

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE**

Conservação de anuros do Cerrado e Caatinga no Piauí

Orientador/e-mail: Mirco Solé/mksol@uesc.br

Nome do Candidato/e-mail: Mayra Caroliny de Oliveira Santos/
mayracarolinyoliveirasantos@yahoo.com.br

Nível/Ano de ingresso: Doutorado/ 2019.2

Ilhéus __/__/__

RESUMO

O Cerrado e a Caatinga possuem alto grau de endemismo de espécies e sofrem constantes pressões antrópicas, por isso são interessantes em estudos de conservação. O Estado do Piauí compreende uma região ecotonal, possuindo ambientes mais secos como as Caatingas, diversas fitofisionomias de Cerrado até florestas estacionais semidecíduas. Embora nesses ambientes exista endemismo e diversidade de anuros, a perda de habitats e variações nas condições ambientais podem afetar as características reprodutivas e morfológicas em anuros, o que os tornam vulneráveis induzindo a perda de espécies e redundância das funcionalidades dessas nas comunidades. Portanto, esse trabalho pretende identificar as áreas prioritárias para a conservação de anuros no território piauiense, avaliar se as áreas protegidas existentes são eficientes na proteção destas espécies, estimar se existe homogeneização nas características funcionais das espécies dos ambientes. Os dados serão obtidos através de coletas em pontos dos biomas, banco de dados online, coleções científicas e um inventário dos artigos publicados. A modelagem do nicho ecológico da espécie será feita utilizando cinco métodos de presença: BIOCLIM, MaxEnt, Distância de Mahalanobis, Análise Fatorial de Nicho Ecológico (ENFA) e GARP (Algoritmo Genético para Predição por Conjunto de Regras). Para priorização de áreas construiremos um mapa de distribuição de riqueza de espécies que será sobreposto aos *shapefiles* de áreas de proteção existentes no Piauí. O desempenho do papel funcional das espécies nos ambientes será avaliado pela análise de Redundância funcional. Assim, podemos direcionar os tipos de habitats que devem ser recuperados para conservação mais eficaz da diversidade de anuros.

Palavras-chave: Áreas prioritárias, diversidade de anuros, funcional.

INTRODUÇÃO

O Cerrado e a Caatinga possuem alto grau de endemismo de espécies e sofrem constante pressão antrópica, por isso são interessantes em estudos de conservação (Ribeiro e Walter 1998; Oliveira e Marquis 2002; Prado 2003; Leal *et al.* 2005; Bispo *et al.* 2009). O Cerrado é considerado um dos 25 “Hot spots” de biodiversidade mundial, no entanto sofre perdas de habitat e sua biodiversidade por conta dos cultivos agrícolas, principalmente a produção de grãos (Myers *et al.* 2000; Petter *et al.* 2012).

A Caatinga, por sua vez, é um bioma exclusivamente brasileiro, porém, o menos protegido, onde ocorrem diversas atividades não sustentáveis em grande escala como a agricultura de corte e queima, a remoção da cobertura vegetal para criação de animais levando ao empobrecimento do ambiente e, conseqüentemente, ao desaparecimento de espécies únicas (Leal *et al.* 2003; MMA 2002). O Estado do Piauí compreende uma região ecotonal, possuindo ambientes mais secos como as Caatingas, diversas fitofisionomias de Cerrado até florestas estacionais semidecíduas (CODEVASF 2006).

Na Caatinga e Cerrado os anuros se reproduzem durante a estação chuvosa (Arzabe 1999; Bastos 2007). No Cerrado, a maioria dos anuros formam agregações em corpo de água, possuem reprodução prolongada e são territoriais e a quantidade de modos reprodutivos é menor em comparação a Amazônia e Mata Atlântica (Bastos 2007). Na Caatinga, os sítios

de reprodução comumente usados são os corpos d'água temporários, que podem secar rapidamente (Arzabe 1999). As estratégias reprodutivas das espécies na Caatinga estão relacionadas com a resistência à desidratação, com desenvolvimento rápido de ovos e fases larvais (Arzabe 1999).

Os pesquisadores têm considerado os atributos da história de vida para planejamentos de conservação, a partir da interação de conhecimentos sobre o desenvolvimento de anuros e o formato da paisagem (Crump 2015), uma vez que a variação nas condições ambientais pode afetar as características reprodutivas e morfológicas (Prado e Haddad 2005). Deste modo, biomas, como o Cerrado e Caatinga, que apresentam alto grau de endemismo de espécies, são adequados para entender o que leva os organismos a apresentarem distribuições restritas a determinados habitats, direcionando ações de recuperação para conservação mais eficaz da biodiversidade (Becker *et al.* 2010).

Embora nos ambientes de Cerrado e Caatinga exista endemismo e diversidade de anuros, a perda de ambientes e variações nas condições ambientais podem afetar as características reprodutivas e morfológicas em anuros. O que os torna vulneráveis induzindo a perda de espécies e redundância das funcionalidades dessas nas comunidades.

OBJETIVOS

A presente tese será dividida em 4 capítulos, apresentados com objetivos gerais a cada um deles:

Capítulo 1: Efeitos das mudanças ambientais no nicho de anuros da diagonal seca

Realizar uma revisão sistemática dos estudos sobre os efeitos de mudanças ambientais, como fragmentação de habitats, queimadas, aumento de temperatura, intensificação das secas, sobre os habitats de anuros na diagonal seca (Cerrado, Caatinga e Chaco).

Capítulo 2: Áreas prioritárias para conservação de anuros na Caatinga e no Cerrado Piauiense.

- Identificar quais áreas no território Piauiense do bioma Caatinga devem ser prioritárias para a conservação de anuros; avaliar se as áreas protegidas já existentes são potenciais na proteção destas espécies, com base em modelos de distribuição de espécies presentes e da distribuição potencial futura.

Capítulo 3: Diversidade funcional em anuros do Cerrado e Caatinga.

- Estimar se existe homogeneização nas características funcionais das espécies dos ambientes.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área estudo será o estado do Piauí, localizado no nordeste do Brasil, que abrange 224 municípios com 251.529 km² de área total. O clima da região varia do tropical quente subúmido ao tropical quente semiárido, a temperatura média varia entre 24 °C a 40 °C. A precipitação média anual varia de 600 a 1200 mm com distribuição irregular de chuvas, onde a estação seca pode variar de 5 a 8 meses por ano (CPTEC 2019, INMET 2019, INPE 2019).

O Cerrado e Caatinga são os dois biomas predominantes no estado do Piauí. No Estado também ocorrem áreas de transição, que se estendem longitudinalmente ao estado e formam a base do complexo vegetacional da Bacia do Rio Parnaíba (Castro 2003, 2007, Silva *et al.* 2015).

O Cerrado é encontrado ao longo de toda a porção oriental do estado, estendendo-se desde o limite sul, com os estados do Tocantins e Bahia, até o limite norte, com o Oceano Atlântico (Ribeiro & Walter 1998, Castro 2007). A Caatinga está presente na porção ocidental do estado desde os limites sul-sudeste, com os estados da Bahia e Pernambuco, até o limite nordeste, com estado do Ceará (Castro 2007).

Capítulo 1:

Será realizado uma revisão sistemática por estudos que investigaram a conservação de Anuros da diagonal seca da América do Sul. Esta revisão será baseada em artigos científicos publicados em bases indexadas, obtidos através de bases e bibliotecas eletrônicas de textos científicos, como Scopus (<https://www.scopus.com/>) e Web of Science (<https://www.isiknowledge.com>). Nessas bases, serão pesquisadas as palavras-chave “Anuran” AND “Cerrado” OR “Chaco” OR “Caatinga” AND “conservation” OR “disturbance” OR “fire” OR “impact” OR “habitat fragmentation” OR “rise in temperature” OR “drought intensification” no título, resumo e palavras-chave das referências. Para complementar os dados, será feita pesquisa no Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>) usando as expressões em inglês, “Diversidade Funcional” “Nichos ecológicos de anuros”.

Para cada estudo serão retiradas as seguintes informações: ano de publicação; jornal de publicação; fator de impacto do jornal; nível biológico (espécie, populações e comunidades); local onde o estudo foi conduzido (Cerrado, Caatinga e Chaco); características dos estudos e das espécies como: hábito, habitat, status de conservação das espécies, estágio (adulto/juvenil/ambos), sexo (macho/fêmea/ambos), extensão da área de estudo (local/paisagem), status da área (preservada/antropizada/ambos); tipo de perturbação ambiental; efeitos da mudança ambiental sobre as espécies (morfológica, comportamentais, interações ou estrutura das comunidades).

Capítulo 2:

Os dados serão obtidos através de coletas em pontos dos biomas, banco de dados online, coleções científicas e um inventário dos artigos publicados. A partir disso, será criado um banco de dados próprio contendo as coordenadas de todas as espécies.

As ocorrências dessas mesmas espécies serão verificadas na América do Sul utilizando-se os pontos de ocorrência disponíveis em duas bases de dado on-line: o Global Biodiversity Information Facility, (<https://www.gbif.org>) e SpeciesLink (<http://www.splink.org.br>), para criar uma base de dados para o continente. O conjunto destes dados consolidarão o banco de dados geral para submissão ao software de modelagem.

Capítulo 3:

Os dados serão obtidos através de coletas em pontos dos biomas, banco de dados online, coleções científicas e um inventário dos artigos publicados. Os atributos funcionais serão observados e revisados na literatura, estes serão período de atividades, habitat preferencial do adulto, sítio de vocalização e local de desova.

Tabela 1: Atributos funcionais

Características	Característica funcionais	Atributos
	Período de atividades	Diurno, noturno, diurno-noturno
	Habitat preferencial do adulto	Terrestre, aquático, serapilheira, arbustos baixos e altos, bromélia, oco de rocha
Comportamentais	Local de desova	Direto em águas lênticas, em águas lóticas, superfície de folhas, espuma na água, espuma no solo,

	oco de árvores, direto no solo
Sítio de vocalização	Terrestre (solo), gramínea ou herbáceo, arbustos altos e baixos, serrapilheira, parcialmente na água.

Adaptado de Cortés-Gómez *et al.* 2016

ANÁLISE DOS DADOS

Capítulo 1

Faremos um ajuste de modelo exponencial usando um modelo linear para analisar se existem tendências temporais no número de estudos. Para caracterizar a relação entre os anuros e mudanças ambientais na diagonal seca faremos um teste g de independência (g test of independence). Todas as análises serão feitas no ambiente R (R Core Team, 2020).

Capítulo 2:

Utilizaremos dados climáticos atuais e futuros desenvolvidos pelo CMPI5 (<http://cmip-pcmdi.llnl.gov>) projetado para os Neotrópicos, a partir de quatro modelos climáticos globais acoplados atmosfera-oceano (AOGCMs): CCSM, GISS, MIROC e MRI, simulados para 2080-2100 no cenário de altas emissões: temperatura média anual, temperatura máxima do mês mais quente, precipitação anual e sazonalidade da precipitação.

Os dados da ocorrência serão filtrados, retirando os pontos com coordenadas incorretas e incompletas, excluiríamos da análise as espécies com menos de cinco registros. Geraremos uma matriz de presença usando o pacote R Maptools.

Para a modelagem do nicho ecológico da espécie utilizaremos cinco métodos somente de presença: BIOCLIM, MaxEnt, Distância de Mahalanobis, Análise Fatorial de Nicho Ecológico (ENFA) e GARP (Algoritmo Genético para Predição por Conjunto de Regras), usando a plataforma BioEnsembles (veja Diniz-Filho *et al.*, 2009), em função das variáveis climáticas obtidas dos AOGCMs. Os métodos serão aplicados independentemente para cada espécie, para avaliarmos o modelo mais adequado. Por fim, serão comparados o desempenho preditivo de cada modelo gerado por meio do TSS (True Skill Statistics) ($> 0,5$) para representar a distribuição futura de cada espécie.

Para priorização de áreas construiremos um mapa de distribuição de riqueza de espécies que será sobreposto aos shapefiles de áreas de proteção existentes no Piauí que estão disponíveis

no site do IBGE. A avaliação das áreas de proteção do estado será feita com base na quantificação máxima de espécies mostradas no mapa de riqueza.

Capítulo 3:

Para verificar se as espécies estão desempenhando papéis similares nos ambientes, usaremos a análise de Redundância funcional. Para a análise serão utilizadas matrizes com atributos comportamentais (história de vida), dados de abundância de espécies e dados dos ambientes, podemos direcionar os tipos de habitats que devem ser recuperados para conservação mais eficaz da biodiversidade.

IMPACTOS DO ESTUDO PARA A CONSERVAÇÃO

A área ecotonal do Estado do Piauí é formada por Cerrado e Caatinga e é importante para estudos de conservação, pela quantidade de espécies e endemismos (MMA 2002; Franco et al. 2016). De acordo com Mendes (2008), no Piauí, existem apenas 39 áreas de proteção ambiental, pouco mais de 10% da área do estado e que, em muitos casos, não possuem planejamento ou estão abandonadas.

Com a necessidade de estabelecer prioridades para a conservação, a distribuição, riqueza e singularidade dos táxons devem ser avaliadas (Peterson et al. 2002), considerando que em ecologia a análise da relação espécie e ambiente sempre foi central (Guisan & Zimmerman 2000). Desse modo, a modelagem tem sido aplicada como uma maneira de buscar soluções para problemas ecológicos. Assim, abordagens ecológicas de modelagem de nicho para prever distribuições geográficas de espécies constituem ferramentas promissoras para avaliar o impacto e outras mudanças ambientais (Guisan & Zimmerman 2000; Peterson et al. 2002).

Além disso, é importante entender a capacidade das espécies de se estabelecer em determinadas condições, que podem modificar a maneira que as características funcionais respondem ao ambiente (Ernst & Rödel 2008). Portanto, essa relação, entre o ambiente e as características funcionais, é importante para planejar a conservação de um ambiente.

A nossa pesquisa pretende contribuir para a conservação de anuros do Cerrado e da Caatinga do Piauí. Uma vez que a pesquisa mostrará o potencial das áreas protegidas e apresentará pontos principais para a conservação e planejamento de medidas conservacionistas, levando em consideração a diversidade funcional dessas espécies e também mudanças futuras.

REFERÊNCIAS

Arzabe C (1999) Reproductive activity patterns of anurans in two different altitudinal sites within the Brazilian Caatinga. *Revta bras. Zool.* 16 (3): 851 – 864.

Bastos RP (2007) Anfíbios do Cerrado. In: Nascimento LB, Oliveira ME. (Org.). Herpetologia no Brasil II. 1ed. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia, v. 1, p. 87-100.

Becker CG, Loyola RD, Haddad CFB, Zamudio KR (2010) Integrating species life-history traits and patterns of deforestation in amphibian conservation planning. *Diversity and Distributions*, (Diversity Distrib.), doi:10.1111/j.1472-4642.2009.00625.x.

Bispo PC, Valeriano MM, Kuplich TM (2009) Relação da vegetação de caatinga com a condição geomorfométrica local. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.5, p.523–530.

Castro, A.A.J.F. (2003). Survey of the vegetation in the state of Piauí. In: Gaiser, T.L, Krol, M., Frischkorn, H., Araujo, J.C. (Eds.). *Global Change and Regional Impacts: Water Availability and Vulnerability of Ecosystems and Society in Semiarid Northeast of Brazil*. Berlin, 444 p.

Castro, A.A.J.F. (2007). Unidades de planejamento: Uma Proposta para o Estado do Piauí com Base na Dimensão Diversidade de Ecossistemas. *Publicações avulsas em Conservação de Ecossistemas*, n.18, p.1-28.

CODEVASF (2006). Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: Atlas da Bacia do Parnaíba. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. TDA Desenho & Arte Ltda. Brasília, DF. pp.126.

Cortés-Gómez AM, Ramírez-Pinilla MP, Urbina-Cardona N (2016) Protocolo para la medición de rasgos funcionales en anfibios. In: Negret BS (ed). *La Ecología Funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones*. Instituti de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. pp 126–179.

CPTEC. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. (2019). Clima e Regime de Chuvas. Acessado: 20 março 2019. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br> .

Crump ML (2015) Anuran Reproductive Modes: Evolving Perspectives. *Journal of Herpetology*, doi: 10.1670/14-097.

Diniz-Filho JAF, Bini LM, Rangel TF, Loyola RD, Hof C, Nogués-Bravo D, Araújo MB (2009) Partitioning and mapping uncertainties in ensembles of forecasts of species turnover under climate change. *Ecography* 32: 897- 906.

Ernst R e Rödel M (2008) Patterns of community composition in two tropical tree frog assemblages: separating spatial structure and environmental effects in disturbed and undisturbed forests. *Journal of Tropical Ecology*, doi:10.1017/S0266467407004737.

Franco JLA, Ganem RS, Barreto C (2016) Devastação e conservação no bioma Cerrado: Duas dinâmicas de fronteira. *Teoria da história & Historiografia*, Ano 7, N 2, pp 56-83.

Guisan A, Zimmermann NE (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147 - 186.

INMET. Instituto Nacional de Metrologia. (2019). Clima e Regime de chuvas. Acessado: 20 março 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br> .

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2019). Clima e Regime de Chuvas. Acessado: 20março 2019. Disponível em: <http://www.inpe.br/> .

Leal IR, Silva JMC, Tabarelli M, Lacher Jr TE (2005) Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade*, v1, n1.

Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (2003) Ecologia e conservação da Caatinga: Uma introdução ao desafio. In: *Ecologia e conservação da Caatinga*. Ed. Universitária da UFPE, Recife.

Mendes MMS (2008) Categorias e Distribuição das Unidade de Conservação do Estado do Piauí. *Diversa: Ano I - nº 2*: pp. 35-53.

MMA (Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) (2002) Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF.

Myers NRA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853–858.

Oliveira PS, Marquis RJ (2002) Introduction: Development of Research in the Cerrados. In: Oliveira PS, Marquis RJ (ed). *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press. New York. pp 1–10.

Peterson, AT, Ball LG, Cohoon KP (2002) Predicting distribution of Mexican birds using ecological niche modelling methods. *Ibis*, 144: E27-E32.

Petter FA, Silva JA, Pacheco LP, Almeida FA, Neto FA, Zuffo AM, Lima LB (2012) Desempenho agrônomico da soja a doses e épocas de aplicação de potássio no Cerrado piauiense. *Revista de Ciências Agrárias*, v.55, n. 3, p. 190-196.

Prado DE (2003) As Caatingas da América do Sul. In: Leal IR, Tabarelli ML, Silva JMC (ed). *Ecologia e conservação da caatinga*. Ed. Universitária da UFPE. Recife. pp. 3–74.

Prado CPA, Haddad CFB (2005) Size-fecundity relationships and reproductive investment in female frogs in the Pantanal, South-western Brazil. *Herpetological Journal*, Vol. 15, pp. 181-189.

R Development Core Team (2020) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso junho de 2020.

Ribeiro JF, Walter BMT (1998) Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP. (Org.). Cerrado: ambiente e flora. 1ed. Planaltina, DF. EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. pp.89-166.

Silva, M.B., Carvalho, L.S., Rodrigues, V. (2015). Reptiles in an ecotonal area in northern State of Piauí, Brazil. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão (N. Sér.) 37(4):437-455.