo de vertebrados sugere que o número de espécies de aves atropeladas tem o potencial de crescer bastante antes de estabilizar, podendo se aproximar ou igualar ao atual número de espécies dos demais grupos considerados (entre 7 e 11 espécies nos demais grupos). Esta lógica corrobora a hipótese levantada anteriormente do baixo risco de atropelamento das aves, e que o atropelamento de exemplares das variadas espécies de aves presentes nas imediações da FLONARest deve acontecer de maneira acidental, durante algum voo rasante de exemplares desatenciosos sobre as faixas de rodagem.

Figura 10 – Curva de coletor das espécies de aves atropeladas em 12 meses de monitoramento de um trecho de 1,94 km da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

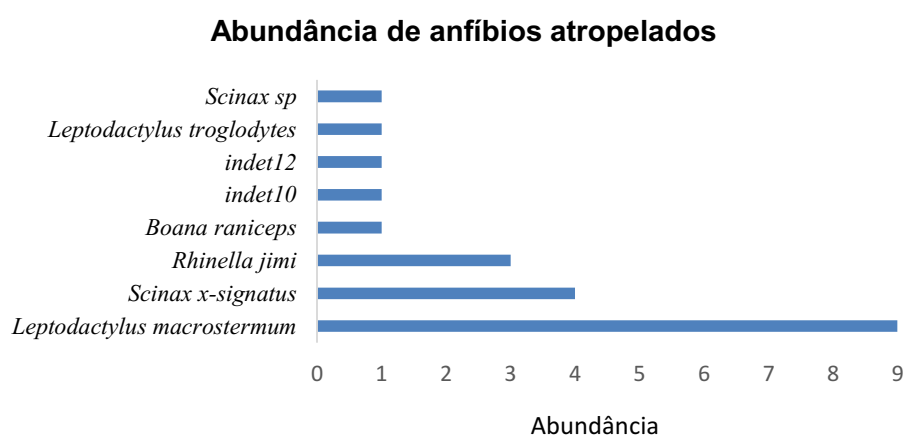
Anfíbios

Foram encontradas 21 carcaças de anfíbios, distribuídos em 1 ordem, 4 famílias e 7 espécies, incluindo a espécie não identificada referente aos 2 exemplares que não puderam ser identificados (Figura 11).

A relação 21:7 (número de exemplares atropelados por número de espécies) pode indicar que as populações das espécies de anfíbios são relativamente numerosas e que seus exemplares são propensos a atropelamento. Talvez este alto risco decorra da locomoção terrestre errante de pererecas e rãs, a qual pode ser

crucial para desnortear e escapar de predadores naturais, mas que de nada ou pouco adianta perante um veículo. Pode-se inferir, alternativamente, que as populações de anfíbios não precisam ser necessariamente numerosas e que os exemplares anfíbios que eventualmente se posicionarem nas faixas de rodagem terão alto risco de atropelamento.

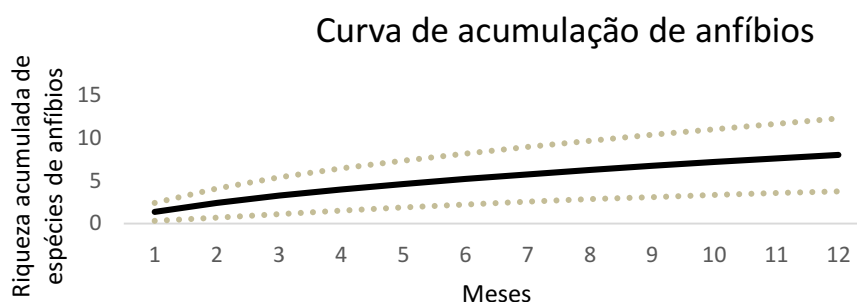
Figura 11 – Abundância das espécies de anfíbios atropelados em 12 meses de monitoramento em um trecho de 1,94 km da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A curva de acumulação de espécies (Figura 12) apresenta uma leve curvatura rumo à estabilização, porém sem atingi-la, indicando a susceptibilidade ao atropelamento de mais espécies de anfíbios.

Figura 12 – Curva de acumulação de anfíbios atropelados em 12 meses de monitoramento de um trecho de 1,94 km da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil

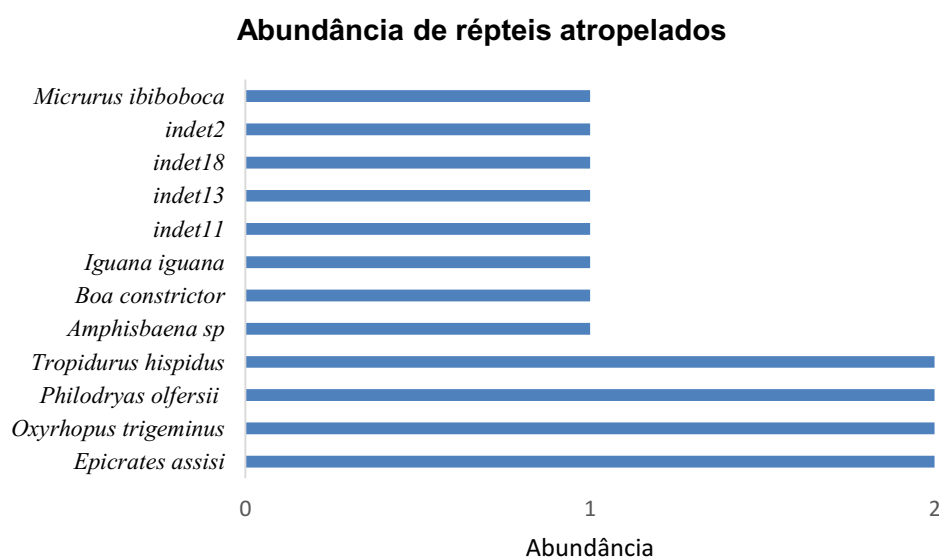


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Répteis

Foram encontradas 16 carcaças de répteis, distribuídos em 3 ordens, 10 famílias e 12 espécies, incluindo as 4 não identificadas referentes aos 4 exemplares atropelados com carcaça deteriorada (Figura 13).

Figura 13 – Abundância das espécies de répteis atropelados em 12 meses de monitoramento de um trecho de 1,94 km da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil

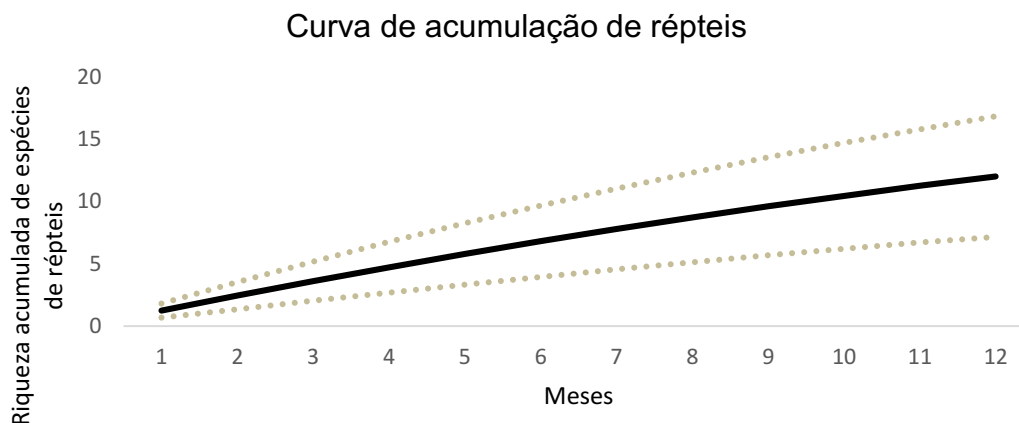


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Este grupo apresentou o maior número de espécies atropeladas dentre os grupos de vertebrados silvestres considerados (12 espécies vs. 10, 7 e 6 para os demais grupos), apesar de relativamente poucos exemplares (16 vs. 30, 21 e 9 para os demais grupos). Isto indica que poucos exemplares de cada espécie foram atropelados (no máximo 2). Porém, a curva de acumulação (Figura 14) sugere que mais espécies poderiam ser reportadas como atropeladas caso aumentasse a intensidade de amostragem.

Os anfíbios, juntamente com os répteis, são menos considerados em estudos de atropelamento de fauna, provavelmente devido ao seu menor porte e à dificuldade de visualização nos levantamentos. Porém, esforços devem ser direcionados para a inclusão destes vertebrados nos estudos sempre que possível, pois perfizeram praticamente a metade dos vertebrados silvestres atropelados, numa razão de 37 para 76.

Figura 14 – Curva de coletor de répteis atropelados em 12 meses de monitoramento de um trecho de 1,94 km da BR-230, defronte à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Paraíba, Brasil

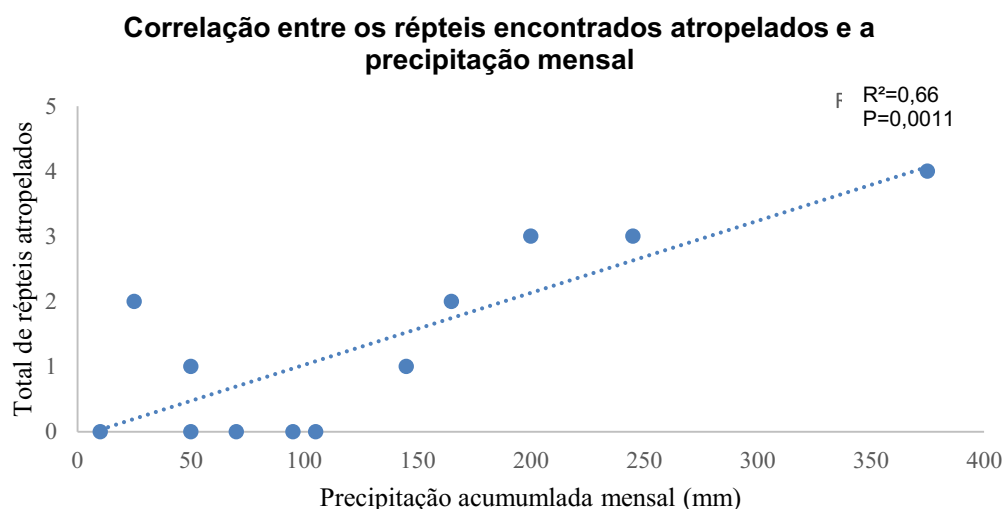


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Os répteis possuem, geralmente, um tegumento seco não termo-isolante, recoberto de escamas: são adaptados à vida ao ar seco, mas não retêm calor. A temperatura interna do corpo varia de acordo com a temperatura externa do ambiente (ectotérmicos), e, por isso, procuram ativamente ambientes com temperaturas adequadas (POUGH et al, 2008).

Este fato possivelmente explica a correlação positiva encontrada entre o número de atropelamento de répteis e a precipitação mensal acumulada ($R^2=0,66$; $P=0,0011$), (Figura 15). Em linhas gerais, os répteis foram consistentemente atraídos para a rodovia e atropelados com precipitação mensal acumulada a partir de 150 mm, caracterizando os meses de inverno e de maior precipitação e quando o habitat se torna mais frio. Nestas condições, os répteis podem ser atraídos pelo calor do asfalto para realizarem a termorregulação e, conseqüentemente, são atropelados, ao passo que, para os demais grupos faunísticos, não ectotérmicos, essa correlação não foi significativa.

Figura 15 – Correlação do total de répteis atropelados e a precipitação acumulada mensal



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Possíveis causas dos atropelamentos dos vertebrados silvestres

Os atropelamentos observados podem resultar da negligência dos condutores dos veículos ou da ausência de medidas mitigadoras de atropelamentos. Prado et al. (2006) atribuíram o alto número de animais mortos por atropelamento à fragmentação do local, à degradação ambiental, ao crescente desmatamento para a construção de infraestrutura e de residências e ao uso das áreas na agropecuária.

Na maioria das vezes, os animais atropelados são de pequeno porte e incapazes de provocar danos materiais aos veículos ou seus ocupantes com o impacto, fato que não incentiva a adoção de medidas mitigadoras. Em contraste, medidas mitigadoras seriam adotadas com celeridade caso o porte dos animais representasse alguma ameaça à segurança dos condutores e passageiros dos veículos e/ou à integridade material dos veículos.

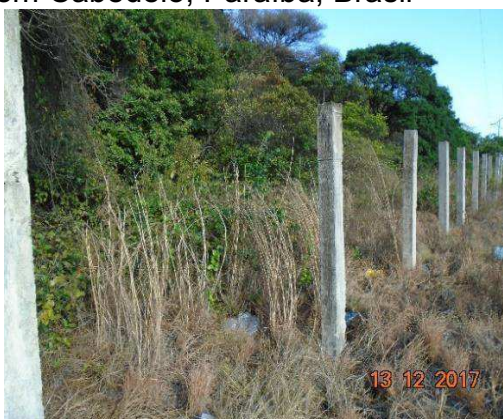
Outro fato é que, a partir das 22 h até as 6 h, os radares de velocidade instalados em frente à FLONARest são desligados, por motivo de segurança contra assalto, causando o aumento da velocidade dos carros nessa via e do risco de atropelamento dos animais de hábitos noturnos.

3.2 Medidas mitigadoras

De acordo com os dados de atropelamento de vertebrados silvestres coletados no trecho de 1,94 km da BR-230, entre o km 10+400 e o km 12+340, foi possível propor algumas medidas mitigatórias para atenuar o número de atropelamentos de vertebrados silvestres.

Há um trecho do limite leste da FLONARest desprovido de cerca de contenção (Figuras 16 e 17). É possível que outros trechos limítrofes da FLONARest padeçam de cerca, sendo aconselhável um levantamento neste sentido.

Figura 16 – Registro da ausência da tela de alambrado na lateral leste da FLONARest, localizada em Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Figura 17 – Registro da ausência da tela de alambrado na lateral leste da FLONARest, localizada em Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Constatou-se que praticamente a metade dos vertebrados silvestres atropelados (36 animais atropelados) ocorreu no trecho (240 metros) em que não há cerca de contenção e delimitação da FLONARest (Figura 18).

Figura 18 – Croqui dos registros de atropelamento de fauna



Fonte: Henriques (2018).

Assim, a primeira medida a ser adotada relaciona-se à recuperação e à construção de uma cerca no entorno da FLONA. Esta deve seguir padrões técnicos para cercas contedoras de animais silvestres, com base de alvenaria e tela de malha compatível com as espécies animais presentes na FLONArest.

Apesar de já existirem radares de verificação de velocidade veicular (pardal) em frente à FLONArest, recomendamos a implantação de 2 redutores físicos de velocidade, em cada sentido da rodovia, nos pontos km 10+400 e km 12+340, visando à redução da velocidade dos veículos que trafegam na rodovia, favorecendo a reação do motorista a tempo de evitar atropelamentos.

Recomenda-se, também, a implantação de sinalização vertical de advertência “A-36 – Animais Selvagens”, sobre a existência da fauna silvestre que pode

extrapolar eventualmente os limites da FLONARest e se posicionar inadvertidamente na rodovia. Desta forma, os usuários da rodovia seriam informados da existência de fauna silvestre e teriam o dever legal de reduzir a velocidade de seus veículos e aumentar a sua atenção no que se refere à presença de animais nas faixas de rodagem.

Após a implantação das medidas mitigadoras, sugerimos a realização de inventário de vertebrados silvestres atropelados para avaliar a eficácia das mesmas quanto à redução dos atropelamentos, bem como para indicar a necessidade de adoção de novas medidas, caso verificada a ineficácia das medidas adotadas.

CONCLUSÕES

Foram registrados 76 exemplares de vertebrados silvestres, pertencentes a 13 ordens, 27 famílias e 35 espécies, atropelados em frente à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, nos 60 dias distribuídos em 12 meses do monitoramento, os quais representam o impacto qualitativo e quantitativo significativo da BR-230 na fauna da Floresta Nacional.

Os mamíferos representam a maior abundância dos vertebrados silvestres atropelados, já os répteis apresentaram o maior número de espécies atropeladas dentre os grupos no trecho de 1,94 km da BR-230, em frente à Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo.

Estima-se que o impacto da BR-230 na fauna silvestre deve ser ainda maior do que o constatado no presente estudo, principalmente para a avifauna, considerando o aspecto das curvas de acumulação de espécies.

Há indicações de que a ausência de cerca pode aumentar os riscos de atropelamento, pois 35 dos 76 atropelamentos (46%) foram registrados em um sub trecho correspondente a apenas 1/3 da face leste da FLONARest limítrofe à BR-230.

É necessária a adoção de medidas mitigadoras, tais como a construção de cercas, aposição de placas de advertência da presença de animais silvestres e a realização de campanhas educativas direcionadas a condutores de veículos e ao público em geral, bem como o monitoramento continuado do atropelamento da fauna para a checagem da eficiência das medidas adotadas e a recomendação de adoção de novas medidas mitigadoras.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P.J.A.L. **Dimensões Fractais nos movimentos do gambá de orelha-preta, *Didelphis aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae)**. 2007. Mestrado (Dissertação Instituto de Biologia – UFRJ) Rio de Janeiro. 60p. 2007.
- BAGER, A. et al. Fauna selvagem e atropelamento – diagnóstico do conhecimento científico brasileiro. In: BAGER, A. (Ed.) **Áreas protegidas – repensando as escalas de atuação**. Porto Alegre: Armazém Digital, p.49-62. 2007.
- BRANDON, K. et al. Conservação brasileira: desafios e oportunidades. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p.7-13, 2005.
- BRASIL. Portaria n° 444 de 17 de dezembro de 2014. Estabelece a Lista Nacional Oficial das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n.245, 18 dez. 2014. Seção I, p.121-126.
- CAMPOS, B.A.T.P et al. Mammals of a restinga forest in Mataraca, Paraíba, northeastern Brazil, and its affinities to restinga areas in Brazil. **Biota Neotrop.**, Campinas, v.18, n.1, p.92, 2018.
- COLCHERO, F. et al. Jaguars on the move: modeling movement to mitigate fragmentation from road expansion in the Mayan Forest. **Animal Conservation**, v.14, n.2, p.158-166, 2011.
- COSTA, L. S. C. **Levantamento de mamíferos silvestres de pequeno e médio porte atropelados na BR 101, entre os municípios de Joinville E Piçarras, Santa Catarina**. **Biosci. J.**, v.27, n.3, p.666-672, 2011.
- COLWELL, R. K. **Estimates: estatistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 8.0. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimate>. 2006.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. **Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: Cecropia, birds and bats in French Guyana**. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Ed.). *Frugivores and seed dispersal*. Dordrecht: Dr. W. Junk Publ., 1986. p.119-135
- DIAS, L.B. et al. **Vertebrados de uma área de cerrado no Distrito Federal: importância de sua conservação**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25. 2004. Brasília. Anais... Brasília, 2004. p.446.
- FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review. **Ecology and Society**, v.14, n.1. p.21, 2009.
- FARIA, H.H.; MORENI, P.D.C. **Estradas em Unidades de Conservação: impactos e gestão no Parque Estadual do Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, SP**. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, II., 2000. Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: [s.n] 2000. p.761-769.

FERREIRA, A.A. et al. **Levantamento de animais silvestres atropelados na BR-153/GO-060 nas imediações do Parque Altamiro de Moura Pacheco.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004. Brasília. *Anais...* Brasília, 2004. p.434

FLEMING, T. H.; SOSA, V. J. **Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants.** *Journal of Mammalogy*, v.75, n.4, p.845-851, 1994.

GALINDO-GONZÁLEZ, J. **Dispersión de semillas por murciélagos: su importância em la conservación y regeneración del bosque tropical.** *Acta Zoológica Mexicana*, v.73, p.57-74, 1998.

GORCHOV, D. L.; CORNEJO, F.; ASCORRA, C.; JARAMILLO, M. **The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon.** *Vegetation*, v.1, n.107, p.339-349, 1993.

ICMBIO. **Plano de Manejo da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo.** Brasília. DF. 200p. 2009.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados climatológicos.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>>. Acesso em 16 de julho de 2018.

LEWINSOHN, T.L.; PRADO, P.I. **Biodiversidade brasileira, síntese do estado atual do conhecimento.** Editora Contexto. 2002. 176p.

LIMA, S.F.; OBARA, A.T. **Levantamento de animais silvestres atropelados na BR-277 às margens do Parque Nacional do Iguaçu: subsídios ao programa multidisciplinar de proteção à fauna.** VII Semana de Artes da Universidade Estadual de Maringá, Universidade Estadual de Maringá. 2004.

LOBOVA, T. A.; GEISELMAN, C. K.; MORI, S. A. **Seed dispersal by bats in the neotropics.** Bronx, New York: The New York Botanical Garden, 2009.

MALHEIROS, R. **A rodovia e os corredores da fauna do cerrado.** Goiânia:Da UCG, 2004. 172p.

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

MITTERMEIER, R. A.; ROBLES GIL, P.; DE MITTERMEIER, C. G.; PILGRIM, J. **Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations.** Mexico: CEMEX; Monterrey: Mexico City and Agrupacion Sierra Madre, 1997. 501p.

NAMBA, T. et al. **The effects of habitat fragmentation on persistence of Source-Sink metapopulations in systems with predators and prey or apparent competitors.** *Theoretical Pop. Biol.*, v.56, n.1, p.123-137, 1999.

PRADO, R.; FERREIRA, T.A.; GUIMARÃES, A.S.; FARIA Z. **Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados.** *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v.28, n.3, p.237-241, 2006.

PEÑA, A.P.; DRUMOND, M.E. **Levantamento de vertebrados mortos por atropelamento na rodovia GO-244 – Área de influência do projeto de irrigação “Luiz Alves do Araguaia”.** Relatório apresentado ao IBAMA, não publicado. 1999.

PERCEQUILLO, A.R.; E. HINGST-ZAHER & C.R. BONVICINO. **Systematic review of genus *Cerradomys* Weksler, Percequillo and Voss, 2006 (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini), with description of two new species from eastern Brazil.** *American Museum Novitates*, v.36, n.22, p.1-46. 2008.

PIANKA, E. R., **Competition and niche theory** *Theoretical Ecology*. Kansas State University, p.167–196. 1981.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A Vida dos Vertebrados.** 4ed. Atheneu, 2008.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation.** *Biological Conservation*, v.142, n.6, p.1141–1153, 2009.

RODRIGUES, F.H.G. et al. **Impacto de Rodovias sobre a fauna da estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.** Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Fortaleza. 2002.

RODRIGUES, F.H.G.; HASS, A.; REZENDE, L.M. **Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Água Emendadas-DF.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 3., 2002. Fortaleza, [s.n.] 2002. p.585-593.

ROSA, A.O.; MAUHS, J. **Atropelamento de animais silvestres na rodovia RS-040.** *Caderno de Pesquisa Ser. Bio.*, v.16, n.2, p.35-42, 2004.

SÁSSI, C.M.; NASCIMENTO, A. A. T.; MIRANDA, R.F.P.; CARVALHO, G.D. **Levantamento de animais silvestres atropelados em trecho da rodovia BR482.** *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, n.6, p.1883-1886, 2013.

SANTOS, L.R.; CAVALCANTI, R.B. **Revisão de estudos sobre a dispersão de fauna em paisagens fragmentadas de Cerrado para modelos de simulação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004. Brasília. Anais... Brasília, 2004. p.445.

SORENSEN, J.A. **Road-Kills of badgers (*Meles meles*) in Denmark.** Ann. Zool. Fennici, v.32, n.1, p.31-36, 1995.


The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on **11 February 2019**.

VIEIRA, E.M. **Highway mortality of mammals in central Brazil.** J. Braz. Associat. Advancement Sci., v.48, p.270-272, 1996.

ANEXOS

Anexo 1 – Formulário para o registro de atropelamento de espécies da fauna utilizado na BR-230 município de Cabedelo – PB

Rodovias - planilha padronizada pelo Ibama (obtida em www.ibama.gov.br/licenciamento >> procedimentos)

		Formulário para o registro de atropelamentos de espécimes da fauna					
Nome do empreendimento: Melhoramento em Rodovias com Adequação de Capacidade e Segurança BR230-pb							
Nome do coletor: Íkallo George			Nº do formulário: 1				
Data da coleta:	16/10/2017	Horário:	6:45	Tipo de coleta:			
Trecho:	Cabedelo - Div. PB/CE BR230/PB		Município:	Cabedelo	UF:	PB	
Coordenadas UTM	Zona:	25M N 9217990	E	0295698	Km:	12+060 pista decrescente	
Tipo de rodovia:	transversal BR230	Número de pistas:	2	Número total de faixas:	2		
Tipo de pavimento:	asfáltico	Se outro, qual?					
Divisão entre as pistas:	canteiro central	Se outro, qual?		barreira rígida de concreto			
Velocidade máxima permitida no trecho:	50 km/h						
Trecho com alguma intervenção?	sim	Se sim, qual?		obras de melhoramento			
Vazamento de granel alimentício na pista?	não	Se sim, qual?					
Grupo taxonômico:	Anuro	Tipo de registro:		fotográfico			
Nome científico:	Leptodactylus chaquensis	Nome comum:		rã-caçote			
Valor biológico:							
Se ameaçado, qual(is) lista(s)/grau(s) de ameaça?							
Sexo:	Se fêmea, informar:		Estágio de maturação:		adulto		
Observações gerais:							
Destinação:			Se encaminhado à Instituição, qual?				
Fotos:	5 e 6						

Fonte – (IBAMA, 2019).

Anexo 2 – Decreto presidencial s/n, de 2 de junho de 2004, de criação da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, Cabedelo, Paraíba, Brasil

Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos

DECRETO DE 2 DE JUNHO DE 2004.

Cria a Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, no Município de Cabedelo, no Estado da Paraíba, e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso IV, da Constituição, e tendo em vista o disposto no art. 17 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e o que consta no Processo nº 02001.004465/2003-14,

DECRETA:

Art. 1º Fica criada a Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, localizada no Município de Cabedelo, no Estado da Paraíba, com os objetivos básicos de uso múltiplo dos recursos florestais e a pesquisas científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.

Art. 2º A Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo possui uma área aproximada de cento e três hectares, trinta ares e seis centiares, com o seguinte memorial descritivo: inicia-se no Vértice 1, à margem direita da Linha Ferroviária e no sentido João Pessoa-Cabedelo, posição UTM 294931E/9218388N; deste, segue com azimute verdadeiro de 104º 59'37,3" e por uma distância aproximada de 711,21 metros até atingir o Vértice 2, posição UTM 295618E/9218204N; deste, segue com azimute verdadeiro de 356º 53'33,1" e por uma distância aproximada de 959,48 metros, paralelo à BR 230, até atingir o Vértice 3; deste, segue com azimute verdadeiro de 281º 45'49,0" e por uma distância aproximada de 495,40 metros até o Vértice 4, na margem direita da Linha Ferroviária e no sentido João Pessoa-Cabedelo; deste, segue com azimute verdadeiro de 255º 28'39,0" e por uma distância aproximada de 170 metros até o limiar do mangue na maré baixa, plotado como Vértice 5, de coordenada 294898E/9219219N; deste, segue com azimute verdadeiro de 285º 42'38" e por uma distância aproximada de 556,18 metros até o Ponto A, na margem direita do Rio Paraíba, com coordenada UTM aproximada de 294364E/9219376N; deste, segue margeando o Rio Paraíba, no sentido sul, até atingir o Ponto B, na margem direita da confluência do Rio Mandacaru com o Rio Paraíba, com coordenada UTM aproximada de 294383E/9219159N; atravessando-se o Rio Mandacaru até a margem esquerda da sua confluência com o Rio Paraíba atinge-se o Ponto C, na coordenada UTM aproximada 294333E/9218993N; deste, segue margeando o Rio Paraíba, no sentido sul, chega-se ao Ponto D, na coordenada UTM aproximada de 293958E/9218644N; deste, segue com azimute verdadeiro de 104º 47'37" e por uma distância aproximada de 1.005,80m até o Vértice 1, inicial desta descrição, fechando o perímetro.

Art. 3º Caberá ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA administrar a Floresta Nacional da Restinga do Cabedelo, adotando as medidas necessárias à sua efetiva proteção e implantação.

Art. 4º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 2 de junho de 2004; 183º da Independência e 116º da República.

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA
Marina Silva

Este texto não substitui o publicado no D.O.U. de 3.6.2004

Anexo 3 – Registros fotográficos dos animais silvestres atropelados na rodovia

Foto 1 – Exemplar de *Leptodactylus chaquensis*, registrado na rodovia BR-230, no município de Cabedelo, Paraíba, Brasil.



Fonte: Henriques (2018).

Foto 2 – Exemplar de *Molossus molossus*, atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 3 – Carcaça de cobra atropelada registrada na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 4 – Exemplo de *Scinax x-signatus* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte – Henriques (2018).

Foto 5 – Exemplo de *Platyrrhinus lineatus*, atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil.



Fonte: Henriques (2018).

Foto 6 – Exemplo de *Procyon cancrivorus* registrado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 7 – Exemplar de *Tyrannus melancholicus* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte – Henriques (2018).

Foto 8 – Exemplar de *Tropidurus hispidus* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 9 – Exemplar de *Monodelphis domestica* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 10 – Exemplo de *Vireo chivi* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 11 – Exemplo de *Nyctanassa violacea* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 12 – Exemplo de *Didelphis marsupialis* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 13 – Exemplar de *Boana raniceps*, atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 14 – Exemplar de *Scinax sp* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 15 – Exemplar de *Leptodactylus troglodytes* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 16 – Exemplar de *Molossus molossus* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 17 – Exemplar de *Rhinella jimi* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 18 – Ave não identificada atropelada na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 19 – Exemplar de *Tamandua tetradactyla* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 20 – Exemplar de *Micrurus ibiboboca* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 21 – Exemplar de *Monodelphis domestica* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 22 – Exemplo de *Certhiaxis cinnamomeus* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 23 – Exemplo de *Epicrates assisi* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 24 – Exemplo de *Amphisbaena* sp atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 25 – Exemplar de *Oxyrhopus trigeminus* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 26 – Exemplar de *Iguana iguana* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).

Foto 27 – Exemplar de *Didelphis marsupialis* atropelado na BR-230, Cabedelo, Paraíba, Brasil



Fonte: Henriques (2018).