



UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

RHIAN VILAR DA SILVA VIEIRA

Modelagem de distribuição potencial das espécies do gênero *Procyon* (Storr, 1780)

**PORTO ALEGRE
2020**

RHIAN VILAR DA SILVA VIEIRA

Modelagem de distribuição potencial das espécies do gênero *Procyon* (Storr, 1780)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de concentração: Biodiversidade

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Pereira Tirelli

Coorientadora: Profa. Dra. Maria João Veloso da Costa Ramos Pereira

PORTO ALEGRE

2020

RHIAN VILAR DA SILVA VIEIRA

Modelagem de distribuição potencial das espécies do gênero *Procyon* (Storr, 1780)

Aprovada em ____ de _____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Filipe Michels Bianchi
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Dra. Caroline Zank
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Dr. Diego Janisch Alvares
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

“What is the bigger ambition in your life?”

To become immortal...and then die”

À bout de soufflé (Jean-Luc Goddard, 1960)

Dedico o presente trabalho a todos os meus professores ao longo dessa caminhada no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal (PPGBAN-UFRGS), que me capacitaram e contribuíram para a
minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora, Dra. Flávia Pereira Tirelli, pelo acompanhamento, contribuições, incentivo, estrutura e apoio que me forneceu ao longo de todo o curso. A quem tenho admiração por seu trabalho, agradeço não só pela oportunidade ao aceitar a orientação, mas por ser uma grande professora, pesquisadora, orientadora, divulgadora científica e exemplo do que um biólogo deve buscar como profissional, agradeço também por abrir as portas para mim desse universo incrível que é a Mastozoologia.

Assim como, a minha coorientadora, Profa. Dra. Maria João Veloso da Costa Ramos Pereira, pelo acompanhamento durante a execução deste trabalho e por suas sugestões, ideias e experiências que possibilitaram que o mesmo seja concluído.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por intermédio do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal (PPGBAN) pela formação profissional. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pesquisa e a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal (PPGBAN/UFRGS) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul que, através de seu apoio estudantil, possibilitou a coleta de dados para minha pesquisa no Museu Nacional (UFRJ).

Aos membros da banca examinadora, Dr. Filipe Michels Bianchi, Dra. Caroline Zank, e Dr. Diego Janisch Alvares por aceitarem o convite para avaliarem a minha dissertação de Mestrado.

A equipe do setor de Mastozoologia do Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro por me receberem e auxiliarem durante a coleta de dados.

Aos meus companheiros de Bima-lab, Laboratório de Evolução, Sistemática e Ecologia de Aves e Mamíferos, que compartilharam esse período na UFRGS. Agradeço, em especial, à Paula Elisa Horn que forneceu apoio imprescindível durante minha chegada em Porto Alegre, Ana Mastella (Mastellón) pela simpatia e acolhimento, Diego Anderson Dhalmolin pela gentileza de sempre, assim como a Beatriz Figueiredo por filosofar em intervalos no laboratório.

Ao Laboratório de Migração Celular (LAMOC) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela a experiência profissional proporcionada, em especial ao professor Dr. Marcelo Lazzaron Lamers e também a Dra. Lina Hashizume pela orientação nos trabalhos de Divulgação Científica.

A equipe do Laboratório de Ecologia de Insetos (LET) da Universidade Estadual da Paraíba), que mesmo a distância me fazem sentir parte integrante, em especial na pessoa da sua coordenadora Prof. Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão (PPGEC/UEPB) pelo suporte e por ser

uma das minhas inspirações como cientista, assim como Prof. Dra. Érica Caldas da Silva Oliveira, Prof. Dra. Dilma Maria de Brito Melo Trovão (PPGEC/UEPB) e José da Silva Mourão (PPGEC/UEPB) pelos conselhos, e ao Laboratório de Herpetologia da Universidade Estadual da Paraíba, que contribuem desde minha graduação em minha formação. Em geral, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC) da Universidade Estadual da Paraíba que sempre forneceu apoio e suporte.

Agradeço ao professor Dr. Adriano Cavalleri (PPGBAN/UFRGS) pelas discussões acerca da redação científica, Dr. Renan Maestri (PPGECO/UFRGS) pelas ótimas disciplinas e sugestões, Dr. Demetrio Luis Guadagnin (PPGECO/UFRGS) pelas reflexões propostas, e Patricia Valente da Silva (PPGMAA/UFRGS) pelas discussões.

Agradeço profundamente aos meus pais, Elaine Vilar e Robson Vieira, pelo o apoio incondicional durante essa jornada, vocês são a base de tudo, obrigado por sempre acreditarem em mim e nos meus sonhos. Dedico também ao meu incentivador no mundo científico, meu tio João Rogério Vilar, e ao meu “avohai” Inácio Cordulino da Silva cariense de raiz, in memoriam meus avós Joana Vilar, Rita Garcia e Antônio Vieira.

À minha namorada, Lavinia Bastos dos Santos, obrigado pelas reflexões, por todo seu apoio durante a reta final do meu mestrado, pelas palavras, livros, músicas, carinho e respeito que sempre teve por mim.

À todos os amigos, em especial José Inácio, Anauê Carrapeços, Amiry Sanca, Luana Caverzan que me receberam e me auxiliaram, por todas as conversas, e parcerias que estabelecemos no convívio na Casa de Estudantes 7 da Juventude Universitária Católica (JUC-7), da qual sou extremamente grato, sempre foi e será mais do que uma casa para morar, mais uma causa para abraçar, resistência em meio a tempos sombrios. Por fim, aos amigos Camile Avelino, Marllon Rinaldo Andrade, Thiago Felipe, Thiago Brunno, George Júnior, que a mais de 3.000 km² de distância, se fizeram perto de mim ao longo dessa jornada.

SUMÁRIO

Resumo	9
Apresentação	11
Capítulo I – Introdução Geral	12
1. <i>Mamíferos e distribuição potencial</i>	13
2. <i>Procyon</i> (Storr, 1780).....	13
3. <i>Quais fatores poderiam afetar a distribuição das espécies do gênero Procyon?</i>	14
Objetivos	17
1. <i>Geral</i>	17
1. <i>Específicos</i>	17
Hipóteses e predições	18
Referências Bibliográficas	19
Capítulo II – Distribuição potencial da espécie criticamente ameaçada de extinção <i>Procyon pygmaeus</i> (Merriam, 1901), uma espécie endêmica da ilha de Cozumel, México.....	28
1. <i>Introdução</i>	30
2. <i>Material e métodos</i>	33
2.1 <i>Área de estudo</i>	33
2.2. <i>Registros de presença</i>	34
2.2. <i>Camadas ambientais</i>	34
2.3. <i>Algoritmos</i>	35
3. <i>Resultados</i>	36
Discussão	43

4. Referências Bibliográficas.....	45
5. Material Suplementar.....	50
CAPÍTULO III - Usando a características da paisagem e bioclimáticas para prever a distribuição potencial de guaxinins no continente americano.....	51
Introdução.....	53
Material e métodos.....	54
1. <i>Dados de ocorrência das espécies</i>	55
2. <i>Seleção de variáveis ambientais</i>	55
3. <i>Modelos de distribuição potencial</i>	56
Resultados.....	57
Discussão.....	63
Referências.....	66
Material Suplementar.....	73
CAPÍTULO IV – Resultados Gerais	79
Conclusão final	81
Referências Bibliográficas	83

RESUMO

Procyon (Procyonidae: Carnivora) é endêmico do continente Americano e é composto por três espécies: *P. pygmaeus*, *P. cancrivorus* e *P. lotor*. Estas espécies são associadas a diferentes fitofisionomias, apresentando hábitos generalistas na dieta e uso do habitat, bem como exibindo relativa tolerância a ambientes antropizados. No entanto, muitos aspectos ecológicos, biogeográficos e evolutivos das espécies de *Procyon* são relativamente pouco estudados. Geralmente, os hábitos noturnos e solitários, somados à distribuição esparsa de suas populações, difícil observação no campo e capturas são apontados como obstáculos ao estudo aplicado das populações dessas espécies. As espécies de *Procyon* apresentam em geral distribuição ampla, e essa grande amplitude geográfica em que ocorrem levanta questões sobre os fatores que afetam a sua distribuição à escala continental, conseqüentemente sua ocorrência local. O presente estudo tem como objetivo modelar a distribuição potencial das espécies de *Procyon*, dessa forma, apontando quais são as principais variáveis abióticas e bióticas que afetam a distribuição do gênero à escala continental. Com base em coordenadas geográficas a partir do ano 2000-2019 das espécies de *Procyon* e variáveis ambientais foram gerados modelos de distribuição com distintos algoritmos, como MaxEnt, Maxlike, SVM, Random Forest, BRT. De maneira geral, os principais fatores que influenciam a distribuição das espécies são variáveis relacionadas à temperatura e precipitação, além da elevação e do índice de cobertura vegetal, mas a resposta a essas variáveis é distinta para cada espécie do gênero. As áreas de maior adequabilidade de *P. pygmaeus* estão associadas aos lagos e áreas costeiras no norte e nordeste de Cozumel, e a baixos índices de cobertura vegetal, o que reforça que essa é uma espécie de áreas abertas. Esta espécie também parece sofrer influência negativa da presença da espécie exótica invasora *Boa imperator* (Boidae: Squamata) que representa uma ameaça adicional a essa população já reduzida. A tolerância de *P. cancrivorus* e *P. lotor* a uma ampla gama de condições bioclimáticas, altitudinais, cobertura vegetal e modificação antrópica, resultando em vastas áreas favoráveis a espécies em escala continental nas Américas. A sazonalidade da temperatura parece ser um fator limitante para *P. cancrivorus* não estar presente na América do Norte, enquanto que a sazonalidade da temperatura e a elevação não impedem a presença de *P. lotor*, mas tornam a adequabilidade baixa no norte da América do Sul, mais especificamente na região Amazônica. A identificação das áreas com maior adequabilidade pode gerar subsídios para a conservação de *Procyon*, especialmente no caso de *P. pygmaeus*, que corresponde a um dos mamíferos mais ameaçado do mundo, sendo espécie criticamente ameaçada de extinção segundo a IUCN e endêmica da pequena ilha de Cozumel (478 km²), assim como compreender como *P. cancrivorus* e *P. lotor* se distribuem em áreas de simpatria e por fim contribuir para o manejo de espécies com potencial invasor como de *P. lotor*.

Palavras-Chave: Américas; área de ocorrência; Carnivora; distribuição espacial; procionídeos.

ABSTRACT

Procyon (Procionidae: Carnivora) is endemic to the American continent and it is composed by three species: *P. pygmaeus*, *P. cancrivorus* and *P. lotor*. These species are associated with different phytophysiognomies, presenting generalist habits of diet and habitat use, as well as exhibiting relative tolerance to anthropic ecosystems. However, many ecological, biogeographic and evolutionary aspects of *Procyon* species are relatively little studied. Generally, these species are nocturnal and solitary, with sparse distribution of their populations, which difficult field observations and captures and so local population studies. These species generally present a wide distribution, which raises questions about factors that affect their distribution on the continental scale, and consequently, their local occurrence. The present study aims to model the potential distribution of species of *Procyon*, identifying the main abiotic and biotic variables that affect their distribution. Based on geographical coordinates from the years 2000 to 2019 of each species and environmental variables we produced distribution models using distinct algorithms, such as MaxEnt, Maxlike, SVM, Random Forest, BRT. In general, the main factors influencing the distribution of species of the *Procyon* are temperature and precipitation, in addition to elevation and vegetation cover, but the response to these variables differs for each species analysed. Higher suitabilities of *P. pygmaeus* are associated with lakes and coastal areas in the north and northeast of Cozumel, and low vegetation cover, reinforcing the idea that this is a species typical of open areas. This species is also negatively associated by the presence of the invasive exotic species *Boa imperator*, which poses an additional threat to the already reduced population of *P. pygmaeus*. The tolerance of *P. cancrivorus* and *P. lotor* to a wide range of bioclimatic and altitudinal conditions, vegetation cover and anthropogenic modifications results in vast areas favorable to these two species at a continental scale. The temperature seasonality seems to be a limiting factor for *P. cancrivorus* not occur in North America; while the temperature seasonality and the of elevation do not limit the occurrence of *P. lotor*, but suitability of this species is low in northern South America, in Amazon region. The identification of the most suitable areas generate subsidies for the conservation of the species of *Procyon*, especially in the case of *P. pygmaeus*, which corresponds to one of the most endangered mammals in the world, critically endangered according to IUCN and endemic of the small island of Cozumel (478 km²), as well as understanding how *P. cancrivorus* and *P. lotor* are distributed in areas of sympatry, and finally contributing to the management of species with invasive potential such as *P. lotor*.

Key words: Americas; occurrence area; Carnivora; spatial distribution; procyonids.

Apresentação

O presente estudo está estruturado em formato de artigo, conforme a resolução nº 23/2009, artigo 43, parágrafo único do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *A priori*, será introduzido o tema geral da dissertação e seus principais temas, descrevendo os objetivos, hipóteses e predições. Os artigos em questão, serão apresentados nos capítulos II e III. O primeiro artigo apresenta um modelo de distribuição potencial do mamífero ameaçado de extinção *Procyon pygmaeus*, indicando as principais variáveis bioclimáticas e antrópicas, além de testar a influência de uma espécie exótica sobre sua distribuição, indicando as áreas com maior adequabilidade para a presença da espécie, o que favorece estratégias de conservação *in situ* para a espécie. O segundo artigo apresenta um modelo de distribuição potencial dos mamíferos *Procyon cancrivorus* e *Procyon lotor* para todo o continente americano, fornecendo os principais fatores que limitam a distribuição das espécies e as afetam nas áreas simpátricas em que ocorrem, fornecendo assim, também perspectivas para manejo e conservação das referidas espécies. O primeiro manuscrito será submetido para a publicação na *Oryx – The International Journal of Conservation* e o segundo na *Journal of Zoology*. A última parte da dissertação apresenta os principais resultados de ambos os artigos e as conclusões gerais acerca do trabalho desenvolvido.

Capítulo I - Introdução Geral

1. Mamíferos e estudos sobre distribuição potencial

O estudo da distribuição geográfica de mamíferos tem recebido cada vez mais atenção, devido a sua aplicabilidade em distintas áreas, desde biogeografia e ecologia, auxiliando no planejamento e em tomadas de decisão em ações de conservação e manejo (Jackson & Robertson, 2011; Angelieri et al., 2016; Russo et al., 2016). Os mamíferos de médio e grande porte, em geral, possuem uma grande área de vida, variedade de tamanhos corporais, associações tróficas e comportamentos que os permitem responder de formas distintas a variação no ambiente, podendo não ocupar, durante o ano todo um único e determinado local (Russo et al., 2016).

Atualmente, fatores como mudanças climáticas, introdução de espécies exóticas, atropelamento, fragmentação de habitat e superexploração estão entre as principais ameaças à mastofauna mundial (IUCN, 2016), e em resposta a estas condições, mudanças nas faixas geográficas de ocorrência das espécies, que se expandem ou se contraem, tem sido observadas em todo o mundo (Jackson & Robertson, 2011).

Adicionalmente, a persistência de uma relativa natureza desconhecida, desigual, ou desatualizada que envolve os mapas e dados de distribuição geográfica de várias espécies de mamíferos, devido a deficiências amostrais por dificuldade de detecção, custos elevados, ou principalmente no caso de espécies crípticas e ameaçadas de extinção ainda é bastante comum (Soberón, 2007; Jackson & Robertson, 2011; Ferraz et al., 2012; Freeman et al., 2019).

Nesse contexto, compreender a distribuição de espécies de mamíferos permite conhecer os seus requisitos ecológicos, hábitos, e principalmente limites geográficos. Atendendo a isso, modelos de distribuição potencial geram estimativas de extensão da distribuição geográfica de uma espécie com base em modelos matemáticos que incluem registros de ocorrência (coordenadas geográficas), variáveis preditoras ambientais e antrópicas (Guisan & Zimmermann, 2002; Soberón, 2007) que permitem que padrões espaciais em distintas escalas sejam mensurados, produzindo modelos gráficos nos quais é possível elencar quais são e como impactam as distintas variáveis incluídas no modelo na presença ou ausência de determinada espécie, ao longo de um espaço geográfico definido (Gusan & Thulier, 2005; Russo et al., 2016).

Embora a modelagem de distribuição potencial possa superestimar ou subestimar a

distribuição de uma espécie, por ter como base os pontos conhecidos, o método define bem os limites de uma espécie, e principalmente prevê a presença de uma espécie em áreas anteriormente não registradas (Naimi & Araújo, 2016), configurando-se um método útil para geração de medidas de conservação mais específicas.

2. *Procyon* (Storr, 1780)

Procyonidae, pertencente à Musteloidea e a ordem Carnivora (Eizirik et al., 2010; Nyakatura & Bininda-Emonds, 2012), é composta por 15 espécies (Koepfli et al., 2007; Carraway, 2008; Tarquini et al., 2017), e seis gêneros: *Bassaricyon* Allen, 1876; *Bassariscus* Coues, 1887; *Nasua* Storr, 1780; *Nasuella* Hollister, 1915; *Potos* Geoffroy Saint-Hilarie & Cuvier, 1795; e *Procyon* Storr, 1780 (Helgen et al., 2009). Procyonidae é nativa do Novo Mundo, distribuindo-se ao longo de grande parte do continente americano (Redford & Eisenberg, 1999; Guzmán-Lenis, 2004) desde o sul do Canadá até o nordeste da Argentina e do Uruguai (Guzmán-Lenis, 2004; Koepfli et al., 2007; Carraway, 2008; Helgen et al., 2009; 2013).

São reconhecidas três espécies que compõem *Procyon* (Marín et al., 2012): i) *P. pygmaeus* (Merriam, 1901), conhecido como “guaxinim-pigmeu” ou “*Cozumel raccoon*”, devido a ser uma espécie endêmica com distribuição restrita à pequena Ilha de Cozumel (478 km²) no México (Cuarón et al., 2004; McFadden et al., 2004; 2005; Cuarón et al., 2009; Vila-Meza et al., 2011; Marín et al., 2012; McFadden & Meiri, 2013), correspondendo ao único táxon válido entre as espécies insulares no Caribe (Helgen, 2008); ii) *P. cancrivorus* (Cuvier, 1798), conhecido como “mão-pelada” ou “*crab-eating raccoon*” (Yanosky & Mercolli, 1993; Eisenberg & Redford, 1999; Gatti et al., 2006; Arispe et al., 2008; Cheida et al., 2013; Noguera-Urbano & Ramírez-Chaves, 2015; Ladine, 2017) e; iii) *P. lotor* (Linnaeus, 1758), o “guaxinim-comum” ou “*northern raccoon*” (Gehrt, 2003; Prange & Gehrt, 2004; Carraway, 2008; Parsons et al., 2011; Espinoza-García et al., 2015).

Procyon pygmaeus é endêmica da Ilha de Cozumel; a ilha possui uma área de apenas 478 km², localizada no estado mexicano de Quintana Roo, localizado a 17,5 quilômetros a nordeste da Península de Yucatán (Cuarón et al., 2004; McFadden et al., 2004; Villa-Meza et al., 2011; McFadden & Meiri, 2013). Ameaçada de extinção, as maiores populações de *P. pygmaeus* são encontradas principalmente na porção noroeste da ilha (McFadden et al., 2009) e em áreas costeiras (Cuarón et al., 2009).

Procyon cancrivorus é abundante na região Neotropical (Cheida, 2012), distribuindo-se

em populações fragmentadas ocorrendo desde o sul da Costa Rica, até o leste da Cordilheira dos Andes, incluindo a Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Paraguai, todo o Brasil, norte da Argentina e Uruguai (Yanosky & Mercolli, 1993; Santos & Hartz, 1999; Morato et al., 2004; Arispe et al., 2008; Marín et al., 2012; Cheida et al., 2013; Noguera-Urbano & Ramírez-Chaves, 2015).

P. lotor ocorre desde o sudeste do Canadá até o sul dos Estados Unidos, passando pela América Central até o centro-oeste e norte do Panamá (Lotze & Anderson, 1979; Guerrero et al., 2000; Carrillo et al., 2001; Gehrt, 2003; Carraway, 2008).

Ao longo da sua distribuição *P. cancrivorus* e *P. lotor* ocorrem em simpatria na América Central, nos países da Costa Rica e Panamá (Eisenberg & Redford, 1999; De la Rosa & Nocke, 2000; Reid & Helgen, 2008; Marín et al., 2012; Noguera-Urbano & Ramírez-Chaves, 2015). E recentemente, Marín et al., (2012) confirmaram a presença de *P. lotor* na América do Sul, particularmente na região que compreende a Colômbia, Equador e Venezuela.

3. *Quais fatores poderiam afetar a distribuição das espécies do gênero Procyon?*

Espécies de *Procyon* são generalistas em termos de habitat (Eisenberg & Redford, 1999; Nowak, 1999; Gehrt, 2003; McFadden, 2004; Cheida, 2012) mas, aparentemente, podem selecionar seus microhabitats previamente com base na associação com corpos d'água, rios e costas oceânicas, que de preferência ofertem recursos hídricos e alimentares durante o ano todo (Eisenberg & Redford, 1999); nessas áreas é possível observar os espécimes forrageando ativamente nas margens dos corpos d'água (Yanosky & Mercolli, 1993; Eisenberg & Redford, 1999; Guerrero et al., 2000; McFadden, 2004; Cuarón et al., 2004; Michalski & Peres, 2005; Villa-Meza et al., 2011; Parsons et al., 2011; Cheida, 2012; Cheida et al., 2013).

No entanto, a resposta a outras variantes como temperatura, altitude, grau de cobertura vegetal, dentre outros, aparentemente varia entre as espécies e ao longo de sua abrangência geográfica, de modo que não é claro o efeito geral de cada variável sobre a distribuição de cada uma das espécies de *Procyon* (Marín et al., 2012; Noguera-Urbano & Ramírez-Chaves, 2015).

Apesar da ampla distribuição de *Procyon* ao longo do continente americano (e.g. IUCN, 2018), segundo Gómez-Valenzuela et al., (2017) a maioria dessas representações levam em consideração a disponibilidade de habitat, ou seja, credita-se a área porque ela pode sustentar a presença da espécie, mas sem o embasamento prévio de modelos de distribuição potencial, o que por fim pode superestimar a presença da espécie; além disso, os mapas não exatamente

refletem a presença das espécies nas áreas e o padrão de distribuição, o que faz com que se incluam áreas com registros duvidosos ou de regiões geográficas com deficiências de amostragem. Em outros casos, como observado por Noguera-Urbano & Ramírez-Chaves (2015) ocorre a exclusão de áreas em que a espécie é registrada, subestimando sua distribuição atual, dificultando ações de manejo e conservação das espécies (Marín et al., 2012).

Procyon pygmaeus é uma espécie apontada como em estado de declínio populacional, justificada na proporção baixa de indivíduos que compõem suas populações atualmente (Cuarón et al., 2004; McFadden, 2004; McFadden et al., 2009; Villa-Meza et al., 2011; Marín et al., 2012). Apenas em 1996, *P. pygmaeus* foi avaliada pela IUCN (IUCN, 2018); sendo desde então considerada “criticamente ameaçada” (Cuarón et al., 2009; IUCN, 2018), no México a espécie é protegida e incluída na lista oficial de espécies ameaçadas como "En Peligro de Extinción" (McFadden et al., 2009; Semarnat 2010; IUCN, 2018). As principais ameaças a *P. pygmaeus* são a susceptibilidade à disseminação de parasitas, doenças transmitidas por animais domésticos e selvagens, predação por animais exóticos, perda de habitat devido à presença humana e à intensidade do turismo na região, juntamente com a construção de estradas, fragmentação de habitats e introdução de predadores (Cuarón et al., 2004; McFadden, 2004; Copa-Alvaro, 2007; Mcfadden, 2008; Cuarón et al., 2009; McFadden et al., 2009; Villa-Meza et al., 2011; McFadden & Meiri, 2013).

Procyon cancrivorus é recorrentemente identificado em inventários de fauna ou avaliado em respeito a caracteres ecológicos relacionados a caracteres anatômicos e seus hábitos alimentares (Gatti et al., 2006). No entanto, pouco se sabe acerca de sua distribuição na região Neotropical que possa explicar a razão da espécie ser atualmente avaliada como em declínio (Morato et al., 2004; Cheida, 2012; Cheida et al., 2013). O hábito noturno, solitário e inconspícuo, a distribuição esparsa de suas populações, e a baixa abundância onde ocorrem, são comumente apontados como dificuldades no estudo da espécie (Arispe et al., 2008; Cheida et al., 2012; Reid et al., 2016). Acredita-se que a redução de suas populações está associada à perda de habitat, a fragmentação e poluição dos ecossistemas onde ocorrem, como os mangues (Cheida et al., 2013), assim como a outros fatores subjacentes como a caça, os atropelamentos, o comércio ilegal, o envenenamento, e a contaminação dos corpos d'água (Cheida et al., 2013).

Os indivíduos de *P. lotor* possuem uma redução no uso do espaço no inverno (Prange et al., 2004), ou quando ocorrem mudanças abruptas na temperatura, assim como não ocupam áreas desérticas ou montanhosas (Prange et al., 2004; Helgen & Wilson, 2003; 2005; Byrne & Chamberlain, 2011). Os espécimes introduzidos no Japão, por exemplo, não conseguiram

ocupar com sucesso regiões onde a temperatura apresenta quedas bruscas (Ikeda et al., 2004). Acredita-se que a locomoção é dificultada na presença da neve, o que leva a um comportamento restrito às margens dos rios e dentro dos ocos de árvores, o que evita gastos energéticos (Ikeda et al., 2004). A presença de árvores é uma característica importante no habitat para *P. lotor*, porque estas fornecem cavidades e abrigos, que são importantes para fêmeas reprodutivas e seus filhotes (Bozek et al., 2007), assim como a vegetação possibilita áreas de descanso (Yanosky & Mercolli, 1993; Gehrt, 2003).

Em geral, são raros os estudos que investigando a biologia e hábitos de *P. lotor* na região Neotropical, assim como a distribuição e ecologia das espécies em regiões em que ocorre simpatria com *P. cancrivorus* (Carrillo et al., 2001; Marín et al., 2012).

Objetivos

1. Geral

O presente estudo objetivou identificar quais e como as distintas variáveis ambientais e antrópicas estão associadas com a distribuição e ocorrência das três espécies que compõem o gênero *Procyon* ao longo do continente americano.

2. Específicos

1. Construir bancos de dados, através da compilação de registros de ocorrência das espécies, presentes em bancos de dados online, museus e literatura;
2. Gerar modelos de distribuição potencial do gênero *Procyon* atualizados, tendo como referência os anos 2000-2019;
3. Definir quais as principais variáveis que afetam ou limitam a distribuição das espécies;
4. Fornecer subsídios para ações de conservação direcionadas ao mamífero ameaçado de extinção *P. pygmaeus*;
5. Avaliar quais os limites de *P. cancrivorus* na América Central;
6. Investigar que fatores limitam a total colonização da América do Sul por *P. lotor*;
7. Compreender como se dá a distribuição geográfica em áreas simpátricas em que *P. cancrivorus* e *P. lotor* ocorrem.

Hipóteses e Predições

Hipótese 1: A distribuição das três espécies do gênero *Procyon* é influenciada por fatores como a temperatura e a precipitação, e gradientes altitudinais que impedem a colonização completa de todo o continente americano por qualquer uma das espécies.

Prevemos que as três espécies sejam limitadas pela temperatura mínima, precipitação, e principalmente pelos gradientes altitudinais. Estas variáveis devem influenciar a distribuição das espécies, mas com intensidade ou direções distintas entre as espécies.

Hipótese 2: Altos níveis de cobertura vegetal influenciam positivamente a distribuição das espécies do gênero *Procyon*, no entanto, a magnitude dessa influência e a resposta de cada espécie é desigual.

Prevemos que o impacto da modificação da cobertura vegetal terá influência negativa sobre *P. cancrivorus* e *P. pygmaeus*, e positiva sobre *P. lotor* que é uma espécie mais tolerante.

Hipótese 3: *Procyon pygmaeus* é influenciada positivamente por áreas que contenham mais recursos hídricos.

Prevemos que as áreas que contenham mais recursos hídricos apresentarão maior adequabilidade para *P. pygmaeus*.

Hipótese 4: *P. cancrivorus* possui áreas potencialmente adequadas ao norte da Costa Rica na América Central Continental.

Prevemos que apesar de *P. cancrivorus* possuir áreas adequadas na Nicarágua, Honduras, Guatemala, El Salvador e Belize, o acesso a essas áreas será limitado pelos gradientes altitudinais da porção norte da Costa Rica.

Hipótese 5: A distribuição potencial de áreas é maior para *P. lotor* do que para *P. cancrivorus* na região dos Andes.

Prevemos que a adequabilidade de *P. lotor* será maior na região andina do que para *P. cancrivorus*, porque a espécie é mais resistente a climas extremos.

Hipótese 6: A distribuição e presença de *P. lotor* está positivamente relacionada a áreas agrícolas e semi-urbanas.

Prevemos que os grãos propiciados pelas plantações e o lixo dos assentamentos humanos, propiciarão áreas adequadas para a ocorrência da espécie.

Referências Bibliográficas

- Angelieri, C.C.S.; Adams-Hosking, C.; Ferraz, C.M.P.B.; Souza, M.P.; McAlpine, C.A. Use species distribution models to predict potential landscape restoration effects on Puma conservation. **PlosOne**, v. 11, n. 1, p. 1-18, 2016.
- Andrade-núñez, M.J.; Aide, T.M. Effects of habitat and landscape characteristics on medium and large mammal species richness and composition in northern Uruguay. **Zoologia**, v. 27, n. 6, p. 909–917, 2010.
- Arispe, R., Venegas, C.; Rumiz, D. Abundancia y patrones de actividad del mapache (*Procyon cancrivorus*) en un bosque chiquitano de Bolivia. **Mastozoología Neotropical**, v. 5, n.2, p. 323–333, 2008.
- Bozek, C.K.; Prange, S.; Gehrt, S.D. The influence of antropogenic resources on multi-scale habitat selection by raccoons. **Urban Ecosystems**, v. 10, p. 413-425, 2007.
- Byrne, M.E.; Chamberlain, M.J. Seasonal Space Use and Habitat Selection of Adult Raccoons (*Procyon lotor*) in a Louisiana Bottomland Hardwood Forest. **The American Midland Naturalist Journal**, v. 166, n. 2, p. 426-434, 2011.
- Carraway, D.W. Northern Raccoon. **Mammals of Mississippi**, v. 14, p. 1-5, 2008.
- Carrillo, E.; Wong, E.; Rodríguez, M.A. Feeding habits of the raccoon (*Procyon lotor*) (Carnivora: Procyonidae) in a coastal, tropical wet forest of Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 49, p. 1193-1197, 2001.
- Cheida, C.C. Ecologia espaço-temporal e saúde do guaxinim *Procyon cancrivorus* (Mammalia: Carnivora) no Pantanal Central. **Tese** (Doutorado), Programa de Pós Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 148 p. 2012.
- Cheida, C.C.; Guimarães, F.H.; Beisiegel, B.M. Avaliação do risco de extinção do Guaxinim *Procyon cancrivorus* (Cuvier, 1798) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 283-290, 2013.

Croft, S.; Ward, A.I.; Aegerter, J.N.; Smith, G. Modelling current and potential distributions of mammal species using presence-only data: A case study on British deer. **Ecology and Evolution**, v. 9, n. 15, p. 8724-8735, 2019.

Cuarón, A.D.; De Grammont, P.C.; Mcfadden, K. 2016. *Procyon pygmaeus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Visitado em: 05/05/2018. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/18267/0>.

Cuarón, A.D.; Martínez-Morales, A.; Mcfadden, K.W.; Valenzuela, D.; Gompper, M.E. The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, Mexico. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 317-331, 2004.

Cuarón, a.d.; Valenzuela-Galván, d.; García-Velasco, d.; Copa, M.E.; Bautista, S.; Mena, H.; Martínez-Godínez, D.; González-Baca, C.; Bojórquez-Tapia, L.A.; Barraza, L.; Grammont, P.C.; Galindo-Maldonado, F.; Martínez-Morales, M.A.; Vásquez-Domínguez, E.; Andresen, E.; Benitez-Malvido, J.; Pérez-Salicrup, D.; Mcfadden, K.W.; Gompper, M.E. Conservation of the endemic dwarf carnivores of Cozumel Island, Mexico. *Small Carnivore Conservation*, v. 41, p. 15-21, 2009.

Copa-Alvaro, M. E. Efectos de los huracanes Emily y Wilma en la abundancia de mamíferos medianos en la Isla Cozumel, México. **Dissertação**, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, 2007.

Eisenberg, J. F.; Redford, K.H. **Mammals of the Neotropics: the Central Neotropics (Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil)**. The University of Chicago Press, Chicago, USA, p. 609, 1999.

Eizirik, E.; Murphy, W.J.; Koepfli, K.P.; Johnson, W.E.; Dragoo, J.W.; Wayne, R.K.; O'Brien, S.J. Pattern and timing of diversification of the mammalian order Carnivora inferred from multiple nuclear genes sequences. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 56, n. 2010, p. 49-63, 2010.

Espinosa, C.C.; Trigo, T.C.; Tirelli, F.P.; Da Silva, L.G.; Eizirik, E.; Queirolo, D.; Mazim, F.D.; Peters, F.B.; Favarini, M.O.; Freitas, T.R.O. Geographic distribution modeling of the margay (*Leopardus wiedii*) and jaguarundi (*Puma yagouaroundi*): a comparative assessment. **Journal of Mammalogy**, v. 99, n. 1, p. 252-262, 2018.

Espinoza-García, C.R.; Martínez-Calderas, J.M.; Palacio-Nuñez, J. Distribución potencial del Mapache (*Procyon lotor* L.) em la Sierra Madre Oriental de México. **Agroproductividad**, v. 8, n. 5, p. 11-16, 2015.

Ferraz, K.M.P.M.B.; Beisiegel, B.M.; Paula, R.C.; Sana, D.A.; Campos, C.B.; Oliveira, T.G.; Desbiez, A.L.J. How species distribution models can improve cat conservation – jaguars in Brazil. **Cat News Special Issue**, v. 7, p. 38-42, 2012.

Ferrell, D.; Romsdal, T.; Pelren, E.; Ray, B. Seasonal diurnal refugia use by raccoons in an agricultural landscape. **Journal of the Southeastern Association of Fish Wildlife Agencies**, v. 1, p. 142-145, 2014.

Freeman, B.; Roehrdanz, P.; Peterson, A.T. Modeling endangered mammal species distributions and forest connectivity across the humid Upper Guinea lowland rainforest of West Africa. **Biodiversity and Conservation**, v. 28, n. 3, p. 671-685, 2019.

Gatti, A.; Bianchi, R.; Rosa, C.R.X.; Mendes, S.L. Diet of two sympatric carnivores, *Cerdocyon thous* and *Procyon cancrivorus*, in a resting area of Espírito Santo State, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, p. 227-230, 2006.

Gehring, T.M.; Swihart, R.K. Body size, niche breadth, and ecologically scaled responses to habitat fragmentation: mammalian predators in an agricultural landscape. **Biological Conservation**, v. 109, p. 283-295, 2003.

Gehrt, S.D. Raccoon: *Procyon lotor* and allies. Em: **Wild mammals of North America** (G. A. Feldhamer, J. A. Chapman, and B. C. Thompson, eds.). 2nd ed. John Hopkins University Press, Baltimore, USA, pp. 611–634, 2003.

Gehrt, S. D.; Fox, A.B. Spatial patterns and dynamic interactions among raccoons in Eastern Kansas. **The Southwestern Naturalist**, v. 49, p. 116–121, 2004.

Glatston, A.R. **The red panda, olingos, coatis, raccoons, and their relatives. Status survey and conservation action plan for procyonids and ailurids.** IUCN/SSC Mustelid, Viverrid and Procyonid Specialist Group, Gland, Switzerland, p. 59, 1994.

- Goldman, E.A. Raccoons of North and Middle America. **North American Fauna**, v. 60, p. 1-153, 1950.
- Gómez-Valenzuela, C.; Flores-Zamarripa, F.; Fernández, J.A. Nuevos registros para El Mapache, *Procyon lotor* (Carnivora: Procyonidae) y El Tlalcoyote, *Taxidea taxus* (Carnivora: Mustelidae) en Chihuahua y Durango, México. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 33, n. 2, p. 394-397, 2017.
- González-Maya, J.F.; Cepeda, A.A.; Belant, J.L.; Zárrate-Charry, D.A.; Balaguera-REINA, S.A.; Rodríguez-Bolaños, A. Research priorities for the small carnivores of Colombia. **Small Carnivore Conservation**, v. 44, p. 7-13, 2011.
- Guerrero, S.; Sandoval, M.R.; Zalapa, S.S. Determinacion de la dieta del Mapache (*Procyon lotor hernandezii* Wagler, 1831) en la costa sur de Jalisco, Mexico. **Acta Zoologica Mexicana**, v. 80, p. 211-221, 2000.
- Guisan, A.; Zimmermann, N.E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, v. 135, p. 147–186, 2000.
- Guisan, A.; Thuiller, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology Letters**, v. 8, p. 993-1009, 2005.
- Guzmán-Lenis, A.R. Revisión Preliminar de la Familia *Procyonidae* em Colombia. **Acta Biológica Colombiana**, v. 9, n. 1, p. 69-76, 2004.
- Helgen, K. M.; Kays, R.; Helgen, L.E.; Tsuchiya-Jerep, M.T.N.; Pinto, C.M.; Koepfli, K.P.; Eizirik, E.; Maldonado, J.E. Taxonomic boundaries and geographic distributions revealed by a integrative systematic overview of the mountain coatis, *Nasuella* (Carnivora: Procyonidae). **Small Carnivore Conservation**, v. 41, p. 65-74, 2009.
- Helgen, K. M.; Wilson, D.E. The history of the raccoons of the West Indies. **Journal of the Barbados Museum and Historical Society**, v. 48, p. 1–11, 2002.
- Helgen, K.M.; Maldonado, J.E.; Wilson, D.E.; Buckner, S.D. Molecular confirmation of the origin and invasive status of West Indian Raccoons. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 2, p. 282-291, 2008.

Helgen, K.M.; Wilson, D.E. **A Systematic and Zoogeographic Overview of the Raccoons of Mexico and Central America**. Em: SÁNCHEZ-CORDERO, V., MEDELLÍN, R. A. . Mexico City: Instituto de Ecología of the Universidad Nacional Autónoma de México, p. 221–236, 2005.

Helgen, K.M.; Wilson, D.E. Taxonomic status and conservation relevance of the raccoons (*Procyon* spp.) of the West Indies. **Journal of Zoology**, v. 259, n. 1, p. 69–76, 2003.

Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G.; Jarvis, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 1965-1978, 2005.

Ikeda, T.; Asano, M.; Matoba, Y.; Abe, G. Present status of invasive alien raccoon and its impact in Japan. **Global Environmental Research**, v. 8, n. 2, p. 125-131, 2004.

Jackson, C.R.; Robertson, M.P. Predicting the potential distribution of an endangered cryptic subterranean mammal from few occurrences records. **Journal of Nature Conservation**, v. 19, n. 2, p. 87-94, 2011.

Koepfli, K.P.; Gomper, M.E.; Eizirik, E.; Ho, C.C.; Linden, L.; Maldonado, J.E.; Wayne, R.K. Phylogeny of the Procyonidae (Mammalia: Carnivora): Molecules, morphology and the Great American Interchange. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 43, p. 1076-1095, 2007.

Ladine, T.A. Activity patterns and social organization of raccoons (*Procyon cancrivorus*) in East Texas. **Journal of Wildlife and Biodiversity**, v. 1, n. 1, p. 24-32, 2017.

Larivière, S. Range expansion of raccoons in the Canadian Prairies: Review of Hypotheses. **Wildlife Society Bulletin**, v. 32, n. 4, p. 955-963, 2004.

Lorvelec, O.; Pascal, M.; Pavis, C. **Inventaire et statut des mammifères des Antilles françaises (hors Chiroptères et Cétacés)**. Association pour l'Étude et la Protection des Vertébrés et Végétaux des Petites Antilles, Petit-Bourg, Guadeloupe, p. 22, 2001.

Lotze, J.H.; Anderson, S. *Procyon lotor*. **Mammalian Species**, v. 199, n. 8, p. 1-8, 1979.

Marín, D.; Ramírez-Chaves, H.E.; Suárez-Castro, A.F. Revisión Cráneo-Dentaria de *Procyon* (Carnivora: Procyonidae) em Colombia y Ecuador, com notas sobre su taxonomía y distribución. **Mastozoología Neotropical**, v. 19, n. 2, p. 259-270, 2012.

McFadden, K.W. 2004. The ecology, evolution and natural history of the endangered carnivores of Cozumel Island, Mexico. **Dissertação**, Graduate School of Arts and Sciences, Columbia University, New York, p. 167.

McFadden, K.W.; Wade, S.E.; Dubovi, E.J.; Gompper, M.E. A serology and fecal parasitology survey of the critically endangered pygmy raccoon (*Procyon pygmaeus*). **Journal of Wildlife Disease**, v. 41, p. 615-617, 2005.

McFadden, K.W.; Sambrotto, R.N.; Medellín, R.A.; Gompper, M.E. Feeding habitats of endangered Pygmy raccoons (*Procyon pygmaeus*) based on stable isotope and fecal analyses. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n. 3, p. 501-509, 2006.

McFadden, K.W.; Gompper, M.E.; Valenzuela-Galván, D.; Morales, J.C. Evolutionary history of the critically endangered Cozumel dwarf carnivores inferred from mitochondrial DNA analyses. **Journal of Zoology**, v. 276, p. 176–186, 2008.

McFadden, K.W.; García-Vasco, D.; Cuarón, A.D.; Valenzuela-Galván, D.; Medellín, R.A.; Gompper, M.E. Vulnerable island carnivores: the endangered endemic dwarf procyonids from Cozumel Island. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, p. 491-502, 2009.

McFadden, K.; Meiri, S. Dwarfism in insular carnivores: a case study of the pygmy raccoon. **Journal of Zoology**, v. 289, n. 3, p. 213-221, 2013.

Merriam, C.H. Six new mammals from Cozumel Island, Yucatan. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 14, p. 99–104, 1901.

Mech, L.D.; Barnes, D.M.; Tester, J.R. Seasonal weight changes, mortality, and population structure of raccoons in Minnesota. **Journal of Mammalogy**, v. 49, p. 63—73, 1968.

Michalski, F.; Peres, C.A. Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia. **Biological Conservation**, v. 124, p. 383–396, 2005.

Morato, R.G.; Rodrigues, F.H.G.; Eizirik, E.; Mangini, P.R.; Azevedo, F.C.C. **Plano de ação: pesquisa e conservação de mamíferos do Brasil**. Brasília: IBAMA, p. 52, 2004.

Noguera-Urbano, E.A.; Ramírez-Chavez, H.E. Confirmation of the presence of Ceab-eating Raccoon *Procyon cancrivorus* (Procyonidae) in the Colombian Amazon, hypothesis of distributional area, and comments on juvenile species. **Small Carnivore Conservation**, v. 52-53, p. 84-92, 2015.

Naimi, B., Araújo, M.B. Sdm: a reproducible and extensive R platform for species distribution modelling. **Ecography**, v. 39, p. 368–375, 2016.

Nyakatura, K.; Bininda-Emonds, O.R.P. Updating the evolutionary history of Carnivora (Mammalia): a new species-level supertree complete with divergence time estimates. **BMC Biology**, v. 10, n. 2, p. 1-31, 2012.

Pearson, R.G.; Dawson, T.P. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? **Global Ecology and Biogeography**, v. 12, n. 5, p. 361–371, 2003.

Pearson, R.G.; Raxworthy, C.J.; Nakamura, M.; Peterson, A.T. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 1, p.102–117, 2007.

Peterson, Andrew Townsend. Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models. **Biodiversity Informatics**, v. 3, p. 59-72, Dez. 2006.

Parsons, A.W.; Simons, T.R.; O’Connell JR, A.F.; Stoskopf, M.K. Demographics, diet, movements, and survival of an isolated, unmanaged raccoon *Procyon lotor* (Procyonidae, Carnivora) population on the Outer Banks of North America. **Mammalia**, v. 77, n. 1, p. 21-30, 2011.

Prange, S.; Gehrt, S.D.; Wiggers, E.P. Influences of anthropogenic resources on raccoon (*Procyon lotor*) movements and spatial distribution. **Journal of Mammalogy**, v. 85, p. 483-490, 2004.

Reid, F.; Helgen, K.; González-Maya, J.F. *Procyon cancrivorus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Visitado em: 05/05/2018. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/41685/0>

Rodríguez, S.G.; Morgan, C.C.; Soibelzon, L.H.; Lynch, E. Intra- and interspecific variation in tooth morphology of *Procyon cancrivorus* and *P. lotor* (Carnivora, Procyonidae), and its bearing on the taxonomy of fossil South American procyonids. **Hystrix**, 27.2-11647, 2016.

Russo, D.; Maiorano, L.; Rebelo, H.; Preatoni, D.G. Species Distribution Models: exploring patterns and process in mammal ecology. *Hystrix, The Italian Journal of Mammalogy*, v. 27, n. 1, p. 3-4, 2016.

Santos, M. DE F. DOS.; Hartz, S. M. The food habits of *Procyon cancrivorus* (Carnivora, Procyonidae) in the Lami Biological Reserve, Porto Alegre, southern Brazil. **Mammalia**, v. 63, p. 525–530, 1999.

Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Norma Oficial Mexicana NOM-59-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, especies nativas de flora y fauna silvestres de México, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusion, exclusion o cambio, y lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. Ciudad de México, México.

Sherman, H. B. Raccoons of the Bahama Islands. **Journal of Mammalogy**, v. 35, p. 126, 1953.

Soberón, J. Grinnelian and Eltonian niches and geographic distributions of species. **Ecology Letters**, v. 10, n. 12, p. 1115-1123, 2007.

Tarquini, J.; Toledo, N.; Morgan, C.C.; Soibelzon, L.H. The forelimb of †*Cyonasua* sp. (Procyonidae, Carnivora): ecomorphological interpretation in the context of carnivorans. **Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh**, v. 106, p. 325-335, 2017.

Timm, r.; Cuarón, A.D.; Reid, F.; Helgen, K.; González-Maya, J.F. 2016. *Procyon lotor*. The IUCN Red List of Threatened Species. Visitado em: 05/05/2018. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/41686/0>.

Troyes, E.M.; Devitt, S.E.C.; Sunquist, M.E.; Goswami, V.R.; Oli, M.K. Survival, Recruitment, and Population Growth Rate of an Important Mesopredator: The Northern Raccoon. **PlosOne**, v. 9, n. 6, p. 1-7, 2014.

Villa-Meza, A.; Avila-Flores, R.; Cuarón, A.D.; Valenzuela-Galván, D. *Procyon pygmaeus* (Carnivora: Procyonidae). **Mammalian Species**, v. 43, n. 877, p. 87-93, 2011.

Yanosky, A.A.; Mercolli, C. Activity pattern of *Procyon cancrivorus* (Carnivora: Procyonidae) in Argentina. **Revista de Biología Tropical**, v. 41, n. 1, 157-159, 1993.

CAPÍTULO II

Este manuscrito segue as normas do periódico a ser submetido à **Oryx – The International Journal of the Conservation.**

[\(https://www.oryxthejournal.org/authors/guidelines-for-authors/\)](https://www.oryxthejournal.org/authors/guidelines-for-authors/)

CAPÍTULO III

Using current landscape and bioclimatic features to predict the potential distribution of raccoons in American continent

Este manuscrito segue as normas do periódico a ser submetido à **Journal of Zoology**.

(<https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/hub/journal/14697998/author-guidelines>)

CAPÍTULO IV

Resultados Gerais

- ❖ De maneira geral, os principais fatores que influenciam a distribuição de espécies do gênero *Procyon* são variáveis bioclimáticas de temperatura e precipitação, além da elevação e do índice de cobertura vegetal, mas a resposta a essas variáveis é distinta em cada espécie do gênero *Procyon*.
- ❖ Nossos resultados indicaram áreas com maior adequabilidade para *P. pygmaeus* no norte e nordeste da ilha de Cozumel.
- ❖ A presença de *P. pygmaeus* está fortemente associada aos rios e áreas costeiras de Cozumel, o que provavelmente tem relação com a ecologia trófica da espécie.
- ❖ A sazonalidade da temperatura afeta diretamente a presença de *P. pygmaeus*.
- ❖ O índice de cobertura vegetal (NDVI) afeta negativamente a presença de *P. pygmaeus*; isso pode estar relacionado ao fato de o guaxinim-pigmeu ser uma espécie costeira e de áreas abertas, e não que áreas desmatadas são mais adequadas.
- ❖ Apesar de serem relativamente tolerantes à presença humana (o uso da terra não influenciou a presença da espécie), as estradas afetam negativamente a presença de *P. pygmaeus*.
- ❖ A tolerância de *P. cancrivorus* e *P. lotor* a uma ampla gama de condições bioclimáticas, altitudinais, cobertura vegetal e modificação antrópica, resulta em vastas áreas favoráveis às duas espécies à escala continental nas Américas.
- ❖ A temperatura e a elevação não impedem a ocorrência, mas reduzem a adequabilidade, no norte da América do Sul para *P. lotor*, diferentemente do que observado para *P. cancrivorus*.

- ❖ A temperatura reduz a adequabilidade para *P. cancrivorus* e pode estar relacionada a sua não ocorrência na América do Norte.
- ❖ Nossos modelos corroboram as sugestões de Noguera-Urbano & Ramírez-Chaves (2015) de que existem áreas com alta adequabilidade para *P. cancrivorus* na Colômbia e no Equador.
- ❖ Os modelos sugerem que a presença de *P. lotor* não afeta a ocorrência de *P. cancrivorus* em áreas onde ocorrem em simpatria, indicando que aparentemente há uma segregação no uso do habitat como apontado por Marín et al., (2012) e Noguera-Urbano & Ramírez-Chaves (2015).
- ❖ As principais variáveis que impactaram a distribuição de *P. cancrivorus* e *P. lotor* foram bioclimáticas (sazonalidade da temperatura, precipitação no trimestre mais quente, e precipitação no mês mais chuvoso).
- ❖ O uso da terra não afetou significativamente a presença de *P. cancrivorus* e *P. lotor* nas Américas, demonstrando a capacidade das espécies em utilizar recursos antrópicos.
- ❖ Fatores como a cobertura vegetal apesar de possuírem uma menor influência na adequabilidade quando comparadas a fatores bioclimáticos, ainda sim têm um impacto maior em *P. cancrivorus*, sendo que *P. lotor* é mais generalista.
- ❖ Registramos áreas altamente favoráveis para *P. lotor* em um grande número de ilhas no continente americano, sendo que a introdução do guaxinim-do-norte, uma das espécie invasoras exóticas mais perigosas do mundo, poderia ameaçar a sobrevivência de espécies insulares ameaçadas de extinção, como *P. pygmaeus*.
- ❖ Verificamos também que tanto para *P. cancrivorus* quanto para *P. lotor* os polígonos da IUCN não subestimam a distribuição das espécies.

Conclusão Final

Os modelos de distribuição potencial corroboram com a hipótese do gênero *Procyon* ter sua ocorrência limitada por condições de temperatura mínima, precipitação e altitude, sendo que uma das variáveis mais influentes nos modelos de distribuição potencial é a sazonalidade de temperatura. Contudo, no caso de *P. cancrivorus* e de *P. lotor* nossos resultados revelam certa tolerância de ambas as espécies a uma gama muito ampla de condições bioclimáticas, altitudinais, cobertura vegetal e modificação antrópica, resultando em vastas áreas favoráveis às espécies em escala continental nas Américas.

Embora *P. lotor* seja a mais adaptada entre as espécies do gênero à variação de temperatura, principalmente no sentido das temperaturas mais baixas, provavelmente potenciado pela presença de pêlos espessos (Gehrt, 2003), a espécie apresenta redução no uso do espaço no inverno (Prange et al., 2004), ou quando ocorrem mudanças abruptas na temperatura, assim como não ocupa áreas desérticas ou montanhosas (Prange et al., 2004; Helgen & Wilson, 2003; 2005; Byrne & Chamberlain, 2011). Os espécimes introduzidos no Japão, não conseguiram ocupar com sucesso regiões onde a temperatura apresenta quedas bruscas (Ikeda et al., 2004). Acredita-se que a locomoção dos espécimes é dificultada na presença da neve, o que leva a um comportamento restrito às margens dos rios e no interior dos ocos de árvores (Ikeda et al., 2004).

As áreas com maior adequabilidade para *P. pygmaeus* foram respectivamente, no norte e nordeste da ilha de Cozumel, e, de fato, em geral, as maiores populações de *P. pygmaeus* são encontradas principalmente nessas porções (McFadden et al., 2009), principalmente nas áreas costeiras (Cuarón et al., 2009). Nossa hipótese de que as áreas que contêm mais recursos hídricos são as mais adequadas para *P. pygmaeus* foi corroborada, já que a proximidade a rios da ilha de Cozumel aumenta a adequabilidade potencial para a espécie.

O uso da terra não afeta significativamente a adequabilidade para *P. cancrivorus* e *P. lotor* nas Américas, sugerindo a sua capacidade sem utilizar recursos de origem humana. No entanto, não testamos a influência de estradas sobre a adequabilidade para as duas espécies, o que poderia eventualmente demonstrar outros cenários, tal como aconteceu para *P. pygmaeus*. Observamos que *P. pygmaeus* é influenciada positivamente durante um período pela sazonalidade da temperatura, sendo que a adequabilidade decresce quando a temperatura progressivamente baixa. Observamos também que a espécie é negativamente afetada por áreas

com alto índice de cobertura vegetal, diferentemente da nossa hipótese inicial, já que parece ser uma espécie costeira e associada a áreas abertas, onde captura suas presas (Cuarón et al., 2004; 2009; McFadden et al., 2006).

P. cancrivorus, dentre o gênero, foi a mais relacionada negativamente com baixos índices de cobertura vegetal, e acredita-se que a redução de suas populações está associada a perda de hábitat e fragmentação (Cheida et al., 2013), diferentemente de *P. lotor* que demonstrou possuir tolerância a essas modificações antrópicas.

P. cancrivorus possui áreas potencialmente adequadas a norte da Costa Rica na América Central Continental, inclusive no México. No entanto, provavelmente fatores bióticos limitam sua dispersão para essas áreas adequadas. Na América do Norte, as temperaturas extremas seriam, provavelmente, o que limitaria a sua colonização. Caso passasse a barreira do norte da América Central

Nossa hipótese de que a distribuição potencial de áreas é maior para *P. lotor* do que para *P. cancrivorus* na região dos Andes não foi corroborada, sendo que a adequabilidade cai bastante para *P. lotor* em zonas com altitude elevada. Nossos modelos corroboram, a hipótese de Noguera-Urbano e Ramírez-Chaves (2015) de que existem áreas com alta adequabilidade para *P. cancrivorus* na Colômbia e no Equador. *Procyon cancrivorus* provavelmente distribuiu-se em populações fragmentadas desde o sul da Costa Rica, até o leste da Cordilheira dos Andes, incluindo a Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Paraguai, todo o Brasil, norte da Argentina e Uruguai (Yanosky & Mercolli, 1993; Santos & Hartz, 1999; Morato et al., 2004; Arispe et al., 2008; Marín et al., 2012; Cheida et al., 2013; Noguera-Urbano & Ramírez-Chaves, 2015). Registros obtidos por Marín et al., (2012) na Colômbia indicam a presença de indivíduos de *P. cancrivorus* até 2.500 metros de elevação, o que é suportado pelos nossos modelos que indicam adequadas nos Andes.

Ao longo da sua distribuição *P. lotor* e *P. cancrivorus* ocorrem em simpatria na América Central, nos países da Costa Rica e Panamá (Eisenberg & Redford, 1999; De la Rosa & Nocke, 2000; Marín et al., 2012; Noguera-Urbano & Ramírez-Chaves, 2015; Reid et al., 2016). Os nossos modelos sugerem que a presença de *P. lotor* não afeta a ocorrência de *P. cancrivorus* em áreas onde ocorrem em simpatria; segundo Marín et al., (2012) ocorre separação espaço-temporal a uma escala mais fina entre as espécies.

Registramos áreas altamente favoráveis para *P. lotor* em um grande número de ilhas no

continente americano, sendo que a introdução desta espécie nessas ilhas, uma das espécies invasoras exóticas mais perigosas do mundo, poderia ameaçar a sobrevivência de espécies insulares ameaçadas de extinção, como *P. pygmaeus*. Segundo a IUCN (Cuarón et al., 2016) a susceptibilidade a predação por animais exóticos é uma das principais ameaças a sobrevivência das populações de *P. pygmaeus* em Cozumel (Cuarón et al., 2016). De fato, nossos modelos sugerem que a presença da espécie exótica *Boa imperator* afeta negativamente a ocorrência de *P. pygmaeus*,

Devido à biopirataria, espécimes de *P. lotor* têm sido introduzidos em diferentes regiões do mundo, aumentando ainda mais a amplitude da sua distribuição geográfica, devido à sua aparente capacidade de uso de recursos antrópicos (Troyes et al., 2014), incluindo-se regiões da América do Norte, como na porção da Columbia Britânica no Canadá (Simmons et al., 2014; Troyes et al., 2014), Ilhas Caribenhas (Sherman, 1953; Helgen & Wilson, 2003), Europa continental (Beltrán-Beck et al., 2012; Mori et al., 2015) e Ásia (Ikeda et al., 2004); nesses locais, *P. lotor* tem se tornado uma espécie invasora, com efeitos profundos na fauna nativa. Devido ao fato de serem mesopredadores com dieta e hábitos generalistas, são capazes de ocupar um nível trófico mais elevado e ambientes diversos, impactando seriamente populações locais de aves e répteis (anfíbios e testudines) dos quais são predadores (Carillo et al., 2001; Prange & Gehrt, 2004; Ikeda et al., 2004; Beltrán-Beck et al., 2012; Mori et al., 2015). Por fim, verificamos também que tanto para *P. cancrivorus* quanto para *P. lotor* os polígonos da IUCN subestimam a distribuição das espécies, ocorrendo a exclusão de áreas em que a espécie é registrada, subestimando sua distribuição atual, e dificultando ações de manejo e conservação das espécies (Marín et al., 2012).

Referências Bibliográficas

Arispe, R., Venegas, C.; Rumiz, D. Abundancia y patrones de actividad del mapache (*Procyon cancrivorus*) en un bosque chiquitano de Bolivia. *Mastozoología Neotropical*, v. 5, n.2, p. 323–333, 2008.

Beltrán-Beck, B.; García, F.J.; Gortazár, C. Raccoons in Europe: disease hazards due to establishment of an invasive species. **European Journal of Wildlife Research**, v. 58, p. 5-15, 2012.

Byrne, M.E., Chamberlain, M.J. Seasonal Space Use and Habitat Selection of Adult Raccoons (*Procyon lotor*) in a Louisiana Bottomland Hardwood Forest. **The American Midland Naturalist Journal**, v. 166, n. 2, p. 426-434, 2011.

Carraway, D.W. Northern Raccoon. **Mammals of Mississippi**, v. 14, p. 1-5, 2008.

Carrillo, E., Wong, E., Rodríguez, M.A. Feeding habits of the raccoon (*Procyon lotor*) (Carnivora: Procyonidae) in a coastal, tropical wet forest of Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 49, p. 1193-1197, 2001.

Cheida, C.C. Ecologia espaço-temporal e saúde do guaxinim *Procyon cancrivorus* (Mammalia: Carnivora) no Pantanal Central.. **PhD**, Programa de Pós Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 148, 2012.

Cheida, C.C., Guimarães, F.H., Beisiegel, B.M. Avaliação do risco de extinção do Guaxinim *Procyon cancrivorus* (Cuvier, 1798) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 283-290, 2013.

Cuarón, A.D., Martínez-Morales, M.A., McFadden, K.W., Valenzuela, D., Gompper, M.E. The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, Mexico. **Biodiversity and Conservation**, 13, 317-331, 2004.

Cuarón, A.D., Valenzuela-Galván, D., García-Vasco, D., Copa, M.E., Bautista, S., Mena, H., Martínez-Godínez, D., González-Baca, C., Bojorquez-Tapia, L.A., Barraza, L., deGrammont,

P. C., Galindo-Maldonado, F., Martínez-Morales, M.A., Vázquez-Domínguez, E., Andriessen, E., Benítez-Malvido, J., Pérez-Salicrup, D., McFadden, K. W., Gompert, M.E. Conservation of the endemic dwarf carnivores of Cozumel Island, Mexico. **Small Carnivore Conservation**, 41: 15-21, 2009.

Cuarón, A.D., de Grammont, P.C. & McFadden, K. 2016. *Procyon pygmaeus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T18267A45201913. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T18267A45201913.en>. Downloaded on 06 November 2019.

De La Rosa, C.L.; Nocke C.C. **A Guide to the Carnivores of Central America**. University of Texas Press, Texas, USA, p. 262, 2000.

Eisenberg, J. F.; Redford, K.H. **Mammals of the Neotropics: the Central Neotropics (Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil)**. The University of Chicago Press, Chicago, USA, p. 609, 1999.

García-Vasco, R. D. 2005 Distribución, abundancia y aspectos poblacionales del mapache enano (*Procyon pygmaeus*), un carnívoro insular endémico. MSc thesis. Universidad Veracruzana, México.

Gehring, T.M., Swihart, R.K. Body size, niche breadth, and ecologically scaled responses to habitat fragmentation: mammalian predators in an agricultural landscape. **Biological Conservation**, v. 109, p. 283-295, 2003.

Gehrt, S.D. Raccoon: *Procyon lotor* and allies. In: *Wild mammals of North America* (G. A. Feldhamer, J. A. Chapman, and B. C. Thompson, eds.). 2nd ed. John Hopkins University Press, Baltimore, USA, pp. 611–634, 2003.

Gehrt, S. D., Fox, A.B. Spatial patterns and dynamic interactions among raccoons in Eastern Kansas. **The Southwestern Naturalist**, v. 49, p. 116–121, 2004.

Glatston, A.R. **The red panda, olingos, coatis, raccoons, and their relatives. Status survey and conservation action plan for procyonids and ailurids**. IUCN/SSC Mustelid, Viverrid and Procyonid Specialist Group, Gland, Switzerland, p. 59, 1994.

Godínez, S.A.L.L. Areas de actividad, patrones de actividad y estimación poblacional del

mapache pigmeo em Cozumel, Quintana Roo. **MSc thesis**. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Mexico, 2018.

Gómez-Valenzuela, C., Flores-Zamarripa, F., Fernández, J.A. Nuevos registros para El Mapache, *Procyon lotor* (Carnivora: Procyonidae) y El Tlalcoyote, *Taxidea taxus* (Carnivora: Mustelidae) en Chihuahua y Durango, México. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 33, n. 2, p. 394-397, 2017.

González-Maya, J.F., Cepeda, A.A., Belant, J.L., Zárrate-Charry, D.A., Balaguera-Reina, S.A., Rodríguez-Bolaños, A. Research priorities for the small carnivores of Colombia. **Small Carnivore Conservation**, v. 44, p. 7-13, 2011.

Helgen, K. M., Wilson, D.E. The history of the raccoons of the West Indies. **Journal of the Barbados Museum and Historical Society**, v. 48, p. 1–11, 2002.

Ikeda, T.; Asano, M.; Matoba, Y.; Abe, G. Present status of invasive alien raccoon and its impact in Japan. **Global Environmental Research**, v. 8, n. 2, p. 125-131, 2004.

Marín, D., Ramírez-Chaves, H.E., Suárez-Castro, A.F. Revisión Cráneo-Dentaria de *Procyon* (Carnivora: Procyonidae) em Colombia y Ecuador, com notas sobre su taxonomía y distribución. **Mastozoología Neotropical**, v. 19, n. 2, p. 259-270, 2012.

McFadden, K.W., García-Vasco, D., Cuarón, A. D., Valenzuela-Galván, D., Medellín, R.A., Gompper, M.E. Vulnerable island carnivores: the endangered endemic dwarf procyonids from Cozumel Island. **Biodiversity Conservation**, 19, 491-502, 2010.

McFadden, K.W. The ecology, evolution and natural history of the endangered carnivores of Cozumel Island, Mexico. **Dissertação**, Graduate School of Arts and Sciences, Columbia University, New York, p. 167, 2004.

McFadden, K. W., Sambrotto, R. N., Medellín, R. A., Gompper, M. E. Feeding habits of endangered Pygmy Raccoons (*Procyon pygmaeus*) based on stable isotope and fecal analyses. **Journal of Mammalogy** 87: 501–509, 2006.

Merriam, C. H. Six new mammals from Cozumel Island, Yucatan. **Proceedings of the Biological Society of Washington** 14, 99–104, 1901.

Morato, R.G.; Rodrigues, F.H.G.; Eizirik, E.; Mangini, P.R.; Azevedo, F.C.C. **Plano de ação: pesquisa e conservação de mamíferos do Brasil**. Brasília: IBAMA, p. 52, 2004.

Mori, E.; Mazza, G.; Menchetti, M.; Panzeri, M.; Gager, Y.; Bertolino, S.; DI Febbraro, M. The masked invader strikes again: The conquest of Italy by the Northern raccoon. **Hystrix**, v. 26, v. 1, p. 47-51, 2015.

Noguera-Urbano, E.A., Ramírez-Chavez, H.E. Confirmation of the presence of Ceab-eating Raccoon *Procyon cancrivorus* (Procyonidae) in the Colombian Amazon, hypothesis of distributional area, and comments on juvenile species. **Small Carnivore Conservation**, v. 52-53, p. 84-92, 2015.

Reid, F., Helgen, K., González-Maya, J.F. *Procyon cancrivorus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Visitado em: 05/05/2018. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/41685/0>

Sherman, H. B. Raccoons of the Bahama Islands. **Journal of Mammalogy**, v. 35, p. 126, 1953.

Prange S., Gehrt S. D., Wiggers E. P. Influences of anthropogenic resources on raccoon (*Procyon lotor*) movements and spatial distribution. **Journal of Mammalogy**, v. 85, p. 483-490, 2003.

Villa-Meza, A., Ávila-Flores R., Cuarón A.D., Valenzuela-Galván D. *Procyon pygmaeus* (Carnivora: Procyonidae). **Mammalian Species**, 43, 87-93, 2011.

Yanosky, A.A.; Mercolli, C. Activity pattern of *Procyon cancrivorus* (Carnivora: Procyonidae) in Argentina. **Revista de Biología Tropical**, v. 41, n. 1, 157-159, 1993.