



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)**

ADRIANA CARLA DOS SANTOS SILVA

**RÉPTEIS ATROPELADOS POR VEÍCULOS NO ENTORNO DA RESERVA
BIOLÓGICA GUARIBAS (ESTADO DA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL):
ESTUDO DE CASO E *STATUS* DE CONHECIMENTO**

CAMPINA GRANDE

2020

ADRIANA CARLA DOS SANTOS SILVA

**RÉPTEIS ATROPELADOS POR VEÍCULOS NO ENTORNO DA RESERVA
BIOLÓGICA GUARIBAS (ESTADO DA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL):
ESTUDO DE CASO E *STATUS* DE CONHECIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Zoologia

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Romeu da Nóbrega Alves

Segundo Orientador: Dr. Gindomar Gomes Santana

CAMPINA GRANDE

2020

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586r Silva, Adriana Carla dos Santos.
Répteis atropelados por veículos no entorno da Reserva Biológica Guaribas (Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) [manuscrito] : Estudo de caso e status de conhecimento / Adriana Carla dos Santos Silva. - 2020.
69 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2020.
"Orientação : Prof. Dr. Rômulo Romeu da Nóbrega Alves, Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."
1. Répteis atropelados. 2. Mortalidade de répteis. 3. Reservas biológicas. 4. Fragmentação de habitat. I. Título
21. ed. CDD 577

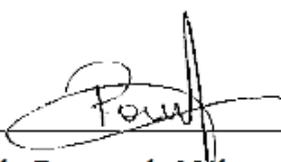
**RÉPTEIS ATROPELADOS POR VEÍCULOS NO ENTORNO DA RESERVA
BIOLÓGICA GUARIBAS (ESTADO DA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL):
ESTUDO DE CASO E STATUS DE CONHECIMENTO**

ADRIANA CARLA DOS SANTOS SILVA

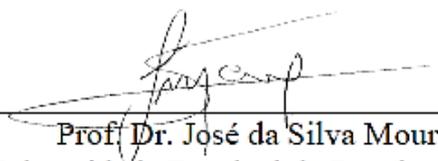
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 15/12/2020

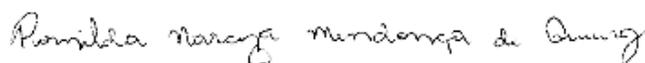
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rômulo Romeu da Nobrega Alves (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. José da Silva Mourão
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Dra. Romilda Narciza Mendonça de Queiroz
(PPGCB/Zoologia– Universidade Federal da Paraíba – UFPB)

*Dedico a minha família com
muita gratidão e carinho.*

Não deixem que lhe façam pensar que você não é capaz de fazer algo, porque essa pessoa não consegue fazer. Se você deseja alguma coisa, se quer realmente, lute por isso e ponto final. (A procura da felicidade).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos que ele proporcionou e proporciona na minha vida.

Em segundo lugar agradeço a minha família. A minha mãe Ana Cláudia dos Santos, por ser minha guerreira inspiradora, sempre estar comigo, apoiando-me em tudo e me incentivando mesmo eu desacreditando de mim mesma. Ao meu Pai José Roberto Barbosa da Silva, por ser o homem mais batalhador que conheço, por me mostrar que mesmo quando parecer que não vai dar certo, sempre se dá um jeito. Agradeço-lhe por me ajudar sempre que eu precisei e quando não precisei também. A minha irmã Jeany Rafaela dos Santos Silva, que foi e sempre vai ser o melhor presente que nossos pais me deram, por me ouvir, por ser minha melhor amiga sempre e por me dar meu segundo e terceiro melhores presentes, minhas sobrinhas Emilly Beatriz e Eloá Déborah.

Ao meu avô José Joaquim da Silva (*in memoriam*), por mesmo sem saber, estava sempre me incentivando a seguir o caminho da Biologia, sempre que me falava sobre os animais e me mostrava eles. Isso intensificou toda a minha paixão pela Natureza. A minha avó Adalcina Barbosa, por todo o apoio. Ao meu cunhado Lucas David por, em muitos momentos, ser como um irmão para mim. Vocês todos são minha principal fonte de inspiração, e se eu cheguei aonde cheguei, foi principalmente graças a vocês.

Ao meu amado esposo Danilo dos Santos Silva, meu orgulho em pessoa, por ser a pessoa mais divertida e gentil que conheço, por sempre lutar para o nosso melhor, por me animar sempre que eu não via mais solução, por estar comigo mesmo quando não estava comigo, por ser a pessoa que mais me enaltece e me faz sentir alguém importante, sempre me incentivando a seguir os meus sonhos sem pensar nos obstáculos.

Aos meus orientadores, o Prof. Dr. Romulo Romeu da Nóbrega Alves, por possibilitar o desenvolvimento do meu projeto de pesquisa com répteis atropelados em rodovias no entorno da Reserva Biológica Guaribas, e ser membro do Laboratório de Herpetologia (Integrado ao Laboratório de Etnoecologia), o qual se tornou para mim uma segunda casa; e ao Dr. Gindomar Gomes Santana, por ter sido meu pai científico, por ter me ensinado tanto sobre a Herpetologia, sobre a vida acadêmica e a mesma fora do âmbito acadêmico também. Obrigada por sempre me mostrar que, através de muito esforço e dedicação, eu posso ser melhor do que sempre acreditei que seria; obrigada por ajudar para que meu sonho em trabalhar diretamente com animais silvestres, livres na natureza, se tornasse realidade.

Aos membros da Banca Examinadora deste Trabalho de Conclusão de Curso, o Prof. Dr. José da Silva Mourão e a Dra. Romilda Narciza Mendonça de Queiroz, por suas valiosas sugestões e recomendações para a melhoria deste trabalho.

A minha turma da infância e que me acompanha até hoje (Rayane Késsia; Jéssica Rayane e Jaqueline Tuanny dos Santos). Vocês acompanharam cada passo meu, cada luta minha, sempre me ajudaram com nossas loucuras de crianças e compartilhamos muitos momentos de sorrisos e diversão e também aqueles ruins, tornando-os mais fáceis de lhe dar. Vou levar vocês comigo sempre.

Aos meus parceiros do Laboratório de Herpetologia (Integrado ao Laboratório de Etnoecologia) (Mayanne Albuquerque; Raony Cavalcante; Maria Estefânia; Mikaela Clotilde da Silva; Déborah Karine Montenegro; Mateus Cândido; Erivágna Moraes; Daniel Chaves; Therlen Marques, Amábili Almeida e Jeferson de Oliveira), por proporcionarem os melhores momentos tanto no laboratório quanto no campo; não só como equipe, mas como família que nos tornamos. Principalmente ao Raony Cavalcante por ser meu *“parceiro de coisas estranhas”*.

A Mayanne Albuquerque de Carvalho, irmã que o Curso de Biologia me deu, por estar sempre comigo, nos melhores e piores momentos da minha vida, *“por ser a minha pessoa”*, por me entender sem nem precisar falar, por termos assunto sempre mesmo não tendo nenhum assunto realmente, e *“por ser a do vamos? Vamos sim”*. Obrigada por me ajudar a crescer não só na vida acadêmica, mas também a crescer como pessoa. Obrigada por me apoiar em tudo e por ter me tornado parte da sua família, assim como você faz parte da minha.

A Marcelo da Costa Patrício, irmão que o Curso de Biologia me deu, por dividir sua família comigo e se tornar um membro da minha família; por sempre me valorizar como pessoa, por estar sempre comigo independentemente de estarmos perto ou não, por ser um ombro amigo quando eu mais precisei e também quando eu não precisei. Sempre lembrarei do nosso trio (Eu, você e May) com muito carinho.

A Maria Estefânia Pereira Barbosa, pela amizade e irmandade, parceira nas análises de nossos projetos de pesquisa em Iniciação Científica. Só nós sabemos as dificuldades e os obstáculos que passamos tanto em sala de aula quanto no trabalho em campo, principalmente nas caminhadas para monitoramento de vertebrados e invertebrados atropelados nas rodovias e estrada de terra, durante as primeiras horas da manhã; coletando cada diminuto espécime encontrado atropelado (carça). Só nós sabemos as noites de conversas jogadas foras e lágrimas compartilhadas por conta de coisas que hoje parecem ser tão simples. Obrigada por compartilhar sua vida comigo.

A minha turma de 2013.2, especialmente: Silvânia Fernandes, Déborah Karine Montenegro, Amábili Almeida, Mikaela Clotilde da Silva, Bruna Raquel, Marcelo da Costa, Mayanne Albuquerque, Maria Estefânia Barbosa, Therlen Katiusca Marques e Mateus Cândido; por serem minhas primeiras companhias no Curso de Biologia, por todos os momentos que passamos juntos e por todo crescimento que tivemos juntos. Especialmente a Silvânia Fernandes, que foi minha primeira grande amizade do Curso e, apesar da distância, essa amizade perdura fortemente.

A turma de 2014.1, por me acolher e me fazer sentir parte dela. Vocês me proporcionaram diversas alegrias em sala de aula e o apoio ao próximo apesar das divergências.

A todo o corpo acadêmico que compõe o Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, por transmitirem todo conhecimento dentro e fora da academia, contribuindo assim para meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a toda a equipe responsável pela gestão da Reserva Biológica Guaribas, os analistas ambientais Getúlio Luís de Freitas (Chefe dessa unidade de conservação), Afonso Henrique Leal (Responsável pelo Setor de Pesquisa), Ivaldo Marques da Silva (Gerente do Fogo e Chefe Substituto); bem como aos demais funcionários, particularmente a Aluizio de Oliveira Silvestre (Capitão), Damião Pedro da Silva, Luiz Valdevino Gomes, Severino Manuel Gomes (Conhecido como seu Bui) e Severino Soares do Nascimento, pela colaboração indispensável para o sucesso deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradeço ao responsável técnico pelo Setor de Operações da Superintendência do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) no Estado da Paraíba, o Engenheiro Ítalo Filizola, e as senhoras Kênia Lemos (SIC/DNIT) e Fernanda Priscila Alves (Ouvidoria-SER/DNIT/PB) por disponibilizarem os dados de volume médio diário anual de veículos trafegando na BR 101, no trecho que margeia a SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba).

RESUMO

Rodovias são frequentemente construídas em áreas de paisagens naturais, causando a fragmentação de habitats e criando barreiras para a dispersão da fauna silvestre; e o consequente tráfego de veículos automotores prova a morte por atropelamento de milhões de répteis anualmente no mundo. O presente estudo teve por objetivo estimar a mortalidade de répteis atropelados em trechos de rodovias e estrada de terra no entorno da Reserva Biológica Guaribas (ReBio Guaribas), localizada no litoral norte do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil; e avaliar o *status* de conhecimento sobre répteis atropelados em rodovias e estradas de terra situadas nas vizinhas de outras unidades de conservação (UCs) federais nessa região do país. O monitoramento de répteis atropelados foi feito em trechos das rodovias e estrada de terra que passam no entorno da Reserva Biológica Guaribas, sendo empregado o método de caminhada para registro das carcaças; com a participação de três pesquisadores. As amostragens foram mensais durante o período de maio a outubro de 2017. O *status* de conhecimento sobre os répteis atropelados em rodovias e estradas de terra nas vizinhanças de outras UCs federais foi avaliado por meio de revisão da literatura e exame dos planos de manejo dessas UCs. Foi registrado um total de cinco espécimes de répteis atropelados nos trechos monitorados no entorno da ReBio Guaribas: um lagarto (*Ameivula ocellifera*) e três serpentes (*Oxybelis aeneus* e *Sibon nebulatus*) e um espécime da serpente *Taeniophallus occipitalis* na estrada de terra. Nenhum espécime de réptil atropelado foi registrado na rodovia BR-101. As estimativas de mortalidade de espécimes/espécie de répteis atropelados bastante baixas e iguais entre si. Na região Nordeste do Brasil, 26,7% (n = 15) dos planos de manejo das UCs indicaram existir o registro de fauna atropelada; e 40,0% dessas UCs apresentaram propostas para mitigar o atropelamento de fauna silvestre. Existe claramente uma grande lacuna de conhecimento sobre répteis atropelados em rodovias e estradas de terra no entorno e/ou interior de UCs federais no Nordeste brasileiro; bem como a ausência de medidas de mitigação desse impacto previstas nos planos de manejo de boa parte delas. Portanto, mostra-se urgente a ampliação e aprofundamento do conhecimento disponível sobre os répteis atropelados em rodovias e estradas de terra vizinhas de UCs, visando a adoção de medidas mitigadoras eficientes para garantir a manutenção e conservação das populações desses Squamata que vivem refugiadas nessas reservas.

Palavras-chave: Répteis atropelados. Estimativas de mortalidade. Áreas protegidas. Nordeste do Brasil.

ABSTRACT

Highways are frequently built in areas of natural landscapes, causing fragmentation of habitats and creating barriers for the dispersal of wildlife; and the current motor vehicle traffic proves the death by running over millions of reptiles annually in the world. The present study aimed to estimate the mortality of reptiles run over in stretches of highways and dirt road around the Guaribas Biological Reserve (ReBio Guaribas), located on the northern coast of the state of Paraíba, Northeast Brazil; and assess the status of knowledge about reptiles run over on highways and dirt roads located in the vicinity of other federal conservation units (UCs) in this region of the country. The monitoring of run over reptiles was done in sections of highways and dirt road that pass around the Guaribas Biological Reserve, using the walking method to register the carcasses; with the participation of three researchers. The Samples were gotten monthly from May to October 2017. The status of knowledge about reptiles run over on highways and dirt roads in the vicinity of other federal UCs was assessed by reviewing the literature and examining the management plans of these UCs. A total of five specimens of reptiles were run over in the stretches monitored around ReBio Guaribas: a lizard (*Ameivula ocellifera*) and three snakes (*Oxybelis aeneus* and *Sibon nebulatus*) and a specimen of the snake *Taeniophallus occipitalis* on the dirt road. No hit reptile specimen was found on the BR-101 highway. The mortality estimates of specimens / species of reptiles run over are very low and the same. In the Northeast region of Brazil, 26.7% (n = 15) of the UCs' management plans indicated the existence of a hit fauna; and 40.0% of these UCs presented proposals to mitigate the trampling of wild fauna. There is clearly a large knowledge gap about reptiles run over on highways and dirt roads in and around federal PAs in northeastern Brazil; as well as the absence of measures to mitigate this impact foreseen in the management plans of most of them. Therefore, there is an urgent need to expand and deepen the available knowledge about reptiles run over on highways and dirt roads neighboring UCs, aiming at the adoption of efficient mitigating measures to guarantee the maintenance and conservation of the populations of these Squamata living in refugees in these reserves.

Keywords: Reptiles roadkill. Mortality estimates. Protected areas. Northeastern of Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Localização dos trechos da rodovia federal BR-101, rodovia estadual PB-071 e Estrada dos Duros monitorados para registro de répteis atropelados no entorno da SEMA II.....	32
Figura 2. Vegetação associada às margens do trecho monitorado da rodovia estadual PB-071, localizado o entorno da SEMA II.....	34
Figura 3. Corpos d'água temporários e semipermanentes, rede de drenagem pluvial e passagem de fauna (subterrânea) associados aos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados para registro de répteis atropelados no entorno da SEMA II.....	36
Figura 4. Rede de drenagem de água pluvial registrada ao longo do trecho monitorado da rodovia estadual PB-071 no entorno da SEMA II.....	37
Figura 5. Registro das placas de sinalização no trecho monitorado da rodovia estadual PB-071 no entorno da SEMA II.....	38
Figura 6. Registro de resíduos sólidos (lixo) depositados em trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II.....	38
Figura 7. Vista do trecho monitorado da rodovia estadual PB 071 no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) para registro de répteis atropelados.....	40
Figura 8. Vista do trecho monitorado da rodovia federal BR 101 no entorno da Reserva Biológica Guaribas (município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) para registro de répteis atropelados.....	41
Figura 9. Vista do trecho monitorado da Estrada dos Duros no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil)	42
Figura 10. Análise e identificação dos espécimes de répteis encontrados atropelados (carcaças) nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II	44
Figura 11. Contagem de veículos automotores para estimar o volume do tráfego de veículos no trecho monitorado da rodovia estadual PB-071, localizado no entorno da SEMA II.....	46

Figura 12. Espécies de serpentes cujos espécimes foram atropelados por veículos automotores nos trechos monitorados da rodovia estadual PB-071, rodovia federal BR-101 e Estrada dos Duros (estrada de terra) no entorno da SEMA II.....	48
Figura 13. Espécies de serpentes e lagarto atropelados (carcaças) por veículos automotores nos trechos monitorados da rodovia estadual PB-071, rodovia federal BR-101 e Estrada dos Duros (estrada de terra) no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil), nas condições em que foram examinados em laboratório.....	48
Figura 14. Abundância de espécimes de serpentes e lagartos atropelados por veículos automotores nos trechos monitorados das rodovias e estrada terra no entorno da SEMA II.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estimativas do volume médio diário anual de veículos automotores trafegando nos trechos das rodovias e estradas de terra localizadas no entorno da SEMA II.....	45
Tabela 2. Lista das espécies de répteis Squamata, cujos espécimes foram mortos por atropelamento provocado por veículos automotores nos trechos monitorados das rodovias e Estrada dos Duros) no entorno da SEMA II.....	47
Tabela 3. Estimativas de mortalidade de répteis Squamata atropelados por veículos automotores nos trechos monitorados da rodovia estadual PB-071 e Estrada dos Duros (estrada de terra) que passam no entorno da SEMA II.....	50
Tabela 4. Informações gerais disponíveis nos planos de manejo das unidades de conservação federal do Nordeste do Brasil no que diz respeito à manutenção de atividades regulares de monitoramento de fauna atropelada nos trechos das rodovias e estradas de terra que passam no seu entorno; e a existência de medidas mitigadoras previstas nos referidos planos.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBEE	Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas
CIESO	Centro de Indústrias de São Paulo
CNUC	Cadastrados no Sistema Nacional de Unidades de Conservação
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MT	Ministério do Transporte
ReBio	Reserva Biológica
SBH	Sociedade Brasileira de Herpetologia
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
UC	Unidades de Conservação
VMD	Volume médio diário de veículos
VMDa	Volume médio diário anual de veículos

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Indicador de valor percentual
\bar{X}	Indicador de valor expresso em média

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	22
2.1 Objetivo geral.....	22
2.2 Objetivos específicos.....	22
3 REFERENCIAL TEÓRICO	23
3.1 Efeitos das rodovias em paisagens naturais e mortalidade da fauna silvestre.....	23
3.2 Métodos empregados para inventariar vertebrados atropelados em rodovias e outros fatores afetando as estimativas de mortalidade.....	26
3.3 Répteis atropelados no entorno e/ou interior de unidades de conservação da natureza no Brasil.....	27
3.4 Medidas mitigadoras e sua eficácia para reduzir os efeitos negativos das rodovias e tráfego de veículos sobre a fauna de vertebrados silvestres.....	29
4 ÁREA DE ESTUDO	32
4.1 Composição e estrutura da vegetação associada às margens dos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da Rebio Guaribas.....	33
4.2 Corpos d'água, redes de drenagem pluvial, sinalização para motoristas e passagens de fauna associados aos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da Rebio Guaribas.....	35
4.3 Deposição de resíduos sólidos nas margens dos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados no entorno da Rebio Guaribas.....	35
5 MATERIAIS E MÉTODOS	39
5.1 Inventário dos répteis atropelados nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II.....	39
5.2 Coleta, preparação e identificação dos espécimes de répteis atropelados (carcaças); e cuidados com a segurança dos pesquisadores envolvidos nas amostragens.....	42
5.3. Estimativas de mortalidade de espécimes de répteis atropelados nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II.....	43
5.4. Estimativas do fluxo de veículos trafegando nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da ReBio Guaribas.....	44
5.5. Revisão da literatura sobre répteis atropelados em rodovias e estradas de terra no entorno de unidades de conservação federais no Nordeste brasileiro.....	46
5.6. Análises dos dados.....	46
6 RESULTADOS	47

6.1. Composição e abundância da fauna de répteis atropelados em trechos de rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II.....	47
6.2. Estimativas de répteis atropelados por veículos automotores nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II.....	49
6.3. Status de conhecimento sobre répteis atropelados em rodovias e estradas de terra que passam no entorno e/ou interior de unidades de conservação federais no Nordeste brasileiro.....	50
6.4 Avaliação dos planos de manejo das unidades de conservação federais quanto à manutenção de atividades de monitoramento de répteis atropelados e à adoção de medidas mitigadoras desse impacto sobre suas populações locais.....	50
7 DISCUSSÃO.....	52
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
10 APÊNDICES.....	66
Apêndice 1. Formulário utilizado para o registro de espécimes de répteis (e outros grupos de vertebrados e invertebrados) atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra monitoradas no entorno da SEMA II.....	69
Apêndice 2. Formulário utilizado para o registro da rede de drenagem de água pluvial e sinalização associadas a cada um dos trechos das rodovias asfaltadas e estrada de terra monitoradas no entorno da SEMA II.....	70

1 INTRODUÇÃO

A construção de rodovias em áreas de paisagens naturais promove a fragmentação de habitats, criando barreiras para a migração, dispersão e fluxo gênico entre populações animais (FORMAN; ALEXANDER, 1998; COFFIN, 2007; HOLDEREGGER; GIULIO, 2010; LESBARRÈRES; FAHRIG, 2012; PEADEN et al., 2017); e o consequente tráfego de veículos promove o aumento das taxas de mortalidade em populações de vertebrados silvestres em decorrência de colisões com veículos (FAHRIG et al., 1995; FORMAN; ALEXANDER, 1998; GIBBS; SHRIVER, 2002; GONÇALVES et al., 2018; WINTON; BISHOP; JUNIOR, 2019; DIAS, 2019).

No entanto, as rodovias promovem o desenvolvimento socioeconômico de um país e facilitam a comunicação entre populações humanas relativamente isoladas dos grandes centros urbanos; melhorando o acesso de tais populações a vários bens e serviços, cuidados com a saúde, escolas e empregos, dentre outros benefícios (FERREIRA et al., 2004; HETTIGE, 2006; RAMALHO et al., 2013; LAURANCE et al., 2015; BAGER et al., 2016; ALAMGIR et al., 2017). Sendo assim, como não é possível prescindir dos vários benefícios gerados pelas rodovias para as populações humanas, mostra-se fundamental e urgente que sejam adotadas medidas mitigadoras dos impactos negativos causados tanto pela construção de rodovias em paisagens naturais quanto pelo aumento das taxas de mortalidade por atropelamento veicular de animais silvestres vivendo nesses ambientes (RODRIGUES et al., 2002; GLISTA; DeVAULT; DeWOOD, 2009; LAURANCE et al., 2015; BARROS et al., 2016; BENNETT, 2017; CARMO et al., 2018).

É fundamental também que os projetos de construção de novas rodovias que cruzam paisagens naturais possuam obrigatoriamente estruturas que permitam a passagem segura de fauna silvestre e sinalização adequada para alertar os motoristas sobre a presença de animais atravessando essas vias. Isso significa que na construção e operação de novas rodovias seja aplicado o melhor equilíbrio possível entre a necessidade de conservação da fauna silvestre local, os custos envolvidos na construção, operação e manutenção das rodovias e as implicações econômicas e sociais desse tipo de infraestrutura de transporte (SARSAM, 2015; UMER et al., 2016; ALAMGIR et al., 2017).

Mais recentemente tem sido sugerido por vários estudos que a mortalidade provocada por atropelamento veicular em rodovias pode afetar a estrutura populacional de várias espécies de répteis, podendo causar diminuição da proporção de fêmeas adultas nas populações e, desse modo, contribuir significativamente para aumentar o risco de declínio

ou extinção local dos táxons afetados (STEEN; GIBBS, 2004; STEEN et al., 2006; RYTWINSKI; FAHRIG, 2012; SOUZA et al., 2015; ALMEIDA; AMORIN, 2016; PICZAK; MARKLE; CROW-FRASER, 2019; WINTON; BISHOP; LARSEN, 2020).

Cabe esclarecer, a partir desse momento, que o emprego do termo répteis, neste estudo, decorre de sua força tradicional na literatura zoológica e herpetológica especificamente; apesar desse termo não possuir nenhum valor filogenético de acordo com os princípios da Sistemática Filogenética propostos por Willi Hennig (1966). Atualmente, esses princípios constituem-se como fundamentos para a reconstrução de relações de parentesco evolutivo entre as espécies nas classificações biológicas (ZUG et al., 2001; AMORIM, 2002; SANTOS; KLASSA, 2012).

É importante destacar que nem todos os táxons de vertebrados são afetados de igual modo pelo tráfego de veículos em rodovias. Características comportamentais, reprodutivas e estratégia de forrageamento (senta-e-espera versus busca ativa), por exemplo, influenciam o nível de susceptibilidade dos indivíduos de determinada espécie (ou grupos de espécies) à morte por atropelamento veicular em rodovias (ANDREWS; GIBBONS, 2005; GEROW et al., 2010; RYTWINSKI; FAHRIG, 2012; HOWELL; SEIGEL, 2019; PICZAK; MARKLE; CROW-FRASER, 2019).

Contudo, nem todos os táxons de vertebrados são afetados de igual modo pelo tráfego de veículos em rodovias. Características comportamentais, reprodutivas e estratégia de forrageamento (senta-e-espera *versus* busca ativa), por exemplo, influenciam o nível de susceptibilidade dos indivíduos de determinada espécie (ou grupos de espécies) à morte por atropelamento veicular em rodovias (ANDREWS; GIBBONS, 2005; GEROW et al., 2010; RYTWINSKI; FAHRIG, 2012; HOWELL; SEIGEL, 2019; PICZAK; MARKLE; CROW-FRASER, 2019).

Atualmente existe um grande volume de estudos demonstrando que populações de répteis assim como de outros grupos de vertebrados (mamíferos, aves e anfíbios), vivendo em habitats naturais margeados ou cortados por rodovias e estradas de terra, morrem aos milhares e milhões de indivíduos anualmente devido a colisões com veículos (FORMAN; ALEXANDER, 1998; RYTWINSKI et al., 2016); tanto no Brasil (SILVA; SPAZIANI, 2015; IZIDORIO, 2016; DEFFACI et al., 2016; GONÇALVES et al., 2018; MEDEIROS, 2019; PINTO; CLEVINGER; GRILO, 2020) quanto em vários outros países do mundo (GEROW et al., 2010; GARRAH et al., 2015; HEIGL et al., 2017; RAMOS; MEZA-JOYA, 2018; PICZAK; MARKLE; HOWELL; SEIGEL, 2019; PINTO; CLEVINGER; GRILO, 2020).

Especificamente em relação aos répteis, um número cada vez maior de estudos tem demonstrado que a mortalidade causada por colisões com veículos em rodovias pode levar ao declínio muitas populações desses Squamata em nível local (GIBBS; SHHRIVER, 2002; TANNER; LEHMAN; PERRY, 2007; MEEK, 2015; HOWELL; SEIGEL, 2019; PICZAK; MARKLE; CROW-FRASER, 2019; CABRAL, 2019). Logo, devido ao seu significativo impacto negativo nas populações de répteis, a mortalidade provocada por atropelamento veicular em rodovias passou a ser incluída pelos pesquisadores entre as causas apontadas para o declínio populacional e/ou extinção de espécies desses Squamata em nível mundial (GIBBONS et al., 2000; ARAÚJO; THULLER; PEARSON, 2006; TODD; WILSON; GIBBONS, 2010; SASHA et al., 2018).

Geralmente, os inventários sobre répteis atropelados em rodovias são realizados empregando o método de registro visual das carcaças feitos por pesquisadores/observadores deslocando-se de carro ao longo dos trechos monitorados. Contudo, vários estudos têm demonstrado que inventários feitos por meio de caminhadas dos observadores fornecem estimativas mais confiáveis das taxas de mortalidade populacional tanto de répteis quanto de anfíbios, visto que muitas de suas espécies possuem pequeno tamanho corporal e dificilmente são vistos durante os inventários com os observadores deslocando-se de automóvel (SLATER, 2002; TAYLOR; GOLDINGAY, 2004; LANGEN et al., 2007).

De modo geral, no Brasil, a maioria dos estudos sobre estimativas de mortalidade populacional de répteis atropelados por veículos em rodovias tem sido realizado em trechos que não passam no entorno ou interior de unidades de conservação da natureza, persistindo grande lacuna do conhecimento sobre estas estimativas no entorno de UCs (SOUZA et al., 2015; MACHADO et al., 2015; CARMO et al., 2018). Além disso, a quase totalidade dos dados disponíveis se refere a monitoramentos de vertebrados atropelados (incluindo os répteis) em unidades de conservação localizadas principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país (e.g., BAGATINI, 2006; SILVA et al., 2007; HARTMANN; HARTMANN; MARTINS, 2011; COELHO et al., 2012; BRAZ; FRANÇA, 2016; SOUZA, 2016; SANTOS, 2017;).

No Nordeste brasileiro, a escassez desse tipo de informação mostra-se maior no que diz respeito às populações de répteis (e demais grupos de vertebrados) vivendo em áreas legalmente protegidas (ANDRADE, 2012) ou fora das mesmas (ALMEIDA; AMORIM; SANTOS, 2016); apesar dessa região possuir algumas dezenas de unidades de conservação da natureza, margeadas por rodovias estaduais e federais (ICMBio, 2020).

Apesar das unidades de conservação da natureza conferirem o *status* legal de proteção à fauna silvestre, passando a ideia de proteção integral de sua fauna para o público em geral (GARRIGA et al., 2012; SCHULZE et al., 2017; WINTON; BISHOP; LARSEN, 2020), presumivelmente muitas de suas populações de vertebrados (incluindo populações algumas espécies de répteis) podem estar sofrendo declínio silencioso provocado pela mortalidade decorrente do atropelamento veicular em rodovias e estradas de terra que passam no entorno ou atravessam o interior dessas áreas protegidas (BAGATINI, 2006; GEROW et al., 2010; HARTMANN; HARTMANN; MARTINS, 2011; COELHO et al., 2012; FREITAS; SOUSA; BUENO, 2013; BAGER et al., 2016; SARANHOLI et al., 2016; WINTON; BISHOP; LARSEN, 2020).

Portanto o presente estudo teve por objetivos estimar a mortalidade de répteis atropelados em trechos de rodovias e estrada de terra no entorno da Reserva Biológica Guaribas (ReBio Guaribas), localizada no litoral norte do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil; e avaliar o status de conhecimento sobre répteis atropelados em rodovias e estradas de terra situadas nas vizinhas de outras unidades de conservação (UCs) federais nessa região do país.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente estudo teve por objetivo realizar o inventário dos répteis atropelados por veículos automotores trafegando em duas rodovias asfaltadas e uma estrada de terra que passam no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas), como um estudo de caso; e avaliar o *status* de conhecimento atual sobre as estimativas de atropelamento desses animais em rodovias e estradas de terra que passam no entorno e/ou interior de outras unidades de conservação federais no Nordeste brasileiro, baseando-se em uma revisão de dados da literatura e análise dos planos de manejos dessas reservas.

2.2 Objetivos específicos

1. Inventariar as espécies de répteis atropeladas por veículos nos trechos das rodovias e estrada de terra que passam no entorno da SEMA II (Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura);
2. Estimar a taxa de mortalidade dos répteis atropelados nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra localizados no entorno dessa unidade de conservação;
3. Realizar uma revisão da literatura sobre atropelamento de répteis em trechos de rodovias pavimentadas e estradas de terra que passam próximas, entorno e/ou interior de unidades de conservação federais no Nordeste brasileiro;
4. Verificar quantas unidades de conservação da natureza federais no Nordeste brasileiro incluem em seu plano de manejo o monitoramento de répteis atropelados em rodovias e estradas de terra que passam próximas, no entorno e/ou interior das mesmas; e
5. Averiguar se nos planos de manejo das unidades de conservação federais da região Nordeste do Brasil constam medidas propostas para mitigar os possíveis impactos negativos da mortalidade causada por atropelamento veicular em rodovias e estradas localizadas próximas, no entorno e/ou interior sobre as populações de répteis que vivem abrigadas nessas reservas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Efeitos das rodovias em paisagens naturais e mortalidade da fauna silvestre

A construção de rodovias promove a fragmentação e perda de habitats em paisagens naturais; bem como severos impactos negativos diretos e indiretos sobre a fauna local, tanto de vertebrados quanto de invertebrados (FORMAN; ALEXANDER, 1998; SPELLERBERG, 1998; TROMBULAK; FRISSELL, 2000; HASKELL, 2001; COFFIN, 2007; MUÑOZ; TORRES; MEGÍAS, 2014).

Os impactos negativos indiretos das rodovias sobre as populações de vertebrados incluem, por exemplo: 1) criação de barreiras para a migração, dispersão e deslocamento dos indivíduos, aumentando assim a probabilidade de redução da diversidade genética populacional (COFFIN, 2007; HOLDEREGGER; GIULIO, 2010; LESBARRÈRES; FAHRIG, 2012; BENNETT, 2017; PEADEN et al., 2017) por outro lado podem facilitar o deslocamento de indivíduos de algumas espécies, inclusive espécies invasoras (SIERS; SAVIDGE; REED, 2014); 2) contaminação do solo e corpos d'água próximos das rodovias com metais pesados, sais e derivados do petróleo podem afetar o desenvolvimento normal das larvas (girinos) em populações de anfíbios (TROMBULAK; FRYSSEL, 2000; KARRAKER; GIBBS; VONESH, 2008); 3) mudanças comportamentais relacionada à comunicação acústica (poluição sonora) e evitação de aproximação das rodovias (comportamento de escape), favorecendo o isolamento entre as populações (TROMBULAK; FRYSSEL, 2000; LENGAGNE, 2008), e 4) disponibilidade de novos sítios para nidificação nas margens das rodovias (barrancos) para fêmeas migrando durante a estação reprodutiva, aumentando o risco delas sofrerem mortalidade diferencial (vítimas de atropelamento) e tornando-as mais suscetíveis à pressão de predação (STEEN; GIBBS, 2004; STEEN et al., 2006; LANGEN et al., 2007; DORLAND, RYTWINSKI; FAHRIG, 2014).

O efeito direto mais óbvio das rodovias sobre a fauna silvestre (vertebrados e invertebrados) é a mortalidade provocada pelas colisões com veículos (FORMAN; ALEXANDER, 1998; MUÑOZ; TORRES; MEGÍAS, 2014; MACHADO et al., 2015; SARANHOLI et al., 2015). Especificamente em relação aos vertebrados, estimativas indicam que anualmente milhares a milhões de mamíferos (CHEREM et al., 2007; CAIRES et al., 2018; TSUDA, 2018; ZANZINI et al., 2018) aves (DOOLING; POPPER, 2007; BAGER; ROSA, 2011, VIANNA, 2018), répteis (SHEPARD et al., 2008; HARTMANN; HARTMANN; MARTINS, 2011; SAHA, 2018; RAMOS; MESA-JOYA, 2018) e anfíbios (FAHRIG et al., 1994; ANDRADE, 2012) morrem vítimas de atropelamento veicular em rodovias, em escala

mundial (FORMAN; ALEXANDER, 1998; GEROW et al., 2010; RYTWINSKI et al., 2016; DEFACCI et al., 2016; BAGER et al., 2016).

No entanto, é fundamental levar em conta que as rodovias são indispensáveis para o desenvolvimento socioeconômicos dos países (MELO; SANTOS-FILHO, 2007; HETTIGE, 2006; BAGER et al., 2016). As rodovias permitem que o tráfego de veículos ocorra de maneira mais rápida e eficiente entre as zonas urbanas e rurais das cidades; bem como entre diferentes regiões dentro do mesmo país e também entre países. Dentre outros benefícios, as rodovias possibilitam a geração de novas oportunidades de serviços e empregos e a instalação de novas áreas residenciais e industriais, o que resulta na atração de pessoas para áreas antes não habitadas (ALBANO, 2016; SCOSS, 2002; ALAMGIR et al., 2017).

Portanto, como é impossível prescindir dos vários benefícios que as rodovias fornecem para as populações humanas, quer sejam os mesmos considerados em escalas local, regional ou mundial (FERREIRA et al., 2004; RAMALHO et al., 2013; LAURANCE et al., 2014; ALAMGIR et al., 2017), mostra-se igualmente fundamental que sejam adotadas medidas mitigadoras dos significativos impactos negativos que as rodovias causam nas populações de vertebrados, incluindo obviamente aquelas dos répteis (ARESCO, 2005; GEROW et al., 2010; RYTWINSKI et al., 2016; ALMEIDA; AMORIN; SANTOS, 2016; GARRIGA et al., 2017; PINTO; CLEVINGER; GRILO, 2019) e invertebrados (e.g., MUÑOZ; TORRES; MEGÍAS, 2014; BAXTER-GILBERT et al., 2015) vivendo em paisagens naturais; bem como sobre a biodiversidade de modo geral (LAURANCE et al., 2014; IBISCH et al., 2016; LAURANCE; ARREA, 2017).

Dentro dessa visão de reduzir os impactos negativos das rodovias sobre a conservação da biodiversidade, mostra-se necessário e urgente que os novos projetos de rodovias devem incorporar as melhores práticas de sustentabilidade, tanto no que diz respeito ao *design*, construção e manutenção das rodovias quanto em relação aos seus impactos econômicos, sociais e políticos, e especialmente na manutenção da biodiversidade local (SARSAM, 2015; LAURANCE et al., 2015; UMER et al., 2016; ALAMGIR et al., 2017). Nesse sentido, estimativa fornecida por Dulac (2013) indica que entre 2010 e 2050 ocorrerá um crescimento superior a 60% na malha rodoviária em nível global. Em virtude do extraordinário impacto desse crescimento da cobertura de rodovias no mundo, considera-se necessário e urgente que sejam protegidas áreas atualmente sem rodovias, em escala global, visando garantir a conservação da biodiversidade dessas áreas assim como os valiosos serviços ecossistêmicos que fornecem (IBISCH et al., 2016; LAURANCE; ARREA, 2017).

Espécimes de répteis pertencentes a várias espécies e também outros grupos de vertebrados são atraídos para as rodovias (e conseqüentemente uma grande parte deles morre por atropelamento veicular) por causa da disponibilidade de recursos alimentares, incluindo as carcaças de presas (necrofagia) (BERNARDINO; DALRYMPLE, 1992; RAO; GIRISH, 2007; MEEK, 2009; BHUPATHY et al., 2011; FREITAS; JUSTINO; SETZ, 2014; SOLÉ; DIAS, 2017; FLEMING; BATEMAN, 2018), sítios para termorregulação corporal (BERNARDINO; DALRYMPLE, 1992; MEEK, 2009, 2014; MCCARDLE; FONTENOT, 2016; GARRIGA et al., 2017; GONÇALVES et al., 2018), buscas por parceiros durante a estação reprodutiva (SHEPARD et al., 2008; HARTMANN; HARTMANN; MARTINS, 2011; MARCOV et al., 2017; FISCHER; GODOI; PARANHOS FILHO, 2018) e acesso a novos locais para nidificação (LANGEN et al., 2007; SHEPARD et al., 2008; DORLAND, RYTWINSKI; FAHRIG, 2014).

O *design* das rodovias (presença de curvas, topografia, tipo de pavimento (asfaltadas e não asfaltadas), número (simples ou duplicada) e largura das pistas); bem como a velocidade média permitida e volume médio diário de veículos trafegando e presença de sinalização vertical indicativa de passagem de fauna silvestre também influenciam nas taxas de atropelamento de répteis e outros grupos de vertebrados silvestres (e.g., FORMAN; ALEXANDER, 1998; MEEK, 2009; FREITAS, 2012; FARMER; BROOKS, 2012; D'AMICO et al., 2015; RYTWINSKI et al., 2016; GONÇALVES et al., 2018).

A vegetação encontrada nas margens das rodovias também atrai várias espécies de répteis e outros grupos de vertebrados, os quais podem explorar esses ambientes como sítios de forrageamento e refúgio (MEEK, 2009, 2014; BREHME et al., 2013; KONZEN, 2016; CARMO et al., 2018) e para procurar parceiros para se acasalar durante a estação reprodutiva (SHINE et al., 2004; SHEPARD et al., 2008; COLEMAN; HERRIMAN, 2008; ANDRADE, 2012). Além disso, o tipo de cobertura vegetal existente nas margens das rodovias pode influenciar na escolha dos locais de travessia (MEEK, 2015). Conhecer a composição e estrutura da vegetação existentes nas margens das rodovias e em habitats vizinhos (por exemplo, áreas alagadas e fragmentos florestais) é fundamental quando se avalia a adoção de medidas mitigadoras da mortalidade causada pelo tráfego de veículos em populações desses animais, especialmente em regiões tropicais devido a sua elevada diversidade de espécies (OLIVEIRA, 2011; FARMER; BROOKS, 2012; FREITAS; JUSTINO; SETZ, 2014; PINTO; CLEVINGER; GRILO, 2020).

A sazonalidade climática também afeta as taxas de atropelamento veicular envolvendo populações de répteis e outros vertebrados em rodovias (FREITAS, 2012; ROSA; BAGER, 2012; ROSA; SCHALK, 2016; BRAZ; FRANÇA, 2016; GARRIGA et al., 2017). Estudo

realizado por Braz e França (2016) demonstrou que a maior taxa de atropelamento de mamíferos, aves, anfíbios e répteis em rodovias que margeiam o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (Estado de Goiás, Centro-Oeste brasileiro) foi significativamente maior durante a estação chuvosa; e que a mortalidade diferiu entre as estações chuvosa e seca para todos os grupos taxonômicos investigados. Isso ocorre pois muitas espécies presente no Cerrado apresentam movimentos migratórios, atividades reprodutivas e dispersão, mais intensamente durante a estação chuvosa, e as rodovias e estradas acabam se tornando barreiras para a sua intensa locomoção. Concordantemente, Machado et al. (2015) também relataram a ocorrência de variação sazonal nas taxas de atropelamentos de vertebrados ao longo de duas rodovias localizadas na região Sudeste do Brasil, com maior número de espécimes atropelados por veículos durante a estação chuvosa. Por sua vez, Rosa e Schalk (2016) relataram a ocorrência de um pico maior na taxa de atropelamento de serpentes no meio da estação chuvosa e outro menor na estação seca, coincidindo com o período reprodutivo das serpentes.

3.2 Métodos empregados para inventariar vertebrados atropelados em rodovias e outros fatores afetando as estimativas de mortalidade

Comumente, os inventários de vertebrados (incluindo os répteis) atropelados em rodovias têm sido feitos usando automóveis durante as atividades de registro dos animais mortos (carcaças), com dois ou três pesquisadores/observadores geralmente se deslocando a uma velocidade média variando entre 20 e 60 km/h (e.g., ROSEN; LOWE, 1994; COELHO; KINDEL; COELHO, 2008; TEIXEIRA et al, 2013; BRAZ; FRANÇA, 2016). O emprego desse método de inventário contribui para sejam registrados espécimes de vertebrados principalmente de médio e grande portes, resultando em subestimativas das taxas de mortalidade para espécies de vertebrados com pequeno tamanho corporal (por exemplo, muitas espécies de lagartos, serpentes e anfíbios anuros) (SLATER, 2002; HELS; BUCHWALD, 2001; SANTOS et al., 2016).

Inventários de vertebrados atropelados em rodovias usando veículos para fazer o registro das carcaças são financeiramente onerosos, de modo que o delineamento amostral dos mesmos deve ser bem planejado para maximizar sua eficiência (SANTOS et al., 2016). Esse método de inventário é recomendado para monitoramento de vertebrados atropelados ao longo de grandes extensões de rodovias, levando-se em conta o tempo e mão-de-obra empregados (LANGEN et al., 2007); o mesmo se aplica a inventários de vertebrados atropelados usando bicicletas (CHOQUETTE; VALLIANT, 2016; BAXTER-GILBERT et al., 2018).

Contrariamente, inventários de anfíbios e répteis atropelados feitos por meio de caminhada dos pesquisadores/observadores fornecem estimativas mais realísticas sobre as taxas de mortalidade do que aqueles realizados usando automóveis (LANGEN et al., 2007; GEROW et al., 2010; SANTOS et al., 2016). De acordo com Gerow et al. (2010), pesquisadores/observadores caminhando em rodovias possuem significativamente maior capacidade para detectar carcaças de anfíbios anuros e pequenos lagartos e serpentes do que pesquisadores/observados se deslocando de veículos.

A desvantagem do inventário por meio de caminhada é que o mesmo exige dos pesquisadores/observadores grande esforço físico (laboriosos) para percorrer os dois lados da rodovia (caminhadas ida e volta) e demanda maior gasto de tempo. Contudo, esse método fornece estimativas de taxas de mortalidade populacional mais próximas da realidade (GEROW et al., 2010; SANTOS et al., 2016). Inventários de vertebrados atropelados em rodovias também podem ser feitos com os pesquisadores/observadores se deslocando de bicicleta ao longo do trecho monitorado (GARRAH et al., 2015; CHOQUETTE; VALLIANT, 2016; WINTON et al., 2018), porém esse método se mostra menos eficiente na detecção de carcaças do que os inventários conduzidos por caminhadas cuidadosas em rodovias (BAXTER-GILBERT et al., 2018).

No entanto, é importante destacar que as estimativas de mortalidade de vertebrados atropelados por veículos em rodovias também são afetadas pela capacidade de detecção das carcaças pelos pesquisadores/observadores (ou seja, o número de registros é afetado pelo tamanho corporal do animal morto), experiência dos pesquisadores/observadores, tempo de permanência da carcaça na rodovia, presença de animais carniceiros (necrófagos), condições de tempo (a água das chuvas pode arrastar as carcaças de animais pequenos para as canaletas de escoamento de água pluviais, dificultando ou mesmo impossibilitando seu registro) e topografia da rodovia, dentre outros (FORMAN; ALEXANDER, 1998; TEIXEIRA et al., 2013; SANTOS et al., 2016).

Portanto, estimativas de mortalidade de répteis e outros grupos de vertebrados atropelados em rodovias estão sujeitas a vários tipos fatores intrínsecos (grupos taxonômicos, sexo, estratégia de forrageamento, buscas por parceiros para acasalamento, dentre outros) e extrínsecos (sazonalidade climática, características das rodovias, presença de carniceiros, condições de tempo, velocidade média permitida e volume do tráfego de veículos) (FORMAN; ALEXANDER, 1998; HELS; BUCHWALD, 2001; GEROW et al., 2010; ROSA; SCHALK, 2016; SANTOS et al., 2016).

3.3 Répteis atropelados no entorno e/ou interior de unidades de conservação da natureza no Brasil

O Brasil possui a terceira mais rica fauna de répteis do mundo, composta atualmente por 795 espécies (753 espécies de Squamata (405 espécies de serpentes, 276 espécies de “lagartos” e 72 espécies de Amphisbaenia), 36 espécies de Testudines e seis espécies de Crocodylia) (COSTA; BÉRNILS, 2018). Mas essa espécies fauna de répteis enfrenta sérias ameaças à conservação de suas populações, tais como a fragmentação e perda de habitats provocadas por desmatamentos, conversão de habitats naturais em novas áreas agrícolas e pastagens, avanço da urbanização associada à especulação imobiliária (RODRIGUES, 2005; RIBEIRO et al., 2009; PINTO; CLEVINGER; GRILO, 2020).

Mais recentemente, baseados em um conjunto robusto de dados fornecidos por um número crescente de estudos, os pesquisadores passaram a considerar as taxas de atropelamentos de vertebrados silvestres em rodovias brasileiras como mais uma grave ameaça à conservação de populações desses animais (o que inclui obviamente muitas populações de répteis) (e.g., BAGER et al, 2016; GRILO et al., 2018; GONÇALVES et al., 2018; PINTO; CLEVINGER; GRILO, 2020). De acordo com Bager (2003) e Bager e Fontoura (2013), quando a mortalidade de fauna silvestre devido a colisões com veículos em rodovias ocorre dentro ou no entorno de unidades de conservação da natureza, o problema se torna ainda mais sério visto que essas áreas protegidas possuem maior riqueza de espécies e maior abundância de indivíduos.

No Brasil, atualmente, a maior parte dos estudos sobre taxas mortalidade em populações de vertebrados silvestres (incluindo os répteis) provocada por colisões com veículos foi desenvolvida em rodovias que não passam no entorno e/ou interior de unidades de conservação da natureza (e.g., COELHO; KINDEL; COELHO, 2008; WEISS; VIANNA, 2012; PINHEIRO; TURCI, 2013; MASCHIO; SANTOS-COSTA; PRUDENTE, 2016; BRUM et al., 2018).

A quantidade de informações disponíveis na literatura, sobre taxas de mortalidade de vertebrados, causada por atropelamento veicular em rodovias e estradas de terra que passam no entorno e/ou interior de unidades de conservação da natureza brasileiras, mostra-se bastante escassa. Além disso, eles têm sido realizados principalmente em rodovias próximas de unidades de conservação localizadas nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste do país (e.g., BAGER, 2003; COELHO et al., 2012; FREITAS; SOUSA; BUENO, 2013; BAGER; FONTOURA, 2013; SARANHOLI et al., 2016; BRAZ; FRANÇA, 2016; SILVEIRA et al., 2018). Para aquelas unidades de conservação da natureza localizadas na região Nordeste do país, margeadas

ou cortadas por rodovias, a lacuna de conhecimento sobre taxas de atropelamento de vertebrados nessas vias mostra-se maior (e.g., ANDRADE, 2012).

Soma-se ainda o fato de que raramente tais estudos são dirigidos exclusivamente para avaliar as taxas de mortalidade por atropelamento veicular em populações de répteis (herpetofauna) (e.g., SOUZA et al., 2015), ou mesmo algum grupo em particular (por exemplo, as serpentes) (HARTMANN; HARTMANN; MARTINS, 2011; MASCHIO; SANTOS-COSTA; PRUDENTE, 2016); ou ainda no que diz respeito à obtenção de dados ecológicos a partir do exame de espécimes atropelados em rodovias (e.g., FREITAS; ARAUJO, 2011).

De modo geral, a escassez de conhecimento sobre as taxas de mortalidade em populações de vertebrados devido a colisões com veículos em estradas presentes no entorno e/ou interior de unidades de conservação dificulta seriamente a adoção de medidas mitigadoras dos efeitos negativos do tráfego de veículos (BAGER, 2003). Por exemplo, com base em dados de monitoramento de fauna silvestre atropelada, os gestores de unidades de conservação podem melhor decidir em quais trechos da rodovia deverão ser instaladas passagens de fauna (túneis e passagens aéreas), redutores de velocidade (por exemplo, lombadas sonorizadoras) e placas sinalizadoras verticais e horizontais indicativas de trânsito de fauna; bem como solicitar aos órgãos competentes a redução da velocidade média permitida dos veículos em determinados trechos da rodovia, nos quais foram registradas as maiores taxas de atropelamento (BAGER, 2003; BAGER; ROSA, 2010; BAGER; FONTOURA, 2013; BAGER et al., 2016; COLLISON; MARNEWECH; DAVIES-MOSTERT, 2019).

Esse desconhecimento sobre as taxas de mortalidade de vertebrados em rodovias que margeiam ou cortam unidades de conservação da natureza ainda gera outro problema muito grave que é a falsa impressão no público em geral de que as populações de répteis e outros vertebrados estão protegidas no interior das áreas legalmente protegidas, quando na verdade não estão de fato, conforme vários pesquisadores têm demonstrado (e.g., GEROW et al., 2010; GARRIGA et al., 2012; WINTON; BISHOP; LARSEN, 2020).

Por fim, deve-se esclarecer que o uso do termo répteis neste estudo decorre de sua tradicional e ampla utilização na literatura (incluindo a literatura zoológica e herpetológicas), apesar de ele não representar um táxon filogeneticamente válido de acordo com os princípios da Sistemática Filogenética propostos Willy Henning.

3.4 Medidas mitigadoras e sua eficácia para reduzir os efeitos negativos das rodovias e tráfego de veículos sobre a fauna de vertebrados silvestres

A adoção de medidas mitigadoras dos impactos negativos da mortalidade de animais silvestres provocada por colisões com veículos automotores em rodovias e estradas de terra tem ocupado uma posição central nas discussões sobre Ecologia de rodovias. Nesse contexto, uma questão central é a necessidade de avaliação da eficiência dos mais de quarenta tipos de medidas mitigadoras que têm sido comumente recomendadas para reduzir a mortalidade de vertebrados em rodovias (por exemplo, redução da velocidade média permitida, estruturas de sinalização/alerta para os motoristas e passagens seguras para a fauna (aéreas e subterrâneas), campanhas de conscientização de motoristas); bem como quais desses conjuntos de estruturas podem e/ou devem ser empregadas dentro de cada cenário de rodovia-paisagem investigado (GLISTA; DeVAULT; DeWOODY, 2009; van der GRIFT et al., 2013; BAGER, 2016; RYTWINSKID et al., 2016; ASSIS et al., 2020).

De acordo com van der Grift et al. (2013), a falta de boas avaliações das medidas de mitigação dos impactos negativos das rodovias e tráfego de veículos pode colocar em risco a viabilidade de populações da fauna silvestre e também levar à aplicação ineficiente de recursos financeiros na instalação de estruturas de passagens seguras para a fauna, as quais podem não ser tão eficientes quanto se poderia pensar. Nesse sentido, Rytwinski et al. (2016) sugeriram a necessidade de que sejam incorporados dados de monitoramento de fauna atropelada por veículos automotores em rodovias antes e depois da adoção de medidas mitigadoras, visando obter uma melhor avaliação dessas medidas; bem como elas sejam avaliadas por um período de tempo relativamente longo (quatro anos antes e depois da implantação das medidas mitigadoras).

Conforme discutido por Bager (2016), algumas unidades de conservação não possuem ou possuem um planejamento básico para implementar medidas mitigadoras dos impactos negativos do atropelamento de fauna silvestre causada por veículos automotores. Ainda de acordo com esse autor, se o motorista que cruzar uma UC (unidade de conservação) estiver distraído, na maioria das vezes, não perceberá que está em uma área que essencialmente deve preservar a vida silvestre. Ainda mais grave se mostra o fato de que, segundo estudo realizado por Lima (2013a), a nível nacional, 59% dos entrevistados (gestores e analistas ambientais) afirmaram que as UCs nas quais trabalhavam não possuíam medidas mitigadoras para os impactos negativos do atropelamento veicular na fauna silvestre local, enquanto 30% deles informaram possuir. Das UCs para as quais foi informado haver tais medidas de mitigação,

84% delas não dispunham de estudos que tenham ou estejam avaliando a eficiência das medidas propostas; e somente quatro por cento delas haviam feito isso.

As medidas mais comumente propostas para reduzir a mortalidade causada por atropelamento veicular em rodovias foram pensadas para vertebrados de médio e grande portes, notadamente as espécies de mamíferos. Esses animais, em sua grande maioria, despertam mais a empatia dos motoristas e representam maiores riscos à segurança das pessoas trafegando nas rodovias. Diferentemente dos mamíferos, os répteis (notadamente as serpentes) e anfíbios são culturalmente estigmatizados como sendo perigosos e repulsivos, sendo por isso intencionalmente atropelados por motoristas trafegando em rodovias (MOURA et al., 2010; BECKAMANN; SHINE, 2012; MESQUITA; LIPINSKI; POLIDORO, 2015; CRAWFORD; ANDREWS, 2016; ASSIS et al., 2020). De acordo com Gonçalves et al. (2018), quando as medidas de mitigação são planejadas com o objetivo de reduzir os impactos sobre a biodiversidade, levar em conta os dados disponíveis para um único grupo taxonômico pode resultar na adoção de medidas ineficazes, visto que os padrões de atropelamentos de fauna de vertebrados em rodovias podem variar no espaço e tempo entre diferentes táxons ou grupos funcionais de vertebrados.

Campanhas de educação ambiental constituem uma medida mitigadora de grande importância, notadamente quando direcionadas para sensibilizar os motoristas principalmente em relação ao atropelamento de répteis e anfíbios, os quais costumam ser mortos intencionalmente nas rodovias, quer seja por aversão ou medo e também por não representarem um risco à segurança dos motoristas durante a colisão (ASHLEY; KOSLOSKI; PETRIE, 2007; SECCO et al., 2014; CRAWFORD; ANDREWS, 2016; GONÇALVES et al., 2018). Essas campanhas educativas podem não resultar em efeito imediato como medida mitigadora para reduzir os atropelamentos de vertebrados silvestres, contudo, podem alcançar maior sucesso futuro se realizadas em escolas e centros de formação de condutores (BAGATINI, 2006; FREITAS, 2009).

Nesse contexto, finalmente, mostra-se fundamental criar a cultura de planejamento participativo entre o governo e pesquisadores antes mesmo da construção de novas rodovias, objetivando que as mesmas sejam projetadas de forma que minimizem os atropelamentos de elementos da fauna silvestre local. Também se mostra necessária a adoção de atitude mais proativa no sentido de cobrar dos órgãos governamentais responsáveis pelo licenciamento ambiental, nas diferentes esferas de governo, a elaboração de normas especificamente dirigidas

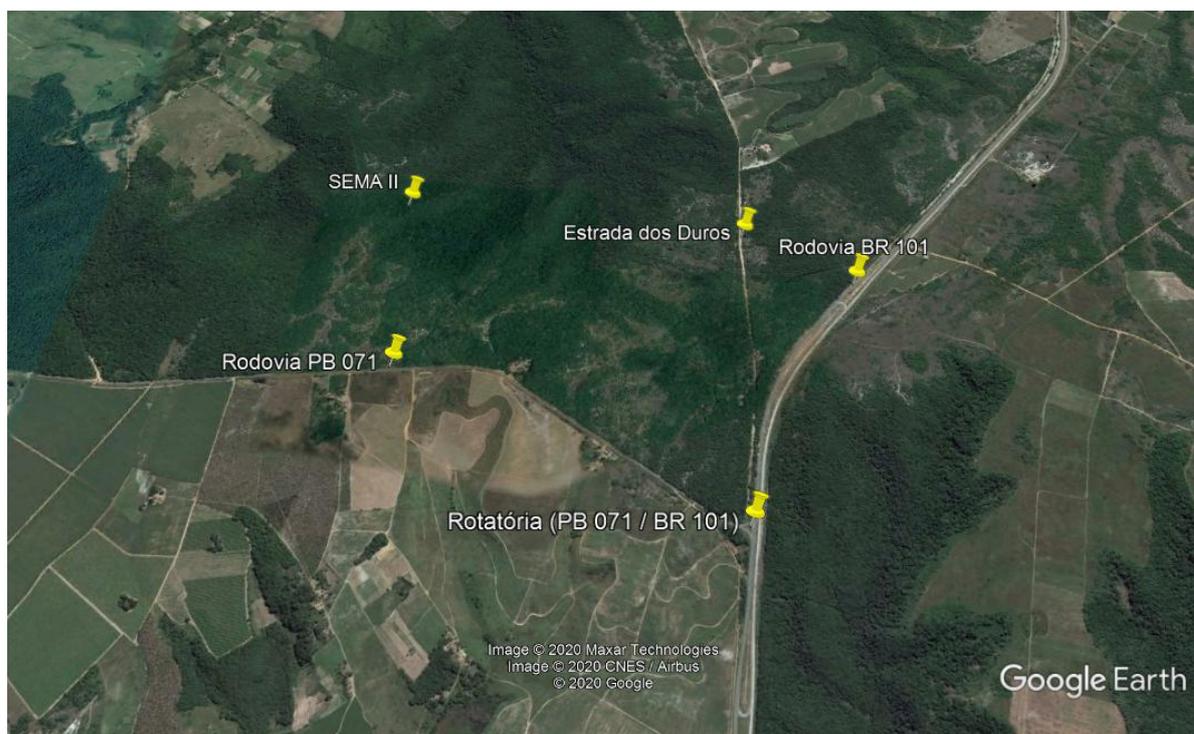
para mitigar os impactos negativos gerados pela construção de rodovias e consequente tráfego de veículos (BAGER, 2007).

4 ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi desenvolvido na Reserva Biológica Guaribas (ReBio Guaribas), uma unidade de conservação federal criada pelo Decreto No. 98.884, de 25 de janeiro de 1990. A ReBio Guaribas é composta por três fragmentos de Floresta Atlântica. As áreas de cada um desses fragmentos florestais foram denominadas de SEMAs (Secretaria Especial de Meio Ambiente): SEMA I, SEMA II e SEMA III (IBAMA, 2003).

Este estudo foi realizado nos trechos da rodovia estadual PB-071 ($6^{\circ}44'33,61''S$ e $35^{\circ}08'49,21''W$), rodovia federal BR-101 ($6^{\circ}44'16,65''S$ $35^{\circ}07'48,04''W$), ambas asfaltadas, e estrada de terra conhecida localmente como Estrada dos Duros ($6^{\circ}44'09,35''S$ e $35^{\circ}08'03,13''W$), os quais se encontram localizados imediatamente no entorno da SEMA II (**Figura 1**). A SEMA II abriga a sede principal dessa unidade de conservação; possui uma área total de 3.016,09 ha e está localizada a aproximadamente 44 Km a noroeste da capital do estado da Paraíba, João Pessoa, no município de Mamanguape (IBAMA, 2003).

Figura 1. Localização dos trechos da rodovia federal BR-101, rodovia estadual PB-071 e Estrada dos Duros monitorados para registro de répteis atropelados no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil).



Fonte: Modificado a partir do Google Maps (2020).

O município de Mamanguape está localizado na Mesorregião da Zona da Mata Paraibana, mais precisamente na Microrregião do Litoral Norte. Tem como pontos limítrofes ao norte, o Estado do Rio Grande do Norte; ao Sul, os municípios de Rio Tinto e Capim de Mamanguape; ao leste, os municípios de Rio Tinto e Mataraca; ao oeste, os municípios de Jacaraú, Curral de Cima, Itapororoca e Capim (LIMA, 2013b).

A ReBio Guaribas apresenta em seu relevo as Planícies Fluviais e Marinhas e Planícies Tabulares. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo As', o qual é caracterizado por ser quente e úmido, com estação seca no verão e chuvosa no inverno. Esse tipo climático apresenta temperaturas superiores a 18° C no mês menos quente. As chuvas de outono-inverno são provocadas pelos ciclones da Frente Polar Atlântica. O período mais chuvoso fica entre fevereiro e outubro (IBAMA, 2003).

A cobertura vegetal da ReBio Guaribas é composta predominantemente por remanescentes de Floresta Atlântica e manchas de savana (Tabuleiros). Ela também apresenta fortes ligações com a formação fitogeográfica da Caatinga, a qual é predominante no semiárido nordestino, localizada no interior do continente; mas que não se estende à costa litorânea (IBAMA, 2003). No que diz respeito à composição florística dessa reserva, foram registradas com 629 espécies de plantas vasculares pertencentes a 26 espécies e 13 famílias de pteridófitas e licófitas, 164 espécies e 19 famílias de monocotiledôneas, e 439 espécies e 90 famílias de eudicotiledôneas (IBAMA, 2003; BARBOSA et al., 2011).

4.1 Composição e estrutura da vegetação associada às margens dos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da ReBio Guaribas

A grosso modo, a composição e estrutura da vegetação associada às margens da rodovia estadual PB-071 e Estrada dos Duros mostraram-se muito mais parecidas em entre si do que qualquer uma delas em relação ao trecho monitorado da rodovia federal BR-101 (**Figuras 2, 7, 8 e 9 (C-F)**). Em termo de oferta de recursos florais para atrair principalmente insetos e algumas espécies de vertebrados polinizadores e frugívoros, os trechos monitorados da rodovia PB-071 e Estrada dos Duros se evidenciaram como as mais importantes (**Figuras 2, 7 e 9**). Por sua vez, o trecho monitorado da rodovia BR-101 mostrou-se mais empobrecido em termos de disponibilidade de recursos florais (**Figura 8**).

As atividades de manejo da vegetação associada às faixas de domínio da rodovia estadual PB-071 e Estrada dos Duros são mantidas e executadas pela própria Administração da

ReBio Guaribas, por meio da efetiva atuação da equipe que compõe a brigada contra incêndios. No caso da rodovia BR-101, tais atividades são mantidas e executada pelo DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2019).

Figura 2. Vegetação associada às margens do trecho monitorado da rodovia estadual PB-071, localizado o entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A (Bromélias-tanque encontradas na borda da mata imediatamente contígua com o acostamento da rodovia), B (Ocorrência de *Anacardium occidentale* L. (cajueiro) e planta herbácea em floração na borda da mata contígua com o acostamento), C (Ninho de térmitas (seta vermelha) encontrado em árvore na borda da mata contígua com o acostamento), D (Vegetação herbácea predominante na margem direita da rodovia, vista no sentido do município de Mamanguape), E (Insetos alados explorando recursos florais (seta vermelha) em planta herbácea às margens do acostamento) e F (Vistas da borda da mata e vegetação herbácea nas margens da rodovia). Fotos: A (Felipe Rafael Gouveia, 2019), C (Mayanne A. Carvalho, 2019) e B, D, E e F (Gindomar Gomes Santana, 2019).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Observou-se durante a realização do presente estudo que a frequência dessas atividades de manutenção de fauna presentes na borda da UCs, foi bem maior no trecho monitorado da rodovia BR-101 do que nos trechos monitorados da rodovia PB-071 e Estrada dos Duros. Desse modo, mostrou-se muito mais comum observar plantas herbáceas em floração nas margens do trecho monitorado da rodovia PB-071 do que na rodovia BR-101 (**Figuras 2, 7 e 8**).

4.2 Corpos d'água, redes de drenagem pluvial, sinalização para motoristas e passagens de fauna associados aos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da ReBio Guaribas

Visando melhor entender as causas associadas indiretamente aos atropelamentos de répteis nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra, foram registrados todos os corpos d'água (temporários e/ou semipermanentes), placas de sinalização para motoristas, redes de drenagem pluvial e passagens de fauna silvestre neles encontrados (**Figura 3 - 5; Apêndice 2**). Também foram feitas buscas visuais diurnas e noturnas objetivando determinar a presença de espécimes de répteis tanto nesses ambientes aquáticos quanto na rede de drenagem pluvial.

Conforme observado em campo, a rede de drenagem pluvial existente no trecho da rodovia BR-101 parece ser bastante eficiente, sendo frequentemente limpa pela equipe de manutenção do DNIT (2019). Provavelmente por esses motivos não foi observada a formação de poças d'água nas margens do trecho monitorado dessa rodovia. Contrariamente, no trecho monitorado da rodovia PB-071 foram registradas várias poças d'água temporárias, pequenas lagoas temporárias e uma grande lagoa semipermanente (**Figura 3**). Por sua vez, no trecho monitorado da estrada de terra (Estrada dos Duros), naturalmente se formam pequenas e grandes poças d'água temporárias dentro estrada e em suas margens durante a estação chuvosa, visto que seu sistema de drenagem pluvial ser bastante rudimentar (**Figuras 3 e 9C, D e F**).

Uma única passagem subterrânea para fauna silvestre foi registrada sob a rodovia federal BR-101, no trecho monitorado no presente estudo (**Figura 3E**). Nenhuma passagem subterrânea para fauna foi encontrada nos trechos monitorados da rodovia PB-071 e Estrada dos Duros (estrada de terra).

4.3 Deposição de resíduos sólidos nas margens dos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados no entorno da ReBio Guaribas

Com finalidade de melhor caracterizar as causas indiretas associadas aos atropelamentos de répteis nos trechos monitorados das rodovias (PB-071 e BR-101) e estrada de terra (Estrada

dos Duros), foram registrados dos locais de deposição de resíduos sólidos (lixo) e os tipos de materiais descartados nas margens dessas vias (**Figura 6**).

Figura 3. Corpos d'água temporários e semipermanentes, rede de drenagem pluvial e passagem de fauna (subterrânea) associados aos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados para registro de répteis atropelados no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A e B (Lagoa semipermanente e poça d'água temporária, respectivamente; ambas na rodovia PB-071), C e D (Poças d'água temporárias formada ao longo da Estrada dos Duros), E (Passagem subterrânea para fauna silvestre sob a rodovia BR-101) e F (Canaleta para escoamento de água pluvial na rodovia BR-101). Fotos: A (Mayanne A. Carvalho, 2018), B, C e D (Gindomar Gomes Santana, 2019), e E - F (Adriana Silva Santos, 2018).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 4. Rede de drenagem de água pluvial registrada ao longo do trecho monitorado da rodovia estadual PB-071 no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A - F (Bueiros para drenagem de água das chuvas), e em F (Pesquisadora procurando por carcaças de répteis, possivelmente arrastadas para a borda da mata através de uma canaleta de drenagem d'água das chuvas). Fotos: Gindomar Gomes Santana (2018).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Levou-se em consideração o pressuposto de que a deposição desse tipo de material nas margens de rodovias e estradas de terra pode atrair espécimes de vários grupos de vertebrados (incluindo os répteis) e também invertebrados. De modo geral, esses novos tipos de recursos de habitats podem potencialmente funcionar como sítios de alimentação e refúgio para vários grupos de animais. É plausível, portanto, admitir que o acúmulo de lixo nas margens dos trechos das rodovias e estradas de terra investigados no presente estudo pode contribuir para aumentar as chances de atropelamentos de espécimes de répteis.

Figura 5. Registro das placas de sinalização no trecho monitorado da rodovia estadual PB-071 no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A (Placa de não ultrapassagem), B (Placa indicativa do km 02, próximo da entrada da sede da SEMA II), C (Placa indicando a área da SEMA II) e D (Placa de limite de velocidade (30 Km/h)). Fotos: Felipe Rafael Gouveia (2017).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 6. Registro de resíduos sólidos (lixo) depositados em trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A (Pote de isopor e sacos de plástico), B (Pneus velhos) e C (Diversos tipos de matérias às margens de uma grande lagoa de retenção de água pluvial) registrados nas margens da rodovia PB-071; e D (Caixas de papelão em canaleta pluvial nas margens da rodovia BR-101). Fotos: Felipe Rafael Gouveia (2017).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Foram registradas as coordenadas geográficas e tipos de materiais acumulados ao longo dos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra. Somente foram encontrados depósitos de resíduos sólidos nas margens (acostamentos, canaletas e bacias de retenção de água pluvial) dos trechos monitorados da rodovia estadual PB-071 e rodovia federal BR-101 (**Figura 6**), mas nenhum monturo de lixo foi encontrado no trecho monitorado da Estrada dos Duros. Os tipos de resíduos sólidos mais comumente encontrados foram potes de isopor (marmitas), garrafas pet, sacos de plástico, papelão, caixas de isopor e pneus (**Figura 6**).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Inventário dos répteis atropelados nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II

O monitoramento foi realizado durante uma semana por mês, na última semana de cada mês, ao longo de um período de seis meses (maio a outubro de 2017). A cada excursão de campo mensal, cada trecho monitorado das rodovias e estrada de terra (Estrada dos Duros) (**Figuras 7, 8 e 9**) foi vistoriado duas vezes, em dias alternados. A escolha da ordem em que ocorreria o monitoramento em cada trecho das rodovias e estrada de terra foi feita por meio de sorteio, visando evitar ao máximo a influência dos observadores na amostragem. Cada um dos trechos monitorados das duas rodovias mediu 8,0 km de extensão, enquanto o trecho monitorado da Estrada dos Duros mediu 3,75 km, correspondendo a extensão total que margeia a borda da mata (SEMA II).

O método de monitoramento escolhido foi por caminhadas, pois, as chances de encontrar mais carcaças, principalmente de animais de pequeno porte (como é o caso da maioria das espécies de répteis) se tornam maiores. As amostragens foram realizadas por três pessoas (pesquisadores) previamente treinadas (amostragens-piloto) para garantir uma maior eficiência de detecção de répteis atropelados nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra. Os dois lados das rodovias eram percorridos a procura de carcaças de répteis. Para cada carcaça encontrada foram registrados em formulário as coordenadas geográficas do local, horário do registro, condições da carcaça e as condições do tempo; sendo também fotografada (**Apêndice 1**).

As atividades de monitoramento de répteis atropelados nos trechos selecionados das rodovias e estrada de terra tiveram início às 05:30h e se estenderam até às 12:00h. Essas atividades foram sempre iniciadas tão cedo para aumentar as chances de encontrar os répteis

atropelados antes dos carniceiros diurnos, como é o caso do urubu-da-cabeça-preta (*Coragyps atratus* (Bechstein, 1793)) e carcarás (*Carcara plancus* (Miller, 1777)); os quais foram comumente observados nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II.

Todos os procedimentos metodológicos adotados para registro dos espécimes de répteis atropelados nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra basearam-se nos trabalhos publicados por Langen et al. (2007), Coleman e Herriman (2008) e Baxter-Gilbert et al. (2018).

Figura 7. Vista do trecho monitorado da rodovia estadual PB 071 no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) para registro de répteis atropelados. Abreviaturas: A (Frente da sede da SEMA II no início da manhã. Neblina ao amanhecer eram recorrentes nos períodos mais chuvosos), B (Monitoramento na faixa de acostamento contígua com a borda da mata), C (Vista da faixa da rodovia oposta àquela indicada em B), D (Registro de um espécime atropelado no acostamento. Cones de sinalização eram postos para alertar os motoristas sobre a presença de pesquisadores no acostamento), E (Rotatória improvisada ligando a PB-071 a outra estrada de terra que corta a SEMA II (sentido do município de Jacaraú) e F (Treminhões vistos com frequência trafegando na PB-071 nas épocas de corte e colheita das plantações de cana-de-açúcar). Fotos: Mayanne Albuquerque Carvalho (2019).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 8. Vista do trecho monitorado da rodovia federal BR 101 no entorno da Reserva Biológica Guaribas (município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) para registro de répteis atropelados. Abreviaturas: A (Trecho da BR-101 visto no início da manhã), B (Placas sinalizadoras mais comuns no trecho vistoriado), C (Pesquisadora registrando local de encontro de carcaças de répteis), D (Vestígios de uma carcaça de mamífero de meio porte visto durante a procura por carcaças de répteis), E (Placa de sinalização indicando o limite de velocidade permitida no entorno da SEMA II) e F (Um canteiro central que separa as duas pistas da BR-101. Ao fundo é mostrado um trecho próximo da entrada para a SEMA II). Mayanne Albuquerque Carvalho (2019).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 9. Vista do trecho monitorado da Estrada dos Duros no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A (Inseto morto na estrada, um potencial atrativo para alguns répteis), B (Plantação de cana-de-açúcar recentemente colhida ao lado estrada de terra), C (Trecho da estrada de terra margeado por mata em ambos os lados), D (Trecho da estrada margeado pela mata e plantação de cana-de-açúcar), E (Proximidades do trecho final monitorado na estrada de terra) e F (Uma grande poça d'água temporária formada no meio da estrada de terra, cercada pela mata de ambos os lados). Fotos: Gindomar Gomes Santana (2018).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

5.2 Coleta, preparação e identificação dos espécimes de répteis atropelados (carcaças); e cuidados com a segurança dos pesquisadores envolvidos nas amostragens

Quando cada carcaça de réptil (espécime morto) foi encontrada nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra, foram tomados os devidos cuidados para evitar a contaminação dos pesquisadores durante o processo de manipulação dos corpos.

As carcaças foram manipuladas somente por um dos três pesquisadores (observadores), o qual utilizava luvas descartáveis para manipular a carcaça e acondiciona-la em sacos de

plástico. Um segundo pesquisador ficou responsável por fazer os registros dos dados de cada carcaça encontrada; e elaborar uma etiqueta que era adicionada ao saco de plástico contendo a carcaça. Um terceiro pesquisador ficou como responsável para sinalizar e alertar os motoristas trafegando, no trecho monitorado, quanto à presença dos dois outros pesquisadores envolvidos diretamente no registro da carcaça. Para essa finalidade foram utilizados dois cones de sinalização, os quais eram colocados a uma distância suficiente para alertar os motoristas com a devida antecedência. Além disso, todos os três pesquisadores utilizaram coletes refletivos para sinalizar/alertar os motoristas trafegando nos trechos das vias monitoradas. Também como medida de segurança, os três pesquisadores se deslocavam sempre pelo acostamento (de cada lado das rodovias e estrada de terra vistoriadas) e em fila indiana.

Depois de coletadas, as carcaças depois foram preliminarmente triadas no Laboratório da SEMA II (Sede principal da ReBio Guaribas, em Mamanguape). Nesse momento, cada saco de plástico contendo carcaça recebeu a adição de formalina a 4,0%, e uma etiqueta de papel vegetal contendo as mesmas informações descritas na etiqueta adicionada no momento em que a carcaça havia sido removida (número de coleta, trecho da rodovia ou estrada monitorado e data da coleta).

Posteriormente, no Laboratório de Herpetologia (Integrado ao Laboratório de Etnoecologia/Departamento de Biologia/Campus I/UEPB, cada carcaça foi transferida para recipientes contendo álcool etílico a 70% e, em seguida, identificadas quanto à espécie pertencente, usando para essa finalidade chaves de identificação taxonômica e diagnoses das espécies disponíveis na literatura (VANZOLINI; COSTA; VITT, 1980; ÁVILA-PIRES, 1995; PEREIRA-FILHO, 2011) (**Figura 10**).

Neste trabalho, a taxonomia adotada para as espécies de serpentes e lagartos registradas segue a lista de espécies de répteis da Sociedade Brasileira de Herpetologia (COSTA; BÉRNILS, 2018).

5.3 Estimativas de mortalidade de espécimes de répteis atropelados nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II

Visando estimar a mortalidade média diária de espécimes/espécie de répteis causada por atropelamento por veículos automotores nos trechos monitorados da rodovia estadual PB-071, rodovia federal BR-101 e Estrada dos Duros (estrada de terra), foi dividida a quantidade total de espécimes/espécie atropelados (carcaças) pelo total de quilômetros percorridos em cada um desses trechos. Para estimar a mortalidade média mensal e anual de espécimes/espécie de répteis atropelamentos, foram multiplicados os valores médios diários obtidos por 30 e 365 dias,

respectivamente (Procedimentos baseados nos trabalhos desenvolvidos por Bagatini (2006) e Jeganathan et al. (2018)).

Figura 10. Análise e identificação dos espécimes de répteis encontrados atropelados (carcaças) nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) no Laboratório de Herpetologia (Integrado ao Laboratório de Etnoecologia/UEPB). Abreviaturas: A - F (Procedimentos envolvidos no processo de identificação das carcaças de répteis examinadas). Fotos: Mayanne Albuquerque Carvalho (2019).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

5.4 Estimativas do fluxo de veículos trafegando nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da ReBio Guaribas

As estimativas sobre o volume médio diário (VMD) e volume médio diário anual (VMDa) de veículos trafegando na rodovia estadual PB-071, rodovia federal BR-101 e Estrada

dos Duros (estrada de terra) seguiram os dados apresentados por Barbosa (2020) (**Tabela 1**). (**Figura 11**).

Tabela 1. Estimativas do volume médio diário anual de veículos automotores trafegando nos trechos das rodovias e estradas de terra localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) durante o período estudado. Abreviatura/símbolos: VMDa (volume médio diário anual de veículos), * (Dados fornecidos pelo DNIT) e ** (dados do presente estudo).

Trechos monitorados	VMDa	Volume total anual
Rodovia estadual PB-071	443	161.695
Rodovia federal	9095	3.319.675
Estrada de terra	9	3.285

Fonte: BARBOSA (2020).

Figura 11. Contagem de veículos automotores para estimar o volume do tráfego de veículos no trecho monitorado da rodovia estadual PB-071, localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba). Abreviaturas: A e B (Observadores posicionados no ponto de contagem de fluxo de veículos na frente da sede da SEMA II) e C e D (Vistas do trecho monitorado da rodovia nos sentidos dos municípios de Jacaraú e Mamanguape, respectivamente). Fotos: Mayanne Albuquerque Carvalho (2017).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

5.5 Revisão da literatura sobre répteis atropelados em rodovias e estradas de terra no entorno de unidades de conservação federais no Nordeste brasileiro

Para realização dessa revisão da literatura sobre as espécies de répteis atropelados em rodovias asfaltadas e/ou estradas de terra localizadas no entorno de unidades de conservação

federais na região Nordeste do Brasil, foi considerado o período compreendido a partir de 1990 a agosto de 2020, correspondendo a quase 30 anos.

Nesta revisão da literatura foram incluídos preferencialmente artigos e capítulos de livros. Porém, visando ampliar a base de dados avaliada, também foram incluídas monografias, dissertações e teses (literatura cinza); quando se percebeu preliminarmente a escassez de artigos e capítulos de livros publicados sobre o tema em questão.

As pesquisas bibliográficas foram iniciadas em outubro de 2017 e concluídas em agosto de 2020. Para essa finalidade foram acessadas as bases de dados dos seguintes indexadores: Google Acadêmico, Science Direct, SCielo e Scopus. Durante as buscas bibliográficas foram utilizadas palavras-chave e expressões em Inglês (e versões em Português), como por exemplo: “Reptiles roadkill in conservation units from northeastern Brazil”, “Lizards roadkill and conservation units from northeastern Brazil”, “Snakes roadkill and conservation units from northeastern Brazil” e “Turtles roadkill and Biological conservation from northeastern Brazil”.

Para investigar se nos planos de manejo das unidades de conservação federais do Nordeste brasileiro (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019a,d) constava a adoção de medidas mitigadoras para diminuir os potenciais efeitos negativos da mortalidade em populações de répteis causada por atropelamento veicular em trechos de rodovias asfaltadas e estradas de terra que passam no entorno dessas UCs, foram analisados os planos de manejos de cada uma delas, disponíveis em suas home pages oficiais.

5.6 Análises dos dados

Os dados obtidos no presente estudo foram analisados utilizando estatística descritiva (valores em frequências absolutas e percentuais, valores em média, e representação em tabelas e gráficos) (ZAR, 2014).

6 RESULTADOS

6.1 Composição e abundância da fauna de répteis atropelados em trechos de rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II

Durante o período estudado foi registrado um total de cinco espécimes de répteis Squamata atropelados por veículos automotores, sendo quatro deles no trecho monitorado da rodovia PB-071 (uma espécie de lagarto e duas de serpentes) e um indivíduo de uma espécie de serpente na Estrada dos Duros. No trecho monitorado da rodovia federal BR-101 não foi registrado nenhum espécime de réptil atropelado. Somente um único espécime de serpente não foi possível identificar ao nível específico, o qual foi atropelado na PB-71 (**Tabela 2; Figuras 12, 13 e 14**).

Tabela 2. Lista das espécies de répteis Squamata, cujos espécimes foram mortos por atropelamento provocado por veículos automotores nos trechos monitorados das rodovias e Estrada dos Duros) no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil).
Abreviaturas/Símbolos: ED (Estrada dos Duros), x (presença) e – (ausência).

Répteis Squamata	Trechos monitorados		
	PB-071	BR-101	ED
“LAGARTOS”			
Família Teiidae			
<i>Ameivula ocellifera</i> (Spix, 1825)	x	-	-
SERPENTES			
Família Colubridae			
<i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler in Spix, 1824)	x	-	-
Família Dipsadidae			
<i>Sibon nebulatus</i> (Linnaeus, 1758)	x	-	-
<i>Taeniophallus occipitalis</i> (Jan, 1863)	-	-	x
Serpente não identificada	x	-	-

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 12. Espécies de serpentes cujos espécimes foram atropelados por veículos automotores nos trechos monitorados da rodovia estadual PB-071, rodovia federal BR-101 e Estrada dos Duros (estrada de terra) no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A (*Taeniophallus occipitalis*), B (*Oxybelis aeneus*) e C (*Sibon nebulatus*). Fotos: A – C (Adriana S. Silva, 2017).



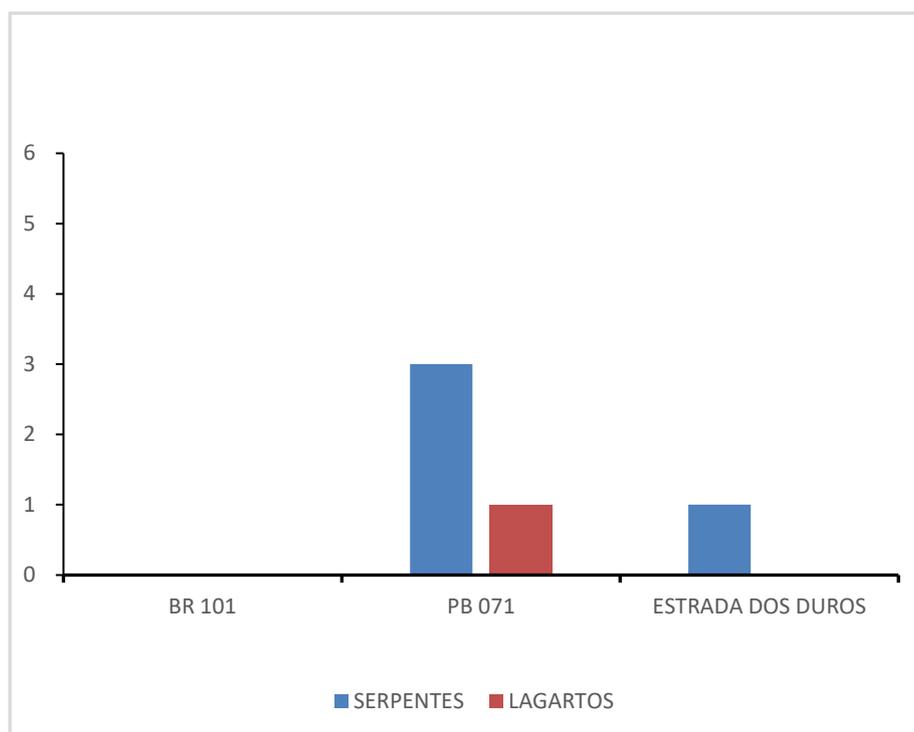
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 13. Espécies de serpentes e lagarto atropelados (carcaças) por veículos automotores nos trechos monitorados da rodovia estadual PB-071, rodovia federal BR-101 e Estrada dos Duros (estrada de terra) no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil), nas condições em que foram examinados em laboratório. Abreviaturas: A (Espécie não determinada), B (*Ameivula ocellifera*), C (*Taeniophallus occipitalis*) e D (*Oxybelis aeneus*). Fotos: Mayanne A. Carvalho (2018).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 14. Abundância de espécimes de serpentes e lagartos atropelados por veículos automotores nos trechos monitorados das rodovias e estrada terra no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

6.2 Estimativas de répteis atropelados por veículos automotores nos trechos monitorados das rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II

Visto que nenhum espécime de réptil atropelado (carcaça) foi encontrado no trecho monitorado da rodovia federal BR-101, as estimativas de mortalidade foram feitas apenas com os registros obtidos para os trechos investigados da rodovia estadual PB-071 e Estrada dos Duros (estrada de terra) (**Tabela 3**). Todas as estimativas de mortalidade obtidos foram bastante baixos, uma vez que para cada espécie foi registrada somente uma carcaça. Por razões óbvias, o espécime de serpente não identificado ao nível específico foi excluído das estimativas de mortalidade por atropelamento veicular.

Tabela 3. Estimativas de mortalidade de répteis Squamata atropelados por veículos automotores nos trechos monitorados da rodovia estadual PB-071 e Estrada dos Duros (estrada de terra) que passam no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil).
Abreviaturas/símbolos: ED (Estrada dos Duros), \bar{X} (valor em média) e - (ausência).

Espécies	PB-071/ED	PB-071/ED	PB-071/ED
	\bar{X} diária	\bar{X} mensal	\bar{X} anual
“Lagarto”			
<i>Ameivula ocellifera</i> (Spix, 1825)	0,125/ -	3,75/ -	410,625/ -
Serpentes			
Família Colubridae			
<i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler in Spix, 1824)	0,125/ -	3,75/ -	410,625/ -
Família Dipsadidae			
<i>Sibon nebulatus</i> (Linnaeus, 1758)	0,125/ -	3,75/ -	410,625/ -
<i>Taeniophallus occipitalis</i> (Jan, 1863)	- /0,125	- /3,75	- / 410,625

Fonte: Elaborado pela própria autora.

6.3 Status de conhecimento sobre répteis atropelados em rodovias e estradas de terra que passam no entorno e/ou interior de unidades de conservação federais no Nordeste brasileiro

Em relação ao *status* de conhecimento disponível na literatura sobre répteis atropelados em rodovias nas vizinhanças de unidades de conservação federais na região Nordeste do Brasil, dentro do período abrangido pela revisão (1990 a agosto de 2020), foram registrados somente por dois trabalhos científicos, ambos na forma de Dissertação de Mestrado, a saber: Jivanildo Pinheiro Miranda (2007), Sofia de Oliveira e Cabral (2019). Cabral (2019), obteve como resultado 265 serpentes mortas por atropelamento, em um período de dois anos de trabalho. Já, Miranda (2007), durante o período de janeiro a dezembro de 2005, obteve um total de 206 répteis atropelados.

6.4 Avaliação dos planos de manejo das unidades de conservação federais quanto à manutenção de atividades de monitoramento de répteis atropelados e à adoção de medidas mitigadoras desse impacto sobre suas populações locais

Com relação as unidades de conservação, foi observado, quais no Nordeste possuíam plano de manejo, se estava próxima ou no entorno de alguma rodovia, se no plano de manejo havia alguma informação sobre fauna atropelada e se possuíam medidas em seu plano de

manejo em relação as rodovias ou em relação ao atropelamento. Todos esses dados foram tabelados e analisados detalhadamente. No total, 15 Unidades de conservação foram analisadas (**Tabela 4**). Dentre estas, 12 pertencem a categoria de proteção integral e 3 pertencem a categoria de uso sustentável. 12 delas possuem plano de manejo e 3 não possuem. Ou seja, estatisticamente falando: 26,7% (n = 15) dos planos de manejo das UCs indicaram existir o registro de fauna atropelada; e 40,0% dessas UCs apresentaram propostas para mitigar o atropelamento de fauna silvestre.

Dentro das que possuem plano de manejo 9 possuem implementados como atividade, teoricamente, medidas para diminuição dos atropelamentos ou dos impactos causados pelas rodovias e estradas. Todos que apresentaram esta atividade, possuem relação com o DNIT, ou órgão específico do local. Apenas uma não se encontra no entorno ou próximo a uma rodovia ou estrada, que é o Parque Nacional do Descobrimento. A Estação Biológica de Murici e o Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal, em seus planos de manejo, citam sobre os impactos das rodovias e estradas no entorno ou próximo as unidades de conservação, entretanto não possuem medidas para a diminuição dos mesmos. Não foi possível encontrar estudos sobre o monitoramento de fauna atropelado próximo a essas unidades, e caso tenha, provavelmente este acervo não foi liberado ou publicado por revista para acesso de outros pesquisadores.

Tabela 4. Informações gerais disponíveis nos planos de manejo das unidades de conservação federal do Nordeste do Brasil no que diz respeito à manutenção de atividades regulares de monitoramento de fauna atropelada nos trechos das rodovias e estradas de terra que passam no seu entorno; e a existência de medidas mitigadoras previstas nos referidos planos.

Unidades de conservação	Plano de manejo	Rodovias no entorno	Registro de fauna atropelada	Propostas de medidas mitigadoras
Floresta Nacional de Nísia	Possui	BR-101 e RN-063	Sim	Sim
Reserva Biológica Guaribas	Possui	BR-101 e PB-071	Sim	Sim
Flona da Restinga de Cabedelo	Possui	BR-230	Sim	Sim
Reserva Biológica de Saltinho	Possui	PE-060 e PE-076	Sim	Sim
Estação Ecológica de Murici	Possui	BR-101	Sim	Não
Flona do Ibura	Possui	BR-101	Sim	Sim
Parque Nacional da Serra de Itabaiana	Possui	BR-235	Sim	Sim

Tabela 4 (Conclusão).

Refúgio de Vida Silvestre de Boa Nova	Não possui	BR-030	Não	Não
Parque Nacional de Boa Nova	Não possui	BR-030	Não	Não
Refúgio de Vida Silvestre de Una	Possui	BR-101 e BA-001	Sim	Sim
Reserva Biológica de uma	Possui	BR-101 e BA-001	Sim	Sim
Parque Nacional da Serra das Lontras	Não possui	BA-676	Não	Não
Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal	Possui	BR-101 e BR-498	Sim	Não
Parque Nacional do Pau Brasil	Possui	BA-001	Sim	Sim
Parque Nacional do Descobrimento	Possui	Não possui	Não	Não

Fonte: Elaborado pela própria autora.

7 DISCUSSÃO

De modo geral, a taxa de indivíduos observados e/ou coletados está de acordo com outros estudos que envolvem vertebrados de um modo geral (MILLI; PASSAMANI, 2006; MELO; SANTOS-FILHO, 2007; SILVA et al., 2011; PINHEIRO; TURCI, 2013; BARROS et al., 2016; MIRANDA et al., 2017; FERREIRA et al., 2017; ABRANTES et al., 2018), quanto específicos da área da herpetologia ou apenas sobre répteis (ASHLEY et al., 1996; MACKINNON et al., 2005; DAS et al., 2007; HARTMANN; HARTMANN; MARTINS, 2011; MEEK, 2015; HEIGL et al., 2017; PEIXOTO et al., 2019).

A grande quantidade de indivíduos observados ocorreu também devido a forma de monitoramento, que foi através de caminhadas. Isso possibilitou não apenas a observação de répteis, como também de anfíbios, aves e até mesmo invertebrados interagindo naquele meio. Entretanto, o número de indivíduos coletados devido a atropelamentos é inferior aos observados até o momento. Isso pode ter ocorrido devido a três fatores que foram observados durante os monitoramentos. O primeiro fator seria de que as medidas implantadas no entorno da unidade (passagens de fauna inferior e superior, manutenção da vegetação no entorno da mesma e placas de sinalização), tenham surtido efeito, diminuindo assim, os impactos das rodovias. O segundo

fator foi a época ou período em que foi realizado o trabalho, por ter sido um período não tão curto, mas que acabou excluindo toda uma estação que foi o verão, e que é a época que eles mais utilizam as rodovias para se reproduzirem e/ou termo regularem.

O terceiro fator foi o alto índice de aves como anas, carcarás, corujas e urubus, que, tem a tendência a surgirem mais em rodovias que possuem menor movimentação, faz com que, muitas carcaças passem menos tempo nas rodovias ou estrada. No caso da BBR 101 tem dois fatores a mais, que são: a borda da rodovia é relativamente larga, então, quando os invertebrados são atropelados, muitas vezes eles ficam bem próximos as margens, sendo assim, as chances de que répteis sejam atropelados nessas margens é mínima, sem falar que, devido essa disponibilidade de alimento próximo a margem, torna-se significativo para evitar que eles sintam a necessidade de ultrapassarem a rodovia. O outro fator e de que, por serem carcaças pequenas e o fluxo da BR 101 ser relativamente mais intenso, as chances de as mesmas permanecerem pelo menos 24 horas na rodovia são

mínimas.

Com relação aos planos de manejo, o resultado de 26,7% (n = 15) dos planos de manejo das UCs indicaram existir o registro de fauna atropelada; e 40,0% dessas UCs apresentaram propostas para mitigar o atropelamento de fauna silvestre, reforçaram o que foi obtido por Lima (2013a), onde, a nível nacional, a partir de entrevista com gestores de unidades de conservação, 59% afirmaram que as UCs não possuíam medidas mitigadoras para os impactos negativos dos atropelamentos, enquanto que 30% possuíam. Além disso, Lima também observou que, 84% das unidades de conservação não dispunham de estudos que tenham ou estejam avaliando a eficiência das medidas propostas, e, apenas 4% haviam feito isto. Neste último caso, reforça o resultado em que obtivemos apenas dois trabalhos referentes a temática.

Por ser uma das principais rodovias também, a BR 101 se encontra no entorno de outras unidades de conservação, ou estão bem próximas das mesmas, além da Reserva Biológica Guaribas, como: Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal, Reserva Biológica de Una, Refúgio de Vida Silvestre de Una, Flona do Ibura, Estação Ecológica de Murici e Flona de Nísia Floresta. Outros trabalhos que não se encontram no entorno de unidades de conservação, também possuem como ponto de monitoramento a BR 101 (HARTMANN; HARTMANN; MARTINS, 2011; BARROS et al., 2016; JARDIM et al., 2017). Isso faz com que a BR 101 seja uma das principais rodovias no Brasil que devem ser analisadas a partir dos dados que adquiridos nos trabalhos, quais as medidas necessárias para diminuir estes impactos a curto e a longo prazo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, é notável que, apesar do fato de que o número de répteis atropelados estarem geralmente em segundo ou em terceiro lugar, ainda são números significativos, além do fato de serem resultados subestimados devido a quantidade de fatores que impedem uma contagem mais fiel em relação aos atropelamentos. O método de caminhada se mostrou eficaz, entretanto, o ideal seria um maior número de pessoas para que pudessem se dividir em mais grupos e conseqüentemente cobrir uma área maior ou monitorar pontos variáveis no mesmo horário, ou monitorar em diferentes horários do dia.

Algumas medidas que podem ser utilizadas são as passagens inferiores de fauna, também conhecidas como galerias; placas de limite de velocidade e manutenção no entorno da unidade, pois, como foi possível notar nos monitoramentos realizados no entorno da Reserva Biológica Guaribas – SEMA II, são medidas que surtem efeitos positivos diante da problemática em questão. Outras medidas que se faz necessário é a educação ambiental, conscientizar tanto os motoristas, quanto os moradores que vivem próximos as unidades, pois é uma forma de minimizar os impactos, não só causados pelos atropelamentos, mas também pela dispersão de resíduos sólidos nas proximidades. Além disso, a educação ambiental acerca desta temática pode não apresentar resultados significativos a curto prazo, mas sim, a médio e longo prazo. Mas, no geral, a principal medida que se deve tomar e colocar em prática as medidas que existem nos planos de manejo. O Nordeste possui uma vasta riqueza de répteis, e apesar de ainda não ter atingido ou não ter registro de que se tenha ocorrido em alguma espécie vulnerável ou em risco de extinção, caso medidas não forem tomadas, este pode vir a ser um dos resultados destes impactos.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAMGIR, Mohammed. *et al.* Economic, socio-political and environmental risks of road development in the tropics. **Current Biology**, v. 27, n. 20, p. 1130-1140, 2017.
- ALBANO, João Fortini. **Vias de transporte**. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora Ltda, 2016.
- ALMEIDA, Gleymeron Vieira Lima de; AMORIM, Fabiana Oliveira de; SANTOS, Ednilza Maranhão dos. Anfíbios & “répteis” atropelados em um trecho da BR-232, no estado de Pernambuco. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 61-69, 2016.
- AMORIM, D. S. Fundamentos de Sistemática Filogenética. Editora Holos. 1ª edição. 156p. 2002.
- ANDRADE, Edson Victor Euclides de. **Influência das rodovias PE-60 e PE-076 sobre a anurofauna de solo da Reserva Biológica Saltinho**. Orientador: Ralf Schwamborn. 2012. 94 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.
- ANDREWS, Kimberly M.; GIBBONS, J. Whitfield. How do highways influence snake movement? Behavioral responses to roads and vehicles. **Copeia**, v. 2005, n. 4, p. 772-782, 2005.
- ARAÚJO, Miguel B.; THUILLER, Wilfried; PEARSON, Richard G. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. **Journal of biogeography**, v. 33, n. 10, p. 1712-1728, 2006.
- ARESCO, Matthew J. Mitigation measures to reduce highway mortality of turtles and other herpetofauna at a north Florida lake. **The Journal of Wildlife Management**, v. 69, n. 2, p. 549-560, 2005.
- ASHLEY, E. Paul; KOSLOSKI, Amanda; PETRIE, Scott A. Incidence of Intentional Vehicle–Reptile Collisions. **Human Dimensions of Wildlife**, v.12, n.3, p. 137-143, 2007.
- ASSIS, Jasmine de Resende *et al.* Snakes roadkill on highways in the Cerrado biome: an intentional conduct? **Studies on neotropical fauna and environment**, doi <https://doi.org/10.1080/01650521.2020.1844942>. 2020.
- ÁVILA-PIRES, Teresa Cristina Sauer de. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). **Zoologische Verhandelingen**, v. 299, n. 1, pp. 1-706, 1995.
- BAGATINI, Tathiana. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres na rodovia do entorno da estação ecológica águas emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras**. Orientador: Prof. Dr. Jader Marinho-Filho. 2006. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- BAGER, Alex; FONTOURA, Vanessa. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. **Ecological Engineering**, v. 53, p. 31-38, 2013.

BAGER, Alex. *et al.* Os Caminhos da Conservação da Biodiversidade Brasileira frente aos Impactos da Infraestrutura Viária. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 75-86, 2016.

BARBOSA, Maria E. P. **Fauna de invertebrados atropelados em rodovias e estrada de terra no entorno da Reserva Biológica Guaribas, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.** 2020. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.

BARROS, Thiago O. *et al.* Monitoramento da fauna silvestre atropelada NA BR-101/RN/PB/PE. *In: Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade.* p. 178-189, 2016.

BAXTER-GILBERT, James H. *et al.* Turning the threat into a solution: using roadways to survey cryptic species and to identify locations for conservation. **Australian Journal of Zoology**, v.66, n. 1, p. 50 – 56, 2018.

BAXTER-GILBERT, James H. *et al.* Road mortality potentially responsible for billions of pollinating insect deaths annually. **Journal of Insect Conservation**, v. 19, n. 5, p. 1029-1035, 2015.

BECKMANN, Christa; SHINE, Richard. Do drivers intentionally target wildlife on roads?. **Austral Ecology**, Austrália, v. 37, n. 5, p. 629-632, 2012.

BERNARDINO, Frank S; DALRYMPLE, George H. Atividade sazonal e mortalidade nas estradas das cobras dos pântanos de Pa-hay-okee do Everglades National Park, EUA: subtítulo do artigo. **Conservation Biology**, Estados Unidos, v. 6, n. 2, p. 71-75, 1992.

BHUPATHY, Subramanian *et al.* Herpetofaunal mortality due to vehicular traffic in the Western Ghats, India: a case study. **Herpetotropicos**, v. 5, n. 2, p. 119-126, maio, 2011.

BRAZ, Vívian. D. S; FRANÇA, Frederico. G. R. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 1, p. 1-11. 2016.

BENNETT, Victoria J. Effects of Road Density and Pattern on the Conservation of Species and Biodiversity. **Current Landscape Ecology Reports**, v. 2, n.1, p. 1-10, 2017

BREHME, Cheryl S. *et al.* Permeability of roads to movement of scrubland lizards and small mammals. **Conservation Biology**, v. 27, n. 4, p. 710-720, 2013.

BRUM, T. R. *et al.* Effects of roads on the vertebrates diversity of the Indigenous Territory Paresi and its surrounding. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 1, p. 125-132, 2018.

BRAZ, Vívian S.; FRANCA, Frederico G. R. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 1, 2016.

BRUM, T. R. *et al.* Effects of roads on the vertebrate's diversity of the Indigenous Territory Paresi and its surrounding. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 1, p. 125-132, 2018.

CABRAL, S. O. **Dieta de lagartos e serpentes atropelados em rodovias do semiárido nordestino no estado do Rio Grande do Norte, RN**. 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró. 2019.

CAIRES, Heloisa. S. *et al.* Roadkilled mammals in the northern Amazon region and comparisons with roadways in other regions of Brazil. **Iheringia**, Brazil, v. 109, p. e2019036, 2018.

CARDOSO, Thálita R. **Tempo de permanência de carcaça em rodovias: Análise metodológica em Ecologia de Estradas**. 2010. 48 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

CARMO, Cecília C. *et al.* Atropelamento de serpente *Boa constrictor*: ameaça à manutenção do ambiente selvagem no Campus do Itaperi. **Ciência Animal**, v. 28, n.3, p. 89-98, 2018.

CHEREM, Jorge J. *et al.* Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Biotemas**, v. 20, n. 3, p. 81-96, 2007.

CHOQUETTE, Jonathan D.; VALLIANT, LinDsey. Road Mortality of Reptiles and Other Wildlife at the Ojibway Prairie Complex and Greater Park Ecosystem in Southern Ontario. **Canadian Field Naturalist**, v. 130, n. 1, p. 64-75. 2016.

CRAWFORD, B. A; ANDREWS, K. M. Drivers' attitudes toward wildlife-vehicle collisions with reptiles and other taxa. **Animal Conservation**, v.19, n.5, p. 444-450, 2016.

COELHO, Igor. P. *et al.* Anuran road-kills neighboring a peri-urban reserve in the Atlantic Forest, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 112, n. 15, p. 17-26, 2012.

COELHO, Igor Pfeifer; KINDEL, Andreas; COELHO, A. V. P. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, n. 4, p. 689-699, 2008.

COFFIN, Alisa W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography**, v. 15, n. 5, p. 396-406, 2007.

COLEMAN, Jessica L.; FORD, Neil B.; HERRIMAN, Kevin. A Road Survey of Amphibians and Reptiles in a Bottomland Hardwood Forest. **Southeastern Naturalist**, v. 7, n. 2, p. 339-348. 2008.

COLLINSON, W. J.; MARNEWECK, C.; DAVIES-MOSTERT, Harriet T. Protecting the protected: reducing wildlife roadkill in protected areas. **Animal Conservation**, v. 22, n. 4, p. 396-403, 2019.

COSTA, Henrique C.; BÉRNILS, Renato S. Répteis do Brasil e suas unidades federativas: Lista de espécies. **Herpetologia Brasileira**, vol. 7, n. 1, p. 11-57, 2018.

D'AMICO, Marcello *et al.* Road avoidance responses determine the impact of heterogeneous road networks at a regional scale. **Journal of Applied Ecology**, v. 53, n. 1, p. 181-190, 2016.

DEFFACI, Angela C. *et al.* Diversidade de aves, mamíferos e répteis atropelados em região de floresta subtropical no sul do Brasil. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 3, p. 1205-1216, 2016.

DIAS, C. D. C. **Levantamento de vertebrados silvestres mortos por atropelamento na rodovia estadual MA- 106, trecho que liga o município de Santa Helena - MA e Pinheiro – MA.** 2019. 40 f. Monografia (Graduação em Ciências Naturais), Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, 2019.

DNIT. **Infraestrutura rodoviária.** Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/modais-2/capa-infraestrutura-rodoviaria>. Acesso em: 16 out. 2019.

DOOLING, Robert J.; POPPER, Arthur N. The Effects of Highway Noise on Birds. **The California Department of Transportation Division of Environmental Analysis**, Sacramento, p. 1-74, 2007.

DORLAND, Alexandra; RYTWINSKI, Trina; FAHRIG, Lenore. Do Roads Reduce Painted Turtle (*Chrysemys picta*) Populations? **Plos One**, Canadá, v. 9, n. 5, p. e98414, 2014.

FAHRIG, Lenore. *et al.* Effect of road traffic on amphibian density. **Biological Conservation**, Canadá, v. 73, n. 3, p. 177-182, 1995.

FARMER, Robert G.; BROOKS, Ron J. Integrated Risk Factors for Vertebrate Roadkill in Southern Ontario. **The Journal of Wildlife Management**, v. 76, n. 6, p. 1215-1224, 2012.

FERREIRA, Jefferson Jerônimo; DA COSTA SARAIVA, Ana Luiza Bezerra; DO VALE, Cláudia Câmara. Atropelamentos de animais silvestres no semiárido nordestino: estudo de caso da zona rural do município de Assú/RN. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 1249-1258, 2017.

FISCHER, Wagner; GODOI, Raquel F.; PARANHOS FILHO, Antônio C. Roadkill records of reptiles and birds in Cerrado and Pantanal landscapes. **Check List**, v. 14, n. 5, p. 845, 2018.

FLEMING, Patricia A.; BATEMAN, Philip W. Novel predation opportunities in anthropogenic landscapes. **Animal Behaviour**, v. 138, p. 145-155, 2018.

FORMAN, Richard T.T; ALEXANDER, Lauren E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, n.1, p. 207-231, 1998.

FREITAS, Carlos H. **Atropelamento de vertebrados nas rodovias MG-428 e SP-334 com análise dos fatores condicionantes e valoração econômica da fauna.** 2009. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

FREITAS, Carlos H.; ARAUJO, Atila R. Ecological data on road killed *Amphisbaena alba* Linnaeus, 1758 (Squamata, Amphisbaenidae) in southeast Brazil. **Herpetological Bulletin**, p. 26-30, 2011.

FREITAS, Carlos. H. D; JUSTINO, Carla S.; SETZ, Elenore. Z. F. Road-kills of the giant anteater in south-eastern Brazil: 10 years monitoring spatial and temporal determinants. **Wildlife Research**, v. 41, n. 8, p. 673-680, 2014.

FREITAS, Leonardo E. **A influência dos padrões de paisagem no atropelamento de fauna: O caso da BR-040**. 2012. 379 p. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

FREITAS, Simone R.; SOUSA, Cláudia. O. M; BUENO, Cecilia. Effects of landscape characteristics on roadkill of mammals, birds and reptiles in a highway crossing the Atlantic forest in southeastern Brazil. *In: International Conference on Ecology and Transportation (ICOET 2013)*, 2013, Salt Lake City. **Anais...** Scottsdale. 2013.p. 1-11.

GARRAH, Evelyn *et al.* Hot spots and hot times: wildlife road mortality in a regional conservation corridor. **Environmental management**, v. 56, n.4, p. 874-889, 2015.

GARRIGA, Núria. *et al.* Are protected areas truly protected? The impact of road traffic on vertebrate fauna. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, p. 2761-2774, 2012.

GARRIGA, Núria. *et al.* Seasonal variation in vertebrate traffic casualties and its implications for mitigation measures. **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 36-44, 2017.

GEROW, Ken. *et al.* Estimating annual vertebrate mortality on roads at Saguaro National Park, Arizona. **Human–Wildlife Interactions**, v. 4, n. 2, p. 283-292, 2010.

GIBBS, James P.; SHRIVER, W. Gregory. Estimating the effects of road mortality on Turtle Populations. **Conservation Biology**, v. 16, n. 6, p. 1647-1652, 2002.

GLISTA, David J.; DEVAULT, Travis L.; DEWOODY, J. Andrew. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. **Landscape and Urban Planning**, v. 91, n. 1, p. 1-7, 2009.

GIBBONS, J. Whitfield *et al.* The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians: Reptile species are declining on a global scale. Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustainable use, and global climate change. **BioScience**, v. 50, n. 8, p. 653-666, 2000.

GONÇALVES, Larissa. O. *et al.* Reptile road-kills in Southern Brazil: Composition, hot moments and hotspots. **Science of the Total Environment**, v. 615, p. 1438-1445, 2018.

GRIFT, Edgar A. van der *et al.* Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. **Biodiversity and Conservation**, v.22, n.2, p.425-448, 2013.

GRILO, Clara *et al.* Individual Spatial Responses towards Roads: Implications for Mortality Risk. **PLOS ONE**, v. 7, n. 9, p. 1-11, 2012.

HASKELL, David G. Effects of Forest Roads on Macroinvertebrate Soil Fauna of The Southern Appalachian Mountains. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 57-63, 2001

HARTMANN, Paulo A.; HARTMANN, Marília T.; MARTINS, Márcio. Snake road mortality in a protected area in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 6, n. 1, p. 35-43, 2011.

HEIGL, Florian et al. Amphibian and reptile road-kills on tertiary roads in relation to landscape structure: using a citizen science approach with open-access land cover data. **BMC ecology**, v. 17, n. 1, p. 24, 2017.

HELMS, Tove; BUCHWALD, Erik. The effect of road kills on amphibian populations. **Biological Conservation**, v. 99, n. 3, p. 331-340, 2001.

HETTIGE, Hemamala. **When do rural roads benefit the poor and how?: an in-depth analysis based on case studies**. Filipinas: Asian Development Bank, 2006.

HOLDEREGGE, Rolf; GIULIO, Manuela Di. The genetic effects of roads: a review of empirical evidence. **Basic and Applied Ecology**, v. 11, n. 6, p. 522-531, 2010.

HOWELL, Hunter J.; SEIGEL, Richard A. The Effects of Road Mortality on Small, Isolated Turtle Populations. **Journal of Herpetology**, v. 53, n. 1, p. 39-46, 2019.

IBISCH, Pierre. L. *et al.* A global map of roadless areas and their conservation status. **SCIENCE**, v. 354, n. 6318, p. 1423-1427, 2016.

ICMBIO. Ministério do meio ambiente. Disponível em: www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-somos/enderecos10.pdf. Acesso em: 20 mai. 2020.

IZIDORIO, Adilton O. **Monitoramento de fauna silvestre atropelada na rodovia 140 e dois ramais no estado de Rondônia**. 2016. 36 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental), Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Rondônia, 2016.

JARDIM, Jenner M. M. et al. Análise dos acidentes de trânsito ocasionados por animais nas rodovias federais do estado de Pernambuco, Brasil. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 11, n. 1, p. 76-84, 2017.

JEGANATHAN, P. et al. Seasonal variations in wildlife roadkills in the plantations and tropical rainforest in the Anamalai Hills, Western Ghats, India. **Current Science**, v.114, n.3, p. 619-626, 2018.

JUNIOR, Bruce D. S. **Dinâmica espacial dos atropelamentos da anurofauna em estradas secundárias de Tefé, Amazonas**. 2019. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Colegiado de Ciências Biológicas), Universidade do Estado do Amazonas, Amazonas, 2019.

KARRAKER, Nancy E.; GIBBS, James P.; VONESH, James R. Impacts of road deicing salt on the demography of vernal pool-breeding amphibians. **Hydrobiologia**, v. 664, n. 1, p. 213-218, 2008.

KONZEN, Maurício Q. **A morte nas estradas: efeito de borda de rodovias sobre animais silvestres de fragmentos florestais no sudoeste do Paraná**. 2016. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas), Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, 2016.

LANGEN, Tom A. et al. Methodologies for surveying herpetofauna mortality on rural highways. **The Journal of wildlife management**, v. 71, n. 4, p. 1361-1368, 2007.

LAURANCE, William F.; ARREA, Irene B. Roads to riches or ruin? **Science**, v. 358, n. (6362), p. 442-444, 2017.

LAURANCE, William F. et al. Reducing the global environmental impacts of rapid infrastructure expansion. **Current Biology**, v. 25, p. R255-R268, 2015.

LAURANCE, William F. et al. A global strategy for road building. **Nature**, v. 513, p. 229-232, 2014.

LESBARRÈRES, David; FAHRIG, Lenore. Measures to reduce population fragmentation by roads: what's worked and what do we know? **Cell Press**, v. 27, n. 7, p. 374-380, 2012.

LENGAGNE, Thierry. Traffic noise affects communication behaviour in a breeding anuran, *Hyla arborea*. **Biological Conservation**, v. 141, n. 8, p. 2023-2031, 2008.

LIMA, Elaine de Jesus. **Levantamento do quadro natural do município de Mamanguape-PB**. 2013. 84 f. Monografia (Graduação em Geografia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

MACHADO, Felipe S. *et al.* Roadkill on vertebrates in Brazil: seasonal variation and road type comparison. **North-Western Journal of Zoology**, v. 11, n. 2, 2015.

MACKINNON, Carrie A.; MOORE, Lisa A.; BROOKS, Ronald J. Why did the reptile cross the road? Landscape factors associated with road mortality of snakes and turtles in the South Eastern Georgian Bay area. In: **Proceedings of the Parks Research Forum of Ontario (PRFO) and Carolinian Canada Coalition (CCC) Annual General Meeting**, p. 153-166, 2005.

MARCOV, Severus-Daniel Covaciu *et al.* Road-killed amphibian and reptiles on a local road in a protected area in western Romania. **Acta Zoologica Bulgarica**, v. 69, n. 1, p. 115-120, 2017.

MASCHIO, Gleomar F.; SANTOS-COSTA, Maria C.; PRUDENTE, Ana L.c. Road-Kills of Snakes in a Tropical Rainforest in the Central Amazon Basin, Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 11, n. 1, p. 46-53, 2016.

MCCARDLE, Logan D.; FONTENOT, Clifford L. The influence of thermal biology on road mortality risk in snakes. **Journal of Thermal Biology**, v. 56, p. 39-49, 2016.

MEDEIROS, Aline S. M. **Vertebrados atropelados na Amazônia: monitoramento em longo prazo, influência do fluxo de veículos e alternância de hotspots em um trecho da Rodovia BR-174, Brasil**. 2019. 49 f. Dissertação (Mestrado em Biologia), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Manaus, 2019.

MEEK, Roger. Where do snakes cross roads? Habitat associated road crossings and mortalities in a fragmented landscape in western France. **The Herpetological Journal**, v. 25, n. 1, p. 15-19, 2015.

MEEK, Roger. Temporal distributions, habitat associations and behaviour of the green lizard (*Lacerta bilineata*) and wall lizard (*Podarcis muralis*) on roads in a fragmented landscape in Western France. **Acta Herpetologica**, v. 9, n. 2, 2014.

MEEK, Roger. Patterns of reptile road-kills in the Vendée region of western France. **The Herpetological Journal**, v. 19, n. 3, p. 135-142, 2009.

MELO, Elisabete S.; SANTOS-FILHO, Manoel. 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, 2007.

MESQUITA, Daniel O. et al. Herpetofauna in two habitat types (tabuleiros and Stational Semidecidual Forest) in the Reserva Biológica Guaribas, northeastern Brazil. **Herpetology Notes**, v. 11, p. 455-474, 2018.

MESQUITA, Paulo C. M. D.; LIPINSKI, Victor M.; POLIDORO, George L. S. Less charismatic animals are more likely to be “road killed”: human attitudes towards small animals in Brazilian roads. **Revista Biotemas**, v. 28, n. 1, março, 2015.

MILLI, Marcela S.; PASSAMANI, Marcelo. Impacto da Rodovia Josil Espíndula Agostini (ES-259) sobre a mortalidade de animais silvestres (Vertebrata) por atropelamento. **Natureza on line**, v. 4, n. 2, p. 40-46, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas protegidas**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas.html>. Acesso em: 27 out. 2019a.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade.html>. Acesso em: 25 out. 2019b.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biomás**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomas.html>. Acesso em: 5 nov. 2019c.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cadastro Nacional de Unidades de conservação**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs.html>. Acesso em: 1 nov. 2019d.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo. 2016**. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/Plano_de_manejo_Flona_Restinga_de_Cabedelo.pdf. Acesso em: 27 mai. 2019e.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo Floresta Nacional de Nísia Floresta- Volume II. 2012**. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/ings-unidades-coservacao/Volume_II__Planejamento_27jul12.pdf. Acesso em: 4 jun. 2019f.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo Floresta Nacional de Nísia Floresta. Volume I. 2012**. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/ings-unidades-coservacao/Volume I Diagn% C3% B3stico_02ago12.pdf. Acesso em: 4 jun. 2019g.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo Reserva Biológica de Una.1997.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/REBIO%20Una.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2019h.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo da Estação Ecológica de Murici. 2017.** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/plano_de_manejo_planejamento_esec_de_murici.pdf. Acesso em: 4 jun. 2019i.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Ibura. Volume II. 2016.** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/DCOM_ICMBio_plano_de_manejo_Flona_do_Ibura_volume_II_diagnostico.pdf. Acesso em: 4 jun. 2019j.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Ibura. volume I. 2016.** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/DCOM_ICMBio_plano_de_manejo_Flona_do_Ibura_volume_I_diagnostico.pdf. Acesso em: 4 jun. 2019l.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo da Reserva Biológica Saltinho.2003.** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/pm_rebio_saltinho_encartes.pdf. Acesso em: 22 mai. 2019m.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana.** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/dcom_plano_de_manejo_Parna_Serra_de_Itabaiana.pdf. Acesso em: 26 mai. 2019n.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo do Parque Nacional de Monte Pascoal.1995.** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/parna_monte_pascoal_pm.pdf. Acesso em: 26 mai. 2019o.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo do Parque Nacional do Descobrimento. 2014..** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/parna_descobrimento_pm_v2.pdf. Acesso em: 26 mai. 2019p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo do Parque Nacional do Pau Brasil. Volume I.** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/DCOM_plano_de_manejo_Parna_Pau_Brasil_volume_I.pdf. Acesso em: 27 mai. 2019q.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo do Parque Nacional do Pau Brasil. Volume II.** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/DCOM_plano_de_manejo_Parna_Pau_Brasil_volume_II.pdf. Acesso em: 27 mai. 2019r.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo da Reserva biológica Guaribas. 2003.** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/rebio_guaribas.pdf. Acesso em: 9 ago. 2018s.

MIRANDA, Jefferson E. S. et al. Roadkill in the Brazilian Cerrado savanna: comparing five highways in southwestern Goiás. **Oecologia Australis**, v. 21, n.3, 2017.

MIRANDA, Jivanildo Pinheiro. **Ecologia e Conservação da Herpetofauna do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, Brasil**. Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte da Rocha. 2007. 155 f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MOURA, Mário Ribeiro *et al.* O relacionamento entre pessoas e serpentes no leste de Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Minas Gerais, v. 10, n. 4, p. 133-141, março, 2010.

MUÑOZ, Pilar Tamayo; TORRES, Felipe Pascual; MEGÍAS, Adela González. Effects of roads on insects: a review. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 2015, p. 659-682, 2014.

OLIVEIRA, Adriana N. **Padrões espacial e temporal do atropelamento de mamíferos em uma rodovia no Cerrado brasileiro**. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

PAINEL UNIDADES DE CONSERVAÇÃO BRASILEIRA. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMDNmZTA5Y2ItNmFkMy00Njk2LWI4YjYtZDZJINzFkOGM5NWQ4IiwidCI6IjJmY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTZmNDY3NTJmMDNINCIsImMiOjF9>. Acesso em: 3 nov. 2019.

PEADEN, Jhon. M. *et al.* Effects of roads and roadside fencing on movements, space use, and carapace temperatures of a threatened tortoise. **Biological Conservation**, v. 214, n. 2017, p. 13-22, 2017.

PEIXOTO, Gabriela M. *et al.* The lizards along the road BR-319 in the Purus-Madeira interfluvio, Brazilian Amazonia (Squamata, Lacertilia). **Herpetology Notes**, v. 12, p. 689-697, 2019.

PEREIRA-FILHO, G. A. **Serpentes da Floresta Atlântica do Estado da Paraíba: Composição faunística e história natural**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Zoologia). Universidade Federal da Paraíba. 39p. 2011.

PICZAK, Morgan L.; MARKLE, Chantel E.; CHOW-FRASER, Patricia. Decades of Road Mortality Cause Severe Decline in a Common Snapping Turtle (*Chelydra serpentina*) Population from an Urbanized Wetland. **Chelonian Conservation and Biology: Celebrating 25 Years as the World's Turtle and Tortoise Journal**, v. 18, n. 2, p. 231-240, 2019.

PINHEIRO, Bismarque F.; TURCI, Luiz C. B. Vertebrados atropelados na estrada da Variante (BR-307), Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Natureza on line**, v. 11, n. 2, p. 68-78, 2013.

PINTO, Fernando A.s.; CLEVINGER, Anthony P.; GRILO, Clara. Effects of roads on terrestrial vertebrate species in Latin America. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 81, n. 106337, p. 1-8, 2020.

RAMALHO, Alanderson A. *et al.* Nutritional status of children under 5 years of age in the Brazilian Western Amazon before and after the Inter-oceanic highway paving: a population-based study. **BMC Public Health**, v. 13, n. 1, p. 1-12, 2013.

- RAMOS, Eliana; MEZA-JOYA, Fabio Leonardo. Reptile road mortality in a fragmented landscape of the middle Magdalena Valley, Colombia. **Herpetology Notes**, v. 11, p. 81-91, 2018.
- RAO, R. Shyama Prasad; GIRISH, MK Saptha. Road kills: Assessing insect casualties using flagship taxon. **Current Science**, v. 92, n. 6, p. 830-837, 2007.
- RIBEIRO, Milton. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.
- RODRIGUES, Miguel T. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. **MEGADIVERSIDADE**, v. 1, n. 1, p. 87-94, 2005.
- ROSA, C. A. D; BAGER, Alex. Impacto da rodovia BR-392 sobre comunidades de aves no extremo sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 1, p. 30-39, 2012.
- ROSA, Pablo R. Possíveis evidências de vulnerabilidade no relevo da REBIO Guaribas. Monografia (Graduação em Geociências), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2002.
- ROSA, Ronald; SCHALK, Christopher M. Seasonal Activity and Species Habitat Guilds Influence road-kill patterns of neotropical snakes. **Tropical Conservation Science**, v. 9, n. 4, p. 1-12, 2016.
- ROSEN, Philip C.; LOWE, Charles H. Highway mortality of snakes in the sonoran desert of Southern Arizona. **Biological Conservation**, v. 68, n. 2, p. 143-148. 1994.
- RYTWINSKI, Trina; FAHRIG, Lenore. Do species life history traits explain population responses to roads? A meta-analysis. **Biological Conservation**, v. 147, n. 1, p. 87-98, 2012.
- RYTWINSKI, Trina. *et al.* How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. **Plos One**, v. 11, n. 11, p. 1-25, 2016.
- SAHA, Anwesha *et al.* Tracking global population trends: Population time-series data and a living planet index for reptiles. **Journal of Herpetology**, v. 52, n. 3, p. 259-268, 2018.
- SARANHOLI, Bruno. H. *et al.* Roadkill hotspots in a protected area of Cerrado in Brazil: planning actions to conservation. **Revista Mvz Córdoba**, v. 21, n. 2, p. 5441-5448, 2016.
- SANTOS, Charles Morphy Dias; KLASSA, Bruna. Sistemática filogenética hennigiana: revolução ou mudança no interior de um paradigma?. *Scientiae Studia*, v. 10, n. 3, p. 593-612, 2012.
- SANTOS, Alberico A.; PEREIRA, Surama. Unidades de conservação da região Nordeste. **Revista Ciência & Saberes-UniFacema**, v. 2, n. 1, p. 174-176, 2016.
- SANTOS, Rodrigo A. L.; SANTOS, Sara M.; SANTOS-REIS, Margarida; FIGUEIREDO, Almir P.; BAGER, Alex; AGUIAR, Ludmilla M. S.; ASCENSÃO, Fernando. Carcass persistence and detectability: Reducing the uncertainty surrounding wildlife-vehicle collision surveys. **PLoS ONE**, v. 11, n. 11, e0165608. doi:10.1371/journal.pone.0165608, 2016.

- SANTOS, Rodrigo A. L. **Dinâmica de atropelamento de fauna silvestre no entorno de unidades de conservação do Distrito Federal**. 2017. 145 f. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- SARSAM, Saad Issa. Sustainable and Green Roadway Rating System. **International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences**, Iraque, v. 3, n. 3, p. 99-106, 2015.
- SCHULZE, Katharina. *et al.* An assessment of threats to terrestrial protected areas. **Conservation Letters**, v. 11, n. 3, p. e12435, 2017.
- SCOSS, Leandro Moraes. **Impacto de estradas sobre mamíferos terrestres: O caso do Parque Estadual Do Rio Doce, Minas Gerais**. Orientador: Prof. Elias Silva. 2002.96 F. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal De Viçosa, Minas Gerais, 2002.
- SECCO, Helio *et al.* Intentional snake road-kill: a case study using fake snakes on a Brazilian road. **Tropical Conservation Science**, Lavras, v.7, n.3, p.561-571, 2014.
- SHEPARD, Donald B., *et al.* Roads as barriers to animal movement in fragmented landscapes. **Animal Conservation**, v.11, n. 4, p. 288-296, 2008.
- SHINE, Richard. *et al.* Why Did the Snake Cross the Road? Effects of Roads on Movement and Location of Mates by Garter Snakes (*Thamnophis sirtalis parietalis*). **Ecology and Society**, v. 9, n. 1, p. 1-13. 2004.
- SIERS, Shane R.; SAVIDGE, Julie A.; REED, A. R. N. Invasive Brown Treesnake Movements at Road Edges Indicate Road-Crossing Avoidance. **Journal of Herpetology**, v. 48, n. 4, p. 500-505, 2014.
- SILVA, M. O. *et al.* Road kills impact over the herpetofauna of Atlantic Forest (PR-340, Antonina, Paraná). **Acta Biológica Paranaense**, v. 36, n. 1-2, p. 103-112, 2007.
- SILVEIRA, Melise Lucas *et al.* Carcasses removal and review of records of wildlife road-kill in a protected area in Southern Brazil. **Oecologia Australis**, v. 22, n. 1, p. 96-103, fevereiro, 2018.
- SILVA, Denilson de Souza Ribeiro ; SPAZIANI, Luís Carlos. Refúgio de vida silvestre na ESECAE: Levantamento da fauna atropelada na Br-020 e DF-128.
- SLATER, Frederick M. An assessment of wildlife road casualties—the potential discrepancy between numbers counted and numbers killed. **Web Ecology**, v.3, n. 1, p. 33-42, 2002.
- SOLÉ, Mirco; DIAS, Iuri R. *Siphlophis compressus* (Serpentes: Dipsadidae) scavenging on a road-killed *Polychrus marmoratus* (Sauria: Polychrotidae). **Herpetology Notes**, v. 10, p. 267-270, 2017.
- SOUZA, Adriano M. *et al.* Road mortality of the herpetofauna in a Cerrado ecosystem, central Brazil. **The Herpetological Journal**, v. 25, n. 3, p. 141-148, 2015.
- SOUZA, Percília M. M. **Impacto das rodovias sobre a fauna silvestre: levantamento do índice de atropelamento de vertebrados nas rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas-DF**. 2016. 60 f. Certificado de Conclusão de Curso *Lato Sensu* (Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável), Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2016.

SPELLERBERG, Ian F. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. **Global Ecology and Biogeography Letters**, New Zealand, v. 7, n. 5, p. 317-333, 1998.

STEEN, David A.; GIBBS, James P. Effects of Roads on the Structure of Freshwater Turtle Population. **Conservation biology**, Syracuse, v. 18, n. 4, p. 1143-1148, 2004.

STEEN, D. A. *et al.* Relative vulnerability of female turtles to road mortality. **Animal Conservation**, Estados Unidos, v. 9, n. 3, p. 269-273, 2006.

TANNER, Dawn; LEHMAN, Clarence; PERRY, Jim. On the Road to Nowhere: Galápagos Lava Lizard Populations. **Chicago Herpetological Society**, v. 42, n. 8, p. 125-132, 2007.

TAYLOR, Brendan D.; GOLDINGAY, Ross L. Wildlife road-kills on three major roads in north-eastern New South Wales. **Wildlife Research**, v. 31, n. 1, p. 83-91, 2004.

TEIXEIRA, Fernanda Z.; COELHO, Arthur, V. P.; ESPERANDIO, I. B.; KINDEL, Andreas. Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. **Biological Conservation**, v. 157, n. 2013, 317-323, 2013.

TODD, Brian D.; WILLSON, John D.; GIBBONS, A. J. W. The Global Status of Reptiles and Causes of Their Decline. **Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles**, USA, p. 47-67, 2010.

TROMBULAK, Stephen C.; FRISSELL, Christopher A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 18-30, 2000.

TSUDA, Larissa Sayuri. **Análises dos atropelamentos de mamíferos em uma rodovia no estado de São Paulo utilizando self-organizing maps**. Orientador: Prof. Dr. José Alberto Quintanilha. 2018. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

UMER, Adil. *et al.* Sustainability assessment of roadway projects under uncertainty using Green Proforma: An index-based approach. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 5, n. 2, p. 604-619, 2016.

VANZOLINI, Paulo E.; RAMOS-COSTA, Ana M. M.; VITT, Laurie J. **Répteis das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1980.

WEISS, L. P.; VIANNA, V. O. Levantamento do impacto das rodovias BR-376, BR-373 e BR-277, trecho de Apucarana a Curitiba, Paraná, no atropelamento de animais silvestres. **Publicatio Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG): Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 18, p. 121-133, 2012.

WINTON, Stephanie A.; BISHOP, Christine A.; LARSEN, Karl W. When protected areas are not enough: low-traffic roads projected to cause a decline in a northern viper population. **Endangered Species Research**, v. 41, p. 131-139, 2020.

WINTON, Stephanie. A. *et al.* Estimating actual versus detected road mortality rates for a northern viper. **Global Ecology and Conservation**, v. 16, n. 2018, p. 476-486, 2018.

ZANZINI, Antonio. C. D. S. *et al.* Roadkills of medium and large-sized mammals on highway br-242, midwest brazil: a proposal of new indexes for evaluating animal roadkill rates. **Oecologia Australis**, v. 22, n. 3, p. 248-257. 2018.

ZAR, J. H. Biostatistical Analysis. Fifth Edition. Pearson. London. p. 751, 2014.

ZUG, G.R.; VITT, L.J.; CALDWELL, J.P. Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles. Academic press, 2001, 645p.

APÊNDICES

Apêndice 1. Formulário utilizado para o registro de espécimes de répteis (e outros grupos de vertebrados e invertebrados) atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra monitoradas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil).

LAB. HERPETO. (Integrado ao Lab. Etnoecologia) /UEPB/CCBS/PPGEC
Projeto de Pesquisa: Impacto do tráfego de veículos no entorno e interior da Reserva Biológica Guaribas (estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) nas taxas de mortalidade de anfíbios e répteis
Responsáveis: Dr. Gindomar Gomes Santana / Adriana Carla dos Santos Silva (Aluna de Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado) Galeria (GA), Corpos D'água (CD), Canais de drenagem (CN), Placas de sinalização (PS)

Tabela 3. Fauna atropelada /Trecho: / REBIO Guaribas / Mamanguape - PB, NE do Brasil

Num.	Espécies Registradas	Coord. Geográfica	Carniceiros observados	Coord. Geográfica	Observações Gerais
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Apêndice 2. Formulário utilizado para o registro da rede de drenagem de água pluvial e sinalização associadas a cada um dos trechos das rodovias asfaltadas e estrada de terra monitoradas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) para registro de espécimes de répteis atropelados (e outros vertebrados).

LAB. HERPETO. (Integrado ao Lab. Etnoecologia) /UEPB/CCBS/PPGEC
Projeto de Pesquisa: Impacto do tráfego de veículos no entorno e interior da Reserva Biológica Guaribas (estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) nas taxas de mortalidade de anfíbios e répteis
Responsáveis: Dr. Gindomar Gomes Santana / Adriana Carla dos Santos Silva (Aluna de Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado) Galeria (GA), Corpos D'água (CD), Canais de drenagem (CN), Placas de sinalização (PS))

Tabela 2. Redes de drenagem/Sinalização/Trecho: / REBIO Guaribas / Mamanguape - PB, NE do Brasil

Num.	GA	Coord. Geográfica	CD	Coord. Geográfica	CN	Coord. Geográfica	PS	Coord. Geográfica
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

Fonte: Elaborado pela própria autora.