



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

RAUL DOS SANTOS

**ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS SILVESTRES NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO: PAISAGEM, SAZONALIDADE E HOTSPOTS**

MOSSORÓ

2022

RAUL DOS SANTOS

**ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS SILVESTRES NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO: PAISAGEM, SAZONALIDADE E HOTSPOTS**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ecologia e Conservação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC) 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

Orientadora: Prof. Dr. Cecilia Calabuig

Co-orientadora: Prof. Dr. Simone Rodrigues de Freitas

MOSSORÓ

2022

©Todos os direitos estão reservados à 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 tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

ds237 dos Santos, Raul.
a ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS SILVESTRES NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO: PAISAGEM, SAZONALIDADE E
HOTSPOTS / Raul dos Santos. - 2022.
61 f. : il.

Orientadora: Cecilia Irene Perez Calabuig.
Coorientadora: Simone Rodrigues de Freitas.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ecologia e Conservação, 2022.

1. Atropelamento. 2. Caatinga. 3. Impactos. 4.
Infraestrutura lineares. 5. Fauna. I. Irene Perez
Calabuig, Cecilia, orient. II. Rodrigues de
Freitas, Simone, co-orient. III. Título.

Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

RAUL DOS SANTOS

**ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS SILVESTRES NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO: PAISAGEM, SAZONALIDADE E HOTSPOTS**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ecologia e Conservação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC) 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: 08 / 03 / 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof.ª. Dra. Cecilia Calabuig (UFERSA)

Presidente



Prof.ª. Dra. Eveline A. Ferreira
eveline@ufersa.edu.br
Mat. SIAPE 2857671

Prof.ª. Dra. Eveline Almeida Ferreira (UFERSA)

Membro Examinador



Prof. Dra. Cecília Bueno (UVA)

Membro Examinador



Dra. Viviane Morlanes Pereira (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, pelas oportunidades oferecidas e apoio logístico no decorrer de toda a pesquisa e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado.

À EMPARN por fornecer apoio logístico em nossos campos na região do Seridó.

À minha orientadora Cecilia Calabuig, pela grande contribuição na minha formação acadêmica, me proporcionando conhecer e apreciar a área de ecologia de estradas, me apresentando pessoas fantásticas, as quais foram cruciais para o desenvolvimento desta pesquisa e a minha coorientadora Simone Freitas, por ter aceitado o desafio e me apresentado pessoas/cientistas maravilhosos, os quais tive o prazer de aprender e me desafiar na área da ecologia de estradas.

Ao meu querido Eduardo Martins Venticinque, professor e amigo que carrego comigo desde a graduação. Responsável por me estimular a seguir cada vez mais na ecologia, além de ter contribuído profundamente para o desenvolvimento desta pesquisa, por meio de suas críticas construtivas e sugestões maravilhosas.

Aos membros da banca, prof.^a Dra. Eveline Almeida Ferreira, prof.^a Dra. Cecília Bueno e a Dra. Viviane Morlanes Pereira, por ter aceitado o convite de participação e pelas contribuições para a melhoria desta pesquisa.

Ao grande Artur Lupinetti, pela imensa ajuda nos desenvolvimentos dos *scripts* e nas análises de paisagem, dedicando várias horas do seu dia para podemos discutir sobre os resultados obtidos nesta pesquisa.

Ao Paulo Henrique Marinho e ao Fábio Dias Mazim, por ajudarem na identificação dos felinos.

Aos meus amigos de laboratório, em especial à Aiko Shinabukuro e Itainara Taili, pelos vários quilômetros de estradas percorrido em nosso carro perfumado, pela enorme aprendizagem que ambas me proporcionaram ao longo desses dois anos de convivência, pelo vínculo de amizade formado e por todo apoio que me forneceram.

Aos meus amigos da graduação da Ecologia da UFRN, o Luan Fonseca, à Maria Lucia (Malu) e à Livia Cavalvanti, hoje considerados irmãos, presente em todos os momentos desta jornada. Em especial à Malu e à Livia, por dedicarem algumas horas do dia para ler o material, sugerir conteúdos e dar aquele apoio que somente elas sabem me proporcionar.

Ao Helânio Mafra, que esteve comigo ao longo de toda a trajetória, fornecendo o apoio necessário para que eu pudesse concluir mais um importante ciclo da minha vida. E por ter dedicado varias horas do dia para me ouvi falar sobre a pesquisa, levantando pontos que muitas vezes passavam por despercebidos, além de ler todo o meu trabalho, por livre e espontânea pressão, apontando críticas e sugestões.

Aos demais amigos e familiares que estiveram mais presentes, e que de forma indireta me forneceram apoio e incentivo fundamentais para que eu pudesse vencer os demais obstáculos que surgiram ao longo dos dois últimos anos, os quais influenciaram fortemente no desenvolvimento desta pesquisa.

A todos, um muito obrigado!

RESUMO

As estradas causam diversos impactos sobre a fauna, sendo o atropelamento responsável pelo declínio populacional de vertebrados silvestres, ameaçando a persistência de populações de diversas espécies de mamíferos. Os atropelamentos podem estar relacionados à diversos fatores, desde características físicas das estradas, como à presença e/ou ausência de curvas, aclives, declives, intensidade de tráfego, além das características da paisagem, distância com Unidades de Conservação (UC) e influência da sazonalidade das regiões onde as estradas estão inseridas. Nesse contexto, o estudo objetiva identificar os principais *hotspots* de atropelamento e a relação dos atropelamentos com as características da paisagem e sazonalidade (período seco e chuvoso) para mamíferos silvestres em trechos de estradas localizadas no Seridó, região de clima semiárido. Ao todo, foram percorridos 6.192,52 quilômetros de estradas em 53 saídas de campo entre setembro de 2013 e dezembro de 2017. Imagens de satélite e dados do Mapbiomas foram usados para as análises de classificação do solo. Buffers de 1km, 5km e 10km foram criados ao redor das estradas monitoradas para apontar as variáveis de paisagem associadas aos atropelamentos. O Teste K-Statistics 2D e 2D *HotSpot* foram usados para indicar agregações e os *hotspots* de atropelamentos. Modelos lineares foram gerados para as variáveis de paisagem e submetidos ao Critério de Informação Akaike (AICc). O teste de Kruskal-Wallis foi realizado para averiguar o efeito da sazonalidade. O estudo registrou 527 atropelamentos de mamíferos silvestres, sendo as espécies *Cerdonyx thous*, *Euphractus sexcinctus* e *Procyon cancrivorus* as mais afetadas. Também foram obtidos dados de atropelamento de espécies vulneráveis à extinção, como *Leopardus emiliae* e o *Puma yagouaroundi*. No geral, as espécies foram menos atropeladas em áreas alteradas, como agropecuária, solo exposto e infraestrutura urbana. Já em relação a sazonalidade, com exceção da *C. thous*, as espécies foram mais atropeladas no período chuvoso.

Palavras-chave: Atropelamento. Caatinga. Impactos. Infraestrutura lineares. Fauna.

ABSTRACT

Roads cause several impacts on fauna. Collisions are responsible for the decline of the population of wild vertebrates, threatening the persistence of populations of different species of mammals. Hitting wild animals can be related to several factors, from the physical characteristics of the roads, such as the presence and/or absence of curves, hills, slopes, traffic intensity, in addition to the characteristics of the landscape, proximity to Conservation Units (UC) and influence of the seasonality of the regions where the roads are inserted. In this context, the study aims to identify the main roadkill hotspots and the relationship between roadkills and the characteristics of the landscape and seasonality (dry and rainy season) for wild mammals on stretches of roads located in the Seridó, a region with a semi-arid climate. Altogether, 6192.52 kilometers of roads were covered in 53 field trips between September 2013 and December 2017. Satellite images and Mapbioma data were used for soil classification analyses. Buffers of 1km, 5km and 10km were created around the monitored roads to pinpoint the landscape variables associated with roadkills. K-Statistics 2D and 2D HotSpot Tests were used to indicate aggregations and roadkill hotspots. Linear models were generated for the landscape variables and submitted to the Akaike Information Criterion (AICc). The Kruskal-Wallis test was performed to investigate the effect of seasonality. The study recorded 527 road kills of wild mammals, with the species *Cercopithecus thous*, *Euphractus sexcinctus* and *Procyon cancrivorus* being the most affected. Roadkill data were also obtained from species vulnerable to extinction, such as *Leopardus emiliae* and *Puma yagouaroundi*. Overall, the impact of roads was negative in areas that were more altered, such as by agriculture or had exposed soil and urban infrastructure. With regard to seasonality, with the exception of *C. Thous*, species were more victims of collisions in the rainy season.

Keywords: Roadkills. Caatinga. Impacts. Linear infrastructure. Fauna.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Mapa apresentando trechos de estradas monitoradas, situadas na região do Seridó, Caatinga nordestina.....	27
Figura 2	–	Frequência (%) de atropelamentos das 10 espécies de mamíferos silvestres registradas nos trechos das estradas da BR 427, RN118, RN288 e PB323 na região do Seridó, Caatinga do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil.....	33
Figura 3	–	Curva de acumulação de espécies observada (linha preta) com intervalo de confiança de 95% (limites em amarelo) para a comunidade de mamíferos silvestres atropelados em trechos da BR427, RN118, RN288 e PB323, próximo a ESEC-Seridó, no bioma da Caatinga.....	33
Figura 4	–	Principais regiões de <i>hotspots</i> para a classe geral de mamíferos silvestres na região do Seridó do Rio Grande do Norte - Brasil, entre os anos de 2013 a 2017. Informações obtidas através da análise do teste 2D <i>HotSpotS</i>	34
Figura 5	–	Regressões lineares das variáveis selecionadas do melhor modelo de AICc, cujo valor de $p \leq 0,05$, para: (A e B) Classe geral de mamíferos, (C e D) <i>C. thous</i> , (E) <i>P. cancrivorus</i> , (F) <i>E. sexcinctus</i>	36
Figura 6	–	Média $\pm$ sd de atropelamento de mamíferos silvestres em trechos monitorados de estradas nas proximidades da ESEC-Seridó, Rio grande do Norte, de acordo com o período (chuvoso e seco). A) Classe geral de mamíferos (sem <i>C. thous</i>); B) <i>P. Cancrivorus</i> e C) <i>E. sexcinctus</i>	37

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Mamíferos silvestres registrados por atropelamento nos trechos das estradas da BR 427, RN118 e RN288 na região do Seridó, Caatinga do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. Número total de atropelamentos ao longo de todo o período de amostragem, taxa de atropelamento anual, taxa média e os estados de conservação nacional (ICMBIO, 2018) e mundial (IUCN, 2021) das espécies apresentadas, sendo eles: LC (pouco preocupante), VU (vulnerável), e EN (em perigo).....31
- Tabela 2 – Modelos selecionados (com Evidência ≤ 2) de relações dos atropelamentos com as variáveis espaciais selecionados através do AICc e seus respectivos coeficientes de regressão, para os buffers de 1km, 5km e 10km em estradas estaduais e nacionais na região do Seridó, no bioma da Caatinga, entre os anos de 2014 a 2017. Em que β : Coeficiente da regressão, df: número de parâmetros, $\Delta AICc$: diferença no AICc entre um modelo e o melhor modelo, $wAICc$: peso de Akaike.....35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>AICc</i>	Critério de Informação Akaike
ANOVA	Análise de Variância
BR427	Rodovia Federal 427
CBEE	Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas
df	Número de parâmetros
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
EN	Em perigo
ESEC	Estação Ecológica
GPS	<i>Global Positioning System</i>
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ind/km/ano	indivíduo/quilômetro/ano
IUCN	União Internacional para Conservação da Natureza
Km ²	Quilômetro quadrado
LC	Pouco preocupante
mm	Milímetros
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PB	Paraíba
PB323	Rodovia Estadual da Paraíba 323
β	Coeficiente de regressão
RN	Rio Grande do Norte
RN118	Rodovia Estadual do Rio Grande do Norte 118
RN288	Rodovia Estadual do Rio Grande do Norte 288
<i>spp</i>	Espécies
UCs	Unidades de Conservação
VU	Vulnerável

LISTA DE SÍMBOLOS

Δ	Delta
$=$	Igual
$>$	Maior
$\geq$	Maior ou igual a
$+$	Mais
$<$	Menor
$\leq$	Menor ou igual a
$-$	Menos
$\%$	Porcentagem

SUMÁRIO

1	REFERENCIAL TEÓRICO	13
1.1	ECOLOGIA DE ESTRADAS E O ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS SILVESTRES NA CAATINGA.....	13
1.2	OS ATROPELAMENTO E AS VARIÁVEIS DA PAISAGEM.....	14
1.3	A VARIAÇÃO SAZONAL DOS ATROPELAMENTOS DE MAMÍFEROS SILVESTRES NA CAATINGA.....	15
1.4	MEDIDAS MITIGADORAS PARA O IMPACTO DO ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS SILVESTRES.....	17
2	REFERÊNCIAS	18

CAPÍTULO I - ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS SILVESTRES NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: PAISAGEM, SAZONALIDADE E HOTSPOTS

1	INTRODUÇÃO	23
2	OBJETIVOS	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	ÁREA DE ESTUDO	27
3.2	AMOSTRAGEM DOS DADOS DE ATROPELAMENTOS	26
3.3	OBTENÇÃO DAS VARIÁVEIS DA PAISAGEM E SAZONALIDADE	28
3.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	30
4	RESULTADOS	31
5	DISCUSSÃO	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
7	REFERÊNCIAS	45
	ANEXO A – Tabela dos Testes de Kestatic e Testes 2D Hotspot...	53
	ANEXO B – Tabela: precipitação mensal (mm) da região de estudo.	55
	ANEXO C – Tabela de informações sobre a obtenção das imagens de satélite.	56
	ANEXO D – Tabela das análises de Classificação do solo.....	57
	ANEXO E – Resultados das seleções dos melhores modelos pelo critério de AICc.	58

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 ECOLOGIA DE ESTRADAS E O ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS SILVESTRES NA CAATINGA

As estradas apresentam grande relevância para o desenvolvimento socioeconômico de uma região (VAN DER REE *et al.* 2011; LAURANCE *et al.* 2014). Em países e regiões subdesenvolvidas, as estradas se ampliam rapidamente (VAN DER REE *et al.* 2011), podendo apresentar grande potencial na geração de impactos negativos sobre a fauna (FORMAN *et al.* 2003; VAN DER REE *et al.* 2011). Segundo Carr & Fahrig (2001), o atropelamento é um dos principais responsáveis pela mortalidade de vertebrados no mundo, ocasionando enorme perda de biodiversidade (CACERES, 2011). Do grupo dos vertebrados, a Classe dos mamíferos se destaca nos registros de atropelamento, possivelmente relacionado ao tamanho corporal das espécies (TROMBULAK & FRISSELL, 2000; CLEVINGER, CHRUSZCZ & GUNSON, 2003; GLISTA & DEVAULT, 2008; MCGREGOR *et al.* 2008; CUNHA *et al.*, 2010).

O Brasil, país que vem se destacando pela elevada ampliação do modal rodoviário, ainda concentra poucas pesquisas acerca dos impactos negativos das rodovias sobre a fauna (COSTA *et al.* 2005). Da grande diversidade da fauna brasileira, a Classe Mammalia é a mais representada em estudos de ecologia de estradas no país, mas, frente às dimensões do modal rodoviário, os efeitos dos atropelamentos sobre os mamíferos ainda são pouco compreendidos (CHEREM *et al.* 2007; COELHO, KINDEL & COELHO, 2008). Tal cenário, reflexo de carência de estudos científicos, aponta a ecologia de estradas como uma ciência em fase inicial no país (BAGER & FONTOURA, 2013).

Apesar de promoverem diversos serviços ecossistêmicos de grande relevância, os mamíferos apresentam ampla vulnerabilidade às pressões antrópicas (CHIARELLO, 1999; JONES & SAFI, 2011; BUENO *et al.* 2013; GALETTI & DIRZO, 2013). No Brasil, ao todo 111 espécies (15%), das que foram avaliadas, encontram-se sob algum grau de ameaça, representando a maior proporção entre os vertebrados terrestres (92,7%) (ICMBIO, 2018). Diversos estudos sugerem que algumas populações de mamíferos silvestres estão sendo amplamente impactadas pelas estradas no país

(CARVALHO, CUSTÓDIO & JUNIOR, 2015; RAMOS-ABRANTES *et al.* 2018; ZOCHE *et al.* 2020), como o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), o tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) (SEGATTO MELO & SANTOS-FILHO, 2007; GRILO, BISSONETTE & SANTOS-REIS, 2009; REIS *et al.* 2010).

A composição e abundância das espécies atropeladas podem sofrer variação de uma região para outra (CÁCERES, CASELLA & GOULART, 2012; GRILO *et al.* 2021). No bioma do Cerrado, a *C. thous*, a *E. sexcinctus*, o gambá (*Conepatus semistriatus*), e a *M. tridactyla* estão entre as espécies mais registradas (CARVALHO, 2014; ARAUJO *et al.* 2020). Na Caatinga, além da *C. thous*, espécies como o gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*), o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) e o *E. sexcinctus* são fortemente impactadas (JUNIOR, 2018; LIMA SÁ, 2018; RAMOS-ABRANTES *et al.* 2018). Já na Mata Atlântica, o tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), o tamanduá mirim (*Tamandua tetradactyla*) e o *C. thous* estão entre as espécies mais atropeladas (CAIRES *et al.* 2019).

Essas variações podem ser explicadas pela abundância das espécies, distribuição populacional, traços funcionais (LIMA SÁ, 2018), uso de hábitat, características abióticas e bióticas, como: solo, cobertura vegetal, precipitação e temperatura local (FREITAS *et al.* 2015; JUNIOR, 2018; ARAUJO *et al.* 2020). Assim, os diferentes padrões espaciais da paisagem podem influenciar fortemente a presença e seu uso por parte das espécies (FORMAN & ALEXANDER *et al.* 1998; LARUE & NIELSEN, 2008; GRILO *et al.* 2011; VAN DER REE *et al.* 2011; CARVALHO, 2014; JUNIOR, 2018; GRILO *et al.* 2021).

1.2 OS ATROPELAMENTO E AS VARIÁVEIS DA PAISAGEM

Diversas pesquisas já evidenciaram relações entre “hotspots” de atropelamentos e estruturas de paisagens (CARVALHO, CUSTÓDIO & JUNIOR, 2015). Os corpos d’água, as características geomorfológicas, os tipos de vegetações e o grau de conectividade constituem variáveis-chave para a concentração de atropelamentos de vertebrados silvestres (GRILO *et al.* 2011). As áreas úmidas e pantanosas, constituintes de corpos hídricos nas proximidades das estradas, podem ser fatores decisivos nas formações de *hotspots* para anfíbios e répteis, como testudines e serpentes

(CLEVENGER, CHRUSZCZ & GUNSON, 2003; ARESCO, 2005), além de mamíferos semiaquáticos, como as lontras (GUTER *et al.* 2006).

Estradas que se estendem em redes de paisagens conectadas parecem aumentar a ameaça à estabilidade e viabilidade de populações a longo prazo, já que se evidencia uma tendência de maior fluxo entre manchas e, consequentemente, maiores índices de atropelamentos (DIXON *et al.* 2006). As áreas florestadas podem aumentar a incidência de atropelamentos de pequenos e médios mamíferos carnívoros (GRILO, BISSONETTE & SANTOS-REIS, 2009). Assim como os ambientes rurais e paisagens agrícolas, também podem ser atrativas para algumas espécies de carnívoros, como pequenos felinos, cuja presença pode ser explicada pela ocorrência de suas presas nessas áreas (CARO, SHARGEL & STONER, 2000). Soma-se ainda o fato dos ambientes rurais e suburbanos também serem relatados como pontos de atropelamentos para espécies sinantrópicas, como identificado para os gambás-da-Virgínia (*Didelphis virginiana*), gatos domésticos (*Felis catus*) e ratos (*Rattus rattus*) por Caro, Shargel & Stoner, (2000).

Nesse contexto, a presença de Unidades de Conservação (UCs) pode intensificar a formação de *hotspots* de atropelamentos de mamíferos silvestres. Estradas que cortam UCs são propensas a apresentarem maior taxa de atropelamento de mamíferos silvestres (CÂNDICO-JR *et al.*, 2002; RODRIGUES *et al.*, 2002). Como as UCs são pensadas para garantir a conectividade entre manchas (PAOLINO *et al.*, 2016), espécies com maiores áreas de vida, como os carnívoros (MARINHO *et al.* 2018), podem apresentar maior incidência de atropelamento nessas áreas (KANG *et al.* 2016). Tais impactos tornam-se mais preocupantes quando os atropelamentos incidem sobre as espécies ameaçadas (BAGER, 2003; RODRIGUES *et al.*, 2002).

1.3 A VARIAÇÃO SAZONAL DOS ATROPELAMENTOS DE MAMÍFEROS SILVESTRES NA CAATINGA

Diversas espécies de mamíferos silvestres têm suas populações modeladas por variáveis sazonais, o que pode intensificar as incidências de atropelamentos em determinado período do ano (SANTOS *et al.* 2012). Os atropelamentos podem estar

associados ao período reprodutivo (GRILO *et al.* 2009), à dispersão de juvenis, à formação temporária de corpos hídricos (BUENO *et al.* 2012), às safras agrícolas (CARO, SHARGEL & STONER, 2000), à disponibilidade de recursos (RICKLEFS, 2010; CÁCERES, CASELLA & GOULART, 2012; SANTOS *et al.* 2012), dentre outros.

As diferenças entre os períodos (chuvoso e seco), por exemplo, podem tornar diversas espécies mais susceptíveis ao atropelamento. Em estudos desenvolvidos na Mata Atlântica, observou-se que os mamíferos estiveram mais vulneráveis à estação seca (BUENO & ALMEIDA, 2010). Nesse período, a escassez de recursos, como alimento e água, faz diversas espécies se deslocarem com maior frequência, por vez obrigando-as a atravessar as estradas, fator que promove o aumento dos atropelamentos (BUENO & ALMEIDA, 2010).

Já em estudos no Cerrado, foi observado maior vulnerabilidade das espécies no período chuvoso (CÁCERES, CASELLA & GOULART, 2012), resultado semelhante também foi encontrado para Mata Atlântica (ORLANDIN *et al.* 2015). De forma geral, o período chuvoso coincide com o período de floração e frutificação de diversas espécies de plantas, intensificando as atividades de diversas espécies frugívoras, herbívoras e onívoras (GUMIER-COSTA & SPERBER, 2009). A explosão de recursos, que coincide com período reprodutivo de várias espécies (CERQUEIRA, 2005), intensifica o deslocamento por busca de parceiros, procura de alimento e dispersão de juvenis, fatores que aumentam a exposição das espécies as estradas (MACHADO *et al.* 2015) e consequentemente, o atropelamento.

Por outro lado, diversos outros estudos mostram que a sazonalidade entre período seco e chuvoso não exerceu influência significativa sobre os atropelamentos de mamíferos silvestres. Sendo evidenciado em áreas de Restinga, Cerrado e Caatinga (FERREIRA *et al.* 2014; CARVALHO *et al.* 2017; JUNIOR, 2018). Ressalta-se também a necessidade de realizar análises mais detalhadas sobre o efeito da sazonalidade sobre as espécies da comunidade estudada, uma vez que a sazonalidade pode atuar de forma distinta dentro de espécies de uma comunidade, como observado por Cáceres, Casella & Goulart, (2012), em que a *C. thous* apresentou maior agregação no período seco, enquanto *T. tetradactyla* estava mais ligada ao período chuvoso, na mesma área de estudo. Já na Caatinga, Junior (2018) não encontrou diferenças estatísticas para a Classe geral de mamíferos, no entanto, observou que a *C. thous* é

mais atropelada no período seco e as *E. sexcintus* e *P. cancrivorus* são mais atropeladas no período chuvoso. No entanto, para ambientes áridos e semiáridos, como a Caatinga, região cuja duração entre os períodos podem variar significativamente entre um ano e outro, é necessário esforço amostral mínimo de pelo menos dois anos (ROSA & BAGER, 2012).

1.4 MEDIDAS MITIGADORAS PARA O IMPACTO DO ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS SILVESTRES

As estratégias aplicáveis à mitigação dos impactos decorrentes dos atropelamentos são inúmeras (RYTWINSKI *et al.* 2016). No entanto, o sucesso de tais medidas irá depender das especificidades das espécies e/ou grupos taxonômicos de interesse, bem como das variáveis bióticas, abióticas, paisagísticas e ecológicas, cujas medidas devem ser implementadas em locais precisos (GLISTA *et al.* 2009; BAGER & ROSA, 2010). Cercas, repelentes olfatórios, luminosos e sonoros, passagem de fauna (GLISTA *et al.* 2009; VAN DER GRIFT *et al.* 2013), redutores de velocidade (HOBDAI & MINSTRELL, 2008; VAN DER GRIFT *et al.* 2013), sinalização de risco de atropelamentos de fauna, programa de educação ambiental associado ao trânsito (VAN DER GRIFT *et al.* 2013) são mecanismos que podem ser usados na mitigação de colisão de veículos motorizados com a fauna. Essas medidas podem auxiliar na manutenção do fluxo gênico e na persistência de populações, evitando efeitos sinérgicos que contribuam para a extinção local (GLISTA *et al.* 2009; GRILO *et al.* 2011). Sendo as medidas de redução de atropelamento mais eficazes, aquelas cujas estratégias englobam a combinação de duas ou mais ações, e as que demandam de maior investimento para a construção, como as passagens de fauna (HUIJSER *et al.* 2009). Essas estruturas viabilizam a travessia da fauna de forma segura pela rodovia (SECCO *et al.* 2018), e geralmente são pensadas para atender uma espécie-alvo para conservação, ou grupos específicos. Mesmo apresentando maior necessidade de investimento, as passagens de fauna podem apresentar excelentes resultados de custo e benefício, como aborda Huijser, Abra, & Duffield (2013), ao sugerir essa medida para mitigar o atropelamento de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) nas rodovias de São Paulo, cujo estudo evidenciou que apenas os gastos com consertos de veículos já seriam maiores que os necessários para a construção das passagens de fauna. Vale ressaltar,

que atualmente, a adoção de cercas de contenção em conjunto com a passagem de fauna configura-se como uma das medidas mais eficazes para mitigação de mamíferos silvestres de maior porte (CLEVENGER & HUIJSER 2001; HUIJSER, ABRA, & DUFFIELD, 2013; HUIJSER *et al.* 2016; RYTWINSKI *et al.* 2016).

2 REFERÊNCIAS

- ARAUJO, L. A. F. *et al.* 2020. Efeito Da Paisagem Sobre Os Atropelamentos De Mamíferos De Médio E Grande Porte No Sul De Goiás, Brasil. *Oecologia Australis* 24:164–172.
- ARESCO, M. J. 2005. Mitigation Measures To Reduce Highway Mortality of Turtles and Other Herpetofauna At a North Florida Lake. *Journal of Wildlife Management* 69:549–560.
- BAGER, A. 2003. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos viários associados às unidades de conservação. In: _____. (Org.). *Áreas Protegidas. Conservação no âmbito do Cone Sul*. Pelotas, p. 159-172.
- BAGER, A. & V. FONTOURA. 2013. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. *Ecological Engineering* 53:31–38. Elsevier B.V.
- BUENO, C. & P. J. A. L. ALMEIDA. 2010. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). *Revista Brasileira de Zoociências* 12:219–226.
- BUENO, R. S. *et al.* 2013. Functional Redundancy and Complementarities of Seed Dispersal by the Last Neotropical Megafrugivores. *PLoS ONE* 8.
- CÁCERES, N. C., J. CASELLA. C. S. GOULART. 2012. Variação espacial e sazonal atropelamentos de mamíferos no bioma cerrado, rodovia BR 262, Sudoeste do Brasil. *Mastozoologia neotropical* 19.
- CAIRES, H. S. *et al.* 2019. Roadkilled mammals in the northern amazon region and comparisons with roadways in other regions of Brazil. *Iheringia - Serie Zoologia* 109:1–9.
- CÂNDIDO-JR., J. F. *et al.* 2002. Animais atropelados na rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, e seu aproveitamento para estudos da biologia da conservação. In: *Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação Vol. II: Trabalhos técnicos. Rede nacional pró unidade de conservação*. Fortaleza. p. 553-562.
- CARO, T. M., J. A. SHARGEL & C. J. STONER. 2000. Frequency of medium-sized

mammal road kills in an agricultural landscape in California. *American Midland Naturalist* 144:362–369.

- CARR, L. W. & FAHRIG, L. 2001. Effect of road traffic on two amphibian species of differing vagility. *Conservation Biology* 15:1071–1078.
- CARVALHO, C. F. 2014. Atropelamento de vertebrados, hotspots de atropelamentos e parâmetros associados, atropelamentos e parâmetros associados, :85.
- CARVALHO, C. F., A. E. I. CUSTÓDIO & O. M. JUNIOR. 2015. Wild vertebrates roadkill aggregations on the BR-050 highway, state of Minas Gerais, Brazil. *Bioscience Journal* 31:951–959.
- CARVALHO, C. F., A. E. I. CUSTÓDIO & O. M. JÚNIOR. 2017. Influence of climate variables on roadkill rates of wild vertebrates in the cerrado biome, Brazil. *Bioscience Journal*:1632–1641.
- CBEE. CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS. BRASIL: Atropelamentos de fauna selvagem. Lavras: CBEE/UFLA. Disponível em <<http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro/>> (site atropelômetro). Acesso em agosto 2020.
- CERQUEIRA, R. 2005. Fatores ambientais e a reprodução de marsupiais e roedores no leste do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 63, p. 29–39.
- CHEREM, J. J. *et al.* 2007. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Biotemas* 20:1–96.
- CHIARELLO, A. G. 1999. Effects of fragmentation of the Atlantic Forest on mammal communities in southeastern Brazil. *Biological Conservation* 89:71–82.
- CLEVINGER, A. P., B. CHRUSZCZ & K. E. GUNSON. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation* 109:15–26.
- CLEVINGER, A. P & HUIJSER, M. P. *Wildlife crossing structure handbook: design and evaluation in North America*. Washington: New Jersey, 2001
- COELHO, I. P., A. KINDEL & A. V. P. COELHO. 2008. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. *European Journal of Wildlife Research* 54:689–699.
- COSTA, L. P. *et al.* 2005. Conservação de mamíferos no Brasil. *Megadiversidade*.1. 103 – 102.
- CUNHA, H. F. *et al.* 2010. Roadkill of wild vertebrates along the GO-060 road between Goiânia and Iporá, Goiás State, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 32:257–263.

- DIXON, J. D., *et al.* 2006. Two Florida Black Bear Populations. *Conservation Biology* 20:155–162.
- FERREIRA, C. M. M., *et al.* 2014. Variação espacial de atropelamentos de mamíferos em área de restinga no estado do Espírito Santo, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation* 9:125–133.
- FREITAS, S. R., *et al.* 2015. How landscape features influence road-kill of three species of mammals in the Brazilian savanna? *Oecologia Australis* 18:35–45.
- FORMAN, R. & ALEXANDER L. E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annu Rev Ecol Syst* 29:207–231.
- FORMAN, R. *et al.* 2003. Road ecology: science and solutions. Island Press, Washington.
- GALETTI, M. & R. DIRZO. 2013. Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world. *Biological Conservation* 163:1–6.
- GLISTA, D. J., T. L. DEVAULT & J. A. DEWOODY. 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning* 91:1–7.
- GLISTA, D. J & DEVAULT, T. L. 2008. Road mortality of terrestrial vertebrates in Indiana. *Proceedings of the Indiana Academy of Science* 117:55–62.
- GRILO, C., *et al.* 2011. Do well-connected landscapes promote road-related mortality? *European Journal of Wildlife Research* 57:707–716.
- GRILO, C., J. A. BISSONETTE & M. SANTOS-REIS. 2009. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: Consequences for mitigation. *Biological Conservation* 142:301–313.
- GUMIER-COSTA, F. & C. F. SPERBER. 2009 Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 459–466.
- GUTER, A., *et al.* 2006. Temporal and spatial influences on road mortality in otters: Conservation implications. *Israel Journal of Zoology* 51:199–207.
- HOBDAJ AJ & ML MINSTRELL. 2008. Distribution and abundance of roadkill on Tasmanian highways: Human management options. *Wildlife Research* 35:712–726.
- HUIJSER, M. P., F. D. ABRA & J. W. DUFFIELD. 2013. Mammal road mortality and cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in São Paulo State, Brazil. *Oecologia Australis*, 17(1): 129-146.

- HUIJSER, M. P. *et al.* 2009. Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the United States and Canada; a decision support tool. *Ecology and Society* 14(2): 15.
- HUIJSER, M. P. *et al.* 2016. Effectiveness of short sections of wildlife fencing and crossing structures along highways in reducing wildlife-vehicle collisions and providing safe crossing opportunities for large mammals. *Biological Conservation*, 197, 61-68.
- ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (Volume II): Mamíferos. Editora ICMBio/MMA, Brasília, 625.
- JONES, K. E. & K. SAFI. 2011. Ecology and evolution of mammalian biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366:2451–2461.
- JUNIOR, C. A. S. 2018. Caracterização espaço-temporal de atropelamentos de mamíferos silvestres em estradas inseridas no semiárido nordestino. 2018. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró-RN.
- KANG, W. *et al.* 2016. Forest mammal roadkills as related to hábitat connectivity in protected areas. *Biodiversity and Conservation*, 25(13), 2673–2686
- LAURANCE, W. F. *et al.* 2014. A global strategy for road building. *Nature*, v. 513, n. 7517, p. 229–232.
- LARUE, M. A. & C. K. NIELSEN. 2008. Modelling potential dispersal corridors for cougars in midwestern North America using least-cost path methods. *Ecological Modelling* 212:372–381.
- LIMA SÁ, N. L. R. de. 2018. Traços funcionais podem explicar uma maior vulnerabilidade de mamíferos à atropelamentos? 2018. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró-RN.
- MACHADO, F. S. *et al.* 2015. Roadkill on vertebrates in Brazil: Seasonal variation and road type comparison. *North-Western Journal of Zoology*, v. 11, n. 2, p. 247–252.
- MCGREGOR, R. L. *et al.* 2008. Do small mammals avoid roads because of the traffic? *Journal of Applied Ecology* 45:117–123.
- ORLANDIN, E., *et al.* 2015. Mamíferos de Médio e Grande Porte Atropelados no Oeste de Santa Catarina, Brasil. *Biota Amazônia* 5:125–130.
- PAOLINO, R. M. *et al.* 2016. Uso da zona de amortecimento de uma unidade de conservação de cerrado por mamíferos. *Biota Neotropica*, 16(2), 1–13.

- RAMOS-ABRANTES, M. M. *et al.* 2018. Vertebrados silvestres atropelados na rodovia BR-230, Paraíba, Brasil. *Pubvet* 12:1–7.
- REIS, N. R; *et al.* 2010. Mamíferos do Brasil - guia de identificação. Technical Books Editora 1:577.
- RICKLEFS, R. E. 2010. A economia da natureza. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 6ª ed., 546 p.
- RODRIGUES, F.H.G. 2002. Biologia e Conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. Tese de Doutorado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- RYTWINSKI, T. *et al.* 2016. How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. *PLoS ONE* 11:1–25.
- SANTOS, A. L. P. G. *et al.* 2012 Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. *Biotemas* 25:73-79.
- SEGATTO MELO, E. & M. SANTOS-FILHO. 2007. Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. *Revista Brasileira de Zoociências* 9:185–192.
- TROMBULAK, S. C. & C. A. FRISSELL. 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities\nRevisión de los Efectos de Carreteras en Comunidades Terrestres y Acuáticas. *Conservation Biology* 14:18–30.
- VAN DER GRIFT, E. A. *et al.* 2013. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation* 22:425–448.
- VAN DER REE, R. *et al.* 2011. Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: road ecology is moving toward larger scales. *Ecology and Society* 48.
- ZOCHE, J. J. *et al.* 2020. Vertebrados silvestres atropelados em rodovias do Sul de Santa Catarina, Brasil. In: SUTIL, T.; PEREIRA, J. R.; LADWIG, N. I.; ZOCHE, J. J.; PEREIRA, J. L. (org.). *Geoprocessamento na análise ambiental*. Criciúma (SC): Unesc, 2020. Cap. 9:253-289.

ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS SILVESTRES NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: PAISAGEM, SAZONALIDADE E HOTSPOTS

SEASONAL AND SPATIAL PATTERNS OF MAMMALIAN ROAD KILL IN THE BRAZILIAN SEMIARID

1. INTRODUÇÃO

As estradas são um dos empreendimentos lineares que ocasionam grandes impactos sobre a biodiversidade (TROMBULAK & FRISSELL, 2000; BAGER *et al.* 2016; MORELLI, BENEDETTI & DELGADO, 2020), ocasionando efeitos negativos em populações de todas as Classes de vertebrados (BAGER *et al.* 2016; PINTO, CLEVENGER & GRILO, 2020; GRILO *et al.* 2021), sendo o atropelamento uma das principais causas de mortalidade da fauna (TROMBULAK & FRISSELL, 2000; GRILO *et al.* 2021). No Brasil, estima-se que ocorram ao menos 475 milhões de atropelamentos anuais de espécies silvestres (CBEE, 2020). No entanto, tais dados necessitam ser melhor compreendidos, uma vez que estudos em ecologia de estradas ainda são recentes no país (BAGER *et al.* 2016), concentrando-se principalmente na região sul e sudeste (DORNAS *et al.* 2012). Já em ambientes áridos e semiáridos, como a Caatinga, diversas áreas são subamostradas, apresentando escassez de informações sobre biodiversidade e poucas pesquisas na área de ecologia de estradas (JUNIOR, 2018). Tais informações são cruciais para identificar as espécies mais atropeladas e compreender como elas estão sendo afetadas por essas infraestruturas.

As estradas contribuem significativamente para o decréscimo populacional, intensificando o risco de extinção de várias espécies (SCOSS *et al.* 2004; MORELLI, BENEDETTI & DELGADO, 2020), as quais apresentam sensibilidade, em sua maioria, às interferências antrópicas em seus habitats (LAURANCE *et al.* 2009). Diferentes fatores como: fluxo e velocidade do tráfego, projeção (presença de curvas, largura, aclives, declives, lombadas) e a disponibilidade de habitat ao redor das estradas são elementos de grande relevância e que podem influenciar na magnitude do impacto, bem como na escala espacial de seus efeitos (TEIXEIRA *et al.* 2013). Os dados gerados por estudos de ecologia de estradas trazem informações cruciais, ajudando a compreender a ecologia, distribuição espacial das espécies, densidade populacional e a sensibilidade às

estradas, cujas informações são fundamentais para desenhar medidas de conservação mais assertivas (SHIMABUKURO *et al.* 2022).

Dentre as Classes de vertebrados, a Mammalia é uma das que concentram maior quantidade de estudos, sendo sua mortalidade por atropelamentos bem documentada (GRILO *et al.* 2021). Provavelmente, a maior quantidade de pesquisas sobre essa Classe está relacionada com seu tamanho corporal, fácil avistamento e aos interesses em conhecer melhor sua biologia (TROMBULAK & FRISSEL 2000; GLISTA *et al.* 2008; TEIXEIRA *et al.* 2013).

Os mamíferos são atropelados ao transitarem nas rodovias que cortam as suas áreas de vida ou quando são atraídos por recursos nas suas proximidades (LAURANCE *et al.* 2009) promovendo agregações de atropelamento em certos trechos (MALO *et al.* 2004). As espécies com grandes áreas de vida, como predadores de topo, acabam por cruzar mais estradas e, conseqüentemente, estradas com maior tráfego de veículos, intensificando o efeito destas sobre aquelas (CACERES *et al.* 2012; CAIRES *et al.* 2019). Tais efeitos também incidem em espécies mais adaptadas às áreas antropizadas (CARO *et al.* 2000, PRADA, 2004). Atrélado a isso, os atropelamentos parecem intensificar-se quando as espécies possuem hábitos noturnos, coincidindo com o período de menor visibilidade dos condutores de veículos motorizados (PRADA, 2004; LAURANCE *et al.* 2009; CACERES, 2011) ou com o ofuscamento desses indivíduos (ORLANDIN *et al.* 2015). Em contrapartida, há espécies mais sensíveis às estradas que as evitam (LAURANCE *et al.* 2009; CACERES, 2011; BUENO *et al.* 2015) e, conseqüentemente, diminuem os efeitos de atropelamento (CACERES, 2011; BUENO *et al.* 2015). Apesar disso, as estradas podem continuar a exercer efeitos negativos sobre essas espécies já que podem diminuir significativamente seu fluxo gênico (CRAVO, 2018).

Os diferentes padrões espaciais da paisagem influenciam fortemente a presença de espécies e suas relações com o meio (LARUE & NIELSEN, 2008). Pesquisas evidenciaram relações entre “hotspots” de atropelamentos e estruturas de paisagens (CARVALHO *et al.* 2015). Os corpos d’água, tipos de vegetação, grau de conectividade e de antropização são variáveis chaves para a aglomeração de atropelamentos de espécies de mamíferos silvestres (GRILO *et al.* 2011). As estradas que cruzam ou circundam Unidades de Conservação (UCs), por exemplo, tendem a apresentar maiores taxas de atropelamento em suas proximidades (CÂNDICO-JR. *et al.*, 2002;

RODRIGUES *et al.*, 2002), podendo ampliar a vulnerabilidades de espécies que já se encontram sobre algum grau de ameaça (BAGER, 2003; RODRIGUES *et al.*, 2002). Arelado a isso, a sazonalidade pode influenciar fortemente essa concentração em certos períodos do ano, como no período reprodutivo (CLEVENGER *et al.* 2003) e período de acasalamento (DAVIES *et al.* 1987; MEDINA *et al.* 2012). Nos ambientes semiáridos, como na Caatinga, a disponibilidade de alimentos e os recursos hídricos sofrem efeito da sazonalidade (período seco e chuvoso) (JUNIOR, 2018; LIMA SÁ, 2018), podendo influenciar na concentração de atropelamentos em determinados períodos do ano.

Pensar em medidas de mitigação para o atropelamento de fauna requer analisar diversos fatores associados às áreas de maior impacto. O sucesso de tais medidas depende das especificidades das espécies e/ou grupos taxonômicos de interesse, além das diversas variáveis bióticas, abióticas, paisagísticas e ecológicas que estão associadas (GLISTA *et al.* 2009; BAGER & ROSA, 2010). Assim, as medidas de mitigação de atropelamento bem implementadas (BAGER & ROSA, 2010) auxiliam na manutenção do fluxo gênico e na persistência das populações (GLISTA *et al.* 2009; GRILO *et al.* 2011).

O bioma da Caatinga está entre as regiões semiáridas mais biodiversas do mundo (GARDA *et al.* 2018), no entanto, sua mastofauna é pouco estudada e os impactos das estradas sobre o grupo ainda são pouco conhecidos (JUNIOR, 2018; LIMA SÁ, 2018; SHIMABUKURO *et al.* 2022). Indagações como quais mamíferos silvestres da Caatinga estão mais vulneráveis ao atropelamento, se existem formações de “*hotspots*” desses atropelamentos, em quais tipos de paisagem as espécies são mais atropeladas e se a sazonalidade, marcada pela diferença entre período seco e chuvoso, exerce influência sobre esses atropelamentos são lacunas dessa área de estudo. Essas informações são de profunda relevância para o preenchimento dessas lacunas científicas, ajudando a compreender melhor o efeito das estradas sobre a mastofauna de ambientes semiáridos.

2. OBJETIVOS

Assim, esta pesquisa tem por objetivo geral identificar possíveis *hotspots* de atropelamentos de mamíferos silvestres em trechos de estradas localizadas em região de

clima semiárido, relacionando-os com as características da paisagem circundante e o efeito da sazonalidade sobre esses organismos.

Como objetivos específicos, esta pesquisa irá:

- Apresentar a lista de espécies de mamíferos atropelados em estradas da Caatinga, caracterizando o grau de vulnerabilidade à extinção de acordo com IUCN e a lista brasileira de espécies ameaçadas;

- Determinar quais variáveis da paisagem (vegetação densa, vegetação espaçada, área úmida, corpo hídrico, solo exposto, agropecuária, áreas urbanas, distância da UC) estão associadas aos “*hotspots*” de atropelamentos de mamíferos silvestres da Caatinga e à quais espécies;

- Apontar se há diferença na quantidade de atropelamentos entre diferentes períodos do ano (período seco e período chuvoso);

- Recomendar medidas de mitigação para os trechos de maior concentração de atropelamento (*hotspots*), levando em consideração tanto a Classe geral de mamíferos, quanto espécies mais atropeladas e as ameaçadas de extinção.

Nossa hipótese é a de que há sim agregações e formação de *hotspots* de atropelamentos de mamíferos silvestres nessas estradas, sendo que as espécies mais vulneráveis a estes atropelamentos terão seus registros concentrados nos ambientes menos alterados quando comparado com as áreas mais antropizadas. Isso porque ambientes menos alterados proporcionam maior quantidade de recursos às espécies e, geralmente, promovem maior abundância de indivíduos, bem como maior diversidade de espécies. Como UCs tendem a ter seus ambientes em bom estado de conservação, espera-se confirmar também a hipótese de que a quantidade de atropelamentos aumente nas proximidades das unidades de conservação em decorrência de maior circulação dos espécimes entre áreas de vegetação cortadas por estradas.

Por fim, como a Caatinga é marcada por forte sazonalidade entre os períodos seco e chuvoso, fazendo da água um recurso escasso e importante para a manutenção da vida nesse ambiente, espera-se confirmar uma última hipótese de que os atropelamentos de mamíferos sejam também influenciados por esta sazonalidade, incidindo com maior força no período chuvoso, possivelmente impulsionada pela maior oferta de alimento e período reprodutivo.

O monitoramento foi realizado em uma extensão de aproximadamente 116,86 quilômetros de estradas pavimentadas com duas faixas de rolamento (sentido duplo). Dois conjuntos de trechos foram monitorados em dias alternados para que todos os monitoramentos ocorressem nas primeiras horas da manhã (ou seja, não havia tempo suficiente para monitorar todos os trechos no início da manhã do mesmo dia). Assim, as coordenadas dos pontos inicial e final das rotas no primeiro dia foram 6 69636W, 92 96897S a 7 14350W, 92 83136S, respectivamente, e as das rotas do segundo dia (os dois últimos trechos) foram 7 14350W, 92 83136S a 6 98302W, 92 57140S e 6 78440W, 92 63656S a 7 00451W, 92 87920S, respectivamente. Sendo que a ordem em que os trechos de um conjunto eram monitorados era alterada a cada partida.

3.2 AMOSTRAGEM DOS DADOS DE ATROPELAMENTOS

Foram analisados os dados coletados e registrados durante quatro anos e quatro meses (setembro de 2013 a dezembro de 2017). O monitoramento foi realizado de carro, a uma velocidade média de 50 km/h (FREITAS *et al.* 2015). O percurso teve início após o amanhecer e foi realizado por dois observadores. Os pontos de atropelamentos foram identificados com Global Positioning System (GPS) e os animais foram identificados em nível de espécie.

Para a classificação taxonômica das espécies foi usado Quintela *et al.* (2020). Para o estado de conservação das espécies, foram consultados o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2018) e a Lista Vermelha da IUCN (2021).

3.3 OBTENÇÃO DAS VARIÁVEIS DA PAISAGEM E SAZONALIDADE

Para a obtenção das variáveis espaciais, foram mesclados os dados de imagem de satélite do Landsat 8, obtidas do site USGS (<https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat>) com dados do Landsat 8 da coleção 5 do MapBiomas (<https://mapbiomas.org/>). As imagens do satélite Landsat 8 têm resolução espacial de 30 metros (bandas do visível e do infravermelho).

Em um primeiro momento foi realizada a composição das bandas 6 (infravermelho próximo), 5 (vermelho), 4 (verde) e posteriormente realizado ajustes

finos para que as tonalidades das cores de cada elemento da paisagem contido na imagem de satélite obtivessem o contraste necessário para realizar a classificação supervisionada usando o software ArcGis 10.5. Em seguida, a imagem foi recortada, abrangendo apenas as áreas de interesse, facilitando assim o processamento das informações e consecutivamente, foram feitas as classificações do uso e cobertura do solo. Nesse primeiro momento, foram extraídos os mosaicos de vegetação densa, vegetação espaçada, área úmida, corpo hídrico e solo exposto.

Em um segundo momento, foram usadas imagens de satélite do Landsat 8 da coleção 5 do MapBiomas para obter as variáveis: infraestrutura urbana e agropecuária. Para a obtenção da variável agropecuária, os polígonos de pastagem e agricultura foram agrupados, junção que, através de comparação com imagens de satélite do Google Earth, mostrou coincidir em grande parte com as áreas de vegetação mais degradadas.

Após a criação dos polígonos de classes de uso e cobertura do solo, esses foram transformados em *shapfiles* e posteriormente agrupados, sendo os mosaicos de agropecuária e infraestrutura urbana sobrepostos aos mosaicos criados pela classificação supervisionada. Logo, parte do que foi classificado como solo exposto e vegetação espaçada pela classificação supervisionada, realizada no primeiro momento, foi substituído por agropecuária e infraestrutura urbana. Para evitar que ambas as camadas geradas pelos dados do MapBiomas se sobrepusessem aos corpos hídricos, essa camada foi usada na última sobreposição. Em seguida, fez-se o agrupamento e limpeza dos shapes, comparando-os sempre com a paisagem gerada pelo Google Earth e com a imagem de satélite da área de estudo e em seguida, foram calculadas as áreas de todos os polígonos usando a unidade de medida (ha). Todos os procedimentos de geoprocessamento descritos acima foram realizados através do software ArcGis 10.5. Ao todo, foram geradas sete variáveis da paisagem (ou sete classes de uso e cobertura do solo): vegetação densa, vegetação espaçada, área úmida, corpo hídrico, solo exposto, agropecuária e infraestrutura urbana. O percurso de monitoramento foi dividido em segmentos de 1 km de comprimento e gerados *buffers* com raios de 1 km, 5 km e 10 km (BUENO *et al.* 2013; FREITAS *et al.* 2015). Por fim, foi calculado a distância, em metros, de cada buffer a Unidade de Conservação ESEC-Seridó, usando a ferramenta distância euclidiana do software ArcGis 10.5.

Como esses procedimentos foram realizados tanto para o período chuvoso, quanto para o período seco, dos anos de 2014 a 2017, e 4 imagens de satélite tiveram

que ser usadas para abranger os limites da área de estudo, 32 imagens de satélites foram usadas para realização da classificação do tipo e uso do solo.

Para a variável temporal, a sazonalidade foi dividida em período chuvoso (janeiro a junho) e período seco (julho a dezembro), com base no banco de dados pluviométricos da estação meteorológica do município de Caicó-RN. Como em sua maioria o primeiro semestre correspondeu aos meses de maior precipitação (mm) registrada, esse foi classificado como chuvoso, já o segundo semestre foi classificado como seco. Classificação também apresentada para a área da ESEC-Seridó (MMA, 2004). Os dados de precipitação foram obtidos do site da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O Teste K-Statistics 2D de Ripley foi empregado para determinar se houve agregações de atropelamentos (“hotspot”) de mamíferos em geral e em qual escala espacial eles se encontram (COELHO *et al.* 2014). Foi usado o raio inicial de 100 metros e, logo de 500 metros, estabelecendo o nível de confiança em 95%, e realizando um total de 1000 simulações. As escalas para as análises foram escolhidas para compreender a classe Mammalia e atender as medidas de mitigação para essa classe (TEIXEIRA *et al.* 2013). Para a identificação da localização das agregações de atropelamentos foi utilizado o teste 2D HotSpot (COELHO *et al.* 2014). Em seguida, foram atribuídos pesos diferentes para cada registro de atropelamento de acordo com o grau de vulnerabilidade da espécie (COELHO *et al.* 2014). Assim, as espécies ameaçadas receberam peso 2 e as demais espécies ficaram com peso 1 (CARVALHO *et al.* 2015). Todas as análises estatísticas descritas acima foram realizadas no programa Siriema (COELHO *et al.* 2014).

Para avaliar a possível influência das características da paisagem com o atropelamento das três espécies mais registradas nos atropelamentos (*Cerdocyon thous*, *Euphractus sexcintus* e *Procyon cancrivorus*) foram desenvolvidos modelos lineares generalizados simples, contendo apenas uma variável da paisagem (variável independente), modelos generalizados múltiplos (variáveis da paisagem + período do ano (seco ou chuvoso)), modelos generalizados múltiplos com duas variáveis da paisagem sem interação + a presença de período (seco ou chuvoso) + distância da UC

em metros, modelos generalizados múltiplos com interação + período (seco ou chuvoso) + distância da UC em metros e o modelo nulo. Os modelos foram selecionados através do ranqueamento do Critério de Informação Akaike corrigido (BURNHAM & ANDERSON, 2002). Os modelos selecionados com alta correlação foram excluídos. Todos os modelos gerados para buffers de 1km, 5km e 10km foram confrontados, sendo selecionados apenas os modelos cujas evidências foram ≤ 2 . Também foi realizado o teste de Kruskal-Wallis para comparar a distribuição dos atropelamentos nos dois períodos estudados. Todas as análises foram realizadas no *software RStudio*, empregando-se os pacotes (*bbmle*, *lme4*, *MASS*, *car*, *ggplot2* e *effects*).

4. RESULTADOS

De setembro de 2013 a dezembro de 2017 foram registrados 527 espécimes de mamíferos silvestres atropelados, representantes de dez espécies pertencentes a seis Ordens, sendo Carnívora e Cingulata as mais afetadas. Das espécies atropeladas, 423 (80,3%) dos registros são de *Cerdocyon thous*, 32 (6,1%) *Procyon cancrivorus* e 30 (5,7%) *Euphractus sexcintus* (Tab. 1). O esforço amostral foi de 6.193,58 quilômetros percorridos e taxa de atropelamentos de ($\cong 31$ ind/km/ano). A taxa de atropelamento para *Cerdocyon thous*, *Procyon cancrivorus* e *Euphractus sexcintus*, foi de 25,92 ind/km/ano; 1,89 ind/km/ano e 1,77 ind/km/ano respectivamente (Tab. 1). As espécies mais vulneráveis, segundo ICMBio e IUCN, a *L. emiliae* e *P. yagouaroundi* apresentaram taxas de atropelamento de 0,47 ind/km/ano e 0,29 ind/km/ano respectivamente (Tab. 1). Os espécimes com elevado grau de deterioração, os quais não foram possíveis de serem identificados nos procedimentos metodológicos, corresponderam a 3% dos registros (Fig. 2).

Tab. 1. Mamíferos silvestres registrados por atropelamento nos trechos das estradas da BR 427, RN118 e RN288 na região do Seridó, Caatinga do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. Número total de atropelamentos ao longo de todo o período de amostragem, taxa de atropelamento anual, taxa média e os estados de conservação nacional (ICMBIO, 2018) e mundial (IUCN, 2021) das espécies apresentadas, sendo eles: LC (pouco preocupante), VU (vulnerável), e EN (em perigo).

Táxon	Nome comum	Nº total	Taxa de atropelamentos (Ind./km/dia)						Estado de conservação (Brasil/IUCN)	
			2013	2014	2015	2016	2017	Média		
CARNIVORA										
Canidae										
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Cachorro-do-mato	423	0,06846	0,06097	0,08491	0,05305	0,07313	0,06829	LC/LC	
Felidae										
<i>Leopardus emiliae</i> (Thomas, 1914)	Gato-do-mato-pintado	8	0	0,00160	0,00066	0,00086	0,00233	0,00129	EN/VU	
<i>Puma yagouaroundi</i> (É, Geoffroy Saint-Hilare, 1803)	Gato-mourisco	5	0,00285	0,00053	0,00132	0,00086	0	0,00081	VU/LC	
Procyonidae										
<i>Procyon cancrivorus</i> (G,[Baron] Cuvier, 1798)	Mão-pelada	32	0,00285	0,00481	0,00658	0,00342	0,00622	0,00517	LC/LC	
CINGULATA										
Dasypodidae										
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Tatu-peba	30	0	0,00321	0,00329	0,01284	0,00311	0,00484	LC/LC	
DIDELPHIMORPHIA										
Didelphidae										
<i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840)	Gambá-de-orelha-branca	4	0	0,00160	0,00066	0	0	0,00065	LC/LC	
ARTIODACTYLA										
<i>Sus scrofa scrofa</i> (Linnaeus, 1758)	Javali	1	0	0,00053	0	0	0	0,00016	LC/LC	
RODENTIA										
Caviidae										
<i>Galea spixii</i> (Wagler, 1831)	Preá	5	0	0,00160	0,00066	0	0,00078	0,00081	LC/LC	
Echimyidae										
<i>Thrichomys laurentius</i> (Thomas, 1904)	Punaré	2	0,00285	0	0	0,00086	0	0,00032	LC/LC	
PRIMATES										
Callitrichidae										
<i>Callithrix jacchus</i> (Linnaeus, 1758)	Sagui-de-tufo-branco	1	0	0,00053	0	0	0	0,00016	LC/LC	
MAMÍFEROS NÃO IDENTIFICADOS	-	16	0	0,00107	0,00066	0,00856	0,00233	0,00258		
TOTAL		527	0,07702	0,07648	0,09874	0,08044	0,08791	0,08509		

A curva de acumulação de espécies sugere uma tendência de estabilização, mas permanecesse ascendente (Fig. 3), indicando a existência de espécies de mamíferos nativos não detectadas na área.

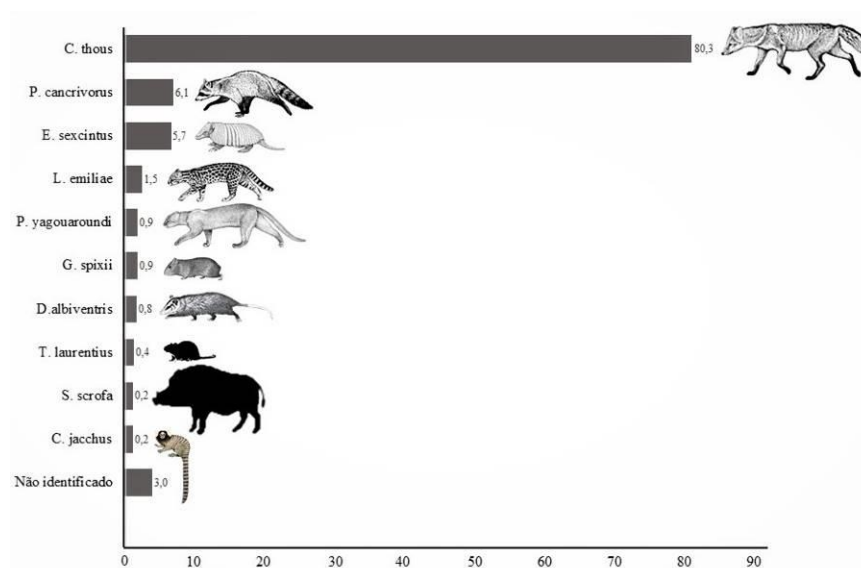


Fig. 2 Frequência (%) de atropelamentos das 10 espécies de mamíferos silvestres registradas nos trechos das estradas da BR 427, RN118, RN288 e PB323 na região do Seridó, Caatinga do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil.

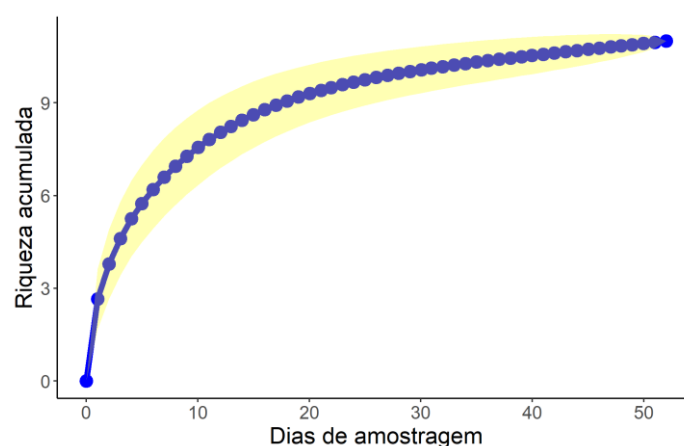


Fig. 3 Curva de acumulação de espécies observada (linha preta) com intervalo de confiança de 95% (limites em amarelo) para a comunidade de mamíferos silvestres atropelados em trechos da BR427, RN118, RN288 e PB323, próximo a ESEC-Seridó, no bioma da Caatinga.

Corroborando com nossa hipótese de que há formação de *hotspot* de atropelamento, os testes Kestatic mostraram agregações significativas para a Classe geral de mamíferos, além de agregações para espécies *C. thous*, *P. cancrivorus* e *E. sexcintus* (Tab. 3)¹. Os resultados obtidos evidenciam agregações mínimas em 100m para a Classe geral de mamíferos e para as espécies que apresentaram registros suficientes para as análises.

¹ A tabela 3 encontra-se no anexo A deste documento.

Os testes 2D HotSpot também apontaram agregações de atropelamentos em vários segmentos das estradas. Por *C. thous* apresentar 80,3 % dos atropelamentos registrados, foi separada da análise de mamíferos como um todo. Com isso, o grupo geral de mamíferos, quando analisados separadamente dos dados de *C. thous*, apresentou maior quantidade de *hotspots* na BR-427, PB-323 e RN2-28. Já a *C. thous* é a única espécie que apresenta *hotspots* de atropelamento em todas as estradas. A *P. cancrivorus* possui maior parte dos *hotspots* de atropelamento na BR-427 e apenas um *hotspot* na RN-288. Já para *E. sexcintus*, os *hotspots* estão exclusivamente associados à BR-427. Atendendo ao objetivo principal da pesquisa, ao analisar todas as informações de atropelamento, foi possível estabelecer as principais regiões de *hotspots* de atropelamentos (Fig.4), as quais estão presentes, em maior quantidade, em segmentos da BR-427. Também foi evidente a presença de significativas regiões de *hotspots* de atropelamento nas RN-228 e PB-323 (identificadas nas tonalidades de vermelho intenso da fig.4).

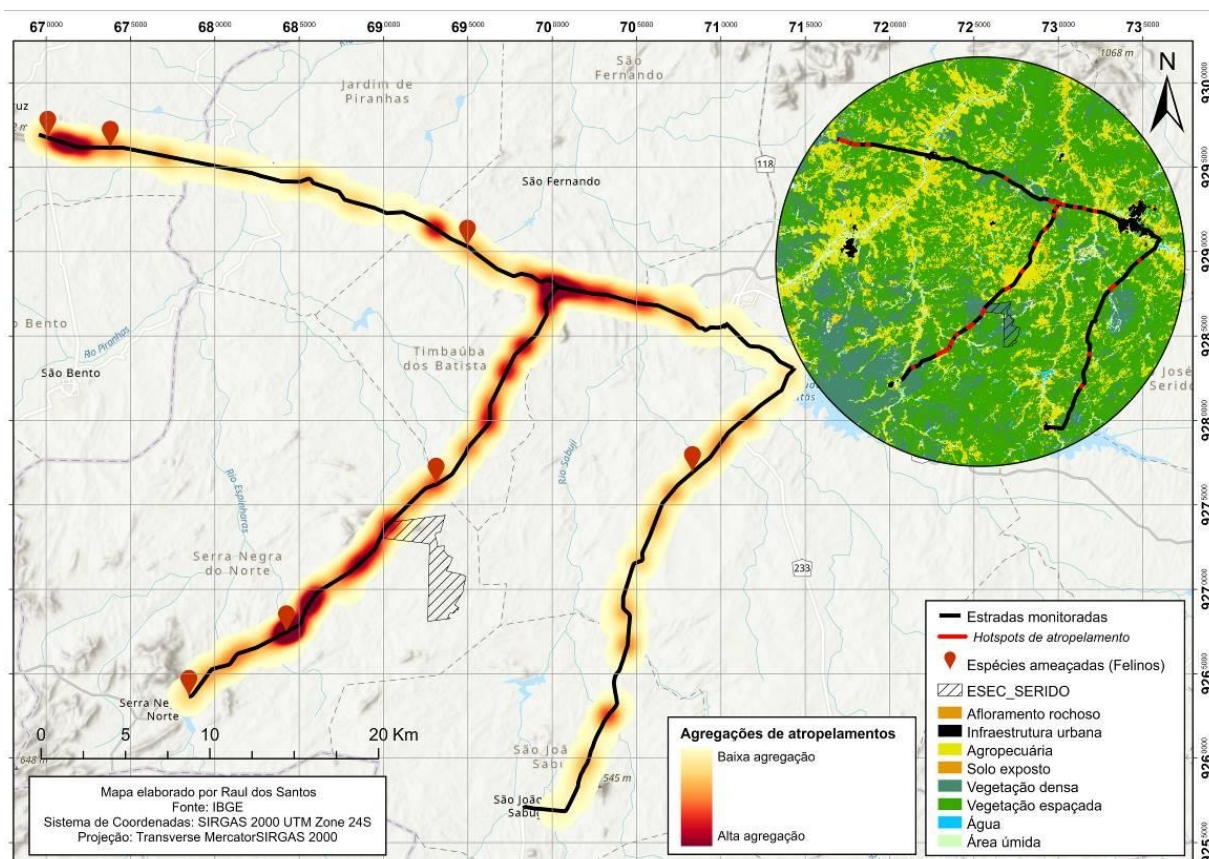


Fig. 4 Principais regiões de *hotspots* para a classe geral de mamíferos silvestres na região do Seridó do Rio Grande do Norte - Brasil, entre os anos de 2013 a 2017. Informações obtidas através da análise do teste 2D HotSpotS.

Com base na seleção de AICc - *Akaike Information Criterion* ($\Delta AICc$ e $wAICc$), foram constatadas relações de atropelamentos com as variáveis da paisagem para a Classe geral de mamíferos e para as espécies *C. thous*, *P. cancrivorus* e *E. sexcinctus*. Os modelos selecionados pelo critério de AICc demonstraram, de modo geral, que as espécies estão mais vulneráveis aos atropelamentos em ambientes mais preservados e são menos atropeladas em áreas mais antropizadas (Tab.2), corroborando com nossa hipótese a respeito da paisagem.

Tab. 2 Modelos selecionados (com Evidência ≤ 2) de relações dos atropelamentos com as variáveis espaciais selecionados através do AICc e seus respectivos coeficientes de regressão, para os buffers de 1km, 5km e 10km em estradas estaduais e nacionais na região do Seridó, no bioma da Caatinga, entre os anos de 2014 a 2017. Em que β : Coeficiente da regressão, df: número de parâmetros, $\Delta AICc$: diferença no AICc entre um modelo e o melhor modelo, $wAICc$: peso de Akaike.

Atropelamentos	Buffer	Variáveis selecionadas no modelo	β (Erro padrão)	Valor de (p)	df	$\Delta AICc$	$wAICc$
Classe geral de Mamíferos (Sem <i>C. thous</i>)	5Km	Vegetação densa +	0.031 (0.006)	1.57e ⁻⁰⁶ *	11	0.0	0.78
		Infraestrutura urbana +	- 0.083 (0.049)	0.095408			
		Período (seco) +	-0.926 (0.132)	2.75e ⁻¹² *			
		Interação UC	5.78e ⁻⁰⁵ (1.4e ⁻⁰⁵)	0.000112*			
<i>C. thous</i>	1Km	Agropecuária +	-0.017 (0.004)	0.000198*	10	0.0	0.5956
		Infraestrutura urbana +	-0.070 (0.009)	2.46e ⁻¹² *			
		Período	0.098 (0.059)	0.094447			
		UC	3.1e ⁻⁰⁶ (9.3e ⁻⁰⁶)	0.732276			
		Agropecuária +	-0.017 (0.005)	0.000209*	11	2.0	0.2225
		Infraestrutura urbana +	-0.073 (0.017)	2.89e ⁻⁰⁵ *			
<i>P. cancrivorus</i>	1Km	Período (seco) +	0.098 (0.059)	0.094502			
		Interação UC	-3.2e ⁻⁰⁶ (9.3e ⁻⁰⁶)	0.731105			
		Vegetação densa +	-0.006 (0.008)	0.417630	11	0.0	0.9981
		Solo exposto +	-0.109 (0.029)	0.000193*			
		Período (seco) +	-1.180 (0.266)	9.62e ⁻⁰⁶ *			
<i>E. sexcinctus</i>	1Km	Interação UC	4.8e ⁻⁰⁶ (2.2e ⁻⁰⁵)	0.824812			
		Vegetação espaçada +	0.026 (0.007)	0.000408*	10	0.0	0.6428
		Infraestrutura urbana +	-1.401 (1.149)	0.222973			
		Período (seco) +	-1.538 (0.266)	7.95e ⁻⁰⁹ *			
		UC	2.3e ⁻⁰⁵ (2.0e ⁻⁰⁵)	0.248347			
		Vegetação espaçada +	0.025 (0.008)	0.000972*	11	1.6	0.2922
		Infraestrutura urbana +	-3.855 (4.430)	0.384276			
		Período (seco) +	-1.555 (0.268)	6.99e ⁻⁰⁹ *			
		Interação UC	2.2e ⁻⁰⁵ (2.0e ⁻⁰⁵)	0.264767			

Para o grupo geral de mamíferos o melhor modelo foi para o buffer de 5km, vegetação densa + infraestrutura urbana + período(seco) + interação, com ($wAICc = 0.78$), sendo os coeficientes das variáveis que constitui o modelo: vegetação densa ($\beta=0.031$), infraestrutura urbana ($\beta=-0.083$) e período seco ($\beta=-0.926$), no entanto,

apenas a variável infraestrutura urbana não obteve significância estatística ($p>0,05$) (Tab. 2). Sendo assim, a probabilidade de atropelamento para a Classe geral de mamíferos tende a aumentar quando a extensão das áreas de vegetação densa aumenta (Fig. 5A).

A *C. thous* teve como melhor modelo de 1km, agropecuária + infraestrutura urbana + período, com ($wAICc = 0.5956$), em que os coeficientes das variáveis do modelo correspondem a agropecuária ($\beta=-0.017$), infraestrutura urbana ($\beta=-0.070$) e período (seco) ($\beta=0.898$). Com exceção da variável período (seco), as demais apresentaram $p<0,05$. Assim, a probabilidade de atropelamento para *C. thous* diminui quando aumenta a extensão das áreas de agropecuária (Fig. 5B) e infraestrutura urbana (Fig. 5C).

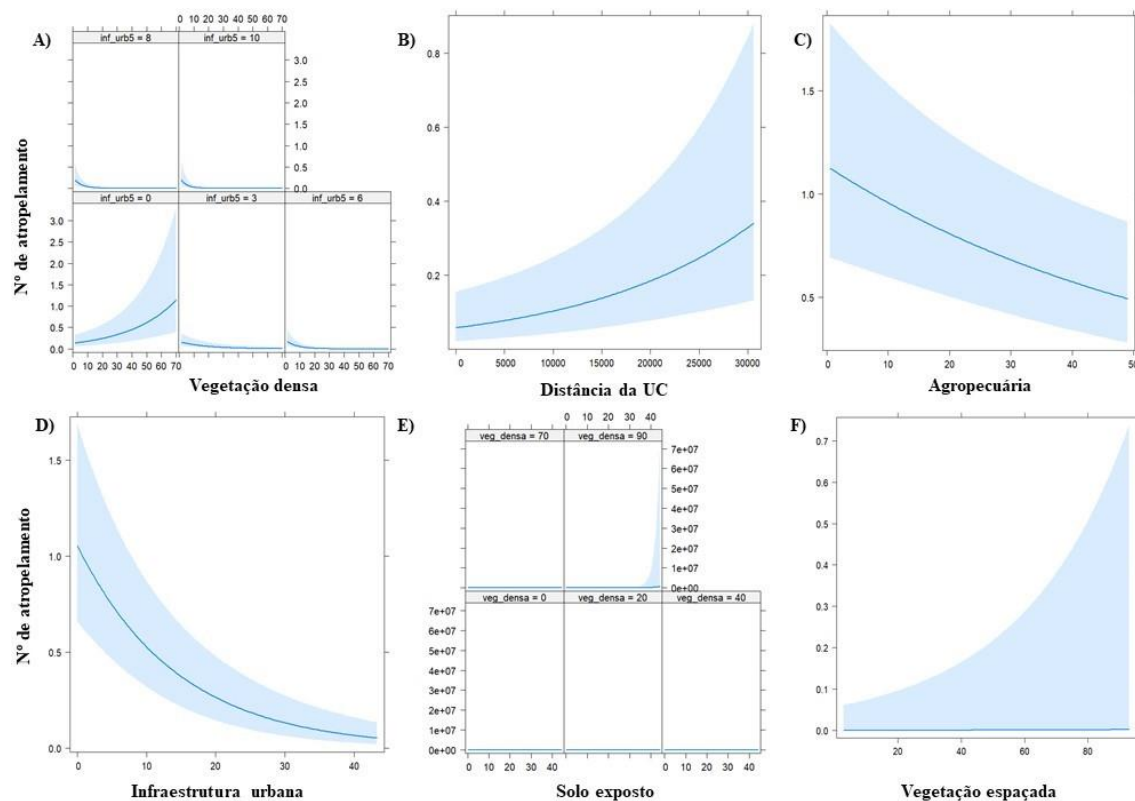


Fig. 5 Regressões lineares das variáveis selecionadas do melhor modelo de AICc, cujo valor de $p \leq 0,05$, para: (A e B) Classe geral de mamíferos, (C e D) *C. thous*, (E) *P. cancrivorus*, (F) *E. sexcinctus*.

Para *P. cancrivorus* o modelo de 1km, vegetação densa + solo exposto + período (seco) + interação, com ($wAICc = 0.9981$), é o que melhor explica a relação de atropelamento com a paisagem. As variáveis presentes no modelo apresentam os seguintes coeficientes: vegetação densa ($\beta=-0.006$), solo exposto ($\beta=-0.109$) e período

(Seco) ($\beta=-1.180$). No entanto, apenas as variáveis: solo exposto e período (Seco), tiveram $p<0,05$ (Tab. 2). Logo, a probabilidade de atropelamento para *P. cancrivorus* tende a diminuir quando as áreas de solo exposto aumentam, intensificando-se quando a interação da variável vegetação densa se encontra em 90% (Fig. 5D).

Já para a *E. sexcinctus*, o melhor modelo foi o de 1km, vegetação espaçada + infraestrutura urbana + Período (seco) com (wAICc = 0.6428) e coeficientes de regressão das variáveis: vegetação espaçada ($\beta=0.026$), infraestrutura urbana ($\beta=-1.401$), período (seco) ($\beta=-1.538$). Apenas as variáveis “vegetação espaçada” e “período (seco)” foram significativas ($p<0,05$). Indicando que a espécie está mais vulnerável ao atropelamento quando a extensão de áreas de vegetação espaçada aumenta.

Todos os modelos selecionados pelo critério de AICc, com exceção dos gerados para a *C. thous*, demonstraram efeito da sazonalidade ($p<0,05$), apresentando relação do atropelamento com o período chuvoso. Já a variável UC foi estatisticamente significativa ($p<0,05$) apenas para a Classe geral de mamíferos ($\beta=5.78e^{-05}$), indicando que as espécies são mais atropeladas à medida em que se distanciam da UC (Tab. 2; Fig.5B), sendo este resultado contrário ao de nossa hipótese inicial a respeito da distância de UCs.

Corroborando em partes com nossa hipótese, as análises de sazonalidade mostraram que a Classe geral de mamíferos foi mais atropelada no período chuvoso ($N=104$, $df=1$, $H=12,07$ e $p=0,00037$) (Fig. 6A), assim como a *P. cancrivorus* ($N=32$, $df=1$, $H=3,012$ e $p=0,0468$) (Fig. 6B) e *E. sexcinctus* ($N=30$, $df=1$, $H=5,58$ e $p=0,0062$) (Fig. 6C). Já *C. thous* não apresentou diferença entre períodos ($N=423$, $df=1$, $H=0,048$ e $p=0,8254$).

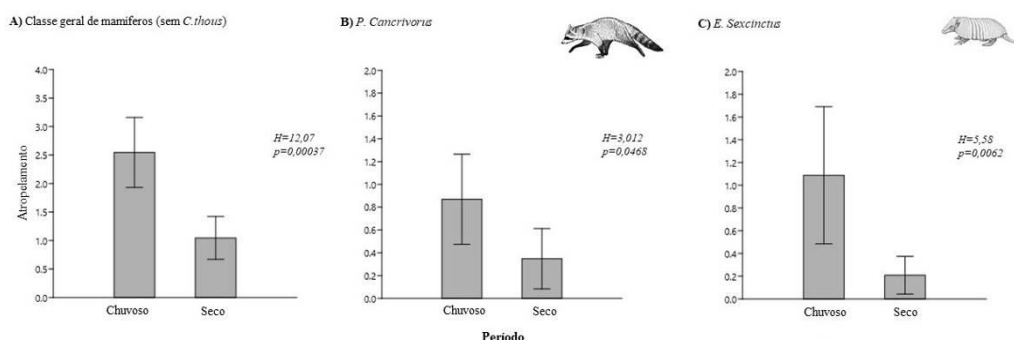


Fig. 6 Média $\pm$ sd de atropelamento de mamíferos silvestres em trechos monitorados de estradas nas proximidades da ESEC-Seridó, Rio grande do Norte, de acordo com o período (chuvoso e seco). A) Classe geral de mamíferos (sem *C. thous*); B) *P. cancrivorus* e C) *E. sexcinctus*.

5. DISCUSSÃO

As duas Ordens mais atropeladas neste estudo (Carnívora e Cingulata) também foram as mais vulneráveis ao atropelamento em estudos já realizados na Caatinga (JUNIOR, 2018; LIMA SÁ, 2018; CEZAR *et al.* 2021), áreas de ecótonos do Cerrado e Mata Atlântica (ARAÚJO *et al.*, 2020; CAIRES *et al.* 2019), Cerrado (GUIMARÃES *et al.* 2018) e ecótonos de Mata atlântica e Pampa (FRANCESCHI, 2018). Tais resultados reforçam a grande vulnerabilidade das espécies dessas Ordens ao atropelamento em estradas, independente do bioma.

Os resultados do presente estudo se comparados a outros realizados em climas semiáridos apontaram taxa de atropelamento de mamíferos silvestres superior em 25,8% à encontrada por Cezar *et al.* (2021) na Caatinga, entretanto, 68% inferiores ao encontrado por Kioko *et al.* (2015) para estradas na Tanzânia. No primeiro, o trecho monitorado foi de 134 km, abrangendo estradas estaduais e nacionais, ausente de UCs ao longo do percurso. Ao todo, a pesquisa ocorreu ao longo de um ano, sendo o trajeto inspecionado uma vez por semana, fazendo-se uso de carro com velocidade constante de 80km/h. Tal velocidade, considerada superior a indicada em estudos para monitoramento de fauna de pequeno e médio mamíferos, pode ter ocasionado maior deficiência no avistamento dos espécimes atropelados e reduzido a taxa de atropelamento (ROSA *et al.* 2012). Já Kioko *et al.* (2015), monitoraram 75 km de estradas, as quais abarcam os Parques Nacionais Lago Manyara e Manyara Rancho. No total, foram 10 dias monitorados no período chuvoso (11 a 22 de abril de 2013), o qual foi realizado a pé, percorrendo transectos de 2 km, sendo registrados tanto espécimes na estrada, quanto nas suas margens, até 10m. Os dois estudos realizados em climas semiáridos, apontam diferenças importantes já que em ambos a frequência de monitoramento foi maior do que no presente estudo e no estudo de Kioko *et al.* 2015 o monitoramento era feito a pé o que diminui absurdamente a taxa de perda de dados (ROSA *et al.* 2012).

As espécies mais atropeladas nesta pesquisa (*C. thous*, *P. cancrivorus* e *E. sexcinctus*), também estão entre as mais atropeladas nos resultados encontrados para a Caatinga (JUNIOR; 2018; LIMA SÁ, 2018; CEZAR *et al.* 2021), Mata Atlântica (ZOCHE *et al.* 2020), ecótono de Mata Atlântica e Pampa (HEGEL *et al.* 2012), ecótono de Mata Atlântica e Cerrado (ARAÚJO *et al.* 2020) e Cerrado (CARVALHO,

2014; BRUM *et al.* 2017). A grande vulnerabilidade dessas três espécies nas diferentes formações vegetais pode ser explicada pela sua ampla distribuição geográfica (BEISIEGEL *et al.* 2013); pelas características de forrageamento e pelos hábitos generalistas (BEISIEGEL *et al.* 2013; LIMA SÁ, 2018, LIMA *et al.* 2021). Adicionalmente, *C. thous* e *P. cancrivorus* apresentam ampla área de vida, com 12,8 km² e 6,95 Km² respectivamente (FEIJÓ & LANGGUTH, 2013; JUAREZ & MARINHO-FILHO, 2002; BIANCHI, 2009), hábitos crepusculares e noturnos (BEISIEGEL *et al.* 2013; CHEIDA *et al.* 2013; SANTOS, 2019). Dessa forma, o contato com as estradas coincide com o período de menor visibilidade do condutor (LAURANCE *et al.* 2009) e também com a possibilidade de ofuscamento do animal (ORLANDIN *et al.* 2015). Já *E. sexcinctus*, mesmo apresentando pequena área de vida de até 0,96 km² (MEDRI, 2008), é resistente as intervenções antrópicas (BRUM *et al.* 2017), ocorrendo em locais alterados (SOUZA & ANACLETO, 2012) o que torna as margens das rodovias em locais atrativos, principalmente pela disponibilidade de alimentos (SOUZA & ANACLETO, 2012), já que podem se alimentar de carcaça (REIS *et al.* 2010; SOUZA & ANACLETO, 2012), aumentando a incidência de atropelamentos.

De todas as espécies mencionadas acima, *C. thous* aparece como a mais atropelada nos diversos biomas brasileiros (ARAÚJO *et al.* 2020; ZOCHE *et al.* 2020; CEZAR *et al.* 2021; CIRINO *et al.* “no prelo”). O elevado impacto sobre a espécie aponta a necessidade de estudar mais a fundo a situação das populações mediante sua grande vulnerabilidade à estrada. Mesmo que a espécie não esteja na lista de vulnerabilidade da IUCN, as estradas atuam como sumidouros e podem pôr em risco populações locais. Aprofundar os conhecimentos sobre a sua dinâmica populacional, a diversidade genética e o impacto das estradas sobre a espécie são componentes fundamentais para compreender a persistência das populações e traçar medidas de conservação mais eficientes.

Os resultados das análises do Teste K-Statistics 2D mostraram agregações de 100 m para a Classe geral de mamíferos, *C. thous* e *P. cancrivorus* tanto nas rodovias nacionais quanto nas estaduais. Já para *E. sexcinctus*, apesar de ser uma das espécies mais vulneráveis ao atropelamento, as agregações só ocorreram na rodovia nacional, mesmo sendo amplamente atropelada nas rodovias estaduais, tal característica pode ser justificada pela distribuição mais homogênea da espécie na paisagem próxima às

rodovias (CÁCERES *et al.* 2012), sendo as áreas de vegetação espaçada e agropecuária predominante na paisagem ao longo das estradas. O teste 2D HotSpot não evidenciou a sobreposição de *hotspots* de atropelamentos de *E. sexcinctus* com as demais espécies analisadas, corroborando com as discussões em torno das sobreposições de *hotspots* entre espécies pertencentes a guildas distintas (TEIXEIRA *et al.* 2013). No entanto, as agregações entre guildas distintas podem ocorrer em escalas espaciais mais amplas (TEIXEIRA *et al.* 2013).

Dos modelos selecionados pelo critério de AICc, de modo geral, foi observado que os atropelamentos foram menores nas áreas de maior interferência antrópica, como: agropecuária, solo exposto e infraestrutura urbana, indicando maior sensibilidade das espécies ao uso e ocupação desses ambientes. Para a Classe geral de mamíferos, o melhor modelo demonstrou que o atropelamento é intensificado em áreas de vegetação densa, em análises para buffers de 5 km. Esse resultado indica maior vulnerabilidade ao atropelamento para a Classe em estradas que cortam áreas de vegetação densa. Tais áreas são de extrema importância para as espécies desses ambientes áridos (MITCHELL, 2012), podendo fornecer grande disponibilidade de recursos, como abrigo, alimento, disponibilidade de água e maior conforto térmico, quando comparada com as áreas de vegetação espaçada e pastagem, por exemplo.

O modelo selecionado para *C. thous* mostra menor vulnerabilidade da espécie as estradas em áreas com predominância de agropecuária e infraestrutura urbana, no entanto, a espécie possui grande adaptação, podendo ocorrer em habitats alterados (PRADA, 2004; ROSA & MAUHS, 2004). Outras pesquisas apontaram sua vulnerabilidade às estradas que cortam desde áreas de vegetação densa (ROCHA *et al.* 2008; REIS *et al.* 2010; BEISIEGEL *et al.* 2013) a ambientes com predominância de matrizes agrícolas (FERRAZ *et al.* 2010). No entanto, sua presença ou ausência em áreas agrícolas irá depender do tipo de cultivo presente na área. A espécie é relatada em cultivos de melão, abacaxi, cana-de-açúcar, eucalipto, pastagens (SOUZA, 2019), visto que nesses ambientes a espécie pode se alimentar de frutos (DIAS & BOCCHIGLIERI, 2016). A relação da diminuição dos atropelamentos com o aumento das áreas de agropecuária pode estar associada a pouca disponibilidade de recursos que esses ambientes oferecem nas áreas próximas às estradas, uma vez que a agricultura dessas áreas é voltada a agricultura familiar, com presença de agricultura sazonal e da pecuária (ANDRADE, 2013). Mesmo ocorrendo em diversos ambientes perturbados (ROCHA *et*

al. 2004), o que torna a espécie vulnerável as diversas matrizes que são cortadas por estradas, esta parece evitar as áreas urbanas (BEISIEGEL *et al.* 2013), diminuindo a quantidade de atropelamento nesses ambientes.

A variável “solo exposto” foi selecionada no melhor modelo para *P. cancrivorus*, indicando que a espécie evita circular nesses ambientes completamente alterados. Diversos estudos, em outros biomas brasileiros, apontaram a vulnerabilidade da espécie a estradas que cortam áreas de ambientes mais úmidos, como evidenciado para o Cerrado (CASELLA *et al.* 2006), ecótonos da Mata Atlântica e Cerrado (CARVALHO, 2014) e Mata Atlântica (ZOCHE *et al.* 2020). Como a espécie apresenta hábitos semi arborícolas, apresentando dependência de fontes d’água (REIS *et al.* 2010; CHEIDA *et al.* 2013), onde sua dieta alimentar é mais facilmente encontrada, como frutos, anfíbios, répteis, moluscos, insetos, pequenos roedores, entre outros (REIS *et al.* 2011). Assim, as áreas com predominância de solo exposto tornam-se menos atrativas à ocorrência da espécie.

E. sexcinctus apresentou vulnerabilidade às estradas que cortam áreas de vegetação espaçada. Relatada por habitar áreas abertas (MEDRI *et al.* 2006), próximas às estradas (CARVALHO *et al.* 2015), ambiente que muitas vezes apresenta escassez de recursos, os indivíduos são obrigados a ficar mais ativos para buscas de recursos, os quais estão difusos no espaço, forçando-os a atravessar as estradas (CIRINO *et al.* “no prelo”). A espécie é facilmente ofuscada por faróis ao cruzar a rodovia, visto que é uma espécie lenta e apresenta visão pouco desenvolvida, isso favorece a formação de *hotspots* de atropelamento nesses ambientes (MELO & SANTOS-FILHO, 2007). Outros estudos apontaram a ocorrência da espécie desde áreas agrícolas e pastagem (CÁCERES *et al.* 2012, CARVALHO, 2014), até áreas com maior cobertura vegetal (ZANETTI, 2016; ARAÚJO *et al.* 2020). Sendo considerada uma espécie que apresenta resistência às intervenções antrópicas (MEDRI, 2008; BRUM *et al.* 2017), porém sensível as áreas urbanas.

Em sua maioria, pesquisas associam maior taxa de atropelamento de espécies silvestres em estradas que cortam UCs, sendo os registros intensificados à medida que se aproximam dessas áreas (PRADA, 2004). Porém, para este estudo, a distância entre os pontos de atropelamento e a UC, para a Classe geral de mamíferos, apontou que as espécies estão mais vulneráveis quando se distanciam da unidade. Uma possível explicação para isto é que grande parte dos nossos dados para a Classe foram de

espécies mais generalistas e adaptadas às áreas alteradas, como o *P. cancrivorus* e *E. sexcinctus*. Como ambas as espécies são comumente atropeladas em vários tipos de paisagem, os ambientes mais distantes da UC podem apresentar maior escassez de recursos, fazendo com que essas espécies circulem mais em busca de alimento e fiquem mais vulneráveis ao atropelamento nesses ambientes. Já para as áreas próximas a UC, a maior qualidade na oferta de recursos pode fazer com que as espécies dessas localidades não necessitem cruzar as estradas, expondo-se menos ao atropelamento.

Já os felinos, *L. emiliae* e *P. yagouaroundi*, espécies comumente encontradas em fragmentos florestais maiores e que apresentam maior vulnerabilidade segundo a IUCN, foram pouco representativas quando comparado ao *n* de atropelamento das demais espécies. Isto pode estar associado ao fato destas evitarem circular por áreas mais degradadas, diminuindo sua exposição às estradas. Somando-se a isso, mamíferos que apresentam grande área de vida, a exemplo dos Carnívoros (MARINHO *et al.* 2018), podem permanecer em uma área de acordo com a qualidade dos recursos que ela oferece. No caso de ambientes semiáridos, por exemplo, as áreas com disponibilidade hídrica e maior cobertura vegetal nativa pode garantir este maior sucesso (PAOLINO *et al.* 2016), diminuindo a exposição desses animais às estradas em busca de recursos. O manejo hídrico nessas unidades, como presença de bebedouros para a fauna, pode configurar em ferramenta eficiente para permanência deles nesses ambientes (SANTOS, 2019).

Com exceção da *C. thous*, o atropelamento de todas as demais espécies apresentou efeito da sazonalidade, sendo significativamente maior no período chuvoso (Fig. 6). O efeito da sazonalidade obtido nesta pesquisa contrapõe-se a outros estudos para a Classe geral de mamíferos em outros biomas que não apresentaram diferenças entre período (COSTA & DIAS, 2013; SILVA *et al.* 2013; FERREIRA *et al.* 2014; ORLANDIN *et al.* 2015; CARVALHO *et al.* 2017). Tal fato pode ser justificado pela predominância de espécies que apresentam grande capacidade de adequação ao ambiente, explorando diferentes tipos de recursos ao longo do ano (CAIRES *et al.* 2019). A vulnerabilidade das espécies *E. sexcinctus* e *P. cancrivorus* às estradas no período chuvoso pode estar associada a maior atividade dos indivíduos nesse período, atividade está impulsionada pela procura por parceiro e condições climáticas mais amenas (CÁCERES *et al.* 2012; CAIRES *et al.* 2019). Estudos apontam maior vulnerabilidade da ordem Cingulata às estradas durante o período chuvoso para o

Cerrado (CÁCERES *et al.* 2012), corroborando com os resultados obtidos nesta pesquisa.

O presente estudo levanta alguns pontos de consideração sobre as estradas estudadas onde medidas de mitigação podem ser implementadas para atropelamentos de mamíferos silvestres (CÁCERES *et al.* 2012; RYTWINSKI *et al.* 2016). Como a eficácia das medidas dependerá do alinhamento das ações, considerando-se as especificidades do grupo ou espécie alvo (BAGER & ROSA, 2010; GLISTA *et al.* 2009), as intervenções listadas foram pensadas nas espécies com maior índice de atropelamento neste pesquisa (*C. thous*, *P. cancrivorus* e *E. sexcinctus*), destacando o uso de: I - Placas de sinalização, apresentando fotos reais e coloridas das espécies mais de serem atropeladas, além de informações que chamem atenção do condutor para redução de velocidade que possibilite tempo de reação ao visualizar algum animal na estrada. Ao menos 6 dos principais *hotspots* são aconselháveis a instalação de placas, sendo quatro na rodovia federal (I- 6 84543W, 92 67232S; II- 6 93296W, 92 76207S; III- 6 97918W, 9283630S; IV- 7 00332W, 92 87730W) e duas nas estaduais (V- 6 72244W, 92 96095S; VI – 6 93573W, 92 90888S). Tais regiões de atropelamento, escolhidas por, além de envolverem a ocorrência de atropelamento para as três espécies, também levarem em consideração os locais de registros de atropelamento de espécies ameaçadas, como *L. emiliae* e *P. yagouaroundi*. Vale salientar que cada *hotspot* deverá ter duas placas de sinalização, com distância aproximada de 1 km entre ambas, contemplando os condutores que se aproximem por ambos os sentidos. II - Instalação de redutores de velocidade de veículos (de acordo com as normas nacionais de trânsito), podendo ser sistema de monitoramento eletrônico ou físico (como lombadas ou tachões). Os redutores devem ser instalados, de preferência, dentro do trecho de *hotspots*, após as placas de sinalização, servindo como mecanismo adicional para a redução da velocidade dos condutores, com objetivo de ampliar o efeito das placas de sinalização. III - Instalação de cercas de contenção (cercas-guias), que poderão ser instaladas nas proximidades de faunodutos, buscando direcionar as espécies a atravessarem nos locais onde as medidas de mitigação, descritas acima, foram implementadas. IV - A construção de faunodutos pode complementar as demais medidas, porém apresenta maior investimento quando comparado às demais. Os faunodutos devem levar em consideração o tamanho das espécies alvo, bem como a

característica topográfica da região, evitando inundações no período chuvoso, correspondente ao primeiro semestre do ano.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados desta pesquisa trouxeram informações relevantes para a conservação da mastofauna na Caatinga. Tais resultados, além de suprirem com uma pequena parte da lacuna de informações existentes sobre os impactos das estradas em ambientes semiáridos, contribuem com dados fundamentais para o desenvolvimento de novas pesquisas. Dados que são passíveis de extrapolação para as demais áreas sobre condições semelhantes, além de auxiliarem no desenvolvimento de políticas públicas e ações para a conservação.

A elevada mortalidade por atropelamento nas estradas, em especial das três espécies mais impactadas, a *C. thous*, *P. cancrivorus* e *E. sexcinctus* e a presença de espécies ameaçadas *L. Emiliae* e *P. yagouaroundi* é preocupante. Essas informações apontam urgência na necessidade de estudos mais detalhados sobre o impacto desses atropelamentos nas populações dessas espécies, sobretudo na de *C. thous*, espécie que apresentou mais de 80% dos registros, mantendo elevadas taxas anuais de atropelamento. Como uma das espécies mais vulneráveis aos atropelamentos, a *E. sexcinctu*, apresentou agregações ocorrendo apenas na rodovia nacional, sugere-se a investigação mais apurada que verifique, por exemplo, se há diferença significativa no tráfego de veículos em rodovias nacionais e rodovias estaduais da região.

Embora as UCs possam contribuir com a permanência das espécies dentro dessas áreas, principalmente de espécies com grande área de vida (MASSARA et al. 2012), as rotas de dispersão precisam ser melhor compreendidas. Torna-se necessário ampliar os estudos para outras áreas da Caatinga, buscando compreender melhor a relação do atropelamento dessas espécies com a proximidade das UCs e os diferentes tipos de paisagem, a fim de testar a hipótese de que, no caso de biomas semiáridos, áreas de vegetação nativa mais íntegras e a presença de corpos hídricos podem ser significativamente importantes para diminuir o contato das espécies com as estradas.

Os resultados obtidos para a paisagem apresentaram áreas em que as espécies estão mais susceptíveis ao atropelamento, informações que, em conjunto com as identificações dos *hotspots*, são fundamentais para traçar medidas de mitigação mais

eficientes (GLISTA et al. 2009; BAGER & ROSA, 2010). Quanto a estas medidas de mitigação, é de suma importância que sejam pensadas para atender uma espécie ou grupo alvo (GLISTA et al. 2009), levando em consideração as características espaciais da área a ser implementada.

Nossos resultados apontam uma necessidade na priorização de ações de conservação voltadas para a Ordem Carnívora, que foi a mais representativa em quantidade de espécies e números de indivíduos atropelados, incluindo espécies de felinos listadas como ameaçadas de extinção pela IUCN (2021) e MMA (2018). Em geral, a literatura aponta a necessidade de uso, na maioria das vezes, de mais de uma medida de mitigação para ter maior efeito sobre a redução do atropelamento (HUIJSER et al. 2009), sendo a estratégia de corredor de fauna a mais indicada para proteção da mencionada ordem prioritária. Tal fato é comprovado em outros estudos para mamíferos de médio e grande porte, sendo incentivado o uso de cerca de direcionamento como medida secundária a ser adotada em conjunto, as quais são relatadas por potencializar a eficácia da medida.

7. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. J. P. 2013. Family farming at the Sertão region of Rio Grande do Norte: vulnerability, perception and adaptation to climate change. 2013. 118 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Cultura e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- ARAUJO, L, A. F, *et al.* 2020. Efeito Da Paisagem Sobre Os Atropelamentos De Mamíferos De Médio E Grande Porte No Sul De Goiás, Brasil. *Oecologia Australis* 24:164–172.
- BAGER, A. 2003. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos viários associados às unidades de conservação. In: _____. (Org.). Áreas Protegidas. Conservação no âmbito do Cone Sul. Pelotas, p. 159-172.
- BAGER, A. & C. A. ROSA. 2010. Priority ranking of road sites for mitigating wildlife roadkill. *Biota Neotropica* 10:149–153.
- BAGER, C. *et al.* 2016. Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. *Biodiversidade Brasileira*, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 75-86.
- BEISIEGEL, B. M. *et al.* 2013. Avaliação do risco de extinção do Cachorro-do-mato *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiv. Bras.*, 3: 160–171.

- BIANCHI, R. C. 2009. Ecologia de mesocarnívoros em uma área no Pantanal central, Mato Grosso do Sul. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. 195 p.
- BRUM, T. R. *et al.* 2017. Effects of roads on the vertebrates diversity of the Indigenous Territory Paresi and its surrounding. *Brazilian Journal of Biology*, 78:125–132.
- BUENO, C., SOUSA, C. O. M., & FREITAS, S. R. 2015. *Hábitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates?* *Brazilian Journal of Biology*, 75(4 suppl 1), 228–238.
- BUENO, R. S. *et al.* 2013. Functional Redundancy and Complementarities of Seed Dispersal by the Last Neotropical Megafrugivores. *PLoS ONE* 8.
- BULLOCK, K. L., G. MALAN & M. D. PRETORIUS. 2011. Mammal and bird road mortalities on the Upington to Tweekrivier main road in the southern Kalahari, South Africa. *African Zoology*, 46:60–71.
- BURNHAM, K. P. & ANDERSON, D. R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. 2nd Edition. Springer-Verlag, New York, USA. 496 p.
- CACERES, N. C. 2011. Biological characteristics influence mammal road kill in an Atlantic Forest-Cerrado interface in south-western Brazil. *Italian Journal of Zoology* 78:379–389.
- CÁCERES, N. C., J. CASELLA. C. S. GOULART. 2012. Variação espacial e sazonal atropelamentos de mamíferos no bioma cerrado, rodovia BR 262, Sudoeste do Brasil. *Mastozoologia neotropical* 19.
- CAIRES, H. S. *et al.* 2019. Roadkilled mammals in the northern amazon region and comparisons with roadways in other regions of Brazil. *Iheringia - Serie Zoologia* 109:1–9.
- CANDIDO JR, J. F., *et al.* 2002. Animais atropelados na Rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, e seu aproveitamento para estudos da biologia da conservação. *Anais do III congresso brasileiro de unidades de conservação*, pp. 553-652.
- CARO, T. M., J. A. SHARGEL & C. J. STONER. 2000. Frequency of medium-sized mammal road kills in an agricultural landscape in California. *American Midland Naturalist* 144:362–369.
- CARVALHO, C. F. 2014. Atropelamento de Vertebrados , Hotspots de Atropelamentos e Parâmetros Associados , Atropelamentos E Parâmetros Associados ,:85.
- CARVALHO, C. F., A. E. I. CUSTÓDIO & O. M. JUNIOR. 2015. Wild vertebrates roadkill aggregations on the BR-050 highway, state of Minas Gerais, Brazil.

Bioscience Journal 31:951–959.

- CASELLA, J. *et al.* 2006. Uso de sensoriamento remoto e análise espacial na interpretação de atropelamentos de fauna entre Campo Grande e Aquidauana, MS. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1., 2006, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 321-326.
- CBEE. CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS. BRASIL: Atropelamentos de fauna selvagem. Lavras: CBEE/UFLA. Disponível em <<http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro/>> (site atropelômetro). Acesso em agosto 2020.
- CEZAR, H. R. A. *et al.* 2021. Mamíferos silvestres atropelados em estradas da Paraíba, Nordeste do Brasil. Brazilian Journal of Development 7:3, 30694-30698.
- CHEIDA, C. C. *et al.* 2013. Avaliação do risco de extinção do Guaxinim *Procyon cancrivorus* (Cuvier, 1798) no Brasil. Biodiversidade brasileira, 3:1, 283-290.
- CIRINO, D. *et al.* No prelo. Do the roadkills of different mammal species respond the same way to hábitat and matrix? Nature Conservation.
- CLEVENGER, A. P., B. CHRUSZCZ & K. E. GUNSON. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. Biological Conservation 109:15–26.
- COELHO, A. V. P. *et al.* 2014. Siriema: road mortality software. Manual do usuário v. 2.0. NERF, UFRGS, Porto Alegre, Brasil. Disponível em: <www.ufrgs.br/siriema>. Acesso em: 15 nov. 2020.
- COSTA, R. R. G. F. & L. A. DIAS. 2013. Mortalidade de Vertebrados por Atropelamento em um Trecho da GO-164, no Sudoeste Goiano. Revista de Biotecnologia & Ciência 2:58-74.
- CRAVO, A. P. B. 2018. Dos Impactos à Conservação da Fauna: a Implantação do Campus Lagoa do Sino e a Incidência de Atropelamentos de Animais Silvestres. 2018. 67f. (Dissertação – Mestrado em conservação da fauna) – Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal de São Carlos, Buri.
- DAVIES, J. M. *et al.* 1987. Seasonal distribution of road kills in the European badger (*Meles meles*). Journal of Zoology. 211:3, 525-529.
- DIAS, D. M & A. BOCCHIGLIERI. 2016. Riqueza e uso do habitat por mamíferos de médio e grande porte na Caatinga, nordeste do Brasil. Neotrop Biol Conserv 11(1):38–46
- DORNAS, R. A. P. *et al.* 2012. Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias no Brasil. p. 139-152. In: Bager, A. (Ed.). Ecologia de estradas. Editora da UFLA.

- FEIJÓ, A., & A. LANGGUTH. 2013. Mamíferos de médio e grande porte do Nordeste do Brasil: distribuição e taxonomia, com descrição de novas espécies. *Revista Nordestina de Biologia* 22:3-225.
- FERRAZ, K. M. P. M. B. *et al.* 2010. Assessment of *Cercopithecus* distribution in an agricultural mosaic, southeastern Brazil. *Mammalia* 74:275–280
- FERREIRA, C. M. M., *et al.* 2014. Variação espacial de atropelamentos de mamíferos em área de restinga no estado do Espírito Santo, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation* 9:125–133.
- FRANCESCHI, I. C. 2018. Padrões de Mortalidade de Mamíferos em Três Rodovias do Estado do Rio Grande do Sul. 2018.36. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- FREITAS, S. R. *et al.* 2015. How landscape features influence road-kill of three species of mammals in the Brazilian savanna? *Oecologia Australis* 18:35–45.
- GARDA, A. A. *et al.* 2018. Os animais vertebrados do bioma caatinga. *Ciência e Cultura*, v. 70, p. 29-34.
- GLISTA, D. J., T. L. DEVAULT & J. A. DEWOODY. 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning* 91:1–7.
- GRILO, C. *et al.* 2011. Do well-connected landscapes promote road-related mortality? *European Journal of Wildlife Research* 57:707–716.
- GRILO, C. *et al.* 2021. Conservation threats from roadkill in the global road network. *Global Ecology and Biogeography*.
- GUIMARÃES, J. F., C. R. FILVA & M. A. A. PERIN. 2018. Atropelamentos e influência da paisagem na sobrevivência de mamíferos silvestres de médio e grande porte. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais* 9:54-70.
- HEGEL, C. G. Z. *et al.* 2012. Mamíferos silvestres atropelados na rodovia RS-135, norte do Estado do Rio Grande do Sul. *Biotemas*, 25 (2): 165-170.
- HUIJSER, M. P. *et al.* 2009. Cost–benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the United States and Canada; a decision support tool. *Ecology and Society* 14(2): 15.
- ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (Volume II): Mamíferos. Editora ICMBio/MMA, Brasília, 625.
- IUCN. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. Disponível em <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 13. Jul. 2021.

- JUAREZ, K. M. & J. MARINHO-FILHO. 2002. Diet, hábitat use, and home ranges of sympatric canids in Central Brazil. *Journal of Mammalogy* 83:925-933.
- JUNIOR, C. A. S. 2018. Caracterização espaço-temporal de atropelamentos de mamíferos silvestres em estradas inseridas no semiárido nordestino. 2018. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró-RN.
- KIOKO, J. *et al.* 2015. Wildlife roadkill patterns on a major highway in northern Tanzania. *African Zoolog*, 50:17–22.
- LARUE, M. A. & C. K. NIELSEN. 2008. Modelling potential dispersal corridors for cougars in midwestern North America using least-cost path methods. *Ecological Modelling* 212:372–381.
- LAURANCE, W. F., M. GOOSEM & S. G. W. LAURANCE. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* 24:659–669.
- LIMA SÁ, N. L. R. de. 2018. Traços funcionais podem explicar uma maior vulnerabilidade de mamíferos à atropelamentos? 2018. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró-RN.
- LIMA, L. A. Q. *et al.* 2021. Predation of *Boa constrictor* (Boidae) by *Cerdocyon thous* (Canidae) in Caatinga in Brazil. *Pakistan Journal of Zoology*, 1-3.
- MALO, J. E. *et al.* 2004. Can we mitigate animal–vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology*, 41:701–710.
- MARINHO, P.H. *et al.* 2018. Activity patterns of the threatened northern tiger cat *Leopardus tigrinus* and its potential prey in a Brazilian dry tropical forest. *Mamm. Biol.* 89, 30–36.
- MASSARA, R. L. *et al.* 2012. Diet and habitat use by maned wolf outside protected areas in eastern Brasil. *Tropical Conservation Science* 5(3): 284–300.
- MEDINAS, D. *et al.* 2012. Assessing road effects on bats: the role of landscape, road features, and bat activity on road-kills. *Ecol. Res.* 28:227–237.
- MEDRI, Í. M. 2008. Ecologia e história natural do tatu-peba, *Euphractus sexcinctus* (Linnaeus, 1758), no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. 2008. 187 f., il. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília.
- MEDRI, Í. M., G. de M. MOURÃO, F. H. G. RODRIGUES. 2006. Ordem Xenarthra. In: Reis NR dos, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP de (Eds) *Mamíferos do Brasil*. Londrina, 71–100.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2004. Plano de Manejo ESEC Seridó. BrasíliaDF: Disponível em <<https://www.gov.br/icmbio/ptbr/assuntos/>>

biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/caatinga/lista-de-ucs/esec-do-serido >. Acessado em 02 set. 2021.

- MORELLI, F., BENEDETTI, Y., DELGADO, J. D. 2020. A forecasting map of avian roadkill-risk in Europe: A tool to identify potential hotspots. *Biological Conservation*, 249(), 108729–.
- ORLANDIN, E. *et al.* 2015. Mamíferos de Médio e Grande Porte Atropelados no Oeste de Santa Catarina, Brasil. *Biota Amazônia* 5:125–130.
- PAOLINO, R. M. *et al.* 2016. Uso da zona de amortecimento de uma unidade de conservação de cerrado por mamíferos. *Biota Neotropica*, 16(2), 1–13.
- PINTO, F.A., CLEVINGER, A.P. & GRILO, C. 2020. Effects of roads on terrestrial vertebrate species in Latin America. *Environmental Impact Assessment Review*, 81, 106337.
- PRADA, C. S. 2004. Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: qualificação do impacto e análise de fatores envolvidos. 2004. 128p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- QUINTELA, F. M., C. A. ROSA & A. FEIJÓ. 2020 Updated and annotated checklist of recent mammals from Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*.
- RAMOS-ABRANTES, M. M. *et al.* 2018. Vertebrados silvestres atropelados na rodovia BR-230, Paraíba, Brasil. *Pubvet* 12:1–7.
- RAMOS, P. H. G. 2014. Distribuição de mamíferos silvestres de médio e grande porte em remanescente de Mata Atlântica no sul do Brasil e associação de métodos de amostragem. 2014. 83f., il. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos e Continentais) - Universidade Estadual de Maringá, Paraná.
- REIS, N. R. *et al.* 2010. Mamíferos do Brasil - guia de identificação. Technical Books Editora, 1.ed, 577.
- REZINI, J. A. 2010. Atropelamento de mamíferos em rodovias do leste dos Estados do Paraná e Santa Catarina, Sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal do Paraná.:50.
- ROCHA, V. J. *et al.* 2004. Dieta e dispersão de sementes por *Cerdocyon thous* (Linnaeus) (Carnívora, Canidae), em um fragmento florestal no Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21:4.
- ROCHA, V. J. *et al.* 2008. Feeding habits of the crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Carnívora: Canidae), in a mosaic area with native and exotic vegetation in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25:4.
- RODRIGUES, F. H. G. *et al.* 2002. Impacto de Rodovias sobre a fauna da estação

Ecológica de Águas Emendadas, DF. Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Fortaleza.

- ROSA, A.O. & MAHUS, J. 2004. Atropelamentos de animais silvestres na rodovia RS-040. Caderno de Pesquisa série Biologia 16:1, 35-42.
- ROSA, C. A. *et al.* 2012. Atropelamento de fauna selvagem: Amostragem e análise de dados em ecologia de estradas. In: BAGER, A. (Org.). Ecologia de Estradas – Tendências e Pesquisas. Editora UFLA, Lavras – MG.
- RYTWINSKI, T. *et al.* 2016. How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. PLoS ONE 11:1–25.
- SANTOS, E. F. 2019. Atropelamentos de animais silvestres e identificação das zonas de agregação no ecótono Amazônia – Cerrado. 2019. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop.
- SANTOS, R. 2019. Nesse mato tem cachorro: sobrepondo o padrão de atividade de mamíferos silvestres com cães domésticos em uma unidade de conservação periurbana da caatinga. 2019. 35f. Monografia (Graduação em ecologia) - Centro de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- SCOSS, L. M. *et al.* 2004. Sand-Plot Use for Monitoring Road Impact on Mammal Species Richness. Revista Árvore 28:121–127.
- SHIMABUKURO, A. R. *et al.* No prelo. Novos registros e considerações sobre a distribuição geográfica de *Galictis cuja* (Carnivora: Mustelidae) no semiárido potiguar. Ciências Naturais: Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi.
- SILVA, D. E. *et al.* 2013. Monitoramento de vertebrados atropelados em dois trechos de rodovias na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista de Ciências Ambientais 7:27-36.
- SOUZA, F. H. 2019. Dieta de *Cerdocyon thous* (Mammalia: carnívora) e seu papel como dispersor em áreas de caatinga de Sergipe. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE.
- SOUZA, J. L. & T. C. S. ANACLETO. 2012. Levantamento de mamíferos atropelados na rodovia BR-158, estado de Mato Grosso, Brasil. In: BAGER, A. (Org.). Ecologia de Estradas – Tendências e Pesquisas. Editora UFLA, Lavras – MG.
- TEIXEIRA, F. Z. *et al.* 2013. Os hotspots de atropelamentos nas estradas são coincidentes entre diferentes grupos de vertebrados? Oecologia Australis 17:36–47.
- TROMBULAK, S. C. & C. A. FRISSELL. 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities\nRevisión de los Efectos de Carreteras en Comunidades Terrestres y Acuáticas. Conservation Biology 14:18–

30... TEM DOIS TÍTULOS? INGLES E ESPANHOL?

- ZANETTI, C. P. 2016. Identificação dos fatores influentes em atropelamento de mamíferos silvestres na rodovia BR-116, trecho de Guaíba/Pelotas-RS. 2016. 93 f. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais) - Centro Universitário La Salle, Canoas.
- ZOCCHÉ, J. J. *et al.* 2020. Vertebrados silvestres atropelados em rodovias do Sul de Santa Catarina, Brasil. In: SUTIL, T.; PEREIRA, J. R.; LADWIG, N. I.; ZOCCHÉ, J. J.; PEREIRA, J. L. (org.). Geoprocessamento na análise ambiental. Criciúma (SC): Unesc, 2020. Cap. 9, p. 253-289.

ANEXO A – Tabela dos Testes de Kestatistic e Testes 2D Hotspot

Tab. 3 - Resultados obtidos das análises dos testes Kestatistic e 2D Hotspots, para Classe geral de mamíferos e para as espécies *Cerdocyon thous*, *Procyon cancrivorus* e *Euphractus sexcinctus*, levando em consideração a escala temporal (todo o período de amostragem, anualmente e sazonalmente) e espacialmente (BR427, RN118 e RN288).

Estrada	Grupo/ Espécie	Período	Teste Kestatistic	Teste 2D Hotspot
BR427	Mamíferos	Todos	100m	Km7,2 ao 7,5; Km8,9 ao 9,3; Km19,9 ao 20,2; Km29,7 ao 30,2; Km33,2 ao 33,3
		2014	300m	Km0,8; Km1,8; Km4,3; Km4,5; Km9,2; Km9,7; Km11,2 ao 11,3; Km18,6; Km19,9 ao 20,2; Km38,5; Km39,2
		2015	100m	Km7,1 ao 7,4; Km7,7; Km 7,9; Km20,1 ao 20,4; Km31,3 ao 31,4; Km32,4 ao 32,6; Km33,2 ao 33,5; Km35,8 ao 36,1; Km37,8
		2016	100m	Km9; Km19,9 ao 20; Km 26,4 ao 26,7; Km29,9 ao 30,2; Km34,5 ao 34,7; Km36,7 ao 36,9; Km 37,1 ao 37,3; Km39,7 ao 39,9; Km 42 ao 42,2
		2017	22200m	Km7 ao 9; Km11,8 ao13
		Chuvoso	2000m	Km7,2 ao 9,7; Km10,7 ao 11; Km31,4 ao 31,8; Km35 ao 35,5; Km37,9 ao 38,1
	<i>Cerdocyon thous</i>	Todos	100m	Km6,7; Km7,1 a 7,7; Km8; Km9,7; km13,2; Km16,3; Km28,4; Km33,3; Km35,5
		2014	2000m	Km4,5 a 6,5; Km7,5 a 9,3; Km11,3 a 11,7; Km13 a 13,8; Km 14,5 a 15,3
		2015	100m	Km7 a 7,5; Km8; Km10,3 a 10,6; Km12; km16,4; Km22,7 a 22,8; Km24,8; km25,3; km27,4; km28,3; km28,5; km32,8; km33,2; km37,6; km39,3; km40,9; km41,7; km42,3
		2016	300m	Km7,2 a 7,5; Km14; km16,3; Km24,4 a 24,7; Km30,4; km34,2 a 34,6
		2017	100m	Km6,7; Km7,4; km7,6; km8; km13,2; km16,6; Km18,3; Km28,3; Km31,6; Km35; Km35,4; Km38,5; Km39,5
		Chuvoso	100m	Km7,3 a 7,6; Km8; Km10,3; km10,5; km27,4; km28,3; km38,3; Km39,3
		Seco	100m	km6,8; Km7,2; km9,6; Km13,3; Km16,4; km17,7; km33,2; km42,2
	<i>Procyon cancrivorus</i>	Todos	100m	Km2,4; Km4,4; Km7,3; km9,7; Km20,2; Km33,4; km36,2
		Chuvoso	100m	km1,9; km4,4; km7,3; km9,6; km20,3; km33,4; km34,5; km37,6
	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Todos	100m	Km14,9; km30; km34,7; km37
RN118	<i>Cerdocyon thous</i>	Todos	100m	Km4,3; Km10,3; Km20,5; Km25,3
		2014	26500m	Km0,7 ao 2.
		2015	9Km	Km4 ao 4,1; Km8,8 ao9,3; Km9,4; Km9,6 ao10; Km10,9 ao 11,1; Km11,2 ao 13,3
		2017	100m	Km20,4; Km24,8; 25,2
		Chuvoso	100m	Km18,2; Km20,4; Km25,2
		Seco	100m	Km2,2; Km4,2; Km10,3; Km24,9; Km25,3; Km28,3
RN288	Mamíferos	Todos	100m	Km0,5 ao 0,8; Km 2,3 ao 2,5; Km2,9 ao 3,1; Km4,3 ao 4,5; Km24,4 ao 24,6; Km26,9 ao 27; Km30,9 ao 31,2; Km31,6 ao 31,9
		2014	2500m	Km0,2 ao 2,7
		2017	100m	Km1,1 ao 1,3; Km2,9 ao 3,2; Km31,7 ao 31,8; Km32,4 ao 32,6
		Chuvoso	3000m	Km0 ao 3,3; Km4 ao 4,5; Km5,2 ao 5,5
		Seco	100m	Km0,4 ao 0,6; Km 2,3 ao 2,6; Km2,8 ao 3,2; Km30,9 ao 31,2; Km31,6 ao 31,9

<i>Cerdocyonthous</i>	Todos	100m	Km1,2; Km1,5; Km2,1; Km24,5; Km30,5; Km32,8.
	2014	1000m	Km0,5a1,1; Km1,2a1,5; Km15,5; Km16,3; Km25,3; Km30,8
	2015	100m	Km1,2; Km1,6; Km2,6; Km4,8; Km17,9; Km24,6; Km
	Chuvoso	100m	Km1,1 a 1,2; Km1,4 a 1,6; Km2,3; Km4,8; Km19,2; Km19,4; Km24,5; Km32,8
	Seco	100m	Km1,1 a 1,6; Km7,3; Km8,2; Km17,9; Km24,5; Km27,7; Km30,6; Km31,8; Km32,5; Km32,8
<i>Procyon cancrivorus</i>	Todos	100m	Km31,7
	Seco	100m	Km1,3; Km20,2; Km24,5; Km28,5; Km31,7

ANEXO B – Tabela: precipitação mensal (mm) da região de estudo.

Tab. 4 – Dados da precipitação mensal em (mm) do posto: Açude Mundo Novo – EMPARN (Caicó), Seridó-RN.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2007	0.0	163.8	92	136.3	30.5	21.2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	60.6	101.7	318.7	178.2	86.5	17.8	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2009	38	194.1	241.8	213.4	112.5	40.8	25.6	22.3	0.0	0.0	0.0	33.1
2010	100.1	56.8	75.8	101.4	12.2	85.1	0.0	0.0	0.0	66.9	0.0	0.0
2011	49.9	176.4	53.7	320.5	125.1	37.5	46.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2012	37	70.9	23.4	0.0	3.5	44	0.0	0.0	0.0	0.0	5	5
2013	31	12.5	93.5	171.2	71.3	14.8	14.8	0.0	0.0	0.0	30	30
2014	23.1	87.2	127.3	17.6	105	4.5	2.4	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
2015	0.0	45.7	117.5	119.6	0.0	0.0	19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016	136	34.8	51.5	90.5	13	28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12
2017	8	107.5	111	98	33	22	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2018	3	75	134	215.5	34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19
2019	118	82	246.5	131.5	45	12	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1
2020	69.8	147.9	117.8	132	45.6	23	14.5	0.0	0.8	0.0	9	34.2

ANEXO C – Tabela de informações sobre a obtenção das imagens de satélite

Tab. 5 – Dados de obtenção das imagens de satélite usadas na pesquisa para desenvolver as análises classificadas de uso e ocupação do solo. Devido a localização da área de estudo, foi necessário obter quatro imagens de satélite para desenvolver a análise espacial em cada período de seu correspondente ano.

DATA	PERÍODO	ID DO CONJUNTO DE DADOS	Plataforma
19/05/2014	CHUVOSO	LC08_L1TP_215064_20140519_20200911_02_T1	USGS
19/05/2014	CHUVOSO	LC08_L1TP_215065_20140519_20200911_02_T1	USGS
26/05/2014	CHUVOSO	LC08_L1TP_216064_20140526_20200911_02_T1	USGS
26/05/2014	CHUVOSO	LC08_L1TP_216065_20140526_20200911_02_T1	USGS
14/08/2014	SECO	LC08_L1TP_216064_20140526_20200814_02_T1	USGS
14/08/2014	SECO	LC08_L1TP_216065_20140526_20200814_02_T1	USGS
23/08/2014	SECO	LC08_L1TP_215064_20140823_20200911_02_T1	USGS
23/08/2014	SECO	LC08_L1TP_215065_20140823_20200911_02_T1	USGS
06/05/2015	CHUVOSO	LC08_L1TP_215064_20150506_20200909_02_T1	USGS
06/05/2015	CHUVOSO	LC08_L1TP_215065_20150506_20200909_02_T1	USGS
13/05/2015	CHUVOSO	LC08_L1TP_216064_20150513_20200909_02_T1	USGS
13/05/2015	CHUVOSO	LC08_L1TP_216065_20150513_20200909_02_T1	USGS
14/11/2015	SECO	LC08_L1TP_215064_20151114_20200908_02_T1	USGS
14/11/2015	SECO	LC08_L1TP_215065_20151114_20200908_02_T1	USGS
21/11/2015	SECO	LC08_L1TP_216064_20151121_20200908_02_T1	USGS
21/11/2015	SECO	LC08_L1TP_216065_20151121_20200908_02_T1	USGS
08/05/2016	CHUVOSO	LC08_L1TP_215064_20160508_20200907_02_T1	USGS
08/05/2016	CHUVOSO	LC08_L1TP_215065_20160508_20200907_02_T1	USGS
15/05/2016	CHUVOSO	LC08_L1TP_216064_20160515_20200907_02_T1	USGS
15/05/2016	CHUVOSO	LC08_L1TP_216065_20160515_20200907_02_T1	USGS
20/09/2016	SECO	LC08_L1TP_216064_20160920_20200906_02_T1	USGS
20/09/2016	SECO	LC08_L1TP_216065_20160920_20200906_02_T1	USGS
29/09/2016	SECO	LC08_L1TP_215064_20160929_20200906_02_T1	USGS
29/09/2016	SECO	LC08_L1TP_215064_20160929_20200906_02_T1	USGS
02/05/2017	CHUVOSO	LC08_L1TP_215064_20170511_20200904_02_T1	USGS
02/05/2017	CHUVOSO	LC08_L1TP_215065_20170511_20200904_02_T1	USGS
11/05/2017	CHUVOSO	LC08_L1TP_216064_20170502_20200904_02_T1	USGS
11/05/2017	CHUVOSO	LC08_L1TP_216065_20170502_20200904_02_T1	USGS
19/11/2017	SECO	LC08_L1TP_215064_20171119_20200902_02_T1	USGS
19/11/2017	SECO	LC08_L1TP_215065_20171119_20200902_02_T1	USGS
26/11/2017	SECO	LC08_L1TP_216064_20171126_20200902_02_T1	USGS
26/11/2017	SECO	LC08_L1TP_216065_20171126_20200902_02_T1	USGS

ANEXO D – Tabela das análises de Classificação do solo

Tab. 4 – Soma dos percentuais (%) das classes de solo de cada buffer (de 1km) por ano, período e estradas. Os trechos RN118 e a RN288 foram divididas em 33 buffers de 1km e a BR427 foi dividida em 50 buffers de 1km.

Ano	Período	Estrada	Água	Área úmida	Infraestrutura urbana	Pastagem	Solo exposto	Vegetação densa	Vegetação espaçada
2014	Chuvoso	RN118	85,10	56,45	25,85	444,20	72,24	451,60	2264,57
2014	Seco	RN118	54,01	97,82	25,85	444,20	150,69	332,70	2294,74
2015	Chuvoso	RN118	50,56	132,50	26,43	482,32	201,18	291,43	2215,58
2015	Seco	RN118	20,37	184,52	26,43	482,32	206,36	375,61	2104,38
2016	Chuvoso	RN118	30,46	109,55	27,39	428,52	139,42	552,32	2112,35
2016	Seco	RN118	17,40	180,33	27,39	428,52	209,61	219,13	2317,63
2017	Chuvoso	RN118	72,13	99,93	33,33	392,80	84,46	483,28	2234,08
2017	Seco	RN118	30,21	132,29	34,82	405,16	515,27	501,38	1780,88
2014	Chuvoso	RN288	38,68	56,11	56,74	448,25	105,47	532,37	2162,39
2014	Seco	RN288	17,43	100,45	56,74	448,25	215,76	461,19	2100,19
2015	Chuvoso	RN288	51,38	198,62	56,47	488,87	238,66	783,48	1582,53
2015	Seco	RN288	7,31	197,02	56,47	488,87	369,91	753,59	1526,84
2016	Chuvoso	RN288	14,73	67,57	56,29	518,31	180,85	608,57	1953,67
2016	Seco	RN288	7,64	153,51	56,29	518,31	331,33	540,38	1792,55
2017	Chuvoso	RN288	12,02	49,51	59,55	519,46	213,52	763,92	1782,02
2017	Seco	RN288	1,83	61,78	60,96	525,44	513,09	872,32	1364,58
2014	Chuvoso	BR427	52,16	91,24	233,24	860,27	340,96	880,15	2541,99
2014	Seco	BR427	25,77	131,22	233,24	860,27	586,80	756,70	2406,00
2015	Chuvoso	BR427	45,94	240,74	232,28	888,88	512,49	903,26	2176,41
2015	Seco	BR427	8,94	238,76	232,28	888,88	345,42	806,41	2479,32
2016	Chuvoso	BR427	35,62	108,10	234,99	902,89	513,33	997,11	2207,96
2016	Seco	BR427	28,22	229,84	234,99	902,89	623,32	659,97	2320,77
2017	Chuvoso	BR427	14,55	53,43	248,73	917,94	389,09	1204,43	2171,84
2017	Seco	BR427	5,40	91,87	253,15	925,25	768,52	839,98	2115,82

ANEXO E – Resultados das seleções dos melhores modelos pelo critério de AICc.

	AICc	dAICc	df	weight				
model_veg_densa_inf_urb_per_int5	1267.6	0.0	11	0.78	model_veg_densa_veg_esp_per_int	1305.3	37.7	11 <0.001
model_veg_densa_solo_exp_per_int	1270.1	2.5	11	0.22	model_corpo_hid_inf_urb_per_int10	1305.3	37.7	11 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per_int	1283.7	16.1	11	<0.001	model_veg_esp_solo_exp_per10	1305.5	37.8	10 <0.001
model_area_umida_agropec_per_int10	1286.1	18.5	11	<0.001	model_veg_densa_veg_esp_per_int10	1305.6	38.0	11 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per_int5	1287.6	20.0	11	<0.001	model_area_umida_agropec_per5	1306.0	38.4	10 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per_int5	1287.8	20.2	11	<0.001	model_veg_densa_area_umida_per_int	1306.1	38.4	11 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per_int5	1289.1	21.5	11	<0.001	model_veg_densa_veg_esp_per10	1306.2	38.6	10 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per5	1289.3	21.6	10	<0.001	model_corpo_hid_solo_exp_per_int10	1306.3	38.7	11 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per_int5	1289.8	22.1	11	<0.001	model_veg_esp_agropec_per10	1306.3	38.7	10 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per5	1290.4	22.7	10	<0.001	model_veg_esp_inf_urb_per_int	1306.4	38.8	11 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per_int	1291.1	23.5	11	<0.001	model_veg_esp_inf_urb_per10	1306.4	38.8	10 <0.001
model_veg_densa_inf_urb_per5	1291.2	23.6	10	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per10	1306.7	39.1	10 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per_int5	1291.5	23.9	11	<0.001	model_veg_densa_inf_urb_per_int10	1306.7	39.1	11 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per5	1293.0	25.4	10	<0.001	model_veg_densa_inf_urb_per	1306.8	39.2	10 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per5	1293.3	25.7	10	<0.001	model_area_umida_agropec_per	1306.9	39.3	10 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per_int10	1293.4	25.8	11	<0.001	model_inf_urb	1307.0	39.4	9 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per	1294.0	26.4	10	<0.001	model_inf_urb_per	1307.0	39.4	9 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per5	1294.4	26.8	10	<0.001	model_area_umida_agropec_per_int5	1307.1	39.5	11 <0.001
model_agropec_inf_urb_per5	1294.5	26.9	10	<0.001	model_veg_esp_solo_exp_per_int10	1307.1	39.5	11 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per_int	1294.6	27.0	11	<0.001	model_veg_densa_area_umida_per	1307.6	40.0	10 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per_int5	1295.0	27.4	11	<0.001	model_corpo_hid_inf_urb_per	1308.1	40.5	10 <0.001
model_veg_esp_solo_exp_per5	1295.4	27.7	10	<0.001	model_veg_densa_agropec_per_int10	1308.2	40.6	11 <0.001
model_veg_densa_inf_urb_per_int	1295.4	27.8	11	<0.001	model_area_umida	1308.2	40.6	9 <0.001
model_agropec_inf_urb_per_int5	1295.6	28.0	11	<0.001	model_area_umida_per	1308.2	40.6	9 <0.001
model_veg_densa_solo_exp_per5	1295.9	28.3	10	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per_int5	1308.3	40.7	11 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per5	1296.2	28.5	10	<0.001	model_area_umida5	1308.7	41.1	9 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per10	1296.5	28.9	10	<0.001	model_area_umida_per5	1308.7	41.1	9 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per	1296.7	29.1	10	<0.001	model_area_umida_agropec_per_int	1308.7	41.1	11 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per10	1297.1	29.5	10	<0.001	model_veg_esp_inf_urb_per	1308.8	41.1	10 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per_int10	1297.4	29.7	11	<0.001	model_area_umida_corpo_hid_per5	1309.2	41.6	10 <0.001
model_veg_esp_solo_exp_per_int5	1297.4	29.7	11	<0.001	model_veg_densa10	1309.4	41.8	9 <0.001
model_solo_exp5	1297.8	30.2	9	<0.001	model_veg_densa_per10	1309.4	41.8	9 <0.001
model_solo_exp_per5	1297.8	30.2	9	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per5	1309.5	41.9	10 <0.001
model_veg_densa_solo_exp_per_int5	1298.0	30.3	11	<0.001	model_veg_densa_agropec_per10	1309.6	42.0	10 <0.001
model_solo_exp	1298.0	30.4	9	<0.001	model_veg_esp_agropec_per5	1309.6	42.0	10 <0.001
model_solo_exp_per	1298.0	30.4	9	<0.001	model_area_umida_corpo_hid_per	1309.7	42.1	10 <0.001
model_inf_urb5	1298.2	30.6	9	<0.001	model_veg_esp_area_umida_per_int5	1309.7	42.1	11 <0.001
model_inf_urb_per5	1298.2	30.6	9	<0.001	model_corpo_hid_inf_urb_per_int	1309.8	42.1	11 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per5	1298.9	31.3	10	<0.001	model_agropec5	1309.9	42.3	9 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per	1299.1	31.5	10	<0.001	model_agropec_per5	1309.9	42.3	9 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per_int	1299.2	31.6	11	<0.001	model_veg_esp_area_umida_per5	1310.6	43.0	10 <0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per_int5	1299.2	31.6	11	<0.001	model_veg_esp_agropec_per	1310.9	43.2	10 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per	1299.3	31.7	10	<0.001	model_area_umida_corpo_hid_per_int5	1311.2	43.6	11 <0.001
model_agropec_solo_exp_per	1299.4	31.8	10	<0.001	model_veg_esp_agropec_per_int5	1311.3	43.7	11 <0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per5	1299.6	31.9	10	<0.001	model_veg_densa_solo_exp_per10	1311.4	43.8	10 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per5	1299.7	32.1	10	<0.001	model_agropec	1311.5	43.8	9 <0.001
model_agropec_solo_exp_per5	1299.8	32.2	10	<0.001	model_agropec_per	1311.5	43.8	9 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per_int10	1299.8	32.2	11	<0.001	model_veg_densa_inf_urb_per10	1311.5	43.9	10 <0.001
model_veg_densa_solo_exp_per	1300.0	32.4	10	<0.001	model_area_umida_corpo_hid_per_int	1311.8	44.2	11 <0.001
model_veg_esp_agropec_per_int10	1300.0	32.4	11	<0.001	model_veg_densa	1312.1	44.4	9 <0.001
model_veg_esp_solo_exp_per	1300.0	32.4	10	<0.001	model_veg_densa_per	1312.1	44.4	9 <0.001
model_veg_densa5	1300.2	32.5	9	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per	1312.4	44.7	10 <0.001
model_veg_densa_per5	1300.2	32.5	9	<0.001	model_veg_densa_agropec_per	1312.5	44.9	10 <0.001
model_veg_esp_corpo_hid_per10	1300.3	32.7	10	<0.001	model_veg_esp_agropec_per_int	1312.6	44.9	11 <0.001
model_area_umida_corpo_hid_per_int10	1300.5	32.9	11	<0.001	model_corpo_hid5	1312.6	45.0	9 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per_int5	1300.7	33.1	11	<0.001	model_corpo_hid_per5	1312.6	45.0	9 <0.001
model_agropec_solo_exp_per_int	1301.0	33.3	11	<0.001	model_veg_esp	1313.1	45.5	9 <0.001
model_agropec_inf_urb_per	1301.0	33.4	10	<0.001	model_veg_esp_per	1313.1	45.5	9 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per_int	1301.1	33.5	11	<0.001	model_veg_densa_corpo_hid_per	1313.1	45.5	10 <0.001
model_veg_densa_agropec_per_int5	1301.3	33.7	11	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per	1313.1	45.5	10 <0.001
model_area_umida_corpo_hid_per10	1301.3	33.7	10	<0.001	model_veg_densa_agropec_per_int	1313.4	45.8	11 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per_int5	1301.4	33.8	11	<0.001	model_veg_densa_solo_exp_per_int10	1313.5	45.8	11 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per_int10	1301.5	33.9	11	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per5	1313.5	45.9	10 <0.001
model_agropec_solo_exp_per_int5	1301.7	34.1	11	<0.001	model_veg_esp5	1313.8	46.2	9 <0.001
model_veg_esp_solo_exp_per_int	1302.0	34.4	11	<0.001	model_veg_esp_per5	1313.8	46.2	9 <0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per10	1302.1	34.5	10	<0.001	model_nulo	1313.9	46.3	8 <0.001
model_veg_densa_agropec_per5	1302.2	34.6	10	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per_int	1314.1	46.5	11 <0.001
model_veg_esp_corpo_hid_per_int10	1302.4	34.8	11	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per_int5	1314.5	46.9	11 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per10	1302.5	34.8	10	<0.001	model_corpo_hid	1314.5	46.9	9 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per	1302.5	34.9	10	<0.001	model_corpo_hid_per	1314.5	46.9	9 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per10	1302.7	35.0	10	<0.001	model_solo_exp10	1314.6	47.0	9 <0.001
model_area_umida10	1302.7	35.1	9	<0.001	model_solo_exp_per10	1314.6	47.0	9 <0.001
model_area_umida_per10	1302.7	35.1	9	<0.001	model_agropec10	1314.8	47.1	9 <0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per_int10	1302.9	35.3	11	<0.001	model_agropec_per10	1314.8	47.1	9 <0.001
model_agropec_inf_urb_per_int	1303.0	35.3	11	<0.001	model_veg_densa_corpo_hid_per_int	1314.8	47.2	11 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per_int10	1303.4	35.8	11	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per_int	1314.8	47.2	11 <0.001
model_area_umida_agropec_per10	1303.4	35.8	10	<0.001	model_agropec_solo_exp_per_int10	1314.9	47.3	11 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per	1303.9	36.3	10	<0.001	model_inf_urb10	1315.2	47.6	9 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per10	1304.2	36.6	10	<0.001	model_inf_urb_per10	1315.2	47.6	9 <0.001
model_corpo_hid_agropec_per_int10	1304.3	36.7	11	<0.001	model_agropec_inf_urb_per10	1316.1	48.5	10 <0.001
model_veg_esp10	1304.4	36.8	9	<0.001	model_agropec_solo_exp_per10	1316.3	48.7	10 <0.001
model_veg_esp_per10	1304.4	36.8	9	<0.001	model_solo_exp_inf_urb_per10	1316.4	48.7	10 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per10	1304.6	37.0	10	<0.001	model_agropec_inf_urb_per_int10	1318.2	50.6	11 <0.001
model_corpo_hid10	1305.0	37.3	9	<0.001	model_solo_exp_inf_urb_per_int10	1318.4	50.7	11 <0.001
model_corpo_hid_per10	1305.0	37.3	9	<0.001				

Fig. 7 Seleção de modelos por AICc para Mamíferos.

	AICc	dAICc	df	weight				
model_agropec_inf_urb_per	2666.1	0.0	10	0.5956	model_veg_densa_agropec_per	2719.2	53.1	10 <0.001
model_agropec_inf_urb_per_int	2668.1	2.0	11	0.2225	model_veg_densa_agropec_per_int5	2719.6	53.5	11 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per_int5	2669.5	3.4	11	0.1065	model_veg_esp_agropec_per5	2719.6	53.5	10 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per5	2672.5	6.4	10	0.0237	model_veg_esp_corpo_hid_per_int5	2719.6	53.5	11 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per	2673.8	7.7	10	0.0126	model_agropec	2720.0	53.9	9 <0.001
model_veg_densa_inf_urb_per_int	2673.9	7.8	11	0.0118	model_agropec_per	2720.0	53.9	9 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per	2675.1	9.0	10	0.0066	model_veg_densa_area_umida_per	2720.1	54.0	10 <0.001
model_veg_densa_inf_urb_per	2675.5	9.4	10	0.0054	model_veg_densa_corpo_hid_per	2720.2	54.2	10 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per_int	2675.8	9.7	11	0.0047	model_corpo_hid_agropec_per5	2720.5	54.4	10 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per_int	2677.0	10.9	11	0.0026	model_veg_densa_agropec_per5	2720.6	54.5	10 <0.001
model_inf_urb	2677.3	11.2	9	0.0022	model_corpo_hid_solo_exp_per5	2720.6	54.5	10 <0.001
model_inf_urb_per	2677.3	11.2	9	0.0022	model_veg_esp_area_umida_per	2720.8	54.7	10 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per	2679.0	12.9	10	<0.001	model_veg_densa_solo_exp_per5	2720.8	54.7	10 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per_int	2679.1	13.0	11	<0.001	model_corpo_hid_solo_exp_per_int5	2721.1	55.0	11 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per	2679.3	13.2	10	<0.001	model_veg_esp	2721.1	55.0	9 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per_int	2681.2	15.1	11	<0.001	model_veg_esp_per	2721.1	55.0	9 <0.001
model_agropec_inf_urb_per_int5	2682.1	16.0	11	<0.001	model_veg_esp_solo_exp_per5	2721.1	55.0	10 <0.001
model_agropec_inf_urb_per5	2682.8	16.7	10	<0.001	model_veg_densa_agropec_per_int	2721.1	55.0	11 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per_int5	2684.9	18.8	11	<0.001	model_area_umida_agropec_per	2721.6	55.5	10 <0.001
model_area_umida_agropec_per_int10	2686.9	20.8	11	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per	2721.6	55.5	10 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per5	2687.4	21.3	10	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per	2721.8	55.7	10 <0.001
model_inf_urb5	2687.7	21.6	9	<0.001	model_veg_densa_corpo_hid_per_int	2721.9	55.8	11 <0.001
model_inf_urb_per5	2687.7	21.6	9	<0.001	model_veg_esp_solo_exp_per_int5	2722.2	56.1	11 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per_int5	2688.0	21.9	11	<0.001	model_veg_densa_solo_exp_per_int5	2722.8	56.7	11 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per5	2688.5	22.4	10	<0.001	model_nulo	2723.0	56.9	8 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per10	2689.3	23.2	10	<0.001	model_veg_densa5	2723.3	57.2	9 <0.001
model_veg_densa_inf_urb_per5	2689.5	23.4	10	<0.001	model_veg_densa_per5	2723.3	57.2	9 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per5	2689.6	23.5	10	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per_int	2723.6	57.5	11 <0.001
model_area_umida_corpo_hid_per10	2690.1	24.0	10	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per_int	2723.7	57.6	11 <0.001
model_area_umida10	2690.1	24.0	9	<0.001	model_corpo_hid10	2723.7	57.6	9 <0.001
model_area_umida_per10	2690.1	24.0	9	<0.001	model_corpo_hid_per10	2723.7	57.6	9 <0.001
model_area_umida_agropec_per_int5	2690.5	24.4	11	<0.001	model_agropec10	2723.7	57.6	9 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per10	2690.5	24.4	10	<0.001	model_agropec_per10	2723.7	57.6	9 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per_int10	2690.8	24.7	11	<0.001	model_veg_esp10	2723.7	57.6	9 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per_int10	2690.9	24.8	11	<0.001	model_veg_esp_per10	2723.7	57.6	9 <0.001
model_area_umida_agropec_per10	2691.3	25.2	10	<0.001	model_inf_urb10	2723.8	57.7	9 <0.001
model_veg_densa_inf_urb_per_int5	2691.5	25.4	11	<0.001	model_inf_urb_per10	2723.8	57.7	9 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per10	2691.5	25.4	10	<0.001	model_veg_esp5	2724.1	58.0	9 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per_int5	2691.6	25.5	11	<0.001	model_veg_esp_per5	2724.1	58.0	9 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per_int10	2691.7	25.6	11	<0.001	model_veg_densa_inf_urb_per_int10	2724.1	58.0	11 <0.001
model_area_umida_corpo_hid_per_int10	2692.0	25.9	11	<0.001	model_area_umida	2724.2	58.1	9 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per10	2692.1	26.0	10	<0.001	model_area_umida_per	2724.2	58.1	9 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per_int10	2694.1	28.0	11	<0.001	model_area_umida_corpo_hid_per_int	2724.4	58.3	11 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per_int	2694.8	28.7	11	<0.001	model_corpo_hid_inf_urb_per10	2724.4	58.3	10 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per	2696.2	30.1	10	<0.001	model_corpo_hid	2724.5	58.4	9 <0.001
model_area_umida_agropec_per_int	2699.7	33.6	11	<0.001	model_corpo_hid_per	2724.5	58.4	9 <0.001
model_agropec_solo_exp_per_int	2702.7	36.6	11	<0.001	model_veg_esp_agropec_per_int10	2724.6	58.5	11 <0.001
model_veg_esp_solo_exp_per_int	2704.2	38.1	11	<0.001	model_veg_densa10	2724.7	58.6	9 <0.001
model_solo_exp	2706.4	40.3	9	<0.001	model_veg_densa_per10	2724.7	58.6	9 <0.001
model_solo_exp_per	2706.4	40.3	9	<0.001	model_veg_esp_inf_urb_per10	2724.7	58.6	10 <0.001
model_veg_densa_solo_exp_per	2706.6	40.5	10	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per10	2724.7	58.6	10 <0.001
model_agropec_solo_exp_per	2707.3	41.2	10	<0.001	model_solo_exp10	2724.7	58.7	9 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per	2707.6	41.5	10	<0.001	model_solo_exp_per10	2724.7	58.7	9 <0.001
model_veg_esp_agropec_per_int5	2708.0	41.9	11	<0.001	model_agropec_inf_urb_per10	2724.8	58.7	10 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per	2708.1	42.0	10	<0.001	model_corpo_hid5	2724.9	58.8	9 <0.001
model_veg_esp_solo_exp_per	2708.1	42.0	10	<0.001	model_corpo_hid_per5	2724.9	58.8	9 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per_int5	2708.3	42.2	11	<0.001	model_veg_esp_solo_exp_per10	2724.9	58.8	10 <0.001
model_veg_densa_solo_exp_per_int	2708.4	42.3	11	<0.001	model_veg_esp_agropec_per10	2725.0	58.9	10 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per_int	2709.4	43.3	11	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per10	2725.1	59.0	10 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per_int	2710.1	44.0	11	<0.001	model_corpo_hid_inf_urb_per_int10	2725.2	59.1	11 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per5	2710.3	44.2	10	<0.001	model_corpo_hid_solo_exp_per10	2725.2	59.1	10 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per5	2710.6	44.5	10	<0.001	model_veg_densa_corpo_hid_per5	2725.3	59.2	10 <0.001
model_area_umida_agropec_per5	2711.0	44.9	10	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per_int10	2725.4	59.3	11 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per_int5	2712.3	46.2	11	<0.001	model_veg_densa_corpo_hid_per10	2725.5	59.4	10 <0.001
model_area_umida5	2714.0	47.9	9	<0.001	model_veg_esp_solo_exp_per_int10	2725.5	59.4	11 <0.001
model_area_umida_per5	2714.0	47.9	9	<0.001	model_veg_densa_veg_esp_per10	2725.7	59.6	10 <0.001
model_area_umida_corpo_hid_per_int5	2714.6	48.5	11	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per5	2725.7	59.6	10 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per_int	2715.0	48.9	11	<0.001	model_veg_densa_agropec_per10	2725.7	59.6	10 <0.001
model_corpo_hid_agropec_per_int5	2715.2	49.1	11	<0.001	model_agropec_solo_exp_per10	2725.7	59.6	10 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per5	2715.5	49.4	10	<0.001	model_veg_densa_inf_urb_per10	2725.8	59.7	10 <0.001
model_area_umida_corpo_hid_per5	2716.0	49.9	10	<0.001	model_solo_exp_inf_urb_per10	2725.8	59.7	10 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per_int5	2716.6	50.5	11	<0.001	model_area_umida_corpo_hid_per	2725.8	59.7	10 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per_int5	2716.7	50.6	11	<0.001	model_veg_esp_inf_urb_per_int10	2725.8	59.7	11 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per5	2717.3	51.2	10	<0.001	model_veg_densa_solo_exp_per_int10	2726.0	59.9	11 <0.001
model_veg_esp_agropec_per_int	2717.6	51.5	11	<0.001	model_agropec_inf_urb_per_int10	2726.4	60.3	11 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per_int	2717.8	51.7	11	<0.001	model_veg_densa_solo_exp_per10	2726.6	60.5	10 <0.001
model_agropec_solo_exp_per5	2717.9	51.8	10	<0.001	model_solo_exp_inf_urb_per_int10	2726.8	60.7	11 <0.001
model_veg_esp_corpo_hid_per_int10	2718.0	51.9	11	<0.001	model_agropec_solo_exp_per_int10	2726.9	60.8	11 <0.001
model_agropec_solo_exp_per_int5	2718.3	52.2	11	<0.001	model_veg_densa_corpo_hid_per_int5	2727.2	61.1	11 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per_int10	2718.3	52.2	11	<0.001	model_veg_densa_corpo_hid_per_int10	2727.3	61.2	11 <0.001
model_veg_esp_agropec_per	2718.3	52.2	10	<0.001	model_veg_densa_agropec_per_int10	2727.7	61.6	11 <0.001
model_agropec5	2718.5	52.4	9	<0.001	model_veg_densa_veg_esp_per_int10	2727.7	61.6	11 <0.001
model_agropec_per5	2718.5	52.4	9	<0.001				
model_veg_densa	2718.6	52.5	9	<0.001				
model_veg_densa_per	2718.6	52.5	9	<0.001				
model_solo_exp5	2719.1	53.0	9	<0.001				
model_solo_exp_per5	2719.1	53.0	9	<0.001				

Fig. 8 Seleção de modelos por AICc para *C.thous*.

	AICc	dAICc	df	weight				
model_veg_densa_solo_exp_per_int	551.2	0.0	11	0.9981	model_veg_densa_corpo_hid_per	587.4	36.2	10 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per_int5	564.7	13.5	11	0.0012	model_veg_esp_agropec_per5	587.7	36.5	10 <0.001
model_veg_esp_corpo_hid_per_int10	567.5	16.3	11	<0.001	model_veg_densa_solo_exp_per10	587.9	36.7	10 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per5	569.0	17.8	10	<0.001	model_agropec_solo_exp_per_int5	588.4	37.2	11 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per_int5	569.7	18.5	11	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per5	588.6	37.4	10 <0.001
model_area_umida_solo_exp_per_int5	571.0	19.8	11	<0.001	model_veg_densa_corpo_hid_per_int	588.8	37.6	11 <0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per_int10	572.0	20.8	11	<0.001	model_area_umida10	589.1	37.9	9 <0.001
model_veg_densa_inf_urb_per_int5	572.2	21.0	11	<0.001	model_area_umida_per10	589.2	38.0	11 <0.001
model_veg_densa_inf_urb_per5	572.3	21.1	10	<0.001	model_veg_densa_area_umida_per_int	589.2	38.0	9 <0.001
model_veg_esp_corpo_hid_per10	572.3	21.1	10	<0.001	model_solo_exp5	589.2	38.0	9 <0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per_int5	574.1	22.9	11	<0.001	model_solo_exp_per5	589.2	38.0	9 <0.001
model_veg_densa_inf_urb_per	574.8	23.6	10	<0.001	model_veg_esp_agropec_per_int5	589.3	38.1	11 <0.001
model_agropec_inf_urb_per_int5	575.2	24.0	11	<0.001	model_agropec_solo_exp_per5	589.3	38.1	10 <0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per_int10	575.4	24.2	11	<0.001	model_area_umida_solo_exp_per_int10	589.4	38.2	11 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per_int	575.9	24.7	11	<0.001	model_veg_densa_solo_exp_per_int10	589.5	38.3	11 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per	576.0	24.9	10	<0.001	model_area_umida_inf_urb_per10	589.9	38.7	10 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per_int10	576.1	24.9	11	<0.001	model_area_umida_solo_exp_per5	589.9	38.7	10 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per5	576.1	24.9	10	<0.001	model_agropec5	590.2	39.0	9 <0.001
model_veg_densa_inf_urb_per_int	576.6	25.4	11	<0.001	model_agropec_per5	590.2	39.0	9 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per_int5	576.7	25.5	11	<0.001	model_area_umida_solo_exp_per_int	590.3	39.1	11 <0.001
model_agropec_inf_urb_per5	576.8	25.6	10	<0.001	model_veg_densa_agropec_per10	590.3	39.1	10 <0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per10	577.5	26.3	10	<0.001	model_area_umida_agropec_per10	590.3	39.1	10 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per10	577.6	26.5	10	<0.001	model_area_umida_agropec_per_int5	590.5	39.3	11 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per_int	578.0	26.8	11	<0.001	model_area_umida_solo_exp_per10	590.9	39.7	10 <0.001
model_veg_esp_agropec_per_int10	578.0	26.8	11	<0.001	model_area_umida_agropec_per5	591.0	39.8	10 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per10	578.0	26.8	10	<0.001	model_area_umida_inf_urb_per_int10	591.3	40.1	11 <0.001
model_veg_densa_agropec_per_int5	578.2	27.0	11	<0.001	model_veg_esp_solo_exp_per	591.4	40.2	10 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per10	578.4	27.2	10	<0.001	model_veg_densa_agropec_per_int10	591.5	40.3	11 <0.001
model_veg_densa_solo_exp_per_int5	578.5	27.3	11	<0.001	model_area_umida_corpo_hid_per_int5	591.8	40.6	11 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per_int5	578.6	27.4	11	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per5	591.8	40.6	10 <0.001
model_corpo_hid10	578.7	27.5	9	<0.001	model_veg_densa10	592.0	40.8	9 <0.001
model_corpo_hid_per10	578.7	27.5	9	<0.001	model_veg_densa_per10	592.0	40.8	9 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per	579.0	27.8	10	<0.001	model_agropec_solo_exp_per_int	592.5	41.3	11 <0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per5	579.2	28.0	10	<0.001	model_veg_esp_solo_exp_per_int	592.7	41.5	11 <0.001
model_area_umida_corpo_hid_per10	579.3	28.1	10	<0.001	model_corpo_hid5	592.7	41.5	9 <0.001
model_agropec_inf_urb_per	579.3	28.1	10	<0.001	model_corpo_hid_per5	592.7	41.5	9 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per_int10	579.4	28.2	11	<0.001	model_veg_esp5	592.8	41.6	9 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per_int10	579.9	28.8	11	<0.001	model_veg_esp_per5	592.8	41.6	9 <0.001
model_corpo_hid_agropec_per_int5	580.0	28.8	11	<0.001	model_corpo_hid_solo_exp_per_int	593.3	42.1	11 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per5	580.0	28.8	10	<0.001	model_solo_exp	593.5	42.3	9 <0.001
model_veg_densa5	580.6	29.4	9	<0.001	model_solo_exp_per	593.5	42.3	9 <0.001
model_veg_densa_per5	580.6	29.4	9	<0.001	model_veg_esp_agropec_per_int	593.8	42.6	11 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per10	580.7	29.5	10	<0.001	model_veg_densa_inf_urb_per10	593.8	42.6	10 <0.001
model_corpo_hid_agropec_per10	580.7	29.5	10	<0.001	model_veg_densa_inf_urb_per_int10	593.9	42.7	11 <0.001
model_veg_esp_agropec_per10	580.9	29.7	10	<0.001	model_area_umida_corpo_hid_per5	594.0	42.8	10 <0.001
model_veg_esp10	581.1	29.9	9	<0.001	model_area_umida_solo_exp_per	594.4	43.2	10 <0.001
model_veg_esp_per10	581.1	29.9	9	<0.001	model_veg_esp_area_umida_per5	594.7	43.5	10 <0.001
model_area_umida_inf_urb_per_int5	581.2	30.0	11	<0.001	model_agropec_solo_exp_per	594.7	43.5	10 <0.001
model_agropec_inf_urb_per_int	581.2	30.0	11	<0.001	model_corpo_hid_solo_exp_per	595.2	44.0	10 <0.001
model_inf_urb	581.4	30.2	9	<0.001	model_agropec	595.6	44.4	9 <0.001
model_inf_urb_per	581.4	30.2	9	<0.001	model_agropec_per	595.6	44.4	9 <0.001
model_veg_esp_solo_exp_per10	581.5	30.3	10	<0.001	model_veg_esp_area_umida_per_int5	595.7	44.5	11 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per5	581.5	30.3	10	<0.001	model_nulo	596.2	45.0	8 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per5	581.7	30.5	10	<0.001	model_area_umida5	596.3	45.1	9 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per_int10	581.7	30.5	11	<0.001	model_area_umida_per5	596.3	45.1	9 <0.001
model_corpo_hid_agropec_per_int10	581.8	30.6	11	<0.001	model_veg_esp_agropec_per	596.4	45.2	10 <0.001
model_inf_urb5	581.8	30.6	9	<0.001	model_area_umida_agropec_per	596.8	45.6	10 <0.001
model_inf_urb_per5	581.8	30.6	9	<0.001	model_veg_esp	596.9	45.7	9 <0.001
model_veg_densa_solo_exp_per5	581.9	30.7	10	<0.001	model_veg_esp_per	596.9	45.7	9 <0.001
model_veg_esp_area_umida_per_int	582.3	31.1	11	<0.001	model_area_umida	597.0	45.8	9 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per5	582.5	31.3	10	<0.001	model_area_umida_per	597.0	45.8	9 <0.001
model_veg_densa_agropec_per5	582.6	31.4	10	<0.001	model_agropec10	597.4	46.2	9 <0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per5	582.6	31.4	10	<0.001	model_agropec_per10	597.4	46.2	10 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per10	582.7	31.5	10	<0.001	model_agropec_solo_exp_per10	597.4	46.2	10 <0.001
model_veg_esp_solo_exp_per_int10	582.8	31.6	11	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per	597.4	46.2	10 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per	583.1	31.9	10	<0.001	model_solo_exp10	597.7	46.5	9 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per_int5	583.4	32.2	11	<0.001	model_solo_exp_per10	597.7	46.5	9 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per	583.5	32.3	10	<0.001	model_inf_urb10	597.8	46.6	9 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per_int5	583.5	32.3	11	<0.001	model_inf_urb_per10	597.8	46.6	9 <0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per_int	583.8	32.6	11	<0.001	model_corpo_hid	597.8	46.6	9 <0.001
model_area_umida_agropec_per_int10	583.8	32.6	11	<0.001	model_corpo_hid_per	597.8	46.6	9 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per_int10	583.9	32.7	11	<0.001	model_agropec_solo_exp_per_int10	598.3	47.1	11 <0.001
model_veg_esp_inf_urb_per_int10	584.3	33.1	11	<0.001	model_veg_esp_area_umida_per	598.4	47.2	10 <0.001
model_veg_densa_area_umida_per10	584.5	33.3	10	<0.001	model_area_umida_agropec_per_int	598.6	47.4	11 <0.001
model_veg_esp_solo_exp_per5	584.9	33.7	10	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per	598.8	47.6	10 <0.001
model_veg_densa	585.4	34.2	9	<0.001	model_area_umida_corpo_hid_per	598.8	47.6	10 <0.001
model_veg_densa_per	585.4	34.2	9	<0.001	model_solo_exp_inf_urb_per_int10	598.8	47.6	11 <0.001
model_solo_exp_inf_urb_per_int	585.5	34.3	11	<0.001	model_solo_exp_inf_urb_per10	598.9	47.7	10 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per	586.1	34.9	10	<0.001	model_agropec_inf_urb_per10	599.1	47.9	10 <0.001
model_veg_esp_solo_exp_per_int5	586.9	35.7	11	<0.001	model_corpo_hid_agropec_per_int	599.4	48.2	11 <0.001
model_veg_densa_solo_exp_per	587.0	35.8	10	<0.001	model_agropec_inf_urb_per_int10	599.7	48.5	11 <0.001
model_veg_densa_veg_esp_per_int	587.1	35.9	11	<0.001	model_veg_esp_corpo_hid_per_int	600.8	49.6	11 <0.001
model_veg_esp_corpo_hid_per_int5	587.1	35.9	11	<0.001	model_area_umida_corpo_hid_per_int	600.8	49.6	11 <0.001
model_veg_densa_agropec_per_int	587.1	35.9	11	<0.001				
model_veg_densa_agropec_per	587.1	35.9	10	<0.001				
model_veg_densa_area_umida_per	587.2	36.0	10	<0.001				

Fig. 9 Seleção de modelos por AICc para *P. cancrivorus*.

	AICc	dAICc	df	weight
model_veg_esp_inf_urb_per	471.3	0.0	10	0.6428
model_veg_esp_inf_urb_per_int	472.9	1.6	11	0.2922
model_solo_exp_inf_urb_per	479.3	8.0	10	0.0118
model_agropec_inf_urb_per	479.4	8.1	10	0.0111
model_solo_exp_inf_urb_per_int	480.4	9.1	11	0.0067
model_veg_esp_solo_exp_per	480.7	9.4	10	0.0058
model_agropec_inf_urb_per_int	481.0	9.8	11	0.0049
model_veg_esp_solo_exp_per_int	481.6	10.3	11	0.0036
model_veg_densa_veg_esp_per	481.7	10.5	10	0.0035
model_inf_urb	482.0	10.7	9	0.0030
model_inf_urb_per	482.0	10.7	9	0.0030
model_veg_densa_veg_esp_per_int	482.4	11.1	11	0.0025
model_area_umida_inf_urb_per_int	483.3	12.0	11	0.0016
model_veg_densa_inf_urb_per	483.6	12.4	10	0.0013
model_area_umida_inf_urb_per	483.7	12.4	10	0.0013
model_corpo_hid_inf_urb_per	484.0	12.7	10	0.0011
model_veg_densa_solo_exp_per_int	484.7	13.4	11	<0.001
model_veg_densa_inf_urb_per_int	485.6	14.3	11	<0.001
model_veg_esp	485.8	14.6	9	<0.001
model_veg_esp_per	485.8	14.6	9	<0.001
model_corpo_hid_inf_urb_per_int	485.9	14.6	11	<0.001
model_veg_esp_agropec_per	486.9	15.6	10	<0.001
model_veg_densa_solo_exp_per	487.3	16.0	10	<0.001
model_veg_esp_area_umida_per	487.4	16.1	10	<0.001
model_veg_esp_corpo_hid_per	487.9	16.6	10	<0.001
model_veg_esp_agropec_per_int	488.7	17.4	11	<0.001
model_veg_esp_area_umida_per_int	489.1	17.8	11	<0.001
model_veg_esp_corpo_hid_per_int	489.6	18.4	11	<0.001
model_area_umida_solo_exp_per_int	493.8	22.5	11	<0.001
model_solo_exp	495.0	23.8	9	<0.001
model_solo_exp_per	495.0	23.8	9	<0.001
model_area_umida_solo_exp_per	495.3	24.0	10	<0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per	496.5	25.2	10	<0.001
model_agropec_solo_exp_per	496.5	25.2	10	<0.001
model_corpo_hid_solo_exp_per_int	497.9	26.7	11	<0.001
model_agropec_solo_exp_per_int	498.6	27.3	11	<0.001
model_veg_densa_agropec_per_int	508.5	37.2	11	<0.001
model_agropec	512.5	41.2	9	<0.001
model_agropec_per	512.5	41.2	9	<0.001
model_nulo	512.5	41.2	8	<0.001
model_veg_densa_agropec_per	513.3	42.0	10	<0.001
model_area_umida_agropec_per_int	513.8	42.5	11	<0.001
model_area_umida_agropec_per	513.9	42.6	10	<0.001
model_corpo_hid_agropec_per	514.3	43.0	10	<0.001
model_area_umida	514.3	43.0	9	<0.001
model_area_umida_per	514.3	43.0	9	<0.001
model_corpo_hid	514.4	43.1	9	<0.001
model_corpo_hid_per	514.4	43.1	9	<0.001
model_veg_densa	514.5	43.2	9	<0.001
model_veg_densa_per	514.5	43.2	9	<0.001
model_corpo_hid_agropec_per_int	515.8	44.5	11	<0.001
model_area_umida_corpo_hid_per	516.3	45.0	10	<0.001
model_veg_densa_area_umida_per	516.3	45.0	10	<0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per	516.4	45.2	10	<0.001
model_area_umida_corpo_hid_per_int	517.6	46.3	11	<0.001
model_veg_densa_area_umida_per_int	518.1	46.8	11	<0.001
model_veg_densa_corpo_hid_per_int	518.5	47.2	11	<0.001

Fig. 10 Seleção de modelos por AICc para *E. sexcinctus*.