

DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE *Procyon pygmaeus* (MERRIAM, 1901), UM MAMÍFERO CRITICAMENTE AMEAÇADO DE EXTINÇÃO E ENDÊMICO DA ILHA DE COZUMEL, MÉXICO

Rhian Vilar da Silva Vieira ¹
Flávia Pereira Tirelli ^{1,2}

INTRODUÇÃO

O gênero *Procyon*, pertencente à família Procyonidae (Mammalia: Carnivora) (Nyakatura & Bininda-Emonds, 2012), é composto por três espécies exclusivas da região Neotropical (Eisenberg & Redford, 1999; Guzmán-Lenis, 2004). Dentre as espécies do gênero, *Procyon pygmaeus* (Merriam, 1901) conhecido como “guaxinim-pigmeu”, correspondente ao único táxon válido entre as espécies insulares no Caribe (Helgen & Wilson, 2003; 2005). Essa espécie é endêmica da Ilha de Cozumel no México, que possui apenas 478 km² (Cuarón et al., 2004; McFadden et al., 2004; 2005; Cuarón et al., 2009; Vila-Meza et al., 2011; McFadden & Meiri, 2013).

Segundo a IUCN, *P. pygmaeus* é uma espécie criticamente ameaçada de extinção (CR – Critically Endangered), e apesar de possuir um Plano de Ação para a conservação da espécie no México, um declínio populacional acentuado tem sido registrado nos últimos anos, devido à perda de habitat, atropelamentos, introdução de espécies exóticas, doenças introduzidas, furacões e mudanças climáticas (Cuarón et al., 2004; McFadden, 2004; McFadden et al., 2009; Villa-Meza et al., 2011; Marín et al., 2012; Cuarón et al., 2016).

De acordo com a literatura, as maiores populações de *P. pygmaeus* são encontradas principalmente na porção noroeste da ilha (McFadden et al., 2009) e em associação a áreas costeiras e mangues (Cuarón et al., 2009), sendo assim, são espécimes bastante dependentes da presença de corpos d’água (Eisenberg & Redford, 1999), e afetados negativamente pelo desmatamento e atropelamentos (Villa-Meza et al., 2011). No entanto, a resposta a distintas variáveis ambientais (p. ex. temperatura, precipitação), antrópicas (p. ex. estradas e uso da terra), caracterização do nível de associação corpos d’água não são claros, especialmente como e onde esses fatores limitam a distribuição da espécie, e qual dessas variáveis são mais importantes na presença ou ausência da espécie.

Estimativas de extensão da distribuição geográfica de uma espécie com base em modelos matemáticos que incluem variáveis preditoras ambientais e antrópicas (Guisan & Zimmermann, 2002; Soberón, 2007) 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 distribuição de determinada espécie (Guisan & Thulier, 2005). Com relativo baixo custo operacional e alto potencial de reprodutibilidade essas técnicas auxiliam a criação de métodos direcionados e eficientes de conservação e manejo de populações (Soberón, 2007; Ferraz et al., 2012), consequentemente

¹ [Programa de Pós Graduação em Biologia Animal \(PPGBAN\) – Laboratório de Evolução, Sistemática e Ecologia de Aves e Mamíferos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul](#)
rhianvilar@yahoo.com; flavia.tirelli@gmail.com

² Instituto Pró-Carnívoros;

orientando tomadas de decisões em casos de espécies ameaçadas de extinção (Freeman et al., 2019).

Portanto, o objetivo do presente estudo é modelar a distribuição potencial de *P. pygmaeus*, identificando áreas-chave com melhores condições para presença e manutenção dessa espécie ameaçada de extinção na Ilha de Cozumel. Dessa forma, ações de conservação *in-situ* poderão ser aplicadas com maiores possibilidades de êxito, e populações em risco ou espécimes em estágio de recuperação *ex-situ* (p. ex. em Zoológicos de Cozumel) poderão ser realocadas e/ou reintroduzidas em áreas com maior adequabilidade para a espécie, aumentando assim os níveis de probabilidade de sobrevivência e sucesso do procedimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

As análises do estudo foram realizadas de acordo com a distribuição geográfica de *Procyon pygmaeus* que corresponde a extensão da Ilha de Cozumel. A ilha é caracterizada por vegetação de floresta semi-decídua tropical, decídua tropical baixa, vegetação costeira, mangues e pântanos, ao nível do mar as maiores altitudes registradas na área são de 20 metros (Cuarón, 2004).

Foram construídos bancos de dados de ocorrência do guaxinim-pigmeu, através de coordenadas geográficas a partir do ano 2000, com base em dados de capturas, fotografias, atropelamentos, coleções científicas em bases de dados online que compilam esses registros como GBIF (Global Biodiversity Information Facility – GBIF.org; Species Link) e INaturalist (Inaturalist.org), assim como foram incluídos registros disponíveis na literatura científica através de inventários de fauna.

Todas as coordenadas geográficas obtidas (N = 29) foram convertidas em graus decimais e Datum WGS 84. Os dados de presença foram verificados quanto aos registros duplicados através de verificação cruzada das coordenadas, seguida de limpeza dos dados utilizando o pacote "dismo" (Hijmans et al., 2017) no RStudio 1.1.442 (RStudio Team, 2016). Usando o mesmo pacote, criamos um arquivo de viés de amostragem para reduzir a correlação espacial entre os registros, seguida de filtragem usando o raio da área de cobertura média das espécies juntamente com valor positivo de seu desvio padrão (Kramer-Schadt et al. 2013; Espinosa et al., 2017). Depois de criarmos um arquivo de viés de amostragem, testamos os dados para autocorrelação espacial (Moran I) no ArcGIS 10.5.1 (ESRI, 2016). Como teremos apenas dados de presença, “pseudo-ausências” que foram geradas a partir de nossos dados de presença (Hijmans & Elith, 2017). Utilizamos 100 pontos de pseudo-ausência devido a pequena extensão da Ilha de Cozumel.

Utilizamos as 19 variáveis bioclimáticas (p. ex. dados de precipitação e temperatura anual) disponíveis no Worldclim (<http://www.worldclim.org>) (Hijmans et al., 2005), assim como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada que fornece parâmetros gerais da condição da vegetação através de sensoriamento remoto que varia de 0 (sem vegetação viva) a 1 (vegetação verde em pé) (NDVI – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) disponível no MODIS/NASA (<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod13.php>), a variável categórica do Uso/Cobertura do solo disponível no Global Land Survey/USGS (<https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/global-land-survey-gls>). E adicionalmente foram construídos camadas de variáveis de presença de rios e estradas distribuídas ao longo da área de estudos, utilizando Distância Euclidiana no ArcGIS 10.5.1.

Após obter os dados das variáveis a nível global, equalizamos as fronteiras geográficas, tamanho de célula e sistemas de coordenadas utilizando o ArcGIS 10.5.1. Para prevenir o efeito da colinearidade durante a geração dos modelos foram extraídos valores aleatórios de cada variável dentro dos polígonos de distribuição geográfica de *P. pygmaeus* oriundos da base de dados da IUCN. Isto foi realizado utilizando pacotes “raster”, “dismo” e

“sdm” em R 1.2.5001 (Hijmans et al., 2016; Naimi & Araujo, 2016; Hijmans et al. 2017). Os valores extraídos foram combinados com pontos conhecidos das espécies de procionídeos, em um único “data-frame”. Os valores das variáveis foram então testados quanto à sua colinearidade utilizando o fator de inflação da variância (VIF), que aponta quanto da variância de um coeficiente de regressão estimado por uma variável é inflacionado devido à colinearidade com todas as outras (Naimi & Araújo, 2016). Foram excluídas as variáveis com $VIF > 10$, utilizando o pacote “sdm”. A decisão sobre eliminação das variáveis foi efetuada apenas após avaliar o seu provável significado biológico (Fitzpatrick et al., 2013).

Utilizamos distintos algoritmos, sendo eles a entropia máxima implementada através do Maxent 3.3.4k (Philips et al. 2006), Maxlike (Chandler et al., 2017), GLM (Generalized Linear Models) (McCullagh & Nelder, 1989), GAM (Generalized additive model) (Hastie, 2017), Random Forest (Breiman, 2001), BRT (Boosted regression trees) (Elith et al., 2008), e SVM (Support vector machine) (Pouveau et al., 2011) para estimar os modelos de nicho ecológico.

Para geração de modelos de teste 20% das ocorrência foram utilizadas e 80% para treino. Os dados foram reamostrados através do método bootstrap de particionamento aleatório com substituição, sendo realizados ciclos de 40 réplicas. Para testar a acurácia dos modelos, utilizamos a análise de curva ROC (Receiver Operating Characteristic) que plota a sensibilidade do modelo versus especificidade, e AUC (Area Under Curve) que gera um valor numérico para comparar a acurácia de diferentes algoritmos, para testar a confiabilidade entre avaliadores utilizamos o teste de Cohen’s Kappa, que representa se a medida dos dados coletados no estudo são representações corretas das variáveis, e por fim a análise True skill statistic (TSS) para assegurar sua acurácia dos modelos (Allouche et al., 2006). Para registrar quais variáveis mais impactaram o melhor modelo gerado utilizamos o pacote “sdm” no RStudio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram utilizadas 22 coordenadas geográficas para geração dos modelos de distribuição potencial, esse número de registros quando relacionado ao pequeno tamanho da área da Ilha de Cozumel mostraram-se satisfatórios para a amostragem da ocorrência da espécie na ilha (Pearson et al., 2007), sendo que o valor do AUC ($> 0,80$) e da curva ROC, os modelos foram validados pelo conjunto de dados teste, sendo o melhor deles obtido através do algoritmo SVM (AUC $> 0,80$). Dentre os preditores ambientais e antrópicos incluídos no modelo, a análise de VIF excluiu 8 variáveis. De acordo com o modelo de distribuição potencial de *P. pygmaeus* indicaram áreas com maior adequabilidade na região costeira norte e nordeste da Ilha de Cozumel que compreendem a área da Isla de la Pasión, assim como algumas manchas adequadas na porção central leste em San Gervasio, no entanto, perfazem zonas limitadas por um pequeno tamanho, o restante da ilha nas porções centro-oeste, sul e sudeste de Cozumel, como El Cedral foram negativamente relacionadas com a presença da espécie.

As áreas de adequabilidade mais elevadas abrangem diferentes biomas presentes na Ilha de Cozumel, sendo que a vegetação costeira de floresta decídua tropical baixa, mangues e os pântanos são os biomas mais adequados para a presença da espécie, especialmente na porção norte e nordeste da Ilha de Cozumel.

Os principais preditores ambientais, ou seja, aqueles com maior importância relativa e contribuição para os modelos foram NDVI, sazonalidade de temperatura (bio4), rios e estradas. Avaliando as áreas apontadas pelo modelo e as variáveis com maior contribuição nos modelos, a espécie apresentou respostas distintas à variação nos preditores. Nossos resultados acerca de *P. pygmaeus* indicaram uma faixa de distribuição que condiz com as

áreas postuladas na literatura onde a espécie ocorre naturalmente em Cozumel, respectivamente áreas costeiras, mangues e pântanos sempre em associação com corpos d'água (Cuarón et al., 2004; McFadden et al., 2004; 2005; Cuarón et al., 2009; Vila-Meza et al., 2011; McFadden & Meiri, 2013). Os índices baixos de adequabilidade em áreas com NDVI mais elevado, demonstram que *P. pygmaeus* é uma espécie de áreas costeiras ou abertas, o que pode estar relacionado ao seus hábitos alimentares, já que mais de 50% de sua dieta é composta de caranguejos e peixes, mas não significa que áreas desmatadas são mais adequadas (McFadden et al., 2006). Demonstraram serem relativamente tolerantes a presença humana e até certo ponto poderem utilizar recursos antropogênicos (McFadden et al., 2006; Cuarón et al., 2009; Vila-Meza et al., 2011), isso talvez explique o porque que foi do pouco impacto gerado pela variável de uso da terra nos modelos, as estradas principalmente devido aos atropelamentos, que são apontados pela IUCN como uma das principais ameaças a espécie na Ilha de Cozumel, e que observamos serem negativamente correlacionadas a presença da espécie (Cuarón et al., 2004; 2009; McFadden et al., 2009).

Dentre as variáveis bioclimáticas, a sazonalidade de temperatura foi a variável mais relevante para a presença da espécie, quando observada em conjunto com as variáveis de temperatura máxima do mês mais quente e do mês mais úmido é possível concluir que temperaturas mais elevadas provêm maior adequabilidade para a ocorrência da espécie, assim como as áreas onde o nível de precipitação é mais elevado principalmente em estações mais secas, que observamos com os valores das variáveis de níveis de precipitação do mês mais seco e precipitação do quarto mais quente. Os espécimes de *P. pygmaeus* tendem a possuir uma resposta estável a variação dos preditores bioclimáticos, mas com tendências a áreas com níveis mais elevados de temperatura, isso pode estar associado a estabilidade de temperatura na Ilha de Cozumel, que altera-se apenas em dois meses com queda das temperaturas até 21 C e aumento da precipitação (Cuarón et al., 2004; 2009), mas em geral a temperatura média anual de Cozumel varia entre 21-32°C durante todo o ano (Cuarón et al., 2016), alterações mais agressivas ocorrem apenas durante furacões que ocorrem média de 7,5 anos (Copa-Alvaro, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modelagem de distribuição potencial é uma ferramenta que vem sendo cada vez mais utilizada para prever não só a adequabilidade em distintas escalas (locais e globais), mas também o efeito climático e antrópico sobre distintas espécies, e pode ser utilizada para geração de ações de conservação mais específicas e eficazes (Pearson & Dawson, 2003; Freeman et al., 2019).

P. pygmaeus possui uma extensão de distribuição potencial razoável de habitat entre moderado a altamente adequado na Ilha de Cozumel, mas que podem na realidade ser bem mais estreitos, devido à redução da quantidade de manchas adequadas e disponíveis a espécie, isso pode ocorrer pela influência antrópica, eventos estocásticos extremos (Cuarón et al., 2004; 2009; Villa-Meza et al., 2011) e presença de predadores exóticos de topo como *Boa imperator* (Daudin, 1803) amplamente distribuída em Cozumel (Cuarón et al., 2016). Atualmente, a maior estimativa aponta que existem até 955 indivíduos de *P. pygmaeus* em Cozumel (Villa-Meza et al., 2011). A especialização e conseqüente dependência de corpos d'água e áreas abertas na costa norte e nordeste da ilha pode torná-los mais vulneráveis ao crescente desenvolvimento do turismo e construção civil que vem sendo incrementado nessa porção da ilha de Cozumel que é turística e recebe cruzeiros do continente, com o aumento do número de estradas, poluição dos rios e lagos no interior da ilha, a restrição a uma costa em

constante modificação pode ser problemática e expor as populações da espécie a vulnerabilidades distintas.

Sendo assim, ações de conservação *in situ*, realocação e reintrodução, devem priorizar a região norte e nordeste da ilha, e algumas porções centrais devido a alta adequabilidade das mesmas, mas nosso estudo demonstra que são necessárias ações de manejo urgentes para conter o declínio populacional, e minimizar os efeitos antrópicos, evitando assim que essa espécie seja extinta nos próximos anos.

Palavras-chave: Guaxinim-pigmeu, Procionídeos, Modelagem de nicho ecológico, Distribuição geográfica, Predadores ambientais.

REFERÊNCIAS

- ALLOUCHE, Omri; TSOAR, Asaf; KADMON, Ronen. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). **Journal of Applied Ecology**, v. 43, p. 1223-1232, 2006.
- BREINMAN, Leo. Random Forest. **Machine Learning**, v. 45, p. 5-32, Out. 2001.
- CHASE, Jonathan M; LIEBOLD, Mathew A. Ecological Niches: Linking Classical and Contemporary Approaches. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, n. 9, p. 560, Jul. 2004.
- CUARÓN, Alfredo D; DE GRAMMONT, Paloma Carton; MCFADDEN, Katherine Walton. 2016. *Procyon pygmaeus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/18267/0>. Acesso em: 15/09/2018.
- CUARÓN, Alfredo D; MARTÍNEZ-MORALES, Miguel Angel; MCFADDEN, Katherine Walton.; VALENZUELA-GALVÁN, David Gomez; GOMPPER, Matthew Edzart. The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, Mexico. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 317-331, Feb. 2004.
- CUARÓN, Alfredo D. et al. Conservation of the endemic dwarf carnivores of Cozumel Island, Mexico. **Small Carnivore Conservation**, v. 41, n. 2, p. 15-21, Aug. 2009.
- COPA-ALVARO, María Eugenia Cruz. **Efectos de los huracanes Emily y Wilma en la abundancia de mamíferos medianos en la Isla Cozumel, México**. 2007. Dissertação (Posgrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, 2007.
- EISENBERG, John Frederick; REDFORD, Kent H. **Mammals of the Neotropics: the Central Neotropics (Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil)**. 3. ed. The University of Chicago Press, Chicago, USA, 1999.
- ELTON, Charles. *Animal Ecology*. Sedgwick and Jackson, London, 1927.
- FREEMAN, Benedictus; ROEHRDANZ, Patrick; PETERSON, Andrew Townsend. 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, Mar. 2019.
- GOLDMAN, Edward Alphonso. Raccoons of North and Middle America. **North American Fauna**, v. 60, p. 1-153, 1950.
- GRAHAM, Catherine H.; FERRIER, Simon; HUETTMAN, Falk; MORITZ, Craig; PETERSON, Andrew Townsend. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 9, p. 497-503, Sep. 2004.
- GRINNELL, Joseph. Field tests of theories concerning distributional control. **The American Naturalist**, v. 51, n. 602, p. 115-128, Feb. 1917.
- GUISAN, Antoine; ZIMMERMANN, Niklaus E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, v. 135, p. 147-186, Dez. 2000.
- GUISAN, Antoine; THUILLER, Wilfried. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology Letters**, v. 8, n. 5, p. 993-1009, Set. 2005.
- GUZMÁN-LENIS, Angelica R. Revisión Preliminar de la Familia *Procyonidae* em Colombia. **Acta Biológica Colombiana**, v. 9, n. 1, p. 69-76, Dec. 2004.
- HASTIE, Trevor. Package ‘gam’. 2017. The R Team. Disponível: <https://cran.r-project.org/web/packages/gam/gam.pdf>. Acesso em: 15/09/2018.
- HELGEN, Kristofer M.; WILSON, Don E. A Systematic and Zoogeographic Overview of the Raccoons of Mexico and Central America. Em: SÁNCHEZ-CORDERO, V., MEDELLÍN, R. A. **Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa**. Mexico City: Instituto de Ecología of the Universidad Nacional Autónoma de México, p. 221-236, 2005.
- HELGEN, Kristofer M.; WILSON, Don 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, Jan. 2003.

- HIJMANS, Robert J.; CAMERON, Susan E.; PARRA, Juan Luis; JONES, Peter G.; JARVIS, Andy. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 1965-1978, Nov. 2005.
- HIJMANS, R.J.; PHILLIPS, S.; LEATHWICK, J.; ELITH, J. Package 'dismo'. 2017. Disponível: <https://cran.r-project.org/web/packages/dismo/dismo.pdf>. Acesso em: 15/09/2019.
- HUTCHINSON, George Evelyn. Concluding remarks. **Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology**, v. 22, p. 415-427, 1957.
- HUTCHINSON, George Evelyn. *An Introduction to Population Ecology*. Yale University Press, New Haven, 1978.
- KRAMER-SCHADT, Stephanie et al. The importance of correcting for sampling bias in MaxEnt species distribution models. **Diversity and Distributions**, v. 19, n. 11, p. 1366-1379, Jul. 2013.
- MCCULLAGH, Peter; NELDER, John Aswhorth. **Generalized linear models**. Chapman and Hall, Londres. 1. ed. p. 511, 1989.
- MCFADDEN, Katherine Walton. 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, Katherine Walton; WADE, Susan E.; DUBOVI, Edward J.; GOMPPER, Matthew Edzart. A serology and fecal parasitology survey of the critically endangered pygmy raccoon (*Procyon pygmaeus*). **Journal of Wildlife Disease**, v. 41, p. 615-617, Ago. 2005.
- MCFADDEN, Katherine Walton; SAMBROTTO, Raymond N.; MEDELLÍN, Rodrigo A; GOMPPER, Matthew Edzart. 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, Jun. 2006.
- MCFADDEN, Katherine Walton; GOMPPER, Matthew Edzart; VALENZUELA-GALVÁN, David Gomez; MORALES, Juan Carlos. Evolutionary history of the critically endangered Cozumel dwarf carnivores inferred from mitochondrial DNA analyses. **Journal of Zoology**, v. 276, n. 2, p. 176-186, Oct. 2008.
- MCFADDEN, Katherine Walton; GARCÍA-VASCO, Denise; CUARÓN, Alfredo D.; VALENZUELA-GALVÁN, David Gomez; MEDELLÍN, Rodrigo A.; GOMPPER, Matthew Edzart. Vulnerable island carnivores: the endangered endemic dwarf procyonids from Cozumel Island. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, p. 491-502, Fev. 2009.
- MCFADDEN, Katherine Walton; MEIRI, Shai. Dwarfism in insular carnivores: a case study of the pygmy raccoon. **Journal of Zoology**, v. 289, n. 3, p. 213-221, Dez. 2013.
- MERRIAM, Clinton Hart. Six new mammals from Cozumel Island, Yucatan. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 14, p. 99-104, Jul. 1901.
- NYAKATURA, Katrin; BININDA-EMONDS, Olaf 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, Fev. 2012.
- PEARSON, Richard G.; DAWSON, Terence 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, Ago. 2003.
- PEARSON, Richard G; Raxworthy, Christopher J; NAKAMURA, Miguel; PETERSON, Andrew Townsend. 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, Set. 2007.
- PETERSON, Andrew Townsend. Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models. **Biodiversity Informatics**, v. 3, p. 59-72, Dez. 2006.
- PHILLIPS, Steven J.; ANDERSON, Robert P.; SCHAPIRE, Robert E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v. 190, p. 231-259, Jan. 2006.
- SOBERÓN, Jorge. Grinnelian and Eltonian niches and geographic distributions of species. **Ecology Letters**, v. 10, n. 12, p. 1115-1123, Dec. 2007.
- VILLA-MEZA, Alejandra; ÁVILA-FLORES, Rafael; CUARÓN, Alfredo D; VALENZUELA-GALVÁN, David Gomez. *Procyon pygmaeus* (Carnivora: Procyonidae). **Mammalian Species**, v. 43, n. 877, p. 87-93, 2011.