



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

MARIA ESTEFÂNIA PEREIRA BARBOSA

**FAUNA DE INVERTEBRADOS ATROPELADOS EM RODOVIAS E
ESTRADAS DE TERRA NO ENTORNO DA RESERVA BIOLÓGICA
GUARIBAS, ESTADO DA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL**

CAMPINA GRANDE

2020

MARIA ESTEFÂNIA PEREIRA BARBOSA

**FAUNA DE INVERTEBRADOS ATROPELADOS EM RODOVIAS E ESTRADA
DE TERRA NO ENTORNO DA RESERVA BIOLÓGICA GUARIBAS, ESTADO
DA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL**

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.

Grande 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.

B238f Barbosa, Maria Estefania Pereira.
Fauna de invertebrados atropelados em rodovias e estrada de terra no entorno da Reserva Biológica Guaribas, estado da Paraíba, nordeste do Brasil [manuscrito] / Maria Estefania Pereira Barbosa. - 2020.
80 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."
"Coorientação: Prof. Dr. Gindomar Gomes Santana , UFPB - Universidade Federal da Paraíba"
1. Ecologia de estradas. 2. Fauna de invertebrados. 3. Floresta Atlântica. I. Título
21. ed. CDD 577.3

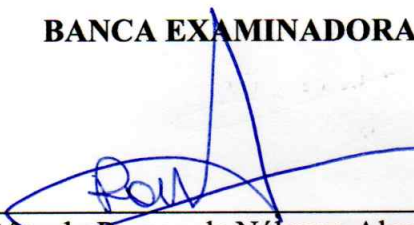
**FAUNA DE INVERTEBRADOS ATROPELADOS EM RODOVIAS E
ESTRADAS DE TERRA NO ENTORNO E INTERIOR DA RESERVA
BIOLÓGICA GUARIBAS, ESTADO DA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL**

MARIA ESTEFÂNIA PEREIRA BARBOSA


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.

Aprovada em: 17/03/2020


BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Dr. José Valberto de Oliveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



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

As minhas eternas “Estrelas”, Daines Amikaele Martins da Silva, Irene Maria de Brito Silva (*In memoriam*), aos meus pais e ao meu avô pela amizade e companheirismo, minha eterna gratidão, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pois até aqui Ele me ajudou, criando fé e confiança na vitória em meu coração.

Agradeço a minha mãe, Maria Zélia Pereira Barbosa, e ao meu pai, José Elionelson Barbosa da Silva, por terem feito tudo que estava ao seu alcance para que eu continuasse na minha trajetória acadêmica para concretização deste grande sonho de criança, agradeço ao meu irmão, Aminadab Estefeson Pereira Barbosa, por nunca ter deixado de me incentivar, acreditando no meu potencial, sempre dizendo palavras de apoio e força nos dias turbulentos; e a minha sobrinha, Jhenyfer Sthefany da Silva Barbosa, por me fazer sorrir e vibrar mesmo estando em momentos difíceis da jornada.

Aos familiares que acreditaram no meu esforço, em especial ao meu avô José Pereira da Silva e a minha vó Irene Maria de Brito Silva (*in memoriam*), que foram a minha força, apoio, motivação para não perder a fé e a esperança no dia-a-dia; que acreditaram em mim intensamente. Sou grata por despertarem e valorizarem em mim o potencial que nem eu mesma acreditava que tinha; por não desistirem de mim quando eu mais temia fraquejar, “VENCI” por vocês. A minha avó Enedina Izidio Barbosa e aos meus tios e tias por sempre me colocarem em suas orações e torcerem por mim infinitamente.

Aos meus orientadores, o Prof. Dr. Rômulo Romeu da Nóbrega Alves (Orientador) pela oportunidade e confiança, tornando possível a realização de meu projeto de pesquisa (Iniciação Científica) do qual resultou este Trabalho de Conclusão de Curso; e ao Dr. Gindomar Gomes Santana (pelo excelente profissional e pesquisador-incentivador acadêmico e pessoa que és; pelos ensinamentos, longas caminhadas na Reserva Biológica Guaribas, nossas conversas infinitas nas coletas de campo e Laboratório de Herpetologia (integrado ao Laboratório de Etnoecologia/UEPB), pelos risos e choros, pela compreensão diante das dificuldades, por me ouvir sempre (“rsrsrs”), principalmente pela paciência que teve comigo e até pelos “puxões de orelha”, os quais foram necessários para meu crescimento e desenvolvimento profissional e científico.

Aos membros da banca examinadora, o Prof. Dr. José Valberto e a Dra. Romilda Narcisa Mendonça, pelas valiosas sugestões e recomendações para a melhoria deste Trabalho de Conclusão de Curso.

A todos os professores que colaboraram para minha formação no decorrer de toda a minha trajetória escolar e acadêmica científica, por despertaram em mim o amor pelas Ciências Biológicas, contribuindo assim para minha formação profissional.

As minhas primas e primos do coração que estiveram comigo sempre apoiando. A todos os meus amigos que acreditaram na minha capacidade de lutar, os quais compartilham da minha vitória comigo, em especial, a Patrícia Fernandes Dezes, ao meu tio Irailton Brito da Silva e Maristela Fernandes por terem me apoiado com palavras, acolhido em sua casa e corações no momento que eu mais precisei. Eles se tornaram mais do que uma segunda família. A Daines Amikaele Martins da Silva (*in memoriam*), minha eterna melhor amiga que sempre esteve comigo no começo dessa jornada, embora fisicamente ausente, sentia sua presença acalmando meu coração, sempre dizendo que tudo ficaria bem e que daria tudo certo. A aquele quarteto que sempre esteve comigo Janiquecia Marques de Lima, Jamielson Marques de Lima, Thais Ferreira Galdino e Anderson Xavier da Silva por terem me dado forças e incentivos, mesmo a distância, dizendo que eu era capaz e para persistir em busca dos meus sonhos. A todos os amigos do coração que conquistei no decorrer da minha vida acadêmica.

As turmas de 2013.2 e 2014.1, “eternas e únicas”, grata pelas lutas, choros e sorrisos que partilhamos durante esses anos de Curso. Agradeço aos amigos que conquistei durante essa caminhada árdua de batalhas e glórias, em especial: Bruna Cavalcante dos Santos (Por ter feito o papel de mãe e amiga), as meninas do grupinho “Bioloucas” (Bruna Raquel Borges da Cunha, Bruna Nádia Arruda, Eumarquizey Amâncio Benevides Alamar, Vanessa Vidal de Lima Ramos, Renata Maria da Silva), a Mayanne Albuquerque Carvalho (eterna reitora da bio e minha fotógrafa oficial nesta pesquisa e membro de nosso Laboratório de Herpetologia (Integrado ao Laboratório de Etnoecologia/UEPB), a princesa Mikaela Clotilde da Silva (por ser a pessoa mais fofinha da Biologia e Laboratório de Herpetologia), a Marcelo da Costa Patrício (o eterno menino sem coração agregado de nosso Laboratório de Herpetologia), as meninas do grupinho de tcc do choro pela amizade e luta Therlen Katiusca Marques Santos, a Deboráh Karine da Silva Montenegro, a Moacyr Xavier (por tornar minhas tardes mais extrovertidas e engraçadas, enquanto sofria com a escrita dessa pesquisa) e a

Jefferson Nunes de Oliveira (por ter me ajudado sempre que precisei e aperreei bastante “rsrsrs”).

Meu muito obrigado com exclusividade a amiga Adriana Carla dos Santos Silva por ter me ajudado nessa luta em todos os aspectos acadêmicos e por se fazer presente nos momentos mais difíceis durante toda essa trajetória.

Agradeço a todos os membros do Laboratório de Herpetologia da UEPB por terem compartilhado comigo troca de conhecimentos, experiências, aprendizados, histórias e altas risadas.

Agradeço aos responsáveis pela gestão da Reserva Biológica Guaribas, os analistas ambientais Getúlio Luís de Freitas (Chefe da unidade de conservação), Afonso Henrique Leal (responsável pelo Setor de Pesquisas) e Ivaldo Marques da Silva (Gerente do Fogo/Chefe Substituto); bem como aos demais funcionários dessa unidade de conservação pela valiosa colaboração que deram para o êxito deste trabalho.

Agradeço aos representantes do DNIT (Setor de Operações da Superintendência Regional da Paraíba) – Cruz das armas de João Pessoa especialmente ao Engenheiro Ítalo Filizola, pela contribuição e para este trabalho neste trabalho.

À Universidade Estadual da Paraíba, agradeço pela oportunidade de proporcionar o desenvolvimento dessa pesquisa, contribuindo para minha formação e a todos aqueles que torceram, oraram e contribuíram para realização deste grande sonho.

“A Gratidão é o único tesouro dos
Humildes” (William Shakespeare).

RESUMO

Muitas populações de animais silvestres são afetadas negativamente por atropelamentos causados por automóveis em rodovias asfaltadas e estradas de terra em todo o mundo. Contudo, a imensa maioria dos estudos sobre esse tema tem sido centrada para os vertebrados. No Brasil, são escassos os relatos sobre mortalidade de invertebrados atropelados em rodovias e estradas no entorno e interior de unidades de conservação da natureza. Portanto, este trabalho teve por objetivos determinar a composição taxonômica, estimar a abundância e a mortalidade anual, determinar as guildas tróficas a qual pertencem elaborar uma lista de potenciais predadores e propor medidas mitigadoras para a mortalidade de invertebrados no entorno da unidade de conservação. Foram feitos monitoramentos por meio de caminhadas (início: 5:00h; término: 12:00h) entre os meses de junho a outubro de 2017, em trechos de 8 km nas rodovias PB 071 e BR 101 e trecho de 3,7 km em estrada de terra no interior da reserva; com participação de três observadores. As carcaças dos invertebrados foram fotografadas e coordenadas geográficas do ponto de encontro registradas. Em seguida, cada carcaça foi removida e acondicionada em sacos de plástico, conservada em álcool etílico a 70% e, posteriormente, triada e identificada aos níveis de ordem ou família. Foram registrados 593 espécimes de invertebrados atropelados. A diversidade de táxons foi calculada usando o Índice de Shannon, no trecho da BR 101 foram registradas 197 carcaças (Insecta (n=155); e Mollusca (n= 39), Chelicerata (n=3), na PB 071, 366 carcaças (Insecta (n= 254); e Mollusca (n= 108); Chelicerata (n=2) e estrada de terra, 30 carcaças (Insecta (n= 24); e Mollusca (n= 6)). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) em relação à quantidade de insetos e na abundância de invertebrados atropelados nas BR 101 e PB 071 rodovias pavimentadas. No entanto houve diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparada a (BR 101 e PB 071) com a Estrada de Terra. A intensidade do fluxo de veículos, tamanho da estrada e a fragmentação influenciaram no número de animais atropelados. Os espécimes mais vitimados foram os insetos e os moluscos. Diante disso faz-se necessário a criação de medidas mitigadoras, ampliando os estudos sobre ecologia de estradas em invertebrados, buscando manter a conservação das espécies.

Palavras-chave: Colisão veicular, Ecologia de Estradas, Fauna de invertebrados, Floresta Atlântica, Monitoramento.

ABSTRACT

Mortality caused by traffic collisions on highways and dirt roads located around Brazilian conservation units can negatively affect the maintenance of viable populations of some groups of invertebrates. The present research had the general objective of investigating the composition and abundance of hit invertebrate taxa and providing data on mortality rates on highways and dirt roads that pass around SEMA II (Guaribas Biological Reserve), located on the northern coast of the State of Paraíba, Northeast Brazil. To inventory the dead animals (carcasses), three researchers walked along the margins of the selected road and dirt road stretches, on both sides of each road / dirt road. All carcasses found were photographed, removed to avoid recounts, packed in plastic bags for later analysis and identification. The geographical coordinates of the location of each individual were recorded. Each section was inspected once a month, starting sampling at 05:00 and ending at 12:00. 593 dead invertebrate specimens were registered, belonging to 17 orders / families. The largest varieties of taxa and the number of crashed invertebrates were observed in the stretches of the asphalted roads, while the lowest values on the dirt road. There was no significant difference in the abundance of dead invertebrates between sections of asphalted roads. However, there was a significant difference in the abundance of dead invertebrates between the PB 071 highway and the dirt road. However, the abundance of invertebrates killed by vehicles did not differ significantly between the BR 101 highway and the dirt road. The highest estimates of daily and annual invertebrate mortality were recorded for stretches of asphalted roads, while the lowest value for dirt roads. The collisioned invertebrates were classified into four trophic guilds (herbivores, predators, omnivores and butchers). The effective and / or potential predatory vertebrates of the dead invertebrates were represented by some species of lizards, birds and mammals. Mitigating measures were proposed to reduce the negative impact of vehicle traffic on local populations of invertebrates. In general, mortality rates seem to be affected by behavioral characteristics and eating habits of some groups of invertebrates, types of pavement (asphalt versus dirt road), average daily volume of vehicles traveling and allowed speed average.

Keywords: Ecology on highways. Crushed Insects. Run Over Insects. Diversity. Atlantic Forest. Brazilian Northeast.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa de localização da Reserva Biológica Guaribas.....	29
Figura 2. Localização dos trechos das rodovias estadual PB 071 e federal BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros), situados no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas) e monitorados para registro dos invertebrados atropelados nela por veículos automotores	30
Figura 3. Vista geral de locais ao longo do trecho da rodovia estadual PB 071, localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil), monitorado para registro de invertebrados atropelados.....	32
Figura 4. Vista geral de locais ao longo do trecho da rodovia federal BR 101, (Sentido Mamanguape para João Pessoa), localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil)	33
Figura 5. Vista geral de alguns locais ao longo do trecho da estrada de terra (Estrada dos Duros), localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil), Monitorado para registro de invertebrados atropelados	34
Figura 6. Procedimentos de triagem e preparação ao longo dos trechos monitorados das rodovias PB 071 e BR 101 e Estrada dos Duros (estrada de terra), localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil)	35
Figura 7. Procedimentos, identificação taxonômica das carcaças de invertebrados nos trechos monitorados das rodovias PB 071 e BR 101 e Estrada dos Duros (estrada de terra), localizadas no entorno da SEMA II Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil).....	36
Figura 8. Estimativa de fluxo de veículos em um trecho da rodovia estadual PB 071, localizado no entorno da SEMA II Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil)	38
Figura 9. Vegetação margeando o trecho da rodovia estadual PB 071, localizado no entorno da SEMA II Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil)	40
Figura 10. Vegetação associada ao trecho monitorado da Estrada dos Duros, localizada no entorno da SEMA II Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil)	41
Figura 11. Tipos de equipamentos de segurança individual usados pelos pesquisadores durante as atividades de monitoramento de invertebrados atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra vistoriados neste estudo.....	44
Figura 12. Invertebrados atropelados (carcaças) e vivos encontrados em trechos monitorado da rodovia federal BR 101, localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas,	

Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil)	48
Figura 13. Invertebrados atropelados (carcaças) e vivos encontrados em trecho monitorado da rodovia estadual PB 071, localizada no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil)	49
Figura 14. Invertebrados atropelados (carcaças) e vivos encontrados em trechos monitorado da estrada de terra (Estrada dos Duros), localizada no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Nordeste do Brasil)	50
Figura 15. Abundância de invertebrados atropelados por veículos em trechos das rodovias PB 071 e BR 101, localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Nordeste do Brasil)	51
Figura 16. Abundância de invertebrados atropelados por veículos em trechos das rodovias PB 071 e estrada de terra (Estrada dos Duros), localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Nordeste do Brasil)	51
Figura 17. Abundância de invertebrados atropelados por veículos em trechos das rodovias BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros), localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Nordeste do Brasil)	52

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..... **39**
- Tabela 2.** Lista de invertebrados atropelados por veículos em trechos das rodovias e estrada de terra monitorados no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas (Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) **47**
- Tabela 3.** Distribuição dos grupos de invertebrados atropelados (carcaças) e/ ou vivos encontrados nos trechos das rodovias (PB 071 e BR 101) e estrada de terra (ET) (Estrada dos Duros) que passam no entorno da Sema II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da paraíba, Nordeste do Brasil) de acordo com a guilda trófica as quais pertencem..... **53**
- Tabela 4.** Lista de espécies de vertebrados predadores efetivos e/ou potenciais de invertebrados atropelados e/ou vivos encontrados na SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) **55**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNIT	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
EPIs	Equipamentos de proteção individual
ET	Estrada de terra
GPS	Garmin e-Trex
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
KM	Quilômetros
KM/HORA	Quilômetros por hora
H	Hora
M	Metros
MÁX	Máximo
MIN	Mínimo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
N	Número de Indivíduos
PB	Paraíba
PPGEC	Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação
PRPGP	Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
REBIO	Reserva Biológica Secretaria Especial do Meio Ambiente
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
t	Tempo
VMD	Volume médio de diário de veículos
VMDa	Volume médio diário anual
UC	Unidade de Conservação
UCs	Unidades de Conservação
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
X_i	Quantidade de veículos
X^2	Qui-quadrado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo geral.....	21
2.2 Objetivos específicos.....	21
3 PRESSUPOSTOS E HIPÓTESES A SEREM TESTADAS.....	21
A) Presuposto.....	21
B) Hipótese.....	21
4 REFERENCIAL TEÓRICO	23
4.1 Impactos das rodovias e tráfego de veículos em populações de vertebrados e invertebrados habitando paisagens naturais.....	23
4.2 Status do conhecimento atual sobre mortalidade em populações de invertebrados causada por colisões com veículos em rodovias no mundo	25
5 ÁREAS DE ESTUDO	28
6 MATERIAIS E MÉTODOS	30
6.1 Delineamento amostral.....	30
6.2 Procedimentos adotados para registro dos invertebrados atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados.....	34
6.3 Estimativas dos fluxos de veículos nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados.....	37
6.4 Caracterização geral da vegetação e corpos d'água associados às margens dos trechos das rodovias e estradas de terra monitorados	39
6.5 Elaboração da lista vertebrados predadores efetivos e/ou potenciais de invertebrados atropelados e/ou vivendo nos trechos monitorados das rodovias e estradas de terra no entorno da SEMA II	42
6.6 Classificação dos invertebrados atropelados em guildas tróficas	43
6.7 Cuidados com a segurança dos pesquisadores durante as atividades de monitoramento de invertebrados atropelados nas rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II.....	43
6.8 Análise dos dados.....	44
7 RESULTADOS	46
7.1 Composição e abundância da fauna de invertebrados atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados	46
7.2 Estimativas de mortalidade diária e anual de invertebrados vítimas de atropelamento nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados	52
7.3 Composição dos invertebrados atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra	

monitorados de acordo com os guildas tróficas registradas	54
7.4 Lista das espécies de vertebrados predadores efetivos ou potenciais atraídos por invertebrados mortos e/ou vivos para os trechos das rodovias e estrada de terra	
Monitorados	54
7.5 Medidas mitigadoras propostas.....	57
8 DISCUSSÃO	59
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
11 APÊNDICES.....	78
Apêndice 1. Formulário para registro de invertebrados atropelados nos trechos monitorados das rodovias PB 071 e BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros), localizadas no entorno da SEMA II	78
Apêndice 2. Formulário para registro de características relacionadas à rede de drenagem de águas pluviais e sinalização vertical e horizontal existentes ao longo dos trechos monitorados das rodovias PB 071 e BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros), localizadas no entorno da SEMA	79
Apêndice 3. Formulário para registro de características relacionadas à rede de drenagem de águas pluviais e sinalização vertical e horizontal existentes ao longo dos trechos monitorados das rodovias PB 071 e BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros), localizadas no entorno da SEMA	80

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, relatos na literatura sobre ameaças à conservação da biodiversidade de invertebrados terrestres, vivendo em seus habitats naturais, têm aumentado consideravelmente em escala mundial. Contudo, esses estudos têm sido dirigidos principalmente aos membros da classe Insecta (Subfilo Hexapoda), por si só um táxon hiperdiverso; existindo pouca informação disponível em relação aos demais grupos do filo Arthropoda e outros invertebrados terrestres (HAFERNIK, 1992; CANE; TEPEDINO, 2001; THOMAS et al., 2004; SAMWAYS, 2007; LEATHER; BASSET; HAWKINS, 2008; POTTS et al., 2010; HALLMANN et al., 2017; LISTER; GARCIA, 2018; SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019). Estima-se que nas próximas décadas, o declínio populacional poderá levar à extinção cerca de 40% das espécies de insetos (SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019).

As estimativas mais recentes indicam que existem na Terra 5,5 milhões de espécies de insetos (somente a ordem Coleoptera representaria 1,5 milhão de espécies) e 1,3 a 1,5 milhão de outras espécies de artrópodes. Outro número igualmente extraordinário indica que já foram descritas um milhão de espécies de insetos, o que representa apenas 18,2% do total de espécies estimadas para esse grupo taxonômico (STORK et al., 2015; STORK, 2018). Além disso, cerca de 80% das espécies de animais descritas são representadas por invertebrados (CARDOSO et al., 2011).

Comparativamente, no entanto, a maioria das pesquisas científicas e interesse público em geral têm sido dirigidos à conservação dos vertebrados terrestres ameaçados de extinção e/ou em declínio populacional do que aos esforços para a conservação dos invertebrados terrestres. Esse tratamento absolutamente desigual pode ser explicado, em parte, pelo grande valor carismático que muitas espécies de vertebrados terrestres possuem (LEATHER; BASSET; HAWKINS, 2008; GUINEY; OBERHAUSER, 2008; COLLÉONY et al., 2017). Até mesmo a relação de identificação antropomórfica que os vertebrados despertam nas pessoas (ou seja, espécies filogeneticamente mais próximas ao homem ou fisicamente parecidas com seus recém-nascidos) também contribui para que eles recebam mais atenção para sua conservação (MARTÍN-FÓRES; MARTÍN-LÓPEZ; MONTES, 2013). No entanto, alguns insetos também são carismáticos, tais como as borboletas (como é o caso da borboleta-monarca, *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758), libélulas e abelhas; e esse atributo também deve ser explorado como estratégia para melhorar os esforços para a conservação dos invertebrados terrestres (GUINEY; OBERHAUSER, 2008; CARDOSO et al., 2011; BARUA et al., 2012).

Durante um longo período de tempo, os relatos sobre ameaças de extinção e declínio populacional de invertebrados terrestres apontavam como principais fatores causais a perda e fragmentação de habitats (conversão de habitats naturais em áreas para a agricultura intensiva e urbanização), uso de pesticidas, herbicidas e fertilizantes, introdução de espécies exóticas, doenças e mudanças climáticas (CANE; TEPEDINO, 2001; SAMWAYS, 2007; POTTS et al., 2010; VERGNES et al., 2014; LISTER; GARCIA, 2018; SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019).

Mais recentemente, porém, tem sido sugerido que as colisões com veículos automotores em rodovias e estradas de terra podem ser outra causa bastante significativa de mortalidade e redução do tamanho de populações de invertebrados vivendo em paisagens naturais (MCKENNA et al., 2001; DUNN; DONOFF-BURG, 2007; BAXTER-GILBERT et al., 2015; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018). Por exemplo, o estudo realizado por Baxter-Gilbert et al. (2015) fornece estimativas que vão de centenas de milhares a milhares de bilhões de lepidópteros, himenópteros e dípteros polinizadores mortos devido a colisões com veículos em rodovias a cada verão, dependendo da escala geográfica considerada na estimativa (se para Ontário, no Canadá, ou através da América do Norte).

É importante destacar que as rodovias também podem atuar como uma barreira para a dispersão dos animais (FORMAN; ALEXANDER, 1998; COFFIN, 2007). Especificamente em relação aos invertebrados, alguns estudos têm demonstrado que as rodovias podem atuar como barreiras principalmente ao movimento de espécies de insetos com pequeno tamanho corporal e baixa capacidade de dispersão (abelhas e vespas) e insetos não alados (MUÑOZ; TORRES; MEGÍAS, 2015; ANDERSSON et al., 2017). Além disso, a fragmentação de habitats promovida pela construção de rodovias também pode reduzir o fluxo gênico e diminuir a diversidade genética em populações de invertebrados (KELLER; LAGIADÈR, 2003).

A perda de diversidade e declínio de populações de invertebrados terrestres provocados pela ação sinestésica dos fatores acima mencionados têm severas e negativas implicações para o funcionamento adequado dos ecossistemas naturais e bem-estar humano, visto que os invertebrados atuam como herbívoros, polinizadores (fundamentais para a produtividade agrícola), predadores, presas, decompõem e reciclam material vegetal e animal mortos (atuando como comedores de necromassa, carniceiros), promovem aeração do solo, dentre outras funções ecossistêmicas relevantes (HAFERNIK, 1992; KLEIN et al., 2007; MARTIN et al., 2018; LISTER; GARCIA, 2018).

Apesar dos efeitos negativos das rodovias e estradas sobre a fauna de invertebrados em ambientes naturais, os novos habitats disponibilizados nas margens dessas vias podem favorecer algumas espécies de insetos, pois fornecem espaço para a instalação de novas colônias e fornecem recursos alimentares (VASCONCELOS et al., 2006; ITZHAK, 2008); e até mesmo podem contribuir para a conservação de algumas espécies de borboletas e abelhas (SKÓRKA et al., 2013; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018).

Apesar dos impactos ecológicos negativos diretos e indiretos que as rodovias e tráfego de veículos causam nas populações de invertebrados e suas sérias consequências para o funcionamento adequados dos ecossistemas (MCKENNA et al., 2001; DUNN; DONOFF-BURG, 2007; BAXTER-GILBERT et al., 2015; MARTIN et al., 2018), ainda persiste uma grande lacuna de conhecimento sobre esses temas. À época da última revisão da literatura sobre mortalidade de invertebrados provocada por colisões com veículos em rodovias, somente 50 artigos haviam sido publicados nos últimos 46 anos (MUÑOZ; TORRES; MEGÍAS, 2015).

Contrariamente, tanto no Brasil quanto em muitos outros países do mundo, existe um grande e crescente número de estudos sobre mortalidade causada por atropelamento veicular em rodovias e estradas de terra dirigidos especificamente aos mamíferos (FREITAS; JUSTINO; SETZ, 2014; CERON et al., 2017; NOVAES et al., 2018), aves (LOSS; WILL; MARRA, 2014; SANTOS et al., 2016; SILVA et al., 2018), répteis (ANDREWS; GIBBONS, 2005; STEEN et al., 2006; SHEPARD et al., 2008; HARTMANN; HARTMANN; MARTINS, 2011) e anfíbios (MAZEROLLE, 2004; EIGENBROD; HECNAR; FAHRIG, 2008; BEEBEE, 2013); bem como em relação aos vertebrados em geral (COELHO; KINDEL; COELHO, 2008; GUMIER-COSTA; SPERBER, 2009; COOK; BLUMSTEIN, 2013; BRAZ; FRANÇA, 2016).

Adicionalmente, existe uma grande lacuna de conhecimento sobre a possível associação entre as frequências de invertebrados e vertebrados atropelados por veículos em rodovias e estradas de terra. Sabe-se que os artrópodes, principalmente os insetos, podem atrair vários grupos de vertebrados insetívoros/artropodívoros (mamíferos, aves, lagartos e anfíbios anuros) para rodovias e estradas de terra (BHUPATHY et al., 2011; CERON et al., 2017); bem como invertebrados carniceiros podem ser atraídos para carcaças de vertebrados atropelados nessas vias (DUNN; DANOFF-BURG, 2007; RAO; GIRISH, 2007). Como consequência desse fato, muitos vertebrados podem ser atropelados por veículos enquanto perseguem e consomem os invertebrados (ERRITZOE; MAZGAJSKI;

REJT, 2003; RAO; GIRISH, 2007; BHUPATHY et al., 2011; CERON et al., 2017; NOVAES et al., 2018).

No Brasil, semelhantemente ao observado na maioria dos países do mundo, existe uma enorme lacuna de conhecimento sobre a composição taxonômica e estimativa de mortalidade de invertebrados terrestres mortos por colisões com veículos automotores em rodovias e estradas de terra. Aparentemente, essa linha de pesquisa tem despertado pouco ou quase nenhum interesse entre os ecólogos e entomólogos brasileiros; até mesmos entre os pesquisadores que trabalham com vertebrados atropelados em rodovias nas diferentes regiões e biomas brasileiros. Talvez isso ocorra devido às dificuldades associadas ao monitoramento de invertebrados atropelados (caminhadas longas e exaustivas, equipe com número suficiente de pessoas bem treinadas, maior esforço para detecção visual de carcaças comumente com tamanho corporal bastante pequeno e o tempo de permanência das carcaças). Tais desafios não encontram correspondência igual entre as dificuldades enfrentadas para realizar o monitoramento de vertebrados atropelados em rodovias (WILLIAMS et al., 2019).

Dados básicos sobre a composição taxonômica e abundância relativa dos grupos de invertebrados que são mortos por atropelamento veicular em rodovias e estradas de terra, particularmente aquelas localizadas no entorno e/ou dentro de unidades de conservação da natureza, podem subsidiar a adoção de estratégias de conservação mais eficientes não somente para as populações de invertebrados diretamente afetadas, mas também para os vertebrados que os utilizam como recurso alimentar. Essa ligação trófica entre invertebrados e vertebrados em rodovias tem sido apontada como uma das causas de mortalidade em cascata de lagartos, anfíbios e mamíferos insetívoros/artropodívoros (RAO; GIRISH, 2007; BHUPATHY et al., 2011; COOK; BLUMSTEIN, 2013).

Portanto, o presente estudo investigou a composição e abundância relativa da fauna de invertebrados terrestres atropelada por veículos automotores em trechos de duas rodovias asfaltadas e uma estrada de terra que passam no entorno da Reserva Biológica Guaribas, que abriga um dos mais bem preservados remanescentes de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. Investigou-se também se a mortalidade provocada pelo tráfego de veículos afeta de igual modo ou não todos os grupos de invertebrados monitorados. E, finalmente, procurou-se contribuir com sugestões de algumas medidas para mitigar os impactos negativos da mortalidade causada por colisões com veículos nas populações de invertebrados monitoradas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem por objetivo geral determinar a composição taxonômica e estimar a abundância relativa das populações de invertebrados terrestres atropelados por veículos automotores em trechos de duas rodovias e uma estrada de terra localizadas no entorno da Reserva Biológica Guaribas, bem como sugerir medidas mitigadoras para os possíveis impactos negativos da mortalidade causada por colisões com veículos nas populações de invertebrados local.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar a composição taxonômica dos invertebrados encontrados atropelados por veículos nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados;
2. Estimar a abundância relativa de cada grupo de invertebrado atropelado por veículos nos trechos das rodovias e estrada de terra investigados;
3. Estimar a mortalidade anual dos grupos de invertebrados atropelados em cada trecho das rodovias e estrada de terra vistoriados;
4. Determinar as guildas tróficas as quais pertencem os invertebrados atropelados em cada trecho monitorado;
5. Elaborar uma lista de espécies de vertebrados potenciais predadores dos invertebrados atropelados e/ou que vivem nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados; e
6. Propor medidas mitigadoras para a mortalidade provocada pelo tráfego de veículos em populações de invertebrados encontrados nos trechos das rodovias e estrada de terra que passam no entorno da unidade de conservação.

3 PRESSUPOSTOS E HIPÓTESE TESTADA

a) Pressupostos

Assume-se que as taxas de mortalidade de invertebrados causada por atropelamento veicular em rodovias são influenciadas, entre outros fatores, pela intensidade do fluxo de veículos e o tipo de pavimento das rodovias (asfalto ou terra); tal como tem sido sugerido por vários estudos (e.g., DUNN; DANOFF, 2007; MARTIN et al., 2018; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018).

b) Hipóteses testadas

H₀: As frequências de invertebrados atropelados e mortos não variam de modo significativo entre os trechos das rodovias asfaltadas nem entre as rodovias asfaltadas e a

estrada de terra, as quais passam no entorno da unidade de conservação, porque as frequências de mortalidade desses animais independem da intensidade do fluxo de veículos e tipo de pavimento dessas vias (asfalto *versus* terra).

H1: As frequências de invertebrados atropelados e mortos variam de modo significativo entre os trechos das rodovias asfaltadas e entre as rodovias asfaltadas e a estrada de terra, as quais passam no entorno da unidade de conservação, porque as taxas de mortalidade desses animais dependem da intensidade do tráfego de veículos e tipo de pavimento dessas vias (asfalto *versus* terra).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Impactos das rodovias e tráfego de veículos em populações de vertebrados e invertebrados habitando paisagens naturais

A construção e uso de rodovias exercem sérios efeitos negativos diretos e indiretos sobre as paisagens naturais, contrariamente ao grande número de benefícios que trazem para o desenvolvimento socioeconômico e bem-estar das populações humanas (BENNETT, 1991; TROMBULAK; FRISSELL, 2000; SPELLERBERG, 2002; FORMAN et al., 2003; COFFIN, 2007; COLLINSON et al., 2015).

As rodovias fragmentam as paisagens naturais e o consequente aumento do tráfego de veículos local provoca diretamente o aumento da mortalidade em populações de vários grupos de vertebrados (FAHRIG et al., 1995; GIBBS; SHRIVER 2002; BEAUDRY; deMAYNADIER; HUNTER, 2008; FLEMING; BATEMAN, 2018) e invertebrados (MCKENNA et al., 2001; BAXTER-GILBERT et al., 2015; MARTIN et al., 2018) devido a colisões com veículos automotores. Dependendo da magnitude das taxas de atropelamento as quais estiverem sujeitas, muitas dessas populações animais podem sofrer declínio em sua abundância em escala local (FAHRIG et al., 1995; GIBBS; SHRIVER 2002; BEAUDRY; deMAYNADIER; HUNTER, 2008; BAXTER-GILBERT et al., 2015).

Indiretamente, as rodovias e o tráfego de veículos promovem o isolamento de populações criando barreiras que impedem ou dificultam o deslocamento e dispersão dos indivíduos entre diferentes áreas de habitats, podendo levar ao declínio na diversidade genética devido à redução no fluxo gênico entre as populações; tanto em espécies de vertebrados (ANDREWS; GIBBONS; JOCHIMSEN, 2008; JACKSON; FAHRIG, 2011; GARCIA-GONZALES et al., 2012) quanto em invertebrados (KELLER; LARGIADÈR, 2003; BHATTACHARYA; PRIMACK; GERWEIN, 2003; JACKSON; FAHRIG, 2011; SIGUTOVÁ et al., 2017; ANDERSSON et al., 2017); mudanças na atividade locomotora e comunicação acústica em espécies de anfíbios anuros (vocalizações) (HOSKIN; GOOSEM, 2010; LUKANOV; SIMEONOVSKA-NIKOLOVA; TZANKOV, 2014), poluição química do ar e da água causados pelo derramamento e queima dos combustíveis derivados do petróleo (SANZO; HECNAR, 2006; ANDREWS; GIBBONS; JOCHIMSEN, 2008; KARRAKER et al., 2008; DENOËL et al., 2010; JONES; SNODGRASS; OWNBY, 2015), dentre outros fatores (FORMAN; ALEXANDER, 1998).

A presença de grãos vegetais que caem de veículos de transporte e vertebrados atropelados (carcaças) (FORMAN; ALEXANDER, 1998; CLEVINGER; CHRUSZCZ; GUNSON, 2003; RAO; GIRISH, 2007; DUNN; DANOFF-BURG, 2007), bem como a

vegetação (recursos florais) e corpos d'água associados atraem invertebrados pertencentes a várias guildas tróficas (por exemplo: carniceiros, predadores, granívoros, fungívoros, nectívoros e onívoros) para rodovias e estradas (VASCONCELOS et al., 2006; ITZHAK, 2008; DUNN; DANOFF-BURG, 2007; SOLUK; ZERCHER; WORTHINGTON, 2011; FLICK; FEAGAN; FAHRIG, 2012; FURNESS; SOLUK, 2015; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018). Postes de iluminação, faróis dos veículos e a temperatura do asfalto também atraem várias espécies de insetos noturnos para as rodovias, bem como seus predadores vertebrados noturnos oportunistas (ERRITZOE; MAZGAJSKI; REJT, 2003; RAO; GIRISH, 2007; BHUPATHY et al., 2011; ALTRINGHAM; KERTH, 2016; FLEMING; BATEMAN, 2018). Aves insetívoras diurnas também são atraídas por insetos vivos e mortos (carcaças) encontrados no asfalto e vegetação nas margens das rodovias (ERRITZOE; MAZGAJSKI; REJT, 2003; SKÓRKA, 2016). Todos esses fatores bióticos associados ao volume do tráfego e velocidade dos veículos contribuem decisivamente para aumentar a mortalidade em populações de invertebrados causada por atropelamento veicular em rodovias (SOLUK; ZERCHER; WORTHINGTON, 2011; BERENBAUM, 2015; BAXTER-GILBERT et al., 2015; MARTIN et al., 2018).

Tem sido sugerido que o aumento da mortalidade em populações de invertebrados causada por atropelamento veicular, somado aos fatores causais tradicionalmente reconhecidos (por exemplo, fragmentação e perda de habitats, expansão agrícola, poluição, uso de pesticidas e aquecimento global) (HALLMANN et al., 2017; LISTER; GARCIA, 2018; SÁNCHEZ-BAYO; WICKHUYS, 2019), também contribui de modo significativo para o declínio populacional de vários grupos de invertebrados; podendo colocar em risco as funções que eles desempenham nas cadeias alimentares e serviços ecossistêmicos (BAXTER-GILBERT et al., 2015; MARTIN et al., 2018).

Embora ainda persistam grandes lacunas de conhecimento sobre os impactos negativos das rodovias nas taxas de mortalidade de populações de invertebrados causada por atropelamento veicular, alguns estudos têm sugerido que essas taxas podem ser influenciadas por vários fatores, tais como: 1) características topográficas, largura, número de faixas e o tipo de revestimento (asfaltadas ou não) das rodovias (FORMAN, 2000; DUNN; DANOFF-BURG, 2007), tipo de vegetação associada às margens das rodovias e seu entorno, volume do tráfego e velocidade dos veículos (MCKENNA et al., 2001; SKÓRKA et al., 2013; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018; MARTIN et al., 2018).

4.2 Status do conhecimento atual sobre mortalidade em populações de invertebrados causada por colisões com veículos em rodovias no mundo

Historicamente, a maioria dos estudos sobre atropelamento de fauna silvestre em rodovias e estradas tem sido dirigido aos vertebrados (mamíferos, aves, anfíbios e répteis) (RAO; GIRISH, 2007; MUÑOZ; TORRES; MEGÍAS, 2015; HALBRITTER et al., 2015), tanto no Brasil (e.g., HARTMANN; HARTMANN; MARTINS, 2011; FREITAS; JUSTINO; SETZ, 2014; NOVAES et al., 2018) quanto em nível mundial (e.g., BERNARDINO; DALRYMPLE, 1992; ERRITZOE; MAZGAJSKI; REJT, 2003; CLEVINGER; CHRUSZCZ; GUNSON, 2003; WILLIAMS et al., 2019).

O interesse em investigar as taxas de mortalidade em populações de invertebrados atropelados em rodovias tem despertado maior interesse dos pesquisadores somente mais recentemente. Contrariamente, existe uma grande quantidade de informações já disponíveis na literatura sobre vertebrados atropelados em rodovias que cortam ambientes naturais, notadamente envolvendo os mamíferos (RAO; GIRISH, 2007; MUÑOZ; TORRES; MEGÍAS, 2015). Ainda são muito escassos os estudos multi-táxons dirigidos aos invertebrados atropelados em rodovias (WOLCOTT; WOLCOTT, 1984; SEIBERT; CONOVER, 1991; HASKELL, 2000; STE-MARIE; TURNEY; BUDDLE, 2018); sendo mais comumente investigados o grupo dos insetos, particularmente os membros das ordens Lepidoptera, Hymenoptera e Odonata (VASCONCELOS et al., 2006; SOLUK; ZERCHER; WORTHINGTON, 2011; SKÓRKA et al., 2013; VIEIRA-NETO; VASCONCELOS; BRUNA, 2016; SKÓRKA, 2016; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018). Nesse sentido, especial ênfase tem sido dada a espécies de insetos carismáticas e/ou ameaçadas de extinção (FURNESS; SOLUK, 2015; SIGUTOVÁ et al., 2017; KANTOLA et al., 2019).

Alguns estudos têm demonstrado que a presença de invertebrados, notadamente artrópodes, encontrados em rodovias e vegetação associada as suas margens atraem vários grupos de vertebrados insetívoros/artropodívoros, tais como tamanduás (FREITAS; JUSTINO; SETZ, 2014) (No Brasil ocorrem os *Xenarthra* (Myrmecophagidae) pertencentes aos gêneros *Tamandua* e *Myrmecophaga*, cujas espécies se alimentam de térmitas e formigas (HAYSSSEN, 2011; JIMÉNEZ; BLANCO; CALCATERRA, 2018), lagartos (RAO; GIRISH, 2007; BHUPATHY et al., 2011), aves (DHINDSA et al., 1988; ERRITZOE; MAZGAJSKI; REJT, 2003) e morcegos (Chiroptera) (ALTRINGHAM; KERTH, 2016; CERON et al., 2017).

As estimativas de mortalidade em populações de insetos causada por atropelamento veicular em rodovias são assustadoras quanto aos números indicados e potenciais consequências da redução populacional para a manutenção de cadeias tróficas e serviços ecossistêmicos desempenhados por esses invertebrados. Os relatos fornecem estimativas que vão de alguns milhares a centenas de bilhões por ano de insetos mortos por atropelamento veicular em rodovias (SEIBERT; CONOVER, 1991; MCKENNA et al., 2001; BAXTER-GILBERT et al., 2015; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018). Por exemplo, Baxter-Gilbert et al. (2015) estimaram que centenas de milhares a bilhões de lepidópteros, himenópteros e dípteros polinizadores são mortos devido a colisões com veículos em rodovias a cada verão, dependendo da escala geográfica considerada na estimativa (se para Ontário, no Canadá, ou através da América do Norte).

Embora sejam impressionantes as estimativas sobre as taxas de mortalidade em populações de invertebrados devido a colisões com veículos em rodovias, vários estudos sugerem que as mesmas representam subestimativas, já que uma parte considerável dos invertebrados mortos (carcaças) são removidas pelos veículos (insetos ficam presos na tela do radiador, pára-brisas e outras partes dos veículos) e vertebrados carniceiros (BERENBAUM, 2002; SKÓRKA, 2016).

No entanto, é muito importante destacar que mesmo havendo uma elevada taxa de mortalidade por atropelamento veicular, esse impacto pode não ser significativo sobre determinada população de invertebrados afetada. Isso vai depender de uma combinação de características das espécies afetadas, tais como seu tamanho populacional e taxas de reprodução, crescimento e recolonização. Porém, mesmo que a taxa de mortalidade causada por atropelamento veicular seja relativamente baixa, ela poderá representar uma ameaça significativa para espécies mais longevas, raras e ameaçadas de extinção (MCKENNA et al., 2001; FURNESS; SOLUK, 2015).

Apesar das grandes lacunas de conhecimento sobre os efeitos negativos das rodovias e tráfego de veículos para a imensa maioria dos grupos taxonômicos de invertebrados, algumas recomendações de medidas mitigadoras para os impactos observados têm sido propostas. Elas se baseiam predominantemente em estudos de monitoramento de populações de Lepidoptera (HALBRITTER et al., 2011; KANTOLA et al., 2019; ALVAREZ; CARRERA-TREVIÑO; HOBSON, 2019) e Odonata (FURNESS; SOLUK, 2015) atropelados por veículos em rodovias. Tem sido sugerido, por exemplo, a instalação de redes de desvio na vegetação localizada nas margens de rodovias para modificar o comportamento (altura do voo) da libélula *Somatochlora hineana* Williamson,

1931 (Insecta: Odonata, Cordullidae) e, desse modo, diminuir as frequências de atropelamento de seus indivíduos em trechos próximos a áreas alagadas (FURNESS; SOLUK, 2015).

De modo geral, no entanto, muito pouca atenção tem sido dada à conservação dos invertebrados quando comparados aos vertebrados (LEATHER; BASSET; HAWKINS, 2008) e para complicar ainda mais esse cenário, pouco se sabe sobre os impactos das rodovias e tráfego de veículos para a maioria dos táxons de invertebrados (RAO; GIRISH, 2007; BAXTER-GILBERT et al., 2015; FURNESS; SOLUK, 2015).

O fato da maioria dos táxons de invertebrados serem considerados repulsivos (ou pragas) pela maioria das pessoas de senso comum, com poucos de seus táxons sendo vistos como carismáticos (LEATHER; BASSET; HAWKINS, 2008), torna ainda mais duro os esforços para a conservação dos invertebrados, notadamente daqueles grupos vitimados por atropelamento veicular em rodovias (MESQUITA et al., 2015). Nesse sentido, Mesquita et al. (2015) demonstraram experimentalmente usando modelos de aranhas, serpentes, pintos e folhas (estas últimas o controle) colocados em trechos de três rodovias no município de Santa Maria (Estado do Rio Grande do Sul), que os motoristas atropelaram significativamente mais aranhas e serpentes do que os pintos; os quais foram os únicos modelos resgatados pelos motoristas. De acordo com esses autores, isso se deve ao valor carismático atribuído aos pintos.

No que diz respeito à distribuição das publicações sobre estimativas de mortalidade em populações de invertebrados provocada por atropelamento veicular, a grande maioria dos estudos tem sido desenvolvida na América do Norte (Estados Unidos, Canadá e México) (e.g., WOLCOTT; WOLCOTT, 1984; RIFFELL, 1999; MCKENNA et al., 2001; SOLUK; ZERCHER; WORTHINGTON, 2011; HALBRITTER et al., 2015; FURNESS; SOLUK, 2015; ALVAREZ; CARRERA; HOBSON, 2019; KANTOLA et al., 2019), Europa (SKÓRKA et al., 2013; KNAPP et al., 2013; SKÓRKA, 2016; SIGUTOVÁ et al., 2017; ANDERSSON et al., 2017) e Ásia (Índia) (RAO; GIRISH, 2007).

Em relação ao Brasil, até a realização do presente estudo e apesar da intensa busca bibliográfica realizada, nenhuma publicação foi encontrada sobre estimativas de mortalidade em populações de invertebrados causada pelo tráfego de veículos em rodovias brasileiras que passam em ambientes naturais, em nenhum de seus biomas; nem tampouco em rodovias e estradas de terra que passam no entorno e/ou interior de unidades de conservação da natureza brasileiras. Essa extraordinária lacuna de conhecimento persiste,

apesar do fato da fauna de invertebrados terrestres brasileira ser uma das mais ricas do mundo (LEWINSOHN; PRADO, 2005).

5 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido na unidade de conservação federal Reserva Biológicas Guaribas (REBIO Guaribas), que abrange partes dos municípios de Mamanguape e Rio Tinto, ambos localizados no litoral norte do Estado da Paraíba. Esta Unidade de Conservação é constituída por fragmentos florestais denominados respectivamente SEMA I ($6^{\circ}41'21''S$ e $35^{\circ}7'31''W$ – Área total: 673,64 ha), SEMA II ($6^{\circ}42'36''S$ e $35^{\circ}10'38''W$ – Área total: 3.016,09 ha) e SEMA III ($6^{\circ}48'03''S$ e $35^{\circ}05'24''W$ – Área total: 338,82 ha). Esta área apresenta um total de extensão de 4.028,55 hectares (MMA/IBAMA, 2003) (Figura 1).

O presente estudo foi desenvolvido em trechos das rodovias estadual PB 071 ($6^{\circ}44'33,61''S$ e $35^{\circ}08'49,21''W$) e federal BR 101 ($6^{\circ}44'16,65''S$ $35^{\circ}07'48,04''W$) e em uma estrada de terra (denominada localmente Estrada dos Duros) ($6^{\circ}44'49,92''S$ e $35^{\circ}08'02,33''W$), as quais passam no entorno da SEMA II (Figuras 1 e 2), localizada no município de Mamanguape.

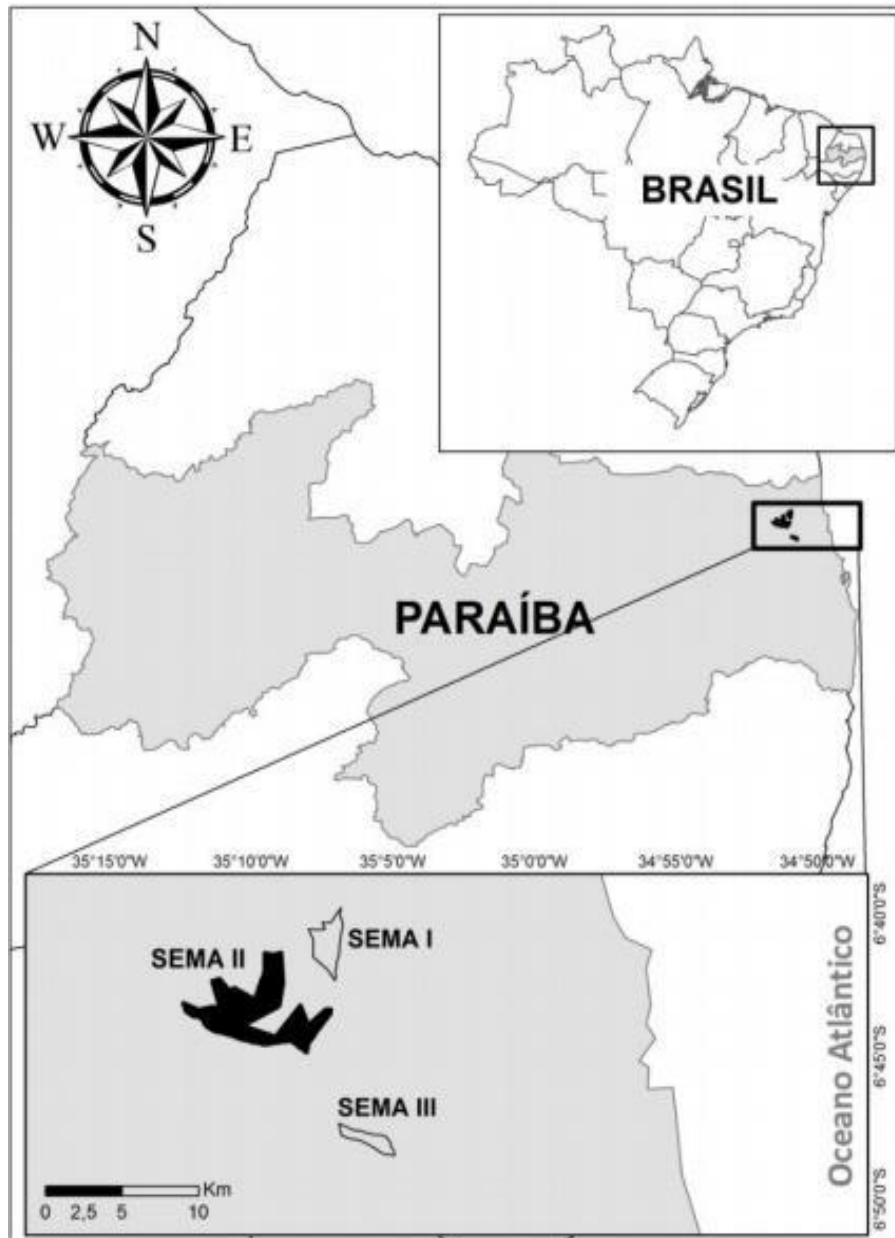
O município de Mamanguape está localizado na Microrregião Mamanguape e Mesorregião Mata Paraibana do Estado da Paraíba. Possui uma área de 349 km², sua sede tem uma altitude aproximada de 35 m e está a 42,2 Km da capital, João Pessoa; sendo o principal acesso pela rodovia federal BR-101 (CPRM –SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2005).

A Reserva Biológica Guaribas é constituída por remanescentes de Floresta Atlântica e abriga uma grande diversidade de espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção. A SEMA II é coberta por uma grande área de floresta semidecídua e savana (tabuleiros), sendo a maior riqueza de espécies vegetais encontrada ao longo vale do rio Barro Branco (BARBOSA et al., 2011).

O clima no município de Mamanguape é classificado de acordo com o Sistema Köppen (1936) como sendo do tipo AS', caracterizado por ser tropical e úmido com verão quente e inverno chuvoso (MMA/IBAMA, 2003). Neste município, de acordo com a AESA-PB (2004), a pluviosidade média anual é de 1.512 mm, o período chuvoso começa

no mês de fevereiro e se estende até julho, sendo os meses mais úmidos abril, maio e junho. As temperaturas variam anualmente entre 24°C e 26°C, com a máxima de 36°C (MMA/IBAMA, 2003).

Figura 1. Mapa de localização da Reserva Biológica Guaribas, está situado no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. A SEMA II, o local de realização deste presente estudo, destacada em negrito (margem inferior à esquerda).



Fonte: Ellori Lafse Silva Mota

Figura 2. Localização dos trechos das rodovias estadual PB 071 e federal BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros), situados no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas) e monitorados para registro dos invertebrados atropelados nelas por veículos automotores.



Fonte: Google Earth Pro (2019).

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Delineamento amostral

O inventário dos invertebrados mortos (carcaças) devido a colisões com veículos automotores foi realizado por três observadores, por meio de caminhadas e procura visual das carcaças ao longo de cada um dos trechos selecionados das rodovias pavimentadas e estrada de terra (Figuras 2 a 5).

A rotatória que liga a rodovia PB 071 a BR 101 ($6^{\circ}44'52,57''S$ e $35^{\circ}8'2,00''W$) (Km 01) foi considerada como referencial para marcar os pontos de início do inventário de invertebrados atropelados (carcaças) tanto ao longo do trecho da rodovia PB 071 ($6^{\circ}44'52,28''S$ e $35^{\circ}8'3,04''W$) quanto da BR 101 ($6^{\circ}44'51,18''S$ e $35^{\circ}8'1,66''W$), sendo que nesta última somente a faixa no sentido Mamanguape para João Pessoa foi monitorada para registro de invertebrados atropelados (Figura 4). Cada um desses trechos monitorados mediu oito quilômetros de extensão (Figura 2). O trecho monitorado na Estrada dos Duros ($6^{\circ}44'9,65''S$ e $35^{\circ}8'3,34''W$) mediu 3,75 Km de extensão, o que corresponde a toda extensão em que ela margeia a borda da mata (SEMA II) (Figura 2). Essa estrada de terra se

liga com a rodovia BR 101 através de uma única entrada e saída de veículos ($6^{\circ}44'41,73''S$ e $35^{\circ}8'1,02''W$). Nessa estrada de terra foi considerado como ponto inicial das amostragens (registros das carcaças) o local até onde foi observado um pequeno trânsito de motocicletas ($6^{\circ}44'50,32''S$ e $35^{\circ}08'02,40''W$), levando em conta seu potencial efeito nas frequências de mortalidade de invertebrados.

Os trechos das rodovias e estradas de terra selecionados para o monitoramento de invertebrados atropelados foram vistoriados uma vez por mês, em dias consecutivos, durante os meses de junho a outubro de 2017; totalizando cinco vistorias por trecho investigado. Em cada trecho monitorado, as amostragens foram realizadas no período da manhã (05:00 h às 12:00 h), visando diminuir a influência de fatores tais como o tamanho corporal e condição das carcaças (bem preservadas, esmagadas ou estágio avançado de decomposição), as quais afetam sua detecção pelos observadores; bem como o tempo de permanência das carcaças no local e ação de vertebrados carniceiros diurnos na remoção das carcaças (RAO; GIRISH, 2007; SKÓRKA, 2016; TEODOR; FERENTI; COVACIU-MARCOV, 2019).

A escolha desse período do dia para realizar os registros de invertebrados atropelados também levou em conta o fato de que muitos grupos de insetos exibem picos de atividade nesse período (e.g., MARCO; REZENDE, 2002; LIMA; PREZOTO, 2003; DEVRIES; AUSTIN; MARTIN, 2008; LANNUZZI et al., 2016), o que aumentaria as chances de encontrar um maior número de carcaças e, desse modo, fornecer estimativas mais precisas da mortalidade causada por atropelamento veicular.

As buscas visuais para registro das carcaças de invertebrados foram feitas em ambos os lados das rodovias e estrada de terra, abrangendo os acostamentos e vegetação associada, pista e canaletas para escoamento de águas pluviais (Figuras 3 a 5). Todas as carcaças de invertebrados encontradas foram removidas para evitar eventual recontagem dos indivíduos nos inventários seguintes (Procedimentos metodológicos baseados nos trabalhos publicados por Riffell (1999), Mckenna et al. (2001) Rao e Girish (2007); Yamada, Sasaki e Harauchi (2010); Garrah et al. (2015); Skórka (2016); Jeganathan et al. (2018); Teodor, Ferenti; Covaciu-Marcov (2019)).

As atividades de monitoramento de invertebrados atropelados foram realizadas em dias úteis, finais de semana e feriados para contemplar possíveis efeitos da intensidade do fluxo de veículos nas frequências de invertebrados atropelados, tal como tem sido feito em

monitoramentos de fauna de vertebrados atropelados (BAGATINI, 2006; GARRAH et al., 2015). As amostragens foram feitas sob as mais variadas condições de tempo (GARRAH et al., 2015; BAXTER-GILBERT et al., 2015) para incorporar seus possíveis efeitos sobre os padrões de atividade diária e comportamento dos invertebrados (e.g., MARCO; REZENDE, 2002; LIMA; PREZOTO, 2003; DEVRIES; AUSTIN; MARTIN, 2008; LANNUZZI et al., 2016) e, desse modo, sobre as frequências de atropelamento veicular observadas.

Durante cada excursão campo, foi feito sorteio para determinar a ordem em que cada trecho das rodovias e estrada de terra seriam vistoriados, com a finalidade de evitar a influência dos observadores na escolha da área de amostragem.

Figura 3. Vista geral de alguns locais ao longo do trecho da rodovia estadual PB 071, localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil), monitorado para registro de invertebrados atropelados. Abreviaturas: A (Borda da mata e vegetação herbácea-arbustiva marginal, à direita, com plantas em floração), B (Vista de outro ângulo da foto A, mostrando ao centro uma lagoa temporária e à direita o canavial), C (Borda da mata, à esquerda, e uma grande lagoa temporária, à direita), D (Canal de drenagem de águas pluviais), E (Detalhe do canal de drenagem sob a rodovia, mostrado na foto D, e visto a partir da borda da mata) e F (Detalhe de canaleta para escoamento de águas pluviais, na borda da mata).

Fotos: Gindomar G. Santana (2019).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 4. Vista geral de alguns locais ao longo do trecho da rodovia federal BR 101 (sentido Mamanguape para João Pessoa), localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil), monitorado para registro de invertebrados atropelados. Abreviaturas: A (Faixa da rodovia próxima da borda da SEMA II), B (Na mesma faixa da rodovia indicada na foto A, observa-se os restos de uma carcaça de vertebrado atropelado), C (Canteiro do lado oposto da mesma faixa da rodovia mostrada na foto A, com régua indicando os restos de uma carcaça de vertebrado atropelado), D (Equipe de observadores realizando busca visual para registro de carcaças de invertebrados atropelados na faixa da rodovia que margeia a SEMA II), E (Busca visual por carcaças de invertebrados atropelados na margem oposta da faixa da rodovia indicada na foto A. No canto superior esquerdo, observa-se a mureta de concreto que divide as duas faixas da rodovia) e F (Registro de um morcego atropelado (indicado pela régua e gancho) no acostamento da mesma faixa da rodovia da foto A). Fotos: A, B, C, E e F (Gindomar G. Santana, 2017) e D (Adriana C. S. Santos, 2017).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 5. Vista geral de alguns locais ao longo do trecho da estrada de terra (Estrada dos Duros), localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil), monitorado para registro de invertebrados atropelados. Abreviaturas: A e B (Poças d'água temporárias formadas em distintos pontos ao longo da estrada de terra), C (Ponto em que a estrada de terra fica separada do canal por uma faixa de capim), D (Bifurcação da estrada de terra que dá acesso às plantações de cana-de-açúcar), E (poça d'água temporária formada na margem da estrada de terra) e F (Faixa de vegetação herbácea entre a estrada de terra e o canal). Fotos: Gindomar G. Santana (2017).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

6.2 Procedimentos adotados para registro dos invertebrados atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados

Para cada carcaça de invertebrado encontrada nas rodovias e estrada de terra monitorados foram registradas as coordenadas geográficas do local (usando um GPS Garmin e-Trex 10) e fotografado o espécime, usando uma câmera digital. Em seguida, cada carcaça foi removida do local e, então, colocada em um saco de plástico transparente, juntamente com uma etiqueta (Procedimentos metodológicos baseados nos trabalhos

publicados por Mckenna et al. (2001), Baxter-Gilbert et al. (2015) e Jeganathan et al. (2018)). Os registros também foram feitos em um formulário-padrão para invertebrados atropelados (Figura 6; Ver Apêndices.

Figura 6. Procedimentos de triagem e preparação preliminares dos invertebrados atropelados (carcaças) por veículos ao longo dos trechos monitorados das rodovias PB 071 e BR 101 e Estrada dos Duros (estrada de terra), localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Tais procedimentos foram realizados no laboratório da referida unidade de conservação. Abreviaturas: A e C (triagem e preparação das carcaças de invertebrados), B (preparação de álcool etílico a 70% usado na conservação das carcaças), D e E (Identificação preliminar dos invertebrados) e F (Registro de dados de cada carcaça encontrada em um formulário-padrão). Fotos: Mayanne Albuquerque (2017).

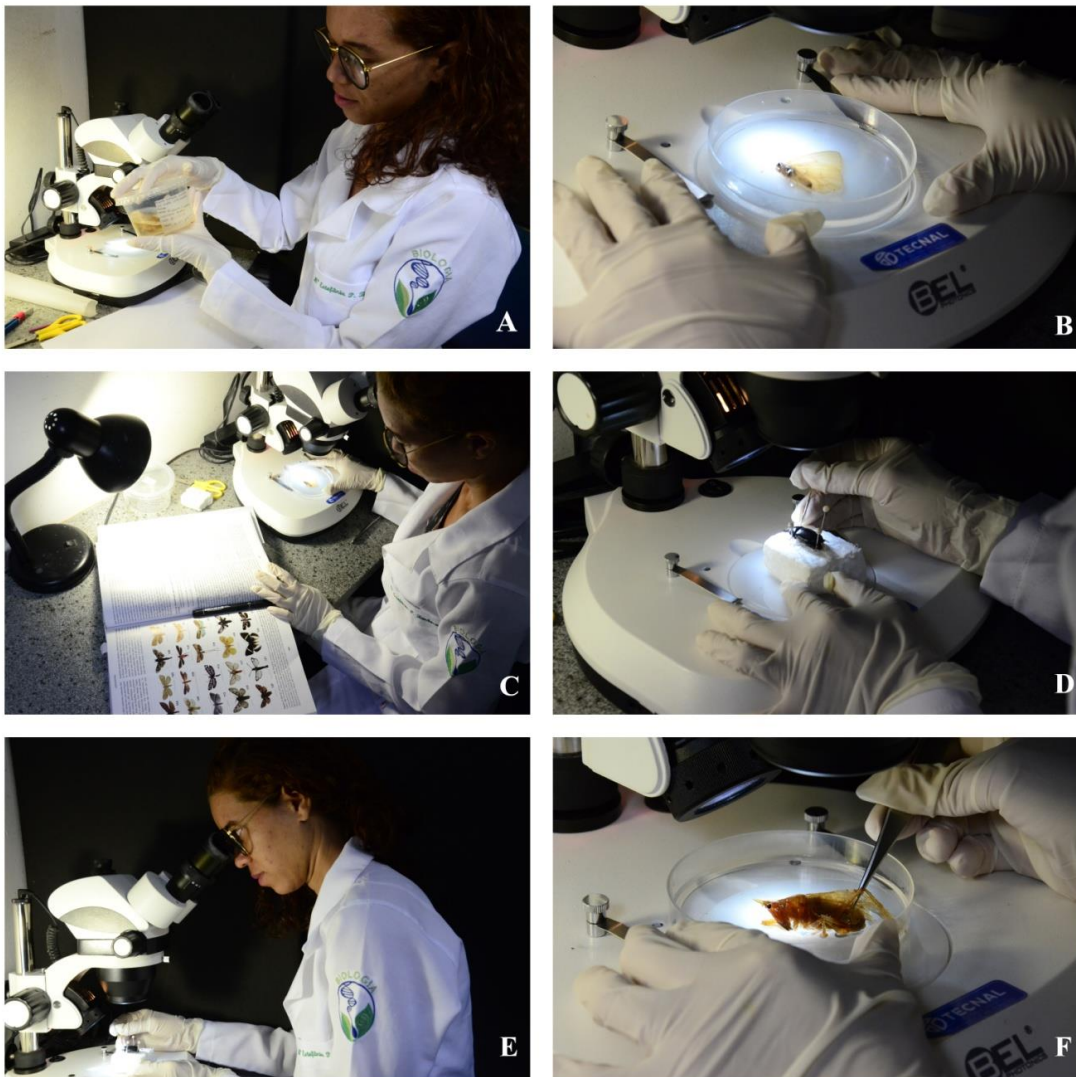


Fonte: Elaborado pela própria autora.

As amostras de invertebrados atropelados foram preliminarmente triadas e identificadas no laboratório da Reserva Biológica Guaribas (SEMA II), no mesmo dia em que foram coletadas. Durante os procedimentos de triagem do material, foi adicionado álcool etílico a 70% a cada saco de plástico contendo as carcaças de invertebrados

atropelados (Figura 6) e posteriormente, no Laboratório de Herpetologia (Integrado ao Laboratório de Etnoecologia/UEPB), as carcaças de invertebrados foram identificadas, sob microscópio estereoscópico (Figura 7).

Figura 7. Procedimentos para identificação taxonômica das carcaças de invertebrados atropelados por veículos nos trechos monitorados das rodovias PB 071 e BR 101 e Estrada dos Duros (estrada de terra), localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A e B (Inseto armazenado em pote de plástico, conservado em álcool etílico a 70%), C (Identificação usando chave dicotômica) e D, E e F (montagem de espécimes de insetos para identificação). Fotos: Mayanne Albuquerque (2018).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Para identificação dos insetos foram usadas as chaves dicotômicas apresentadas por Buzzi (2010) e Rafael et al. (2012) (Figura 7). Especificamente em relação às carcaças dos moluscos gastrópodes coletadas, foram seguidas a chave de identificação apresentada por Mendonça (2007), o guia ilustrado de gastrópodes terrestres disponíveis no site Conquiliologistas do Brasil (<http://conchasbrasil.org.br/>) e consultas à especialista em

moluscos, a Dra. Romilda Narcisa Mendonça de Queiroz. Os invertebrados foram identificados principalmente aos níveis de ordem e família. Todos os espécimes-testemunho foram depositados na Coleção de Referências de Invertebrados do Laboratório de Herpetologia (Integrado ao Laboratório de Etnoecologia/UEPB).

6.3 Estimativas dos fluxos de veículos nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados

A rodovia estadual PB 071 é constituída por pista simples, mão dupla, pavimentada (asfaltada) e com extensão total de 42,9 Km (<https://der.pb.gov.br/sistema-rodoviario/rodovias>). A velocidade máxima permitida no trecho dessa rodovia que margeia a SEMA II (Reserva Biológica Guaribas) (Figuras 2 e 3) é de 80 km/hora, como pode ser observado nas placas de sinalização de velocidade (observação pessoal). A rodovia federal BR 101, no trecho que passa no entorno da SEMA II, é duplicada e asfaltada (<http://www.dnit.gov.br/noticias/concluidos-mais-dois-lotes-da-duplicacao-da-br-101-pb>). A velocidade máxima permitida nesse trecho é de 100 Km/hora (observação pessoal) (Figuras 2 e 4).

A estrada de terra (Estrada dos Duros) monitorada margeia a borda da SEMA II (Figura 2) e nela existe um fluxo de veículos relativamente regular (carros, caminhões, tratores e motocicletas), visto que é a principal via de acesso para o assentamento do INCRA, localizado no limite norte da SEMA II, e também para áreas de plantio de cana-de-açúcar (Figuras 2 e 5). Não foi observada sinalização indicando a velocidade máxima permitida nessa estrada de terra. Ao longo do trecho monitorado se formam grandes poças d'água temporárias durante o período chuvoso (Figura 5A e B), e quando elas secam (período de estiagem) deixam grandes desníveis na estrada.

Para estimar o volume do fluxo de veículos na rodovia estadual PB 071 e estrada de terra (Estrada dos Duros) foram feitas contagens quali-quantitativas dos veículos (ou seja, quantidades e tipos) trafegando nessas vias. As contagens foram realizadas nos sentidos de ida e volta de cada trecho investigado, entre as 06:00 às 15:00 h (visando incluir os picos de tráfego), durante os meses maio e junho de 2017. As contagens foram feitas por dois observadores, os quais permaneceram em pontos fixos nos trechos selecionados dessa rodovia e estrada de terra. Os registros de volume de fluxo de veículos foram feitos em formulário-padrão (Figura 8; Ver os Apêndices).

Figura 8. Estimativa de fluxo de veículos em um trecho da rodovia estadual PB 071, localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A e B (observadores posicionados nos pontos de contagem de veículos na rodovia PB 071), C (Observador posicionado no ponto de contagem de veículos na Estrada dos Duros) e D (Observadores caminhando no trecho monitorado da Estrada dos Duros). Fotos: A, B e C (Gindomar G. Santana, 2017) e D (Adriana C. S. Silva, 2017).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Para cada trecho monitorado da rodovia estadual PB 071 e estrada de terra foi calculado o volume médio de diário de veículos (VMD), definido como o volume médio de tráfego que ocorre em determinada seção de uma via para um dado conjunto de dias. O VMD é calculado de acordo com a seguinte equação: $VMD = \sum_{i=1}^n Xi/t$, onde Xi representa a quantidade de veículos naquele trecho durante o período de tempo (t). O tempo pode ser por hora ou dias (DNIT, 2008). No presente estudo, as estimativas foram feitas com base no número de dias de contagem de veículos.

Com base no valor obtido do VMD foi estimado o volume total de veículos por ano trafegando no trecho monitorado da rodovia estadual PB 071 e estrada de terra. Esse valor foi usado para calcular o volume médio diário anual (VMDa), o qual consiste no valor médio de todos os volumes diários registrados durante um ano em uma dada seção da via. O VMDa é calculado usando a seguinte equação: $VMDa = \sum_{i=1}^n Xi/365$, onde Xi é a quantidade de veículos trafegando em determinado trecho durante o período de um ano (365 dias) (DNIT, 2008).

Os dados sobre o volume do fluxo de veículos na rodovia federal BR 101 foram fornecidos pelo Setor de Operações da Superintendência Regional do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT), no Estado da Paraíba. De acordo como o responsável pelo referido setor, somente havia contagem de fluxo de veículos disponível para o ano 2014 (Tabela 1).

Visto que os dados de volume de fluxo de veículos para a rodovia BR 101 estavam expressos somente em VMDa, os valores de fluxo de veículos obtidos para a rodovia estadual PB 071 e estrada de terra também foram expressos nessa unidade, visando facilitar as comparações entre as estimativas de mortalidade de invertebrados entre os trechos investigados.

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) ** (dados do presente estudo).

Trechos monitorados	VMDa	Volume total anual
Rodovia estadual PB 071**	443	161.695
Rodovia federal BR 101*	9095	3.319.675
Estrada de terra	9	3.285

Fonte: Elaborado pela própria autora.

6.4 Caracterização geral da vegetação e corpos d'água associados às margens dos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados

A vegetação encontrada nas margens da rodovia estadual PB 071 é constituída pela borda do remanescente florestal da SEMA II e plantas herbáceas associadas ao acostamento

da pista (margem direita, no sentido Mamanguape para Jacaraú); enquanto na margem esquerda da rodovia (sentido Jacaraú para Mamanguape), a vegetação é predominante composta por plantas herbáceas associadas diretamente ao acostamento e também por plantações de cana-de-açúcar (Figuras 3 e 9). Nas margens dessa rodovia foram registradas cinco poças d'água temporárias e um pequeno lagoa (resultante provavelmente da retirada de aterro durante a fase de construção da rodovia) (Figura 3C).

Figura 9. Vegetação margeando o trecho da rodovia estadual PB 071, localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil).

Abreviaturas: A (Planta herbácea em floração no acostamento da rodovia, ao lado da borda da mata), B (Touceiras de braquiária no acostamento e poça d'água temporária entre o acostamento e a borda da mata), C (Outra espécie de planta herbácea em floração no acostamento e canaleta com água acumulada) e D (Visitação de botões florais por um espécime de “cavalo-do-cão”, inseto da ordem Hymenoptera (Família Pompilidae). No lado esquerdo da foto, o quadrado indica a localização do inseto; enquanto no canto superior direito, o mesmo é visto em detalhe). Foto: Gindomar Gomes Santana (2017).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Algumas das poças temporárias se formam a partir da drenagem de pequenos riachos que se formam no interior da SEMA II durante a estação chuvosa; e também recebem água pluvial trazida pelas canaletas da rodovia. A duração do hidoperíodo das poças d'água temporárias maiores e lagoa pode chegar a três meses (Figura 3B e C). A vegetação associada às margens dessa rodovia representa uma importante fonte recursos

florais (alimento) para vários grupos de insetos, tais como borboletas (Lepidoptera), abelhas, vespas e formigas (Hymenoptera) (Observação pessoal) (Figura 9).

A vegetação associada à Estrada dos Duros é composta pela borda da mata da SEMA II, uma área de reserva legal de uma pequena propriedade rural e áreas de cultivo de cana-de-açúcar; estando essas duas últimas localizadas nos limites dessa SEMA (Figuras 5 e 10A). Várias espécies de plantas herbáceas e arbustivas nativas são encontradas nas margens dessa estrada de terra, as quais também representam importantes fontes de recursos florais (alimento) explorados por vários grupos de insetos (Observação pessoal) (Figura 10).

Figura 10. Vegetação associada ao trecho monitorado da Estrada dos Duros, localizada no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil).

Abreviaturas: A (Vegetação herbácea em floração na frente de uma pequena propriedade localizada nos limites da SEMA II), B (Planta arbustiva em floração na borda da mata, no mesmo local indicado na foto A), C (O quadrado na margem inferior indica um espécime de marimbondo (Hymenoptera, Vespidae) voando próximo de planta arbustiva em floração. No canto superior direito, vista detalhada do inseto) e D (O quadrado indica outro espécime de marimbondo sobre botões florais de planta arbustiva no mesmo local observado na foto C. No canto superior direito, vista em detalhe do inseto). Fotos: Gindomar G. Santana (2017).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

O trecho da rodovia federal BR 101, o qual passa no entorno da SEMA II, é também margeada pela borda da mata, estando separada dela somente por uma faixa de capim braquiária (*Brachiaria brizantha* (Hoest ex A. Rich) Stapf) plantada por ocasião da construção dessa rodovia. Na margem esquerda da faixa monitorada dessa rodovia a

vegetação é composta quase que exclusivamente por capim braquiária (Figuras 2 e 4). Somente foi encontrada uma pequena poça d'água temporária ao longo do trecho monitorado dessa rodovia. A vegetação associada às margens dessa rodovia são regularmente roçadas e limpas, pelos menos, a cada três meses por ano, conforme foi observado durante a realização do presente estudo.

6.5 Elaboração da lista vertebrados predadores efetivos e/ou potenciais de invertebrados atropelados e/ou vivendo nos trechos monitorados das rodovias e estradas de terra no entorno da SEMA II

Para elaborar a lista de espécies de vertebrados predadores efetivos ou potenciais de invertebrados atropelados e/ou vivendo associado às margens das rodovias e estrada de terra monitorados, foi feita uma revisão da literatura sobre os inventários faunísticos das espécies vertebrados que ocorrem na SEMA II (Reserva Biológica Guaribas).

Em relação aos anfíbios e répteis que ocorrem na SEMA II foram consultadas a lista de espécies da herpetofauna publicada por Mesquita et al. (2018), para os mamíferos a lista publicada Feijó, Nunes e Langguth (2016) e para a avifauna a lista publicada por Almeida e Teixeira (2010).

Para incluir cada espécie nas listas de anfíbios, répteis, mamíferos e aves predadoras efetivas e/ou potenciais de invertebrados atropelados e/ou vivendo nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados foram usados os seguintes critérios: 1) Registros de ocorrência de espécimes desses vertebrados nos trechos das rodovias e estrada de terra investigados, 2) características ecológicas (por exemplo, capacidade de dispersão, exigências quanto aos requerimentos de habitats, se generalistas ou especialistas) e comportamentais (estratégias de forrageamento (forrageio ativos *versus* senta-e-espera), termorregulação e reprodução) das espécies com base na literatura disponível, de modo que inferir a presença de seus espécimes nos locais monitorados pudesse ser considerada bastante plausível, e 3) As listas fornecidas de vertebrados predadores não devem ser consideradas definitivas, mas visam principalmente ilustrar quais espécies de vertebrados são atraídas mais provavelmente para as rodovias e estrada de terra pelos invertebrados atropelados e/ou vivendo na vegetação associada as margens dessas vias.

Informações sobre a dieta adotada pelas espécies de vertebrados listadas como predadores efetivos e/ou potenciais de invertebrados atropelados e/ou vivendo nas margens das rodovias e estrada de terra monitorados foram baseadas em dados da literatura, incluindo, sempre que disponíveis, estudos sobre o hábito alimentar de vertebrados realizados na Reserva Biológica Guaribas.

6.6 Classificação dos invertebrados atropelados em guildas tróficas

Os invertebrados atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados foram agrupados em guildas tróficas, conforme definição proposta por Roots (1967) como sendo “Um grupo de espécies que exploram as mesmas classes de recursos ambientais de maneira similar”.

Sendo assim, os invertebrados atropelados foram agrupados em quatro principais guildas tróficas: **1) Herbívoros** (Aqueles que se alimentam diretamente de recursos vegetais ou os utilizam para cultivar fungos. Nessa grande guilda encontram-se incluídas, por exemplo, as microguildas dos fitófagos, nectívoros, granívoros e fungívoros), **2) Predadores** (Aqueles que ativamente procuram e capturam suas presas no ambiente. Nesta grande guilda encontra-se incluída a microguilda dos carnívoros), **3) Carniceiros** (Aqueles que se alimentam dos corpos de invertebrados e vertebrados mortos, em decomposição. Nesta grande guilda está incluída a microguilda dos necrófagos) e **4) Onívoros** (Aqueles que se alimentam de dois ou mais tipos de recursos alimentares) (RICKLEFS, 2012; SILVA et al., 2015).

As guildas tróficas dos invertebrados atropelados foram determinadas através de consultas à literatura (ERWIN; SCOTT, 1980; MORAN; SOUTHWOOD, 1982; ERWIN, 1983; WILLIAMS, 1993; PUNZO, 2005; MARQUES et al., 2006) e também levando em conta as observações feitas durante as atividades de monitoramento de invertebrados atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra investigados. Somente o hábito alimentar adotado pelos invertebrados adultos foi considerado para classifica-lo em sua respectiva guilda trófica (STORK, 1987). Os espécimes de invertebrados para os quais não foi possível determinar com confiança razoável a guilda a qual pertenciam, devido à falta de conhecimento disponível na literatura sobre seu hábito alimentar (STORK, 1987), foram incluídos na categoria guilda indeterminada.

6.7 Cuidados com a segurança dos pesquisadores durante as atividades de monitoramento de invertebrados atropelados nas rodovias e estrada de terra no entorno da SEMA II

Visando garantir, ao máximo, a segurança dos pesquisadores (observadores) durante as atividades de monitoramento de invertebrados atropelados nos trechos das rodovias (estadual PB 071 e federal BR 101) e estrada de terra (Estrada dos Duros), cada observador obrigatoriamente usava equipamentos de proteção individual (EPIs) (botas, perneiras e

coletes refletivos) e a caminhada era feita em fila indiana (Figura 11). De modo geral, procurou-se seguir as recomendações propostas por Langen et al. (2007)

Figura 11. Equipamentos de segurança individual usados pelos pesquisadores durante as atividades de monitoramento de invertebrados atropelados nos trechos das rodovias e estrada terra vistoriadas neste estudo. Abreviaturas: A e B (Pesquisadores observados durante o monitoramento de invertebrados atropelados no trecho da rodovia estadual PB 071), C (Pesquisadores procurando invertebrados atropelados na Estrada dos Duros) e D (Pesquisadora realizando monitoramento de invertebrados atropelados na rodovia BR 101). Fotos: A e C (Adriana C. S. Silva, 2017), B e D (Gindomar G. Santana, 2017).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Como medida adicional de segurança, quando alguma carcaça de invertebrado era encontrada, um dos membros da equipe de observadores colocava cones de sinalização para alertar os motoristas da presença de pessoas no local (Figura 8C) e somente, então, a coleta da carcaça era feita. Também para evitar contaminação dos pesquisadores por microrganismos patogênicos, a manipulação das carcaças foi feita usando luvas descartáveis, tanto durante a remoção delas dos locais de registros quanto à triagem e identificação das mesmas (Figuras 6, 7 e 11).

6.8 Análises dos dados

A abundância relativa de cada uma das ordens e/ou famílias de invertebrados foi calculada com base nos dados de abundância absoluta registrados por ocasião de cada monitoramento de invertebrados atropelados nos trechos das vias investigadas sendo que (rodovia PB 071 *versus* BR 101; rodovia PB 071 *versus* estrada de terra; e a rodovia BR

101 *versus* estrada de terra). Para verificar se as frequências absolutas e relativas dos táxons de invertebrados atropelados variam de modo significativo entre os trechos das vias monitorados, foram realizados os testes não-paramétricos Teste (G) e o Teste Qui-quadrado (X^2), usando o Programa BioStart, Versão 5.3.

Para verificar se abundância de invertebrados atropelados difere entre os trechos das vias monitoradas, foi testada a priori se os dados apresentavam distribuição normal. Visto que não apresentaram distribuição normal, foi dotado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (Teste U), usando o Programa Statistica statSoft, versão 8.0.

Para estimar as taxas de mortalidade diária dos invertebrados atropelados em cada uma das vias monitoradas, foi dividida a quantidade total de invertebrados mortos (carcaças) pelo total de quilômetros de cada trecho monitorado. Em seguida, foi calculada a taxa de atropelamento diário média, somando os valores de atropelamento diário e dividido pelo número total de dias de monitoramentos realizados (número de inventários). Por sua vez, a mortalidade anual de invertebrados atropelados por trecho monitorado foi calculada multiplicando os valores médios obtidos por 365 dias (Procedimentos baseados nos trabalhos realizados por RIFELL (1999), GONZÁLEZ-GALLINA et al. (2013) e JEGANATHAN et al. (2018).

Em todas as análises foi adotado o nível de significância $p < 0,05$ (ZAR, 2014; SIEGEL; CASTELLAN, 2006).

7 RESULTADOS

7.1 Composição e abundância da fauna de invertebrados atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados

Foram registrados 593 espécimes de invertebrados atropelados nos trechos das duas rodovias pavimentadas (PB 071 = 366 e BR 101 = 197) e (estrada de terra = 30) monitorados, pertencentes a 17 categorias taxonômicas (principalmente ordens e famílias), (Tabela 2; Figuras 12, 13 e 14).

As maiores riquezas de táxons de invertebrados atropelados foram registradas nos trechos das rodovias pavimentadas, assim como os maiores valores de abundância (Tabela 1). Não foi observada diferença significativa entre as frequências relativas de invertebrados atropelados entre os trechos das duas rodovias asfaltadas ($G = 0,27$; $gl = 12$; $p = 1,00$). Contudo, houve diferença significativa entre as frequências de invertebrados atropelados quando comparando cada trecho das rodovias asfaltadas com a estrada de terra (Estrada dos Duros) (rodovia PB 071 *versus* estrada de terra ($X^2 = 255,84$; $gl = 1$; $p < 0,0001$); e rodovia BR 101 *versus* estrada de terra ($X^2 = 122,86$; $gl = 1$; $p < 0,0001$).

Entre os Insecta, espécimes pertencentes às ordens Odonata (libélulas), Lepidoptera (borboletas) e Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas) respectivamente foram as vítimas mais frequentes de atropelamento veicular no trecho da rodovia PB 071 monitorado; ao passo que entre os moluscos Gastropoda, espécimes pertencentes à família Achatinidae foram os mais comumente atropelados (Tabela 2). Em relação ao trecho monitorado na rodovia BR 101, os Lepidoptera foram os mais frequentemente atropelados e mortos por veículos (Tabela 2). Por sua vez, no trecho da estrada de terra vistoriado espécimes de Hymenoptera e Lepidoptera foram os grupos de insetos mais comumente atropelados; enquanto entre os Gastropoda, os membros pertencentes das famílias Odontostomidae e Strophocheilidae (únicos representantes da ordem de moluscos registrados nesse local) (Tabela 2).

Em relação à abundância de invertebrados atropelados, não foi observada diferença significativa entre os trechos monitorados das rodovias PB 071 *versus* BR 101 ($U = 33$; $Z = 1,28$; $p = 0,19$; Figura 15). Por sua vez, quando foram comparadas as abundâncias de invertebrados atropelados entre cada rodovia asfaltada e a estrada de terra (Estrada dos Duros), verificou-se que existe diferença significativa entres os trechos da rodovia PB 071 *versus* estrada de terra ($U = 5,00$; $Z = 2,71$; $p = 0,007$; Figura 16). No entanto, não houve

diferença significativa entre o trecho da rodovia BR 101 *versus* estrada de terra ($U = 23,00$ $Z = 0,76$ $p = 0,45$; Figura 17).

Tabela 2. Lista de invertebrados atropelados por veículos em trechos das rodovias e estrada de terra monitorados no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas (Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas/símbolos: N (tamanho da amostra), Fr (frequência relativa), F% (frequência percentual) e ET (estrada de terra).

Categorias taxonômicas	Trechos monitorados		
	PB 071 N; Fr; F%	BR 101 N; Fr; F%	ET N; Fr; F%
ARTHROPODA			
Insecta			
Blattodea	1; 0,01; 1,00	11; 0,05; 5,00	-
Coleoptera	9; 0,02; 2,00	6; 0,03; 3,00	1; 0,03; 3,00
Diplopoda			
Spirobolida	1; 0,01; 1,00	15; 0,07; 7,00	-
Julidae	1; 0,01; 1,00	10; 0,05; 5,00	-
Hymenoptera	60; 0,16; 16,00	18; 0,09; 9,00	14; 0,46; 46,00
Hemiptera	4; 0,01; 1,00	6; 0,03; 3,00	1; 0,03; 3,00
Isoptera	6; 0,01; 1,00	4; 0,02; 2,00	-
Lepidoptera	80; 0,21; 21,00	49; 0,24; 24,00	5; 0,17; 17,00
Odonata	83; 0,22; 22,00	18; 0,09; 9,00	-
Orthopteroidea	9; 0,02; 2,00	18; 0,09; 9,00	3; 0,1; 10,00
Chelicerata			
Arachnida			
Araneae	2; 0,01; 1,00	2; 0,01; 1,00	-
Chilopoda			
Scolopendromorpha	2; 0,01; 1,00	1; 0,01; 1,00	-
MOLLUSCA			
Gastropoda			
Achatinidae	88; 0,24; 24,00	3; 0,01; 1,00	-
Bulimulidae	10; 0,03; 3,00	3; 0,01; 1,00	-
Odontostomidae	10; 0,03; 3,00	31; 0,15; 15,00	3; 0,1; 10,00
Subulinidae	-	1; 0,01; 1,00	-
Spiraxidae	-	1; 0,01; 1,00	-
Strophocheilidae	-	-	3; 0,1; 10,00
Total/trecho	366; 1,00; 100	197; 1,00; 100	30; 1,00; 100
No. táxons	15	17	7
Total geral		593	

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 12. Invertebrados atropelados (carcaças) e vivos encontrados em trecho monitorado da rodovia federal BR 101, localizado no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A (Carcaça de um espécime de Odonata), B (Carcaça de um espécime de Orthopteroidea), C (Carcaça de um espécime de Lepidoptera), D (Restos da carcaça de um espécime de Scolopendromorpha), E e F (Espécimes de Diplopoda e Gastropoda encontrados vivos no acostamento).



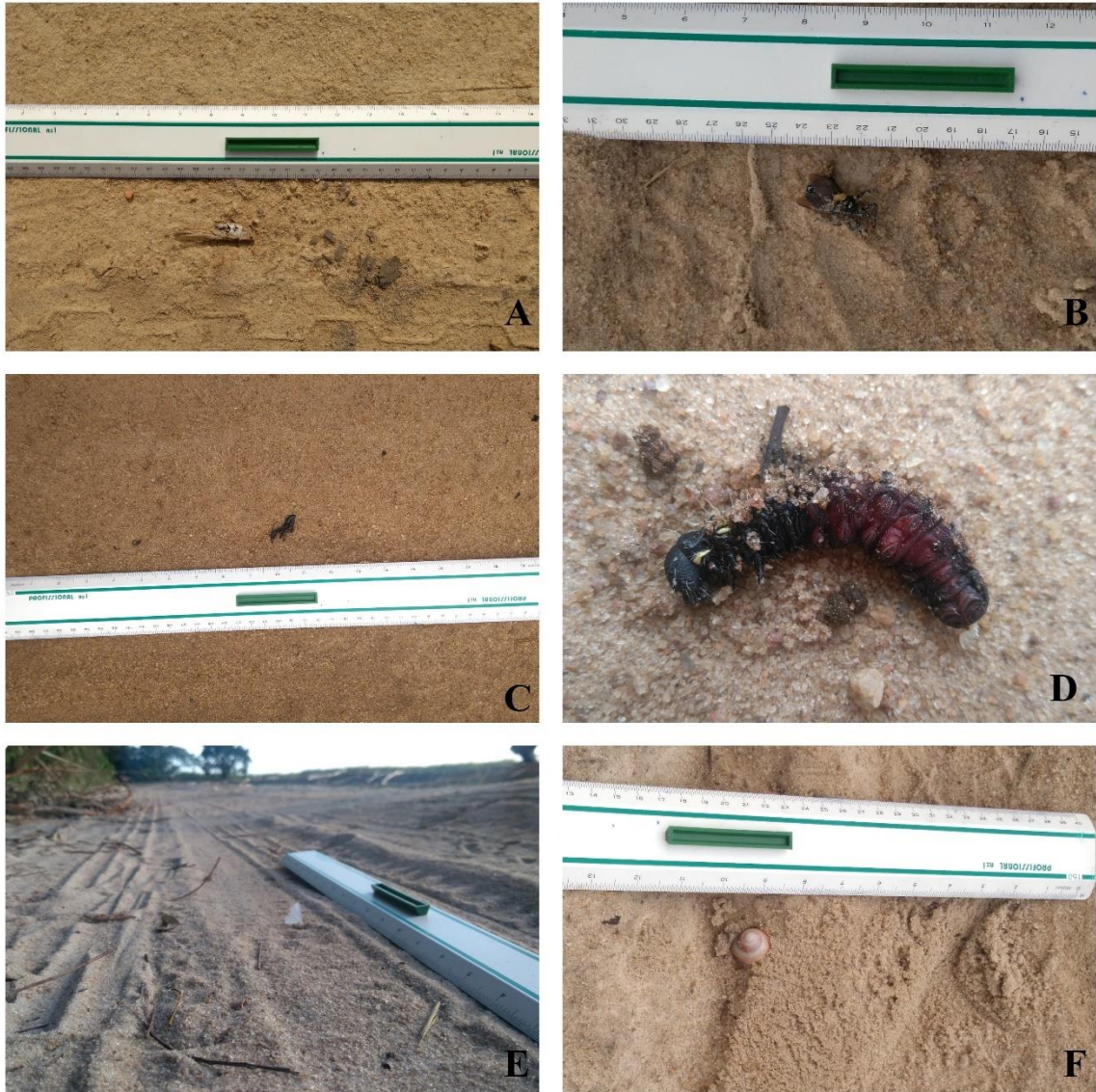
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 13. Invertebrados atropelados (carcaças) e vivos encontrados em trecho monitorado da rodovia estadual PB 071, localizada no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A (Carcaça de um espécime de Coleoptera), B (Carcaça de um espécime de Lepidoptera), C (Espécime de Hemiptera encontrado vivo no acostamento), D (Uma larva de Lepidoptera encontrada viva no acostamento), E (Espécime de Araneae (Chelicerata) encontrada em sua teia (fixa entre plantas herbáceas presentes no acostamento), enquanto manipulava um Coleoptera) e F (Espécime de Gastropoda encontrado vivo entre vegetação herbácea e cascalho no acostamento).



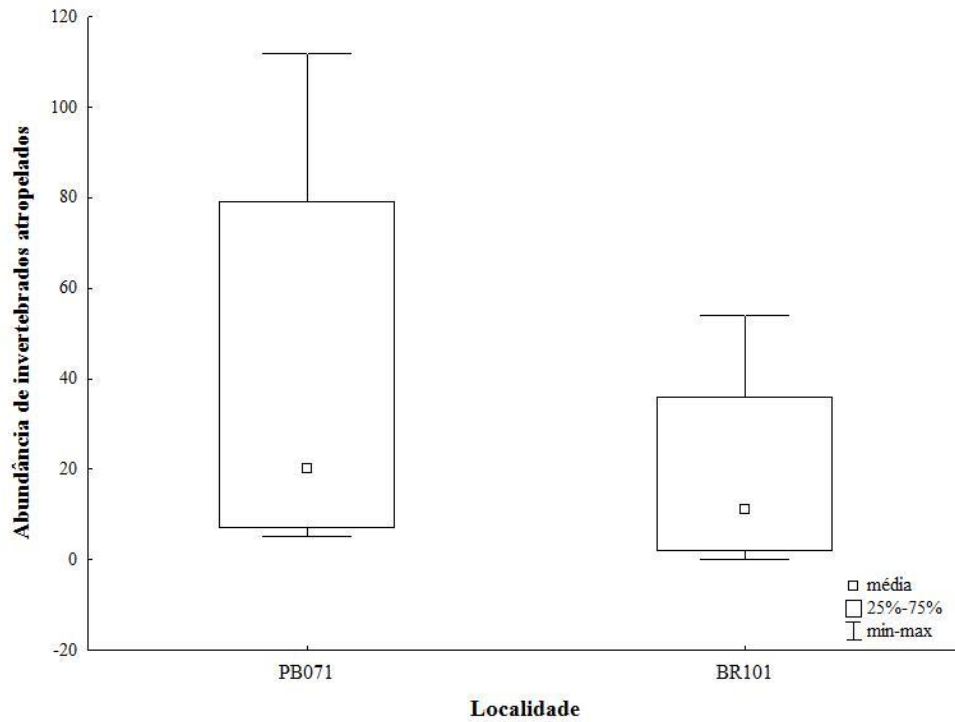
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 14. Invertebrados atropelados (carcaças) e vivos encontrados em trecho monitorado da estrada de terra (Estrada dos Duros), localizada no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil). Abreviaturas: A (Restos da carcaça de um espécime de Orthopteroidea), B (Carcaça de um espécime de Coleoptera), C (Carcaça de um Hymenoptera (Formicidae: *Dinoponera quadriceps*), D (Carcaça (larva) de um espécime de Lepidoptera), E (Carcaça de um espécime adulto de Lepidoptera) e F (Carcaça de um espécime de Gastropoda).



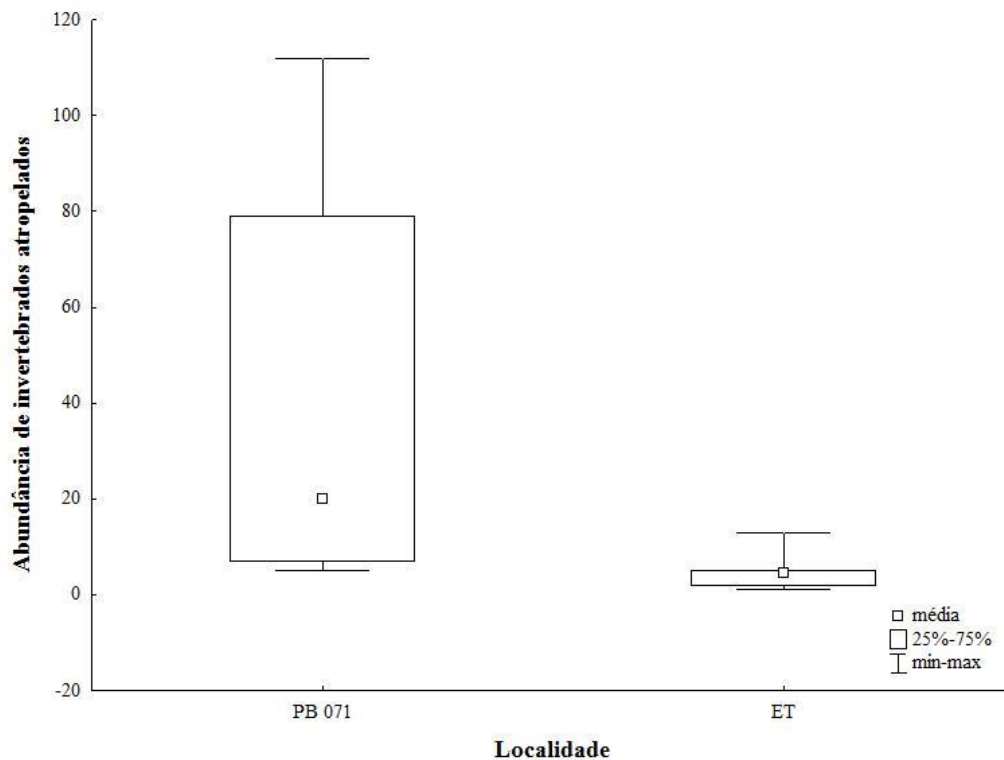
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 15. Abundância de invertebrados atropelados por veículos em trechos das rodovias PB 071 e BR 101, localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Nordeste do Brasil). Abreviaturas/símbolos: min-max (mínimo – máximo) e % (percentual).



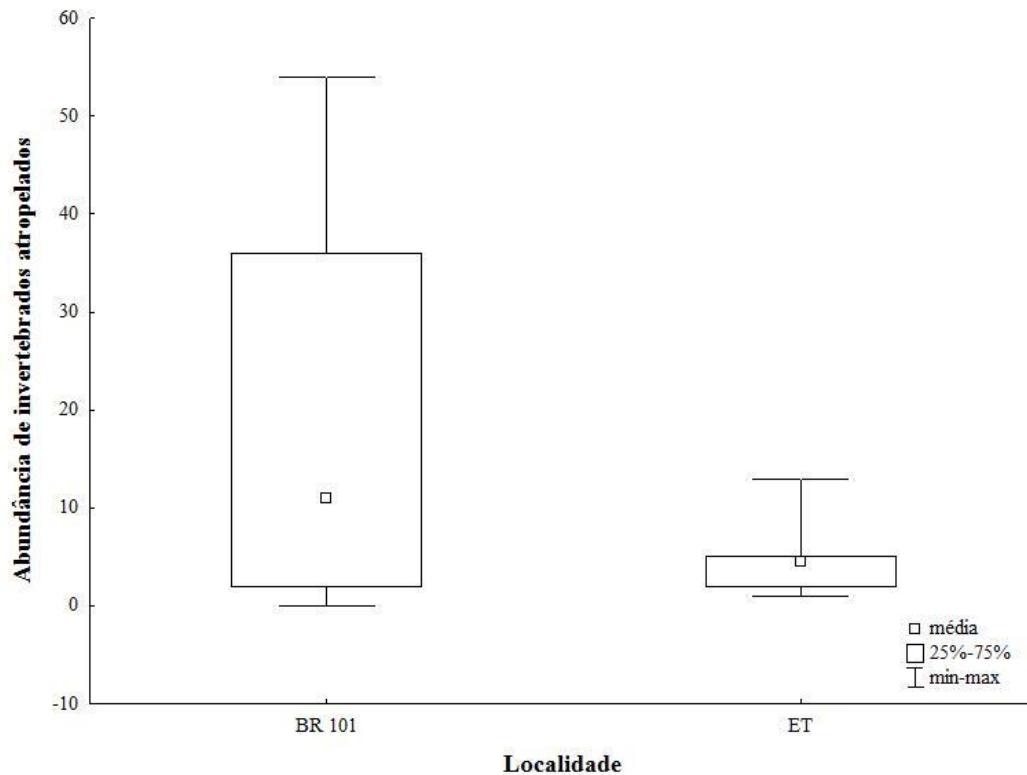
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 16. Abundância de invertebrados atropelados por veículos em trechos das rodovias PB 071 e estrada de terra (Estrada dos Duros), localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Nordeste do Brasil). Abreviaturas/símbolos: min-max (mínimo – máximo), ET (estrada de terra) e % (percentual).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 17. Abundância de invertebrados atropelados por veículos em trechos das rodovias BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros) localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Nordeste do Brasil). Abreviaturas/símbolos: min-max (mínimo – máximo); ET (estrada de terra) e % (percentual).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

7.2 Estimativas de mortalidade diária e anual de invertebrados vítimas de atropelamento nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados

Em relação às estimativas das taxas de mortalidade de invertebrados diária por quilômetro, verificou-se que os maiores valores foram registrados respectivamente nas rodovias asfaltadas PB 071 ($4,57 \pm 4,93$ invertebrados/km/dia e BR 101 ($2,46 \pm 2,71$ invertebrados/km/dia); sendo a menor taxa de mortalidade diária observada na estrada de terra (Estrada dos Duros) ($1,33 \pm 1,13$ invertebrados/km/dia).

No que diz respeito às estimativas das taxas de mortalidade de invertebrados anual para cada um dos trechos das vias investigadas, estimou-se que na PB 071 morrem 1668,05 invertebrados/km/ano, na BR 101 897,9 invertebrados/km/ano e na estrada de terra (Estrada dos Duros) 485,45 invertebrados/km/ano.

7.3 Composição dos invertebrados atropelados nos trechos das rodovias e estrada de terra monitorados de acordo com os guildas tróficas registradas

Os invertebrados encontrados mortos (carcaças) e/ou vivos foram agrupados, a grosso modo, em herbívoros, predadores, carniceiros e onívoros. Entre as ordens de Insecta, carniceiros de outros invertebrados e vertebrados ocorrem entre os Coleoptera,

Hymenoptera e Isoptera (Tabela 3). Em relação aos vertebrados, carniceiros de outros vertebrados e invertebrados ocorrem entre algumas espécies de lagartos, serpentes, aves e mamíferos (Tabela 3).

Tabela 3. Distribuição dos grupos de invertebrados atropelados (carcaças) e/ou vivos encontrados nos trechos das rodovias (PB 071 e BR 101) e estrada de terra (ET) (Estrada dos Duros) que passam no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) de acordo com a guilda trófica as quais pertencem. É fornecida também uma lista de grupos de vertebrados atropelados e/ou vivos avistados nessas mesmas vias observados durante o presente estudo, complementada com registros de fauna atropelada disponibilizados pela própria unidade de conservação e com dados disponíveis na literatura sobre fauna atropelada em rodovias que passam em áreas de Floresta Atlântica. Abreviaturas/símbolos: H (Herbívoros), P (Predadores), C (Carniceiros), O (Onívoros), X (Presente), - (Ausente) e * (Poucas espécies de anfíbios anuros, quando adultos, consomem material vegetal (frutos). Todos são preponderantemente artropodívoros-insetívoros).

Categorias taxonômicas	Trechos monitorados			Guildas tróficas	Referências
	PB 071	BR 101	ET		
ARTHROPODA					
Insecta					
Blattodea	x	x	-	P, O	REIS (2012)
Coleoptera	x	x	x	H, P, C	(ERWIN; SCOTT, 1980; ERWIN (1983), HUTCHESON (1990); ABERNETHY et al. (2017).
Hymenoptera	x	x	x	H, P, C, O	(DeLABIE et al. (2015); ALVAREZ (2016); ABERNETHY et al. (2017).
Hemíptera	x	x	x	H, P	ALVAREZ (2016)
Isoptera	x	x	-	H, O, C	LIMA; COSTA-LEONARDO (2007) e QUEIROZ et al. (2017).
Lepidoptera	x	x	x	H	ALVAREZ (2016)
Odonata	x	x	-	P	NEISS (2012)
Orthopteroidea	x	x	x	H, P	BUZZI (2010) e RAFAEL et al. (2012)
Chelicerata					
Arachnida					
Araneae	x	x	-	P	ALVAREZ (2016)

Tabela 3 (Continuação).

Chilopoda					
Scolopendromorpha	x	x	-	P	GUIZZE et al. (2016).
MOLLUSCA					
Gastropoda	x	x	x	P, H	MEIRELES (2009)
VERTEBRATA					
Lissamphibia (Anura)	x	x	x	P, H*	OLIVEIRA (2012); ROJAS-PADILLA et a. (2018)
Répteis (Squamata) “Lagartos”	x	x	x	P, H, C, O	ROCHA (1994), COOPER; VITT (2002) e ABERNETHY et al. (2017).
Serpentes	x	-	x	P, C	RODRIGUES et al. (2015) e SOLÉ; DIAS (2017).
Aves	x	x	x	H, C, O	MOTTA; JUNIOR (1990), SICK (1997) e SCHERER et al. (2005).
Mammalia	x	x	x	H, P, C, O	DIAS; OLIVEIRA (2007), SÁ (2018), DIAS; BOCCHIGLIERI (2015) e DOTTA; VERDADE (2017.)

Fonte: Elaborado pela própria autora.

7.4 Lista das espécies de vertebrados predadores efetivos ou potenciais atraídos por invertebrados mortos e/ou vivos para os trechos das rodovias e estrada de terra monitorados

Em relação aos predadores efetivos e/ou potenciais de invertebrados mortos por atropelamento nos trechos das rodovias (PB 071 e BR 101) e estrada de terra (Estrada dos Duros) monitorados, consumidores potenciais de carcaças de invertebrados incluem somente uma espécie de lagarto (*Salvator merianae*) e as espécies de mamíferos *Cerdocyon thous* (raposa) e *Procyon cancrivorus* (mão-pelada, guaxinim) (Tabela 4). As demais espécies de vertebrados listadas são somente consumidoras de invertebrados encontrados

vivos, tal como ocorre em todas as espécies de anfíbios anuros, na grande maioria dos lagartos e aves (Tabela 4).

Tabela 4. Lista de espécies de vertebrados predadores efetivos e/ou potenciais de invertebrados atropelados e/ou vivos encontrados na SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil), cujos espécimes podem procurar por alimento (invertebrados) nos trechos monitorados das rodovias (PB 071 e BR 101) e estrada de terra (Estrada dos Duros), os quais passam no entorno dessa unidade de conservação da natureza. As listas de espécies de vertebrados com ocorrência para a SEMA II foram baseadas nos trabalhos publicados por FRANÇA; GERMNO; FRANÇA (2012) e MESQUITA et al. (2018) (Herpetofauna), ALMEIDA; TEIXEIRA (2010) (Avifauna) e FEIJÓ; NUNES; LANGGUTH (2016) (Mastofauna), cujos espécimes foram ou podem ser vistos nos trechos das vias monitoradas no presente estudo.

Grupos taxonômicos	Hábito alimentar	Referências
Lissamphibia (Anura)		
Bufonidae		
<i>Rhinella jimi</i> (Stevaux, 2002)	Predominantemente insetos e alguns vertebrados	GOUVEIA et al. (2009)
Hylidae		
<i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862)	Predominantemente insetos.	LEITE-FILHO et al. (2015).
<i>Pithecopus nordestinus</i> (Caramaschi, 2006)	Predominantemente insetos.	LEITE-FILHO et al. (2015).
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)	Predominantemente insetos,	LEITE-FILHO et al. (2015).
Leptodactylidae		
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	Predominantemente insetos e alguns quelicerados.	LEITE-FILHO et al. (2015).
<i>Leptodactylus troglodytes</i> A. Lutz, 1926	Predominantemente insetos	TELES et al. (2017).
<i>Leptodactylus vastus</i> A. Lutz, 1930	Invertebrados e pequenos vertebrados	GOUVEIA et al. (2009).
Repteis (Squamata)		
Amphisbaenidae		
<i>Amphisbaena alba</i> (Linnaeus, 1758)	Invertebrados e pequenos vertebrados.	ÁVILA; MELGAREJO (2015).
Mabuyidae		
<i>Brasiliscincus heathi</i> (Schmidt & Inger, 1951)	Predominantemente insetos e alguns quelicerados.	SILVA (2018).

Tabela 4 (Continuação).

Teiidae		
<i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758)	Predominantemente insetos e alguns quelicerados, quilópodes e ovos	SILVA et al. (2003).
<i>Salvator merianae</i> Duméril & Bibron, 1839	Invertebrados, pequenos vertebrados, frutos e carniça	KASPEROVICZUS; KRÜGER; MARQUES (2015).
Tropiduridae		
<i>Tropidurus hispidus</i> (Spix, 1825)	Predominantemente insetos e ocasionalmente frutos, sementes e pequenos vertebrados.	RIBEIRO; FREIRE (2011).
Serpentes		
Colubridae		
<i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler, 1824)	Primariamente de lagartos.	FRANÇA; GERMANO; FRANÇA (2012).
<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	Predominantemente de anfíbios anuros	ALBUQUERQUE; GALATTI; Di-BERNARDO (2007) e FRANÇA; GERMANO; FRANÇA (2012).
Dipsadidae		
<i>Philodryas nattereri</i> (Steindachner, 1870)	Consome mamíferos, aves, lagartos e anfíbios anuros.	FRANÇA; GERMANO; FRANÇA (2012).
<i>Siphlophis compressus</i> (Daudin, 1803)		SOLÉ; DIAS (2017).
Mammalia		
Carnivora		
Canidae		
<i>Cerdocyon thous</i> Linnaeus, 1766)	Onívoro (incluindo insetos e outros invertebrados) e carnicheiro	ROCHA et al. (2008).
Procyonidae		
<i>Procyon cancrivorus</i> (Cuvier, 1798)	Onívoro (incluindo insetos e outros invertebrados) e carnicheiro.	MARTINELLI; VOLPI (2010) e QUINTELA; IOB; ARTIOLI (2014).
Chiroptera		
Molossidae		
<i>Molossus molossus</i> Pallas, 1776	Invertebrados e pequenos vertebrados.	SILVA et al. (2010).

Primates**Tabela 4 (Continuação).**

Callitrichidae			
<i>Callithrix jacchus</i> (Linnaeus, 1758)	Onívoro (incluindo invertebrados, vertebrados e sementes).	pequenos frutos e	SILVA et al. (2011).
Aves			
Caprimulgidae			
<i>Hydropsalis parvula</i> (Gould, 1837)	Primariamente insetívoros.		CORRÊA (2014).
<i>Lurocalis semitorquatus</i> (Gmelin, 1789)	Insetos, pequenos frutos e sementes.	aracnídeos, vertebrados e	REPENNING et al. (2009).
Tinamidae			
<i>Crypturellus noctivagus</i> (Wied, 1820)	Principalmente insetos. Inclui também gastrópodes e quelicerados.		RODRIGUES et al. (2015).

Fonte: Elaborado pela própria autora.

7.5 Medidas mitigadoras propostas

Visando reduzir os impactos negativos da mortalidade causada por atropelamento veicular nas populações de invertebrados encontradas nos trechos das rodovias PB 071 e BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros), os quais passam no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas), as seguintes medidas mitigadoras são propostas:

- 1) Promover o corte seletivo da vegetação que margeia as bordas ao longo dos trechos das rodovias e estrada de terra que passam no entorno da SEMA II, visando diminuir a densidade de invertebrados nesses locais;
- 2) Instalar passagens aéreas nos trechos das rodovias que passam no entorno da SEMA II, compostas por espécies vegetais (angiospermas) para estimular o aumento da altura do voo e densidade de indivíduos utilizando essas passagens, principalmente de borboletas (Ordem Lepidoptera). Essas passagens aéreas devem ser instaladas naqueles trechos onde forem registradas as maiores frequências de atropelamento veicular de borboletas;
- 3) Instalar redes de náilon nas margens dos trechos das rodovias que passam no entorno da SEMA II, especificamente naqueles locais onde forem registradas as maiores frequências de atropelamento veicular de insetos alados, visando alterar o comportamento de voo desses insetos (ou seja, aumentar a altura do voo e reduzir a quantidade de insetos cruzando as pistas);

- 4) Remoção das carcaças de vertebrados atropelados nas margens e pistas das rodovias e estrada de terra que passam no entorno da SEMA II, visando a reduzir a disponibilidade desse tipo de recurso alimentar para espécies de invertebrados necrófagas;
- 5) Instalar placas de sinalização de passagem de animais silvestres visando chamar a atenção dos motoristas para o trânsito de animais nos trechos das rodovias e estradas de terra que passam no entorno da SEMA II;
- 6) Reduzir a velocidade média permitida nos trechos da rodovia estadual PB 071 para 40 Km/h e na rodovia federal BR 101 para 60 Km/h, visando diminuir a mortalidade nas populações de invertebrados locais provocada por atropelamento veicular; e
- 7) Em não havendo a possibilidade técnica, indicada respectivamente pelos órgãos gestores da rodovia estadual PB 071 e rodovia federal BR 101, para reduzir a velocidade média permitida nos trechos dessas vias que passam no entorno da SEMA II, que alternativamente sejam instalados redutores de velocidade, visando diminuir as taxas de mortalidade das populações de invertebrados locais causada por colisões com veículos.

8 DISCUSSÃO

A fauna de invertebrados atropelados por veículos nos trechos das rodovias pavimentadas e estrada de terra (Estrada dos Duros), as quais passam no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas), mostrou-se dominada principalmente por representantes pertencentes às ordens Hymenoptera, Lepidoptera e Odonata (Insecta) e pelos gastrópodes da família Achatinidae. De modo geral, ainda são bastante escassos estudos sobre a composição de invertebrados atropelados em rodovias (e.g., SEIBERT; CONOVER, 1991). De acordo com o estudo realizado por Seibert e Conover (1991) em uma rodovia asfaltada (com pista dupla) na cidade de Athens (Ohio, Estados Unidos da América), os dípteros, lepidópteros, himenópteros, coleópteros e ortópteros foram os insetos mais frequentemente atropelados; enquanto os aracnídeos, diplópodes, quilópodes e gastrópodes constituíram os menos frequentemente mortos por atropelamento veicular.

Por outro lado, é importante destacar que alguns estudos também têm sido feitos para avaliar a mortalidade causada por colisões com veículos para vários grupos de insetos (e., RAO; GIRISH, 2007; BAXTER-GILBERT et al., 2015; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018; MARTIN et al., 2018). Mas, a grande maioria dos trabalhos tem investigado a mortalidade provocada por atropelamento veicular principalmente em relação a algumas poucas ordens de insetos (RIFFELL, 1999; MCKENNA et al., 2001; DUNN; DANOFF-BURG, 2007; SOLUK; ZERCHER; WORTHINGTON, 2011; SKÓRKA et al., 2013).

A ausência de diferença significativa na abundância de invertebrados atropelados entre os trechos das rodovias pavimentadas (PB 071 *versus* BR 101) pode estar relacionada à presença de diferenças na intensidade do tráfego e velocidade média permitida em cada uma dessas vias (o volume médio diário de veículos e limite de velocidade são bem maiores na BR 101), à ocorrência de uma maior taxa de remoção de remoção das carcaças (principalmente por ação dos veículos e vento), a existência de uma menor abundância local de invertebrados associados às margens das rodovias (possivelmente menor nas margens da BR 101) e diferenças na composição e estrutura da vegetação associadas às margens das rodovias. Vários estudos têm demonstrado que esses fatores podem explicar diferenças observadas nas taxas de atropelamento veicular de insetos associados a rodovias (e.g., MCKENNA et al., 2001; DUNN; DANOFF-BURG, 2007; SKÓRKA, 2016; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018). Portanto, considera-se que a abundância de invertebrados atropelados no trecho da BR 101 está subestimada, à semelhança do que tem sido sugerido em outros estudos (e.g., SKÓRKA, 2016).

Por sua vez, a presença de diferença na abundância de invertebrados atropelados entre os trechos da rodovia PB 071 e a Estrada dos Duros (estrada de terra) deve-se muito possivelmente ao fato de que nessa rodovia asfaltada o volume médio diário e velocidade média dos veículos trafegando são consideravelmente maiores do que o observado na estrada de terra. Desse modo, este resultado está em concordância com o relatado por estudos prévios (e.g., DUNN; DANOFF-BURG, 2007; SKÓRKA et al., 2013; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018). No entanto, a ausência de diferença significativa na abundância de invertebrados atropelados entre os trechos da BR 101 e estrada de terra representa principalmente um artefato do pequeno tamanho da amostra (baixo número de monitoramentos feitos na estrada de terra). Desse modo, não é provável que a abundância de invertebrados atropelados na BR 101 seja menor do que a abundância de invertebrados atropelados na estrada de terra, de acordo com tudo o que já foi discutido aqui.

Obviamente, que isso exige a realização de novas amostragens, desta vez com um esforço de amostragem adequado.

Em relação às estimativas de mortalidade de invertebrados atropelados nas rodovias asfaltadas (PB 071 e BR 101) e estrada de terra, apesar do tamanho reduzido das amostras por trecho monitorado (número de dias de monitoramento), sugere-se que provavelmente as estimativas obtidas no presente estudo sinalizam uma tendência de que as taxas de mortalidade observadas representam a realidade dos distintos efeitos que rodovias asfaltadas e estradas de terra exercem na determinação da mortalidade em populações de invertebrados, à semelhança do que tem sido relatado em outros estudos (DUNN; DANOFF-BURG, 2007; SKÓRKA et al., 2013; KEILSOHN; NARANGO; TALLAMY, 2018).

No presente estudo, vários fatores foram observados como sendo capazes de atrair muitos grupos de invertebrados e vertebrados para explorar os recursos disponibilizados nos trechos das rodovias pavimentadas (PB 071 e BR 101) e estrada de terra (Estrada dos Duros) investigados (presença de várias poças d'água temporárias e semipermanentes, abundância de recursos florais, disponibilidade de sítios de reprodução, elevada variedade de tipos de presas, os quais foram observados nas margens dessas vias e em ambientes próximos). Embora os invertebrados atropelados (carcaças) e/ou vivos e também seus efetivos e/ou potenciais predadores vertebrados tenham sido classificados em guildas tróficas bem gerais (herbívoros, predadores, onívoros e carniceiros), pode-se perceber com relativa facilidade como eles proximamente se interligam nos trechos das rodovias e estrada

de terra aqui investigados. Nesse sentido, é fundamental entender que a mortalidade causada por colisões com veículos em rodovias exerce efeito em cascata (mortalidade em cascata) sobre vários grupos de invertebrados e vertebrados (e.g., FORMAN; ALEXANDER, 1998; SLATER, 2002).

Apesar de todos os cuidados tomados para se obter as melhores estimativas das frequências de cada grupo de invertebrados atropelados nas três vias monitoradas, possivelmente os valores obtidos devem estar subestimados por causa dos vários fatores que promovem a remoção de carcaças das rodovias (por exemplo, remoção através da tela dos radiadores e para-brisa dos veículos, ação de invertebrados e vertebrados carniceiros), tal como tem sido discutido por Berenbaum (2002) e Skórka (2016).

No que diz respeito às medidas mitigadoras para reduzir os efeitos deletérios que as taxas de mortalidade decorrentes de colisões com veículos no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas) podem causar aos estoques das populações de invertebrados que vivem refugiados nessa unidade de conservação, recomenda-se que as mesmas sejam adotadas levando prioritariamente em conta o princípio precaução, consagrado nos estudos sobre conservação da biodiversidade (PRIMACK; RODRIGUES, 2005).

Uma estratégia muito importante para a conservação dos invertebrados deve incluir obrigatoriamente a realização de inventários taxonômicos e determinar a composição de seus grupos funcionais, já que para conservar é necessário conhecer quais espécies vivem em determinada área e os papéis que os grupos de invertebrados nela desempenham (FREITAS et al., 2016). Também é fundamental levar em consideração que os invertebrados terrestres, em sua grande maioria, são representados por indivíduos com tamanho corporal relativamente pequeno e com capacidade de dispersão relativamente reduzida. Desse modo, iniciativas que visem garantir a conservação dos habitats naturais em que vivem os invertebrados terrestres podem ser mais eficientes para proteger suas populações de declínio em nível local (MCGEOCH et al., 2011).

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo sobre estimativas de mortalidade de invertebrados causada por atropelamento veicular em rodovias que passam no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas) representa o primeiro estudo feito na área de influência direta de uma unidade de conservação da natureza brasileira, o que é absolutamente revelador da enorme lacuna de conhecimento sobre o tema.

Devido ao grande esforço de campo e vigoroso empenho da equipe de pesquisadores envolvidos neste estudo, agora, encontra-se disponível uma lista dos principais grupos de invertebrados que são vítimas continuamente de atropelamento veicular no entorno da SEMA II; bem como estimativas sobre as taxas de mortalidade para cada um dos trechos das rodovias (PB 071 e BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros) monitoradas durante o período estudado.

Apesar das limitações impostas pelo pequeno tamanho do esforço amostral (número de dias de monitoramento por trecho investigado), os resultados aqui obtidos sinalizam claramente para que a mortalidade provocada pelo tráfego de veículos em populações de invertebrados, nos trechos das rodovias e estrada de terra que passam no entorno da SEMA II, seja incluída como uma séria ameaça para a conservação desse grupo megadiverso e abundante, responsável por complexos e diversificados serviços ecossistêmicos.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas das do Estado da Paraíba). Proposta de instituição do comitê das bacias hidrográficas do litoral norte, conforme resolução no 1, de 31 de agosto de 2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. AESA, João Pessoa. 2004.

ABERNETHY.E.F. et al. Scavenging along an ecological interface: utilization of amphibian and reptile carcasses around isolated wetlands. **Ecosphere**, v.8, n. 11, p. 1-12, 2017.

ALBUQUERQUE, N. R.; GALATTI, U.; DI-BERNARDO.M. Diet and feeding behaviour of the Neotropical parrot snake (*Leptophis ahaetulla*) in northern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 41, n. 17-20, p. 1237-1243, 2007.

ALMEIDA, A.C.C.; TEIXEIRA, D.M. Aves da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape Paraíba, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 19, n. 2, p. 3-14, 2010.

ALTRINGHAM, J.; KERTH.G. **Bats and roads**. Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World, p. 35-62, 2016.

ALVAREZ, B.X.M.; CARRERA-TREVINO, R.; HOBSON, K.A. Mortality of Monarch Butterflies (*Danaus plexippus*) at two Highway Crossing “Hotspots “During Autumn Migration in Northeast Mexico. **Ecology and Evolution**, v. 7, p. 1-7, 2019.

ANDERSSON, P. et al. Roads may act barriers to flying insects: Species composition of bees and wasps differs on two sides of a large highway. **Nature Conservation**, v. 18, p. 47-59, 2017.

ANDREWS, K.M.; GIBBONS, J.W. How do highways influence snake movement? Behavioral responses to roads and vehicles. **Copeia**, v. 2005, n. 4, p. 772-782, 2005.

ANDREWS, K. M.; GIBBONS, J.W.; JOCHIMSEN, D. Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. **Herpetological Conservation**, v. 3, p. 121-143, 2008.

BAGATINI, Tathiana. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras**. 2006. Dissertação (de Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas. 2006.

- BARUA, M. et al. Selecting flagships for invertebrate conservation. **Biodiversity and conservation**, v. 21, p. 1457-1456, 2012.
- BARBOSA.M.R.V. et al. Checklist of The Vascular Plants of The Guaribas Biological Reserve, Paraiba, Brazil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 20, n. 2, p. 79-106, 2011.
- BAXTER-GILBERT, J.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.
- BEAUDRY, F.; deMAYNADIER, P.G.; JR^a, M.L.H. Identifying road mortality threat at multiple spatial scales for semi- aquatic turtles. **Biological Conservation**, v. 141, p. 2550-2563, 2008.
- BEEBEE, T.J.C. Effects of Road Mortality and Mitigation Measures on Amphibian populations. **Conservation Biology**, v. 27, n. 4, p. 657-658, 2013.
- BENNETT.A.F. Roads, Roadsides and Wildlife Conservation a Review. **Biological Conservation**, v. 60, n. 1, p. 99-117, 1993.
- BERENBAUM, M.R. Insects and windshields: a crash course. **American Entomologist**, v. 48, n. 1, p. 2-3, 2002.
- BERENBAUM, M. Road Worrier. **American Entomologist**, v. 61, n. 1, p. 5-8, 2015.
- BHUPATHY, S. et al. Herpetofaunal mortality due to vehicular traffic in the western Ghats, India: A case study. **Herpetotropicos**, v. 5, n. 2, p. 119-126, 2011.
- BHATTACHARYA, M.; PRIMACK, R.B.; GERWEIN, J. Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperate suburban conservation area? **Biological Conservation**, v. 109, n. 1, p. 37-45, 2003.
- BERNARDINO, F.S.J.; DALRYMPLE, G.H. Seasonal activity and road mortality of the snakes of the Pa-hay-okee wetlands of Everglades National Park, USA. **Biological Conservation**, v. 62, n. 2, p. 71-75, 1992.
- BUZZI, Z.J. **Entomologia didática**. In Entomologia didática. UFPR, 2010.

CANE, J.H.; TEPEDINO, V.J. Causes and Extent of Declines among Native North American Invertebrate Pollinators: Detection, Evidence, and Consequences. **Conservation Ecology**, v. 5, n. 1, p. 4-9, 2001.

CARDOSO, P. et al. The seven impediments in invertebrate conservation and how to overcome them. **Biological Conservation**, v. 144, p. 2647-265, 2011.

CERON, K. et al. Road Killed bats (Mammalia: Chiroptera) in two highways of Santa Catarina state, Southern. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 2, p. 207-212, 2017.

CLEVENGER, A.P.; CHRUSZCZ.; GUNSON, K.E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate road-kill aggregations. **Biological Conservation**, v. 109, n. 1, p. 15-26, 2003.

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

COFFIN, A.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.

COOK, T.C.; BLUMSTEIN, D.T. The omnivore's dilemma: Diet explains variation in vulnerability to vehicle collision mortality. **Biological Conservation**, v. 167, p. 310-315, 2013.

COLLÉONY, A. et al. Human preferences for species conservation: Animal charisma trumps endangered status. **Biological Conservation**, v. 206, p. 263-269, 2017.

COLLINSON, W. et al. Setjhaba SA, South Afrika: **A South African perspective on an emerging transport infrastructure**. In: VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. eds. Handbook of road ecology. Chichester: John Wiley & Sons, p. 439-447, 2015.

Conquiliologista do Brasil: CdB. Espécies do Brasil. Disponível em: <http://conchasbrasil.org.br/default2.asp>. Acesso em: 10 de set. 2017.

CORRÊA, Luiz Liberato Costa. **Abundância populacional de *Crypturellus noctivagus*, em fragmento florestal no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação, (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.

COOPER, E. W.; VITT, L.J. Distribution, extend, and evolution of plant consumption by lizards. **Journal of Zoology, London**, v. 257, n. 4, p. 487-517, 2002.

DELABIE, J.H.C. et al. **As Formigas Ponemorfas do Brasil**. Ilheus, BA. (eds) da UESC, 477p. 2015.

DENOEL, M.et al. Cumulative effects of road deicing salt on amphibian behavior. **Aquatic Toxicology**, v.99, n.2, p. 275-280, 2010.

DER (Sistema Rodoviário): **Relação Descritiva de Rodovias e Estradas Estaduais Divisão em Trechos**. Disponível em: <https://der.pb.gov.br/sistema-rodoviario/rodovias>. Acesso em: 1. dez. 2019.

DEVRIES, J.P.; AUSTIN,G.;MARTIN, N.H. Diel activity and reproductive isolation in a diverse assemblage of Neotropical skippers (Lepidoptera: Hesperiiidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 94, n. 4, p. 723-736, 2008.

DIAS, A.R.B.; OLIVEIRA. P.A. Hábito alimentar do morcego *artibeus obscurus* (chiroptera, phyllostomidae) em duas áreas de são Luís, maranhão. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, caxumba, MG, 2007.

DNIT (2008). Estatísticas de tráfego nas rodovias federais. **Ministério dos Transportes**, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (online). Acesso em: 12 de nov. 2019.

DNIT. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/noticias/concluidos-mais-dois-lotes-da-duplicacao-da-br-101-pb>. Acesso em: 3 de dez. 2019.

DOTTA, G.; VERDADE, L.M. Trophic categories in a mammal assemblage: diversity in an agricultural landscape, **Biota Neotropical**, v.7, n. 2, p. 287-292, 2017.

DUNN, R.R.; DANOFF-BURG, J.A. Road size and carrion beetle assemblages in a New York forest. **Journal of Insect Conservation**, v. 11, n. 4, p. 325-332, 2007.

DHINDSA.M.S. et al. Roadside Birds in Punjab (India): Relation to Mortality from Vehicles. **Environmental Conservation**, v. 15, n. 4, p. 303-310, 1988.

EIGENBROD, F.; HECNAR, S.J.; FAHRIG, L. The relative effects of road traffic and

forest cover on anuran populations. **Biological Conservation**, v. 141, n. 1, p. 35-45, 2008.

ERRITZOE, J.; MAZGAJSKI, T.D.; REJT.L. Bird Casualties on European Roads – A Review. **Acta Ornithological**, v. 38, n. 2, p. 77-93, 2003.

ERWIN, T.L; SCOTT.J.C. Seasonal and size patterns, trophic structure, and richness of coleoptera in the tropical arboreal ecosystem: the fauna of the tree *luehea seemannii triana* and planch in the canal zone of panama. **The coleopterists bulletin**, v. 34, n. 3, p. 305-322, 1980.

ERWIN, T. L. Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled by insecticidal fogging, **Tropical Rain Forest: Ecology and Management**, p. 59-75, 1983.

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

FEIJÓ, A.; NUNES, H.; LANGGUTH, A. Mamíferos da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 24, n. 1, p. 57-74, 2016.

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

FLICK, T.; FEAGAN, S.; FAHRIG.L. Effects of landscape structure on butterfly species richness and abundance in agricultural landscapes in eastern Ontario, Canada. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 156, p. 123-133, 2012.

FRANÇA, R.C.; GERMANO, C.E.S. Composition of a snake assemblage inhabiting and urbanized area in the Atlantic Forest of Paraíba State, Northeast, Brazil, **Biota neotropical**, v.12, n. 3, p. 2-14, 2016.

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

FORMAN, R.T.T. Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 31-35, 2000.

FORMAN, R.T.T.et al. Road Ecology: **Science and Solutions**. Island Press, Washington, 2003.

FREITAS, A.V.L. et al. 2006. Insetos como Indicadores de Conservação da Paisagem. In **Biologia da conservação: essências**. ROCHA, C.F.D et al. eds. Rima, São Carlos, cap. 15.

FREITAS, C.H.; JUSTINO, C.S.; SETZ, E.E. Road-kills of the giant anteater in South-eastern Brazil: 10 years monitoring spatial and temporal determinants. **Wildlife Research**, v. 41, n. 8, pp. 673-680, 2014.

FURNESS, A.; SOLUK, D.A. The potential of diversion structures to reduce roadway mortality of the endangered Hine's emerald dragonfly (*Somatochlora hineana*). **Journal of Insect Conservation**, v.19, n. 3, p. 449-455, 2015.

GARRAH, E. 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.

GOUVEIA, S. F.; ROCHA, P.A.; MIKALOUSKAS, J.S. *Rhinella jimi* (Cururu Toad) and *Lepidodactylus vastus* (Northeastern Pepper Frog). Predation on bats. **Herpetological Review**, v. 40, n. 2, p. 210, 2009.

GIBBS, J.P.; SHRIVER, G. Estimating the Effects of Road Mortality on Turtle Populations. **Conservation Biology**, v. 16, n. 6, p. 1647-1652, 2002.

GUIZZE, S.P.G. et al. predatory behavior of three centipede species of the order Scolopendromorpha (Arthropoda: Myriapoda: Chilopoda), **Zoologia**, v. 33, n. 6, p. 1-7, 2016.

GUMIER-COSTA, F.; SPERBER, C.F. Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 459-466, 2009.

GUINEY, M.S.; OBERHAUSER, K.S. et al. Insects as flagship conservation species. **Terrestrial Arthropod Reviews**, v. 1, n. 2, p. 111-123, 2008.

HAFERNIK, J.E. Threats to Invertebrate Biodiversity: Implications for Conservation Strategies. In: Fiedler P.L.; Jain S.K. eds. **Conservation Biology**, Boston, MA, 1992.

HALBRITTER, D.A. et al. Reducing Mowing Frequency Increases Floral Resource and Butterfly (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea) Abundance in Managed Roadside Margins. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 4, p. 1081-1092, 2015.

HALLMANN, C.A. et al. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. **Plos One**, v. 12, n. 10, p. 1-21, 2017.

HARTMANN, P.A.; HARTMANN, M.T.; MARTINS, M. Snake Road Mortality in a Protected Area in the Atlantic Forest of Southeastern Brazil South. **American Journal of Herpetology**, v. 6, n. 1, p. 35-42, 2011.

HASKELL, D.G. Effects of forest roads on macroinvertebrate soil fauna on the Southern Appalachian Mountains. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 57-63, 2000.

HOSKIN, J.C.; GOOSEM, M.W. Road Impacts on Abundance, Call Traits, and Body Size of Rainforest Frogs in Northeast Australia. **Ecology and Society**, v.15, n. 3, p. 16, 2010.

HUTCHESON, J. Characterization of Terrestrial Insect Communities using quantified, malaise-trapped Coleoptera. **Ecological Entomology**, v. 15, p. 143-151, 1990.

ITZHAK, M.J.J. Seed harvester and scavenger ants along roadsides in Northern Israel. **Zoology in the Middle East**, v. 44, n. 1, p. 75-82, 2008.

JACKSON, N.D.; FAHRIG, L. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. **Biological Conservation**, v. 144, n. 12, p. 3143-3148, 2011.

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.

JIMÉNEZ, N.L.; BLANCO, Y.E.; CALCATERRA, L.A. Ant diversity in the diet of giant anteater, *myrmecophaga tridactyla* (Pilosa: Myrmecophagidae), in the Iberá Nature Reserve, Argentina. **Mastozoología Neotropical**, v. 25, n. 2, p. 305-318, 2018.

JONES, B.; SNODGRASS, J.W.; OWNBY, D.R. Relative Toxicity of NaCl and Road Deicing Salt to Developing Amphibians. **American Society of Ichthyologists and Herpetologists**, v. 103, n. 1, p. 72-77, 2015.

KANTOLA, T. et al. Spatial risk assessment of eastern monarch butterfly road mortality during autumn migration within the southern corridor. **Biological Conservation**, v. 231, p. 150-160, 2019.

KARRAKER, N.E.; GIBBS, J.P.; VONESH, J.R. Impacts of road deicing salt on the demography of vernal pool-breeding amphibians. **Ecological Application**, v. 18, n. 3, p. 724-734, 2008.

KASPEROVICZUS, K.N.; KRUGER, A.C.; OTAVIO, A. An elongated meal: The tegu lizard *Salvator merianae* eats snakes and amphisbaenians. **Herpetology Notes**, v. 8, p. 21-23, 2015.

KELLER, I.; LAGIADÈR, C.R. Recent habitat fragmentation caused by major roads leads to reduction of gene flow and loss of genetic variability in ground beetles. **The Royal Society**, v. 270, n. 1513, p. 417-443, 2003.

KEILSOHN, W.; NARANGO, D.L.; TALLAMY, D.W. Roadside habitat impacts insect traffic mortality. **Journal of Insect**, v. 22, n. 2, p. 183-188, 2018.

KLEIN, A.M. et al. Importance of pollinators in changing landscap. **Proceedings of the Royal Society Biological sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

KNAPP, M. et al. The habitat-specific effects of highway proximity on ground- dwelling arthropods: Implications for biodiversity conservation. **Biological Conservation**, v. 164, p. 22-29, 2013.

LANGEN, T.A. et al. Methodologies for surveying herpetofauna mortality on rural highways. **Journal of Wildlife Management**, v. 71, n. 2, p. 1361-1368, 2007.

LEATHER, S.R.; BASSET, Y.; HAWKINS, B.A. Insect Conservation and diversity – a new journal for the Royal Entomological Society. **Insect Conservation and Diversity**, v. 1, n. 1, p. 1, 2008.

LEITE-FILHO, et al. Structure of a Caatinga anuran assemblage in Northeastern Brazil, **Neotropical Biology and Conservation**, v. 10, n. 2, p. 63-73, 2015.

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.; PRADO, P.I. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 63-69, 2005.

LIMA, M.A.P.; PREZOTO, F. Foraging Activity Rhythm in the Neotropical Swarm-Founding wasp *Polybia platycephala sylvestris* (Hymenoptera: Vespidae) in Different Seasons of the Year. **Sociobiology**, v. 42, n. 3, p. 1-8, 2003.

LIMA, J.T.; COSTA-LEONARDO, A.M. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). **Biota Neotropical**, v.7, n. 2, p. 244-250, 2007.

LISTER, B. C.; GARCIA, A. Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 115, n. 44, p. E10397–E10406, 2018.

LOSS, S. R.; WILL, T.; MARRA, P. Direct Mortality of Birds from Anthropogenic Causes. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 116, n. 1, p. 8-23, 2014.

LUKANOV, S.; SIMEONOVSKA-NIKOLOVA, D.; TZANKOV, N. Effects of traffic noise on the locomotion activity and vocalization of the marsh frog, *Pelophylax ridibundus*. **North-Western Journal of Zoology**, v. 10, n. 2, p. 359-364, 2014.

MARCO, P. JR.; RESENDE, D.C. Activity patterns and thermoregulation in a tropical dragonfly assemblage. **Odonatologica**, v. 31, n. 2, p. 129-138, 2002.

MARTIN, A.E. et al. Flying insect abundance declines with increasing road traffic. **Insect Conservation and Diversity**, v. 11, p. 608-613, 2018.

MARTINELLI.M.M.; VOLPI, T.A. Diet of racoon *Procyon Cancrivorus* (Carnivora, Procyonidae) in a mangrove and restinga area in Espírito Santo State, Brazil. **Nature Online**, v. 8, n. 3, p. 150-151, 2010.

MAZEROLLE, M.J. Amphibian road mortality in response to nightly variations in traffic intensity. **Herpetologica**, v. 60, n. 1, p. 45-53, 2004.

MEIRELES, Liliane Mara de Oliveira. **Seleção Alimentar e Influência de Diferentes Dietas sobre o Crescimento, a Reprodução e a Sobrevivência de *Bulimulus tenuissimus* (d' Origny, 1835) (MOLLUSCA, BULIMULIDAE) em condições de Laboratório**. 2009. Dissertação. (Mestre em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. 2009.

MESQUITA, P.C.M. et al. Less charismatic animals are more likely to be "road killed": human attitudes towards small animals in Brazilian roads. **Biotemas**, v. 28, n. 1, p. 85-90, 2015.

MESQUITA, D. 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.

MCKENNA, K.M. et al. Mortality of Lepidoptera along roadways in central Illinois. **Journal of the Lepidopterists' Society**, v. 55, n. 2, p. 63-68, 2001.

MCGEOCH, M.A. The Selection, Testing and Application of Terrestrial Insects as Biodicators. **Biology Review**, v.73, p. 181-201, 1998.

MMA/IBAMA [Ministério Ambiente/instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis]: Plano de Manejo Reserva Biológica Guaribas, Brasília, Distrito Federal, Brazil, Ministério do Meio Ambiente. 2003.

MORAN, V.C.; SOUTHWOOD, T.R.E. The guild composition of arthropod communities in trees. **Journal of Animal**, v. 51, n.1, p. 289-306, 1982.

MOTTA-JÚNIOR, J.C. Estrutura trófica e Composição das Avifaunas de três habitats Terrestres na Região Central do Estado de São Paulo. **Ararajuba**, v. 1, p. 65-71, 1990.

MUNÔZ, P.T.; TORRES, F.P.; MEGIAS, A.G. Effects of roads on insects: a review. **Biodiversity Conservation**, v. 24, p. 649-682, 2015.

NEISS, Ulisses Gaspar. **Taxonomia de Odonata (Insecta), com ênfase em Caracterização Morfológica e Biológica de Larvas, na Amazônia Central**. 2012. Dissertação (Doutorado Ciências Biológicas), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2012.

NOVAES. et al. On a collision course: The vulnerability of bats to roadkills in Brazil **Mastozoologia Neotropical**, v. 25, n. 1, p. 115-128, 2018.

OLIVEIRA.; MOURA. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, **Herpetological Review**, v. 43, n. 3, p. 361-508, 2012.

PLANO DE MANEJO DA RESERVA BIOLÓGICA GUARIBAS. 2003. Ministério do Meio Ambiente. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/rebio_guaribas.pdf. Acesso em: 08 de fev. 2019.

- POTTS, S.G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345–353, 2010.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Editora Planta, 327p. 2005.
- PUNZO, F. Experience Affects Hunting Behavior of the wasp, *Pepsis Mildei* Stal (Hymenoptera: Pompilidae). **Entomological Americana**, v. 113, n. 3, p. 222-229, 2005.
- QUEIROZ, R.A. et al. First forensic records of termite activity on non-fossilized human bones in Brazil, **Journal Biology**, v. 77, n. 1, p. 127-131, 2017.
- QUINTELA, F.M.; LOB, G.; ARTIOLI, L.G.S. Diet of *Procyon cancrivorus* (Carnivora, Procyonidae) in restinga and estuarine environments of Southern Brasil, **Iheringia, Série Zoologia**, v.104, n. 2, p. 143-149, 2014.
- RAFAEL, J. A. et al. Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. **Ribeirão Preto: Holos**. 2012.
- RAO, R.S.P.; GIRISH, M.K.S. Road kills: Assessing insect casualties using flagship táxon. **Current Science**, v. 92, n. 6, p. 830-837, 25, 2007.
- REIS, Fabricio. **Avaliação de Diferentes dosagens de Iscas gel para o Controle de Periplaneta Americana Linnaeus (Blattodea: Blattidae)**. 2012. Monografia (Especialista em Entomologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências. 2012.
- RIBEIRO, L.B.; FREIRE, E.M.X. Trophic ecology and foraging behavior of *Tropidurus hispidus* and *Tropidurus semitaeniatus* (*Squamata, Tropiduridae*) in a caatinga area of Northeastern Brazil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 101, n. 3, p. 225-232, 2011.
- RIFFELL, S.K. Road mortality of dragonflies (Odonata) in a great lakes coastal wetland. **The Great Lakes Entomologist**, v. 32, n. 1-2, p. 63–74, 1999.
- ROCHA, C.F.D. Introdução à Ecologia de Lagartos Brasileiros. In: NASCIMENTO L. B.; BERNARDES A. T.; COTTA G. A. eds. **Herpetologia no Brasil I**. Minas Gerais, PUC/MG, Fundação Biodiversitas e Fundação Ezequiel Dias, MG, Brasil. 39-57p.
- ROCHA, V.J. et al. Feeding habits of the crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Carnivora: Canidae), in a mosaic area with native and exotic vegetation in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 4, p. 594-600, 2008.

RODRIGUES, M.F.; SANTOS, E.M.; MORAES, B.L.C. Predação de *Ameiva Ameiva* Linnaeus, 1758 por *Tropidurus Hispidus* (spix, 1825) em um fragmento urbano de Mata Atlântica, Recife, PE. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 16, p. 123-127, 2015.

ROOT, R. The niche exploration pattern on the Blue-grey Gnatcatcher. **Ecology Monographs**, v. 37, p. 317-350, 1967.

SAMWAYS, M.J. Insect conservation: a synthetic management approach. **Annual review of entomology**, v. 52, n. 1, p. 465-487, 2007.

SÁ, Nayara Luana Rodrigues de Lima. **Traços funcionais podem explicar uma maior vulnerabilidade de mamíferos à atropelamentos?** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) -Universidade Federal Rural do Semi- Árido. 2018.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. A. G. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological Conservation**, v. 232, p. 8-27, 2019.

SANTOS, M.S. et al. Avian trait-mediated vulnerability to road traffic collisions. **Biological Conservation**, v. 200, p. 122-130, 2016.

SANTOS, L. et al. Management of *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) (Pulmonata: Achatinidae) in lettuce (*Lactuca sativa* L.) **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 85, 2018.

SANZO, D.; HECNAR, S.J. Effects of road salt (de-icing NaCl) on larval wood frogs (*Rana sylvatica*). **Environmental Pollution**, v. 140, p. 247-256, 2006.

SEIBERT, C.H.; CONOVER, J.H. Mortality of vertebrates and Invertebrates on an Athens County, Ohio, Highway. **Road-kill of vertebrate and invertebrates**, v. 91, n. 4, p. 163-166, 1991.

SCHERER, J.F. M.; SCHERER, A.L.; PETRY, M.V. Estrutura trófica e ocupação de hábitat da avifauna de um parque urbano em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 169-180, 2010.

SKÓRKA, P. et al. Factors affecting road mortality and the suitability of road verges for butterflies. **Biological Conservation**, v. 159, p. 148-157, 2013.

SLATER, F.M. An assessment of wildlife road casualties- the potential discrepancy between numbers counted and numbers killed. **Web Ecology**, v. 3, p. 33-42, 2002.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira. 912 p. 1997.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento. 2ª Edição. **Artmed**. Porto Alegre, 448p. 2006.

SIGUTOVÁ, H. et al. Motorway as a barrier to dispersal of the threatened dragonfly *Sympetrum depressiusculum* (Odonata: Libellulidae): Consequence of mortality or crossing avoidance? **European Journal of Entomology**, v. 114, p. 391-399, 2017.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F. Formigas (Hymenoptera:Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v. 12, n. 2, 1999.

SILVA, L.A.M.; SANTOS, E.M.; AMORIM, F.O. Predação oportunística de *Molossus molossus* (Pallas, 1766) Chiroptera: Molossidae) por *Rhinella jimi* (Stevaux, 2002) Anura: Bufonidae) na Caatinga, Pernambuco, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 1-4, 2010.

SILVA, G.M.M.; SILVA, K.C.V.; DE OLIVEIRA, M.A.B. Orçamento das atividades diárias de dois grupos de *Callithrix jacchus* em área urbana. **Revista de Etologia**, v. 10, n. 2, p. 57-63, 2011.

SILVA.N.et al. Run Over Fauna on Roads of the city of Chapadão do céu (Goiás, Brazil) **Revista Percurso**, v.7, n.1, p. 97-114, 2015.

SILVA, Mikaela Clotilde da Silva. **Autoecologia do Lagarto Neotropical *Brasiliscincus heathi* Schmit & Inger, 1951 (Squamata: Mabuyidae) em um Fragmento de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil**. 2018. Dissertação (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, 2018.

SOLUK, D.A.; ZERCHER, D.S.; WORTHINGTON, A.M. Influence of roadways on patterns of mortality and flight behavior of adult dragonflies near wetland areas. **Biological Conservation**, v. 144, n. 5, p. 1638-1643, 2011.

SPELLERBERG, I. Ecological Effects of Roads and Traffic: A Literature Review. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v. 7, n. 5, p. 317-333, 2002.

STE-MARIE, E.; TURNEY.S.; BUDDLE, C.M. The Effect of Road Proximity on Arthropod Communities in Yukon, Canada. **Arctic Institute of North America**, v.71, n.1, p. 89-98, 2018.

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

STORK, N. Guild structure of Arthropods from Bornean rain forest trees. **Ecological Entomology**, v. 12, p. 69-80, 1987.

STORK, N.E. et al. New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 24, p. 7519-7523, 2015.

STORK, N.E. How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? **Annual Review of Entomology**, v. 63, n. 1, p. 31-45, 2018.

TELES, D. et al. *Leptodactylus Vastus* (Northeastern Pepper Frog). Diet. **Herpetological Review**, v. 48, n. 2, 2017.

TEODOR. L. A.; FERENTI. S.; COVACIU-MARCOV, S.D. Weevils Die in Vain Understanding Messages from Road- Killed Weevils (Coleoptera: *Curculionidae*). **The Coleopterist Bulletin**, v. 73, n. 2, p. 359-368, 2019.

THOMAS, J.A. et al. Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. **Science**, v. 303, n. 5665, p. 1879-1881, 2004.

VASCONCELOS, H.L. et al. Roads Alter the Colonization Dynamics of a Keystone Herbivore in Neotropical Savannas. **Biotropical**, v. 28, n. 5, p. 661-665, 2006.

VERGNES, A. et al. Urban Densification causes the declines of ground-dwelling arthropods. **Biodiversity and Conservation**, v. 23, n. 8, p. 1859-1877, 2014.

VIEIRA-NETO, E.H.M.; VASCONCELOS, H.L.; BRUNA, E.M. Roads increase population growth rates of a native leafcutter ant in Neotropical savannas. **Journal of Applied Ecology**, v. 53, n. 4, p. 1-10, 2016.

WILLIAMS, K.S. Use of Terrestrial Arthropods to Evaluate Restored Riparian Woodlands, **Society for Ecological Restoration**, v.1, n. 2, p. 107-116, 1993.

WILLIAMS, S.T. et al. Using road patrol data to identify factors associated with carnivore roadkill counts. **PeerJ**, v.7, n. E6650, p. 1-8, 2019.

WOLCOTT, T.G.; WOLCOTT, D. Impact of off-road vehicles on macroinvertebrates of a mid-atlantic beach. **Biological Conservation**, v. 29, n. 3, p. 214-240, 1984.

YAMADA, Y.; SASAKI, H.; HARAUCHI, Y. Composition of road-killed insects on coastal roads around Lake Shikotsu in Hokkaido, Japan. **Journal of Rakuno Gakuen University, Natural Science**, v. 34, n. 2, p. 177-184, 2010.

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

APÊNDICES –

Apêndice 1. Formulário para registro de invertebrados atropelados nos trechos monitorados das rodovias PB 071 e BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros), localizadas 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 Invertebrados atropelados em rodovias pavimentadas e estrada rural.

Responsáveis: Dr. Gindomar Gomes Santana / Felipe Rafael Gouveia (Aluno de Graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura) / 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 4. 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					

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Apêndice 2. Formulário para registro de características relacionadas à rede de drenagem de águas pluviais e sinalização vertical e horizontal existentes ao longo dos trechos monitorados das rodovias PB 071 e BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros), localizadas 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: Invertebrados atropelados e vivos em rodovias no entorno e estrada rural no interior da Reserva Biológica (Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil) nas taxas de mortalidade de Anfíbios e Répteis

Responsáveis: Dr. Gindomar Gomes Santana /Maria Estefânia Pereira Barbosa (Aluna de Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado)

) / 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.

Apêndice 3. Formulário para registro de características relacionadas à rede de drenagem de águas pluviais e sinalização vertical e horizontal existentes ao longo dos trechos monitorados das rodovias PB 071 e BR 101 e estrada de terra (Estrada dos Duros), localizadas no entorno da SEMA II (Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil).

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 Invertebrados.

Responsáveis: Dr. Gindomar Gomes Santana / Maria Estefânia Pereira Barbosa (Aluna de Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado) / Adriana Carla dos Santos Silva (Aluna de Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado)
Veículo de passeio (VP) , Ônibus (O), Caminhão (C) , Van (V), Bicicleta (B)

Tabela 1. Tráfego de veículos /Trecho: / ReBio Guaribas / Mamanguape - PB, NE do Brasil

Data: Horário (Início): Horário (Término): Condições de tempo:

Horário	Tipo de veículo		
1		31	
2		32	
3		33	
4		34	
5		35	
6		36	
7		37	
8		38	
9		39	
10		40	
11		41	
12		42	
13		43	
14		44	
15		45	
16		46	
17		47	
18		48	
19		49	
20		50	
21		51	
22		52	
23		53	
24		54	
25		55	
26		56	
27		57	
28		58	
29		59	
30		60	

Fonte: Elaborado pela própria autora.