



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

ITAINARA TAILI DA SILVA FREITAS

**CARACTERIZAÇÃO DE LESÕES, DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, MICROBIOTA
E ENDOPARASITAS DO TRATO GASTROINTESTINAL DE ANIMAIS
SILVESTRES MORTOS POR ATROPELAMENTO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

MOSSORÓ

2022

ITAINARA TAILI DA SILVA FREITAS

**CARACTERIZAÇÃO DE LESÕES, DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, MICROBIOTA
E ENDOPARASITAS DO TRATO GASTROINTESTINAL DE ANIMAIS
SILVESTRES MORTOS POR ATROPELAMENTO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ecologia e Conservação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecologia e conservação de ecossistemas terrestres

Orientador: Prof^a. Dra. Cecilia Irene Pérez Calabuig

Co-orientador: Prof. Dr. João Marcelo Azevedo de Paula Antunes

MOSSORÓ

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F862c Freitas, Itainara Taili da Silva.
Caracterização de lesões, densidade mineral
óssea, microbiota e endoparasitas do trato
gastrointestinal de animais silvestres mortos por
atropelamento no semiárido brasileiro / Itainara
Taili da Silva Freitas. - 2022.
78 f. : il.

Orientadora: Cecilia Irene Pérez Calabuig.
Coorientador: João Marcelo Azevedo de Paula
Antunes.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
, 2022.

1. Ecologia de Estradas. 2. Virtopsia. 3.
Enterobactérias. 4. Resistência bacteriana. 5.
Endoparasitas. I. Calabuig, Cecilia Irene Pérez,
orient. II. Antunes, João Marcelo Azevedo de

Ficha catalográfica elaborada por ~~Paula Azevedo de Paula~~ em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ITAINARA TAILI DA SILVA FREITAS

**CARACTERIZAÇÃO DE LESÕES, DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, MICROBIOTA
E ENDOPARASITAS DO TRATO GASTROINTESTINAL DE ANIMAIS
SILVESTRES MORTOS POR ATROPELAMENTO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ecologia e Conservação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecologia e conservação de ecossistemas terrestres

Defendida em: 27 /05 /2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dra. Cecilia Irene Pérez Calabuig (UFERSA)
Presidente e membro examinador interno



Prof. Dr. João Marcelo Azevedo de Paula Antunes (UFERSA)
Membro Examinador Interno



Prof Dr. Fabiano Séllos Costa (UFRPE)
Membro Examinador Externo



Dra. Viviane Morlanes Pereira
Membro Suplente

*Dedico os meus melhores esforços à
Darquinha e Cacá, sempre.*

AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar de agradecer primeiramente à minha querida orientadora Cecilia Calabuig, pois sem ela eu talvez nem ao menos tivesse enfrentado esse curso em meio à uma pandemia e mudanças de projetos.

Agradeço ao meu coorientador João Marcelo, que me fez pontes e contribuiu enormemente para esse estudo. Ao Professor Fabiano Séllos, pela generosidade em abrir as portas da Focus Diagnóstico Veterinário para os exames de tomografia. Ao professor Marlon Feijó pela contribuição para esse estudo e também para o meu estágio de docência. Aos demais professores que contribuíram para esse estudo: Josivania Pereira, Maurício de Godoy e sua orientanda Ana Beatriz. Àqueles que me ajudaram por e-mail: Carlos Eduardo, Jael Soares, Liz Carolina, Leandro de Oliveira e Clarisse Pereira. E também àqueles que contribuíram para a minha formação: Cristina Baldauf e Sidney Sakamoto.

Agradeço imensamente aos meus camaradas de campo, Ayko Shimabukuro e Raul dos Santos, cuja parceria além da universidade vai ficar marcada e espero que seja duradoura.

Aos demais colegas de laboratório que compõem a equipe Ecofauna: Vanessa, Renata, Kauane, Viviane, Arthur, Marco, Sofia, Talita, Thiara e Juan.

À minha família, minha mãe, meu pai e minha irmã, pelo apoio e consolo de cada dia.

Aos meus animais de estimação: Ninja (*In memoriam*), Vivi e Frozen, pela simples existência.

À Coordenação do Programa de Ecologia e Conservação (em especial aos professores Cristiano de Albuquerque e Guelson Batista) e à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pela formação; À Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado; À Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPG) pelos auxílios estudantis.

RESUMO

Um dos fatores antropogênicos que mais impactam na biodiversidade terrestre são as rodovias. Além dos efeitos barreira e depleção, as estradas também são cenários dos atropelamentos de fauna, causa mais comum de perda de biodiversidade de vertebrados silvestres na atualidade. Apesar disso, os cadáveres desses animais podem ser utilizados como amostras oportunistas, ótimas fontes de informações acerca da dinâmica populacional, um dos principais objetivos da Ecologia de Estradas. Por outro lado, apesar do crescente interesse e produção acadêmica nessa área da Ecologia, ainda são poucos os estudos que se utilizam desse tipo de amostragem oportunista, especialmente na Caatinga. Sendo assim, esse estudo teve como objetivo primário a descrição de lesões sofridas por animais silvestres mortos por atropelamento em estradas do Rio Grande do norte, Brasil, através de necropsia e tomografia computadorizada quantitativa, além de descrever os valores de densidade mineral óssea das espécies estudadas. Descreveu-se também a microbiota e presença de endoparasitas gastrointestinais dos espécimes coletados. O conhecimento da microbiota bacteriana do trato gastrointestinal das espécies abrange o importante tema no emergente tópico *One health*, que aponta a resistência bacteriana a antimicrobianos como um grave problema mundial de saúde pública. E por fim, o estudo dos endoparasitas gastrointestinais que afligem os animais silvestres possibilita o conhecimento acerca das relações entre parasitas e hospedeiros e ajuda a entender as variações que ocorrem na dinâmica populacional das estruturas das comunidades de vertebrados. Prover uma base de dados acerca das principais lesões encontradas em animais frequentemente atropelados serve com auxílio aos profissionais de resgate e reabilitação de fauna silvestre, que contribuem com a conservação das espécies a nível individual. Além disso, os dados gerados acerca de Ecologia de Estradas servem como base para a implementação de medidas de mitigação contra os atropelamentos de fauna silvestre, contribuindo para a conservação das espécies a nível populacional.

Palavras-chave: Ecologia de Estradas. Virtopsia. Enterobactérias. Resistência bacteriana. Endoparasitas.

ABSTRACT

One of the anthropogenic factors that have most impact on terrestrial biodiversity are the highways. In addition to the barrier and depletion effects, roads are also the scene of animal roadkill, the most common cause of biodiversity loss in wild vertebrates today. Despite this, the corpses of these animals can be used as opportunistic samples, excellent sources of information about population dynamics, one of the main objectives of Road Ecology. On the other hand, despite the growing interest and academic production in this area of Ecology, there are still few studies that use this type of opportunistic sampling, especially in the Caatinga biome. Therefore, this work had as its primary objective the description of injuries suffered by roadkilled wild animals on roads in Rio Grande do Norte State, Brazil, through necropsy and quantitative computed tomography, in addition to describing the values of bone density of the species studied. The enterobacteria and presence of and gastrointestinal endoparasites of the collected specimens were also described. The knowledge of the bacterial microbiota of the gastrointestinal tract of the species covers the important topic in the emerging topic One health, which points out bacterial resistance to antimicrobials as a serious global public health problem. Finally, the study of gastrointestinal endoparasites that afflict wild animals provides knowledge about the relationships between parasites and hosts and helps to understand the variations that occur in the population dynamics of the structures of vertebrate communities. Providing a database on the main injuries found in animals that are frequently roadkilled serves as an aid to wildlife rescue and rehabilitation professionals, who contribute to the conservation of species at an individual level. In addition, the data generated in the Road Ecology area serve as a basis for the implementation of mitigation measures against wildlife roadkills, contributing to the conservation of species at the population level.

Keywords: Road Ecology. Virtopsy. Enterobacteria. Bacterial resistance. Endoparasite.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1 – Imagens de TCQ demonstrando delineamento das ROIs da quinta vértebra lombar de *C. thous* e das extremidades de 0 e 200mg/cm³ de hidroxiapatita de cálcio do phantom. Espécime proveniente do monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 202130
- Figura 2 – Localização geográfica dos animais coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021: 1 PARNA Fuma Feia, onde foram coletados 13 animais; 2 FLONA de Açú, onde foram coletados três animais; 3 ESEC do Seridó, onde foram coletados oito animais31
- Figura 3 – Lesões ósseas em *C. plancus*, sendo (a) fraturas múltiplas em esterno, evidenciada após abertura do tórax durante a triagem; (b) fratura transversa em tíbia esquerda, evidenciada após dissecação da área; (c) fratura aberta em rádio esquerdo; e (d) luxação femuro-tibiotarsal em membro inferior esquerdo visto por TCQ. Espécime proveniente do monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 202138
- Figura 4 – Três diferentes condições observadas nos espécimes de *S. merianae* coletados, sendo (a) fraturas múltiplas de cauda; (b) autotomia de cauda; e (c) regeneração de cauda. Espécime proveniente do monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 202141
- Figura 5 – Lesões diversas observadas em *C. thous*, sendo (a) escoriação em membro anterior esquerdo (b) ruptura de fígado; e (c) exoftalmia. Espécime proveniente do monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 202143

CAPÍTULO II

- Figura 2 – Localização geográfica dos animais coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021: 1 PARNA Fuma Feia, onde foram coletados 12 animais; 2 FLONA de Açú, onde foram coletados dois animais; 3 ESEC do Seridó, onde foram coletados seis animais56

CAPÍTULO III

- Figura 3 – Localização geográfica dos animais coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021: 1 PARNA Fuma Feia, onde foram coletados 12 animais; 2 FLONA de Açú, onde foram coletados dois animais; 3 ESEC do Seridó, onde foram coletados seis animais68

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I

- Gráfico 1 – Média ($\pm$ SE; $\pm$ SD) de lesões ósseas na região do crânio por Classe de vertebrado (1=Aves; 2=Reptilia; 3=Mammalia), cujos indivíduos foram coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021, demonstrando diferença estatística entre 1=Aves e 2=Reptilia34
- Gráfico 2 – Média ($\pm$ SE; $\pm$ SD) de lesões ósseas em cintura pélvica por Classe de vertebrado (1=Aves; 2=Reptilia; 3=Mammalia), cujos indivíduos foram coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021, demonstrando diferença estatística34
- Gráfico 3 – Média ($\pm$ SE; $\pm$ SD) de lesões ósseas em vértebras caudais por Classe de vertebrado (1=Ave; 2=Reptilia; 3=Mammalia), cujos indivíduos foram coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021, demonstrando diferença estatística35
- Gráfico 4 – Valores de densidade mineral óssea por Classe de vertebrado, cujos indivíduos foram coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021, com diferença estatística entre as médias37

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1 – Animais coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021, com respectivas datas de coleta, localização geográfica, sexo (F=fêmea; M=macho; I=indeterminado), idade (A=adulto), escore corporal (EC), número de lesões (NL) e densidade mineral óssea (DMO) por indivíduo, com média de NL e DMO por Classe de vertebrado32
- Tabela 2 – Número de lesões dividido por tipo, região e osso (subdividido em porção anterior e posterior) por Classe de vertebrado, cujos indivíduos foram coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 202133
- Tabela 3 – Detecção de lesões pelo método de necropsia (N), de TCQ (T) ou ambos (NT), por indivíduo (A=Aves, R=Reptilia, M=Mammalia) coletado em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 202136

CAPÍTULO III

- Tabela 7 – Endoparasitas encontrados em cinco dos 20 animais silvestres coletados em estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 202169

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBEE	Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas
DMO	Densidade mineral óssea
Ecofauna	Laboratório de Ecologia e Conservação da Fauna Silvestre
ESEC	Estação Ecológica
FLONA	Floresta Nacional
GPS	Sistema de Posicionamento por Satélite
HU	Unidade Hounsfield
HUa	Radiodensidade do <i>phantom</i> de 0mm/cm ³ de hidroxiapatita de cálcio
HUo	Radiodensidade do <i>phantom</i> de 100mm/cm ³ de hidroxiapatita de cálcio
HUt	Radiodensidade do osso trabecular
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PARNA	Parque Nacional
ROI	Região de interesse
TC	Tomografia computadorizada
TCQ	Tomografia computadorizada quantitativa

SUMÁRIO

1	REVISÃO DE LITERATURA	17
1.1	AMOSTRAGEM OPORTUNISTA	17
1.2	ECOLOGIA DE ESTRADAS E ATROPELAMENTO DE FAUNA	17
2	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

CAPÍTULO I: CARACTERIZAÇÃO DE LESÕES E DENSIDADE MINERAL	
ÓSSEA DE ANIMAIS SILVESTRES MORTOS POR ATROPELAMENTO NO	
SEMIÁRIDO BRASILEIRO	
	24

RESUMO	24
---------------------	-----------

1	INTRODUÇÃO	24
2	MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1	ÁREA DE ESTUDO	27
2.2	ESFORÇO AMOSTRAL	28
2.3	NECROPSIA	28
2.4	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA QUANTITATIVA	29
2.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	30
3	RESULTADOS	31
3.1	LESÕES ÓSSEAS	32
3.2	DENSIDADE MINERAL ÓSSEA	37
4	DISCUSSÃO	38
4.1	LESÕES INTRACLASSE	38
4.1.1	Aves	38
4.1.2	Reptilia	40
4.1.3	Mammalia	41
4.2	LESÕES INTERCLASSES	43
4.3	NÚMERO DE LESÕES X DENSIDADE MINERAL ÓSSEA X ESCORE CORPORAL	43
4.4	CARACTERIZAÇÃO DE LESÕES COMO FERRAMENTA PARA A CONSERVAÇÃO	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

CAPÍTULO II: PESQUISA DE ENTEROBACTÉRIAS E RESISTÊNCIA BACTERIANA EM ESPÉCIMES SILVESTRES NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: AMOSTRAGEM OPORTUNISTA		52
RESUMO		52
1	INTRODUÇÃO	52
2	MATERIAL E MÉTODOS	54
3	RESULTADOS	55
4	DISCUSSÃO	57
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

CAPÍTULO III: ENDOPARASITAS GASTROINTESTINAIS DE <i>Cerdocyon thous</i> E DE <i>Salvator merianae</i>: ACHADOS PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO ATRAVÉS DE AMOSTRAGEM OPORTUNISTA		65
RESUMO		65
1	INTRODUÇÃO	65
2	MATERIAL E MÉTODOS	66
3	RESULTADOS	67
4	DISCUSSÃO	69
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 AMOSTRAGEM OPORTUNISTA

Todos os dias são realizadas inúmeras atividades que envolvem animais silvestres e que poderiam ser utilizadas como oportunidades para o desenvolvimento de pesquisas. Jessup (2003) lista três categorias de estudos e amostragens oportunistas: animais mortos por atropelamento; animais vivos durante manejo para marcação, realocação e reabastecimento ou durante captura para estudos biológicos de campo; e em momentos de crise, como em operações de resgate de fauna e derramamento de óleo. Contudo, são vários os fatores que dificultam a utilização dessas amostras, como falta de pessoal capacitado para coleta e análise das amostras disponíveis; falta de treinamento para lidar com eventos inesperados, como derramamento de óleo; falta de recursos para armazenamento dos espécimes; falta de licença para realização das pesquisas; e falta de reconhecimento do valor da amostragem oportunista.

A partir da simples determinação da data, local de colisão e espécie do animal morto, o que pode ser feito até pelo departamento responsável pela fiscalização das rodovias, pode-se determinar *hotspots* e variação sazonal das colisões. Além disso, ao entrar um especialista em cena, a determinação do sexo, idade e estado nutricional podem determinar, a longo prazo, o tamanho e condição da população local, proporção de machos e fêmeas, dentre outros estudos. Ao analisar esses dados em conjunto, pode-se desenvolver medidas de mitigação que diminuam os impactos das rodovias nas espécies locais e também sobre os humanos que podem se envolver em acidentes ao colidirem contra os animais nas rodovias (JESSUP, 2003).

Apesar dos estudos com animais atropelados virem aumentando no Brasil, ainda não existem relatos que esclareçam os procedimentos mais adequados para a utilização dessas amostras, necessitando ainda a padronização da colheita de material biológico e sistematização dos dados obtidos (CÂNDIDO-JR. *et al.*, 2002; RODRIGUES *et al.*, 2002; PRADA, 2004; GRIESE *et al.*, 2007).

1.2 ECOLOGIA DE ESTRADAS E ATROPELAMENTO DE FAUNA

Sugerido por Forman (1998), o termo Ecologia de estradas, do inglês *Road Ecology*, foi primeiramente publicado há cerca de 20 anos, e desde então vem sendo utilizado para denominar a área de estudos da Ecologia dedicada às pesquisas dos efeitos ambientais que as

estradas causam e também formas de mitiga-los (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Schwartz *et al.* (2020) descrevem como os dados obtidos através do monitoramento de estradas podem servir de base para diversas áreas, tais como determinação do número de animais atropelados, distribuição de espécies, tendências populacionais e impactos sobre essas, comportamento animal, e incidência de contaminantes e doenças em carcaças. Sobre isso, Oliveira *et al.* (2020), num estudo sobre o estado da arte da Ecologia de Estradas no Brasil e no mundo, classificaram as áreas mais estudadas dentro do assunto em artigos publicados mundialmente nos últimos 20 anos, revelando que a maior parte das publicações estão voltadas para o atropelamento animal e dinâmica populacional, e em menor número os artigos que buscam explorar medidas mitigatórias, aspectos sociais globais e dispersão de sementes.

As estradas afetam a variação genética das populações de duas diferentes formas: através da redução do fluxo genético (efeito barreira), uma vez que os animais passam a evitar as estradas ou a morrer por atropelamento, causando a fragmentação das populações e diminuição da diversidade genética; e através da redução da abundância populacional (efeito depleção), causada pelo excesso de mortes por atropelamento, que muitas vezes se torna maior que o recrutamento (JACKSON e FAHRIG, 2011).

Em aves, a maior causa de morte antropogênica dessa Classe se dá por colisões contra automóveis (HARDEN, 2002), seguido de colisões contra janelas, sendo esses dados subestimados, pois grande parte dessas aves morrem longe do local da colisão (SLATER, 2002). As aves podem sofrer colisões por desnorreamento após entrarem em contato com defensivos agrícolas, como pesticidas, que exercem um papel neurotóxico através do contato com a pele ou após ingestão de alimentos contaminados (HART, 1993). As aves de rapina sofrem graves impactos da ação humana, sendo as do tipo carniceiras mais susceptíveis a envenenamentos (HERNÁNDEZ e MARGALIDA, 2008), aquelas de voos em altura elevada mais susceptíveis às colisões contra linhas de transmissão (JANSS, 2000), e os estrigiformes mais susceptíveis a colisões contra automóveis e objetos estacionários (KERAN, 1981; LODÉ, 2000; ERRITZØE *et al.*, 2003).

Os répteis são expostos ao risco de atropelamento nas estradas por diversos fatores, dentre eles a necrofagia e a necessidade de termorregulação (GONÇALVES *et al.*, 2018). Além disso, diversas espécies de serpentes e lagartos preferem áreas abertas para forrageio, como as bordas das estradas (MEEK, 2009; BREHME *et al.*, 2013). Aliado a isso, essa Classe é mais sujeita a atropelamentos intencionais por serem considerados animais menos carismáticos (LANGLEY *et al.*, 1989; ASHLEY *et al.*, 2007; BECKMANN e SHINE, 2012; SECCO *et al.*,

2014), além de reagirem com um comportamento de imobilização ao avistarem um automóvel que se aproxima (ANDREWS e GIBBONS, 2005). Num estudo mensal de 33 meses voltado para a detecção de répteis atropelados numa rodovia do Rio Grande do Sul (RS), Gonçalves *et al.* (2018), encontraram 1.353 carcaças, sendo 70% serpentes, 18% quelônios e 11% lagartos, chegando a uma estimativa de 15.377 répteis mortos por atropelamento por ano. Por outro lado, não são todos os levantamentos de répteis atropelados que abordam lagartos, sendo a maioria desses estudos com quelônios e serpentes. Contudo, nos estudos de Bauni *et al.* (2017) e Gonçalves *et al.* (2018), os tejos (*Salvator merianae*) apareceram como os lagartos mais mortos por atropelamento em rodovias da Argentina e Brasil, respectivamente, enquanto no estudo de Ramos e Meza-Joya (2018), a iguana-verde (*Iguana iguana*) foi o lagarto mais atropelado em estradas da Colômbia.

Quanto aos mamíferos, é sabido que, como nas outras Classes, o comportamento animal é um dos fatores que influenciam a frequência e a sazonalidade dos atropelamentos em estradas, como um pico anual durante a primavera e final do verão (CLARKE *et al.*, 1998; HAIGH, 2012) nas populações de texugos europeus (*Meles meles*) que nessas épocas procuram por companheiros, forrageam e se dispersam (DAVIES *et al.*, 1987). Os tourões (*Mustela putorius*) do Reino Unido sofrem um pico bimodal de atropelamento: o primeiro durante a primavera, onde adultos saem à procura de companheiras; e o segundo durante o outono, onde os juvenis se dispersam (BIRKS, 2015). A dispersão de juvenis pode ser causada pela inexperiência desses ou aumento da população, como observado em cão-guaxinim (*Nyctereutes procyonoides*) (KOWALCZYK *et al.*, 2009) e outros carnívoros (GRILO *et al.*, 2009). Calabuig *et al.* (2019) investigaram a presença de raiva e cinomose em mamíferos atropelados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais no bioma Caatinga, Rio Grande do Norte, Brasil, uma vez que essas doenças neurológicas causam desorientamento, podendo predispor esses animais ao atropelamento. Contudo, verificaram todos os testes negativos para as 18 amostras colhidas. Os carnívoros de forma geral são atropelados ao cruzarem as estradas durante a dispersão, ou até mesmo as usam como corredores de deslocamento e entre áreas de forrageamento e, no caso de animais necrófagos, esses usam as estradas como fonte de alimento, consumindo animais atropelados (ARGYROS e ROTH, 2016). Por outro lado, animais de hábitos crepusculares e noturnos sofrem com maiores taxas de mortalidade devido à menor visibilidade dos motoristas ao dirigirem à noite (SOMBRA JÚNIOR, 2018). Dentre as espécies mais atropeladas, o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) está constantemente entre os primeiros da lista nos levantamentos de vários biomas brasileiros, tais como na Caatinga

(SOMBRA JÚNIOR, 2018; RAMOS-ABRANTES *et al.* 2018; CEZAR *et al.* 2021), no Cerrado (CÁCERES *et al.*, 2012) e na Mata Atlântica (CHEREM *et al.* 2007; CÁCERES *et al.* 2012).

Esse estudo buscou prover informações acerca das principais lesões sofridas por animais silvestres mortos por atropelamento, assim como a descrição da densidade mineral óssea, pesquisa por enterobactérias e resistência bacteriana a antimicrobianos e ainda a presença de endoparasitas gastrointestinais de animais coletados em estradas do Rio Grande do Norte (RN), Brasil.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, K. M.; GIBBONS, J. W. How Do Highways Influence Snake Movement? Behavioral Responses to Roads and Vehicles. **Copeia**, v. 4, p. 772–782, 2005.
- ARGYROS, G. C.; ROTH, A. J. Prevalence of healed long-bone fractures in wild carnivores from the northeastern United States. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 47, n. 3, p. 879–882, 1 set. 2016.
- ASHLEY, E. P.; KOSLOSKI, A.; PETRIE, S. A. Incidence of intentional vehicle-reptile collisions. **Human Dimensions of Wildlife**, v. 12, n. 3, p. 137–143, maio 2007.
- BAUNI, V.; ANFUSO, J.; SCHIVO, F. Mortalidad de fauna silvestre por atropellamientos en el bosque atlántico del Alto Paraná, Argentina. **Ecosistemas**, v. 26, n. 3, p. 54–66, 1 set. 2017.
- BECKMANN, C.; SHINE, R. Do drivers intentionally target wildlife on roads? **Austral Ecology**, v. 37, n. 5, p. 629–632, ago. 2012.
- BIRKS, J. Polecats. **Whittet Books Ltd.**, Stanstead, 2015.
- BREHME, C. S. et al. Permeability of roads to movement of scrubland lizards and small mammals. **Conservation Biology**, v. 27, n. 4, p. 710–720, ago. 2013.
- CÁCERES, N. C. et al. Variação espacial e sazonal de atropelamentos de mamíferos no bioma Cerrado, Rodovia BR 262, sudoeste do Brasil. **Mastozoología Neotropical**, v. 19, n. 1, p. 21–33, 2012.

- CALABUIG, C. et al. Assessment of Rabies and Canine Distemper Viruses in Road-Killed Wildlife Mammals From the Semiarid Region of Northeastern Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 12, 2019.
- CÂNDIDO-JR, J. F. et al. Animais atropelados na Rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, e seu aproveitamento para Estudos de Biologia da Conservação. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 3, Fortaleza, 2002. **Anais. Fortaleza: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação o Boticário de Proteção à Natureza: Associação Caatinga**, p. 553-562, 2002.
- CEZAR, H. R. DE A. et al. Mamíferos silvestres atropelados em estradas da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 48037–48049, 2021.
- CHEREM, J. J. et al. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Biotemas**, v. 20, n. 3, p. 81–96, 2007.
- CLARKE, G. P.; WHITE, C. L.; HARRIS, S. Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. **Biological Conservation**, v. 86, p. 117–124, 1998.
- DAVIES, J. M.; ROPER, T. J.; SHEPHERDSON, D. D. J. Seasonal distribution of road kills in the European badger (*Meles meles*). **J. Zool**, v. 211, p. 525–529, 1987.
- ERRITZOE, J.; MAZGAJSKI, T. D.; REJT, Ł. Bird Casualties on European Roads — A Review. **Acta Ornithologica**, v. 38, n. 2, p. 77–93, 2003.
- FORMAN, R. T. T. Road ecology: A solution for the giant embracing us. **Forman and Deblinger**, v. 13, p. iii–v, 1998.
- GONÇALVES, L. O. et al. Reptile road-kills in Southern Brazil: Composition, hot moments and hotspots. **Science of the Total Environment**, v. 615, p. 1438–1445, 15 fev. 2018.
- GRIESE, J. **Helmintofauna de vertebrados atropelados em rodovias da região de Botucatu, São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral e Aplicada) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- GRILO, C.; BISSONETTE, J. A.; SANTOS-REIS, M. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: Consequences for mitigation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 2, p. 301–313, fev. 2009.

- HAIGH, A. Annual patterns of mammalian mortality on irish roads. **Hystrix**, v. 23, n. 2, 2012.
- HARDEN, J. An overview of anthropogenic causes of avian mortality. **J Wildl Rehabil.** v. 25, n. 1, p. 4–11, 2002.
- HART, A. D. M. Relationship between behavior and the inhibition of acetylcholinesterase in birds exposed to organophosphorus pesticides. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 12, p. 321–336, 1993.
- HERNÁNDEZ, M.; MARGALIDA, A. Pesticide abuse in Europe: Effects on the Cinereous vulture (*Aegypius monachus*) population in Spain. **Ecotoxicology**, v. 17, n. 4, p. 264–272, maio 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, dez. 2011.
- JANSS, G. F. E. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. **Biological Conservation**, v. 95, p. 353–359, 2000.
- JESSUP, D. A. Opportunistic Research and Sampling Combined with Fish and Wildlife Management Actions or Crisis Response. **ILAR Journal**, v. 44, n. 4, p. 277–285, 2003.
- KERAN, D. The incidence of man-caused and natural mortalities to raptors. **Raptor Research**, v. 15, n. 4, p. 108–112, 1981.
- KOWALCZYK, R. et al. Reproduction and mortality of invasive raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) in the Biatowieża Primeval Forest (eastern Poland). **Annales Zoologici Fennici**, v. 46, n. 4, p. 291–301, 2009.
- LANGLEY, W. M.; LIPPS, H. W.; THEIS, J. F. Responses of Kansas Motorists to Snake Models on a Rural Highway. **Transactions of the Kansas Academy of Science**, v. 92, n. 1/2, p. 43–48, 1989.
- LODÉ, T. Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. **Ambio**, v. 29, n. 3, p. 163–166, 2000.
- MEEK, R. Patterns of reptile road-kills in the Vendée region of western France. **Herpetological Journal**, v. 19, p. 135–142, 2009.

- OLIVEIRA, S. L. DE et al. Ecologia de estradas: estado da arte no Brasil e no mundo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 98546–98573, 2020.
- PRADA, C. DE S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- RAMOS, E.; MEZA-JOYA, F. L. Reptile road mortality in a fragmented landscape of the middle Magdalena Valley, Colombia. **Herpetology Notes**, v. 11, p. 81–91, 2018.
- RAMOS-ABRANTES, M. M. et al. Vertebrados silvestres atropelados na rodovia BR-230, Paraíba, Brasil. **Pubvet**, v. 12, n. 1, p. 1–7, jan. 2018.
- RODRIGUES, F. H. G. et al. Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 3, Fortaleza, 2002. **Anais. Fortaleza: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação o Boticário de Proteção à Natureza: Associação Caatinga**, p. 585-593, 2002.
- SECCO, H. et al. Intentional snake road-kill: a case study using fake snakes on a Brazilian road. **Tropical Conservation Science**, v. 7, n. 3, p. 561–571, 2014.
- 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.
- SOMBRA JUNIOR, C. A. **Caracterização espaço-temporal de atropelamentos de mamíferos silvestres em estradas inseridas no semiárido nordestino**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

CAPÍTULO I: CARACTERIZAÇÃO DE LESÕES E DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE ANIMAIS SILVESTRES MORTOS POR ATROPELAMENTO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

RESUMO: Um dos fatores antropogênicos que mais impactam na biodiversidade terrestre são as rodovias. Além dos efeitos barreira e depleção, as estradas também são cenários dos atropelamentos de fauna, causa mais comum de perda de biodiversidade de vertebrados silvestres na atualidade. Apesar disso, os cadáveres desses animais podem ser utilizados como amostras oportunistas, ótimas fontes de informações acerca de tópicos como a dinâmica populacional, um dos principais objetivos da Ecologia de Estradas. Por outro lado, apesar do crescente interesse e produção acadêmica nessa área da Ecologia, são poucos os estudos acerca das lesões sofridas por animais silvestres atropelados. Entre 2018 e 2021 foram realizados monitoramentos de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, sendo elas o Parque Nacional da Fumaça, a Floresta Nacional de Açu e a Estação Ecológica do Seridó. Ao todo foram coletados 24 animais frescos, com menos de seis horas de morte. Com isso, esse estudo realizou a caracterização de lesões em animais atropelados em estradas do Rio Grande do Norte, Brasil, através de necropsia e tomografia computadorizada quantitativa (TCQ). Através da necropsia foi feita a qualificação e quantificação das lesões, e através da TCQ foi aferida a densidade mineral óssea e comparada à quantidade de lesões e escore corporal. Nos 24 espécimes coletados, divididos em três Classes, foram encontradas 88 lesões de quatro tipos em 15 diferentes ossos, com uma média de 3,25 lesões por ave e 3,75 lesões por réptil e mamíferos, sem diferença estatística entre as médias ($p > 0,05$). Houve diferença estatística entre as médias de densidade mineral óssea de répteis e mamíferos ($p < 0,05$), porém sem diferença estatística quando comparada à quantidade de lesões e escore corporal ($p > 0,05$). Prover uma base de dados acerca das principais lesões encontradas em animais silvestres frequentemente atropelados serve como auxílio aos profissionais de resgate e reabilitação de fauna silvestre, que contribuem com a conservação das espécies a nível individual. Além disso, os dados acerca de Ecologia de Estradas gerados servem como base para a implementação de medidas de mitigação contra os atropelamentos de fauna silvestre, contribuindo para a conservação das espécies a nível populacional.

Palavras-chave: Ecologia de Estradas; Caatinga; Lesão óssea; Virtopsia.

1 INTRODUÇÃO

As lesões resultantes de colisões contra automóveis, linhas de transmissão, pás de aerogeradores e estruturas estacionárias, como janelas de vidro, são importantes causas de mortalidade em aves de rapina (KERAN, 1981; NEWTON, 1986; WENDELL *et al.*, 2002; FRANSON *et al.*, 1996; ERRITZØE *et al.*, 2003; KRONE *et al.*, 2003; HARRIS e SLEEMAN, 2007). Estudos como os de Punch (2001), Komneneu *et al.* (2005), Yoon *et al.* (2008) e Kim e Kwon (2016) descrevem as fraturas em esqueleto apendicular como as mais comuns em aves de rapina recebidas em hospitais veterinários e centros de reabilitação, a maioria vítimas de colisões contra automóveis. Para os répteis, estudos acerca de lesões no geral e, especialmente

em animais atropelados, não foram encontrados. Para os mamíferos, os estudos que buscam caracterizar lesões em animais que dão entrada em hospitais veterinários e centros de reabilitação, dentre os quais as vítimas de colisões contra automóveis costumam estar no topo da lista de mais abundantes, são mais diversos e abordam uma maior variedade de espécies, o que resulta em achados que variam principalmente com o porte dos indivíduos. Como exemplos, temos: Argyros e Roth (2016) e a análise da prevalência de lesões ósseas calcificadas em ossos longos de indivíduos de diferentes espécies de carnívoros silvestres do nordeste dos Estados Unidos; Jang *et al.* (2019) e a descrição de lesões dos animais recebidos com maior frequência em um centro de reabilitação na Coreia do Sul; Navas-Suárez *et al.* (2019) e a descrição de lesões em antas (*Tapirus terrestris*) mortas por atropelamento em estradas do Cerrado brasileiro; Lacitignola *et al.* (2021) e a descrição de fraturas em crânios de raposas-vermelhas (*Vulpes vulpes*) na Itália; Pastor *et al.* (2021) e a descrição de fraturas em ossos longos de *C. thous* no Espírito Santo.

A radiografia para a realização de virtopsia vêm sendo usada como auxiliar para um diagnóstico mais preciso da *causa mortis* e para a caracterização de lesões, como foi realizado por Ribas *et al.* (2016) em um gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) coletado em uma rodovia de São Paulo, observando a presença de efusão pleural condizente com acúmulo de sangue na cavidade torácica visto na necropsia e histórico de trauma devido ao atropelamento, evidenciando a relevância do exame radiográfico quando associado à necropsia forense e histórico clínico. Os autores ressaltaram ainda a importância da radiografia na investigação forense de crimes e mortes violentas em animais silvestres, uma vez que esse exame pode revelar a presença de lesões inaparentes, tais como fraturas, pneumotórax e embolia aérea. Ainda, Arguedas *et al.* (2019) radiografaram 10 espécimes de tamanduá-mexicana (*Tamandua mexicana*) coletados em estradas da Costa Rica, vítimas de atropelamento, verificando que o número de fraturas em cada indivíduo variou de zero a cinco, sendo 61% na porção cranial (39% em úmero, 19% em ulna e 11% em rádio) e as demais 39% na porção caudal (19% em íleo, 12% em fêmur e 8% em tíbia e fíbula). Além da radiografia, a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética também estão sendo utilizadas como métodos complementares da necropsia forense, ainda que em menor escala devido ao maior preço e exposição à radiação quando comparadas à radiografia (THALI *et al.*, 2007; LEE *et al.*, 2015; MARTINEZ *et al.*, 2015). A TC é um dos melhores meios de se avaliar lesões traumáticas, como as observadas em colisões contra automóveis, pois possibilita a visualização de fraturas pequenas que geralmente não podem ser observadas na necropsia (HOEY *et al.*, 2007; MAKHLOUF *et al.*, 2013;

ZERBINI *et al.*, 2014). Através da tomografia computadorizada quantitativa (TCQ) também é possível aferir o valor da densidade mineral óssea, que é a concentração média de minerais numa determinada estrutura óssea (CUMMINGS *et al.*, 2002). Sua vantagem em relação ao método *Dual energy x-ray absorptiometry* (DEXA) é que a TCQ consegue distinguir entre osso trabecular e medular e medir a densidade mineral óssea de cada parte separadamente e em unidade volumétrica (mg/cm³) (BRAILLON e LAPILLONNE, 1996). A densidade mineral óssea pode ser utilizada, dentre outros propósitos, para avaliar o risco de fraturas do osso medido, sendo que quanto menor a densidade mineral óssea, maior o risco de fraturas (BRAILLON e LAPILLONNE, 1996).

Contudo, são poucos os estudos acerca de fraturas em animais atropelados (ARGUEDAS *et al.*, 2019). O monitoramento das causas de morte dos animais pertencentes às populações silvestres é difícil, o que torna a análise de animais lesionados e mortos importante por proporcionar dados indiretos para a formulação de hipóteses sobre tendências populacionais e uso de paisagens (FAJARDO, 2001; WENDELL *et al.*; 2002). Ao conhecer a incidência e morfologia das lesões mais comuns nas espécies mais atropeladas, os profissionais envolvidos em resgate e reabilitação de animais silvestres podem otimizar suas tomadas de decisões, aumentando as chances de recuperação do indivíduo para soltura na natureza ou manutenção em cativeiro, ambos os casos contribuindo para a conservação das espécies a nível individual e, juntamente com a implementação de medidas de mitigação de atropelamentos, corroborando para a conservação a nível populacional. Entretanto, segundo Karesh (1995), os programas de conservação no geral enfrentam diversos obstáculos para suas implantações, porém, esses problemas são acentuados em países em desenvolvimento, onde há uma série de dificuldades, tais como as diferenças das prioridades políticas dos países desenvolvidos; a atitude cultural com diferentes valores quanto aos animais e entre as espécies; dentre outros. Kelly e DelBarco-Trillo (2020) analisaram os registros de animais silvestres recebidos ao longo de quatro anos num centro de reabilitação em Ontário, no Canadá, e observaram que cerca de 17% das aves, 33% dos répteis e 5% dos mamíferos que deram entrada após colidirem contra automóveis puderam ser reabilitados e soltos na natureza. Num estudo semelhante, Kwok *et al.* (2021) relataram os desfechos de indivíduos recebidos no decorrer de seis anos num centro de reabilitação na Austrália, onde 31,2% das aves, 32,6% e 12,2% dos mamíferos vítimas de colisões contra automóveis sobreviveram.

Esse estudo teve como finalidade realizar virtopsia em animais silvestres mortos por atropelamento em estradas do semiárido brasileiro, descrevendo qualitativa e quantitativamente lesões ósseas, através de necropsia e, ainda, com o auxílio de TCQ, refinar os achados de lesões ósseas e também obter os valores de densidade mineral óssea, comparando os dados obtidos com o escore corporal dos indivíduos, afim de prover subsídio para os profissionais envolvidos no resgate e reabilitação de fauna e consequentemente, para a conservação das espécies.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado através da amostragem oportunista por meio de monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil: o Parque Nacional (PARNA) da Fuma Feia, a Floresta Nacional (FLONA) de Açú e a Estação Ecológica (ESEC) do Seridó, entre os anos de 2018 e 2021. O PARNA da Fuma Feia (5° 4' 14,88" S, 37° 32' 1,51" O) está inserido no semiárido nordestino, possui bioma Caatinga e vegetação hiperxerófila caducifólia, com formação predominante arbustivo-arbórea. Apresenta temperaturas relativamente altas, com uma média anual em torno de 27,5°C e umidade relativa de aproximadamente 70%, e regime de chuvas escasso e irregular, estando as chuvas concentradas de fevereiro a março, sendo os meses de outubro e novembro os mais quentes e secos (ICMBio, 2020). A FLONA de Açú (5° 57' 74.79" N, 36° 94' 7.14" W) apresenta bioma Caatinga, abrigando quatro grupos vegetacionais: arbustivo, arbustivo-arbóreo, gramíneo-arbustivo e herbáceo-arbustivo (ICMBio, 2019). O clima na região é semiárido quente, do tipo BSh, com temperatura média anual de 28,1°C (ALVARES et al., 2013; RIO GRANDE DO NORTE, 2008). A ESEC do Seridó (6° 34' 44.63" N, 37° 15' 6.78" W) apresenta bioma Caatinga, com vegetação do tipo Savana Estépica Parque. Seu clima é do tipo semi-árido do tipo BsW'h', com temperaturas que variam de 33°C a 22°C e possui forte e prolongada exposição solar, baixas percentagens de umidade relativa nos meses secos, elevadas taxas de evaporação e, principalmente, a maior escassez e irregularidade de precipitações pluviométricas do país (MMA, 2004).

2.2 ESFORÇO AMOSTRAL

Os monitoramentos de estradas foram realizados em carros com dois observadores e velocidade entre 40 e 60km/h. Ao encontrar um animal fresco na pista, esse era fotografado, etiquetado, anotada sua localização com *Global Positioning System* – GPS) e acondicionado em saco plástico dentro de isopor com gelo até ser transferido para um freezer no Laboratório de Ecologia e Conservação da Fauna Silvestre (Ecofauna), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

2.3 NECROPSIA

No laboratório Ecofauna, os animais foram pesados com balança digital de 0,1g de precisão, seguido da inspeção externa em busca de quaisquer sinais de lesões, sendo o menor indício anotado em ficha individual. Quando possível, foi realizada a sexagem de aves e répteis através da visualização das gônadas e dos mamíferos através da visualização da genitália externa.

A investigação de lesões ósseas foi realizada através da inspeção, palpação e dissecação de estruturas que apresentassem alguma alteração, afim de determinar o tipo, região e osso acometido. Quanto ao tipo, as lesões ósseas foram classificadas em quatro grupos, segundo George (2019): múltiplas (possuem mais de uma linha de fratura), transversa (perpendicular ao eixo longo do osso), aberta (tipo I – com pequena lesão do tecido mole causada por um fragmento ósseo que penetrou a pele – e tipo IV – com amputação do membro) e luxação (deslocamento anormal de uma articulação). As lesões ósseas foram ainda distribuídas em cinco regiões e 15 ossos (ou conjunto de ossos), da seguinte forma: cabeça (crânio, maxila e mandíbula), tórax (esterno e costelas), abdome (cintura pélvica, que engloba ísquio, ílio e púbis), esqueleto axial (vértebras cervicais, torácicas, lombares, sacrais e caudais) e esqueleto apendicular (úmero, rádio e ulna, fêmur, tíbia e fíbula).

O escore corporal das aves foi determinado através de palpação da musculatura peitoral, sendo os animais classificados em cinco categorias, variando de acordo com o desenvolvimento da musculatura peitoral e evidênciação do osso da quilha, sendo 1 o escore muito magro e 5 o escore sobrepeso (GRESPLAN e RASO, 2014). Quanto aos répteis, a determinação do escore corporal se deu em cinco níveis, sendo 1 para o animal muito magro e 5 para o animal obeso (DEMING *et al.*, 2008). Para os mamíferos foi utilizado o método de Laflamme (1997), que

categoriza a condição corporal geral dos indivíduos através de características vistas a olho nu, sendo o escore 1 o animal muito magro e o escore 9 o animal obeso.

2.4 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA QUANTITATIVA

A TCQ foi realizada na empresa Focus Diagnóstico Veterinário, em Fortaleza, Ceará (CE). Os répteis e as aves foram posicionados em decúbito ventral e os mamíferos em decúbito dorsal para a realização do exame tomográfico. Todos os animais foram posicionados sobre um *phantom* de TCQ contendo calibragem de 0, 100 e 200mg/cm³ de hidroxapatita de cálcio, disposto de forma paralela ao esqueleto axial dos espécimes. O exame foi realizado com o aparelho de tomografia computadorizada GE Hi-Speed FXI e protocolo com 120kVp e auto mA na velocidade de uma rotação por segundo. As imagens foram obtidas no sentido craniocaudal através de cortes transversais de 3mm de espessura com filtro para tecido ósseo.

Após o exame tomográfico e digitalização das imagens, foi utilizado o *software* RadiAnt Dicom Viewer (versão 2021.2, Medixant) para quantificar e qualificar as possíveis lesões ósseas. Além disso, foram realizados cortes axiais do osso trabecular da tíbia das aves, da primeira vértebra lombar dos répteis e da quinta vértebra lombar dos mamíferos para estimativa dos valores individuais de radiodensidade óssea de cada animal. Para isso, foi calculado o valor de atenuação em Unidades Hounsfield (HU) do osso trabecular da tíbia (média das porções proximal, medial e distal) das aves e do corpo vertebral da primeira lombar dos répteis e da quinta lombar dos mamíferos, a partir da média das regiões de interesse (ROIs, do inglês *regions of interest*) analisadas (Figura 1). Cada ROI foi desenhado manualmente a partir de uma elipse, representando uma área de 0,05±0,01mm² para aves e répteis e de 0,3±0,1mm² para mamíferos, sendo gerado automaticamente um valor de radiodensidade óssea em HU da região selecionada. Também foram aferidos os valores das ROIs das extremidades de 0 e 200mg/cm³ de hidroxapatita de cálcio do *phantom* na mesma imagem aferida dos ossos de interesse (CHEON *et al.*, 2012; LEE *et al.*, 2015), Figura 2. Para converter HU em mg/cm³, foi utilizada a seguinte equação (PARK *et al.*, 2014):

$$DMO = 200 \text{ HU} / (\text{HU}_o - \text{HU}_a)$$

Onde DMO é a densidade mineral óssea em mg/cm^3 ; HU_t é a radiodensidade do osso trabecular em questão; HU_o é a radiodensidade do *phantom* contendo $200\text{mg}/\text{cm}^3$ de hidroxiapatita de cálcio; e HU_a é a radiodensidade do *phantom* contendo $0\text{mg}/\text{cm}^3$ de hidroxiapatita de cálcio.



Figura 1 – Imagens de TCQ demonstrando delineamento das ROIs da quinta vértebra lombar de *C. thous* e das extremidades de 0 e $200\text{mg}/\text{cm}^3$ de hidroxiapatita de cálcio do *phantom*. Espécime proveniente do monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021.

2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a comparação interclasse das médias de lesões ósseas, quanto aos tipos, às regiões e aos ossos acometidos, foi realizada a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, usando como variável dependente a quantidade de lesões. Para a comparação entre os métodos de necropsia e TCQ para detecção de lesões ósseas, foi realizado o teste de Mann-Whitney U. Para a comparação de médias de densidade mineral óssea entre as Classes de vertebrados; entre o número de lesões ósseas e o escore corporal; e entre a densidade mineral óssea e escore corporal, foram realizadas ANOVAs de uma via. Para comparar todas essas médias com o sexo, foi realizada a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis. Para estimar a possível relação entre o número de lesões ósseas e a densidade mineral óssea, foi realizada uma regressão linear simples. Foi utilizado o *Software* Statistica (versão 10, StatSoft) para as análises estatísticas e considerada significativa aquelas com $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

No total foram coletados 24 animais frescos com menos de seis horas de morte e de interesse para o estudo, sendo quatro aves, oito répteis e 12 mamíferos. Dentre as espécies estavam um urubu-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*), um carcará (*Caracara plancus*), dois gaviões-carijós (*Rupornis magnirostris*), uma iguana-verde (*Iguana iguana*), sete tejos (*Salvator merianae*), e 12 cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*), Figura 2 e Tabela 1.

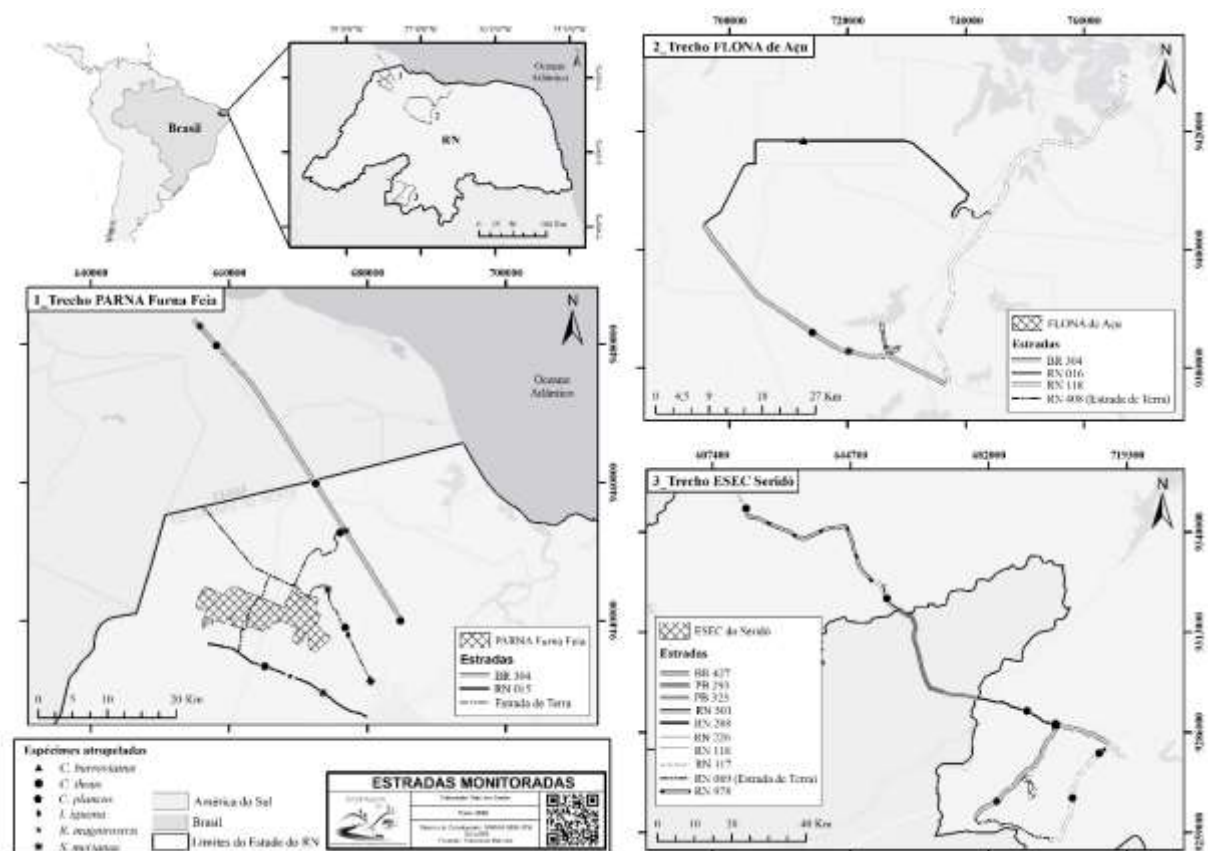


Figura 1 – Localização geográfica dos animais coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021: 1 PARNA Fuma Feia, onde foram coletados 13 animais; 2 FLONA de Açu, onde foram coletados três animais; 3 ESEC do Seridó, onde foram coletados oito animais.

Tabela 1 – Animais coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021, com respectivas datas de coleta, localização geográfica, sexo (F=fêmea; M=macho; I=indeterminado), idade (A=adulto), escore corporal (EC), número de lesões (NL) e densidade mineral óssea (DMO) por indivíduo, com média de NL e DMO por Classe de vertebrado.

Espécie	Data de coleta	Localização geográfica		Sexo	Idade	EC	NL	DMO
<i>Cathartes burrovianus</i>	2021/04/26	0712518	09418435	I	A	3	10	278,48
<i>Caracara plancus</i>	2020/11/28	0626245	03711401	I	A	3	0	706,11
<i>Rupornis magnirostris</i>	2020/01/14	0668821	09432049	I	A	3	1	380,82
<i>Rupornis magnirostris</i>	2021/01/20	0637462	03720011	I	A	3	2	359,49
							3.25	339,60
<i>Iguana iguana</i>	2019/07/19	0677245	09437978	F	A	3	2	653,68
<i>Salvator merianae</i>	2020/01/14	0674304	09444472	I	A	2	4	524,43
<i>Salvator merianae</i>	2020/03/10	0673600	09429582	I	A	2	8	703,67
<i>Salvator merianae</i>	2021/01/21	0535608	03656297	M	A	3	3	730,81
<i>Salvator merianae</i>	2021/08/02	0676867	09452995	I	A	2	2	838,83
<i>Salvator merianae</i>	2021/02/20	0684092	09267430	I	A	3	0	653,58
<i>Salvator merianae</i>	2021/02/21	0655750	09482566	M	A	3	7	817,84
<i>Salvator merianae</i>	2021/02/21	0680491	09431278	M	A	2	4	594,07
							3.75	689.61
<i>Cerdocyon thous</i>	2018/01/18	0676796	09439048	M	A	4	0	617,86
<i>Cerdocyon thous</i>	2018/03/23	0692278	09291844	M	A	4	4	550,94
<i>Cerdocyon thous</i>	2020/09/15	0684743	09440033	M	A	4	5	601,38
<i>Cerdocyon thous</i>	2020/11/10	0665162	09433417	F	A	3	5	496,25
<i>Cerdocyon thous</i>	2020/11/28	0609375	03734616	M	A	4	5	760,97
<i>Cerdocyon thous</i>	2020/12/19	0637571	03709004	M	A	4	2	-
<i>Cerdocyon thous</i>	2020/12/21	0448890	03729355	M	A	4	8	-
<i>Cerdocyon thous</i>	2021/01/19	0555742	03740601	M	A	5	4	-
<i>Cerdocyon thous</i>	2021/01/19	0630219	03709655	M	A	5	5	592,42
<i>Cerdocyon thous</i>	2021/01/22	0714022	09385988	I	A	4	6	705,43
<i>Cerdocyon thous</i>	2021/02/11	0672517	09459888	M	A	4	1	642,29
<i>Cerdocyon thous</i>	2021/04/25	0676044	09452772	F	A	3	0	536,45
							3.75	611.56

3.1 LESÕES ÓSSEAS

Ao todo foram observadas 88 lesões ósseas nos 24 espécimes. Uma ave, um réptil e dois mamíferos não apresentaram nenhuma lesão óssea, apenas lesões em órgãos internos. Todos os animais coletados eram adultos. Observou-se uma média de 3,25 lesões por ave e de 3,75 lesões por réptil e mamífero, sem diferença estatística entre as médias ($N=20$, $df=3$, $p=0,93$), Tabela 1 e Gráfico 1. A Tabela 2 descreve a distribuição das lesões ósseas quanto ao tipo, região e osso acometidos.

Tabela 2 – Número de lesões dividido por tipo, região e osso (subdividido em porção anterior e posterior) por Classe de vertebrado, cujos indivíduos foram coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021.

Tipo	Aves	Reptilia	Mammalia	Total
Múltiplas	2 (15,3%)	22 (73,3%)	27 (60%)	51
Transversa	8 (61,5%)	7 (23,3%)	18 (40%)	33
Aberta	2 (15,4%)	0	0	2
Luxação	1 (7,7%)	1 (3,3%)	0	2
Total	13 (100%)	30 (100%)	45 (100%)	88
Região	Ave	Réptil	Mamífero	
Cabeça	1 (7,7%)	13 (43,3%)	26 (57,8%)	40
Tórax	1 (7,7%)	3 (10%)	3 (6,7%)	7
Abdome	0	3 (10%)	3 (6,7%)	6
E. axial	1 (7,7%)	5 (16,7%)	7 (15,6%)	13
E. apendicular	10 (76,9%)	6 (20%)	6 (6,7%)	22
Total	13 (100%)	30 (100%)	45 (100%)	88
Ossos	Ave	Réptil	Mamífero	
Crânio	1 (7,7%)	5 (16,7%)	10 (22,2%)	16
Maxila	0	4 (13,3%)	8 (17,8%)	12
Mandíbula	0	4 (13,3%)	8 (17,8%)	12
Esterno	1 (7,7%)	0	1 (2,2%)	2
Costelas	0	3 (10%)	1 (2,2%)	4
V. cervical	1 (7,7%)	0	3 (6,7%)	4
V. torácica	0	0	2 (4,4%)	2
Úmero	3 (23%)	2 (6,7%)	2 (4,4%)	7
Rádio e ulna	2 (15,4%)	0	2 (4,4%)	4
Total porção anterior	8 (61,5%)	18 (60%)	37 (82,2%)	63
C. pélvica	0	3 (10%)	0	3
V. lombar	0	1 (3,3%)	2 (4,4%)	3
V. sacral	0	1 (3,3%)	4 (8,9%)	5
V. caudal	0	3 (10%)	0	3
Fêmur	1 (7,7%)	3 (10%)	1 (2,2%)	5
Tíbia e fíbula	4 (30,7%)	1 (3,3%)	1 (2,2%)	6
Total porção posterior	5 (38,5%)	12 (40%)	8 (17,8%)	25
Total	13 (100%)	30 (100%)	45 (100%)	88

Não houve diferença estatística entre as médias dos tipos de lesões por Classe de vertebrado ($p > 0,05$). Para as regiões acometidas, no crânio verificou-se que houve menor quantidade de fraturas em aves do que em mamíferos e répteis ($N=24$; $df=3$; $H=5,46$; $p=0,06$; Gráfico 1). Essa diferença foi significativa apenas entre aves e répteis ($p < 0,05$). Para os ossos acometidos, houve diferença estatística entre as médias de cintura pélvica ($N=24$; $df=3$; $H=6,57$; $p=0,03$; Gráfico 2); e vértebras caudais ($N=24$; $df=3$; $H=6,57$; $p=0,03$; Gráfico 3), uma vez que apenas os répteis apresentaram lesões ósseas nessas duas regiões.

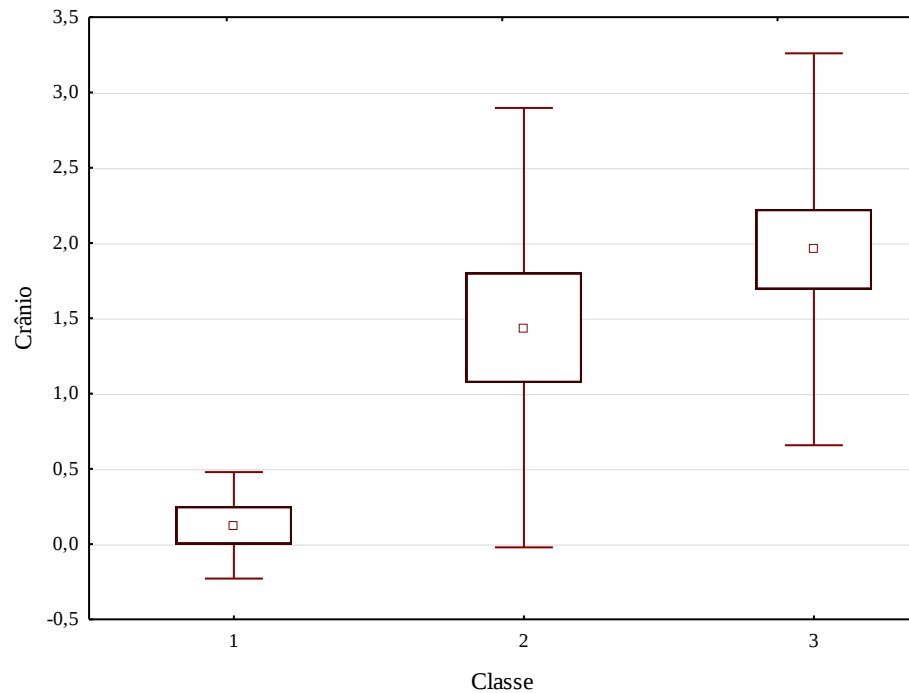


Gráfico 1 – Média ($\pm$ SE; $\pm$ SD) de lesões ósseas na região do crânio por Classe de vertebrado (1=Aves; 2=Reptilia; 3=Mammalia), cujos indivíduos foram coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021, demonstrando diferença estatística entre 1=Aves e 2=Reptilia.

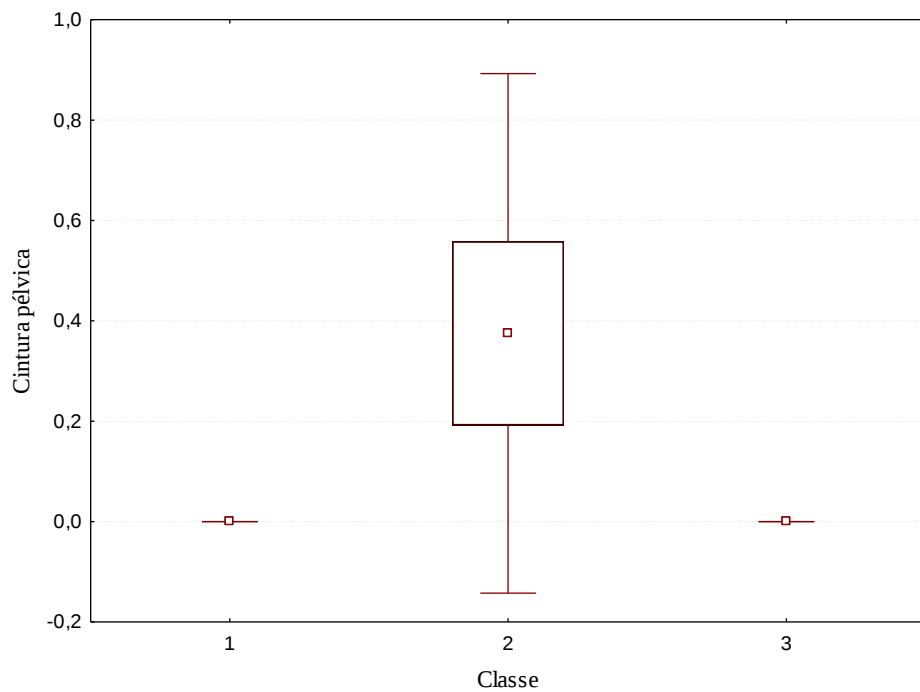


Gráfico 2 – Média ($\pm$ SE; $\pm$ SD) de lesões ósseas em cintura pélvica por Classe de vertebrado (1=Aves; 2=Reptilia; 3=Mammalia), cujos indivíduos foram coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021, demonstrando diferença estatística.

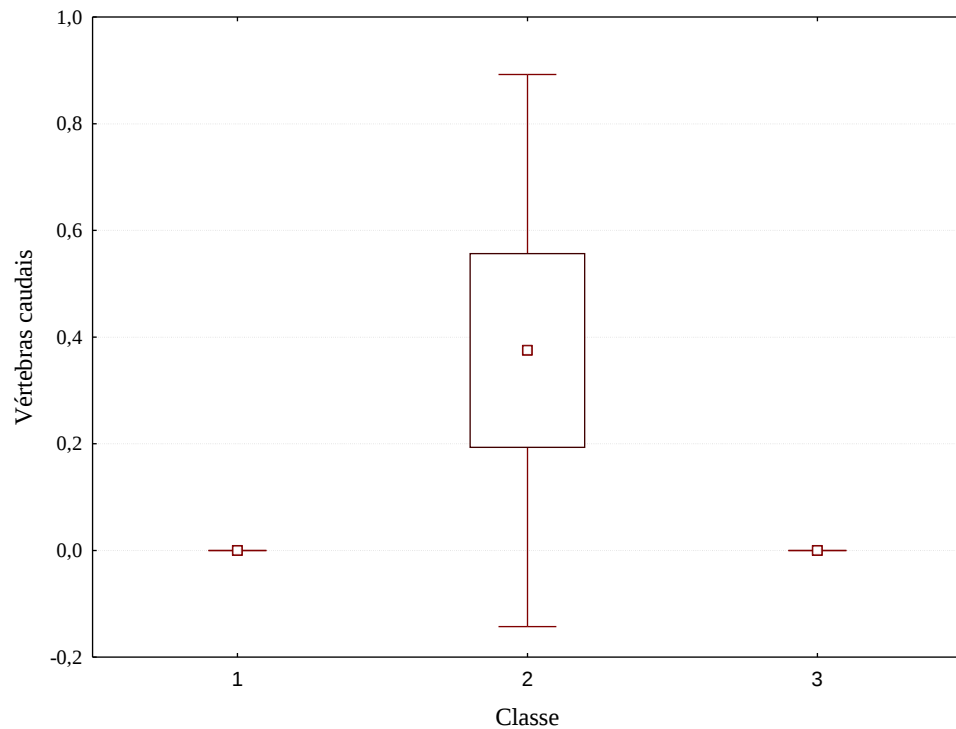


Gráfico 3 – Média ($\pm$ SE; $\pm$ SD) de lesões ósseas em vértebras caudais por Classe de vertebrado (1=Ave; 2=Reptilia; 3=Mammalia), cujos indivíduos foram coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021, demonstrando diferença estatística.

Não houve diferença estatística entre as médias de detecção de lesões ósseas através dos métodos de TCQ e necropsia ($N=48$; $df=1$; $p>0,05$). A Tabela 3 detalha a detecção de lesões por ambos os métodos e para cada indivíduo.

3.2 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

Foi aferida a densidade mineral óssea das quatro aves, dos oito répteis e de nove dos 12 mamíferos (Tabela 1). Houve diferença estatística nas médias de densidade mineral óssea entre as Classes de vertebrados ($N=20$; $df=3$; $F=5,9$; $p=0,01$; Gráfico 4), sendo maior em répteis (teste de Fisher LSD, $p=0,003$) e em mamíferos (teste de Fisher LSD, $p=0,02$) do que em aves. Porém, entre répteis e mamíferos não houve diferença estatística para as médias de densidade mineral óssea (teste de Fisher LSD, $p=0,22$). Não houve diferença estatística quando comparados os valores de densidade mineral óssea com o número de lesões ($N=20$; $df=2$; $p=0,15$) e nem com o escore corporal ($N=19$; $df=3$; $F=3,17$; $p=0,06$). Assim como não houve diferença estatística entre as médias de lesões ósseas e sexo ($N=12$; $df=2$; $p=0,31$) e de densidade mineral óssea e sexo ($N=12$; $df=2$; $p=0,14$) de todas as Classes de vertebrados.

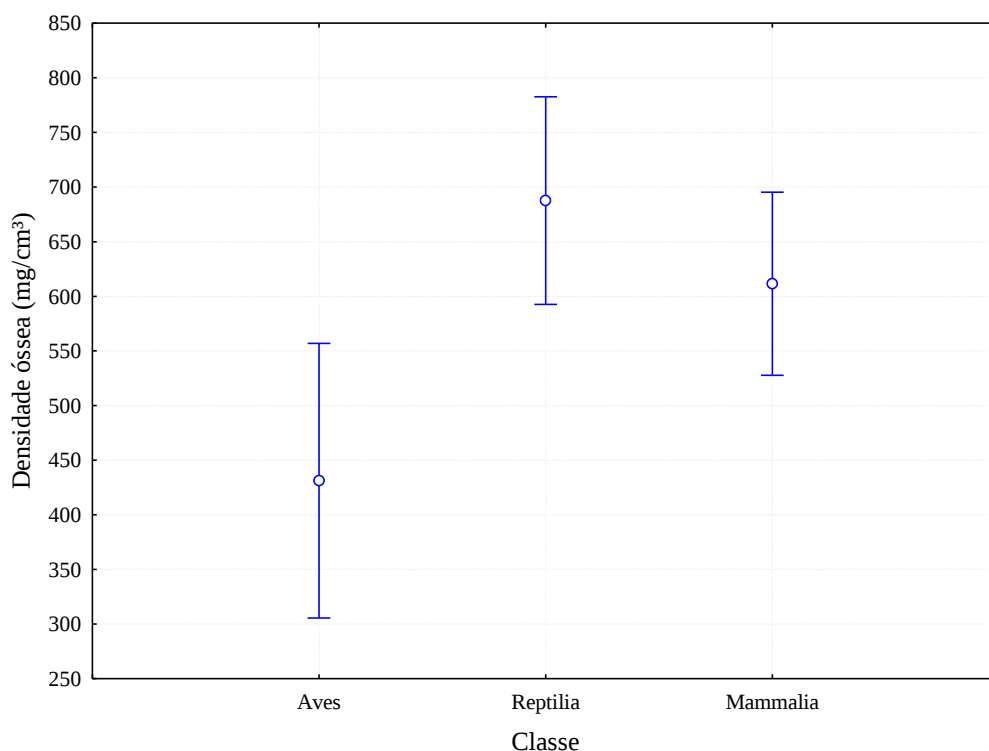


Gráfico 4 – Valores de densidade mineral óssea por Classe de vertebrado, cujos indivíduos foram coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021, com diferença estatística entre as médias.

4 DISCUSSÃO

4.1 LESÕES INTRACLASSE

4.1.1 Aves

As aves passaram por processos adaptativos que diminuíram sua massa corporal para melhorar a capacidade de voo, como a perda ou fusão de alguns ossos, adelgaçamento das corticais e pneumatização das cavidades medulares, tornando esses ossos mais frágeis (KING, 1984). Como resultado, as fraturas ósseas resultantes de colisões contra automóveis geralmente são do tipo cominutivas ou abertas (KIM e KWON, 2016; JANG *et al.*, 2019). Kim e Kwon (2016) colocam que colisões em baixas velocidades resultam em fraturas simples, enquanto colisões em altas velocidades (contra automóveis) resultam em fraturas múltiplas. Contudo, no presente estudo foram encontradas majoritariamente fraturas transversas, e essa foi a única Classe que apresentou os quatro tipos de lesão óssea (Figura 3).

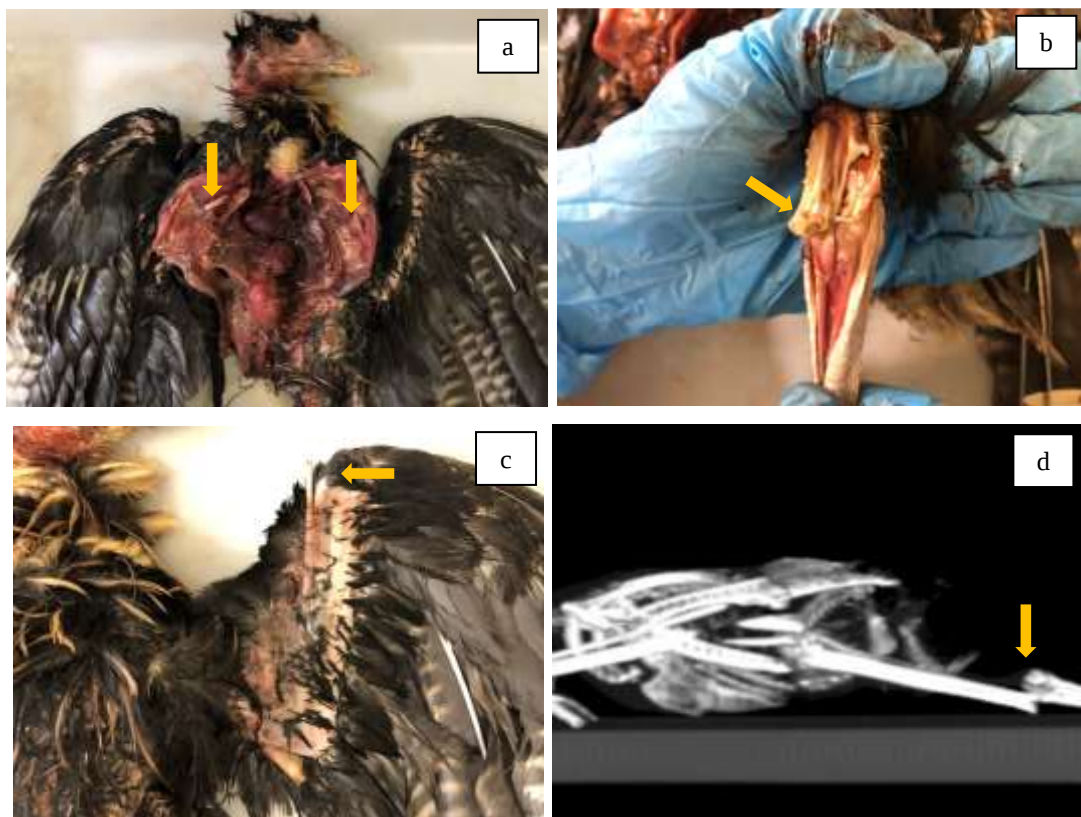


Figura 3 – Lesões ósseas (evidenciadas pelas setas amarelas) em *C. plancus*, sendo (a) fraturas múltiplas em esterno, evidenciada após abertura do tórax durante a triagem; (b) fratura transversa em tíbia esquerda, evidenciada após dissecação da área; (c) fratura aberta em rádio esquerdo; e (d) luxação femuro-tibiotarsal em membro inferior

esquerdo visto por TCQ. Espécime proveniente do monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021.

No presente estudo, a região mais acometida foi o esqueleto apendicular, corroborando com os achados de Cousins *et al.* (2012), que ao estudarem lesões de 146 espécimes de pomba kereru (*Hemiphaga novaeseelandiae*) vítimas de colisões contra automóveis e estruturas estacionárias, através de radiografias e necropsias, determinaram que a maior porção das injúrias provocadas por colisões contra automóveis se deu no esqueleto apendicular, enquanto as lesões causadas por colisões contra objetos estacionários (como janelas de vidro) se deu majoritariamente no coracóide, clavícula e órgãos internos. Ainda, Cousins *et al.* (2012) relataram uma queda substancial na taxa de sobrevivência de aves acometidas por mais de duas fraturas.

Estudos com caracterização de fraturas ósseas em aves de rapina também encontraram a maior parte das lesões no esqueleto apendicular. Punch (2001) relatou uma taxa de sobrevivência de cerca de 34% dos Falconiformes e 36% dos Strigiformes acometidos por fraturas, em sua maioria em esqueleto apendicular (principalmente carpo/metacarpo), após colisões contra automóveis, recebidos num hospital veterinário da Austrália. Komneneu *et al.* (2005) relataram as fraturas em esqueleto apendicular (principalmente úmero) como as mais comuns em aves de rapina que deram entrada na clínica de medicina de aves de uma universidade da Grécia, resultando numa taxa de soltura de 59%. Kelly e Bland (2006) relataram a presença de uma ou duas fraturas, principalmente em esqueleto apendicular (rádio e/ou ulna), em 55% das aves de rapina admitidas num centro de reabilitação na Inglaterra, e 24% dessas puderam ser soltas. No estudo de Yoon *et al.* (2008), as principais fraturas ósseas observadas foram em esqueleto apendicular (principalmente ulna), provenientes de aves de rapina vítimas de colisão contra automóveis recebidas numa universidade dos Estados Unidos. Kim e Kwon (2016) relataram uma taxa de sobrevivência de 7% em aves de rapina recebidas em hospitais veterinários e centros de reabilitação na Coreia do Sul, cujas principais lesões foram fraturas ósseas em esqueleto apendicular (principalmente úmero). Jang *et al.* (2019) encontraram como fraturas mais frequentes aquelas acometendo a região do esqueleto apendicular, principalmente ulna (29,70%), rádio (21,76%) e úmero (17,35%) de aves de rapina recebidas em dois centros de reabilitação na Coreia do Sul. Contudo, em todos os estudos descritos anteriormente, os ossos mais acometidos por fratura foram os das asas, contrário ao presente estudo, cujos ossos das asas e dos membros posteriores foram acometidos por quantidade equivalentes de lesões ósseas. Como observado nos estudos anteriores, o osso mais

acometido varia entre os estudos, porém nenhum apresentou maior incidência no osso da tíbia, como observado no presente estudo.

4.1.2 Reptilia

Clemente *et al.* (2011), ao compararem a anatomia com a velocidade de deslocamento de lagartos, chegaram à conclusão que os lagartos se deslocam mais vagarosamente para evitarem fraturas ósseas. Devido a postura rastejante dos lagartos, em oposição à postura mais vertical de mamíferos, esses não conseguem rotacionar seus membros de forma a dar passadas maiores e também precisam manter suas patas no chão por mais tempo como uma forma de aumentar o tempo de dispersão de energia e evitar fraturas ósseas (CLEMENTE *et al.*, 2011). Esses fatores se intensificam com o tamanho da espécie de lagarto. A forma vagarosa de deslocamento é um fator que aumenta as chances de atropelamento de répteis.

Apesar de não terem sido encontrados estudos na literatura que caracterizassem lesões ósseas em lacertídeos, no presente estudo apenas os répteis foram acometidos por lesões ósseas em cintura pélvica e vértebras caudais. Lagartos são conhecidos pela capacidade de autotomia da cauda, que se dá a partir de áreas mais frágeis entre as vértebras caudais (ARNOLD, 1986) e é utilizada principalmente como uma estratégia para fugir de predadores (PASSOS *et al.*, 2016). No presente estudo, quatro dos sete espécimes de *S. marianae* foram coletados com autotomia de cauda (Figura 4), dois deles com lesões adicionais ao longo dessa, sugestivas de atropelamento. Além do comprimento longo da cauda dessa espécie, que se torna um alvo fácil para os automóveis que se aproximam, a autotomia de cauda pode ter sido causada no momento do impacto ou momentos depois, nos últimos minutos de vida do animal, acometido por severo estresse fisiológico.

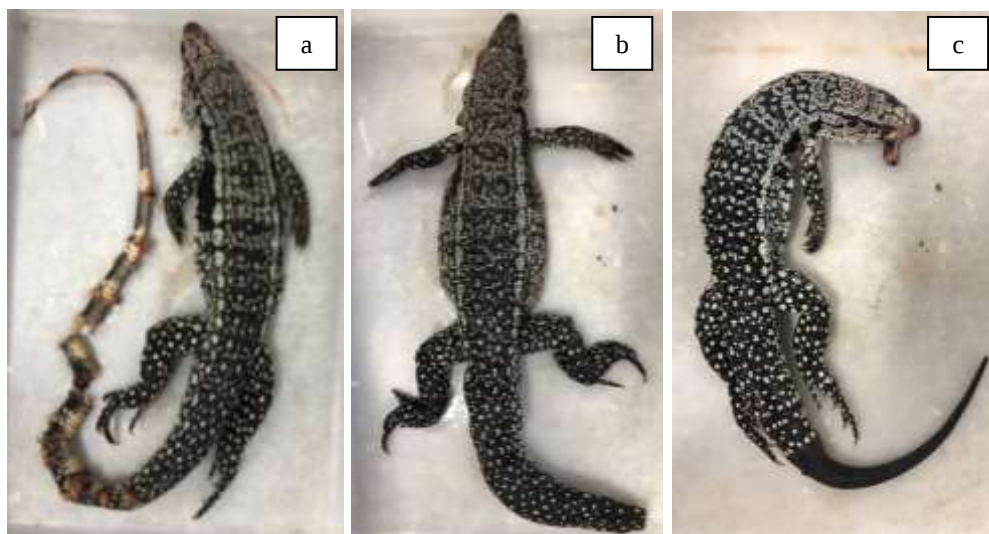


Figura 4 – Três diferentes condições observadas nos espécimes de *S. merianae* coletados, sendo (a) fraturas múltiplas de cauda; (b) autotomia de cauda; e (c) regeneração de cauda. Espécime proveniente do monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021.

4.1.3 Mammalia

O tipo de lesão mais observada em mamíferos no presente estudo condiz com os achados de Cross (2012), que afirma que animais de médio porte, ao colidirem contra automóveis, sofrem lesões predominantemente do tipo múltiplas. Contudo, Lacitignola *et al.*, (2021), ao estudarem, através de exame clínico e TCQ, traumas em crânios de oito raposas-vermelhas (*Vulpes vulpes*) vítimas de colisões contra automóveis na Itália, observaram que 67% das fraturas foram do tipo simples e 33% do tipo múltiplas, basicamente o oposto do encontrado no presente estudo.

O crânio foi a região mais acometida nos mamíferos do presente estudo, assim como nos estudos de Simpson *et al.* (2009), onde traumas contusos (observados através de exame clínico, radiografia e TCQ) em cães domésticos, em sua maioria vítimas de colisões contra automóveis, resultaram em 25% de acometimento em crânio. Por outro lado, os autores Minar *et al.* (2013) e Jang *et al.* (2019) encontraram como mais frequentes as lesões na região do esqueleto apendicular de cães domésticos e cão-guaxinim (*Nyctereutes procyonoides*), respectivamente. Minar *et al.* (2013), num estudo com cães domésticos vítimas de colisões contra automóveis, encontraram como mais comuns as lesões apendiculares. Jang *et al.* (2019), numa análise de fraturas, através de exame clínico e radiografia, de mamíferos silvestres da Coreia do Sul, em sua maioria vítimas de colisões contra automóveis, relataram como principais acometidos o veado-d'água-chinês (*Hydropotes inermis*), o cão-guaxinim (*N. procyonoides*) e

a doninha-siberiana (*Mustela sibirica*). Desses, *H. inermis* foram mais acometidos nas vértebras lombares e esqueleto apendicular; *N. procyonoides* em pelve e esqueleto apendicular; e *M. sibirica* em membros posteriores. Em paralelo a *N. procyonoides*, por ser de porte médio, *C. thous* apresentou um padrão diferente de lesões, sendo acometidos principalmente em crânio.

Argyros e Roth (2016) e Pastor *et al.* (2021) estudaram lesões ósseas especificamente em esqueleto apendicular de carnívoros silvestres e *C. thous*, respectivamente. Argyros e Roth (2016), ao estudarem a prevalência de lesões ósseas calcificadas em ossos longos de 413 indivíduos de 12 diferentes espécies de carnívoros silvestres provenientes de museus científicos do nordeste dos Estados Unidos, observaram que 18 desses indivíduos possuíam lesões ósseas calcificadas, sendo 13 (72,2%) nos membros pélvicos e 5 (27,8%) nos membros torácicos, sendo esses resultados condizentes com o presente estudo, que encontrou o dobro de lesões ósseas em membros pélvicos comparado com membros torácicos. Pastor *et al.* (2021) avaliaram, através de necropsia e radiografia, lesões em ossos longos de 18 indivíduos da espécie *C. thous* atropelados. Desses, apenas oito (44%) apresentaram lesões em esqueleto apendicular, valor ligeiramente superior ao apresentado no presente estudo (41,67%). Todos os indivíduos acometidos no presente estudo eram machos, enquanto que em Pastor *et al.* (2021), as fêmeas foram proporcionalmente mais afetadas. Apenas 20% (1/5) dos indivíduos do presente estudo apresentou mais de um osso longo fraturado, enquanto que em Pastor *et al.* (2021), 38% (3/8) apresentaram mais de um osso longo fraturado. Quanto aos ossos afetados, foi observado no presente estudo 66,67% nos membros torácicos e 33,33% nos membros pélvicos, enquanto Pastor *et al.* (2021) observou quantidades iguais (33,33%) de lesões em úmero, fêmur e tíbia, sem lesões observadas em rádio. Contudo, tanto Pastor *et al.* (2021) como outros autores (MINAR *et al.* 2013; LIBARDONI *et al.* 2016; KOSENGTHONGUE *et al.* 2019) encontraram uma maior quantidade de lesões em membros pélvicos de cães e gatos (*Felis catus*) domésticos, enquanto que no presente estudo foram encontradas mais lesões em membros torácicos. Quanto ao tipo, todas as lesões ósseas em ossos longos observadas no presente estudo foram transversas, condizente com o descrito por Pastor *et al.* (2021).

Navas-Suárez *et al.* (2019), num estudo com necropsia de antas (*Tapirus terrestris*) mortas por atropelamento em estradas do Cerrado brasileiro, encontraram majoritariamente fraturas ósseas em tórax e abdome. Apesar desse achado, as diferenças anatômicas entre *C. thous* e *T. terrestris* são grandes, já que *T. terrestris* são animais de membros curtos e tórax e abdome robustos, onde se dá a maior parte do impacto e consequentes fraturas ósseas.

4.2 LESÕES INTERCLASSES

Apesar das diferenças anatômicas e de tamanho do porte físico entre as espécies, cada indivíduo foi acometido por aproximadamente três lesões. Contudo, apesar de não haver diferença estatística entre as médias de tipos de lesões e regiões acometidas, observou-se uma maior incidência de lesões do tipo transversa e em esqueleto apendicular de aves e do tipo múltiplas e na região da cabeça de répteis e mamíferos.

Quatro dos espécimes coletados para o presente estudo não apresentaram lesões ósseas, apenas lesões em órgãos internos, dentre elas uma ave, um réptil e dois mamíferos (Figura 5). Condizente a isso, Ushine *et al.* (2021) não associaram colisões a fraturas ósseas, somente a lesões em órgãos internos, num estudo com necropsias de 55 passeriformes e coraciiformes que deram entrada em um centro de reabilitação em Tóquio, Japão. Aliado a isso, segundo Williamson (2000), colisões contra automóveis nem sempre causam fraturas ósseas, mas principalmente ruptura de órgãos e hemorragia interna, o que leva o animal à morte imediata.

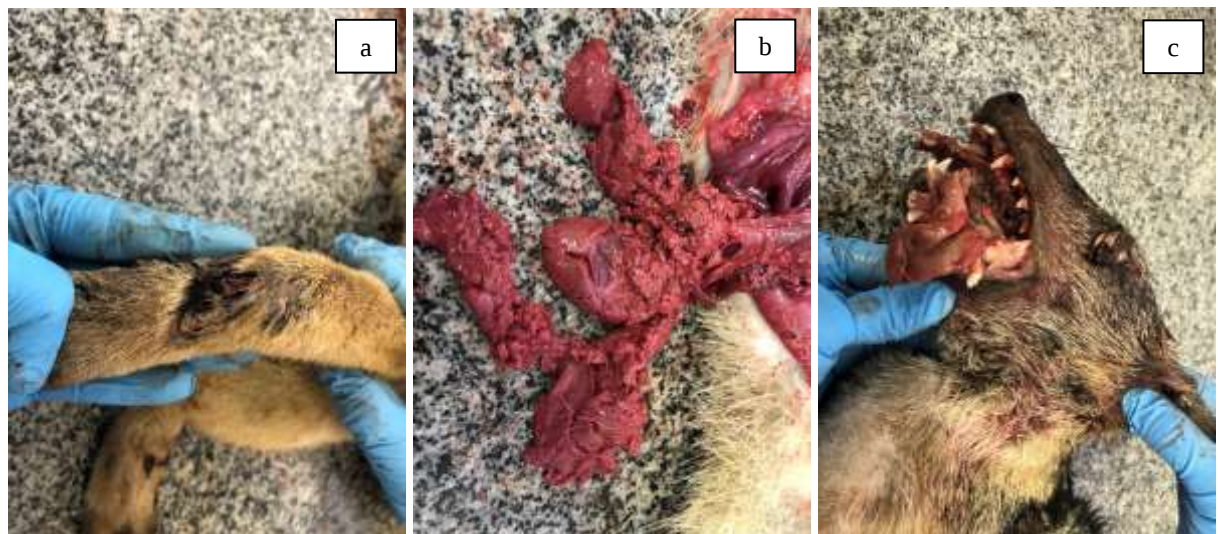


Figura 5 – Lesões diversas observadas em *C. thous*, sendo (a) escoriação em membro anterior esquerdo (b) ruptura de fígado; e (c) exoftalmia. Espécime proveniente do monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021.

4.3 NÚMERO DE LESÕES X DENSIDADE MINERAL ÓSSEA X ESCORE CORPORAL

Bertucelli *et al.* (2021) aferiram a densidade mineral óssea do úmero de cinco espécies de aves de rapina através de TCQ, obtendo valores médios em HU sem diferença estatística entre as espécies, porém maior nas espécies falcão-peregrino (*Falco peregrinus*) e tartaranhão-apívoro (*Pernis apivorus*) do que nas espécies águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*), suindara (*Tyto furcata*) e coruja-do-mato (*Strix aluco*).

Os valores de densidade mineral óssea do osso trabecular de vértebras de jiboias (*Boa constrictor constrictor*) descritos por Souza *et al.* (2018) foram o dobro dos valores descritos para os répteis do presente estudo, com uma média de 1.237,91mg/cm³ e 689,61mg/cm³, respectivamente. Para tartarugas verdes (*Chelonia mydas*), Oliveira *et al.* (2012) aferiram uma média de 308,9mg/cm³ em vértebra dorsal, o que é coerente com a necessidade de uma estrutura esquelética menos densa para o nado e sobrevivência aquática.

No estudo de Lee *et al.* (2015) sobre a determinação da densidade mineral óssea de cães domésticos com hiperadrenocorticismismo através de TCQ, o grupo controle apresentou uma média de 316,5mg/cm³ nos ossos trabeculares da quinta vértebra lombar, praticamente a metade dos valores encontrados para o mesmo osso de *C. thous* descrito no presente estudo, que foi de 611,56mg/cm³. Para gatos domésticos, Cheon *et al.* (2012), encontraram uma média de 257,9mg/cm³ nos ossos trabeculares da quinta vértebra lombar.

Como observado nas análises estatísticas, não houve relação significativa entre as médias do número de lesões, densidade mineral óssea e escore corporal dos indivíduos estudados, nos levando a inferir que a quantidade de cálcio nos ossos e o estado nutricional dos indivíduos podem ter uma parcela mínima ou mesmo ausente de influência na quantidade de lesões sofridas após colisão contra automóveis, sendo as particularidades anatômicas e comportamentais os fatores determinantes da quantidade, tipo e especialmente localização das lesões que acometem as diferentes Classes de vertebrados atropelados. Entretanto, sugere-se que sejam realizados novos estudos, com números amostrais maiores, a respeito dessa relação entre número de lesões, densidade mineral óssea e escore corporal de espécies silvestres.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DE LESÕES COMO FERRAMENTA PARA A CONSERVAÇÃO

Segundo Argyros e Roth (2016), as espécies de médio a grande porte são mais predispostas a se recuperarem de colisões mais leves contra automóveis do que espécies de pequeno porte quando expostas ao mesmo tipo de colisão. Espécies de pequeno porte são facilmente esmagadas no impacto, o que é facilitado devido ao comportamento de alguns pequenos carnívoros de darem as costas ao avistarem um automóvel, expondo a parte traseira, sendo essa a parte mais acometida quando tais animais tentam escapar correndo.

Levando em consideração que as lesões ósseas localizadas no crânio, especialmente as do tipo múltiplas, são as mais severas e possivelmente fatais, com menor possibilidade de tratamento, é possível supor que numa situação em que os animais relatados nesse estudo fossem socorridos pelos motoristas que contra eles colidiram, e levados até o centro de reabilitação de animais silvestres mais próximo, 75% das aves teriam chances de tratamento para posterior soltura, assim como 25% dos répteis e 25% dos mamíferos. Vale ressaltar que as lesões em crânio não são totalmente deletérias, uma vez que Lacitignola *et al.* (2021) relataram uma taxa de sobrevivência de 25% em indivíduos de *V. vulpes* com lesões em crânio após colisões contra automóveis, num centro de reabilitação de animais silvestres na Itália. Ainda, no estudo de Jang *et al.* (2019) com análise de fraturas de mamíferos silvestres recebidos num centro de reabilitação da Coreia do Sul, em sua maioria vítimas de colisões contra automóveis, 25% passaram por procedimentos cirúrgicos e se recuperaram, podendo ser soltos na natureza.

Apesar das limitações do presente estudo acerca do baixo número amostral, o estado que pode vir a se tornar comprometido das amostras e a extrapolação de dados de espécimes mortos para animais vivos, conclui-se que é possível, com mais estudos e com números amostrais maiores e que abranjam uma maior quantidade de espécies, que as possibilidades de reabilitação e os números de animais silvestres soltos aumente, uma vez que os profissionais envolvidos na reabilitação e soltura desses animais terão mais embasamento acerca das principais lesões sofridas por animais vítimas de atropelamento. Apesar de muitas vezes faltarem subsídios para que órgãos voltados para a reabilitação e soltura de animais silvestres funcionem corretamente, os esforços e recursos investidos em um espécime silvestre que seja já faz grande diferença para a conservação da espécie em questão, especialmente se essa se tratar de uma espécie com *status* vulnerável. Portanto esses esforços devem ser encorajados e principalmente investidos, uma vez que a conservação das espécies é essencial para o equilíbrio dos ecossistemas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foi observada uma média de cerca de três lesões por indivíduo de três Classes de vertebrados. Também foram descritas as tendências dessas lesões, sendo mais comuns as lesões do tipo transversa e na região de esqueleto apendicular de aves e do tipo múltiplas e na região da cabeça de répteis e mamíferos. Além disso, esse estudo trouxe médias de densidade mineral óssea de espécies que ainda não foram descritas na literatura, especialmente pelo método de TCQ. A ausência de relação estatisticamente significativa entre as médias de número de lesões, densidade mineral óssea e escore corporal nos mostra que os fatores anatômicos e comportamentais são predeterminantes da quantidade, tipo e especialmente localização das lesões que acometem as diferentes Classes de vertebrados, o que reforça a necessidade de tomada de medidas de mitigação específica para grupos taxonômicos ou funcionais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ARGUEDAS, R.; LÓPEZ, E. C.; OVARES, L. Bone fractures in roadkill Northern Tamandua *Tamandua mexicana* (Mammalia: Pilosa: Myrmecophagidae) in Costa Rica. **Journal of Threatened Taxa**, v. 11, n. 14, p. 14802–14807, 26 nov. 2019.
- ARGYROS, G. C.; ROTH, A. J. Prevalence of healed long-bone fractures in wild carnivores from the northeastern United States. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 47, n. 3, p. 879–882, 1 set. 2016.
- ARNOLD, E. N. Evolutionary aspects of tail shedding in lizards and their relatives. **Journal of Natural History**, v. 18, n. 1, p. 127–169, 1984.
- ASHLEY, E. P.; KOSLOSKI, A.; PETRIE, S. A. Incidence of intentional vehicle-reptile collisions. **Human Dimensions of Wildlife**, v. 12, n. 3, p. 137–143, maio 2007.
- BAUNI, V.; ANFUSO, J.; SCHIVO, F. Mortalidad de fauna silvestre por atropellamientos en el bosque atlántico del Alto Paraná, Argentina. **Ecosistemas**, v. 26, n. 3, p. 54–66, 1 set. 2017.

- BECKMANN, C.; SHINE, R. Do drivers intentionally target wildlife on roads? **Austral Ecology**, v. 37, n. 5, p. 629–632, ago. 2012.
- BERTUCCELLI, T. et al. Predisposing Anatomical Factors of Humeral Fractures in Birds of Prey: A Preliminary Tomographic Comparative Study. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 35, n. 2, p. 123–134, 1 jun. 2021.
- BIRKS, J. Polecats. **Whittet Books Ltd.**, Stanstead, 2015.
- BRAILLON, P. M. et al. Assessment of the bone mineral density in the lumbar vertebrae of newborns by quantitative computed tomography. **Skeletal Radiol**, v. 25, p. 711–715, 1996.
- BROGDON, B. G.; LICHTENSTEIN, J. E. Forensic Radiology in Historical Perspective. **Critical Reviews in Diagnostic Imaging**, v. 41, n. 1, p. 13–42, 2000.
- CLEMENTE, C. J. et al. Evolution of limb bone loading and body size in varanid lizards. **Journal of Experimental Biology**, v. 214, n. 18, p. 3013–3020, set. 2011.
- COUSINS, R. A. et al. Impact injuries and probability of survival in a large semiurban endemic pigeon in New Zealand *Hemiphaga novaeseelandiae*. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 48, n. 3, p. 567–574, 2012.
- CROSS, A. R. Fracture biology and biomechanics. In: TOBIAS K. e S. JOHNSTON (eds). **Veterinary Surgery Small Animal**, v. 1, p. 1196, 2012.
- CUMMINGS, S. R.; BATES, D.; BLACK, D. M. Clinical Use of Bone Densitometry Scientific Review. **JAMA**, v. 288, n. 15, p. 1889–1897, 2002.
- ERRITZOE, J.; MAZGAJSKI, T. D.; REJT, Ł. Bird Casualties on European Roads — A Review. **Acta Ornithologica**, v. 38, n. 2, p. 77–93, 2003.
- FRANSON, C. J.; THOMAS, N. J.; SMITH, M. R.; ROBBINS, A. H.; NEWMAN, S.; MCCARTIN, P. C. A retrospective study of postmortem findings in Red-tailed Hawks. **J. Raptor Res.** v. 30, p.7–14, 1996.
- FAJARDO, I. Monitoring non-natural mortality in the barn owl (*Tyto alba*), as an indicator of land use and social awareness in Spain. **Biological Conservation**, v. 97, p. 143–149, 2000.

- GEORGE, A. H. Consolidação de fraturas e complicações. In: THRALL, D. E. **Diagnóstico de Radiologia Veterinária**. 7.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.
- GRESPLAN, A.; RASO, T. F. Psittaciformes (Araras, Papagaios, Periquitos, Calopsitas e Cacatuas). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais silvestres: Medicina Veterinária**. 2.ed. São Paulo: Editora GEN/Roca, 2014.
- HARRIS, M. C.; SLEEMAN, J. M. Morbidity and mortality of Bald Eagles (*Haliaeetus leucocephalus*) and Peregrine Falcons (*Falco peregrinus*) admitted to the wildlife center of Virginia, 1993–2003. *J. Zoo Wildl. Med.* v. 38, p.62–66, 2007.
- HOEY, B. A. et al. Postmortem computed tomography, “CATopsy”, predicts cause of death in trauma patients. **Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care**, v. 63, n. 5, p. 979–985, nov. 2007.
- ICMBio. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Fumaça**. 57p. 2020.
- ICMBio. **Plano de Manejo Floresta Nacional de Açu**. 62p. 2019.
- JANG, H. et al. Fracture analysis of wild mammals in South Korea. **Korean Journal of Veterinary Research**, v. 59, n. 4, p. 175–180, 1 dez. 2019a.
- JANG, H. K. et al. Fracture analysis of wild birds in South Korea. **Journal of Veterinary Clinics**, v. 36, n. 4, p. 196–199, 2019b.
- KARESH, W. B. Wildlife Rehabilitation: Additional Considerations for Developing Countries. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 26, n. 1, p. 2-9, 1995.
- KELLY, A.; BLAND, M. Admissions, diagnoses, and outcomes for European Sparrowhawks (*Accipiter nisus*) brought to a wildlife rehabilitation center in England. **J. Rap. Res.** v. 40, p. 231–235, 2006.
- KELLY, G.; DELBARCO-TRILLO, J. Importance of taxonomic group, life stage and circumstance of rescue upon wildlife rehabilitation in Ontario, Canada. **Journal for Nature Conservation**, v. 57, 1 out. 2020.
- KEOSENTHONG, A. et al. Incidence and classification of bone fracture in dogs and cats: a retrospective study at a Veterinary Teaching Hospital, Khon Kaen University, Thailand (2013-2016). **Veterinary Integrated Sciences**, v. 17, n. 2, p. 127–139, 2019.

- KERAN, D. The incidence of man-caused and natural mortalities to raptors. **Raptor Research**, v. 15, n. 4, p. 108–112, 1981.
- KIM, T.; KWON, Y. Bone fractures in raptors in the Daegu-Gyeongbuk region: A retrospective study. **Journal of Veterinary Clinics**, v. 33, n. 5, p. 261–265, 1 out. 2016.
- KING, A. S.; JOHN, M. **Birds, their structure and function**, 2. ed. Philadelphia: Bailliere Tindall, 1984. p. 43-78.
- KOMNENOU, A. T. et al. A retrospective study of presentation, treatment, and outcome of free-ranging raptors in Greece (1997-2000). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 36, n. 2, p. 222–228, 2005.
- KRONE, O.; LANGGEMACH, T.; SÖMMER, P.; KENNTNER, N. Causes of mortality in White-tailed Sea Eagle from Germany. In: HELANDER, B.; MARQUIS, M.; BOWERMAN, W. Sea Eagle 2000: proceedings from an international conference at Björkö, Sweden. **Swedish Society for Nature Conservation (SNF)**, Stockholm, Sweden, p. 211-218, 2003.
- KWOK, A. B. C. et al. Trends in wildlife rehabilitation rescues and animal fate across a six-year period in New South Wales, Australia. **PLoS ONE**, v. 16, n. 9 September, 1 set. 2021.
- LACITIGNOLA, L. et al. Ct findings and histological evaluation of red foxes (*Vulpes vulpes*) with chronic head trauma injury: A retrospective study. **Animals**, v. 11, n. 4, 1 abr. 2021.
- LAFLAMME, D. P. Development and validation of a body condition score system for dogs. **Canine practice**, v. 22, p. 10-15, 1997.
- LEE, D. et al. Quantitative CT assessment of bone mineral density in dogs with hyperadrenocorticism. **Journal of Veterinary Science**, v. 16, n. 4, p. 531–542, 2015.
- LIBARDONI, R. DO N. et al. Fraturas apendiculares de etiologia traumática em cães: 955 casos (2004-2013). **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 542–546, 1 mar. 2016.
- MAKHLOUF, F. et al. Gunshot fatalities: Correlation between post-mortem multi-slice computed tomography and autopsy findings: A 30-months retrospective study. **Legal Medicine**, v. 15, n. 3, p. 145–148, maio 2013.

- MARTINEZ, R. M. et al. Cat CAT-scan: Postmortem imaging and autopsy of two cats. **Journal of Forensic Radiology and Imaging**, v. 3, n. 1, p. 80–86, 1 mar. 2015.
- MINAR, M. et al. Retrospective study on fractures in dogs. **Journal of Biomedical Research**, v. 14, n. 3, p. 140–144, 30 set. 2013.
- MOLINA-LÓPEZ, R. A.; CASAL, J.; DARWICH, L. Causes of morbidity in wild raptor populations admitted at a wildlife rehabilitation centre in Spain from 1995-2007: A long term retrospective study. **PLoS ONE**, v. 6, n. 9, 23 set. 2011.
- NAVAS-SUÁREZ, P. E. et al. Pathological Findings in Lowland Tapirs (*Tapirus terrestris*) Killed by Motor Vehicle Collision in the Brazilian Cerrado. **Journal of Comparative Pathology**, v. 170, p. 34–45, 1 jul. 2019.
- NEWTON, I. The sparrowhawk. **T. and A. D. Poyser**, Staffordshire, U.K, 1986.
- OLIVEIRA, J. F. DE et al. Densitometria da vértebra dorsal, osso pleural e osso neural em tartarugas verdes hípidas por tomografia computadorizada quantitativa. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1440–1445, 2012.
- PARK, S. et al. Quantitative computed tomographic assessment of bone mineral density changes associated with administration of prednisolone or prednisolone and alendronate sodium in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 76, n. 1, p. 28–34, 2015.
- PASSOS, D. C. et al. Tail trifurcation in the lizard *Salvator merianae* (Squamata: Teiidae) investigated by computer tomography. **Phyllomedusa**, v. 15, n. 1, p. 79–83, 1 jun. 2016.
- PASTOR, F. M. et al. Fraturas em ossos longos de *Cercopithecus thomasi*: avaliação macroscópica e microestrutural. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, 2021.
- PUNCH, P. A retrospective study of the success of medical and surgical treatment of wild Australian raptors. **Aust Vet J**, v. 79, n. 11, p. 747–752, 2001.
- RIBAS, L. M. et al. Postmortem Analysis of Injuries by Roadkill of a White-eared Opossum (*Didelphis Albiventris*) by Radiographs and Forensic Necropsy-A Virtopsy Case Report. **Journal of Veterinary Science & Technology**, v. 07, n. 01, 2015.

- RIO GRANDE DO NORTE. Perfil do seu município: Assú. SEMARH/IDEMA: Natal, RN, v. 10, p. 1-24, 2008. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016656.PDF>.
- SIMPSON, S. A.; SYRING, R.; OTTO, C. M. Severe blunt trauma in dogs: 235 cases (1997-2003): Retrospective study. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 19, n. 6, p. 588–602, dez. 2009.
- SOUZA, J. C. S. DE et al. Quantitative computed tomography of healthy adult boas (*Boa constrictor*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 49, n. 4, p. 0–000, 2018.
- TAYLOR, M. E. Bone diseases and fractures in East African Viverridae. **Can. J. Zool**, v. 49, p. 1035–1042, 1971.
- THALI, M. J. et al. Forensic veterinary radiology: Ballistic-radiological 3D computer tomographic reconstruction of an illegal lynx shooting in Switzerland. **Forensic Science International**, v. 171, n. 1, p. 63–66, 24 ago. 2007.
- THALI, M. J. et al. Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by postmortem multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) – a feasibility study. **Journal of forensic sciences**. v. 48, n. 2, p. 386–403, 2003.
- USHINE, N. et al. Internal and external features of wild birds after collisions without apparent trauma in Japan. **bioRxiv**, 2021.
- WENDELL, M. D.; SLEEMAN, J. M.; KRATZ, G. Retrospective study of morbidity and mortality of raptors admitted to Colorado State University Veterinary Teaching Hospital during 1995 to 1998. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 38, n. 1, p. 101–106, 2002.
- WILLIAMSON, A. Initial examination of rescued birds. **Bird Care and Conservation Society of South Australia Inc.** Caring for Rescued Birds Series 1-6, 2000.
- YOON, H.-Y.; FOX, D. B.; JEONG, S.-W. Long Bone Fractures in Raptors: 28 cases (2004-2007). **Journal of Veterinary Clinics**, v. 25, n. 3, p. 215–217, 2008.
- ZERBINI, T. et al. Differences between postmortem computed tomography and conventional autopsy in a stabbing murder case. **Clinics**, v. 69, n. 10, p. 683–687, 1 dez. 2014.

CAPÍTULO II: PESQUISA DE ENTEROBACTÉRIAS E RESISTÊNCIA BACTERIANA EM ESPÉCIMES SILVESTRES NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: AMOSTRAGEM OPORTUNISTA

RESUMO: A sobreposição de habitats aliada ao avanço dos centros urbanos tem resultado na maior interação entre animais silvestres, domésticos e humanos, além dos dejetos desses últimos. O consumo de animais, tanto por predadores como por humanos, submetidos a tratamentos com antimicrobianos, acarreta não só no perigo imediato à saúde, mas também a longo prazo, uma vez que essa prática pode acarretar na seleção de bactérias resistentes. Entre 2018 e 2021 foram realizados monitoramentos de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, sendo elas o Parque Nacional da Fumaça, a Floresta Nacional de Açu e a Estação Ecológica do Seridó. Ao todo foram coletados 20 animais frescos, com menos de seis horas de morte. Os animais compunham seis espécies de três Classes de vertebrados, e foram triados e coletados amostras da mucosa gastrointestinal com *swab* para análise microbiológica. Das 20 amostras cultivadas, em apenas duas cresceram colônias bacterianas, sendo uma de *Cathartes burrovianus* e outra de *Cerdocyon thous*. As bactérias foram identificadas como *Enterobacter sp.* da primeira amostra e *Citrobacter freundii* e *Pseudomonas aeruginosa* da segunda amostra. Após realização de antibiograma das cepas em questão, observou-se que *Enterobacter sp.* foi resistente a 81,3%; *C. freundii* foi sensível a 100%; e *P. aeruginosa* foi resistente a 85,7% dos antimicrobianos testados. O presente estudo realizou a pesquisa de enterobactérias do trato gastrointestinal de animais silvestres mortos por atropelamento, através da utilização da amostragem oportunista. As cepas de *Enterobacter sp.* para *C. burrovianus* e de *C. freundii* e *P. aeruginosa* para *C. thous* foram primeiramente descritas. O alto índice de resistência bacteriana aos antimicrobianos testados é alarmante e faz máster a tomada de providências por parte da vigilância sanitária quanto ao descarte adequado de resíduos hospitalares e venda indiscriminada de antimicrobianos, além da conscientização de produtores de produtos de origem animal acerca do cumprimento do período de carência adequado dos antimicrobianos e descarte correto das carcaças que não têm como finalidade o consumo humano.

Palavras chaves: Animais de vida livre; Atropelamento; Antibiótico; *Enterobacteriaceae*.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os inúmeros fatores deletérios que a urbanização trouxe para as populações de animais silvestres, um dos mais gritantes é o impacto na biodiversidade. A construção de estradas causa a fragmentação e perda de habitat, diminuição da cobertura vegetal contínua, efeito de borda e elevação do índice de mortalidade por atropelamento (VIEIRA, 1996; SANTOS e CAVALCANTI, 2004; RODRIGUES, 2005).

A amostragem oportunista através de animais mortos por atropelamento é uma fonte com grande potencial e que está dentro dos padrões bioéticos, devendo ser encorajada (CASE, 1978; JESSUP, 2003), ainda mais, aliada à reduzida quantidade de informações de algumas

espécies raras e dificuldade de obtenção de amostras (GOMES *et al.*, 2005). Esses cadáveres são subutilizados, apesar de serem fonte para uma ampla gama de estudos. A abundância de espécimes atropelados nas estradas pode proporcionar um grande número amostral, além de dispensar o uso de animais vivos ou em cativeiro e possibilitar o estudo a longo prazo e de forma cronológica de uma determinada população e numa localização geográfica definida (JESSUP, 2003; SMITH-PATTEN e PATTEN, 2008).

A Família Enterobacteriaceae é a maior dentre as causadoras de infecções em humanos (JANDA e ABBOTT, 2021). Seus representantes são muito variados, desde agentes comensais que só causam infecções de maneira oportunista até representantes virulentos causadores de infecções graves. Sua contaminação ocorre principalmente por meio fecal, porém está presente na água, solo, plantas e animais (JANDA e ABBOTT, 2021). São agentes gram-negativos, causadores de diarreia, sepse e infecções do trato urinário. Seus principais representantes são *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Yersinia spp*, *Klebsiella spp*, *Proteus spp*, *Citrobacter spp*, *Enterobacter spp*, *Serratia marcescens* e *Morganella morganii* (JANDA e ABBOTT, 2021).

Pesquisas relacionadas à descrição de enterobactérias em animais silvestres disponíveis na literatura abordam principalmente espécimes de cativeiro, uma vez que esses são mais susceptíveis ao contato com animais domésticos e humanos (e. g. MORENO *et al.*, 1972, GOMES *et al.*, 2011 e SOUSA *et al.*, 2019). Tal contato pode acarretar na ocorrência de zoonoses e outros problemas de saúde humana e conservação das espécies silvestres. Estudos como os de Moreno *et al.* (1972), Gomes *et al.* (2011) e Sousa *et al.* (2019) encontraram, através de coproculturas e swabs retais, diversas cepas de enterobactérias em espécies de animais silvestres, assim como altas taxas de resistência bacteriana a antimicrobianos, inclusive a antibióticos de uso estritamente humano e em animais que nunca haviam recebido tratamento antimicrobiano anteriormente.

O estudo acerca da microbiota gastrointestinal normal dos animais silvestres é fundamental pois serve como base para diversos outros estudos, dentre eles os voltados para a resistência bacteriana a antimicrobianos. O tópico emergente *One health* aponta a resistência bacteriana a antimicrobianos como um grave problema mundial de saúde pública, uma vez que há o aumento da morbidade, mortalidade, custos de tratamento e diminuição das opções de fármacos disponíveis (MUKERJI *et al.*, 2017). Os antibióticos são amplamente utilizados para tratamento de doenças tanto humanas como veterinárias e, por serem de fácil acesso à

população, estão altamente relacionados com o aumento da resistência bacteriana (VAN DUJKEREN *et al.*, 2019).

O presente estudo teve como finalidade pesquisar a presença de enterobactérias no trato gastrointestinal de animais silvestres mortos por atropelamento em estradas do semiárido brasileiro, além de investigar acerca da resistência bacteriana a antimicrobianos por parte das cepas encontradas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado através da amostragem oportunista por meio de monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil: o Parque Nacional da Fumaça (5° 4' 14,88" S, 37° 32' 1,51" O), a Floresta Nacional de Açu (5° 57' 74.79" N, 36° 94' 7.14" W) e a Estação Ecológica do Seridó (6° 34' 44.63" N, 37° 15' 6.78" W), entre os anos de 2018 e 2021. Ao encontrar um animal fresco na pista, esse era fotografado, etiquetado e acondicionado em saco plástico dentro de isopor com gelo até ser transferido para um freezer no Laboratório de Ecologia e Conservação da Fauna Silvestre (Ecofauna), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Para a coleta das amostras, foram utilizados *swabs* na mucosa do estômago dos répteis e mamíferos, e do ventrículo das aves, assim como do duodeno das três Classes de vertebrados, quando possível. Os *swabs* foram acondicionados em frasco estéril individualmente e encaminhados, sob refrigeração em isopor com gelo gel artificial reutilizável, para o LAMIV (Laboratório de Microbiologia Veterinária), na UFERSA, onde procederam-se a realização de cultivo, citologia, provas bioquímicas e antibiograma.

As amostras foram semeadas em ágar *Eosin Methylene Blue* (EMB) e colocadas em estufa microbiológica a 37°C durante 24h. Em seguida foram observadas as características morfológicas, como coloração, borda, brilho e aspecto da colônia. As características morfotintórias foram verificadas através da coloração de Gram (QUINN *et al.*, 2013).

Para a identificação da espécie do agente etiológico, foi realizada a semeadura do inóculo em caldo *Brain Heart Infusion* (BHI) e estufa microbiológica a 37°C durante 24h. Logo após foram realizadas uma série de provas bioquímicas, tais como motilidade, H₂S, indol, citrato, oxidase, oxidação e fermentação de glicose, aminoácidos (fenilalanina, ornitina, arginina, lisina e esculina), meio triplice açúcar ferro (TSI) e vermelho metila (VM).

O antibiograma foi realizado para conhecer a sensibilidade ou resistência do agente etiológico aos antimicrobianos pela técnica de Bauer *et al.* (1966), onde uma suspensão do agente patogênico foi distribuída sobre a superfície de uma placa de Petri contendo ágar Muller-Hinton, através de um *swab* estéril. Em seguida, os discos contendo os antibiogramas a serem testados foram depositados de forma equidistante sobre o ágar. As placas de Petri foram mantidas em estufa bacteriológica por 24 horas. A leitura da sensibilidade ou resistência da bactéria aos antimicrobianos foi realizada medindo os halos formados em volta dos discos de antimicrobianos, através de régua com precisão de 1mm.

3 RESULTADOS

No total foram coletados 20 animais frescos com menos de seis horas de morte e de interesse para o estudo, sendo quatro aves, oito répteis e oito mamíferos. Dentre as espécies estavam um urubu-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*), um carcará (*Caracara plancus*), dois gaviões-carijós (*Rupornis magnirostris*), uma iguana-verde (*Iguana iguana*), sete tejos (*Salvator merianae*), e oito cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*) – Figura 3.

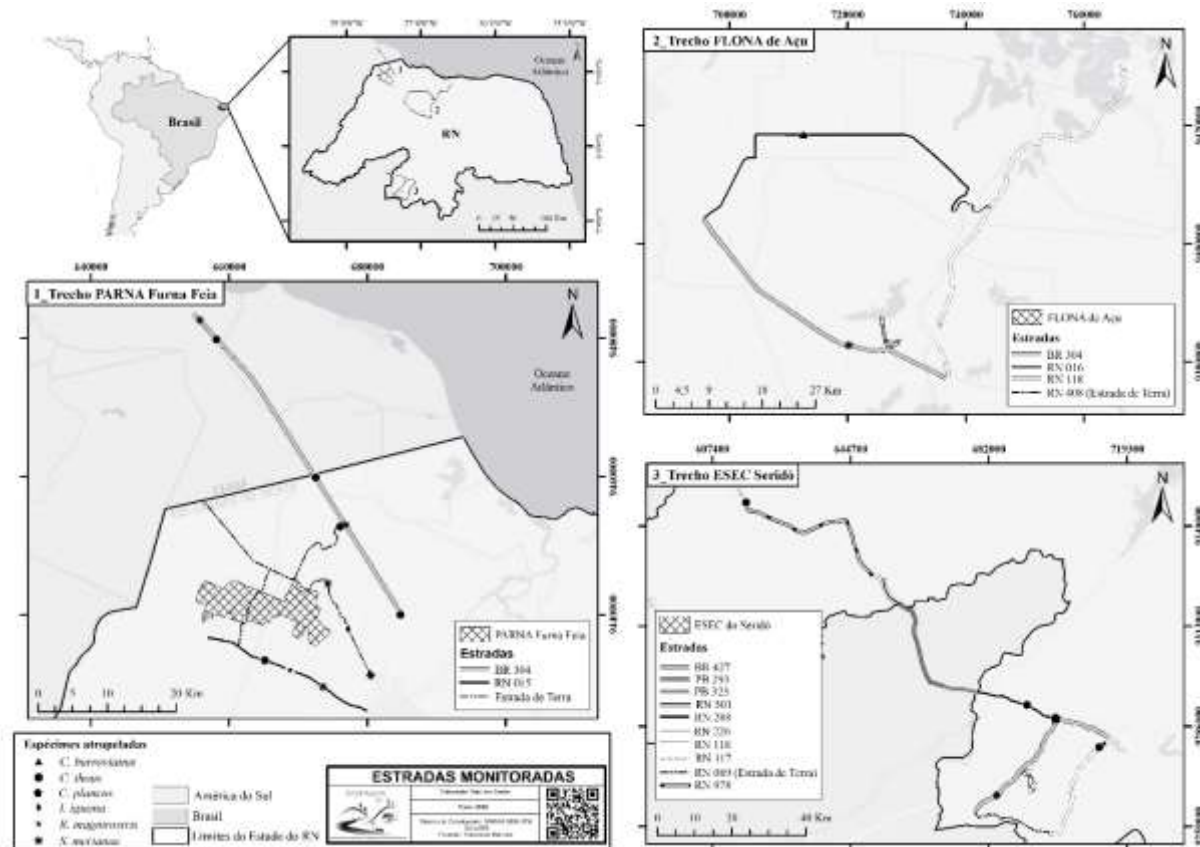


Figura 3 – Localização geográfica dos animais coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021: 1 PARNA Fuma Feia, onde foram coletados 12 animais; 2 FLONA de Açu, onde foram coletados dois animais; 3 ESEC do Seridó, onde foram coletados seis animais.

Das 20 amostras cultivadas, em apenas duas cresceram colônias bacterianas. Uma delas apresentou duas colônias diferentes.

A amostra de *C. burrovianus* apresentou características morfológicas de bacilos gram-negativos. A colônia, por sua vez, apresentou-se mucoide, confluyente, com centro marrom acinzentado e luz transmitida. Dentre os testes bioquímicos, só foi positivo para oxidação e fermentação de glicose, arginina, esculina e VM. Os achados combinados identificaram o microrganismo em questão como *Enterobacter sp.* Foi feito o antibiograma com os antibióticos ampicilina, amoxicilina/ácido clavulânico, cefoxitina, ceftriaxona, cefotaxima, ceftazidima, imipenem, amicacina, gentamicina, tobramicina, cloranfenicol, ciprofloxacina, norfloxacina, ofloxacina, sulfametoxazol/trimetoprina e nitrofurantoína. A colônia de *Enterobacter sp.* foi resistente a 81,3% (13/16) dos antimicrobianos testados sendo sensível somente à ampicilina, amoxicilina/ácido clavulânico e gentamicina.

Uma amostra de *C. thous* apresentou o crescimento de duas colônias distintas. A primeira apresentou características morfológicas de bacilos gram-negativos. Sua colônia, por

sua vez, apresentou-se com aspecto plano, enegrecido, com centro mais escuro e brilho verde-metálico. Os testes bioquímicos foram positivos para motilidade, H₂S, citrato, oxidação e fermentação de glicose, ornitina, esculina, TSI e VM. Portanto, concluímos que o agente patológico se tratava de *Citrobacter freundii*. Para o antibiograma, foram testados os antibióticos ampicilina, amoxicilina/ácido clavulânico, cefoxitina, ceftriaxona, cefotaxima, ceftazidima, imipenem, amicacina, gentamicina, tobramicina, cloranfenicol, ciprofloxacina, norfloxacin, ofloxacina, sulfametoxazol/trimetropina e nitrofurantoína. O microrganismo foi sensível a todos os antimicrobianos testados. A segunda colônia da mesma amostra de *C. thous* anterior, também se apresentou com características morfotintoriais de bacilos gram-negativos. Sua colônia demonstrou formato plano com bordas de infusão, pigmentação amarelada e de odor doce. Os testes bioquímicos foram positivos para motilidade, H₂S, citrato, oxidase, oxidação e fermentação de glicose, esculina, TSI e VM. Dessa forma concluímos que se tratava de *Pseudomonas aeruginosa*. O antibiograma foi feito com os antibióticos ceftazidima, cefepima, imipenem, aztreonam, amicacina, ciprofloxacina e piperacilina-tazobactam. A colônia de *P. aeruginosa* foi resistente a 85,7% (6/7) dos antimicrobianos testados, sendo sensível somente à amicacina e intermediário ao imipenem e ciprofloxacina, o que significa que tende à sensibilidade caso seja aumentada a exposição do agente patológico ao antibimicrobiano.

4 DISCUSSÃO

As bactérias encontradas, Enterobacter e Citrobacter, são gram-negativas pertencentes à Família Enterobacteriaceae, encontradas na água, no solo e como comensais no trato gastrointestinais de humanos (KUS e BURROWS, 2007). Esses dois gêneros são naturalmente resistentes aos beta-lactâmicos e várias cefalosporinas (PEPPERELL *et al.*, 2002). A espécie *Pseudomonas aeruginosa* é um bacilo gram-negativo que possui distribuição cosmopolita, podendo ser encontrada no solo, na água, nas plantas e nos animais, especialmente em regiões úmidas da pele de seres humanos (ouvido externo, axilas e região anogenital). Sua característica oportunista a faz presente também em ambientes hospitalares (BALASUBRAMANIAN *et al.*, 2013).

C. burrovianus é uma das seis espécies de urubus que ocorrem no Brasil. Pertencente à Família Cathartidae, é necrófago e oportunista, caçando pequenos vertebrados durante voos

rasantes (MENQ, 2018). Está classificada pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), como menos preocupante.

Não foram encontrados estudos acerca de pesquisas de enterobactérias para a *C. burrovianus*. Contudo, Carvalho *et al.* (2003) isolaram 17 espécies de bactérias do trato digestivo de *Coragyps atratus*, que possuem os mesmos hábitos alimentares de *C. burrovianus*. As aves foram capturas em Belo Horizonte, Minas gerais, e eutanasiadas para estudo. Fragmentos do trato gastrointestinal foram macerados e cultivados, encontrando através de tal técnica a presença de *Actinomyces bovis*, *Lactobacillus cellobiosus*, *Micrococcus luteus*, *Neisseria sicca*, *Staphylococcus epidermidis*, *Clostridium bifermentans*, *Clostridium sp.*, *Enterobacter agglomerans*, *Escherichia coli*, *Escherichia fergusonii*, *Peptostreptococcus sp.*, *Sarcina sp.*, *Serratia odorífera* e *Shigella flexneri*. O estudo de Suárez-Pérez *et al.* (2020) encontrou cerca de 80% de *E. coli*, 6% de *Salmonella spp.* e os demais 13% de outras enterobactérias (*Proteus mirabilis*, *Providencia rettgeri*, *P. stuartii*, *Klebsiella pneumoniae*, *K. oxytoca*, *Raoultella ornithinolytica* e *Citrobacter braakii*) nas amostras de swabs cloacais de 142 indivíduos de outra espécie de Accipitriforme, o urubu egípcio (*Neophron percnopterus majorensis*), ao longo de três anos de pesquisa. As cepas apresentaram as maiores porcentagens de resistência bacteriana aos antimicrobianos ampicilina, tetraciclina e sulfametoxazol/trimetropina.

C. thous é a única espécie de canídeo silvestre registrada na Caatinga (LIMA, 2009). Distribui-se por toda a América do Sul e possui hábitos alimentares onívoros e oportunistas, o que vem sendo relacionado a áreas alteradas e degradadas (SANTOS, 2013). Também está classificada pela IUCN, como menos preocupante. Contudo, são poucos os estudos sobre helmintos intestinais da espécie na Caatinga (BRANDÃO, 2007; LIMA, 2009; HOPPE *et al.*, 2010).

Em estudos realizados por Gomes *et al.* (2005 e 2011), foi feita a pesquisa de enterobactérias através das fezes de animais silvestres de um criadouro conservacionista em Palmas, Tocantins. Para *C. thous*, o primeiro estudo identificou cepas de *Enterobacter sp.*, *Klebsiella sp.* e *Serratia sp.*, e o segundo apenas cepas de *Enterobacter sp.* e *Klebsiella sp.* Lima *et al.* (2012) realizaram microbiologia de swabs retais e otológicos de carnívoros silvestres do zoológico do Parque Estadual de Dois Irmãos, Pernambuco, e identificaram em seis dos nove espécimes de *C. thous*, cepas de *Salmonella spp* nas amostras retais e cepas de *Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Klebsiella sp.* e *Escherichia coli* nas amostras de condutos auditivos.

O uso indiscriminado de antimicrobianos tanto no meio médico como no meio veterinário é a maior causa do aumento da resistência bacteriana a esses fármacos (BEZERRA *et al.*, 2017). Apesar de alguns antimicrobianos trazerem o tempo de carência na embalagem, essas informações são específicas para espécies de animais, ou seus subprodutos, que são utilizados como alimentação humana. Uma vez que esse animal medicado morre e sua carcaça não tem a destinação correta, animais de hábitos necrófagos, como é o caso de *C. burrovianus*, podem se alimentarem dos cadáveres e, a partir disso, desenvolverem resistência aos antimicrobianos através da ingestão de resíduos de antimicrobianos ou da própria bactéria resistente. Corroborando com isso, o estudo de Blanco *et al.* (2016) encontrou resíduos de fluoroquinolonas em 92% das amostras de plasma de abutres que se alimentavam com carcaças de gado doméstico, o que pode levar não só à resistência bacteriana, como também a outros problemas sistêmicos, tais como alterações na microbiota e distúrbios nas cartilagens. A preocupação é ainda maior quando há resistência bacteriana a antimicrobianos que são de uso exclusivamente hospitalar, como é o caso do imipenem (ver TZOUVELEKIS *et al.*, 2012; DARWICH *et al.*, 2019; LIAO *et al.*, 2019), e que leva a questionar quanto à destinação adequada de resíduos hospitalares e/ou à predação de animais sinantrópicos ou oportunistas que anteriormente tenham tido contato com esses resíduos. Quanto às sulfonamidas, a resistência a essas e às associações entre sulfas/trimetopina é bastante conhecida devido a ampla utilização desses medicamentos como adjuvantes da produção animal, para controle de infecções e tratamento (BEZERRA *et al.*, 2017). Com o passar dos anos, esse uso veio a limitar sua eficácia e a descartá-los como primeira opção no tratamento de bacterioses (BEZERRA *et al.*, 2017). Caso semelhante ocorre com a nitrofurantoína, também bastante utilizada como aditivo na produção animal e, o fato de animais que nunca foram submetidos a tratamento antimicrobiano apresentarem resistência a esse tipo de medicamento, indica uma possível contaminação ambiental (BEZERRA *et al.*, 2017).

Os órgãos competentes, como a vigilância sanitária, devem melhorar o sistema de fiscalização relacionada à destinação correta dos resíduos hospitalares e da venda indiscriminada de antimicrobianos, tanto de uso humano como veterinário. Devem-se conscientizar produtores quanto ao cumprimento do tempo de carência adequado dos antimicrobianos utilizados nos animais do plantel e da destinação adequada das carcaças. Ademais, a escolha do antibiótico para tratamento de bacterioses deve ser feita, juntamente com os demais exames pertinentes, após realização de antibiograma, uma vez que o tratamento empírico também é um meio de proporcionar a resistência bacteriana aos antimicrobianos.

A amostragem oportunista é uma ferramenta de grande importância para o estudo de diversas áreas, dentre elas a microbiologia. Entretanto, tendo em vista o baixo número de amostras que cresceram após cultivo em laboratório (apenas 10% do total das amostras coletadas) sugere-se que a coleta de amostras para estudo microbiológico seja feita o quanto antes o animal for trazido do campo para o laboratório, ainda sob refrigeração, evitando assim que o espécime seja congelado antes da coleta, uma vez que enterobactérias são mesófilas e a temperatura de congelamento pode destruí-las.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo as cepas de *Enterobacter sp.* para *C. burrovianus* e de *C. freundii* e *P. aeruginosa* para *C. thous* foram primeiramente descritas. A cepa de *Enterobacter sp.* foi resistente a 81,3%; *C. freundii* foi sensível a 100%; e *P. aeruginosa* foi resistente a 85,7% dos antimicrobianos testados. Exceto por *C. freundii*, a resistência a múltiplas drogas por parte de *Enterobacter sp.* e *P. aeruginosa* são preocupantes, principalmente após olhar mais atento sobre os antimicrobianos em questão, o que pode limitar as opções de drogas disponíveis para o tratamento tanto de animais como de humanos, aumentando a morbidade e mortalidade provenientes de bacterioses.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALASUBRAMANIAN, D. et al. A dynamic and intricate regulatory network determines *Pseudomonas aeruginosa* virulence. **Nucleic Acids Research**, v. 41, n. 1, p. 1–20, jan. 2013.
- BAUER, A. W. et al. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **Am. J. Clin. Pathol.**, v. 45, p. 493, 1966.
- BEZERRA, W. G. A. et al. Antibióticos no setor avícola: uma revisão sobre a resistência microbiana. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 254, p. 301–307, 2017.
- BLANCO, G. et al. Wildlife contamination with fluoroquinolones from livestock: Widespread occurrence of enrofloxacin and marbofloxacin in vultures. **Chemosphere**, v. 144, p. 1536–1543, 1 fev. 2016.

- BRANDÃO, M. L. **Helmintos de mamíferos da região do Parque Nacional Serra da Capivara, Sudeste do Piauí: diversidade e influências antrópicas**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Endemias Samuel Pessôa, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.
- CARVALHO, L. R. DE et al. Dominant culturable bacterial microbiota in the digestive tract of the american black vulture (*Coragyps atratus* Bechstein 1793) and search for antagonistic substances. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 34, p. 218–224, 2003.
- CASE, R. Interstate highway road-killed animals: A data source for biologists. **Wildlife Society Bulletin**, v. 6, p. 8–13, 1978.
- COURTENAY, O. & MAFFEI, L. 2004. **Crab-eating fox *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766)**. pp. 32-38. In: SILLERO-ZUBIRI, C.; HOFFMANN, M. & MACDONALD, D.W. (eds.). *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs. Status survey and conservation action plan*. IUCN.
- DADDAOUA, A.; KRELL, T.; RAMOS, J. L. Regulation of glucose metabolism in *Pseudomonas*. The phosphorylative branch and Entner-Doudoroff enzymes are regulated by a repressor containing a sugar isomerase domain. **Journal of Biological Chemistry**, v. 284, n. 32, p. 21360–21368, 7 ago. 2009.
- DARWICH, L. et al. High prevalence and diversity of extended-spectrum β -lactamase and emergence of OXA-48 producing Enterobacterales in wildlife in Catalonia. **PLoS ONE**, v. 14, n. 8, 1 ago. 2019.
- DAS, T. et al. Pyocyanin Facilitates Extracellular DNA Binding to *Pseudomonas aeruginosa* Influencing Cell Surface Properties and Aggregation. **PLoS ONE**, v. 8, n. 3, 11 mar. 2013.
- EMMONS, L. H. Neotropical rainforest mammals: a field guide. **The University of Chicago Press, Chicago**. 281p. 2007.
- GOMES, C. M. B. et al. Determinação de enterobactérias de mamíferos silvestres em criadouro conservacionista. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 11, n. 2, 2011.
- GOMES, C. M. B. et al. **Estudo de enterobactérias em um grupo de animais selvagens mantidas no criadouro conservacionista (Terraquarium Centro de Convivência e**

Educação Ambiental do CEULP/ULBRA)-Palmas-TO. Disponível em: www.sbpcnet.org.br/livro/57ra/programas/SENIOR/RESUMOS/resumo_1237.html.

- HOLMES, B. The Enterobacteriaceae: General Characteristics (Chapter 39) and Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella, Serratia and Other Members of the Enterobacteriaceae (Chapter 42). BALOWS, A., DUERDEN, B.I. (Ed.), **Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections: Systematic Bacteriology**, pp. 919–933; 999–1033, Oxford University Press, London, UK, 1988.
- HOPPE, E. G. L. et al. Pterygodermatites (Multipectines) pluripectinata n. sp. (Spirurida: Rictulariidae), a nematode parasite of the crab-eating fox Cerdocyon thous (Linnaeus, 1766) from Caatinga shrubland, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 84, n. 3, p. 312–316, set. 2010.
- JANDA, J. M.; ABBOTT, S. L. The Changing Face of the Family Enterobacteriaceae (Order: “Enterobacterales”): New Members, Taxonomic Issues, Geographic Expansion, and New Diseases and Disease Syndromes. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 21, n. 1, p. 46–76, 1985.
- JESSUP, D. A. Opportunistic Research and Sampling Combined with Fish and Wildlife Management Actions or Crisis Response. **ILAR Journal**, v. 44, n. 4, p. 277–285, 2003.
- JORGE, R. S. P.; JORGE, M. S. P. J. Carnivora – Canidae (cachorro-do-mato, cachorro-vinagre, lobo-guará e raposa- do-campo). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. (Ed.). **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 764-778.
- KUS, J. V; BURROWS, L. L. Infections due to Citrobacter and Enterobacter. **xPharm: The Comprehensive Pharmacology Reference**, 2014.
- LIAO, X. et al. High colonization rate of a novel carbapenem-resistant Klebsiella lineage among migratory birds at Qinghai Lake, China. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 74, n. 10, p. 2895–2903, 1 out. 2019.
- LIMA, D. C. V. DE et al. Microbiologia de swabs retais e otológicos em carnívoros silvestres do zoológico do Parque Estadual de Dois Irmãos, Pernambuco. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 32, n. 2, p. 159–164, 2012.

- LIMA, R. C. A. DE. **Helmintos gastrintestinais de *Cercaria* thous (Linnaeus, 1766) Smith, 1839 provenientes da área de Caatinga do estado da Paraíba, Brasil.** Dissertação (Mestre em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- MANDELL, G. L.; BERNNETT, J. E.; DOLIN, R. **Principles and Practice of Infectious Diseases.** 5. ed. New York, 2000.
- MENQ, W. (2018) **Urubu-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*) - Aves de Rapina Brasil.** Disponível em: http://www.avesderapinabrasil.com/cathartes_burrovianus.htm
- MORENO, G. et al. Resistência a drogas em enterobactérias isoladas de animais silvestres. **Rev. Inst. Adolfo Luiz**, v. 32, p. 57–61, 1972.
- MUKERJI, S. et al. Development and transmission of antimicrobial resistance among Gram-negative bacteria in animals and their public health impact. **Essays in Biochemistry**, v. 61, n. 1, p. 23–35, 3 mar. 2017.
- ÖZEN, A. I.; USSERY, D. W. Defining the *Pseudomonas* Genus: Where Do We Draw the Line with *Azotobacter*? **Microbial Ecology**, v. 63, n. 2, p. 239–248, fev. 2012.
- PEEK, M. E. et al. Pyoverdine, the Major Siderophore in *Pseudomonas aeruginosa*, Evades NGAL Recognition. **Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases**, v. 2012, 2012.
- PEPPERELL, C. et al. Low-virulence *Citrobacter* species encode resistance to multiple antimicrobials. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 46, n. 11, p. 3555–3560, nov. 2002.
- QUINN, P. J. et al. **General procedures in microbiology. Clinical veterinary microbiology.** 2.ed. St Louis: Mosby, 2013. 920p
- RODRIGUES, M. T. U. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 87-94, 2005.
- SANTOS, J. D. DE O. **Diversidade de helmintos intestinais em cães domésticos (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758) e de raposas (*Cercaria* thous Linnaeus, 1766) no semiárido do Nordeste do Brasil e implicações para a saúde.** Dissertação (Mestrado

em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2013.

- SANTOS, L. R.; CAVALCANTI, R. B. Revisão de estudos sobre a dispersão de fauna em paisagens fragmentadas de Cerrado para modelos de simulação. In: XXV Congresso Brasileiro De Zoologia, 2004. Brasília, **Anais**. Brasília, p. 445, 2004.
- SEDLÁK, J. Present Knowledge and Aspects of *Citrobacter*. In: ARBER W. ET AL. (Ed.). **Current Topics in Microbiology and Immunology**. Berlin: Springer-Verlag, p. 41–59, 1973.
- SMITH-PATTEN, B. D.; PATTEN, M. A. Diversity, seasonality, and context of mammalian roadkills in the southern Great Plains. **Environmental Management**, v. 41, n. 6, p. 844–852, jun. 2008.
- SOUSA, A. T. H. I. et al. Perfil de resistência antimicrobiana de *Klebsiella pneumoniae* isoladas de animais domésticos e silvestres. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 2, p. 584–593, 1 mar. 2019.
- STARADUMSKYTE, D.; PAULAUSKAS, A. Non-Fermentative Gram-Negative Bacteria in Drinking Water. **Journal of Water Resource and Protection**, v. 06, n. 02, p. 114–119, 2014.
- SUÁREZ-PÉREZ, A. et al. Microorganisms resistant to antimicrobials in wild canarian egyptian vultures (*Neophron percnopterus majorensis*). **Animals**, v. 10, n. 6, p. 1–14, 1 jun. 2020.
- TZOUVELEKIS, L. S. et al. Carbapenemases in *Klebsiella pneumoniae* and other Enterobacteriaceae: An evolving crisis of global dimensions. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 25, n. 4, p. 682–707, out. 2012.
- VAN DUIJKEREN, E. et al. The use of aminoglycosides in animals within the EU: Development of resistance in animals and possible impact on human and animal health: A review. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 74, n. 9, p. 2480–2496, 1 set. 2019.
- VIEIRA, E. M. Highway mortality of mammals in central Brazil. **Ciência e Cultura**, v. 48, p. 270-272, 1996.

CAPÍTULO III: ENDOPARASITAS GASTROINTESTINAIS DE *Cerdocyon thous* E DE *Salvator merianae*: ACHADOS PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO ATRAVÉS DE AMOSTRAGEM OPORTUNISTA

RESUMO: A parasitologia possibilita o entendimento não só dos parasitas em si, mas também da biologia dos hospedeiros, como informações acerca do hábitat, hábitos alimentares, rotas de migração etc. Dessa forma, é sabido que a sobreposição de hábitats resulta na aproximação de diferentes espécies, dentre elas animais silvestres e domésticos e ainda o homem, facilitando a transmissão de patógenos entre esses indivíduos. Entre 2018 e 2021 foram realizados monitoramentos de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, sendo elas o Parque Nacional da Fumaça, a Floresta Nacional de Açu e a Estação Ecológica do Seridó. Ao todo foram coletados 20 animais frescos, com menos de seis horas de morte. Os animais compunham seis espécies de três Classes de vertebrados, e foram triados em busca de endoparasitas gastrointestinais. Dentre os 20 indivíduos estudados, foram encontrados cinco animais parasitados: três (37,5%) espécimes de *Salvator merianae* e dois (25%) espécimes de *Cerdocyon thous*. Não foram encontrados parasitas em nenhuma das aves amostradas. Dentre os indivíduos de *S. merianae*, dois foram parasitados por nematódeos da Família Ascarididae e um indivíduo não foi possível identificar o parasita devido ao estado comprometido da amostra. Dentre os indivíduos de *C. thous*, um foi parasitado por nematódeos da Família Ascarididae e o outro por um exemplar fêmea de um nematódeo da Ordem Strongylida. Esse estudo contribui com o conhecimento acerca dos endoparasitas gastrointestinais de duas espécies de vertebrados poucos estudados na Caatinga do Rio Grande do Norte, Brasil, especialmente para a área da helmintofauna, e relata ainda a ocorrência de um nematódeo da Família Ascarididae parasitando a espécie *S. merianae*, registro inédito para o Brasil.

Palavras chave: Atropelamento; Caatinga; Helmintofauna; Ascarididae; Strongylida.

1 INTRODUÇÃO

O estudo das relações entre parasitas e hospedeiros ajuda a entender as variações que ocorrem na dinâmica populacional das estruturas das comunidades de vertebrados (PETERS e DONOSO-BARROS, 1970). As infecções parasitárias influenciam nas relações entre predador e presa (BOOTH *et al.*, 1993), modificam a competição interespecífica entre hospedeiros (LAFFERTY, 1999), diminuem a performance reprodutiva (HUDSON e GREENMAN, 1998), interferem na seleção sexual (KOSE e MØLLER, 1999), alteram as funções metabólicas (DARE e FORBER, 2008) e causam danos aos órgãos infectados (ALMEIDA *et al.*, 2008), influenciando no controle populacional do hospedeiro. Além de indicar a saúde das populações, os helmintos intestinais refletem a saúde dos ecossistemas (BONGERS e FERRIS, 1999; LYMBERY, 2005; MARCOGLIESE, 2005), uma vez que inventários de helmintofauna que

levam em consideração fatores bióticos e abióticos, inclusive de origem humana, ajudam no desenvolvimento de programas de vigilância ambiental e epidemiológica (MATTOS, 2003; BRANDÃO, 2007).

A Caatinga é um bioma que ocorre na maior parte do nordeste brasileiro, composto por vários tipos de vegetação e componente da região semiárida do país, que durante muito tempo foi negligenciada no que diz respeito a estudos voltados para a fauna da região, muitas vezes subestimada como pobre em diversidade (ALBUQUERQUE *et al.* 2012). Contudo, mesmo com o aumento do interesse e estudos voltados para a Caatinga nas últimas décadas, pesquisas acerca da helmintofauna de animais silvestres na Caatinga ainda são escassos, porém são necessários para conhecer os impactos que os endoparasitas têm sobre as populações e comunidades, além de possibilitar o desenvolvimento de estratégias de conservação baseado na condição e resposta fisiológica do hospedeiro ao parasitismo (MELO *et al.*, 2019)

Dentre os inúmeros fatores deletérios que a urbanização trouxe para as populações de animais silvestres, um dos mais gritantes é o impacto na biodiversidade. A construção de estradas causa a fragmentação e perda de habitat, devastação da cobertura vegetal, efeito de borda e elevação do índice de mortalidade por atropelamento (VIEIRA, 1996; SANTOS e CAVALCANTI, 2004; RODRIGUES, 2005). Contudo, a utilização de animais atropelados para o estudo científico está dentro dos padrões bioéticos e possui grande potencial, devendo ser encorajada (CASE, 1978; JESSUP, 2003), ainda mais aliado à reduzida quantidade de informações de algumas espécies raras e dificuldade de obtenção de amostras (GOMES *et al.*, 2005).

O objetivo desse estudo foi relatar endoparasitas gastrointestinais encontrados em animais silvestres mortos por atropelamento em estradas do semiárido brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado através da amostragem oportunista por meio de monitoramento de estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil: o Parque Nacional da Fuma Feia (5° 4' 14,88" S, 37° 32' 1,51" O), a Floresta Nacional de Açu (5° 57' 74.79" N, 36° 94' 7.14" W) e a Estação Ecológica do Seridó (6° 34' 44.63" N, 37° 15' 6.78" W), entre os anos de 2018 e 2021. Ao encontrar um animal fresco na pista, esse era fotografado, etiquetado e acondicionado em saco plástico dentro de isopor com gelo até ser transferido para um freezer no Laboratório de Ecologia e

Conservação da Fauna Silvestre (Ecofauna), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

A busca por endoparasitas gastrointestinais se deu durante a triagem dos animais coletados. O trato digestório de cada indivíduo foi retirado em bloco, logo após ter suas extremidades fechadas com barbante, afim de não perder nenhum conteúdo por extravasamento. Em seguida foi feito um corte longitudinal, com lâmina de bisturi e auxiliado com tesoura, tanto no estômago dos répteis e mamíferos como no inglúvio e ventrículo das aves, assim como nos intestinos de todos os espécimes. Após abrir os órgãos, o conteúdo foi retirado e lavado em uma peneira sob água corrente. Em seguida realizou-se a inspeção minuciosa do interior e do conteúdo dos órgãos em busca de endoparasitas, tanto macroscopicamente como com o auxílio de um estereomicroscópio *Physis* com lentes WF10X.

Os endoparasitas encontrados foram acondicionados em álcool 70% e levados até o Laboratório de Parasitologia Animal, onde foram identificados através de morfologia e estereomicroscopia (objetiva de 5.6x), de acordo com Fortes (1997), Foreyt (2002), Bowman (2010) e Monteiro (2017).

3 RESULTADOS

No total foram coletados 20 animais frescos com menos de seis horas de morte e de interesse para o estudo, sendo quatro aves, oito répteis e oito mamíferos. Dentre as espécies estavam um urubu-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*), um carcará (*Caracara plancus*), dois gaviões-carijós (*Rupornis magnirostris*), uma iguana-verde (*Iguana iguana*), sete tejos (*Salvator merianae*) e oito cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*) – Figura 4.

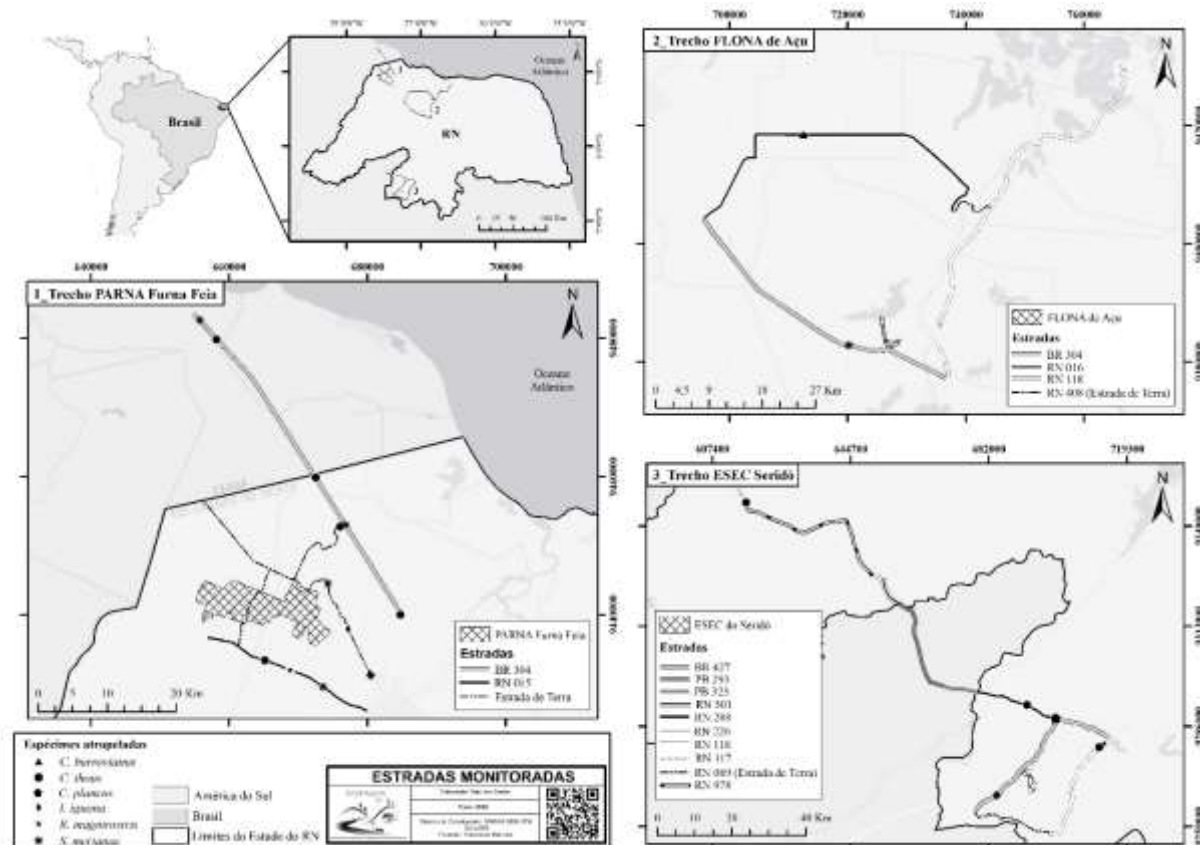


Figura 4 – Localização geográfica dos animais coletados em rodovias que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021: 1 PARNA Fuma Feia, onde foram coletados 12 animais; 2 FLONA de Açu, onde foram coletados dois animais; 3 ESEC do Seridó, onde foram coletados seis animais.

Desses, apenas cinco animais estavam parasitados: três (37,5%) espécimes de *S. merrianae* e dois (25%) espécimes de *C. thous*. Não foram encontrados parasitas em nenhuma das aves amostradas. Dentre os indivíduos de *S. merrianae*, dois foram parasitados por nematódeos da Família Ascarididae e para outro não foi possível identificar o parasita devido ao estado comprometido da amostra, e todos foram coletados do estômago. Dentre os indivíduos de *C. thous*, um foi parasitado por um nematódeo da Família Ascarididae, coletado do intestino. O outro espécime foi parasitado por um exemplar não identificado, coletado do estômago, e um exemplar fêmea de um nematódeo da Ordem Strongylida, dentre outros dois não identificados, coletados do intestino (Tabela 7).

Tabela 7 – Endoparasitas encontrados em cinco dos 20 animais silvestres coletados em estradas que circundam três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 2018 e 2021.

Indivíduo	Localização geográfica		Órgão	Quantidade	Nematódeo
<i>Salvator merianae</i>	0535608	03656297	Estômago	2	Ascarididae
<i>Salvator merianae</i>	0655750	09482566	Estômago	5	Indeterminado
<i>Salvator merianae</i>	0676867	09452995	Estômago	2	Ascarididae
<i>Cerdocyon thous</i>	0555742	03740601	Intestino	1	Ascarididae
<i>Cerdocyon thous</i>	0676044	09452772	Estômago	1	Indeterminado
			Intestino	3	Strongylida

4 DISCUSSÃO

No presente estudo não foram encontrados endoparasitas nas amostras de aves coletadas, todas aves de rapina, provavelmente devido ao baixo número amostral. Apesar disso, as aves de rapina, como predadoras de topo de cadeia, são expostas a diversos parasitas através de suas presas, principalmente protozoários, trematódeos e nematódeos que parasitam o trato gastrointestinal e respiratório (REDIG e ACKERMANN, 2000). No estudo de Santos *et al.* (2011), por exemplo, foram encontradas 10 das 74 amostras de aves de rapina cativas no México positivas para endoparasitas gastrointestinais, sendo 90% *Eimeria spp.* Melo *et al.* (2013), por sua vez, encontraram 40 de 97 amostras de aves cativas na Paraíba, das Ordens Psittaciformes e Accipitridae, parasitadas por helmintos gastrointestinais, sendo 97,6% pela espécie *Ascaridia hermafrodita*. No estudo de Almeida (2016), onde se buscou endoparasitas intestinais de *C. plancus* e *R. magnirostris* de cativeiro, foram encontrados ovos de *Capillaria sp.* em quatro das seis amostras de *R. magnirostris*. No estudo de Castro (2021), foi encontrada uma prevalência de 38,8% de parasitismo em amostras de fezes de aves de rapina em Portugal, sendo esses dos grupos dos coccídeos, ascarídeos, espirruídeos, *Capillaria sp.* e *Cryptosporidium sp.* Apesar disso, esses parasitas raramente causam doença clínica em aves de vida livre, porém são uma das maiores preocupações em animais de cativeiro, especialmente em altas densidades populacionais (HARRISON e LIGHTFOOT, 2006), o que também pode explicar a ausência de parasitismo nas aves do presente estudo, por serem todas de vida livre.

O réptil *S. merianae* possui *status* de conservação menos preocupante segundo a *International Union for Conservation of Nature* (IUCN). É um lagarto terrestre, diurno e que forrageia ativamente (DAYRELL, 2009), se alimenta de diversas espécies de animais e também de plantas, agindo como um importante dispersor de sementes (KIEFER e SAZIMA, 2002; CASTRO e GALETTI, 2004). Dentre suas presas, estão os artrópodes da Ordem Orthoptera,

que são hospedeiros intermediários de alguns nematódeos (GOLDBERG e BURSEY, 1989; SPINELLI *et al.*, 1992; EHLERS, 2012; BAKER, 2007). Esses parasitas podem causar doença sintomática ou assintomática, comprometendo a saúde de *S. merianae* (BAKER, 2007). Os nematoides são os endoparasitas mais diversos e predominantes em répteis (CARVALHO, 2018). A Ordem Ascaridida inclui duas principais Famílias que parasitam répteis: Ascarididae, descritos para répteis terrestres e aquáticos, e Anisakidae, descritos para répteis aquáticos. São nematódeos grandes cujos ovos são liberados nas fezes. Geralmente são espécie-específicos e se desenvolvem com hospedeiros intermediários (EHLERS, 2012). Os répteis que apresentam sinais clínicos geralmente são aqueles mantidos em cativeiro, acometidos por infecções massivas ou doenças concomitantes (WILSON e CARPENTER, 1996). Os animais infectados não apresentam sinais clínicos específicos, porém podem se tornar anoréxicos e com perda de peso (JACOBSON, 2007). São poucos os estudos voltados para a Família Teiidae no Brasil (ÁVILA e SILVA, 2011), principalmente para a espécie *S. merianae*. Os parasitas dessa espécie são ainda menos conhecidos, principalmente em populações do nordeste do país (TEIXEIRA *et al.*, 2017; MELO *et al.*, 2019).

No Brasil já foram descritas espécies de helmintos parasitando *S. merianae* em vários biomas, como *Diaphanocephalus galeatus* em Fernando de Noronha, Amazônia, Cerrado e Pantanal (RAMALHO *et al.*, 2009; ÁVILA *et al.*, 2010; ÁVILA e SILVA, 2011, TEIXEIRA *et al.*, 2017), *Oochoristica sp.* e *Spinicauda spinicauda* na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Pantanal (RAMALHO *et al.*, 2009; ÁVILA e SILVA, 2010 e 2011; TEIXEIRA *et al.*, 2017), *Centrorhynchus tumindulus* (ÁVILA e SILVA, 2010) *Cruzia travassosi* na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Pantanal (ÁVILA *et al.*, 2010 e 2011; ÁVILA e SILVA, 2011, TEIXEIRA *et al.*, 2017), *Physaloptera retusa* na Amazônia, Cerrado e Pantanal (ÁVILA e SILVA, 2011), *P. tupinambae* e *P. binae* na Mata Atlântica (PEREIRA *et al.*, 2012, 2014), *Cruzia sp.* (BRITO *et al.*, 2014), *P. lutzi* (BRITO *et al.*, 2014, TEIXEIRA *et al.*, 2017) e *Oswaldofilaria petersi* na Caatinga (TEIXEIRA *et al.*, 2017), *Cruzia lauroi* na Mata Atlântica (VIEIRA *et al.*, 2020) e espécies de Cestodas não identificados em Fernando de Noronha (RAMALHO *et al.*, 2009). Contudo, até o momento não foram descritos endoparasitas gastrointestinais da Família Ascarididae parasitando *S. merianae* no Brasil. Entretanto, foi descrita a espécie de nematódeo *Freitascaris alata* (Família Ascarididae) no Uruguai parasitando o lagarto *Tupinambis teguixin*, mas que segundo os autores pode corresponder a *S. merianae* (ÁVILA e SILVA, 2010). No Paraguai foi encontrado o nematódeo *Ascaris sp.* (Família Ascarididae) parasitando *S. merianae* (HIEBERT JR, 2020).

C. thous é a única espécie de canídeo silvestre registrada na Caatinga (LIMA, 2009). A espécie possui hábitos predominantemente crepusculares e noturnos (EMMOS, 2007; COURTENAY e MAFFEI, 2004). Seus hábitos alimentares são onívoros e oportunistas, o que vêm sendo relacionados a áreas alteradas e degradadas (SANTOS, 2013). Está classificada segundo a IUCN como menos preocupante. Apesar de serem poucos os estudos sobre helmintos intestinais para essa espécie na Caatinga (BRANDÃO, 2007; LIMA, 2009; LIMA *et al.*, 2013), já foram descritos parasitas da Família Ascarididae e da Ordem Strongylida em vários biomas brasileiros, inclusive na Caatinga por Brandão (2007), Lima (2009) e Lux Hoppe *et al.* (2010). Lima *et al.* (2013) encontraram uma prevalência de 5,17% de *Toxocara canis* (Família Ascarididae) e de 1,72% de *Strongyloides stercoralis* (Ordem Strongylida) em indivíduos de *C. thous* na Paraíba, bioma Caatinga. Esses agentes são zoonóticos e responsáveis, respectivamente, por casos de larva migrans e enterites em humanos. Em casos de escassez de recursos, seus hospedeiros podem se aproximar de residências em áreas periurbanas, aumentando a possibilidade de transmissão de doenças aos seres humanos.

Estudos acerca da hemintofauna de animais silvestres, especialmente da Caatinga, ainda são pouco frequentes, e devem-se estimular novos estudos que contemplem uma maior variedade de espécies e com um número amostral maior afim de se alcançar uma descrição mais abrangente desses parasitas, uma vez que muitos deles possuem potencial zoonótico, o que pode levar a agravos à saúde tanto dos animais como do homem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o momento não haviam sido descritos Ascarididae parasitando *S. merianae* no Brasil. Contudo, estudos acerca da hemintofauna de animais silvestres, especialmente da Caatinga ainda são pouco frequentes, e deve-se estimular novos estudos que contemplem uma maior variedade de espécies e com um número amostral maior afim de se alcançar uma descrição mais abrangente desses parasitas, uma vez que muitos deles possuem potencial zoonótico, o que pode levar a agravos à saúde tanto dos animais como do homem.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, W. M. **Análise histomorfométrica e parasitológica do intestino delgado de *Rupornis magnirostris* (Gmelin, 1788) e *Caracara plancus* (Miller, 1777).** Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2016.
- ALMEIDA, W. O. et al. Pentastomid infection in *Philodryas nattereri* Steindachner, 1870 and *Oxybelis aeneus* (Wagler, 1824) (Squamata: Colubridae) in a caatinga of northeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 68, n. 1, p. 193–197, 2008.
- ÁVILA, R. W.; SILVA, R. J. Checklist of helminths from lizards and amphisbaenians (Reptilia, Squamata) of South America. **The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 16, n. 4, p. 543–572, 2010.
- ÁVILA, R. W.; SILVA, R. J. Checklist of helminths from lizards and amphisbaenians (Reptilia, Squamata) of South America. **The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 16, n. 4, p. 543–572, 2010.
- ÁVILA, R. W.; SILVA, R. J. Helminths of lizards (Reptilia: Squamata) from Mato Grosso State, Brazil. **Comparative Parasitology**, v. 78, n. 1, p. 129–139, jan. 2011.
- AVILA-PIRES, T. C. S. Lizards of Brazilian Amazônia (Reptilia: Squamata). **Zoologische Verhandelingen**, v. 299, p. 1-706, 1995.
- BAKER, D. G. **Flynn's Parasites of Laboratory Animals**. 2. ed., Blackwell Publishing, American College of Laboratory Animal Medicine, 813 p., 2007.
- BÉRNILS, R. S.; COSTA, H. C, 2012. **Répteis Brasileiros: Lista de espécies**. Versão 2012.1. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/>. Sociedade Brasileira de Herpetologia.
- BONGERS, T.; FERRIS, H. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. **Tree**, v. 14, n. 6, p. 224–228, 1999.
- BOOTH, D. T.; CLAYTON, D. H.; BLOCK, B. A. Experimental demonstration of the energetic cost of parasitism in free-ranging hosts. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 253, n. 1337, p. 125–129, 1993.

- BOWMAN, D. D. **Georgis. Parasitologia Veterinária**. 9 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 432p.
- BRANDÃO, M. L. **Helmintos de mamíferos da região do Parque Nacional Serra da Capivara, Sudeste do Piauí: diversidade e influências antrópicas**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Endemias Samuel Pessôa, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.
- BRITO, S. V. et al. Phylogeny and micro-habitats utilized by lizards determine the composition of their endoparasites in the semiarid Caatinga of Northeast Brazil. **Parasitology Research**, v. 113, n. 11, p. 3963–3972, 17 out. 2014b.
- BRITO, S. V. et al. Spatial-temporal variation of parasites in *Cnemidophorus ocellifer* (Teiidae) and *Tropidurus hispidus* and *Tropidurus semitaeniatus* (Tropiduridae) from Caatinga areas in northeastern Brazil. **Parasitology Research**, v. 113, n. 3, p. 1163–1169, 2014a.
- CARVALHO, T. J. F. **Parasitas gastrointestinais em répteis de uma coleção comercial**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2018.
- CASTRO, D. R. **Pesquisa de parasitas gastrointestinais em aves de rapina mantidas em cativeiro em Portugal**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2021.
- CASTRO, E. R. DE; GALETTI, M. Frugivoria e dispersão de sementes pelo lagarto teiú *Tupinambis Merianae* (Reptilia: Teiidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 44, n. 6, p. 91–97, 2004.
- COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis brasileiros: Lista de espécies 2015. **Herpetologia Brasileira**, v. 4, n. 3, p. 75–93, 2015.
- COURTENAY, O. & MAFFEI, L. 2004. **Crab-eating fox *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766)**. pp. 32-38. In: SILLERO-ZUBIRI, C.; HOFFMANN, M. & MACDONALD, D.W. (eds.). Canids: foxes, wolves, jackals and dogs. Status survey and conservation action plan. IUCN.
- COURTENAY, O; MAFFEI, L., 2008. ***Cerdocyon thous***. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2012.2. <www.iucnredlist.org>.

- DARE, O. K.; FORBES, M. R. Rates of development in male and female Wood Frogs and patterns of parasitism by lung nematodes. **Parasitology**, v. 135, n. 3, p. 385–393, mar. 2008.
- DAYRELL, J.S. **Museu de Zoologia: Bicho da vez**. 11.ed. Universidade Federal de Viçosa. 2009. Available at: <http://www.museudezoologia.ufv.br/bichodavez/edicao11.pdf>.
- EHLERS, A. **Helmintos de Mascotes Exóticos – Répteis e Aves**. Trabalho de Conclusão (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- EMMONS, L. H. Neotropical rainforest mammals: a field guide. **The University of Chicago Press, Chicago**. 281p. 2007.
- FITZGERALD, L. A.; COOK, J. A.; AQUINO, A. L. Molecular Phylogenetics and Conservation of Tupinambis (Sauria: Teiidae). **Copeia**, v. 1999, n. 4, p. 894-905, 1999.
- FOREYT, W. J. **Veterinary parasitology: reference manual**. Ames: Blackwell Publishing Professional, 2002.
- FORTES, E. **Parasitologia Veterinária**. 3.ed. São Paulo: Ícone, 1997. 686p.
- GOLDBERG, S. R.; BURSEY, C. R. Physaloptera retusa (Nematoda, Physalopteridae) in Naturally Infected Sagebrush Lizards, *Sceloporus graciosus* (Iguanidae). **Journal of Wildlife Diseases**, v. 25, n. 3, p. 425-429, 1989.
- GOMES, C. M. B. et al. **Estudo de enterobactérias em um grupo de animais selvagens mantidas no criadouro conservacionista (Terraquarium Centro de Convivência e Educação Ambiental do CEULP/ULBRA)-Palmas-TO**. Disponível em: <www.sbpnet.org.br/livro/57ra/programas/SENIOR/RESUMOS/resumo_1237.html>.
- GREINER, E. C.; MADER, D. R. Parasitology. In: MADER, D. R. (Ed) **Reptile Medicine and Surgery**. 2. ed. Saint Louis: Saunders Elsevier, p. 343-364, 2006.
- HARRISON, G. J.; LIGHTFOOT, T. L. **Clinical Avian Medicine**. Florida: Spix Publishing, 2006.

- HIEBERT JR, V. Presence of Physaloptera sp. and Ascaris sp. in a black and white Tegu (Salvator merianae) from the Parque Guasu Metropolitano, City of Asunción, Paraguay. **Compendio de Ciencias Veterinarias**, v. 10, n. 1, p. 41–45, 30 jun. 2020.
- HOMEWOOD, B. Tejus upset natural order in Brazilian sanctuary. **New Scientist**, v. 18, n. 5, p. 1-5, 1995.
- HOPPE, E. G. L. et al. Pterygodermatites (Multipectines) pluripectinata n. sp. (Spirurida: Rictulariidae), a nematode parasite of the crab-eating fox Cerdocyon thous (Linnaeus, 1766) from Caatinga shrubland, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 84, n. 3, p. 312–316, set. 2010.
- HUDSON, P.; GREENMAN, J. Competition mediated by parasites: biological and theoretical progress. **Tree**, v. 13, n. 10, p. 387–390, 1998.
- JACOBSON, E. R. Parasites and Parasitic Diseases in Reptiles. In: **Infectious Diseases and Pathology of Reptiles**. London, p. 571-666, 2007.
- JESSUP, D. A. Opportunistic Research and Sampling Combined with Fish and Wildlife Management Actions or Crisis Response. **ILAR Journal**, v. 44, n. 4, p. 277–285, 2003.
- JORGE, R. S. P.; JORGE, M. S. P. J. Carnivora – Canidae (cachorro-do-mato, cachorro-vinagre, lobo-guará e raposa- do-campo). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. (Ed.). **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 764-778.
- KIEFER, M. C.; SAZIMA, I. Diet of juvenile tegu lizard Tupinambis merianae (Teiidae) in southeastern Brazil. **Amphibia-Reptilia**, v. 23, p. 105–108, 2002.
- KLINGENBERG, R. J. Understanding Reptile Parasites. 2. ed. **Irvine: The Herpetocultural Library**, 200p, 2007.
- KOSE, M.; MOLLER, A. P. Sexual selection, feather breakage and parasites: the importance of white spots in the tail of the barn swallow (Hirundo rustica). **Behav Ecol Sociobiol**, v. 45, p. 430–436, 1999.
- LAFFERTY, K. D. The Evolution of Trophic Transmission. **Parasitology Today**, v. 15, n. 3, p. 111–115, 1999.

- LANE, T. J.; MADER, D. R. Parasitology. In: MADER, D. R. **Reptile Medicine and Surgery**. 2. ed. Philadelphia: Saunders, p. 185-203, 2005.
- LIMA, R. C. A. DE. **Helmintos gastrintestinais de *Cercocyon thous* (Linnaeus, 1766) Smith, 1839 provenientes da área de Caatinga do estado da Paraíba, Brasil**. Dissertação (Mestre em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- LYMBERG, A. J. Parasites and ecosystem health. **International Journal for Parasitology**, v. 35, n. 7, p. 7037, 2005.
- MARCOGLIESE, D. J. Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health? **International Journal for Parasitology**, v. 35, n. 7, p. 705–716, jun. 2005.
- MATTOS, P. S. R. DE. **Epidemiologia e genética populacional do lobo guará, *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1915) (Carnívora, Canidae) na região nordeste do estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.
- MAZZOTTI, F. J. et al. Tupinambis merianae as nest predators of crocodilians and turtles in Florida, USA. **Biological Invasions**, v. 17, n. 1, p. 47–50, 1 jan. 2015.
- MELO, C. M. F. DE et al. Parasites of Psittaciformes and Accipitriformes in Paraíba state, northeastern Brazil. **Rev. Bras. Parasitol. Ver.**, v. 22, n. 2, p. 314–317, 2013.
- MELO, V. L. DE et al. Gastrointestinal parasites of *Salvator merianae* Duméril & Bibron, 1839 (Squamata, Teiidae) in the States of Ceará and Sergipe, Northeastern of Brazil. **Herpetology Notes**, v. 12, p. 457–460, 2019.
- MONTEIRO, S. G. **Parasitologia na medicina veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. 370p.
- PEREIRA, F. B. et al. A new Physaloptera (Nematoda: Physalopteridae) parasite of *tupinambis merianae* (Squamata: Teiidae) from southeastern Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 98, n. 6, p. 1227–1235, dez. 2012.
- PEREIRA, F. B. et al. *Physaloptera bainae* n. sp. (Nematoda: Physalopteridae) Parasitic in *Salvator merianae* (Squamata: Teiidae), with a key to physaloptera species parasitizing reptiles from Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 100, n. 2, p. 221–227, 2014.

- PEREIRA, F. B.; GOMIDES, S. C.; SOUSA, B. M.; LIMA, S. S. Aspectos ecológicos de nematóides parasitos de *Tropidurus torquatus* (Weid, 1820) (Squamata: Tropiduridae) no município de Juiz de Fora, MG. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 2007.
- PETERS, J. A.; DONOSO-BARROS, R. **Catalogue of the Neotropical Squamata: Part II. Lizards and Amphisbaenians**. Bull. U.S. Nat. Mus., 297: viii + 293, 1970.
- RAMALHO, A. C. O. et al. Helminths from an introduced species (*tupinambis merianae*), and two endemic species (*trachylepis atlantica* and *amphisbaena ridleyi*) from fernando de noronha archipelago, Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 95, n. 4, p. 1026–1028, ago. 2009.
- REDIG P. T.; ACKERMANN J. Raptors, 180-214p., In: **Handbook of Avian Medicine**, TULLY T. N.; DORRESTEIN G. M.; JONES A. K. 2. ed., Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 411p., 2000.
- RODRIGUES, M. T. U. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 87-94, 2005.
- SANTOS, J. D. DE O. **Diversidade de helmintos intestinais em cães domésticos (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758) e de raposas (*Cerdocyon thous* Linnaeus, 1766) no semiárido do Nordeste do Brasil e implicações para a saúde**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2013.
- SANTOS, L. R.; CAVALCANTI, R. B. Revisão de estudos sobre a dispersão de fauna em paisagens fragmentadas de Cerrado para modelos de simulação. In: XXV Congresso Brasileiro De Zoologia, 2004. Brasília, **Anais**. Brasília, p. 445, 2004.
- SANTOS, T. et al. Health of an ex situ population of raptors (Falconiformes and Strigiformes) in Mexico: diagnosis of internal parasites. **Rev. Biol. Trop.**, v. 59, n. 3, p. 1265–1274, 2011.
- SILVA, E. S., SOUTO, R. M. P. **Ocorrência de enteroparasitas na fauna silvestre recebida no centro de triagem de animais silvestres do Amapá – CETAS/IBAMA/AP**. X Congresso de Ecologia do Brasil, 16 a 22 de Setembro de 2011, São Lourenço – MG.

- SPINELLI, C. M.; FIORITO, L. E.; STIEBEL, C. Alteraciones histológicas en el intestino delgado en *Tupinambis rufescens* (Sauria teiidae) causadas por *Diaphanocephalus galestus* (Nematoda diaphanocephalidae). **Cuadernos de Herpetologia**, v. 7, n. 6, p. 38–40, 1992.
- TEIXEIRA, A. A. M. et al. Helminths of the lizard *Salvator merianae* (Squamata, Teiidae) in Caatinga, Northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 2, p. 312–317, 2017.
- VIEIRA, E. M. Highway mortality of mammals in central Brazil. **Ciência e Cultura**, v. 48, p. 270–272, 1996.
- VIEIRA, F. M. et al. A new species of *Cruzia* (Ascaridida; kathlanidae) parasitizing *Salvator merianae* (Squamata, teiidae) from the Atlantic forest in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria**, v. 29, n. 1, p. 1–10, 2020.
- VIEIRA, F. M. **Helminths parasites of carnivorous wild mammals in the Municipality of Juiz de Fora, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Brazil**. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.
- WILSON, S. C.; CARPENTER, J. W. Endoparasitic Diseases of Reptiles. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v. 5, n. 2, p. 64–74, 1996.