

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 10/05/2025.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E
BIODIVERSIDADE**

**EFEITO DA SAZONALIDADE E DE ATIVIDADES HUMANAS SOBRE
MAMÍFEROS TERRESTRES NA CAATINGA**

DAIANA JERONIMO POLLI

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E
BIODIVERSIDADE**

**EFEITO DA SAZONALIDADE E DE ATIVIDADES HUMANAS SOBRE
MAMÍFEROS TERRESTRES NA CAATINGA**

DAIANA JERONIMO POLLI

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia, Evolução e Biodiversidade.

Orientador: Dr. Milton Cezar Ribeiro
Coorientadora: Dra. Cláudia Bueno de Campos e Dra. Juliana Silveira dos Santos

P774e

Polli, Daiana Jeronimo

Efeito da sazonalidade e de atividades humanas sobre mamíferos terrestres na Caatinga / Daiana Jeronimo Polli. -- Rio Claro, 2023
94 p. : tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Milton Cezar Ribeiro

Coorientadora: Cláudia Bueno de Campos, Juliana Silveira dos
Santos

1. Mastozoologia. 2. Semiárido. 3. Ecologia de Paisagens. 4.
Sazonalidade. 5. Mudanças Climáticas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de
Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro




CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DA SAZONALIDADE E DE ATIVIDADES HUMANAS SOBRE MAMÍFEROS TERRESTRES NA CAATINGA

AUTORA: DAIANA JERONIMO POLLI

ORIENTADOR: MILTON CEZAR RIBEIRO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ecologia, Evolução e Biodiversidade, área: Biodiversidade pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MILTON CEZAR RIBEIRO (Participação Presencial)
Departamento de Biodiversidade / Unesp - IB Rio Claro


Profa. Dra. CLAUDIA ZUKERAN KANDA (Participação Presencial)
Universidade Federal de Goiás


Prof. Dr. JOSÉ WAGNER RIBEIRO JUNIOR (Participação Presencial)
Rainforest Connection (RFCx)

Rio Claro, 10 de novembro de 2023

Agradecimentos

A alegria e o alívio de ter chegado até aqui são imensuráveis. Eu sempre sonhei em fazer pós-graduação, apesar de ter vivenciado experiências na graduação que me fizeram duvidar se eu estava no caminho “certo”. No entanto, eu sempre tive pessoas incríveis no meu caminho que me motivaram e diziam que eu deveria seguir o meu caminho na pesquisa. Então, aqui estou, com o meu mestrado concluído, que eu amei realizar, me desenvolvi e aprendi muito, e tive experiências únicas por acreditar em mim mesma e querer sempre voos altos. Durante esse período, eu reforcei o que eu já sabia, não é possível fazer pesquisa sozinha, precisamos de uma rede de apoio, intelectual e afetiva. Então, agradeço a todos que fizeram desta jornada ainda mais linda e gratificante:

Ao meu orientador, Dr. Milton Cezar Ribeiro, por ter sido o orientador mais compreensível e brilhante que eu poderia ter. Antes de conhecê-lo, todos diziam que o professor “Miltinho” da UNESP Rio Claro era excelente, então, eu tive a certeza de que ele era mesmo. Miltinho, obrigada por ter me apoiado em todos os momentos em que precisei, com os seus “D, vai dar certo :)”. Eu gostaria de ter convivido mais com você no presencial, mas, infelizmente, a pandemia e a mudança de cidade não permitiram... sinto muito por isso.

À minha coorientadora e ídola, Dra. Cláudia Bueno de Campos, a famosa “Cláudia das onças”, a quem eu me inspiro e sou muito grata por ter tido o meu caminho cruzado. Obrigada, Clau, por ter sido tão receptiva comigo quando eu te reencontrei no congresso de masto em 2019, por ter aberto tantas portas para mim e por ter me ajudado a ser uma pesquisadora ainda mais sonhadora. Agradeço por você ter confiado em mim os dados do Programa Amigos da Onça (PAO) – o seu xodó – e pelo apoio ao longo desses anos.

À minha coorientadora e amiga, Dra. Juliana Silveira dos Santos, que fez eu crescer muito ao longo do mestrado. Ju, quando eu te conheci, pensei: “ela parece brava”, mas foi apenas a primeira impressão, pois você é uma das pessoas mais sinceras, competentes e legais que eu conheço. Eu te admiro muito! Você foi fundamental na minha trajetória, eu aprendi muito com você. Obrigada pela paciência e pelos inúmeros desabafos. Agradeço também pela amizade linda que construímos e pelos nossos passeios do outro lado do oceano, em Portugal. Sentirei saudades, mas estaremos sempre juntas!

Ao meu orientador do mestrado sanduíche, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Dr. Luís Miguel Rosalino, que me ensinou da forma mais didática e simples os

“temidos” modelos de ocupação. Professor Miguel, obrigada por ter sido um orientador tão presente durante a minha estadia em Portugal, por ter me ajudado com a moradia, guagem e malas (rs) e por ter feito eu me sentir parte do seu laboratório e da sua cultura. Espero que a gente colha muitos frutos com o nosso trabalho.

Aos meus colegas do Laboratório de Ecologia Especial e Conservação (LEEC), que são pessoas e pesquisadores brilhantes. Agradeço por todos os momentos de trocas de conhecimentos e experiências nos LEEC meeting e minicursos. Em especial, agradeço à Juliana Bento pela amizade e ajuda nas entregas de documentos na pós-graduação. Vocês são incríveis!

À minha família por todo apoio, amor e incentivo ao longo desses anos. Aos meus pais, Mirian e Marciano, que nunca mediram esforços para que eu pudesse realizar todos os meus sonhos e que sempre me mostraram que eu poderia fazer grandes feitos através dos estudos. Aos meus avós, Amaro, Edileusa e Regina, que são incríveis e amorosos. Ao meu noivo, Gustavo, que sempre esteve comigo nos altos e baixos, pelo incentivo e cuidado diário e pela história linda que estamos contruindo juntos. Aos meus “doguinhos”, Dudu e Fiona, que trazem muita alegria quando estou em Araraquara. Dedico todo o meu amor e respeito a todos vocês, amores da minha vida!

Aos meus eternos amigos da UNESP Jaboticabal, Eduardo, Jéssica, Kimberly e Mateus, que sempre estiverem por perto mesmo todos estando em um lugar diferente do Brasil e do mundo. Agradeço por todos os momentos compartilhados. Sinto saudades de vocês todos os dias; dos nossos cafés-da-tarde e jantares, das festas unespianas, das risadas e até dos choros. Vocês são grandes amigos. Amo cada um de vocês!

Às minhas amigas araraquarenses, Carol, Jéssica e Lisa, que sinto um carinho gigantesco. Obrigada pelas nossas saídas aos finais de semana, quando estou em Araraquara. Apesar de não nos vermos com tanta frequência, vocês sempre estão em meus pensamentos. Desejo que a gente possa viver ainda muitos momentos juntas. Amo vocês!

Às minhas companheiras do Programa Amigos da Onça, Carolina Esteves, Francine Schulz, Maísa Ziviani, Renata Alves e Sylvia Hiromi, que são mulheres e pesquisadoras incríveis. Agradeço pelo trabalho em conjunto em prol da conservação das onças e sociobiodiversidade da Caatinga.

Aos colaboradores do projeto, Dra. Francesca Belem Lopes Palmeira e Dr. Dhemerson E. Conciani, que muito contribuíram com ideias, revisões e scripts, obrigada pela parceria. À banca da qualificação, Dr. Ronaldo Morato, Dr. Fernando Lima e Dr. Douglas Dias, pesquisadores fantásticos que contribuíram muito. com dicas preciosas para a melhoria deste trabalho, obrigada!

Ao Programa Amigos da Onça do Instituto Pró-Carnívoros por ter cedido gentilmente o banco de dados do monitoramento de mamíferos e pelos 3 anos como pesquisadora desse programa fantástico de conservação de onças e sociobiodiversidade na Caatinga. Seguimos na luta!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O presente trabalho foi realizado com apoio do processo nº 2013/50421-2, 2020/01779-5, 2021/01982-8, 2021/08322-3, 2021/08534-0, 2021/10195-0, 2021/10639-5, 2022/09930-0 e 2022/10760-1, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Este estudo é parte do Center for Research on Biodiversity, Dynamics and Climate Change, o qual é financiado pela FAPESP.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Enel Green Power – EGP / 8400131429, 8400131430, 8400131480, 8400131494, 8400131495-2018, que financiou a coleta de dados realizada pelo Programa Amigos da Onça do Instituto Pró-Carnívoros de 2016 a 2019.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

*“Natureza é uma força que inunda como os desertos.
Que me enche de flores, calores, insetos, e me
entorpece até a paradedza total dos reatores.”*

(Manoel de Barros)

Resumo

Os fatores antrópicos, sazonais e ambientais tem influenciado a dinâmica de mamíferos de médio e grande porte em diferentes regiões Neotropicais, como a região semiárida brasileira. Embora a conservação das espécies seja uma bandeira importante levantada pelos conservacionistas da Caatinga, o bioma sofre com diversas ameaçadas (antrópicas, climáticas e ambientais), além da falta de investimento em pesquisa e conservação prática. Desta forma, é fundamental compreender como as mudanças antrópicas, sazonais e ambientais influenciam na diversidade e nos padrões de ocupação de mamíferos de médio e grande porte no semiárido brasileiro. Neste sentido, os objetivos deste estudo são: i) avaliar a influência de variáveis antrópicas (distância de áreas urbanas e de fazendas eólicas), ambientais (distância da água) e sazonais (temperatura de superfície - LST e variação no índice de vegetação por diferença normalizada – NDVI) na riqueza (S) e no número de registros de mamíferos (NR) terrestres de médio e grande porte e ii) avaliar a influência de variáveis antrópicas (distância de áreas urbanas e de fazendas eólicas, abundância relativa de espécies exóticas e domésticas – cão doméstico e boi) e ambientais (distância da água, LST, NDVI, abundância relativa de presa e predador, estação do ano, período das câmeras em campo e altura da vegetação) na ocupação de espécies de mamíferos de médio e grande porte em paisagens da Caatinga. Para isso, nós utilizamos armadilhas fotográficas em dois períodos (2016/2017 e 2018/2019), estimamos as variações na LST e NDVI e geramos mapas de distância Euclidiana para as variáveis antrópicas, ambientais e sazonais, realizamos o cálculo das abundâncias relativas e utilizamos os valores anotados em campo de altura da vegetação. Para o objetivo i, nós calculamos todas as variáveis explanatórias em diferentes escalas espaciais, considerando buffers de 250, 500 e 1000 m de raio e analisamos os diferentes períodos independentemente. Para o objetivo ii, nós calculamos as variáveis explanatórias por período em que coletamos os dados de campo. Nós avaliamos o efeito e a força da relação entre as variáveis a partir de modelos lineares generalizados (i) e modelamos a ocupação das espécies considerando a detecção imperfeita (ii). Nós consideramos os modelos mais parcimoniosos com base no critério de Akaike para os modelos de ocupação. No total, registramos 16 espécies de mamíferos de médio e grande porte. Em relação ao objetivo i, a distância da água influenciou negativamente o NR de *Dicotyles tajacu* e *Puma concolor*. A distância de parques eólicos influenciou negativamente o NR de *Dicotyles tajacu* e positivamente o NR de *Leopardus pardalis*. O LST mínimo e o NDVI cv influenciaram positivamente o NR de *Dicotyles tajacu* e o LST máximo influenciou positivamente o NR de *Leopardus pardalis* e *Puma concolor* (2016/2017). O LST máximo, a distância de áreas urbanas

e o NDVI cv influenciaram positivamente o NR de *Cerdocyon thous*. A distância de parques eólicos influenciou positivamente o NR de *Leopardus pardalis* e S. A distância da água influenciou negativamente S (2018/2019). Nossos resultados sugerem que a proximidade de parques eólicos e áreas urbanas, a distância da água e as mudanças de sazonalidade estão de fato afetando a biodiversidade dos mamíferos. Em relação ao objetivo ii, nossos resultados mostraram que a hipótese relacionada ao distúrbio melhor explicou a ocupação da maioria dos mamíferos de médio e grande porte, como *Cerdocyon thous*, *Dasyprocta nigriclunis*, *Dicotyles tajacu* e *Leopardus pardalis*. A hipótese ambiental melhor explicou a ocupação de *Puma concolor*. As variáveis que mais influenciaram a detecção das espécies foram a abundância relativa de cão doméstico, seguida da temperatura de superfície e da abundância relativa de boi doméstico. Em relação à ocupação dos mamíferos, a distância das fazendas eólicas e a abundância dos cães domésticos foram as variáveis que mais influenciaram. Os nossos estudos corroboram com a premissa de que as espécies de mamíferos de médio e grande porte estão sendo influenciadas por fatores antrópicos, sazonais e ambientais. Portanto, o nosso estudo poderá contribuir para com estratégias de conservação e mitigação de impactos sobre esse grupo de espécies na região.

Palavras chave: Espaço-Tempo, Fatores antrópicos, Mammalia, Sazonalidade, Semiárido.

Abstract

Anthropogenic, seasonal and environmental factors have influenced the dynamics of medium and large mammals in different Neotropical regions, such as the Brazilian semi-arid region. Although species conservation is an important banner raised by Caatinga conservationists, the biome suffers from a number of threats (anthropogenic, climatic and environmental), as well as a lack of investment in research and practical conservation. It is therefore essential to understand how anthropogenic, seasonal and environmental changes influence the diversity and occupancy patterns of medium and large mammals in the Brazilian semi-arid region. In this sense, the objectives of this study are: i) to evaluate the influence of anthropogenic (distance from urban areas and wind farms), environmental (distance from water) and seasonal (surface temperature - LST and variation in the normalized difference vegetation index - NDVI) variables on the richness (S) and number of records of medium and large terrestrial mammals (NR) and ii) to evaluate the influence of anthropogenic variables (distance from urban areas and wind farms, relative abundance of exotic and domestic species - domestic dog and ox) and environmental variables (distance from water, LST, NDVI, relative abundance of prey and predator, season, period of cameras in the field and vegetation height) on the occupancy of medium and large mammal species in Caatinga landscapes. To do this, we used camera traps in two periods (2016/2017 and 2018/2019), estimated the variations in LST and NDVI and generated Euclidean distance maps for the anthropogenic, environmental and seasonal variables, calculated the relative abundances and used the field-recorded values of vegetation height. For objective i, we calculated all the explanatory variables at different spatial scales, considering buffers of 250, 500 and 1000 m radius and analyzed the different periods independently. For objective ii, we calculated the explanatory variables per period in which we collected field data. We assessed the effect and strength of the relationship between the variables using generalized linear models (i) and modeled species occupancy considering imperfect detection (ii). We considered the most parsimonious models based on Akaike's criterion for occupancy models. In total, we recorded 16 species of medium and large mammals. In relation to objective i in 2016/2017, the distance from water negatively influenced NR of *Dicotyles tajacu* and *Puma concolor*. The distance from wind farms negatively influenced NR of *Dicotyles tajacu* and positively influenced NR of *Leopardus pardalis*. The minimum LST and NDVI cv positively influenced NR of *Dicotyles tajacu* and maximum LST positively influenced NR of *Leopardus pardalis* and *Puma concolor* (2016/2017). The maximum LST, distance from urban areas, and NDVI cv positively influenced NR of *Cerdocyon thous*. The

distance from wind farms positively influenced NR of *Leopardus pardalis* and S. The distance from water negatively influenced S (2018/2019). Our findings suggest that that proximity from wind farms and urban areas, distance from water, and seasonality changes are indeed affecting the mammals' biodiversity. In relation to objective ii, our results showed that the disturbance hypothesis best explained the occupancy of most medium and large mammals, such as *Cerdocyon thous*, *Dasyprocta nigriclunis*, *Dicotyles tajacu* and *Leopardus pardalis*. The environmental hypothesis best explained the occupation of *Puma concolor*. The variables that most influenced species detection were the relative abundance of domestic dogs, followed by surface temperature and the relative abundance of domestic cattle. With regard to mammal occupancy, distance from the wind farms and the abundance of domestic dogs were the most influential variables. Our studies corroborate the premise that medium and large mammal species are being influenced by anthropogenic, seasonal and environmental factors. Therefore, our study could contribute to conservation strategies and the mitigation of impacts on this group of species in the region.

Key words: Space-time, Anthropic factors, Mammalia, Seasonality, Semi-arid.

Lista de figuras

Capítulo 1 - MAMMAL DIVERSITY RESPONSES TO LAND SURFACE TEMPERATURE, EXPANSION OF WIND FARMS, AND SEASONAL VARIATIONS OF VEGETATION WITHIN CAATINGA LANDSCAPES

Fig. 1. Schematic representation of the expected responses regarding the influence of anthropic (distance from urban areas and wind farms), environmental (distance from water), and seasonal (variation of NDVI and LST) variables on the richness and number of records (NR) of medium and large mammals in the study area. We expect that: i) mammal richness and NR will increase with distance from urban areas and wind farms (Dias et al., 2018); ii) mammal richness and NR will increase with proximity to water (Dias et al., 2018); iii) mammal richness and NR will decrease with increasing LST; and iv) mammal richness and NR will decrease with greater variation of NDVI.....32

Fig. 2. Location of the study area with a total of approximately 9,000 km² and sampling site. A) Northern Bahia state, in the Caatinga - Brazil; B) Location of the protected areas corresponding to the Boqueirão da Onça National Park, Boqueirão da Onça Environmental Protection Area, including the Wildlife Zone of Toca da Boa Vista and location of the camera traps installed in each sampling period and C) Representation of the multi-scale analysis performed from the location of each sampling point. From the sampled points, concentric circles (buffers) of 250, 500 and 1000 m radius were generated.....33

APPENDIX A. Fig. 1. Location of camera traps and period of biological data sampling (year). A) Location of camera traps in each period of sampling. B) multi-scale analyses, considering the central location of each sampling point, and concentric circles (buffers) used to multi-scale analyses with 250, 500, and 1000 m of radii.....49

Capítulo 2 – A EXPANSÃO ANTRÓPICA AMEAÇA A OCUPAÇÃO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM ÁREAS DE CONSERVAÇÃO DO SEMIÁRIDO, BRASIL

Figura 1 - Efeitos esperados das variáveis antrópicas (abundância relativa (RAI) de cão e boi domésticos, e distância de áreas urbanas e fazendas eólicas), ambientais (altura da vegetação, RAI de predadores e presas, câmeras-dias, distância da água, variação do NDVI e LST, e estação do ano) sobre a detecção e ocupação de mamíferos de médio e grande porte na área de estudo.....62

Figura 2 - A) Localização do Parque Nacional do Boqueirão da Onça e da Área de Proteção Ambiental do Boqueirão da Onça, com aproximadamente 9.000 km² de área total, no norte do estado da Bahia. B) Distribuição das armadilhas fotográficas monitoradas na Área de Proteção Ambiental e Parque Nacional do Boqueirão da Onça em cada período de amostragem.....64

Lista de tabelas

Capítulo 1 – MAMMAL DIVERSITY RESPONSES TO LAND SURFACE TEMPERATURE, EXPANSION OF WIND FARMS, AND SEASONAL VARIATIONS OF VEGETATION WITHIN CAATINGA LANDSCAPES

Table 1. Description of the different variables (anthropic, environmental, and seasonal) that were evaluated as predictors of the richness and number of records of medium and large mammals in the study area. In total, we used three different spatial scales.....36

Table 2. Values of $\Delta AICc$, degrees of freedom (df) and model weight (wAICc) of the parsimonious models selected from model selection based on Akaike's criterion for the number of records (NR) and richness of medium and large mammals in the two periods analyzed (2016/2017; 2018/2019). Where: SA = spatial autocorrelation, SOE = scale of effect (m), p= p-value and R2 = coefficient of determination. The values of the anthropic and seasonal variables correspond to the average values in each buffer.....38

APPENDIX B. Table 1. List of wild species of medium and large mammals recorded at the Boqueirão da Onça during the 2016 to 2017 and 2018 to 2019.....52

Capítulo 2 – A EXPANSÃO ANTRÓPICA AMEAÇA A OCUPAÇÃO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM ÁREAS DE CONSERVAÇÃO DO SEMIÁRIDO, BRASIL

Tabela 1 - Modelos de ocupação para *Cerdocyon thous*, *Dasyprocta nigriclunis*, *Dicotyles tajacu*, *Leopardus pardalis* e *Puma concolor* na Área de Proteção Ambiental e no Parque Nacional do Boqueirão da Onça, Brasil, estimados por armadilhas fotográficas no período de 2016 a 2017 e 2018 a 2019, agrupados em intervalos de amostragem de 7 dias consecutivos. Covariáveis: Camera days; RAI Cattle; RAI Dog; RAI Agouti; RAI Collared peccary; Distance of urban areas; Distance windfarms; Distance of water; Season; LST; NDVI; e Vegetation Height. Ψ = ocupação, p = detectabilidade, AICw = peso Akaike, df = graus de liberdade; $\Delta AICc$ = diferenciação de médias, segunda ordem Akaike; Overall $\Delta AICc$ = modelo global. São apresentados todos os modelos construídos com $\Delta AICc < 2$ por hipótese de trabalho e a negrito está assinalado o melhor modelo (i.e. menor AICc).....68

APÊNDICE A. Tabela 1 - Modelos de ocupação para *Cerdocyon thous*, *Dasyprocta nigriclunis*, *Dicotyles tajacu*, *Leopardus pardalis* e *Puma concolor* na Área de Proteção Ambiental e no Parque Nacional do Boqueirão da Onça, Brasil, estimados por armadilhas fotográficas no

período de 2016 a 2017 e 2018 a 2019, agrupados em intervalos de amostragem de 7 dias consecutivos. Covariáveis: Camera days; RAI Cattle; RAI Dog; RAI Agouti; RAI Collared peccary; Distance of urban areas; Distance windfarms; Distance of water; Season; LST; NDVI; e Vegetation Height. Ψ = ocupação, p = detectabilidade, AICw = peso Akaike, df = graus de liberdade; $\Delta AICc$ = diferenciação de médias, segunda ordem Akaike; Overall $\Delta AICc$ = modelo global. São apresentados todos os modelos construídos com $\Delta AICc < 2$ por hipótese de trabalho e a negrito está assinalado o melhor modelo (i.e. menor AICc).....84

Sumário

Introdução geral.....	19
Referências	22
CAPÍTULO 1: MAMMAL DIVERSITY RESPONSES TO LAND SURFACE TEMPERATURE, EXPANSION OF WIND FARMS, AND SEASONAL VARIATIONS OF VEGETATION WITHIN CAATINGA LANDSCAPES	
Highlights	28
Abstract.....	29
1. Introduction.....	30
2. Material and Methods	33
3. Results.....	37
4. Discussion	39
5. Final remarks.....	42
6. Acknowledgments.....	43
7. References	43
APPENDIX A - Material and methods (complement).....	48
APPENDIX B – Results (complement)	52
APPENDIX C – References (complement)	53
CAPÍTULO 2: A EXPANSÃO ANTRÓPICA AMEAÇA A OCUPAÇÃO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM ÁREAS DE CONSERVAÇÃO DO SEMIÁRIDO, BRASIL.....	
Resumo	57
Abstract.....	58
1. Introdução	59
2. Material e Métodos	63
3. Resultados	67

4. Discussão.....	69
5. Considerações finais.....	72
6. Agradecimentos.....	73
7. Referências.....	74
<p>APÊNDICE A - Modelos de ocupação para <i>Cerdocyon thous</i>, <i>Dasyprocta nigriclunis</i>, <i>Dicotyles tajacu</i>, <i>Leopardus pardalis</i> e <i>Puma concolor</i> na Área de Proteção Ambiental e no Parque Nacional do Boqueirão da Onça, Brasil, estimados por armadilhas fotográficas no período de 2016 a 2017 e 2018 a 2019, agrupados em intervalos de amostragem de 7 dias consecutivos. Covariáveis: Camera days; RAI Cattle; RAI Dog; RAI Agouti; RAI Collared peccary; Distance of urban areas; Distance windfarms; Distance of water; Season; LST; NDVI; e Vegetation Height. Ψ = ocupação, p = detectabilidade, AICw = peso Akaike, df = graus de liberdade; ΔAICc = diferenciação de médias, segunda ordem Akaike; Overall ΔAICc = modelo global. São apresentados todos os modelos construídos com ΔAICc<2 por hipótese de trabalho e a negrito está assinalado o melhor modelo (i.e. menor AICc).....</p>	
	84
Considerações finais da dissertação	93
Referências	93

Introdução geral

Em um mundo de constantes mudanças, o crescimento populacional humano e a demanda incessante por recursos naturais tem degradado paisagens, afetado a disponibilidade de refúgios e alimentos para os mamíferos e aumentado o contato entre as pessoas e a vida selvagem (Woodroffe e Ginsberg, 1998; Woodroffe, 2000). Alterações no uso da terra resultantes das atividades antrópicas, juntamente com a diminuição da tolerância de espécies propensas a conflitos são uma ameaça para a estrutura e a dinâmica das comunidades de mamíferos de médio e grande porte (Schuette et al., 2013), principalmente em relação à sua redução populacional e distribuição dos indivíduos (Ray et al., 2005; Woodroffe, 2000).

A perda e a fragmentação dos habitats tendem a afetar desproporcionalmente os mamíferos de maior porte, devido às suas necessidades biológicas e ecológicas. Dependendo do grau dos impactos, a paisagem pode ser afetada de forma drástica, neste sentido, populações viáveis de espécies mais exigentes em quantidade e qualidade de habitat podem não suportar tais ambientes, assim podem migrar para outros locais (Wong e Linkie, 2013). No Brasil, as atividades humanas têm exercido uma pressão crescente sobre os mamíferos e os seus habitats, causando severos problemas para a conservação da biodiversidade (Rambaldi e Oliveira, 2005). Neste contexto, uma das regiões mais ameaçadas e com pouco conhecimento acerca desses impactos é o bioma Caatinga, o qual possui um longo histórico de ocupação humana e redução da vegetação natural (Gariglio et al., 2010; Beuchle et al., 2015).

A Caatinga é uma floresta sazonal tropical seca (Oliveira et al., 2016) caracterizada principalmente pela baixa precipitação e alta sazonalidade, com duas estações climáticas marcantes de seca e chuva (Sampaio, 1995; Prado, 2003). É um ecossistema exclusivamente inserido em território brasileiro e, quando comparado a outras regiões semiáridas do mundo, apresenta a maior população humana, elevada biodiversidade e número de espécies endêmicas (Moura et al., 2010). Entretanto, a conservação da fauna na Caatinga é um desafio, pois o bioma tem sofrido pela perda da sua vegetação natural ao longo dos anos, principalmente pela agricultura e pecuária extensiva (de Oliveira et al., 2017; Teixeira et al., 2021).

O bioma vêm sofrendo com os elevados índices de degradação ambiental e a modificação dos habitats provocado pelo uso extensivo de seus recursos naturais, o que vem causando perda de espécies, o comprometimento de processos ecológicos chaves e a formação de extensos núcleos de desertificação (Cuarón, 2000; Leal et al., 2003; Porras et al., 2016).

Tendo a vegetação nativa contínua um papel essencial para a ocupação dos mamíferos carnívoros, onívoros e insetívoros de médio e grande porte (Paolino et al., 2016).

Dessa forma, compreender quais são os fatores que influenciam na diversidade e nos padrões de ocupação de mamíferos no semiárido é fundamental para entender a ecologia e a biologia desses organismos, que desempenham um papel importante na manutenção dos ecossistemas, na regeneração da vegetação e em funções ecológicas que podem contribuir para a provisão de serviços ecossistêmicos (Cuarón, 2000). Portanto, entender como os mamíferos respondem às mudanças antrópicas é fundamental para desenvolver medidas de mitigação desses impactos (Sunquist, 1999; Linkie et al., 2007; Nielsen et al., 2015).

Além dos fatores antrópicos, os fatores sazonais podem interferir em diferentes aspectos ecológicos, como na dinâmica de interações das espécies, na diversidade, no padrão de atividade, no uso do habitat e na ocupação, particularmente em regiões em que as mudanças sazonais são bem definidas, como é o caso da Caatinga (Carmignotto & Ástúa, 2017; Dias et al., 2019a/b;). Na estação seca, quando os recursos são escassos, pode haver um aumento na mobilidade dos animais (Melo e Santos-Filho, 2007), mesmo com as elevadas temperaturas de superfície em locais com o solo exposto. Também as variações sazonais podem apresentar uma relação direta com o período reprodutivo e de recrutamento das espécies (Grilo et al., 2011). Entretanto, ainda são poucas as informações sobre como a sazonalidade influencia a diversidade e os padrões de ocupação por mamíferos na Caatinga (Dias et al., 2019; Marinho et al., 2020; Polli et al., 2023).

Outro fator importante para explicar a diversidade e os padrões de ocupação por mamíferos em florestas sazonais secas é a disponibilidade de água (Carmignotto & Astúa, 2017; Davis et al., 2018). Na maior parte da região semiárida existem poucos rios perenes, e as fontes raras de água são derivadas de poucas e pequenas nascentes disponíveis ao longo do ano, e fontes d' água temporárias são advindas das chuvas (Velloso et al., 2002; Cabral 2016). Além disso, regiões semiáridas, como a Caatinga, enfrentem sérias consequências frente as mudanças climáticas, como a diminuição das chuvas, o aumento da temperatura e do processo de desertificação (IPCC, 2022). Neste sentido, as espécies da Caatinga podem sofrer com tais mudanças, sem ter espaço-tempo para a adaptação.

As empresas de energia renovável, como as eólicas, tem expandido as suas matrizes em áreas do Nordeste brasileiro com a promessa de reduzir as emissões CO₂ (Pinto et al., 2017).

Apesar dos benefícios da energia eólica, impactos como a perda de vegetação nativa, a morte de animais por atropelamentos ou pela abertura de estradas, que também favorecem a caça, e alterações nos padrões de movimento das espécies (Dias et al., 2019) têm sido documentados em relação a instalação de fazendas eólicas em todo o mundo.

A facilidade de acesso às áreas de Caatinga mais bem preservadas, devido a abertura de trilhas e estradas pode aumentar a pressão de caça (Cullen et al., 2000; Peres e Nascimento, 2006) e a presença de bois e cães domésticos (Young et al., 2011). Os conflitos entre o homem e os animais silvestres também podem se intensificar, visto que pode haver predação do gado, resultando em perseguição e abate de predadores silvestres. O pastejo do gado pode causar intensa degradação na paisagem, como na composição da vegetação nativas e na compactação do solo, impactar na ocorrência e distribuição de mamíferos de médio e grande porte (Karanth et al., 2011; Ripple et al., 2014; Maxwell et al., 2016; Gordon et al., 2017). Além disso, os cães ferais podem alterar a dinâmica da comunidade por predarem desde pequenas a grandes presas e assim, competir por recursos com outros animais silvestres e também serem vetores de doenças (Galetti & Sazima, 2006).

Diante disso, o monitoramento contínuo da mastofauna é necessário para identificar áreas de alto valor para a conservação, gerar conhecimento acerca da ecologia das espécies de mamíferos na região, assim como, identificar como fatores relacionados a perturbação antrópica ou mudanças ambientais podem influenciar as populações silvestres. Neste sentido, para permitir a conservação da vida silvestre em áreas mais amplas e de forma mais efetiva (Garay & Dias, 2001) torna-se necessário e urgente que estratégias de mitigação de impactos e conservação sejam criadas e executadas.

Assim, os objetivos deste estudo foram: i) avaliar como variáveis antrópicas (distância de áreas urbanas e de fazendas eólicas), ambientais (distância da água) e sazonais (temperatura de superfície - LST e variação no índice de vegetação por diferença normalizada – NDVI) influenciam na riqueza (S) e no número de registros de mamíferos (NR) terrestres de médio e grande porte e ii) avaliar como variáveis antrópicas (distância de áreas urbanas e de fazendas eólicas e abundância relativa de espécies exóticas e domésticas) e ambientais (distância da água, LST, NDVI, abundância relativa de presas e predadores, estação do ano, período das câmeras em campo e altura da vegetação) influenciavam na ocupação de espécies de mamíferos de médio e grande porte em paisagens localizadas na Caatinga brasileira.

Para desenvolver esses objetivos, esta dissertação foi dividida em dois capítulos. O primeiro capítulo é intitulado “*Mammal diversity responses to land surface temperature, expansion of wind farms, and seasonal variations of vegetation within Caatinga landscapes*” e o segundo capítulo é intitulado de “*A expansão antrópica ameaça a ocupação de mamíferos de médio e grande porte em áreas de protegidas do semiárido brasileiro*”. Os dois capítulos foram desenvolvidos na região do Parque Nacional (PARNA) e na Área de Proteção Ambiental (APA) do Boqueirão da Onça (incluindo a Zona de Vida Silvestre da Toca da Boa Vista para proteção da maior caverna do Hemisfério Sul), no norte do estado da Bahia, Brasil. A seguir serão apresentadas em detalhes as etapas realizadas em cada um dos capítulos mencionados acima.

Referências

- BEUCHLE, R. et al., Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v. 58, p. 116-127, 2015.
- BRODIE, J. F.; GIBBS, H. K. Bushmeat hunting as climate threat. **Science**, v. 326, n. 5951, p. 364-365, 2009.
- CABRAL, M. Floresta e água, uma relação interdependente. **Revista Página 22**. Disponível em: <<http://pagina22.com.br/2016/10/03/floresta-e-agua-uma-relacao-interdependente/>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2021.
- CARMIGNOTTO, A. P.; BEZERRA, A. M. R.; RODRIGUES, F. H. G. Nonvolant small mammals from a southwestern area of Brazilian Cerrado: diversity, habitat use, seasonality, and biogeography. **Therya**, v. 5, n. 2, p. 535-558, 2014.
- CUARÓN, A. D. A global perspective on habitat disturbance and tropical rainforest mammals. **Conservation Biology**, v. 14, n. 6, p. 1574-1579, 2000.
- CULLEN, L.; BODMER, R. E.; PADUA, C. V. Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic forests, Brazil. **Biological Conservation**, 95: 49-56, 2000.
- DAVIS, C. L. et al., Ecological correlates of the spatial co-occurrence of sympatric mammalian carnivores worldwide. **Ecology Letters**, v. 21, n. 9, p. 1401-1412, 2018.
- DA SILVA, J. M. C.; BARBOSA, L. C. F. Impact of human activities on the Caatinga. In: SILVA, J.; LEAL, I.; TABARELLI, M. (Eds), **Caatinga**. Springer, Cham. p. 359- 368, 2017.

DI MININ, E.; SLOTOW, R.; HUNTER, L. T. B.; POUZOLS, F. M.; TOIVONEN, T.; VERBURG, P. H.; LEADER-WILLIAMS, N.; PETRACCA, L.; MOILANEN, A.

Global priorities for national carnivore conservation under land use change. **Scientific Reports**, 6: 23814, 2016.

DIAS, D. et al., Human activities influence the occupancy probability of mammalian carnivores in the Brazilian Caatinga. **Biotropica**, v. 51, n. 2, p. 253-265, 2019a.

DIAS, D. M.; MASSARA, R. L.; BOCCHIGLIERI, A. Use of habitats by donkeys and cattle within a protected area of the Caatinga dry forest biome in northeastern Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 2, p. 64-70, 2019b.

DE OLIVEIRA, A. P. C.; BERNARD, E. The financial needs vs. the realities of in situ conservation: an analysis of federal funding for protected areas in Brazil's Caatinga. **Biotropica**, v. 49, n. 5, p. 745-752, 2017.

GALETTI, M.; SAZIMA, I. Impacto de cães ferais em um fragmento urbano de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Natureza & Conservação*, v. 4, n. 1, p. 58-63, 2006.

GARAY, I.; DIAS, B. F. S. Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. **Editora Vozes, Petrópolis**, 2001.

GARIGLIO, M. A. et al., Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga. **Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas**, 2010.

GORDON, C. E. et al., Shrub encroachment is linked to extirpation of an apex predator. **Journal of Animal Ecology**, 86: 147–157., 2017.

GRILO, T. F. et al., Effects of extreme climate events on the macrobenthic communities' structure and functioning of a temperate estuary. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 2, p. 303-311, 2011.

HOFFMANN, M. et al., The changing fates of the world's mammals. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 366, n. 1578, p. 2598-2610, 2011.

KARANTH, K. U. et al.,. Monitoring carnivore populations at the landscape scale: occupancy modelling of tigers from sign surveys. **Journal of Applied Ecology**, 48: 1048 – 1056, 2011.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; DA SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária UFPE, 2003.

LINKIE, M. et al., Estimating occupancy of a data deficient mammalian species living in tropical rainforests: sun bears in the Kerinci Seblat region, Sumatra. **Biological Conservation**, v. 137, n. 1, p. 20-27, 2007.

MARINHO, P. H. et al., Temporal niche overlap among mesocarnivores in a Caatinga dry forest. **European Journal of Wildlife Research**, v. 66, n. 2, p. 1-13, 2020.

MAXWELL, S. L.; FULLER, R. A.; BROOKS, T. M.; WATSON, J. E. M. The ravages of guns, nets and bulldozers. **Nature**, 536: 143 –145, 2016.

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

MILES, L.; NEWTON, A. C.; DEFRIES, R. S.; RAVILIOUS, C.; MAY, I.; BLYTH, S.; CAPOS, V.; GORDON, J. E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, 33: 491-505, 2006.

MOURA, A. S. S. Reserva da Biosfera da Caatinga. p. 82-96, 2010 In: GARIGLIO, M. A., SAMPAIO, E. V. S. B., CESTARO, L. A., KAGEYAMA, P. Y. (Eds). Uso

sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. **Brasília: Ministério do Meio Ambiente**.

PAOLINO, R. M. et al., Buffer zone use by mammals in a Cerrado protected area. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 2, 2016.

PERES, C.A.; NASCIMENTO, H. S. Impact of game hunting by the Kayapo of south-eastern Amazonia: Implications for wildlife conservation in tropical forest indigenous reserves. **Biodiversity and Conservation**, 15: 2627-2653, 2006.

PINHO, F. F. Influência de fatores ambientais sobre a ocorrência e diversidade de mamíferos de médio e grande porte em unidades de conservação da Serra do Espinhaço Meridional. 2015.

PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 1082-1100, 2017.

PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. **Ecologia e conservação da Caatinga**, v. 2, p. 3-74, 2003. In: LEAL, I. R., TABARELLI, M., SILVA, J.M.C. (Eds). Ecologia e Conservação da Caatinga, 3.ed. Recife: Editora Universitária, UFPE. 2003.

RAY, J. C.; HUNTER, L.; ZIGOURIS, J. Setting conservation and research priorities for larger African carnivores. **New York: Wildlife Conservation Society**, 2005.

WOODROFFE, R.; GINSBERG, J. R. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. **Science**, v. 280, n. 5372, p. 2126-2128, 1998.

WOODROFFE, R. Predators and people: using human densities to interpret declines of large carnivores. **Animal conservation**, v. 3, n. 2, p. 165-173, 2000.

Considerações finais da dissertação

Compreender como os fatores sazonais, ambientais e antrópicos influenciam a comunidade de mamíferos de médio e grande porte da Caatinga é fundamental para que o conhecimento acerca da biologia e ecologia dessas espécies seja assimilado, além da criação de medidas de mitigação pelos órgãos ambientais. Com base em nossos resultados, consideramos que o nosso estudo contribuiu para reduzir parte da lacuna no conhecimento biológico da Caatinga, caracterizando como diferentes fatores estão afetando a diversidade e a ocupação de mamíferos no semiárido brasileiro.

Nós verificamos que as análises multi-escala é uma excelente ferramenta (Arroyo-Rodríguez et al., 2023) para definir a diversidade de espécies. Nossos resultados enfatizam que uma expansão insustentável de fazendas eólicas pode comprometer severamente a biodiversidade (Kati et al., 2021), bem como a diversidade e a ocupação de mamíferos. Além disso, as mudanças sazonais podem ser intensificadas devido às mudanças climáticas (Costa et al., 2022; Debie et al., 2022), assim podem comprometer a diversidade e a ocupação de mamíferos no semiárido. Os habitats existentes devem ser conservados e há necessidade de maior fiscalização do cumprimento do plano de manejo, bem como, a proposição de melhorias para reduzir e/ou compensar os impactos causados pelas fazendas eólicas e pelos animais domésticos (bovinos e cães).

Nossos resultados reforçam que o equilíbrio ambiental, cujo a presença de presas e a vegetação natural são fatores primordiais para a ocupação de espécies de mamíferos de topo de cadeia alimentar, como a onça-parda criticamente ameaçada à extinção na Caatinga (Morato et al., 2014). Assim, é necessário que as instituições governamentais ambientais definam estratégias de conservação e de mitigação de impactos climáticos na região do Boqueirão da Onça (Área de Proteção Ambiental e Parque Nacional). Aqui, reforçamos a orientação de que é preciso realizar mais estudos sobre a biodiversidade da região a fim de dar embasamento para a criação de estratégias de mitigação dos impactos antrópicos e sazonais (climáticos) em um dos contínuos de vegetação de caatinga mais importantes do semiárido brasileiro.

Referências

ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; MARTÍNEZ-RUIZ, M.; BEZERRA, J. S.; GALÁN-ACEDO, C.; SAN-JOSÉ, M.; FAHRIG, L. Does a Species' Mobility Determine the Scale at Which It Is

Influenced by the Surrounding Landscape Pattern?. **Current Landscape Ecology Reports**, v. 8, n. 1, p. 23-33, 2023.

COSTA, G. B.; MENDES, K. R.; VIANA, L. B.; ALMEIDA, G. V.; MUTTI, P. R.; SILVA, C. M. S.; MENEZES, R. S. C. Seasonal Ecosystem Productivity in a Seasonally Dry Tropical Forest (Caatinga) Using Flux Tower Measurements and Remote Sensing Data. **Remote Sensing**, v. 14, n. 16, p. 3955, 2022.

KATI, V.; KASSARA, C.; VRONTISI, Z.; MOUSTAKAS, A. The biodiversity-wind energy-land use nexus in a global biodiversity hotspot. **Science of The Total Environment**, v. 768, p. 144471, 2021.

MORATO, R. G.; FERRAZ, K. M. P. M. D. B., DE PAULA, R. C.; CAMPOS, C. B. D. Identification of priority conservation areas and potential corridors for jaguars in the Caatinga biome, Brazil. **PloS one**, v. 9, n. 4, p. e92950, 2014.